

# L'ÉVALUATION DES RESSOURCES EXPLOITABLES PAR LA PÊCHE ARTISANALE SÉNÉGALAISE

Éditeurs scientifiques  
**Mariama BARRY-GÉRARD, Taib DIOUF et Alain FONTENEAU**



Symposium de  
Dakar, du 8 au 13 février 1993



**CRSTOM**  
Éditions

**Tome 1**

Compte rendu des discussions  
et des conclusions  
(en français et en anglais)

Symposium  
Dakar, du 8 au 13 février 1993

**L'ÉVALUATION  
DES RESSOURCES EXPLOITABLES  
PAR LA PÊCHE ARTISANALE  
SÉNÉGALAISE**

**Tome 1**

Compte rendu des discussions et des conclusions  
(en français et en anglais)

Éditeurs scientifiques

**Mariama BARRY-GÉRARD<sup>1</sup>, Taïb DIOUF<sup>1</sup> et Alain FONTENEAU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Chercheurs ISRA, CRODT, BP 2241, Dakar, Sénégal

<sup>2</sup> Chercheur ORSTOM, 213, rue Lafayette, 75010 Paris France

---

**ORSTOM Éditions**

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection **COLLOQUES et SÉMINAIRES**

PARIS 1994

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

---

ISSN : 0767-2896

ISBN : 2-7099-1240-6 (Édition complète)

ISBN : 2-7099-1241-4 (Tome 1)

ISBN : 2-7099-1242-2 (Tome 2)

---

© ORSTOM Éditions 1994

## Remerciements

Le symposium sur l'"Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal" a pu être organisé par le CRODT et l'ISRA grâce à diverses sources de financement. Nous tenons à remercier vivement les partenaires qui ont permis la bonne organisation de ce symposium et la publication de ses travaux et documents:

- La mission française de coopération à Dakar.
- L'ORSTOM Paris: le département TOA et la Commission scientifique d'hydrobiologie et d'océanographie.
- L'ambassade du Canada à Dakar.

Mme Joëlle Vincent a assuré l'ensemble de la préparation informatique du texte du symposium. Nous la remercions pour son travail très efficace.

## Sommaire

*Page*

<i>Allocution du docteur Ly</i>	<i>1</i>
<i>Ordre du jour du symposium</i>	<i>3</i>
<i>Rapport du symposium</i>	<i>7</i>
<i>Report of the symposium</i>	<i>51</i>
<i>Liste des participants</i>	<i>93</i>

# *Allocution du Docteur Ly, directeur général de l'ISRA.*

---

---

Monsieur le Ministre

Messieurs les bailleurs de fonds,

Chers collègues chercheurs,

Messieurs les invités,

Le nouveau droit de la mer adopté à Caracas en 1982 a confié à tous les états côtiers, la responsabilité de gérer les ressources halieutiques présentes dans leur ZEE.

Cette responsabilité pose toutefois des problèmes scientifiques majeurs.

En effet, la recherche halieutique doit être à même de connaître en permanence les potentiels de captures équilibrées des ressources halieutiques. Faute de cette connaissance, la gestion des ressources risque d'osciller entre deux maux :

- la sous exploitation des ressources naturelles, situation peu rationnelle dans un pays en voie de développement.

- la surexploitation accidentelle de ces ressources, qui risque à la fois d'hypothéquer l'avenir des stocks et celui des pêcheries nationales, artisanales et industrielles (en diminuant gravement les apports en protéines d'origine halieutique, si importants au Sénégal).

Ces problèmes sont par nature difficiles à maîtriser même dans l'Atlantique Nord malgré des efforts de recherche considérables et prolongés, mettant en oeuvre des grandes équipes de recherche et de gros budgets.

Le Sénégal est en matière de ressources halieutiques doté de richesses exceptionnelles exploitées par différentes pêcheries. La recherche halieutique y est active depuis plusieurs décennies. Cependant, des difficultés demeurent pour répondre aux questions très légitimes posées par les autorités de tutelle sur les potentiels de capture des espèces principales et sur les interactions entre les pêcheries.

Pendant longtemps le problème de la ressource était considéré comme secondaire parce que les ressources étaient globalement sous exploitées. Cependant, il reste que Les potentiels de captures ne sont pas illimités, et du fait de l'accroissement considé-

nable des captures, certaines ressources ont déjà atteint au Sénégal des niveaux de pleine exploitation et peut être de surexploitation.

De plus, certaines ressources traditionnellement peu recherchées localement, mais très importantes pour la pêche artisanale, comme les petits pélagiques, ont des opportunités d'exploitation industrielles pressantes et fortes... A quel prix pour la pêche artisanale ? Quelles seraient pour la pêche artisanale des pélagiques côtiers, les éventuelles stratégies de repli si les ressources venaient à leur manquer ?

Les réponses à toutes ces interrogations sont essentielles en matière d'aménagement rationnel des ressources halieutiques.

Il devient donc indispensable et urgent, dans ce contexte, que la recherche halieutique au Sénégal analyse l'ensemble des données disponibles sur les pêcheries, sur l'environnement et sur les ressources au moyen des méthodes modernes d'évaluation des ressources les plus adaptées à la situation sénégalaise.

Tel est l'objectif de ce présent symposium: présenter des analyses réalistes et détaillées prenant bien en compte la complexité, les incertitudes et la variabilité des ressources et des pêcheries.

Toutefois, les résultats devront être synthétisées d'une manière simple et compréhensive à l'intention des professionnels et des gestionnaires des ressources, car trop souvent comme l'a noté Brever "la prise en compte de la complexité des problèmes halieutiques et la multitude des incertitudes potentielles, loin d'aider à la prise de décisions, ne fait qu'ajouter de la confusion dans l'esprit des responsables des pêcheries".

Par ailleurs, ce symposium offre un cadre de coopération internationale accrue entre la recherche halieutique sénégalaise et ses partenaires régionaux et internationaux.

Tout en vous souhaitant un bon séjour au Sénégal, je déclare ouvert le symposium sur l'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal.

Je vous remercie.



# *Ordre du jour du Symposium*

---

---

## **1. OUVERTURE DE LA RÉUNION**

## **2. LES PÊCHERIES SÉNÉGALAISES**

(Rapporteur : M. THIAM).

## **3. L'ENVIRONNEMENT OCÉANOGRAPHIQUE**

(Rapporteur : C. ROY)

## **4. SOCIO-ÉCONOMIE DES PÊCHES**

(Rapporteur : C. CHABOUD).

## **5. DONNÉES DISPONIBLES ET ANALYSES RÉALISÉES**

### **a) Statistiques de pêche au CRODT et description de la variabilité spatio-temporelle de la pêche artisanale au Sénégal**

(Rapporteur : M. BARRY-GERARD)

### **b) Calcul d'indices d'abondance à partir des données de la pêche artisanale**

(Rapporteurs : E. MARCHAL et D. GASCUEL.)

### **c) Synthèse bibliographique des connaissances sur la biologie de quelques espèces de poissons**

(Rapporteur : A. CAVERIVIERE).



- d) Estimation directe de l'abondance par campagnes océanographiques**  
(Rapporteur : E. MARCHAL).
  
- e) Estimation de l'abondance des principales espèces exploitées par la pêche artisanale**  
(Rapporteur : E. MARCHAL).
  
- f) Structure des stocks exploités par la pêche artisanale au Sénégal**  
(Rapporteur : E. MARCHAL).
  
- g) Ressources instables: poulpe, tassergal, baliste**  
(Rapporteur : P. CURY).
  
- h) Bilan des recherches passées dans le domaine de l'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale.**  
(Rapporteur : E. MARCHAL).

## **6. PERSPECTIVES MÉTHODOLOGIQUES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES**

- a) Quelles méthodologies pour estimer les potentiels de la pêche artisanale ? Revue globale du problème.**  
(Rapporteur : S. GARCIA).
  
- b) Approche globale**  
(Rapporteur : P. FREON).
  
- c) Compétition Pêche Industrielle /Pêche Artisanale.**  
(Rapporteur H. FARRUGIO).
  
- d) Analyses des fréquences de taille**  
(Rapporteur : D. PAULY).

**e) Les analyses des structures démographiques**

(Rapporteur : J.J. MACGUIRE).

**f) Dynamique du système pêche artisanale**

(Rapporteur : J. MAC GLADE).

**g) Importance des relations trophiques pour l'évaluation et l'aménagement des ressources.**

(Rapporteur : A. FONTANA).

**h) Système d'Information Géographique (SIG) et la recherche halieutique**

(Rapporteurs : P. CHAVANCE et P. FREON).

**7. CONCLUSIONS**

**8. RECOMMANDATIONS POUR LES PERSPECTIVES DES RECHERCHES**

(Rapporteur : S. GARCIA).





# *Rapport du symposium sur l'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise.*

*Dakar, du 8 au 13 Février 1993*

---

## **1. OUVERTURE DE LA RÉUNION**

Le symposium avait pour objectif de faire le point sur l'évaluation des ressources halieutiques au Sénégal, en particulier celles exploitées par la pêche artisanale. Il s'agissait d'identifier les problèmes et de proposer des voies de recherches à mener pour répondre à l'une des préoccupations majeure du Développement, à savoir, l'état des ressources halieutiques sénégalaises.

Le symposium a été ouvert par le Directeur Général de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), le Docteur Ly qui a, dans son allocution, souhaité la bienvenue aux participants et résumé les objectifs du symposium. Il a exprimé l'intérêt que son Institut accorderait aux conclusions et recommandations des experts; le texte de cette allocution est donné en annexe 1.

Le présent rapport fait un bilan des documents présentés lors du symposium et des discussions qui ont suivi. Un certain nombre de recommandations en matière de recherches se dégageant à l'issue de ces discussions sont résumées dans l'annexe 2.

L'ordre du jour de la réunion (annexe 3) a été approuvé sans modification. Mr Taib Diouf a été choisi pour présider les travaux du symposium et Mr Alain Fonteneau pour coordonner la rédaction du rapport du symposium. La rédaction de chacun des points de l'ordre du jour a été confiée à un expert dont le nom est indiqué à l'annexe 3. La liste des participants au symposium est donnée en annexe 4.

## **2. LES PÊCHERIES SÉNÉGALAISES**

### **a) Résumé de la communication n°1 (A. Samba)**

Le document 1 donne un aperçu de la pêche maritime au Sénégal et fait le point sur les pêches artisanale et industrielle.

De 1963 à 1991, les prises au Sénégal sont passées de 50 000 tonnes. à 350 000 tonnes.

### La pêche artisanale

La forte hausse observée à partir de 1972 s'explique au niveau de la pêche artisanale par deux innovations technologiques majeures: l'intensification de la motorisation et l'introduction de la senne tournante coulissante. A partir de 1981, les captures artisanales comprennent en moyenne 80 % de pélagiques (les clupéidés représentant 77 %) et 20 % de démersaux (Sparidés, Serranidés, Ariidés et Céphalopodes).

Les espèces les plus importantes (durant la période récente 1981-1991) pour la pêche artisanale sénégalaise sont données au tableau ci après :

RANG	PDS	ESPECES	% PONDE RAL	PRISE (t)	VALEUR (1000 CFA)	PRIX/ KG (Fr.90)
2	1	<i>Sardinella maderensis</i>	32.11	49771	1642	33
1	2	<i>Sardinella aurita</i>	29.86	49544	1932	39
19	3	<i>Ethmalosa dorsalis</i>	3.77	5849	164	28
4	4	<i>Decapterus rhonchus</i>	3.09	3969	591	149
21	5	<i>Cymbium spp.</i>	1.92	2895	162	56
14	6	<i>Euthynnus alletteratus</i>	1.97	2824	268	95
6	7	<i>Pagellus bellottii</i>	1.56	2347	530	226
8	8	<i>Pomadasys jubelini</i>	1.45	2189	482	220
18	9	<i>Trachurus trachurus</i>	1.31	2013	165	82
24	10	<i>Brachydeuterus auritus</i>	1.42	1972	112	57
5	11	<i>Epinephelus goreensis</i>	1.29	1859	546	294
3	12	<i>Epinephelus aeneus</i>	1.25	1785	939	526
7	14	<i>Sparus caeruleostictus</i>	1.03	1607	482	300
9	15	<i>Octopus vulgaris</i>	.76	1581	430	272
10	17	<i>Pomatomus saltator</i>	1.32	1498	427	285

Ce tableau donne le classement en poids et en valeur (en francs constants en 1990) des principales espèces. La pêcherie artisanale est dominée en poids et en valeur par les espèces pélagiques côtières.

L'évolution de la pêcherie durant la période est marquée par deux événements majeurs: la quasi disparition de *Pomatomus saltator*, et l'apparition massive d'*Octopus vulgaris* en 1986. Ces deux événements seront discutés plus loin dans ce rapport.

En ce qui concerne l'effort de pêche de la flottille artisanale, le parc piroguier maritime est resté relativement stable numériquement. En 1981, l'effectif des unités a été de 4 700, dont près de 90 % sont motorisées. En 1991, 5 000 pirogues étaient opérationnelles. On note, toutefois, une augmentation très sensible de la taille moyenne de ces pirogues avec le développement des pirogues de senne tournante et des pirogues glacières.

## La pêche industrielle

En pêche chalutière, l'exploitation était essentiellement axée de 1965 à 1970 sur la crevette. A partir de 1972, avec l'arrivée de chalutiers recherchant les poissons (dits "poissonniers"), l'évolution des débarquements est marquée par la prédominance des pageots (*Pagellus bellottii*), des machoirons (*Arius spp.*), des capitaines (*Pseudotolithus spp.*) et des soles (*Cynoglossus spp.*). Le poulpe est apparu en 1986.

Parallèlement à cette évolution, il y a eu une augmentation régulière du nombre de navires, de leur jauge et de leur puissance motrice en rapport avec les investissements de l'Etat en pêche industrielle (développements du port de pêche, aides à l'acquisition d'unités frigorifiques et de pêche...).

Les débarquements de la pêche sardinière (pélagiques côtiers) ont progressé jusqu'en 1972 pour se stabiliser à 26 000 tonnes. De 1983 à 1988, les débarquements sont tombés à leur plus bas niveau du fait d'une forte baisse du nombre de sardinières passé de 21 en 1982 à 5 en 1986-1988.

### b) Discussions

Les discussions ont porté sur l'évolution historique du parc piroguier ; en effet, la série de données provient de deux sources différentes : la DOPM et le CRODT.

Entre 1960 et 1990, l'inventaire du parc piroguier a été effectué par la DOPM sur la base de déclarations des pêcheurs ; les effectifs comprennent ainsi des pirogues à moteur et des pirogues à rame, rarement distinguées ; ces dernières, exerçant leurs activités dans les bolons, ont atteint 1900 unités en 1975 et 3 300 en 1980.

Les données du CRODT collectées à partir de 1982, et provenant de recensements exhaustifs semestriels sur le terrain permettent de bien distinguer les deux types de pirogues.

L'évolution représentée à partir des deux sources ne donne donc pas une image correcte du parc piroguier maritime du Sénégal durant la période 1960-1981.

Il a été recommandé de faire une reconstitution des données DOPM et CRODT en séparant les deux types d'unités, ce qui permettrait de disposer de deux jeux de graphiques donnant des évolutions respectives des pirogues à moteurs et des pirogues à rame. Ceci permettrait de mieux appréhender l'évolution de l'effort de pêche nominal de la flottille artisanale..

Il a été également précisé que l'évolution des débarquements et de l'effectif des sardinières ne prend pas en compte la flotte étrangère, jadis très importante, ce qui enlève une partie de l'intérêt à la présente description de la pêcherie sardinière.

### 3. L'ENVIRONNEMENT OCÉANOGRAPHIQUE

#### a) Résumé de la communication n°2 (I. Dème-Gning et D. Touré)

Cet exposé a résumé les principaux traits de l'environnement et présenté un bilan de la variabilité climatique saisonnière et interannuelle. Le terme contraste a été utilisé pour caractériser l'écosystème sénégalais :

- Contraste de la morphologie du plateau continental avec deux régions distinctes séparées par la presqu'île du Cap-Vert. Au nord, entre le Cap Vert et Saint-Louis, le plateau est orienté nord-nord-est et sa largeur ne dépasse pas une dizaine de milles. Au sud, le plateau s'élargit pour atteindre près de 30 milles au large de la Casamance.
- Contraste des saisons marines qui est illustré par une amplitude thermique annuelle atteignant près de 15°C. La saison froide pendant laquelle s'installe l'upwelling s'étend de décembre à juin. La résurgence se développe à la côte, au nord du Cap-Vert ; au sud, une langue d'eau froide se forme sous l'action du vent au niveau du talus continental, du Cap-Vert à la Casamance. Le minimum thermique est rencontré au niveau du talus continental ; le long de la bordure côtière, une bande d'eau plus chaude s'étend en direction du sud. L'écosystème est alors sous l'influence d'espèces d'origine saharienne.
- Contraste de la variabilité interannuelle. Une période de forte activité de l'upwelling est apparue de 1971 à 1977, elle a été suivie par une période de relaxation jusqu'en 1984 ; depuis cette date une nouvelle période d'intensification se dessine.

Concernant la variabilité sur le long terme, la série de vent de l'aéroport de Dakar-Yoff ne montre pas de tendance particulière. Par contre, la série de données de vent du Sénégal issue du fichiers COADS (bateaux marchands) montre une tendance positive continue de la vitesse du vent qui se traduit par une augmentation de près de 50 % du vent depuis les années 1960. Une étude comparative à partir de différents jeux de données le long des côtes ouest-africaines (COADS, ASECNA, indice d'upwelling de Bakun) est en cours afin de déterminer l'origine de ces différences.

#### b) Discussion

Les interventions ont été rassemblées suivant des thèmes qui nous ont paru traduire au mieux les problématiques abordées.

##### Saisonnalité

L'influence de la variabilité saisonnière de l'environnement sur la dynamique de l'écosystème a été illustrée par une figure montrant l'étroite association existant entre les déplacements latitudinaux des thonidés entre 10°N et 20°N et le balancement saisonnier de l'isotherme 22°C. Les modifications des espèces cibles de la pêche artisanale au cours des saisons ont également été rappelées ; cet effet serait particulière-

ment sensible sur la côte située au nord du Cap Vert. Les campagnes d'échantillonnage permettent d'établir un constat similaire : au sud du Cap-Vert, l'apparente stabilité au cours des saisons des biomasses de pélagiques contraste avec la saisonnalité observée dans la partie nord où les plus faibles biomasses de pélagiques sont rencontrées en septembre. Il a été rappelé que les biomasses de pélagiques au sud du Cap-Vert sont constituées majoritairement de jeunes individus; au nord, les individus adultes constitueraient l'essentiel de la population.

Concernant la saisonnalité observée au niveau de l'activité de la pêche artisanale, l'environnement océanographique ne serait pas le seul paramètre à prendre en compte, les facteurs socio-économiques ont également une importance non négligeable : activité agricole pendant l'hivernage (juin-septembre), etc.

### **Représentativité des indices environnementaux**

Les indices disponibles sont essentiellement les données de vent trihoraires (vitesse et direction) des aéroports de Dakar et Saint-Louis, ainsi que les mesures de température de surface de la mer réalisées chaque jour aux stations côtières (Saint-Louis, Yoff, Thiaroye, Mbour). Quelques données éparses concernant les sels nutritifs, la biomasse phytoplanctonique sont également disponibles.

Ces données sont pour l'essentiel récoltées en un point, la dimension spatiale ne peut donc pas être bien appréhendée. Cette limitation constitue une difficulté majeure. En effet, cela revient à décrire un habitat tridimensionnel à partir d'une seule mesure ponctuelle.

L'absence de telles informations constitue une limitation importante pour comprendre les dynamiques sur le court terme (disponibilité, capturabilité,...), domaine dans lequel la prise en compte du volume occupé par les individus apparaît comme étant un élément essentiel.

Les paramètres récoltés en routine sont des paramètres physiques. Aucune mesure directe des aspects trophiques n'est disponible (phytoplancton, zooplancton, production,...). "Les poissons ne mangent pas la température" : si des relations apparaissent entre des paramètres physiques et les populations, le plus souvent on doit considérer ces paramètres physiques comme des variables de substitution permettant d'estimer, en l'absence de mesure directe, l'intensité d'un processus biologique. Dans certain cas, il existe cependant des relations directes : limitation de l'habitat par une température déterminée par la physiologie de l'espèce, impact sur la croissance, sur la quantité d'oxygène nécessaire pour assurer le métabolisme.

En matière de productivité, l'upwelling est au Sénégal le seul processus pris en compte, les cinq autres mois de l'année pendant lesquels la zone côtière est sous l'influence d'eaux chaudes d'origine tropicale, sont quasiment ignorés. L'écosystème est alors sous l'influence de processus se développant en subsurface au niveau de la thermocline, processus dont il est évidemment beaucoup plus difficile de rendre compte à partir de mesures simples, réalisables en routine avec un faible coût. Concernant la saison chaude, la pluviométrie et les débits des fleuves sont cependant des paramètres contribuant à la productivité océanique et facilement accessibles ; il serait utile de les intégrer dans le futur.



Historiquement, seul le plateau continental et les processus qui lui sont associés ont fait l'objet d'études poussées et d'un monitoring (température, indice d'upwelling). Les estuaires, les mangroves, les fleuves et la zone littorale sont en général négligés dans les études concernant les ressources halieutiques. Récemment, cette situation a évolué avec le lancement par le CRODT d'études sur l'estuaire du fleuve Sénégal, du Saloum et de la Casamance. En Mauritanie, des travaux sur la dynamique du Banc d'Arguin sont en cours.

La pollution, l'érosion littorale et l'impact des activités humaines sur le domaine côtier sont des domaines dans lesquels peu d'informations sont disponibles. Des projets allant dans ce sens sont en cours d'élaboration au CRODT.

### **Quelle recherche mener sur l'environnement ?**

La réduction de l'incertitude associée aux facteurs non-contrôlables du système présente un intérêt certain pour toute stratégie d'aménagement. Des travaux associant la dynamique des populations et les facteurs environnementaux peuvent donc apporter de l'information utilisable ensuite dans une stratégie de gestion ou d'aménagement.

Plusieurs interventions ont souligné la nécessité d'intégrer la dimension spatiale, pratiquement ignorée jusqu'à présent. La télédétection permet d'aborder cette dimension. Les travaux réalisés à ce jour restent, cependant, ponctuels. La série d'images de température de surface disponible au CRODT (série hebdomadaire depuis 1985) pourrait donner lieu à des travaux de recherche sur l'intégration de cette dimension dans le calcul d'indices environnementaux. Des tentatives d'estimation de la production planctonique à partir de l'imagerie thermique satellitaire sont également à noter.

La définition d'hypothèses fortes permettant de bâtir un questionnement scientifique et de le tester par des actions de recherche a été proposée comme démarche pour définir l'orientation des activités dans le domaine de l'environnement. Une telle hypothèse est, par exemple, celle que propose D. Pauly visant à expliquer les migrations des poissons dans la région sur une base écophysiologique formulée dans le document. Une telle démarche est évidemment nécessaire pour définir un programme de recherche. Cependant, préalablement à ces activités de recherche, un suivi permanent de quelques paramètres clés doit être assuré (exemple : vent, température, salinité,...). Un tel suivi présente un intérêt majeur. Il permet d'évaluer les fluctuations qui ont affecté l'écosystème sur la longue période, information capitale pour de nombreux travaux de recherche, aussi bien dans le domaine halieutique, qu'en océanographie ou climatologie. D'autres activités, plutôt liées à l'aspect aménagement ou gestion des systèmes, peuvent venir se greffer à ces tâches de routine de suivi de l'écosystème. Ces activités consistent à diffuser de l'information (cartes de température, bulletin océanographique, etc...) dans des délais très courts aux pêcheurs, aménageurs ou tous autres agents intervenant dans la dynamique du "système pêche".

Des études descriptives sont encore nécessaires dans certains domaines (zone littorale) ou régions (sud Casamance, Guinée) qui restent particulièrement mal connus.

Il existe également une inadéquation entre le savoir faire des océanographes et les questions qui se posent : l'échantillonnage dans la zone littorale est difficile à mener avec les outils classiques, seuls les instruments de physique sont capables d'assurer des mesures automatiques. La modélisation côtière est encore très complexe et balbutiante.

### **Une proposition de classification des recherches environnementales**

Il est proposé de distinguer plusieurs types d'actions mettant en oeuvre l'océanographie et de manière plus générale les travaux sur l'environnement :

- activités de type "observatoire permanent" ; ces activités doivent constituer les activités de base de l'océanographie dans le domaine halieutique. D'un coût relativement faible (stations côtières, données météo des aéroports,...), la pérennité de ces activités doit être la priorité majeure.
- un second type d'activités peut se rattacher à celles de l'observatoire permanent. Il s'agit d'assurer la production et la diffusion en temps réel d'informations permettant de décrire de manière synthétique l'état du système.
- l'aspect recherche s'attachera à la réalisation d'actions de recherche ponctuelles visant à répondre à un questionnement scientifique. De telles réalisations ne pourront, le plus souvent, être envisagées qu'à travers une coopération internationale menée à l'échelle régionale et utilisant des moyens océanographiques modernes.

## **4. SOCIO-ÉCONOMIE DES PÊCHES**

### **a) Résumé des Communications N° 3 (M. Dème, B. Dioh) et n° 4 (M. Kébé)**

Deux communications ont été présentées.

Le premier, présenté par M. Dème et B. Dioh, fait la synthèse sur l'aménagement la législation et le développement des pêches. Il a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le Sénégal dispose d'un cadre juridique formel important et évolutif que l'on a tenté d'adapter à l'évolution du contexte international et régional, des techniques de pêches et des ressources.
- Les zones de pêche ont fait l'objet d'une définition de plus en plus précise et diversifiée au fur et à mesure que l'on a assisté à l'émergence d'un nouveau droit de la mer (conséquences de la conférence de Montego Bay en 1982) et à la nécessité d'une meilleure protection des ressources côtières et des activités de pêche artisanale. Ceci a conduit à une redéfinition des zones de pêche attribuées aux différents métiers dans le Code de la pêche de 1987 abrogeant et remplaçant le précédent code de 1976.

- La définition des navires de pêche permet également des distinctions tenant bien compte des différents métiers. Il est important de souligner l'interdiction des navires dépassant 1500 tonneaux de jauge brute, tant pour préserver la ressource que pour la défense et la promotion des intérêts des armateurs nationaux et le développement des emplois à terre dans l'industrie de la transformation.
- Les engins de pêche font l'objet d'une définition précise. Le maillage des chaluts, filets actifs et passifs ont fait l'objet d'une réglementation qui a évolué dans le sens d'une augmentation visant la préservation de la ressource.

L'accès aux ressources est régi par un système de licences pour les unités industrielles nationales et étrangères. Ce système de licence s'est progressivement diversifié pour permettre un contrôle plus sélectif de l'effort de pêche et pour adapter le niveau des redevances à la valeur marchande des captures. Enfin, la protection des ressources fait l'objet de mesures spécifiques telles que l'interdiction de la capture, pour certaines espèces, d'individus de taille inférieure à une limite légale.

La partie consacrée au développement de la pêche artisanale a mis en relief les points suivants :

- La rapide motorisation du parc piroguier à partir du milieu des années 50 et surtout après l'indépendance, grâce à une politique très volontariste de l'Etat et à l'appui de bailleurs de fonds extérieurs.
- La mise en place d'une chaîne de froid (centres de mareyage, fabrique de glace, unités de stockage à l'intérieur du pays) visant à permettre une meilleure satisfaction de la demande et une augmentation des revenus des pêcheurs. Ces tentatives sont loin d'avoir atteint les objectifs qu'elles s'étaient fixées. Le mareyage privé a bien résisté aux tentatives interventionnistes.
- Des essais de remplacement ou d'amélioration de la pirogue traditionnelle. Partant du constat des "limites ou déficiences" de la pirogue sénégalaise, un certain nombre de versions d'embarcations nouvelles ont été proposées. Pour la plupart, ces tentatives furent des échecs, parfois techniques mais surtout économiques dans la mesure où elles n'offraient pas un rapport qualité/prix significativement supérieur à la pirogue traditionnelle. Par ailleurs, les pêcheurs semblent très sensibles au fait de garder la maîtrise technologique sur un élément central de leur capital technique.

Enfin, les orientations récentes des opérations de développement ont été mentionnées avec des projets intégrés à vocation régionale et le développement du crédit à la pêche artisanale.

La seconde communication, de M. Kébé, a souligné, à travers l'exposé des mutations sociales économiques et technologiques de la pêche, la capacité adaptative et d'innovation des pêcheurs artisans sénégalais.

Diverses évolutions majeures ont été, notamment, signalées :

- Une évolution de la pirogue, et ceci à l'échelle historique, sous l'effet d'une dynamique technologique endogène répondant à l'évolution des usages attendus de cette embarcation beaucoup moins traditionnelle qu'il n'y paraît.

- La motorisation, avec une tendance à l'augmentation de la puissance des moteurs.
- La conservation des prises à bord grâce à l'installation de cales à glace sur des unités de pêche à la ligne.
- L'adoption de nouveaux engins : senne tournante coulissante.
- L'amélioration de techniques existantes : casier à seiche, palangres démersales.

Ces mutations ont été permises par l'existence d'un certain nombre de conditions favorables :

- L'esprit d'entreprise des pêcheurs artisans sénégalais et leur longue tradition dans ce métier.
- Une demande intérieure soutenue tenant aux préférences alimentaires, à la croissance démographique et au développement des réseaux commerciaux.
- L'ouverture d'un marché d'exportation pour des espèces à haute valeur marchande.
- Une politique étatique volontariste : subventions des intrants, encadrement des pêcheurs et crédit à la pêche.

La rentabilité des opérations de pêche a certainement été l'un des moteurs de la dynamique récente, elle reste encore relativement élevée mais tend à diminuer de façon significative.

Enfin, un document traitant du bilan économique du secteur de la pêche en 1987 a été présenté (document n° 5, C. Chaboud, F. Foucault et R. Brendel). Les résultats permettent de mieux mesurer les importances respectives des différentes filières de produits halieutiques en fonction des critères de valeur ajoutée et de contribution à la balance commerciale.

## **b) Discussions**

Dans la législation concernant les maillages, il semble que certains maillages aient diminué. Cette tendance inhabituelle provient d'une concertation avec la recherche qui a indiqué que de telles mesures pouvaient améliorer les résultats de certains types d'exploitation, sans risque pour les ressources considérées.

L'évolution des pêcheries sénégalaises semble bien moins catastrophique que dans d'autres régions du monde, l'Asie par exemple. En effet, on constate dans de nombreux pays une surexploitation marquée des ressources due à la forte croissance démographique et à l'efficacité croissante et anarchique des engins de pêches (dynamite).

Le libre accès à la ressource pour la pêche artisanale sénégalaise ne la conduit-elle pas à la ruine ? Ceci doit être nuancé, il existe des contrôles sociaux, certes indirects et cachés, mais qui font que l'accès à la pêche artisanale n'est pas vraiment libre. Ces contrôles risquent, cependant, de se relâcher avec les pressions consécutives à la

croissance démographique, à l'exode rural, aux stimulations de l'économie de marché. La situation doit donc être suivie de près.

Les modes d'organisation sociale, tant traditionnels que mis en place avec le concours des autorités publiques ont été évoqués. Il a été expliqué que les pêcheurs ont été organisés en coopératives qui, en réalité, furent surtout des canaux de distributions des moteurs. Il n'y a pas eu à proprement parler d'activités coopératives. D'autres formes d'organisation plus souples et responsabilisantes ont été proposées depuis avec les GIE (Groupements d'Intérêt Economique).

### **c) Quelles perspectives pour la recherche en économie ?**

Quelques orientations prioritaires peuvent être proposées, qui viseraient à orienter les recherches utiles à l'aménagement et à la prise de décision :

- Analyse des mesures d'aménagement envisageables pour la pêche artisanale sénégalaise : tester, simuler les différentes politiques possibles, en relation avec les différents objectifs poursuivis par les acteurs multiples en présence.
- Etudes des modes d'accès à la ressource et aux conditions de son exploitation: comment devient-on nouveau pêcheur, comment contrôle-t-on ou peut-on contrôler cette dynamique.

Ces recherches supposent que le capital de données économiques déjà existant soit actualisé. Ceci, a entre autres facteurs, des implications évidentes en termes d'effectifs de chercheurs en sciences sociales et de techniciens.

## **5. DONNÉES DISPONIBLES ET ANALYSES RÉALISÉES**

### **a) Statistiques de pêche au CRODT et description de la variabilité spatio-temporelle de la pêche artisanale au Sénégal**

Résumé de la communication n° 6 (J. Ferraris, B. Samb et M. Thiam)

Le document présenté décrit la nature des données, les méthodes de collecte et le traitement informatique appliqué à ces données pour obtenir les statistiques de pêche annuelles du CRODT.

Les ressources halieutiques côtières sénégalaises sont exploitées par trois pêcheries : la pêcherie artisanale, la pêcherie sardinière à la senne, la pêcherie chalutière.

La collecte des données en pêche artisanale a été initiée au début des années 1970 dans le cadre d'études monographiques menées sur quelques espèces principales (tassergal, thiof, sardinelle). A partir de 1975, le système de collecte a été étendu à l'ensemble des espèces et des engins de pêche et à partir de 1982 à l'ensemble des principaux points de débarquement du littoral.

La méthodologie employée est restée le même dans son principe général, malgré

quelques adaptations en fonction de l'évolution de la pêche et des besoins liés à la recherche.

Les données collectées ont permis la mise en place d'une base de données qui comprend :

- les données des recensements ;
- les données des prises par pirogue échantillonnée ;
- les données extrapolées au port ;
- les données extrapolées aux zones de pêche ;
- les données extrapolées à l'ensemble du littoral.

A partir de cette base de données, une analyse globale de la variabilité spatio-temporelle du potentiel de pêche, des captures totales extrapolées et des captures extrapolées aux ports a été réalisée.

Les points saillants suivants ont été relevés :

- diminution du pourcentage de pirogues dont la puissance motrice est inférieure à 10 cv et augmentation du nombre de pirogues avec moteur de 15 cv et 40 cv ;
- augmentation de la motorisation des pirogues à senne tournante et à filets maillants encerclants (surtout entre 1982 et 1984) ;
- le taux de motorisation des pirogues utilisant les autres engins de pêche est resté stable, sauf sur les pirogues glacières qui ont augmenté leur puissance motrice.

Au niveau des captures, on note une augmentation globale au cours du temps des espèces. On note, toutefois, pour le tiof (*Epinephelus aeneus*) une diminution des captures pour la région sud et en particulier pour les pirogues glacières.

### Discussion

Deux idées forces se dégagent de la discussion qui a suivi la communication sur les statistiques de pêche.

La première concerne la motorisation. Etant donné le changement important de la puissance motrice intervenu au cours du temps, il est important d'établir les relations qui existent entre la puissance motrice et la puissance de pêche des pirogues. On sait que la vitesse maximale de tout navire dépend de sa longueur à la flottaison. En d'autres termes, l'augmentation de la puissance motrice n'implique pas nécessairement un accroissement de vitesse. L'acquisition de moteurs plus puissants et plus coûteux à l'emploi répond, toutefois, sans doute pour le pêcheur, à des motivations qu'il conviendrait de préciser, en particulier, afin de mesurer les effets de l'accroissement des puissances motrices sur la puissance de pêche des pirogues.

Par ailleurs, il a été noté que certaines techniques de pêches n'avaient pas encore été introduites au Sénégal, par exemple le filet monofilament. Ces nouvelles techno-

logies pourraient être, comme tout progrès technologique, intéressantes ou dangereuses, car elles peuvent accroître considérablement la puissance de pêche des pirogues (ceci en fonction du niveau d'exploitation des stocks).

### **Recommandations**

Deux recommandations principales ont été faites :

- L'étude des relations entre puissance motrice et puissance de pêche des pirogues, basée sur une analyse fine des changements de performance et de stratégies de pêche résultants de l'accroissement de puissance motrice.
- L'amélioration de l'échantillonnage de la pêcherie artisanale avec suivi des ports secondaires non actuellement échantillonnés. Un schéma d'échantillonnage *ad hoc* tel que celui proposé dans le document n° 7 (Hoenig et Chouinard) pourrait être étudié par le CRODT.

### **b) Calcul d'indices d'abondance à partir des données de la pêche artisanale**

#### **Résumé de la communication n° 8 (J. Ferraris)**

L'objectif est d'obtenir un rendement qui soit représentatif de l'abondance de la ressource. La première difficulté à laquelle on est confronté est la définition d'un effort de pêche effectif de la pêche artisanale, et ceci pour les raisons suivantes :

- pêcherie multi-engins : une même ressource peut être exploitée par différents engins de pêche ;
- pêcherie multi-espèces : un même engin peut cibler différentes espèces.

Par ailleurs, les variations des rendements peuvent être liées à la variation de divers facteurs: l'environnement, les composantes de l'effort de pêche, le marché, les tactiques de pêche.

Pour tenter de cerner les tactiques et les stratégies de pêche, diverses opérations de recherche ont été menées:

- Un suivi de 150 pêcheurs a été effectué pendant quatre mois et des informations très détaillées ont été collectées sur leurs activités telles que : le lieu de pêche, les engins embarqués, les engins utilisés, les espèces ciblées, les espèces capturées etc... ;
- une analyse symbolique des tactiques de pêche a été faite (analyse statistique numérique) afin de faire une typologie des tactiques de pêche. Chaque tactique a été caractérisée par une espèce cible et des espèces secondaires.

### **Discussion**

Lors des discussions, tous les intervenants ont souligné la difficulté d'estimer

l'abondance à partir des pue de pêche artisanale et l'intérêt de l'approche symbolique pour comprendre cette pue.

Les discussions ont également porté sur la nécessité - ou pas - de descendre à un certain niveau de détail dans la collecte des informations. Il est apparu qu'il ne faut pas faire l'économie des tactiques de pêche. Les deux approches sont complémentaires.

### **Recommandations**

Des suggestions ont été faites pour compléter l'étude sur les tactiques de pêche, notamment le facteur appartenance à un groupe ethnique devrait être intégré. Ceci d'autant plus qu'on a observé un changement de comportement chez certains pêcheurs. Par exemple, les pêcheurs de Kayar sont devenus migrants, alors qu'auparavant ils étaient sédentaires.

Les relations entre pêche et agriculture doivent aussi être prises en compte car elles sont parfois importantes chez certaines communautés de pêcheurs dans le déterminisme de leurs activités halieutiques.

## **c) Synthèse bibliographique des connaissances sur la biologie de quelques espèces de poissons**

### **Résumé de la communication n° 9 (J.J. Lévénéz)**

Huit espèces ou groupes d'espèces de poissons (quatre pélagiques et quatre démersales) capturées de manière significative à la fois par la pêche artisanale et la pêche industrielle sénégalaise, ou présentant des caractéristiques d'exploitation particulières, ont été retenues pour la préparation du symposium. Diverses données biologiques de base ont été réunies pour ces stocks, notamment, sur l'identité des stocks, la répartition géographique et les migrations, l'alimentation, la reproduction, la croissance et la mortalité naturelle.

Il est bien connu que les conditions hydroclimatiques de la zone sénégal-mauritanienne, caractérisées par une forte variabilité saisonnière et interannuelle des upwellings déclenchés par les alizés, influent considérablement sur la répartition géographique des espèces, leur cycle de vie et leur abondance.

Les migrations saisonnières nord-sud d'une importante fraction des populations impliquent aussi que la pression de pêche pratiquée dans l'ensemble de la zone sénégal-mauritanienne a des répercussions sur le niveau d'abondance des différents stocks. Il en ressort que les stocks exploitées au Sénégal ne peuvent que rarement être dissociés de l'ensemble écologique du complexe sous-régional.

### **Discussion**

Certains intervenants ont fait remarquer que les séparations de stocks et les schémas de migrations sont basés sur des méthodes indirectes et pourraient être moins



clairs que ce qui a été souvent décrit. Le rôle de la fosse de Kayar comme barrière et où s'arrête la frontière Sud de certains stocks a aussi été discuté. Cette hypothèse demande des recherches complémentaires.

Il a été signalé que l'ICLARM et la FAO développent une base mondiale (FISHBASE) de données sur la biologie des espèces de poissons marins. 7000 espèces y sont actuellement incluses et des équations de croissance sont fournies pour 1000 d'entre-elles. Cette base est d'intérêt très général et peut être particulièrement utile pour les pays où la biologie des poissons a été peu étudiée. La contribution des spécialistes présents au Symposium est vivement souhaitée.

#### **d) Estimation directe de l'abondance par campagnes océanographiques**

Trois documents se réfèrent à cette approche, deux concernent les ressources démersales estimées par chalutage et un, les ressources pélagiques évaluées par écho-intégration.

**Résumés des communications n° 10 (M. Thiam et A. Caverivière), n° 11 (A. Caverivière) et n°12 (B. Samb)**

Un premier document, intitulé "Estimation des indices d'abondance des principales espèces démersales du plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage stratifié (1986-1992)" a été présenté.

Le programme initial de suivi des biomasses démersales par le CRODT prévoyait la réalisation de deux campagnes annuelles, soit une par saison hydrologique. Pour diverses raisons, certaines n'ont pu être réalisées. La série comporte dix campagnes en tout de 1987 à 1993.

La méthode utilisée est l'échantillonnage aléatoire stratifié reposant sur une stratification par zone (une nord et deux sud) et par profondeur (quatre bandes bathymétriques).

Les calculs d'indice d'abondance ont été faits en utilisant la distribution delta qui minimise les biais venant de la présence de nombreuses valeurs nulles. Douze espèces principales ont été retenues.

L'évolution des indices d'abondance "toutes espèces de poissons téléostéens" n'indique aucune tendance nette, mais la présence d'espèces pélagiques fausse en partie les résultats.

Par espèce, on peut distinguer :

- des espèces où aucune tendance nette ne se dégage de la série (*Cynoglossus*, *Arius*, *Galeoïdes*, *Pomadasys*, *Pagellus*, *Dentex*, *Sepia*).
- des espèces où la tendance est à la baisse (*Pseudotolithus*, *Serranidés*) avec une mention particulière pour le "thiof" *Epinephelus aeneus*.
- une espèce dont l'abondance a fortement augmenté : *Octopus* (le poulpe).

D'une façon générale, on remarque que l'abondance des espèces appartenant à la communauté côtière varie beaucoup; cela peut être lié aux estuaires.

Le second document fait une comparaison des indices d'abondance calculés à partir des campagnes de chalutages des navires océanographiques Laurent Amaro et Louis Sauger.

Afin de mettre en évidence d'éventuelles évolutions à long terme, il a paru intéressant de comparer les indices d'abondance de deux séries de campagnes de chalutage séparées par 15 à 20 ans. A cet effet, A. Caverivière a présenté une Comparaison des indices d'abondance de la série de chalutage du Laurent Amaro (1971-72) et du Louis Sauger (1986-1992). Bien que les navires soient de taille différente (Laurent Amaro, 24 m et Louis Sauger 38 m), on estime que leur puissance de pêche n'est pas très différente : une comparaison directe avec l'André NIZERY, sister-ship du Laurent Amaro, a abouti à un rapport des puissances de pêche voisin de 1.

Les données ont été homogénéisées en retenant une zone commune bien prospectée (sud du Cap-Vert au cap Roxo, fonds de 10 à 100 m). La moyenne des indices a été prise en compte pour les quatre campagnes du Laurent Amaro, les deux campagnes du Louis Sauger en 1992 et en 1987 et les deux autres du Louis Sauger de 1992.

L'analyse des indices par espèce fait apparaître quelques évolutions très nettes :

- certaines espèces ( *Arius*, *Pseudotolithus*, *Epinephelus*, *Drepane*) ont vu leur abondance baisser très significativement, parfois d'un facteur de 5, entre ces deux périodes : il s'agit essentiellement d'espèces côtières ;
- d'autres espèces présentent des indices plus ou moins comparables et sans tendance : *Dentex*, *Pagellus*, *Sparus* ; il s'agit d'espèces de la communauté des Sparidés ;
- certaines espèces seraient nettement plus abondantes : il s'agit pour la plupart de pélagiques (probablement en relation avec des différences d'efficacité du chalut).

Le troisième document a trait aux campagnes d'évaluation acoustique dans la ZEE du Sénégal.

De nombreuses campagnes d'évaluation acoustique ont été réalisées dans les eaux sénégalaises. Avant 1982 il s'agissait de navires étrangers, utilisant des appareils et des méthodes assez différents conduisant à des comparaisons difficiles. Leur analyse a déjà été faite.

A partir de 1982, le Sénégal a lancé une série régulière de campagnes avec le Laurent Amaro, puis le Louis Sauger avec le même équipement et selon une méthodologie fixe : on dispose ainsi de données comparables.

Les résultats de cette série tendent à indiquer que si la biomasse a largement fluctué, elle ne montre pas de tendance globale particulière. Toutefois, au niveau régional, il paraît y avoir une nette tendance à la diminution de l'indice local de la Petite Côte, singulièrement depuis 5 ans. Par contre, l'indice d'abondance en Casamance n'indique aucune tendance et conserve un niveau élevé. La côte nord présente aussi une grande stabilité, avec toutefois une incertitude pour les dernières

années due à une absence de campagnes dans le secteur. L'absence d'identification des espèces limite l'intérêt de ces résultats.

La comparaison des évaluations faites par le Louis Sauger et le navire norvégien Dr. Fridtjof Nansen montre une répartition similaire des abondances mais un niveau absolu très différent, près de deux fois supérieur pour le navire norvégien. Sans entrer dans le détail des causes possibles, ceci confirme la prudence avec laquelle il faut considérer les "valeurs absolues" de biomasses alors que les valeurs relatives (indices) obtenues par un même navire seraient plus fiables.

On a rappelé enfin que les espèces pélagiques, plus que d'autres, effectuent des migrations importantes, et que ces évaluations ne prennent leur sens que si elle sont réalisées sur la totalité de l'aire de répartition des espèces, d'où la nécessité d'une coopération régionale permanente et active.

### **Discussion**

Une critique générale a été faite sur les campagnes d'écho-intégration, certains participants se demandant si cette méthode coûteuse est bien apte à fournir des évaluations utilisables en matière de gestion des ressources. La question se pose effectivement. Il apparaît que la méthodologie a beaucoup évolué et qu'effectivement une nouvelle stratégie devrait être étudiée pour l'évaluation des ressources pélagiques par l'observation acoustique. On devrait notamment mieux prendre en compte le comportement grégaire de la ressource et l'hétérogénéité de sa répartition spatiale. Un effort technologique et méthodologique - déjà en cours - doit également être fait pour essayer d'évaluer l'importante biomasse se trouvant sur les fonds côtiers où se situe l'essentiel de la ressource exploitée par la pêche artisanale.

On fait, cependant, remarquer que c'est bien grâce à ces évaluations que l'importance des biomasses disponibles a pu être mise en évidence et que des avis pertinents ont pu être donnés pour une ouverture de l'exploitation de la région sud à des navires étrangers qui réalisent de très bonnes captures de sardinelles.

### **e) Estimation de l'abondance des principales espèces exploitées par la pêche artisanale**

#### **Résumé de la communication n° 13 (M. Thiam et D. Gascuel)**

Le document présenté décrit la pêche chalutière côtière sénégalaise et estime des indices d'abondance des principales espèces exploitées en utilisant diverses méthodes.

Parmi les méthodes existant pour estimer des indices d'abondance, les plus courantes sont des modèles linéaires appliqués au PUE.

Ces méthodes permettent simultanément d'estimer les indices d'abondance et de standardiser les puissances de pêche, par navire individuel ou au moins par catégories de navires.

Elles ont été appliquées, d'une part, à sept espèces pour la pêche artisanale et, d'autre part, aux quatorze groupes d'espèces importantes capturées par la pêche industrielle chalutière; l'analyse est effectuée à partir des données de la pêche industrielle chalutière contenues dans la base de données du CRODT.

Les PUE ont été calculées par navire sur une base annuelle, toutes zones de pêche confondues, et sur une base trimestrielle, pour trois grandes zones de pêche. L'effort a été exprimé en temps de pêche corrigé du temps de route correspondant. Les modèles de Robson (1966) et de Laurec (1977) ont été appliqués. Les catégories de navires employées ont été, soit les métiers, soit les classes de jauge brute par métier, soit les classes de puissance motrice par métier. Le modèle, dont l'ajustement était le plus significatif, a été finalement retenu. Il correspond toujours à celui pour lequel l'effet année est aussi le plus significatif.

Les résultats ont été utilisés pour représenter les variations interannuelles de l'abondance des sept espèces et de quatorze groupes d'espèces. Cette représentation traduit, pour la période la plus récente, une tendance à la baisse de l'abondance du thiof, de la badèche, de la sole langue, du pageot et du pagre (la baisse observée est spécialement forte pour les deux premières espèces). Par contre, l'abondance du chinchard paraît globalement stable depuis 20 ans.

Pour les chalutiers sénégalais, la comparaison des différents indices d'abondance montre que les indices calculés par les deux méthodes sont fortement corrélés et conduisent aux mêmes diagnostics, sauf dans le cas de la badèche.

Pour les chalutiers étrangers, les indices obtenus conduisent globalement à des diagnostics convergents en ce qui concerne les tendances.

En matière de puissance de pêche, les résultats obtenus pourraient servir à l'ajustement de modèles globaux monospécifiques ou à l'étude des schémas de migrations saisonnières.

Ces résultats doivent être considérés comme préliminaires et demandent à être validés, en particulier par une recherche au niveau des trois sources de biais potentiels que sont :

- la différence entre l'abondance apparente et l'abondance vraie liée à des variations de capturabilité au cours du temps;
- les éventuelles modifications des stratégies de pêche des bateaux, en liaison notamment avec les évolutions socio-économiques ;
- la tendance naturelle des navires à accroître leur puissance de pêche (modernisation technologique, accroissement du savoir-faire...).

Le dernier point est sans doute le plus important. On doit noter qu'un tel biais conduit structurellement à des diagnostics de l'état des stocks exagérément optimistes (en sous estimant la baisse de l'abondance et en surestimant la biomasse des stocks).

Ces tendances observées sur les chalutiers commerciaux sont toutefois très voisines de celles observées par les navires de recherches du CRODT.

## **Discussion**

La période étudiée a été marquée par deux signaux "forts" de l'environnement. Il semble relativement curieux que l'effet de ces signaux n'apparaisse pas toujours, par exemple sur le thiof, espèce migratrice qui est, à priori, sensible à l'upwelling. De tels effets devront être analysés à partir d'indices estimés par âge, ainsi qu'à l'aide d'une analyse de cohortes non standardisée.

La question de la pertinence de l'indice d'abondance des thiofs calculé à partir de la pêche chalutière, alors que la pêche artisanale de cette espèce est pratiquée sur des formations rocheuses inaccessibles au chalut a fait l'objet de discussions.

On a recommandé une analyse plus fine de la standardisation des efforts (puissance de pêche) en comparant les rendements individuels des bateaux.

Les méthodes utilisées permettent de tenir compte des changements de répartition spatiale des flottilles. En revanche, des biais peuvent exister en relation avec des variations interannuelles des capturabilités par zone. Ces biais potentiels peuvent être analysés à partir des résidus du modèle et en prenant en compte les effets croisés entre années et capturabilités.

La question de l'interrelation des espèces et de son impact sur les indices d'abondance a été soulignée. Cependant, on a fait remarquer que le report d'exploitation d'une espèce sur l'autre ne va pas affecter tous les métiers. Or, la plupart des indices d'abondance montrent une tendance nette à la baisse depuis 1983, avec, cependant, quelques exceptions notables comme le poulpe, la seiche et la brotule.

### **f) Structure des stocks exploités par la pêche artisanale au Sénégal**

Très peu de stocks sont exclusivement exploités par la pêche artisanale sénégalaise; ils sont, en effet, largement présents sur tout le plateau continental sénégalais et effectuent des migrations saisonnières dans les ZEE des pays de la sous région (Mauritanie, Gambie, Guinée-Bissau, Guinée) où ils sont, aussi, l'objet d'une exploitation. Il en résulte qu'il est important de comprendre ces mécanismes migratoires et que l'on devra tendre vers une harmonisation régionale à la fois des programmes de recherches et des mesures de gestion;

#### **Résumé de la communication n° 14 (M. Barry-Gérard)**

Le document décrit les schémas migratoires des principales espèces exploitées par la pêche artisanale au Sénégal. Ces schémas peuvent être résumés de la façon suivante : les cycles migratoires sont sous l'étroite dépendance de l'hydroclimat de la région qui induit une modification profonde de l'écosystème au cours de l'année : d'une situation tropicale en saison chaude (juillet à octobre), on passe en saison froide à un écosystème où l'influence des masses d'eau issues de régions plus tempérées sont parfois dominantes.

Cette alternance des conditions environnementales induit des déplacements en latitude de plus ou moins grande amplitude chez un grand nombre d'espèces.

D'août à octobre, les espèces à affinité saharienne se trouvent entre 20° et 23°N, position d'une zone frontale froide.

Chez les espèces démersales, le schéma du déplacement peut être schématisé de la manière suivante:

D'août à octobre, les espèces à affinité saharienne se trouvent entre 20° et 23°N, zone la plus productive de la région et elles s'y nourrissent activement après une période de reproduction. Elles migrent vers le sud à partir de novembre, au fur et à mesure de l'extension vers le sud de l'upwelling et se stabilisent entre 10° et 16°N en février-mars. C'est une période d'alimentation intense et de maturation des produits sexuels. En mai-juin, un mouvement vers le nord s'amorce alors que la reproduction débute. Elle atteindra son maximum entre 19° et 21°N de fin juin à mi-août.

Sous l'action de la dynamique des eaux et de l'influence de la topographie du plateau continental ainsi que de la configuration littorale, les jeunes se concentrent dans des zones privilégiées où, même en saison chaude, la nourriture reste abondante (embouchure des fleuves, sud du Cap-Vert, sud du Cap Timiris, banc d'Arguin où des upwellings localisés persistent en saison chaude). Ils y restent de 1 à 3 ans jusqu'à leur première reproduction et participent ensuite au cycle des adultes.

Les espèces à affinité guinéenne, moins abondantes, migrent moins et tirent parti de la production induite par l'upwelling en saison froide et de celle liée à la décharge des cours d'eau en saison chaude.

Chez les espèces pélagiques (et notamment les sardinelles et les chinchards), le schéma des déplacements saisonnier est similaire, les adultes se situant au large et vivant sensiblement à la bordure du plateau continental. Les jeunes sont cantonnés à la côte.

#### *Mécanisme des migrations*

Le Docteur Pauly a proposé une hypothèse sur la relation entre la température de l'eau, la physiologie des poissons et leurs migrations. Elle est présentée dans le document n° 15.

Elle peut être résumée très schématiquement de la façon suivante :

Le poisson doit avoir en permanence un comportement visant à diminuer son métabolisme, soit en migrant vers une zone plus froide, en ce qui concerne les plus âgés, soit en changeant de régime alimentaire, ce qui lui permet de conserver un métabolisme de maintien et de continuer à croître, pour les individus plus jeunes. Dans ces conditions, les poissons les plus gros tendent à se trouver dans les eaux les plus froides, soit en migrant vers de plus grandes profondeurs, soit en effectuant des migrations en latitude.

#### **Discussion**

La discussion qui a suivi cette présentation a mis en avant l'intérêt de cette hypothèse pour expliquer un certain nombre d'observations effectuées au large des côtes de l'Afrique de l'Ouest. Ainsi, pour ce qui concerne les sardinelles, on observe bien

deux types de comportements en fonction de la répartition géographique dans le Golfe de Guinée. Au nord et au sud où ces poissons ont la possibilité de trouver des eaux froides en effectuant des migrations en latitude, on observe effectivement des individus de grande taille. En revanche, dans la partie la plus centrale du Golfe de Guinée où les sardinelles n'ont pas la possibilité de migrer en latitude pour gagner des eaux froides, les individus sont de plus petite taille. Les seules migrations que l'on observe alors sont des migrations en profondeur perpendiculairement aux isobathes. De même on observe qu'à taille égale chez les deux types de sardinelles le nombre de branchiospines est significativement inférieur chez les individus de petite taille de la partie centrale du Golfe de Guinée.

Pour ce qui concerne les thiofs (*Epinephelus aeneus*), on constate que lors de leur migration vers le sud en début de saison froide ils quittent en Mauritanie des eaux à 17-18° pour trouver au Sénégal des eaux à 22°. Selon l'hypothèse de Pauly, une faible augmentation de la température peut être compensée par une bonne alimentation qui brûlera la consommation d'oxygène excédentaire. Dans ce cas précis, les thiofs vont trouver au Sénégal un upwelling qui se développe dans les eaux chaudes ce qui induit une plus forte production et donc une meilleure alimentation pour les poissons qui doivent se nourrir abondamment avant de se reproduire.

L'hypothèse présentée permet donc de relier la dynamique des populations à l'environnement, notamment pour ce qui concerne l'interprétation de la croissance, de l'étude des otolithes etc.

La vitesse de nage du poisson en migration serait proportionnelle à la taille du poisson, ce qui leur permettrait d'exploiter au mieux la zone riche en nourriture mise à sa disposition. Ceci n'est cependant pas en contradiction avec l'hypothèse de Pauly.

#### *Facteur déclenchant la migration*

On a essayé de quantifier et de comprendre ce qui, de façon globale, pourrait déclencher la migration; le rôle de l'upwelling pourrait être déterminant. On observe ainsi que les tassergals arrivent à Kayar au moment de la relaxation de l'upwelling mauritanien et du renforcement de l'upwelling sénégalais qui entraîne un enrichissement devant les côtes sénégalaises.

Ces poissons arrivent environ 15 jours après le déclenchement de l'upwelling et par vagues successives. Le retour est plus rigide dans le temps et l'on observe en général que tous les poissons se présentent en même temps à Kayar.

L'arrivée étalée des poissons à Kayar s'expliquerait par le fait que tous les poissons ne nagent pas à la même vitesse.

Il faut remarquer qu'il existe deux types de migration :

- des migrations d'alimentation qui correspondent au trajet Mauritanie-Sénégal;
- des migrations de reproduction en sens inverse : ces dernières seraient déclenchées par un stimulus que l'on ne connaît pas et qui serait lié au déterminisme de la reproduction. Ce stimulus étant le même pour tous les adultes d'une même espèce, on comprend que le départ intervienne en même

temps pour tous les individus. D'autre part, au départ d'une migration, tous les poissons ont intérêt à partir en même temps afin d'éviter que les jeunes ne s'égarerent et de leur permettre de profiter de l'expérience des anciens en matière de navigation.

En ce qui concerne l'aire de distribution des stocks, plutôt que de se poser la question de savoir s'il y a plusieurs stocks, il faudrait se demander s'il n'y a pas des fractions de stocks résidentes et si l'aire d'extension de chaque stock ne serait pas en fait une structure en "accordéon", qui s'étalerait ou se contracterait en fonction des modifications de l'environnement.

On remarque en effet qu'en Mauritanie il existe toute l'année des *Sardinella aurita* au Nord du Cap Blanc. Ces sardinelles se reproduisent en Mauritanie et le recrutement a lieu en février-mars. Les schémas de migration actuels relativement linéaires et rigides seraient donc trop simplistes.

### Recommandations en matière de recherche

Il est recommandé que des travaux soient menés afin de valider ou de rejeter l'hypothèse de Pauly sur le déterminisme des migrations dans la région.

En outre, compte tenu de la nature régionale des stocks en raison des déplacements qu'ils effectuent, il est recommandé que la recherche soit harmonisée au niveau régional et qu'un programme régional d'étude des migrations soit entrepris.

### g) Ressources instables: poulpe, tassergal, baliste

Trois espèces ayant montré durant la période récente de larges fluctuations mal expliquées ont fait l'objet d'un examen spécifique et de discussions lors du symposium. Il s'agit du poulpe (*Octopus vulgaris*), du baliste (*Balistes capricus*) et du tassergal (*Pomatomus saltator*).

### Résumé de la communication n° 16 sur le poulpe (A. Caverivière)

Une attention toute particulière a été apportée par le groupe aux problèmes scientifiques et d'aménagement soulevés par le poulpe au Sénégal et en Mauritanie; cette espèce a, en effet, connu récemment au Sénégal une spectaculaire explosion démographique dont les effets ont été très bénéfiques pour les pêcheries sénégalaises, tant artisanale qu'industrielle.

Concernant la dynamique de cette population, il apparaît difficile de relier de façon simple des fluctuations de l'environnement à celles des pêcheries. L'hypothèse de base, qui a reçu un accueil favorable, est que cette explosion démographique aurait été favorisée par le stress imposé par la pêche intense dirigée vers la communauté à sparidés. Ce mécanisme pourrait être, de plus, favorisé pendant des périodes de refroidissement.

Il paraît bon, pour conforter cette hypothèse et éclairer la dynamique d'une ressource instable, d'entreprendre une approche comparative avec d'autres pêcheries de



poulpes qui semblent avoir vécu des situations similaires (Sud du Golfe du Mexique ou la réduction de la biomasse du mérrou semble coïncider avec celle de l'explosion des poulpes etc...). Il paraît donc opportun de comparer ces autres exemples au cas sénégalais afin de mieux cerner la fiabilité et la répétitivité de ce mécanisme d'invasion par les poulpes d'un milieu laissé vacant.

Il existe chez le poulpe des gradients de taille bien marqués entre la Côte et le large, mais aussi entre les côtes du Sahara et du Sénégal. Cette variabilité des tailles en fonction de la profondeur (ou de la latitude) semble être importante, d'une part en ce qui concerne la connaissance de la dynamique des populations, mais aussi pour l'aménagement. Elle demande à être mieux étudiée. Il semble, de plus, que différents stocks pourraient être distingués entre la côte nord et la côte sud du Sénégal et de la Mauritanie; les migrations entre les régions nord et sud seraient faibles, mais ceci reste à démontrer.

Le vif besoin de développer des recherches régionales sur le poulpe a fait l'unanimité; une collaboration étroite entre les différents pays concernés devrait se concrétiser dans les plus brefs délais.

Cette coopération permettra de mieux comprendre les mécanismes qui ont contribué à favoriser cette explosion démographique ainsi que de définir les grands traits écologiques du poulpe. Elle permettra en outre d'étudier tant au Sénégal qu'en Mauritanie les mutations sociales et les stratégies de commercialisation que de telles explosions ont pu provoquer.

#### **Résumé de la communication n° 17 sur le tassergal (P. Cury et A. Samba)**

Le tassergal a été pendant très longtemps une espèce très importante pour la pêche artisanale sénégalaise, sur la côte nord en particulier.

Le tassergal était pondéralement, jusqu'en 1981, avec 4 000 à 5 000 tonnes par an, la quatrième espèce dans la pêcherie artisanale; elle n'est plus qu'en 20-25<sup>ème</sup> rang durant les dernières années.

Dans les années soixante dix, les flottilles russes et d'Allemagne de l'est ont certainement capturé des quantités importantes sur le stock, mais sans fournir de statistiques fiables sur leurs captures. L'espèce a connu, depuis la fin des années soixante dix, une rapide diminution d'abondance qui s'est traduite au début des années 1980 par une chute progressive des rendements et des prises sénégalaises jusqu'à son très bas niveau actuel (On note toutefois une très légère reprise des captures en 1990 au Sénégal). Pour les pêcheries mauritaniennes et sénégalaises, cette espèce n'est plus qu'une espèce très secondaire. Par conséquent, ces prises accessoires sont mal évaluées et les statistiques restent médiocres.

La question posée aux scientifiques est de savoir si l'effondrement observé est un cas classique de surexploitation (du type "recruitment overfishing") ou s'il s'agit d'un effondrement dû à d'autres causes plus complexes, par exemple écologiques.

Malheureusement, aucune analyse compréhensive fine n'a été réalisée à ce jour sur les causes de cet effondrement spectaculaire d'un stock de grande valeur (alors

que de nombreuses données existent pour réaliser cette analyse), et les causes de cet effondrement demeurent indéterminées.

Il semble que la biomasse du stock ait diminué; ce qui aurait entraîné chez ce grand prédateur situé en bout de chaîne trophique, une diminution de la répartition spatiale. L'importance des fluctuations environnementales demande à être explorée davantage en considérant une dynamique globale (balancement Mauritanie/Sénégal), mais aussi locale (intensité des p.u.e devant Kayar et Saint-Louis) et son influence sur la disponibilité et la capturabilité.

Les carences statistiques sur les grands pélagiques comme le tassergal (espèce capturée par diverses flottilles industrielles étrangères) conduisent à travailler en comparant la dynamique de ces espèces dans d'autres écosystèmes, ou bien en considérant leur dynamique au sein d'une communauté qui reste à définir. Les similitudes et les analogies avec d'autres espèces doivent être aussi analysées (exemple du thon rouge en Méditerranée qui a connu des fluctuations semblables à celles du tassergal).

#### **Résumé de la communication n° 18 sur le baliste (A. Caverivière)**

Le baliste a connu une explosion démographique en Afrique de l'Ouest qui a débuté dans les années soixante dix pour connaître une expansion maximale dans les années quatre-vingt. Durant cette explosion, la biomasse du stock serait passée de quelques centaines de tonnes à plusieurs centaines de milliers de tonnes dans la zone entre le Ghana et le Sénégal, puis il a connu une diminution récente et un retour à une abondance très faible dans toute la région, ceci sans avoir fait l'objet d'une exploitation significative par la pêche.

L'exploitation ou la compétition avec d'autres espèces semblent pouvoir être rejetées en tant que facteurs explicatifs. Cette explosion a coïncidé avec la sécheresse qui a sévi en Afrique de l'Ouest; cependant, il paraît suspect de relier les grandes tendances climatiques avec des explosions démographiques très localisées dans le temps du type de celles observées pour le baliste.

Cette espèce se caractérise par une grande gamme de réponses adaptatives, ce qui en fait une espèce certainement polyvalente.

Une approche comparative avec d'autres ressources instables pourrait peut être apporter des compléments d'informations essentielles quant à leur lien avec l'environnement et les autres espèces.

#### **Conclusion générale et recommandations sur les ressources instables**

A bien des égards ces ressources montrant de grandes fluctuations rapides restent des énigmes quant aux mécanismes gérant leurs fluctuations d'abondance. Ceci constitue un échec grave pour la recherche halieutique dont les avis sur ces stocks sont régulièrement sollicités, tant par les responsables du système pêche que par les pêcheurs et par l'opinion publique.

Une amélioration des connaissances doit donc être recherchée, par exemple :

- en améliorant les échanges d'information entre les différents pays concernés par l'exploitation de ces ressources ; un atelier régional sur ce thème d'explosion et d'effondrement de ces populations est souhaitable.
- en promouvant des approches comparatives mondiales entre ces espèces dans différents écosystèmes, mais aussi avec une comparaison de leur environnement au sens large, c'est à dire les changements climatiques et les relations avec les autres espèces au sein des écosystèmes.

## **h) Bilan des recherches passées dans le domaine de l'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale.**

Un seul document a été présenté sur ce thème, mais on trouvera en fait de nombreuses références aux "recherches passées" dans d'autres rubriques (notamment, dans le document n° 19). Ce document intitulé "Vingt cinq ans de pêche sardinière semi-industrielle au Sénégal" (P. Fréon, I. Sow et J.J. Lévénéz) a été présenté par P. Fréon.

### **Résumé de la communication n° 20 (P. Fréon, I. Sow et J.J. Lévénéz)**

Il est apparu, globalement, que peu de recherches visant à évaluer l'état des ressources halieutiques accessibles à la pêche artisanale au Sénégal ont été menées jusqu'à présent. Les causes de cette situation paradoxale seront analysées au point 6 du présent rapport.

En ce qui concerne la pêche semi-industrielle sénégalaise, elle est pratiquée depuis fin 1961 par des senneurs de petite taille (proche de 20 m) au port de Dakar. Leur activité a été régulièrement suivie par le CRODT, d'abord à partir des livres de bord des navires et des livres des usines (jusqu'en 1965), puis au moyen d'enquêtes au débarquement.

Les traitements réalisés à partir de cette base de données ont porté essentiellement sur l'évaluation de l'effort de pêche, des captures et des rendements.

#### *Effort de pêche*

Les résultats des analyses de l'effort sont des indices de variabilité interannuelle destinés à mesurer les variations de l'intensité de pêche déployée par la flotte en fonction de l'objectif recherché, soit en termes d'activité économique, soit en terme de pression de pêche subie par le stock.

Les variabilités saisonnières et nyctémérales de l'effort de pêche ont aussi été dégagées et mises en relation avec des paramètres physiques caractéristiques de la région (vitesse du vent, température de surface, phases lunaires).

#### *Captures*

Les captures totales et spécifiques ont été étudiées dans le temps et l'on a suivi leurs variabilités interannuelles et nyctémérales en fonction de l'environnement. Ces travaux n'ont pas fait apparaître de tendances très nettes et l'on envisage de les compléter par des analyses multivariées qui devraient permettre de préciser la nature des signaux détectés dans les séries chronologiques de captures.

### Rendements

L'influence de la taille des bateaux et des engins sur les rendements a fait l'objet d'une série d'analyses successives, au fur et à mesure de l'évolution de la base de données. Ces analyses ont été réalisées au moyen des méthodes classiques de standardisation de la puissance de pêche et d'étude des pue.

Comme pour les efforts et les captures, les variabilités interannuelles saisonnières et nycthémerales des rendements ont été analysées. Ceci a permis de mettre en évidence un certain nombre de facteurs qui affectent les prises des senneurs (taille du filet, capacité de charge, décision du pêcheur, distribution des bancs).

Enfin, d'autres types d'analyses viennent d'être employés récemment pour traiter ces données. Il s'agit en particulier d'Analyse en Composantes Principales destinée à caractériser plus précisément les opérations de pêche. Une analyse du tableau de Burt concernant les variations spatiales de l'activité des bateaux en fonction de leurs caractéristiques techniques, des saisons, des conditions météorologiques de la bathymétrie et des rythmes saisonniers ou nycthémeraux a également été réalisée. On a utilisé pour cela l'Analyse Factorielle des Correspondances multiples.

Cette étude a permis de décrire, et en grande partie d'expliquer la variabilité spatio-temporelle observée à différentes échelles dans la pêcherie sardinière semi-industrielle.

### Discussion

On a insisté sur la nécessité de tenir compte des modifications "sournoises" de la puissance de pêche, telle que la variation de la proportion des pêches nocturnes par rapport aux pêches diurnes. S'il y a une dérive, elle peut être introduite dans un modèle linéaire. L'utilisation de ces données dans un modèle de production nécessite leur analyse fine préalable.

La réalité de la chute des rendements de la pêche industrielle (senneurs dakarois), en contradiction avec la tendance stable des rendements artisanaux, a été mise en doute : des raisons touchant notamment au mode de rémunération de l'équipage et aux faibles performances de certains armements ont été notamment évoquées. Cette interprétation a été réfutée par le présentateur en se basant sur deux arguments :

- on a analysé la pue par bateau, et certains bateaux ont été présents dans toute l'histoire de la pêcherie sans modification de leur statut: leur tendance est conforme aux résultats globaux ;
- l'analyse de la "prise par calée" montre la même baisse, or la prise par calée, qui est généralement considérée comme un bon indice d'abondance, n'a pas de raisons d'être influencée par un tel changement de la flottille.

La diminution de l'abondance, telle que traduite par l'évolution de la pue, serait donc bien réelle.

## 6. PERSPECTIVES MÉTHODOLOGIQUES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES

### a) Quelles méthodologies pour estimer les potentiels de la pêche artisanale ? Revue globale du problème.

Le choix des méthodologies les plus appropriées pour l'étude des ressources accessibles à la pêche artisanale dépend, entre autres, du type de ressources concernées, de l'environnement dans lequel elles se développent, de la quantité et de la qualité des données que l'on est en mesure de collecter et du type de questions posées. L'efficacité de ces méthodes sera affecté par le comportement des poissons et des pêcheurs qui détermineront dans quelle mesure les hypothèses sous-jacentes aux méthodes utilisées sont respectées ou non.

#### Résumé de la communication n° 21 (A. Fonteneau et D. Gascuel)

Un document introductif faisant une revue générale des types de méthodes utilisables a été présentée par A. Fonteneau et D. Gascuel.

Il est souligné que l'intensification progressive de la pêche et les variations apparentes et préoccupantes des ressources au cours de ces dernières années impliquent de cerner au mieux les taux d'exploitation en utilisant toute l'information et toutes les possibilités d'analyse existantes. Les ressources sénégalaises (souvent "partagées" avec les pays voisins) sont dans un environnement très dynamique, caractérisé par des fluctuations saisonnières et interannuelles fortes liées à l'upwelling. Ces fluctuations se traduisent par des variations fortes de capturabilité (disponibilité) et probablement de recrutement qui peuvent rendre difficile l'utilisation des méthodes d'évaluation et conditionnent l'interprétation et l'utilisation des résultats.

Les propositions présentées dans le document sont volontairement classiques en ce sens qu'elles concernent les méthodes globales et analytiques avec quelques considérations sur les données socio-économiques, l'environnement, les aspects multispécifiques et les interactions.

#### *L'approche globale*

Elle repose sur l'utilisation de données sur les captures et l'effort de pêche totaux. Ce dernier peut être directement mesuré ou, le plus souvent, estimé si l'on dispose de bons indices d'abondance pour une section de la pêcherie ou d'évaluations de l'abondance indépendantes de la pêche, par écho intégration ou chalutage scientifique, par exemple. Il existe plusieurs familles de modèles et leur usage devrait au moins permettre d'analyser l'impact de l'effort sur la ressource et de classer les principaux stocks selon leur état:

- peu exploité,
- très exploité,
- pleinement exploité.

On peut, pour des objectifs pédagogiques, associer ces trois états à une signalisation routière du type "feu vert", "feu orange" ou "feu rouge" pour l'exploitation des ressources.

Les limites de ces modèles globaux sont connues, mais leur utilisation sur les ressources exploitées par la pêche artisanale permettrait au moins d'apprécier les possibilités d'expansion où les nécessités de contrôle de l'exploitation, questions "élémentaires" souvent posées aux chercheurs et qui demeurent trop souvent sans réponse.

### *L'approche analytique*

Fondée sur l'analyse des structures d'âge (et surtout des structures de taille), elle permet une appréciation directe des pressions de la pêche sur la structure démographique et la production des stocks. Elle permet en particulier, d'additionner simplement les données provenant de plusieurs pêcheries différentes et de quantifier leurs impacts respectifs, ouvrant la voie à l'analyse des interactions. Selon le document, leur objectif premier serait cependant d'estimer les niveaux actuels d'exploitation, les possibilités d'expansion et les risques de dégradation.

Le document souligne brièvement le fait que ces deux types de méthodes présentent des difficultés de mise en oeuvre d'origines diverses (environnement, dérives des régimes d'exploitation, instabilité des stratégies de pêche etc...) et qui sont souvent liées à des facteurs humains (socio-économiques). Cela conduit à justifier une approche intégrée (approche système) dans laquelle, cependant, la gestion de la ressource (et donc son analyse) reste un élément incontournable.

Le document souligne enfin que la forte diversité spécifique qui caractérise les ressources du Sénégal peut entraîner l'existence d'interactions fortes : interactions technologiques entre les différents métiers de la pêche sénégalaise en concurrence sur la ressource et interactions biologiques entre les espèces à travers les relations prédateur-proie. Le premier type d'interaction a été abordé au Sénégal (par l'approche globale) et une nouvelle approche est en cours (basée sur l'utilisation de l'intelligence artificielle et les modèles complexes : projet MOPA). L'étude des interactions prédateurs-proies n'a pas encore été abordée au Sénégal.

### *En conclusion :*

Le document propose d'intégrer toutes les approches (et en particulier les approches analytiques et globales) pour caractériser les ressources sénégalaises et leurs potentiels d'exploitation, ceci en s'appuyant sur une coopération internationale permettant d'assurer le transfert et la maîtrise des outils mathématiques nécessaires.

### **Discussion**

La présentation de ce document a été suivie d'une discussion riche (et parfois polémique) traduisant la difficulté de développer un consensus sur des méthodologies imparfaites appliquées à des données abondantes, mais incomplètes, ou elles mêmes imparfaites.

Tout d'abord, il a été rappelé qu'il n'existait pas vraiment (sauf rares exceptions)

de ressources propres à la pêche artisanale et que la plupart d'entre elles étaient exploitées également par la pêche industrielle et même par les flottilles des pays voisins ou cours des migrations. Les implications pour l'analyse et la gestion sont importantes.

On a ensuite souligné la complexité du système d'exploitation avec ses multiples composantes biologiques et humaines, impliquant interactions non linéaires et rétro-effets.

Une approche a été cependant proposée, selon laquelle, si l'évolution des ressources (au sens strict) ne pouvait appréhender l'ensemble de cette complexité, elle pouvait en analyser les relations élémentaires (plus simples). Ceci apporterait des éléments de réponse sinon la réponse, si on travaillait par approximations successives, en accroissant progressivement par étape, le degré de complexité des analyses et des modèles.

On a souligné également les liens importants qu'il y a avait entre la recherche et la gestion. De même que les liens ont conditionné historiquement l'évolution de la recherche et de son arsenal méthodologique, c'est-à-dire aujourd'hui le choix des méthodes. Notons à ce sujet que le problème principal ne semble plus être de savoir quel est le potentiel de captures équilibrées (PME par exemple) ou l'effort dit "optimal" ( $F_{PME}$ ), mais plutôt d'indiquer les tendances de la ressource et la direction du changement nécessaire au niveau de la pêcherie.

Il apparaît que les méthodes classiques n'ont pas été assez suffisamment utilisées au CRODT, en particulier sur des données combinées de la pêche artisanale et de la pêche industrielle pour un suivi en routine de l'état des ressources. Les statistiques intégrées sont maintenant disponibles et il devient urgent que ces analyses soient conduites. Les difficultés ne manquent cependant pas, et elles ne pourront être détectées qu'au cours de cette évaluation et ensuite progressivement résolues.

Il faut rester prudent pourtant quand on utilise des approches simples ou simplificatrices, car la simplicité apparente est souvent une illusion et la somme des relations simples peut, dans certains cas, ne pas rendre compte de la réalité complexe. La modélisation résume la connaissance à un moment donné. Elle permet souvent de mettre en question la pertinence des échelles, de découvrir les conditions dans lesquelles une méthode peut être appliquée ou non. Elle sous-tend, cependant, dans ce cas une approche mécaniste du monde qui présente des limites certaines.

En particulier, une approche mécaniste ne permet pas de prendre en compte ou de "prévoir" la probabilité d'émergence de propriétés nouvelles qui constituent une caractéristique majeure des systèmes vivants. Il faut rester conscient du fait que les éléments "taxonomiques" du système à un moment donné (les flottilles, les stratégies, les communautés et...) sont les propriétés émergentes du système, de changer pour permettre au système d'évoluer, de s'adapter.

Face à l'incertitude qui résulte de la complexité, et qu'il est important de mesurer et reconnaître, il y a de la place pour une "métastratégie" qui consisterait à promouvoir la diversité des usages et des espèces. Les implications seraient de protéger la biodiversité et de promouvoir la flexibilité et l'adaptabilité des systèmes d'exploitation. Cette approche prudente de la gestion s'oppose à une approche dirigiste.

Il est important de souligner que les approches discutées sont considérées comme des approches complémentaires et non comme des alternatives incompatibles. D'une manière générale, il est recommandé d'utiliser toutes les données disponibles et tous les outils à disposition pour analyser ces données de manière à en comparer les résultats. Dans les situations où un fort dynamisme est soupçonné, il est urgent d'introduire aussi des approches de modélisation dynamiques.

Dans tous les cas, la complexité ne doit pas conduire à la paralysie du système de recherche.

## **b) Approche globale**

### **Résumé de la communication n° 22 (A. Caverivière et M. Thiam)**

Des tentatives d'application du modèle global ont été présentées aux participants du symposium; elles portaient sur l'ensemble des espèces démersales (A. Caverivière et M. Thiam) et sur les petits pélagiques côtiers (pêcherie sénégalaise seulement, J.J. Lévénéz).

Le modèle global préliminaire, appliqué aux espèces démersales, indique que l'effort de pêche exercé sur cette communauté serait depuis quelques années supérieur à l'effort correspondant à la Prise Maximale Equilibrée. En effet, si les captures augmentent avec l'effort de 1977 à 1986, elles diminuent de 1987 à 1991 malgré une augmentation de l'indice de l'effort. Cette analyse devrait être actualisée jusqu'en 1992. La situation serait en fait variable selon les espèces: certaines espèces de forte valeur marchande comme le thiof, le mérrou ou la badèche semblent très fortement exploitées, alors que d'autres espèces ne seraient que modérément exploitées. Ceci reste à analyser plus en détail. Ces résultats sont très provisoires pour de multiples raisons. Par exemple, la meilleure prise en compte de l'évolution dans le temps des rejets des chalutiers permettrait d'affiner le modèle ou tout au moins de mieux interpréter certaines variations observées. Malheureusement, ce paramètre reste très difficile sinon impossible à appréhender. Le calcul de l'indice d'effort devrait être amélioré. De plus, il serait nécessaire d'étendre l'analyse à un niveau sous régional; les fluctuations des rendements observées au Sénégal pouvant être dues à des modifications des captures dans les autres pêcheries qui opèrent sur les mêmes stocks (par exemple en Mauritanie). Les fluctuations de l'environnement doivent aussi être prises en compte.

### **Discussions**

Cette présentation a suscité beaucoup de commentaires. Les principaux, sont à cet effet, que :

- l'analyse pourrait être raffinée en divisant les captures par grandes communautés ;
- elle devrait être actualisée jusqu'en 1992;
- ce modèle est un résumé de l'information disponible et bien que certains détails ne soient peut-être pas strictement exacts, il fournit de l'information utile, avec d'autres données, sur un diagnostic de la situation.



Dès à présent, les résultats de ce modèle apportent au gestionnaire des pêcheries sénégalaises un feu rouge pour les espèces démersales côtières (et on a vu très peu de feux verts sur ces espèces).

En matière d'indice d'abondance, il convient de rester très prudent sur l'utilisation des prises par unité d'effort. A titre d'exemple, la chute des p.u.e. de thiofs des pirogues lignes, interprétée dans un premier temps comme une diminution de l'abondance de cette espèce, pourrait en réalité n'être que la conséquence d'une modification de tactique de pêche des artisans, qui, pour des raisons vraisemblablement économiques, auraient préféré axer leur effort sur le lagocéphale et le pagre. Une analyse, non pas en termes de prises mais de prix, permettrait de lever cette ambiguïté.

Quoiqu'il en soit, pour se donner toutes les chances d'appréhender les indices d'abondance les plus représentatifs, il conviendrait d'incorporer dans les indices d'abondance diverses combinaisons et regroupements d'indices jugés représentatifs de l'abondance et provenant de diverses origines (Pêche artisanale, Pêche industrielle et Navires océanographiques). Les données fournies par les navires océanographiques ayant opéré dans le secteur (L. Amaro et L. Sauger) présentent un intérêt majeur car malgré leurs multiples incertitudes relatives elles n'ont pas les biais structurels potentiels des données issues des pêcheries.

Le modèle global CLIMPROD (FAO, ORSTOM) a été présenté par P. Fréon. Il s'agit d'un logiciel d'ajustement d'un modèle de production global de diverses formulations mathématiques, mais avec l'introduction d'une variable climatique. Un tel modèle s'avère très utile partout où les fluctuations interannuelles de l'environnement sont importantes et qu'elles agissent au niveau de la productivité des stocks ou de leur capturabilité. Ceci est clairement le cas au Sénégal où ce modèle a déjà été employé avec succès dans le passé.

Enfin, le modèle MOPAR (ORSTOM) a été présenté par F. Laloë. Il s'agit d'un logiciel de simulation bio-économique de la dynamique temporelle d'une pêcherie composite (artisanale et industrielle) traitant l'exemple de la pêche au Sénégal. Ce modèle ne résoud pas le problème de l'évaluation des ressources, car il suppose déjà connus et fixes biologiquement les potentiels des principaux stocks. Il devrait toutefois apporter dans un avenir proche (quand ces résultats seront connus) une bonne compréhension de la dynamique des systèmes de pêche, en particulier pour la pêche artisanale, compréhension qui fait actuellement défaut du fait de leur grande flexibilité et complexité (document n° 23, F. Laloë).

### **c) Compétition Pêche Industrielle /Pêche Artisanale.**

#### **Résumé des communications n° 24 (A. Fonteneau) et n° 25 (M. Diallo)**

Dans l'hypothèse, actuellement admise, que les pêcheries artisanale et industrielle sénégalaises exploitent les mêmes stocks, on peut s'attendre à ce qu'il y ait des interactions entre ces deux pêcheries (ce qui motive en particulier les questions que l'Administration des pêches pose actuellement à la Recherche).

Ce type de situation peut être considéré comme un domaine privilégié pour les

analyses "bio-économiques", car c'est dans les systèmes de pêcheries interactives que se posent les problèmes les plus complexes en matière de partage des ressources et des revenus, d'incidence sur l'emploi etc. bref en matière de politique des pêches en général.

Par ailleurs, l'émergence d'un conflit peut être considérée comme un "macro-signal" traduisant le fait que la pêcherie entre dans une situation de stress (qui peut avoir pour origine un déséquilibre d'ordre biologique).

Pour les espèces démersales comme pour les espèces pélagiques, il ne devrait théoriquement pas y avoir de recouvrement entre les aires d'activité des flottilles industrielles et artisanales, du fait de l'existence d'une législation fixant à 6 milles la limite des eaux accessibles à la pêche industrielle.

En pratique, le respect de cette réglementation est assez flou et son contrôle difficile, aussi les incursions de pêcheurs appartenant à l'une ou à l'autre des deux flottilles sur le "territoire" de la flottille opposée semblent assez fréquents. De plus, les pirogues exploitent très largement la zone de pêche située au delà des 6 milles qui leur sont réservés. Cette situation (qui n'est pas exclusive du Sénégal) peut être (mais pas toujours systématiquement) génératrice de conflits, en particulier lorsque des engins passifs (filets dormants par exemple) et des engins actifs (par exemple, chaluts) sont utilisés concurremment dans les mêmes zones.

Dans les cas où de véritables conflits se développent, on peut considérer qu'ils traduisent le fait qu'une compétition (pour la ressource ou pour l'espace) a "mal tourné". D'où la nécessité, dans la mesure du possible, de s'attacher à gérer les compétitions entre pêcheries dès que celles-ci sont détectées, avant qu'elles ne se transforment en conflits.

On a souligné la nécessité de cartographier de la façon la plus précise possible les zones de recouvrement d'activité des deux pêcheries, par exemple pirogues lignes et pirogues glacières travaillant au delà des 6 milles dans des eaux fréquentées par des chalutiers, ou chalutiers travaillant à moins de 6 milles de la côte. Les éléments nécessaires pour réaliser ce type de cartographie existent dans la base de données du CRODT.

On dispose de données de fréquences de tailles sur les captures des espèces exploitées par les deux flottilles (qui n'exploitent d'ailleurs pas les mêmes classes de taille).

Pour aborder l'analyse de la pêcherie sénégalaise en vue de leur gestion, on peut faire deux hypothèses de base :

- Hypothèse 1 : On pourrait considérer que les pêcheries industrielle et artisanale exploitent deux ressources indépendantes. Dans ce cas, on peut penser que les modifications d'effort de pêche appliquées dans l'une des deux pêcheries n'auraient absolument aucune influence sur l'autre. Cette hypothèse n'a aucune réalité biologique et doit donc être rejetée.
- Hypothèse 2 : On considère que pêcheries industrielle et artisanale exploitent des stocks communs. Cette hypothèse est la plus vraisemblable du point de vue biologique. Dans ce cas, on se trouve dans une situation classique de

compétitions entre pêcheries, pour l'analyse de laquelle on dispose de modèles analytiques performants de type "multi-engins".

En pratique, l'un des problèmes les plus importants à résoudre pour réaliser correctement ce type d'analyse est celui de la connaissance spatio-temporelle fine des différents stocks et des pêcheries, facteurs primordiaux dans les phénomènes d'interactions entre pêcheries.

Certains modèles existent, comme les modèles de production par recrue multi-engins, ou encore les modèles globaux ou analytiques "à compartiments" qui prennent en compte certains facteurs importants comme les migrations par exemple.

On a souligné le fait qu'en plus des compétitions pour la ressource et pour l'espace, il existe souvent des compétitions importantes au niveau des marchés, d'où la nécessité de prendre en compte ces paramètres qui peuvent expliquer la dynamique de la pêche.

Enfin, deux remarques importantes peuvent être faites à propos des interactions entre pêcheries :

- elles ne peuvent être étudiées que lorsque les efforts et les mortalités par pêche sont assez élevés pour permettre leur mise en évidence (c'est probablement le cas au Sénégal).
- lorsque les stocks ont une structure régionale, il est indispensable de disposer de bases de données intégrant l'activité de tous les exploitants opérant sur le stock.

### **Recommandations**

Le problème des interactions potentielles entre la pêche industrielle et la pêche artisanale devrait faire l'objet de recherches appropriées au CRODT.

Dans le cas de stocks partagés, le diagnostic que la Recherche pourra fournir aux gestionnaires passe inéluctablement par une analyse spatiale des mortalités par pêche par engin aux fins de déterminer de la manière la plus fiable possible les effets de chacune des pêcheries exploitant la ressource commune (études au niveau régional, sous-régional ...). Dans cette optique, la nécessité d'accroître la coopération scientifique, en vue de l'élaboration d'une base de données régionale, apparaît clairement, car elle seule permettra une étude globale réaliste des interactions potentielles entre les pêcheries.

### **d) Analyses des fréquences de taille**

Résumés des communications n° 26 (B. Samb, M. Barry-Gérard et A. Caverivière) et n° 27 (Caverivière, M. Thiam et M. Faye)

Les documents 24 et 25 montrent qu'une grande quantité de fréquences de taille ont été accumulées au CRODT. Ces données sont de qualité variable, mais il semble que pour beaucoup d'espèces elles permettraient d'effectuer des analyses parfaite-

ment acceptables, en particulier sur les stocks exploités par la pêche artisanale.

Le degré d'utilisation de ces données a été très variable, les données émanant de la pêcherie pélagique ayant été les plus analysées (il y a plusieurs années), malgré les difficultés caractérisant ce type de ressources (migrations, etc.)

Globalement, l'utilisation de ce type de données de tailles pour l'évaluation des stocks a toujours été très faible au CRODT, en particulier pour les données de la pêche artisanale. Des progrès informatiques importants ont été réalisés ces derniers temps pour intégrer toutes les données, et ce type d'analyse est maintenant aisé à réaliser.

Les causes de sous-utilisation de cette source potentielle d'information ont été discutées. La cause principale semble être la priorité qui avait été accordée à la connaissance et à l'analyse de la dynamique du système d'exploitation, et en particulier, à l'analyse des prises et de l'effort des pêcheries artisanales et industrielles.

Pour permettre ces analyses, le groupe a conclu à la nécessité d'organiser au plus vite au CRODT un cours d'environ deux semaines sur l'analyse des fréquences de taille. Ce cours serait immédiatement suivi d'un atelier de deux semaines qui analyserait en détail les données de tailles disponibles au Sénégal et en Mauritanie sur les principaux stocks.

Ce cours et cet atelier pourraient être structurés autour de FISAT, le nouveau logiciel de la FAO et de l'ICLARM, outil informatique simple, moderne et performant d'analyse des tailles. Le cours devrait être précédé d'une mission préparatoire, qui permettrait d'évaluer la qualité et la quantité des données qui seraient utilisées pour le cours et l'atelier, et qui seraient alors mises sous une forme appropriée à leur utilisation par FISAT. Ces données seraient utilisées pour l'élaboration d'études de cas par les chercheurs de la région, et serviraient de base au cours de formation.

Certains thèmes qui devraient être considérés dans le cadre de cet événement ont été évoquées, à savoir :

- que des jeux de données devraient être disponibles et distribués aux participants et animateurs du cours/atelier bien avant l'événement lui-même pour permettre une meilleure préparation ;
- que les méthodes enseignées devraient considérer la nature multi-spécifique, multi-engins et évolutive des pêcheries mauritano-sénégalaises ;
- que les méthodes d'analyses des fréquences de taille doivent être enseignées en complément aux méthodes basées sur les analyses d'âges, et aux méthodes globales, et non comme alternative à ces méthodes ;
- que la distribution des fréquences de taille de même que les prises et les pue devraient être analysées dans un contexte de variabilité géographique et temporelle, et non sous la seule hypothèse d'équilibre (par exemple, on devrait utiliser, quand cela est possible, les analyses de cohortes plutôt que les courbes de capture).

## **e) Les analyses des structures démographiques**

### **Résumé de la communication n° 28 (D. Gascuel)**

La présentation de D. Gascuel comporte trois idées principales :

- le diagnostic du modèle de rendement par recrue est pertinent à la question posée (peut-on augmenter l'effort de pêche?) ;
- le modèle de rendement par recrue peut être utilisé à des fins de prévisions ;
- le modèle de rendement par recrue présente des difficultés et il a des limites.

Le diagnostic fourni par le modèle de rendement par recrue est pertinent.

Le modèle de rendement par recrue permet d'effectuer un bilan simple de la croissance et de la mortalité. Comme on a de la difficulté à comprendre les facteurs qui influencent le recrutement, il est d'autant plus difficile de le prévoir. Le modèle permet d'évaluer différents scénarii d'utilisation du recrutement que la nature produit, en effectuant les calculs pour une recrue sur l'ensemble de la vie de celle-ci. On peut ainsi examiner l'effet de différentes mortalités par pêche, profils de mortalité par pêche, répartition par engins ou par flotte sur les rendements par recrue, le poids moyen des captures, les prises par unité d'effort et sur la biomasse reproductrice par recrue.

Le modèle de rendement par recrue ne suppose pas l'équilibre et il ne nécessite pas de données quantifiées sur l'effort de pêche. Même si le bilan croissance-mortalité modulé par la mortalité par pêche est certaine, son estimation comporte des incertitudes.

Le modèle de rendement par recrue est prévisionnel.

Le modèle est prévisionnel si le recrutement est stable, mais aussi si le recrutement est variable. Si le recrutement est stable et si on dispose d'une évaluation de celui-ci, en multipliant le rendement par recrue par une estimation du recrutement, on peut évaluer les captures totales. Si par contre, le recrutement est variable, le rendement à long terme est inconnu et imprévisible, mais le modèle permet d'évaluer l'effet des différents changements par rapport au statut quo quant à la sélectivité, la proportion de différents engins ou de différentes flottes.

La forme de la courbe de rendement par recrue en fonction de la mortalité par pêche ressemble à certaines formulations simples de modèles globaux. Gascuel a précisé que le seul bilan mortalité/croissance (la courbe de rendement par recrue) permet d'expliquer la courbe du modèle global, dans toute sa partie, sous l'hypothèse d'un recrutement constant. Par ailleurs, il existe plusieurs courbes de rendement par recrue en fonction de la mortalité par pêche, alors que dans le modèle global il n'existe qu'une seule courbe représentative d'un schéma d'exploitation donné. Enfin, la différence des courbes de production dans leur partie droite est liée au fait que le modèle de type Schaefer suppose une relation stock-recrutement forte.

Le modèle présente certaines difficultés et il a des limites.

Les données sur les pêches et sur les espèces exploitées présentent des incertitudes qui doivent être analysées en relation avec l'incertitude sur les diagnostics faux. Les incertitudes ne condamnent généralement pas à l'impuissance quand il s'agit de donner des avis sur l'état des ressources. Gascuel présente un schéma des analyses qui peuvent être effectuées lorsqu'on dispose de données sur les captures des plus vieux âges, les poids aux âges, les indices d'abondance et qu'on a une idée de la valeur approximative de la mortalité naturelle. Les résultats des analyses séquentielles des populations (ASP) peuvent alors être utilisés pour poser un diagnostic sur le niveau d'exploitation, ils permettent d'obtenir une estimation des recrutements passés permettant ainsi des études plus poussées des facteurs qui l'influencent ou des prévisions à long terme en combinant les informations sur le recrutement avec celles provenant du modèle de rendement par recrue. La mortalité par pêche estimée par ASP peut également être considérée comme une estimation directe de l'effort effectif. Cette estimation peut s'avérer particulièrement précieuse pour les pêches artisanales dont l'effort est très difficile à appréhender. Les résultats de l'ASP peuvent également servir pour des prévisions à court terme, pour fournir des conseils sur les niveaux d'effort; ils peuvent fournir également des données potentiellement utiles dans les modèles bio-économiques.

Les deux limites essentielles ont trait au déterminisme du recrutement et aux relations complexes qui existent le plus souvent entre l'effort nominal et l'effort effectif.

### Discussion

La discussion a porté sur les modèles analytiques. Spécifiquement, on note sur ceux ci que :

- l'existence ou non de relation stock-recrutement peut avoir une influence directe sur la dynamique socio-économique des pêcheries ;
- le "recruitment overfishing" constitue pour tout stock le plus grave danger potentiel car l'effondrement du recrutement peut entraîner la disparition d'une ressource. Par exemple cet overfishing aurait été observé durant quelques années sur la sardinelle du Ghana dont la biomasse s'est rapidement effondrée après une pêche intense (1973);
- les analyses de rendement par recrue fournissent de l'information utile sur le poids moyen des captures, les rendements moyens selon différents schémas de  $F$  par âge et qu'ils permettent également d'identifier pour les pêcheries des zones de feux vert, feux orange ou rouge exprimant leur situation générale;
- les méthodes doivent être appliquées pour un stock et non pour un sous-ensemble de stock, que ce soit pour des modèles analytiques ou pour des modèles globaux. Il est donc spécialement important d'avoir des accords de recherches internationaux au niveau de la sous-région afin de couvrir les unités biologiques pertinentes ;
- souvent, le maximum de la courbe de rendement par recrue n'est pas clairement défini et par conséquent, il peut sembler y avoir peu de danger d'augmenter la mortalité par pêche ; il est alors très important de tenir compte de

- l'existence possible de relation stock-recrutement et des autres caractéristiques néfastes de mortalités par pêche élevées ;
- les modèles simples comme celui de rendement par recrue peuvent être utiles, mais qu'il faut clairement en indiquer les postulats et les conditions d'application ;
  - le modèle de rendement par recrue, s'appliquant sur la vie d'une cohorte, représente essentiellement des résultats à long terme, mais les prévisions sont vraisemblablement plus réalistes à court terme, avant que la pêche ne s'adapte aux changements mis en vigueur ;
  - il est toujours très utile d'effectuer plusieurs analyses utilisant des méthodes différentes et des indices d'abondance différents. Lorsqu'il y a concordance de plusieurs méthodes et de plusieurs indices, les conclusions sont plus robustes.

## **f) Dynamique du système pêche artisanale**

### **Résumé de la communication n° 29 (J. Le Fur)**

Pour comprendre la complexité réelle des pêches, il est nécessaire de considérer les aspects biologiques et socio-économiques. Dans une présentation faite par J. Le Fur ces idées sont discutées à partir du projet MOPA ("dynamique du système pêche artisanale et intelligence artificielle). Ce projet a pour objectif de comprendre comment les pêches artisanales réagissent à une succession de perturbations notamment leur faculté à récupérer ou à disparaître.

L'exemple utilisé pour illustrer cette approche est l'étude du nombre de sorties de 1980 à 1991 des pirogues à filets dormants (FD) à Kayar ; série dans laquelle on observe des fluctuations de plus ou moins grande ampleur, et en 1985, une perturbation entretenue qui aboutit à l'émergence d'une pêcherie.

La question est donc comment et pourquoi les pêcheurs décident-ils de pratiquer tel type de pêche plutôt qu'un autre?

Le modèle décrit traite donc essentiellement de la représentation des processus de décision des pêcheurs. Le système pêche est représenté sous forme d'un ensemble de réseaux interconnectés dans lesquels circulent différents types de flux (poisson, argent, acteurs humains, information). Chaque objet représenté dans le système se trouve en relation avec les autres. Par exemple, pour la communauté, les espèces et les quantités de poissons sont prises en compte et pour les pêcheurs, leurs tactiques et lieux de travail.

Les renseignements sur les flux à travers les différents réseaux permet dans l'exemple présenté de modéliser le processus de décision d'une communauté d'exploitants. Cela se traduit par l'examen des tactiques par les pêcheurs dont l'évaluation (complétée par des informations complémentaires sur la situation des ports, l'argent disponible, etc...) génère un comportement. Les tactiques, elles-mêmes, examinent les rendements et les prix des espèces.

L'altération progressive des différents flux et des caractéristiques des différents composants produit en définitive une simulation de la dynamique du système pêche considéré dans sa globalité. Des parties de la modélisation sont opérationnelles et furent appliquées à l'évolution de l'effort FD à Kayar. Malheureusement, les données observées et simulées ne coïncident pas toujours et conduisent à discuter la validation de ce type de simulation.

### **Discussion**

La discussion qui a suivi fut consacré à la contribution de ces modèles, leur sensibilité et leur faculté à détecter l'émergence de nouvelles choses. Evidemment, il serait très difficile pour le modèle de donner les règles sous-jacentes car les relations modélisées seront seulement la "résultante" de ce que reflètent les données collectées. La validité du modèle est étroitement liée à la validité des données.

En utilisant différentes parties du modèle, différents problèmes peuvent être explorés, par exemple les stratégies de différents acteurs dans le système. Cela peut conduire à identifier et classier comment les pêcheurs exploitent les stocks de poissons. Bien sûr, toutes les idées dépendent du type d'information disponible. Pour le futur, il fut accepté que de tels modèles peuvent améliorer la connaissance de l'adaptabilité et l'évolution de l'exploitation de la ressource. Cependant, ce modèle doit être utilisé avec précaution sans s'éloigner de la réalité ni oublier des problèmes fondamentaux que soulèvent ces pêcheries.

Le modèle spatial multi-flottes et multi-espèces de J. Mc Glade et P. Allen a été présenté par P. Allen. Il s'agit d'un modèle et logiciel de simulation basé sur la pêche démersale canadienne de Nouvelle Ecosse et qui prend bien en compte les effets spatiaux des stocks et des pêcheries. L'intérêt d'un tel modèle est d'intégrer d'une manière compréhensive de multiples données spatiales hétérogènes, sur les ressources et sur les pêcheries. Un tel modèle peut parfois être difficile à mettre en oeuvre du fait des multiples paramètres qu'il requiert; son intérêt peut, toutefois, être réel pour améliorer la compréhension de certains aspects de la dynamique de l'exploitation, même si certains paramètres demeurent très hypothétiques.

### **g) Importance des relations trophiques pour l'évaluation et l'aménagement des ressources.**

On admet souvent que la pêche ne correspond (*grosso modo*) qu'à 20 % de la productivité animale sur le plateau continental et que l'abondance de chacune des espèces est largement tributaire des relations trophiques pouvant exister entre chacune d'elles. Une connaissance précise et quantifiée de ces relations trophiques pourrait donc permettre de corriger les indices d'abondance et de là, orienter l'aménagement vers des formes plus adaptatives.

A titre d'exemple, on a bien montré qu'au Pérou la prédation des anchois par les maquereaux représente un impact beaucoup plus fort que celui occasionné par la pêche. Contribuer à la reconstitution du stock d'anchois pourrait donc passer par un effort de pêche orienté préférentiellement vers les maquereaux.



Bien que séduisante, cette approche se heurte toutefois à diverses difficultés :

- elle suppose que les chaînes trophiques restent stables dans le temps et sont relativement simples. Or, on estime que le système est plutôt turbulent et fort complexe, d'où obligation d'envisager des recherches longues et à contenu essentiellement fondamental ;
- le coût engendré par de telles études risque d'être prohibitif pour des centres de recherche qui disposent de budgets limités et dont la mission première est plutôt de développer une recherche finalisée.

Pour pallier ces difficultés, diverses solutions ont été examinées : participation d'étudiants, coopération avec l'ICLARM (qui a récemment développé des modélisations simplifiées de ces interactions biologiques), projets régionaux pour mieux répartir le poids des recherches, coopération avec des universités et laboratoires de pays industrialisés, etc.

Il semble toutefois ressortir des débats, qu'avant d'aborder ce type d'études, il serait plus rationnel et urgent de s'affranchir de certaines étapes qui constituent les "bases classiques" de l'évaluation des ressources combinant les diverses méthodes disponibles (Modèle global, analyses des structures de tailles, Analyses Séquentielles des Populations,...).

## **h) Système d'Information Géographique (SIG) et la recherche halieutique**

S. Garcia (Département des Pêches de la FAO) a fait apparaître dans son intervention (Document n° 30) l'importance de l'espace comme donnée structurante dans les recherches halieutiques appliquées. Après avoir rappelé que la pêche n'est qu'un des usages de la zone côtière et que celle-ci est l'objet de tensions de plus en plus négatives (pressions, concurrences, conflits, dégradation), S. Garcia a décrit l'évolution graduelle des principes sur lesquels se basent les aménagements ; de l'aménagement traditionnel à l'aménagement moderne, puis à la notion d'aménagement intégré de la zone côtière.

Le rôle de la Recherche dans ce cadre est de formuler et d'analyser les différentes options d'un développement durable en prenant en compte les interactions bio-économiques entre pêcheries, entre les différents usages de la zone littorale.

Il a été souligné que pour rester pertinente, la Recherche doit améliorer son caractère pluridisciplinaire, l'intégration des données et la présentation de ses avis aux gestionnaires. L'exemple d'une pêcherie du Bangladesh a bien illustré l'augmentation de pertinence des diagnostics au fur et à mesure que la dimension spatiale a été intégrée. De multiples exemples de ce type peuvent être montrés. Lae a signalé qu'au Mali, un géographe met actuellement en place un Système d'Information Géographique (SIG) dans l'objectif d'une meilleure compréhension des problèmes d'utilisation de l'espace par divers usagers (agriculteurs, éleveurs...).

Dans ce cadre, les SIG constituent des outils remarquables qui permettent le stockage de données diversifiées, leur mise en relation et leur visualisation. La mise

en oeuvre de ces SIG est rendue possible depuis quelques années par les énormes progrès de la micro informatique (hardware et software) qui est devenue accessible à tous les laboratoires de recherche halieutique. Les applications potentielles des SIG sont nombreuses et plusieurs exemples halieutiques ont été évoqués.

Toutefois, quelques problèmes spécifiques à l'utilisation potentielle des SIG en recherche halieutique appliquée ont été évoqués, concernant notamment :

- la recherche d'une meilleure appréhension des phénomènes dynamiques ;
- le choix des échelles pertinentes;
- la variabilité spatiale;
- la propagation des erreurs;
- l'application à la socio économie.

Seul l'usage des SIG aux données halieutiques et aux données connexes permettra de bien utiliser le potentiel de cette méthode d'analyse et d'en cerner bien les difficultés et les limites.

Les participants du symposium ont unanimement reconnu l'intérêt des Systèmes d'Information Géographique (SIG) et de leur potentiel en matière de recherche halieutique, de mise en valeur et de communication/diffusion des résultats.

Il a été rappelé qu'environ 150 logiciels pouvant recevoir le nom de SIG sont actuellement disponibles sur le marché à des prix variant entre 200 et 7000 \$. Il existe des SIG moins ambitieux que sont les modèles à faible résolution et qui peuvent parfois être intéressants( par exemple B:RUN ).

Il a été noté que les diverses données introduites dans un SIG ne sont pas indépendantes. Il peut ainsi exister des relations de cause à effet, des interactions, entre les différentes parties du SIG dont il faut tenir compte.

L'un des défauts actuels des SIG reste leur faible capacité de mise en valeur des dynamiques et des phénomènes temporels qui peuvent aussi jouer un grand rôle dans la dynamique des systèmes halieutiques en complément de la composante géographique.

Il a, enfin, été souligné par divers intervenants que les SIG demandent un lourd investissement en matériel et un travail très important de préparation des données. Il est nécessaire d'impliquer dans ce travail des cartographes et des géographes habitués à gérer les données géoréférencées.

Une coopération scientifique internationale accrue sur ces méthodes et problèmes, intéressants mais complexes, apparaît donc indispensable.

## **7. CONCLUSIONS**

Les documents scientifiques présentés lors du symposium et les discussions qu'ils ont suscitées permettent de mettre en évidence un certain nombre de facteurs qui

ont, durant les années récentes, limité l'efficacité des programmes des recherches halieutiques du CRODT; en particulier, en matière d'évaluation des ressources. Un certain nombre de recommandations de recherche ont été faites et ont fait l'objet d'un consensus parmi les participants du symposium.

Les problèmes les plus importants qui sont apparus sont :

- L'insuffisance de la coopération sous régionale à tous les niveaux de la recherche (programmes, bases de données, évaluation des ressources);
- La nécessité de renforcer la coopération internationale avec les instituts disposant de compétence de pointe en matière de méthodologie d'évaluation des ressources tropicales. Cette coopération est devenue indispensable en raison des moyens disponibles au CRODT et par la complexité croissante des méthodes d'analyse;
- La nécessité de réaliser des évaluations de stocks "intégrées", utilisant les différents modèles globaux et analytiques, pour les principaux stocks exploités par la pêche artisanale. Les ressources démersales, dont la situation semble préoccupante, devraient être analysées en priorité, en particulier en utilisant les multiples fréquences de tailles disponibles dans la base de données;
- La nécessité de développer l'analyse des interactions potentielles entre pêche industrielle et pêche artisanale, facteur essentiel pour planifier un développement de la pêche industrielle qui ne nuise pas à la pêche artisanale.

Enfin, un dernier point qui a suscité des discussions est le phénomène de "myopie" qui conduit parfois les scientifiques à perdre de vue les phénomènes "macroscopiques" en se concentrant trop sur des détails. Trop souvent, les halieutes ont une vision trop partielle, "variable par variable" ou "pêcherie par pêcherie".

Une conclusion générale du symposium est que la Recherche devrait conserver dans ses études une orientation vers les communautés et raisonner au niveau global, par exemple celui des écosystèmes. Les outils disponibles permettent d'obtenir cette vision globale et synthétique des grands phénomènes.

Les conclusions et recommandations développées dans le présent rapport devraient conduire rapidement à réaménager les programmes de recherche du CRODT et à accroître les coopérations régionale et internationale de ce centre de recherche.

## **8. RECOMMANDATIONS POUR LES PERSPECTIVES DES RECHERCHES**

Au cours des débats, un certain nombre de recommandations spécifiques ont été émises qui visent à améliorer la qualité des recherches et des avis qu'elle pourra fournir.

Il est cependant apparu très clairement que la plupart de ces recommandations

resteront sans effets réels si elles ne sont pas mises en oeuvre de manière coordonnée dans le cadre sous-régional.

Les participants ont donc recommandé :

### a) Recommandations principales

① Développer la coopération sous régionale en matière de recherche sur les stocks partagés et l'environnement et les problèmes d'intérêt commun :

*A cet effet il conviendrait de mettre en place la base de données sous régionale indispensable aux évaluations de ressources de la région, en particulier celles accessibles aux pêcheries sénégalaises.*

*La plupart des évaluations de stocks du Sénégal doivent être menées à l'échelle sous régionale (Maroc, Mauritanie, Sénégal, Gambie, Guinée Bissau, Guinée et Sierra Léone) ; des mécanismes ad hoc doivent être rapidement mis en oeuvre à cet effet pour permettre de développer les bases de données conjointes sans lesquelles aucun de ces pays n'est en mesure de réaliser des estimations fiables.*

② Promouvoir, pour des problématiques de recherche bien définies et dans le cadre d'accords ou de programmes conjoints de recherches, l'échange des données au niveau régional entre centres de recherche.

③ Renforcer la coopération internationale avec les instituts disposants de compétence de pointe en matière de méthodologie d'évaluation des ressources tropicales. Ceci peut par exemple se réaliser grâce à :

- des stages de chercheurs de la région dans des laboratoires étrangers en vue d'évaluation des ressources sur la base de leurs propres données
- des ateliers régionaux faisant appels à des experts en évaluation.
- la systématisation des missions d'appui de chercheurs étrangers venant régulièrement appuyer les chercheurs sénégalais et les aider à résoudre les problèmes propres à la région.
- la participation des chercheurs sénégalais à des Groupes de Travail et Symposiums internationaux (CIEM, ICCAT, etc...).

④ Réaliser des évaluations de stocks "intégrées", utilisant les différents modèles (globaux et analytiques), pour les principaux stocks exploités par la Pêche artisanale. Une priorité devrait être donnée aux ressources démersales, dont la situation semble préoccupante au vu des données et premières analyses disponibles.

⑤ Au cours de l'analyse des données et des évaluations de ressources, procéder, à la fois, à des études de détail (analyses fines) et des analyses globales (à plus grande échelle), passant de l'abstraction à la représentation plus concrète (en particulier dans l'espace) et des analyses à court terme aux analyses à long terme.

⑥ Développer l'analyse des interactions potentielles entre pêche artisanale et pêche industrielle, en prenant en compte toutes les données (en particulier des tailles

capturées et des zones de pêche, avec nécessairement une intégration complète des données P.I. et P.A. du CRODT et des données biologiques et socio-économiques.

⑦ Améliorer la planification coordonnée des statistiques et des recherches aux niveaux national et régional. En effet, les milliers d'échantillons collectés sur la pêche artisanale, au Sénégal, perdent de leur intérêt s'il n'y a pas d'échantillons sur les captures de chalutiers étrangers. De même, il est peu utile de disposer, au Sénégal, de statistiques fines sur ses pêcheries locales si les autres laboratoires de la région n'effectuent pas le même type d'observation. Les données seront toujours incomplètes et donc inadéquates pour une analyse conduisant à la fourniture d'avis scientifiques fiables.

## **b) Recommandations spécifiques**

### **Effort de pêche**

1 Aborder le problème du contrôle de l'effort de pêche et de l'accès à la ressource : collecter les données et promouvoir analyses et réflexions. Considérer les conséquences potentielles de la démographie et du transfert de population vers le littoral sur la demande en ressources et sur l'effort de pêche ainsi que les conséquences du développement de l'effort industriel national ou étranger.

2 Etudier les relations entre la puissance de pêche relative et la puissance motrice (et autres caractéristiques techniques des embarcations) pour la pêche artisanale et industrielle. Utiliser toute l'information disponible: démographie des flottes et de la force de travail, évolution des technologies etc... Analyser de la distribution spatiale des petits pélagiques sur la mesure de l'effort et de l'abondance.

3 Poursuivre les modélisations du système pêche pour tenter de capturer sa dynamique

### **Migrations et cycles vitaux**

4 Analyser les données disponibles au Sénégal et en Mauritanie pour clarifier les schémas de migration des principales espèces, les cycles vitaux et déterminer les stocks unitaires et les unités d'aménagement appropriées.

5 Promouvoir les études comparatives au niveau régional: sur les cycles vitaux, la variabilité temporelle, le rôle de l'environnement etc...

### **Evaluations**

6 Mettre en place, d'urgence, des groupes de travail sous-régionaux pour l'analyse des stocks partagés. En particulier mettre en place des groupes de travail par grandes entités géographiques (plutôt que par espèce) pour pouvoir appréhender les phénomènes multispécifiques, les changements d'espèces et de stratégie des flottilles.

7 En ce qui concerne les programmes du CRODT, les espèces à évaluer en

priorité, doivent être choisies sur la base de leur valeur économique. A titre d'exemple, en valeur et en poids des espèces principales de la pêche artisanale des données en annexe 1

8 Entreprendre d'urgence les analyses systématiques des distributions de fréquence de taille, en coopération avec les pays voisins quand les ressources sont partagées. Utiliser toutes les méthodes appropriées disponibles. Combiner les études globales et les études analytiques.

9 Continuer à analyser l'effort de pêche, donnée essentielle à la régulation de l'effort. Décrire les variations et les composantes de l'effort nominal. Poursuivre la recherche des relations entre efforts nominaux et efforts effectifs.

10 Organiser dans 2 ou 3 ans, au CRODT un second symposium avec un ordre du jour centré sur l'analyse bio-économique des pêcheries.

11 Envisager la possibilité d'effectuer des campagnes acoustiques couvrant toute la région avec le même navire. Réorienter les campagnes acoustiques nationales vers l'étude des distributions spatiales et de leur impact sur l'estimation de l'abondance.

### **Environnement**

12 Développer les études sur l'environnement, et ses variations à long terme, y compris celles dues au changement global de climat en relation directe avec les problèmes d'analyse et de suivi des pêcheries et de leurs fluctuations. En particulier, utiliser les modèles permettant cette intégration (CLIMPROD, par exemple).

### **Formation**

13 Organiser un cours de formation en matière d'analyse des distributions de fréquence, combiné avec un atelier d'analyse des données disponibles pour les principales espèces de la sous région. Il est recommandé d'inviter les chercheurs Mauritaniens à participer à ces cours.

### **Statistiques**

14 Etudier et mettre en place un système de collecte d'informations biologiques (tailles, rejets etc..) sur les bateaux autorisés à pêcher dans la ZEE - Renforcer sur ce point la coopération entre le CRODT et les services de contrôle et de surveillance.

15 Renforcer l'analyse exploratoire des données statistiques en même temps que la modélisation.

16 Intégrer toutes les bases de données statistiques disponibles au CRODT pour en permettre l'analyse exhaustive. Eviter le fractionnement et les cloisonnements artificiels par section, générateurs de sclérose scientifique.

17 Calculer, en routine, les rendements en valeur des différents compartiments spécifiques de la pêche.

**Voies de recherche nouvelles :**

18 Envisager les possibilités de mettre en place, avec des collaborations extérieures, un programme pilote d'analyse des relations trophiques dans le but d'améliorer la compréhension des fluctuations des ressources. Une coopération avec l'Université permettrait utilement de faire participer des étudiants à ce programme.

19 Etudier la possibilité de mieux échantillonner les points secondaires de débarquement actuellement mal ou pas échantillonnés.



# *Report of the symposium on the assessment of resources harvestable by the traditional fishery in Senegal.*

*Dakar, February 8 to 13, 1993*

---

## **1. OPENING OF THE MEETING**

The purpose of the symposium was to examine how Senegal's fish resources, especially those harvested by the traditional fishery, are assessed. The participants sought to identify problems and suggest research that should be conducted in order to address one of country's major development concerns, namely the state of fish resources.

The symposium was opened by Dr Ly, Director General of the Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), who, in his speech, welcomed the participants and summarised the objectives of the symposium. He stated that his institute was interested in the experts' findings and recommendations. His speech is reproduced in Appendix 1.

This report summarises the papers that were given at the symposium and the discussions that followed. Some of the research recommendations that arose from these discussions are summarised in Section 8 of this report.

The meeting agenda (Appendix 2) was approved with no changes. Mr T. Diouf was chosen to preside over the work of the symposium and Mr A. Fonteneau was chosen to co-ordinate the drafting of the symposium report. Experts, whose names appear in Appendix 2, were selected to write up each item on the agenda. The individuals who participated in the symposium are listed in Appendix 3.

## **2. SENEGAL'S FISHERIES**

### **a) Summary of paper n°1 (A. Samba)**

Paper 1 provides an overview of marine fishing in Senegal. It examines the traditional and industrial fisheries

Catches in Senegal rose from 50,000 tonnes in 1963 to 350,000 tonnes in 1991.



### The traditional fishery

The sharp increase in traditional fishing since 1972 can be explained by two major technological innovations: an increase in the motorization of vessels and the introduction of the purse seine. Since 1981, approximately 80% of traditional catches have been pelagic species (clupeids account for 77%) and 20% have been demersal species (sparids, serranids, ariids and cephalopods).

The most important species for the traditional fishery in Senegal (for the period 1981 to 1991) are provided in the table below.

RANK		SPECIES	%	CATCH	VALUE	PRICE/KG
WEIGHT	VALUE					
1	2	<i>Sardinella maderensis</i>	32.11	49,771	1,642	33
2	1	<i>Sardinella aurita</i>	29.86	49,544	1,932	39
3	19	<i>Ethmalosa dorsalis</i>	3.77	5,849	164	28
4	4	<i>Decapterus rhonchus</i>	3.09	3,969	591	149
5	21	<i>Cymbium spp</i>	1.92	2,895	162	56
6	14	<i>Euthynnus alletteratus</i>	1.97	2,824	268	95
7	6	<i>Pagellus bellottii</i>	1.56	2,347	530	226
8	8	<i>Pomadasys jubelini</i>	1.45	2,189	482	220
9	18	<i>Trachurus trachurus</i>	1.31	2,013	165	82
10	24	<i>Brachydeuterus auritus</i>	1.42	1,972	112	57
11	5	<i>Epinephelus goreensis</i>	1.29	1,859	546	294
12	3	<i>Epinephelus aeneus</i>	1.25	1,785	939	526
14	7	<i>Sparus caeruleostictus</i>	1.03	1,607	482	300
15	9	<i>Octopus vulgaris</i>	1.02	1,581	430	272
17	10	<i>Pomatomus saltator</i>	0.96	1,498	427	285

*Cymbium*: gastropod mollusc

**Table 1: Average importance of the species harvested by the traditional fishery in Senegal, by weight and value for the period 1981 to 1991. Prices are indicated in 1990 constant francs.**

In terms of weight and value, the traditional fishery is dominated by inshore pelagic species.

The evolution of the fishery during this period was influenced by two significant events: the near disappearance of the *Pomatomus saltator*, and the explosion in the octopus (*Octopus vulgaris*) population in 1986. These two events will be discussed later in this report.

As far as the fishing effort of the traditional fleet is concerned, the marine pirogue fleet remained relatively constant in terms of numbers. In 1981, 4,700 boats were operating, 90% of which were motorised. In 1991, the pirogue fleet numbered 5,000; however, there was a very significant increase in the average size of these pirogues with the development of pirogues with purse seines and ice pirogues.

## The industrial fishery

Between 1965 and 1970, trawling activities focused on shrimp. From 1972, with the arrival of trawlers looking for fish, landings consisted primarily of breams (*Pagellus bellottii*), sea catfish (*Arius spp*), grunts (*Pseudotolithus spp*), sole (*Cynoglossus spp*), and octopus (*Octopus vulgaris*) which appeared in 1986.

Alongside these changes, the industrial fishery saw a regular increase in the number of vessels, their tonnage and their engine horsepower as a result of government investment (expansion of the fishing port, assistance for the procurement of refrigeration units and fishing vessels and so on).

Landings from the sardine fishery (inshore pelagic species) increased until 1972 and eventually levelled off at 26,000 tonnes. Between 1983 and 1988, landings fell to their lowest level owing to a sharp decline in the number of sardine vessels, namely from twenty-one in 1982 to five in 1986-88.

## b) Discussion

Historical changes in the pirogue fleet dominated the discussion. The data came from two sources: the DOPM and the CRODT<sup>1</sup>.

An inventory of the pirogue fleet was taken by the DOPM between 1960 and 1990, based on the declarations of the fishermen. The figures included both motorised and oar-propelled pirogues; a distinction was rarely made. Oar-propelled pirogues, which fish in the estuaries, numbered 1,900 in 1975 and 3,300 in 1980.

CRODT data, collected since 1982 and based on exhaustive surveys conducted in the field every six months, clearly distinguish between the two types of pirogues.

It is therefore impossible to paint an accurate picture of Senegal's marine pirogue fleet between 1960 and 1981 from changes identified on the basis of these two sources.

It was recommended that the DOPM and CRODT data be reconstructed and that a distinction be made between the two types of vessels, thereby providing two sets of figures illustrating the evolution of the motorised pirogue fleet and the oar-propelled pirogue fleet. This would make it possible to gain a better understanding of changes in the nominal fishing effort of the traditional fleet.

It was also stated that changes with respect to landings and the number of sardine vessels did not take into consideration the foreign fleet, which was once very large. As a result, this description of the sardine fishery loses some of its significance.

---

<sup>1</sup>CRODT = Centre de Recherche Océanographique de Dakar-Thiaroye.

### 3. OCEANOGRAPHIC ENVIRONMENT

#### a) Summary of paper n° 2 (I. Dème-Gningue and D. Touré)

This paper summarised the principal characteristics of the environment and provided an account of the seasonal and year-to-year climatic variability. The word "contrast" was used to describe the Senegalese ecosystem:

- Contrast in the morphology of the continental plateau, with two distinct regions separated by the Cap Vert peninsula. To the north, between Cap Vert and St Louis, the plateau runs north—north-east and its width never exceeds more than about ten miles. To the south, the plateau widens to almost 30 miles in Casamance.
- Contrast in the marine seasons which is illustrated by an annual temperature range which varies by almost 15°C. The cold season, during which the upwelling occurs, lasts from December until June. The resurgence occurs along the coast, north of Cap Vert; to the south, a band of cold water forms as a result of wind action along the continental slope, from Cap Vert to Casamance. The thermal low is encountered on the continental slope; A band of warmer water runs toward the south along the coast. The ecosystem therefore shows a Saharan influence.
- Contrast in the year-to-year variability. A period of intense upwelling activity took place between 1971 and 1977; it was followed by a period of abatement which lasted until 1984. Another period of intense activity has been under way since that time.

The wind series from the Dakar-Yoff Airport shows no particular trend in variability over the long term; however, the wind data series for Senegal from the COADS database (merchant vessels) shows a continuous upward trend in wind speed which translates into an increase of almost fifty per cent since the 1960s. A comparative study of various data sets along the West African coast (COADS, ASECNA<sup>2</sup>, Bakun upwelling index) is being carried out in order to determine the origin of these changes.

#### b) Discussion

The comments have been divided into a number of topics which seem to best reflect the issues discussed.

##### Seasonality

The effect of seasonal variations in the environment on the dynamics of the

---

<sup>2</sup> ASECNA = Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar [agency for air navigation safety in Africa and Madagascar]

ecosystem was illustrated in a diagram showing the close link between the latitudinal movement of the tunnies between 10°N and 20°N and the seasonal shift of the 22°C isotherm. Changes in the target species of the traditional fishery from season to seasons were also mentioned; this effect is particularly noticeable along the coast north of Cap Vert. The echo-integration campaigns revealed a similar finding: the noticeable season-to-season stability of the biomasses of pelagic species south of Cap Vert contrasts with the seasonality observed in the northern part, where less concentrated biomasses of pelagic fish are encountered in September. It was reiterated that the pelagic fish south of Cap Vert are primarily young fish; to the north, adult fish make up most of the population.

The oceanographic environment is not the only factor to be taken into consideration with respect to the seasonality of traditional fishing activities; socio-economic factors are also very important (agriculture during the winter months of June to September, for example).

### **Representativeness of the environmental indicators**

The available indicators primarily include three-hourly wind samples (speed and direction) from the Dakar and St Louis airports, and ocean surface temperature measurements recorded daily at the CRODT coastal stations (St Louis, Yoff, Thiaroye and Mbour). Miscellaneous data pertaining to nutrients and the phytoplankton biomass are also available.

These data are primarily recorded at isolated points; consequently, the spatial dimension cannot be effectively measured. This limitation poses a major problem. Essentially, it amounts to describing a three-dimensional habitat using a measurement at specific point.

The lack of such information represents a major limitation in understanding the short-term dynamics (availability, catchability and so on), an area in which catches, in relation to the number of individual by volume, are an important element.

The parameters measured on a regular basis are physical parameters. No direct measurement of trophic aspects (phytoplankton, zooplankton, production and so on) is available. When relationships between the physical parameters and populations are identified, the physical parameters must almost always be considered as substitute variables for estimating the intensity of the biological process, given the lack of direct measurements. In some cases, however, direct relationships do exist: the limitation of the habitat by a temperature determined by the physiology of the species, the impact on growth, and the amount of oxygen needed to ensure metabolism.

In Senegal, the upwelling is the only process taken into consideration as far as productivity is concerned; the remaining five months of the year, during which the coastal area is affected by warm waters from the tropics, are almost totally ignored. At that time, the ecosystem is subject to subsurface processes affecting the thermocline, processes which are clearly much more difficult to describe using simple measurements which can be routinely and inexpensively carried out. During the warm season, precipitation and the flow of rivers contribute to ocean

productivity. These are easily measured; it would be useful to integrate them in the future. Remineralisation of sedimentary organic material is probably also taking place; however, these processes have not been studied.

In the past, only the continental shelf and the processes related to it were the subject of detailed studies and monitoring (temperature, upwelling index). Estuaries, mangroves, rivers and coastal area are generally ignored in studies dealing with fish resources. This changed recently with the CRODT's launching of studies on the estuaries of the Senegal, Saloum and Casamance rivers. Work on the dynamics of the Banc d'Arguin is currently under way in Mauritania. This research should be expanded.

Pollution, shore erosion and the impact of human activity on the coastal area are all topics on which little information is available. Projects dealing with these concerns are currently being developed by the CRODT.

### **What type of environmental research should be conducted?**

Reducing the uncertainty associated with the uncontrollable factors of the system is of definite interest as far as any development strategy is concerned. Projects linking population dynamics with environmental factors could therefore provide information which could subsequently be used within the context of a management or development strategy.

Several participants emphasised the need to integrate the spatial dimension, which has been virtually ignored to date. The question of spatial dimension can be tackled using remote sensing; however, the work carried out to date has been sporadic. The series of surface temperature images available at the CRODT (weekly series dating back to 1985) could lead to research on the integration of this dimension in the calculation of environmental indicators. Attempts to estimate zooplankton production from satellite thermal imagery should also be considered and encouraged.

The identification of strong hypotheses making it possible to establish a scientific questioning and to test it by means of research was put forward as a means of defining the direction that environmental research should take. One such hypothesis, proposed by D. PAULY, attempts to provide an eco-physiological explanation to the migration of fish in the region, as described in his paper. This exercise is obviously necessary in order to develop a research program. However, before these research activities can be undertaken, ongoing monitoring of certain key parameters must be ensured (for example, wind, temperature, salinity and so on). This type of monitoring is of significant interest. It makes it possible to evaluate fluctuations which have affected the ecosystem over the long term, information of paramount importance to numerous research projects in the fisheries science, oceanography and climatology. Other activities, which are for the most part related to the development or management of systems, may tie into these routine ecosystem-monitoring tasks. These activities consist in disseminating information (temperature maps, oceanography reports and so on) as quickly as possible to fishermen, managers and others involved in the dynamics of the "fishery system".

Descriptive studies must still be carried out in certain areas (coastal area) and regions (south Casamance, Guinea) which are still very poorly understood.

There is also a gap between the know-how of oceanographers and the questions which arise. It is very difficult to perform sampling in the coastal area using traditional tools; only physics instruments are capable of carrying out automatic measurements. Establishing coastal models continues to be very complicated and in its infancy.

It was suggested that several types of activities involving oceanography and, more generally, environmental projects, be identified, namely:

- Activities involving "permanent observatories". These activities must form the basis of oceanography as it applies to fisheries science. They are relatively inexpensive (coastal stations, airport weather data and so on), and ensuring their continuation should be a major priority.
- A second type of activity could tie in with the permanent observation activities. It would involve the real-time production and dissemination of information on which to base a synthetic description of the state of the environment.
- The research component would tie in with the realisation of specific research aimed at responding to scientific questioning. For the most part, such accomplishments will be possible only with international co-operation at the regional level, using modern ocean-research methods.

#### **4. THE SOCIO-ECONOMIC ASPECT OF THE FISHERIES**

##### **a) Summary of paper n° 3 (M. Dème, B. Dioh) and paper n° 4 (M. Kébé)**

Two papers were given.

The first, given by M. Dème and B. Dioh, summarised the management, legislation and development of the fisheries in Senegal. The following conclusions were drawn:

- Senegal has an important and evolving formal legal structure. Efforts have been made to adapt it to changes in the international and regional situation, fishing techniques and resources.
- The emerging new law of the sea (outcome of the Montego Bay conference in 1982) and the need for the increased protection of coastal resources and traditional fishing activities have resulted in a more precise and diversified definition of fishing areas. This led to a redefinition of the fishing areas devoted to the various techniques in the 1987 fishing code which repealed and replaced the 1976 code.
- Defining fishing vessels also makes it possible to distinguish between the

various techniques. It is important to mention the banning of vessels with a gross tonnage exceeding 1,500 tons, both to preserve the resource and to defend and promote the interests of domestic ship owners and the development of onshore jobs in the processing industry.

- Fishing gear is also being clearly defined. Increasingly stricter regulations are being imposed on the mesh size of trawls and active and passive nets in order to preserve the resource.
- Access to the resources is controlled by a licensing system for domestic and foreign industrial vessels. This system has evolved over time with a view to ensuring a more selective control over fishing effort and adapting the fee system to the market value of the catches. Lastly, resource protection has been the object of specific measures such as fishing bans prohibiting the harvesting of fish smaller than a legal limit for specific species.

The section dealing with the development of the traditional fishery brought out the following points:

- The rapid motorisation of the pirogue fleet from the mid-1950s on — especially after the country gained its independence — owing to a very aggressive government policy and the support of financial backers from outside the country.
- The implementation of a "cold chain" (wholesale fish centres, ice factories and storage units within the country), intended to more effectively meet demand and increase fishermen's revenues. These efforts have far from having achieved the objectives set. Private fish wholesalers have put up a strong resistance to interventionist efforts.

Attempts to replace or improve the traditional pirogue were also mentioned. A number of new types of vessels have been proposed in response to the observed "limitations or shortcomings" of the Senegalese pirogue. For the most part, these efforts have met with failure — sometimes technical, but most often economic. The resulting quality/price ratio would not be significantly higher than the ratio for the traditional pirogue; moreover, fishermen seem very determined to maintain technological control over the key element of their technical capital.

Lastly, the recent thrusts of development activities were mentioned, namely regionally based integrated projects and the establishment of credit for traditional fishing.

The second paper, given by M. Kébé, dealt with the social, economic and technological changes which have taken place in the fishery, and the ability of traditional fishermen in Senegal to adapt and innovate.

A number of major changes were mentioned, namely:

- the historical evolution of the pirogue as a result of endogenous technological forces responding to changes in the expected uses of a vessel which is far less traditional than it appears;

- motorisation, with a trend toward increased engine power;
- the ability to preserve catches on board the vessels, owing to the installation of ice hold on line boats;
- the adoption of new fishing gear, especially the purse seine; and
- the improvement of existing techniques: cuttlefish traps and demersal longlines.

These changes were made possible by the existence of a number of favourable conditions, namely:

- the entrepreneurial spirit of traditional fishermen in Senegal and their long tradition in this field;
- the sustained domestic demand resulting from food preferences, demographic growth and the development of trading networks;
- the development of an export market for species commanding high prices; and
- an aggressive government policy, that is, subsidies for inputs, support for fishermen and the establishment of credit for the fisheries.

The profitability of fishing operations has certainly been one of the forces behind the recent growth. Although it is still fairly high, profitability has begun to decrease significantly.

Paper N° 5 (C. Chaboud, F. Foucault, and R. Brendel) dealt with the economic status of the fishing sector in 1987. The findings make it possible to more effectively measure the respective importance of the various fish product sectors based on the criteria of value added and contribution to the trade balance.

## **b) Discussion**

In the legislation pertaining to mesh sizes, certain mesh sizes seem to have decreased. This unusual trend is the result of dialogue with the research field indicating that such measures could produce better results for certain types of fishing.

Changes in the fisheries in Senegal seem far less catastrophic than those which have taken place in other parts of the world, including Asia. Many countries have experienced significant overfishing as a result of strong population growth, increased effectiveness and the lawless use of fishing gear (for example, very small mesh and dynamite).

Is unrestricted access to the resource dragging the Senegalese traditional fishery to ruin? This statement must be qualified; certain social controls exist. Although they are indirect and hidden, they make it such that access to the traditional fishery is not really unrestricted. However, these controls could give way to the pressures



resulting from population growth, migration from the country to the city and the pressures of the market economy. The situation must therefore be closely followed and monitored.

The forms of social organisation, both traditional ones and those implemented with the support of government authorities, were mentioned. It was explained that the fishermen were organised in co-operatives which were, in reality, primarily channels for distributing engines. Strictly speaking, co-operative activities have not taken place. Other forms of more flexible, responsibility-oriented organisation have been proposed since then, including economic interest groups.

### **c) What are the prospects for research in the field of economics ?**

A number of areas of priority focus intended to give direction to research which would be useful to development and decision-making could be proposed, including:

- an analysis of possible development measures for the traditional fishery in Senegal, that is, testing and simulating the policy options in relation to the various objectives sought by the parties involved; and
- studies of the means of accessing the resource and studies of harvesting conditions. How does one enter the fishery? How does one or could one control this growth?

This research is based on the assumption that existing economic data will be updated. This, among other things, has obvious implications in terms of the number of researchers and technicians in the field of social sciences.

## **5. DATA AVAILABLE AND ANALYSES CONDUCTED**

### **a) CRODT statistics on fishing and description of the spatio-temporal variability of traditional fishing in Senegal.**

#### **Summary of Paper N° 6 (J. Ferraris, B. Samb and M. Thiam)**

This paper described the nature of the data, the collection methods and the type of computer processing applied to these data in order to obtain the CRODT's annual fishing statistics.

The collection of data pertaining to traditional fishing began in the early 1970s; it involved basic surveys of a few main species (bluefish, white grouper and sardinella). In 1975, the collection system was broadened to cover all species and fishing gear and, in 1982, all of the principal landing points along the coast.

The general principle of the methodology used has stayed the same, in spite of a few changes related to the evolution of the fishery and to research requirements.

The data collected made it possible to construct a database containing :

- survey data;
- data on the catches of the pirogues sampled;
- data extrapolated by port;
- data extrapolated by fishing area; and
- data extrapolated for the entire coast.

Using this database, an aggregate spatio-temporal analysis of fishing potential, an extrapolation of total catches and an extrapolation of catches by port were carried out.

The following key points were noted:

- there was a decline in the number of pirogues with an engine rating of less than 10 hp and an increase in the number of pirogues with 15 hp and 40 hp engines;
- there was an increase in the motorisation of pirogues equipped with purse seines and gillnets (especially between 1982 and 1984); and
- the rate of motorisation of pirogues equipped with other fishing gear remained stable, with the exception of ice pirogues which increased their engine horsepower.

There was an overall increase in catches of the various species over time; however, there was a drop in catches of white grouper (*Epinephelus aeneus*) in the southern region, especially for ice pirogues.

## Discussion

Two key points arose from the discussion.

The first pertains to motorisation. In light of the significant increase in engine horsepower which has taken place over time, it is important to identify the relationships that exist between engine power and the fishing capacity of the pirogues. It is known that the maximum speed of any vessel depends on its length on load waterline. In other words, an increase in engine rating does not necessarily imply an increase in speed. However, the procurement of more powerful engines which are more costly to operate undoubtedly reflects the motives of the fisherman. These motives must be identified in order to measure the effects of increased engine power on the fishing capacity of the pirogues.

Furthermore, certain fishing techniques such as the monofilament net have not yet been introduced in Senegal. Like any technological development, these new technologies could have a positive or negative impact, given that they could significantly increase the fishing capacity of pirogues (in relation to the harvesting level of stocks).

## **Recommendations**

Two principal recommendations were made, namely:

- that a study of the correlation between engine rating and the fishing capacity of the pirogues be conducted, based on a detailed analysis of changes in performance and the fishing strategies emerging as a result of increased engine horsepower; and
- that the sampling of the traditional fishery be improved, by monitoring secondary ports which are not being sampled at the present time. An ad hoc sampling scheme such as the one recommended in paper N-7 (Hoenig and Chouinard) should be considered by the CRODT.

## **b) Calculation of the abundance indexes based on data pertaining to traditional fishing**

### **Summary of Paper N° 8 (J. Ferraris)**

The goal is to achieve a yield which is representative of the abundance of the resource. As explained below, the first problem is how to define an effective fishing effort for the traditional fishery. Some of the difficulties are:

- Multi-gear fishing: one resource could be harvested using different types of fishing gear.
- Multi-species fishing: one type of gear could be used to harvest several species.

Furthermore, variations in yield might be the result of variations in several factors, including the environment, the components of the fishing effort, the market and fishing tactics.

Various research activities were conducted in an attempt to identify fishing tactics and strategies.

- One hundred and fifty fishermen were monitored over a four-month period. Very detailed information was collected on elements such as where they fish, the gear on board, the gear used, the species targeted and the species caught.
- A symbolic analysis of fishing tactics was conducted (numerical statistical analysis) in order to establish a typology of fishing tactics. A target species and secondary species were identified for each tactic.

## **Discussion**

During the discussion, the participants mentioned that it was difficult to estimate abundance based on the CPUE (catch per unit effort) of the traditional fishery. They pointed out the merits of the symbolic approach as a means of understanding CPUE.

Whether it was necessary or not to achieve a high level of detail when collecting data was also discussed. It was revealed that detailed data on fishing tactics should be collected. The two approaches (*i.e.* looking at details *vs* examining broad categories) complement each other.

### **Recommendations**

Suggestions were made with respect to the study of fishing tactics. In particular, the ethnicity factor should be integrated, especially since there has been an observed change in social behaviour among certain fishermen. The fishermen of Kayar, for example, have become migratory; in the past, they were sedentary.

The relationships between fishing and agriculture must also be taken into consideration since they sometimes play an important role in certain fishing communities as far as determining their fishing activities is concerned.

### **c) Bibliography review of knowledge on the biology of certain fish species.**

#### **Summary of Paper N° 9 (J.J. Lévénéz)**

Eight species or groups of species of fish (four pelagic and four demersal) harvested in significant quantities by the traditional and industrial fisheries in Senegal, or displaying specific harvesting characteristics, were examined for the purpose of the symposium. Various basic biological data were assembled with respect to these stocks, including the identity of the stocks and data on geographic distribution, migration patterns, feeding, reproduction, growth and natural mortality.

It is well known that the hydroclimatic conditions of the Senegal/Mauritania region, which are characterised by significant seasonal and year-to-year variations in the upwellings caused by the trade winds, have a significant impact on the geographic distribution of fish species, their life cycle and their abundance.

Moreover, the seasonal north-south migration of a large portion of the fish populations implies that the pressure of fishing activity in the entire Senegal/Mauritania region has repercussions on the level of abundance of the various stocks. It follows that the stocks harvested in Senegal can rarely be dissociated from the ecology of the sub regional complex.

### **Discussion**

A number of participants commented that the distinctions between the various stocks and migration patterns were based on indirect methods and might be less obvious than what has often been suggested in the past. The role of the Kayar trench as a barrier delimiting the southern boundary of certain stocks was also discussed. This hypothesis requires further research.

It was mentioned that the ICLARM<sup>3</sup> and FAO are developing an international database (Fishbase) on the biology of marine fish species. The database currently contains more than eight thousand species. Growth equations are provided for about one thousand of them. This database is of very general interest and could be particularly useful to countries in which there has been very little study of the biology of fish. The contributions of the specialists attending the symposium is greatly desired.

#### **d) Direct estimate of abundance by means of research surveys.**

Three papers dealing with this approach were given. Two dealt with demersal resources estimated by trawling, the other dealt with pelagic resources evaluated by means of echo-integration.

**Summaries of Paper N° 10 (M. Thiam and A. Caverivière), Paper N° 11 (A. Caverivière) and Paper N° 12 (B. Samb)**

One of the papers was entitled [translation] "Estimation of the abundance indices of the principal demersal species found on Senegal's continental shelf, based on stratified trawling surveys (1986-1992)".

The CRODT's initial demersal biomass monitoring program provided for the completion of two surveys a year, namely one in each hydrological season. For various reasons, some of them were not carried out. The series comprises a total of ten surveys for the period 1987 to 1993.

Stratified random sampling based on stratification by area (one in the north and two in the south) and depth (four bathymetric bands) was used.

The abundance indices were calculated using the delta distribution, which reduces the inaccuracy resulting from the presence of numerous nil values in the specific distributions. Twelve principal species were retained.

Changes in the abundance indices for "all teleost species" reveal no clear trend; however, the presence of pelagic species partially falsifies these results.

It is possible to identify:

- the species for which no clear trend emerges from the series (*Cynoglossus*, *Arius*, *Galeoidei*, *Pomadasyus*, *Pagellus*, *Dentex*, *Sepia*);
- the species experiencing a downward trend (*Pseudotolithus*, *Serranidae*). The white grouper or "thiof" (*Epinephelus aeneus*) must be specifically mentioned; and
- one species which has shown a significant increase in abundance, namely the octopus (*Octopus vulgaris*).

---

<sup>3</sup> ICLARM = International Center of Living Aquatic Resources.

Generally speaking, the abundance of species common to the coastal area varies significantly; this may be related to the estuaries.

The second paper was a comparison of the abundance indices calculated on the basis of the trawling surveys of the ocean-research vessels *Laurent Amaro* and *Louis Sauger*.

In order to identify possible long-term changes, it seemed worthwhile to compare the abundance indices of two trawling surveys conducted fifteen to twenty years apart. To this end, Caverivière presented a comparison of the abundance indices for the trawling series of the *Laurent Amaro* (1971-72) and the *Louis Sauger* (1986, 1987 and 1992). Although the vessels differ in size (the *Laurent Amaro* is 24 m and the *Louis Sauger* is 38 m), it was estimated that their fishing capacities were similar. A direct comparison with the *André Nizery*, sister ship of the *Laurent Amaro* resulted in a fishing capacity ratio of close to one.

The data were standardised by retaining a highly frequented common area (Senegal, depths of 10 m to 60 m and 10 m to 100 m). The average of the indices was considered for the four *Laurent Amaro* surveys, the two *Louis Sauger* surveys carried out in 1986 and 1987 and the two *Louis Sauger* surveys conducted in 1992.

A species-by-species analysis of the indices revealed several very obvious changes.

- The abundance of certain species (*Arius*, *Pseudolithus*, *Epinephelus drepane*) dropped significantly between the two periods, sometimes by a factor of five. These are primarily inshore species.
- Other species showed indices which were more or less comparable. A number of species, namely *Dentex*, *Pagellus* and *Sparus* showed a downward trend later in time. These are members of the family *Sparidae*.
- Several species appeared to be more abundant. For the most part, they were pelagic fish (probably due to differences in the efficiency of the trawler).

The third paper dealt with echo-sounding surveys in Senegal's EEZ.

Numerous echo-sounding surveys have been carried out in Senegalese waters. Prior to 1982, they were conducted by foreign vessels using quite varied equipment and methods, thereby making it difficult to make comparisons. These have already been analysed.

After 1982, Senegal launched a regular series of surveys using the *Laurent Amaro* and the *Louis Sauger*, with similar equipment and a fixed methodology, thus producing data which can be compared.

The results of this series tend to indicate that, although the biomass has fluctuated significantly, no specific general trends have emerged. However, at the regional level, a clear downward trend in the local index for the Petite Côte has emerged, especially in the past five years. The abundance index for Casamance has shown no particular trend and has remained fairly high. The northern coast has also been quite stable; nonetheless, there has been some uncertainty in recent years owing to the lack

of surveys in that sector. The fact that the species are not identified means that the findings are of limited interest.

A comparison of the assessments carried out by the *Louis Sauger* and the Norwegian vessel *Dr Fridtjof Nansen* has revealed similar levels of biomass abundance; however the absolute levels were very different, those recorded by the Norwegian vessel being almost two times higher. Without going into great detail regarding possible causes, this confirms the care with which "absolute" biomass values must be considered; relative values (indices) obtained by the same vessel would be more reliable.

It was reiterated that pelagic species, more so than others, migrate extensively, and that these assessments can only be meaningful if they are carried out over the entire area of distribution of the species. Ongoing and active regional co-operation is therefore necessary.

### **Discussion**

One general comment was made regarding the echo-integration surveys: a number of participants questioned whether this costly method was capable of providing assessments which could be of use as far as resource management is concerned. This is a valid question. The methodology has changed considerably. Indeed, a new strategy for evaluating resources using echo-sounding should be considered. The group behaviour of the resource and the heterogeneity of its spatial distribution should be given greater consideration. Technological and methodological efforts — already begun — should also be made in order to evaluate the large biomass located on the ocean bottom along the coast, where the majority of the resources harvested by traditional fishermen are located.

Nonetheless, it is as a result of these assessments that the importance of the available biomass was discovered and that appropriate notices could be issued for the opening up of the fishery in the southern region to foreign vessels taking in very good sardinella catches.

### **e) Estimation of the abundance of the principal species harvested by the traditional fishery**

#### **Summary of Paper N° 13 (M. Thiam and D. Gascuel)**

Paper N° 13 describes inshore trawl fishing in Senegal and estimates the abundance indices of the principal species harvested, using various methods.

Of the methods available for estimating abundance indices, the most common are linear models applied to catch per unit effort (CPUE).

Using these methods, it is possible to simultaneously estimate abundance indices and to standardise fishing efficiency by category of vessel, if not by individual vessel.

These methods have been applied to seven species in the traditional fishery and

fourteen major families of species harvested by the industrial trawl fishery. The analysis was conducted using industrial trawl fishery data from the CRODT database.

Annual catches per unit effort (CPUEs) were calculated for individual vessels for all zones taken together, and on a quarterly basis for three major fishing areas. Effort was expressed as fishing time adjusted for corresponding steaming time. The Robson (1966) and Laurec (1977) models were applied. The categories of vessel used were based on technique, class of gross vessel tonnage by technique, or category of engine horsepower by technique. The model with the highest portion of the variance explained was retained. In all cases, this was the one for which the "year" effect was also the most significant.

The findings were used to illustrate year-to-year variations in the abundance of the seven species and fourteen families of species. A downward trend in the abundance of white grouper, scamp grouper, red pandora and sea bream emerged for the most recent period (the decrease is particularly significant for the first two species). The abundance of horse mackerel, however, has been stable for the past twenty years.

As far as Senegalese trawlers are concerned, a comparison of the various abundance indices shows that the indices calculated using the two methods are strongly correlated and have resulted in the same diagnoses, except for the scamp grouper.

The indices obtained have all led to similar diagnoses with respect to trends in fishing by foreign trawlers.

The results obtained with respect to fishing capacity could be used to adjust monospecific global models or to study seasonal migration patterns.

These findings are preliminary and must be validated. Specifically, three sources of potential bias must be researched, namely:

- the difference between apparent abundance and actual abundance as a result of variances in catchability over time;
- possible changes to the fishing strategies of vessels, particularly in relation to socio-economic changes; and
- the "natural" tendency of fishing vessels to increase their fishing efficiency (technological modernisation, increase in know-how and so on).

This last point is undoubtedly the most important. This kind of bias leads to overly optimistic diagnoses of the state of the stocks (by underestimating the decrease in abundance and overestimating stock biomass).

The trends observed on industrial trawlers were very similar to those observed by the CRODT research vessels.



## **Discussion**

The period studied was marked by two "strong signals" from the environment. It is quite odd that the effect of these signals is not always apparent for the white grouper, for example, a migratory species which is, a priori, sensitive to the upwelling. Such effects will have to be analysed using indices estimated by age, and using a non-standardised cohort analysis.

The relevance of the abundance index for the white grouper was also discussed. This index is calculated on the basis of data from the trawl fishery, even though traditional fishing for this species is carried out over rocky formations which are inaccessible to trawlers.

It was recommended that a more detailed analysis of the standardisation of efforts (fishing efficiency) be carried out by comparing the yields of individual vessels.

With the methods that are used, it is possible to take into consideration changes in the geographic distribution of the fleets. However, biases may exist with respect to year-to-year variations in catchability by area. These potential biases can be analysed based on the residuals of the model and by including year and catchability interactions.

The interrelation of species and its impact on the abundance indices was also mentioned. However, it was pointed out that shifts in effort from one species to another does not have an impact on all techniques. In fact, most abundance indices have shown a clear downward trend since 1983, with a few exceptions such as the octopus, cuttlefish and brotula.

### **f) Structure of the stocks harvested by the traditional fishery in Senegal**

Very few stocks are harvested exclusively by the traditional fishery in Senegal. They are, in fact, widespread on Senegal's continental shelf and make seasonal migrations in the EEZs of the countries of the sub region (Mauritania, Gambia, Guinea-Bissau and Guinea), where they are also harvested. Consequently, it is important to understand the mechanisms of migration. Emphasis should be placed on the regional harmonisation of research programs and management measures.

#### **Summary of Paper N° 14 (M. Barry-Gérard)**

Paper N° 14 describes the migration patterns of the principal species harvested by the traditional fisheries of Senegal. These patterns can be summarised as follows. The migration cycles are closely related to the region's hydroclimate, which causes a profound change in the ecosystem over the course of the year: from a tropical environment during the warm season (July to October) to an ecosystem in which the effects of water masses originating in more temperate regions are sometimes dominant during the cold season.

This alternation of environmental conditions causes latitudinal movements of amplitude among many species.

Between August and October, species with a Saharan affinity can be found between 20°N and 23°N, the location of a cold frontal zone off Cap Blanc.

The migration pattern of demersal species may be described as follows:

Between August and October, species with a Saharan affinity can be found between 20°N and 23°N, the region's most productive area, where they actively feed following a period of reproduction. Starting in November, they migrate toward the south, as the upwelling moves southward, and consolidate between 10°N and 16°N in February/March. This is a period of intense feeding and maturation of the sexual organs. In May/June they migrate toward the north as the breeding period begins. This period reaches its peak between 19°N and 21°N, from late June to mid-August.

Under the effect of the ocean dynamics and the influence of the topography of the continental shelf and the shape of the coastline, the young are concentrated in key areas in which food is always abundant, even during the warm season (mouths of rivers, south of Cap Vert, south of Cap Timiris and the banc d'Arguin, where localised upwellings persist during the warm season). They stay there for one to three years, until their first reproductive cycle, and then begin the adult cycle.

Species with a Guinean affinity, which are less abundant, migrate less and take advantage of the production stimulated by the upwelling during the cold season and the production associated with the draining off of waterways during the warm season.

Seasonal migration patterns are similar among the pelagic fish (especially sardinella and horse mackerel). The adults stay in the open water and live more or less along the edge of the continental shelf. The young stay close to the coast.

#### *Migration mechanisms*

D. Pauly advanced an hypothesis on the relationship between the water temperature, the physiology of the fish and their migrations. This hypothesis is presented in Paper N° 15.

The following is a brief summary of this hypothesis.

Fish permanently exhibit a behaviour intended to slow their metabolism, either by migrating to a colder area, as is the case with more mature fish, or by altering their diet to ensure a maintenance metabolism and to continue to grow, as is the case with young fish. Under these conditions, the larger fish are usually found in colder waters, migrating to greater depths or to other latitudes.

#### **Discussion**

The discussion which followed this presentation emphasised the relevance of this hypothesis to explaining a number of observations made off the coast of West Africa. Indeed, two types of behaviour have been observed with respect to the geographic

distribution of sardinellas in the Gulf of Guinea. Large fish can be found to the north and south, where it is possible for them to find colder waters by migrating to other latitudes. In the more central part of the Gulf of Guinea, where it is not possible for sardinellas to migrate to other latitudes in search of colder waters, the fish are smaller. The only migrations observed are to deeper waters and the directions of these migrations are perpendicular to the isobaths. Moreover, in fish of similar sizes among both types of sardinellas, the number of gill rakers is significantly lower among small individuals in the central part of the Gulf of Guinea.

When the white groupers (*Epinephelus aeneus*) migrate to the south at the onset of the cold season, they leave the 17-18°C waters of Mauritania and head for the 22°C waters of Senegal. According to Pauly's hypothesis, a small increase in temperature can be compensated for by abundant food, which can be got without expending much energy. In this specific case, the white groupers find in Senegal an upwelling which has developed in the warm waters. This encourages increased production and, as a result, there is more food for the fish which must eat plentifully before breeding.

The hypothesis which was put forward makes it possible to correlate population dynamics with the environment, especially in terms of the interpretation of growth, the study of otoliths and so on.

The swimming speed of a migrating fish appears to be proportional to its size, thereby enabling it to take greater advantage of the nutrient-rich area at its disposal. This does not contradict Pauly's hypothesis.

#### *Factor triggering migration*

Attempts have been made to quantify and understand what it is, generally speaking, that triggers migration. The upwelling may be a determining factor. The bluefish have been observed to arrive at Kayar when Mauritania's upwelling abates and the upwelling which enriches the waters off Senegal intensifies.

These fish arrive about fifteen days after the onset of the upwelling, in successive waves. The return is more rigid in time and all the fish generally reach Kayar at the same time.

The staggered arrival of the fish at Kayar is explained by the fact that not all of the fish swim at the same speed.

It should be noted that there are two types of migration:

- feeding migrations, namely from Mauritania to Senegal; and
- breeding migrations which take place in the opposite direction. The latter appear to be triggered by an unknown stimulus which is related to the determinism to reproduce. The fact that this stimulus is the same for all the adults of a given species explains why they would all leave at the same time.

A comment was made with respect to the distribution area of the various stocks. Instead of asking whether there are several stocks, one should ask whether there are,

in fact, fractions of resident stocks, and whether each stock might be an "accordion" structure which expands and contracts in response to environmental changes.

It was stated that, in Mauritania, *Sardinella aurita* can be found north of Cap Blanc throughout the year. These sardinellas breed in Mauritania; recruitment occurs in February/March. The existing migration patterns, which are relatively linear and rigid, are therefore too simplistic.

### Recommendations with respect to research

It is recommended that studies be undertaken with a view to validating or rejecting Pauly's hypothesis on the determinism of migrations in the region.

Moreover, given the regional nature of the stocks as a result of their migrations, it is recommended that the research be harmonised at the regional level and that a regional program be established to study migration.

### g) Unstable resources.

Three species which showed large, unexplained fluctuations during the recent period were specifically examined and discussed during the symposium. They are the octopus (*Octopus vulgaris*), the triggerfish (*Balistes capriscus*) and the bluefish (*Pomatomus saltator*).

### Summary of Paper N° 16 on the octopus (A. Caverivière)

Specific attention was paid to scientific and developmental problems caused by the octopus in Senegal and Mauritania. This species has recently experienced a spectacular population explosion in Senegal, the effects of which have been very beneficial to both the traditional and industrial fisheries in that country.

As far as population dynamics are concerned, it is difficult to establish a simple relationship between environmental fluctuations and fluctuations in the fisheries. The basic hypothesis, which was favourably received, argues that this population explosion was encouraged by the stress resulting from intense fishing aimed at the sparid population. Moreover, this mechanism may be associated with cooling periods.

In order to confirm this hypothesis and explain the dynamics of an unstable resource, it would be useful to establish a comparison with other octopus fisheries that have gone through similar situations (southern Gulf of Mexico where a decrease in the grouper biomass appears to have coincided with an explosion in the octopus population, for example). It would be useful to compare these other examples to the situation in Senegal in order to more accurately establish the reliability and repeatability of this invasion mechanism by the octopus in an environment which had been left vacant.

There are very clearly defined clines in size between inshore octopuses and those in open water, and also between those on the Saharan coast and those on the coast of

Senegal. This variability in size as a function of depth (or latitude) is important to our understanding of the population dynamics and to fisheries management, and merits further study. Moreover, it may be possible to identify various substocks on the northern coast and southern coast of Senegal and Mauritania. Although migrations between the northern and southern regions seem low, this fact has yet to be proven.

There was a unanimous consensus on the great need to conduct regional research on the octopus; close co-operation should be established among the various countries concerned as soon as possible.

This co-operation will foster a better understanding of the mechanisms which have stimulated this population explosion and make it possible to identify the principal ecological characteristics of the octopus. It will also make it possible to study in Senegal and Mauritania the social changes and marketing strategies that such explosions have brought about.

#### **Summary of Paper N° 17 on the bluefish (P. Cury and A. Samba)**

For a very long time, the bluefish was an extremely important species for the traditional fishery in Senegal, especially on the north coast.

Until 1981, the bluefish ranked fourth in the list of species harvested by the traditional fishery, with 4,000 to 5,000 tonnes harvested each year; in recent years it has ranked twentieth to twenty-fifth.

The Russian and East German fleets undoubtedly harvested large quantities of the stock during the 1970s; however, they did not provide reliable statistics on their catches. Since the late 1970s, the species has experienced a rapid decline in abundance which, in the early 1980s, resulted in a progressive drop in yields and catches in Senegal, eventually reaching the extremely low levels which exist today (it was noted that a very slight recovery in the level of catches in Senegal had occurred in 1990). This species is now only a very minor species for the fisheries in Mauritania and Senegal. Consequently, bycatches are not accurately assessed and the statistics remain poor.

The question confronting scientists is whether the observed collapse is a classic case of overfishing (a recruitment overfishing case), or a collapse due to other more complex causes, such as ecological causes.

Unfortunately, no detailed, comprehensive analysis has been carried out to date on the causes of the collapse of this high-value stock (although a significant amount of data is available to carry out this analysis). Consequently, the causes of this collapse have not been determined.

The biomass of the stock seems to have decreased, thereby triggering a decline in the geographic distribution of this large predator which is at the top of the food chain. The significance of environmental changes should be further examined, taking into consideration the overall dynamics (Mauritania/Senegal balance), as well as the local dynamics (size of the catches per unit effort off Kayar and St Louis) and their impact on the availability and catchability of the bluefish.

The lack of statistics on the major pelagic species such as the bluefish (a species harvested by various foreign industrial fleets) means that researchers are working with comparisons of the dynamics of these species in other ecosystems, or assessing the dynamics of these species within a community that has yet to be defined. Similarities and analogies with other species must also be analysed (for example, the bluefin tuna in the Mediterranean, which has undergone fluctuations similar to those experienced by the bluefish).

### **Summary of Paper N° 18 on the triggerfish (A. Caverivière)**

In West Africa, the triggerfish has undergone a population explosion which began in the 1970s and reached its peak in the 1980s. During this explosion, the biomass of the stock increased from a few hundred tonnes to several hundred thousand tonnes in the area between Ghana and Senegal. It recently experienced a decrease and has returned to a very low level of abundance throughout the region, even though it has not been subjected to large-scale harvesting by the fishery.

Harvesting and competition with other species can probably be ruled out as far as possible explanations are concerned. This explosion coincided with the drought which devastated West Africa; however, it is difficult to link major climatic trends to population explosions that are confined to specific time periods (some fifteen years), such as those observed among the triggerfish.

This species displays a broad range of adaptive responses; it is definitely versatile.

Comparisons with other unstable resources could perhaps provide additional vital information on the relationship between these resources and their environment and other species.

### **General conclusion and recommendations on unstable resources**

In many respects, these resources, which have undergone major fluctuations over a short period of time, are enigmas as far as the mechanisms governing the changes in their abundance are concerned. This constitutes a serious setback for fishery researchers, who are regularly called upon to provide advice on stocks to those responsible for the fishery system and to fishermen and the general public.

Better knowledge must therefore be sought; for example:

- by improving the exchange of information among the various countries concerned with the harvesting of these resources. A workshop on the proliferation and collapse of these populations should be considered;
- by promoting approaches involving world-wide comparisons of these resources in different ecosystems, as well as comparisons of their environment in the broad sense, that is, climate changes and relationships with other species within the ecosystems.

## **h) Summary of research conducted on the assessment of the resources harvested by the traditional fishery.**

Only one paper was given on this topic; however numerous references to past research can be found in other sections (in particular, in Paper N° 19). Very little research has been conducted to date on the state of fish resources accessible to the traditional fishery in Senegal. The reasons for this paradoxical situation will be analysed later in this report. The paper entitled [translation] "Twenty years of semi-industrial sardinella fishing in Senegal" (P. Fréon, I. Sow and J. J. Lévénéz) was given by P. Fréon.

### **Summary of Paper N° 20 (P. Fréon, I. Sow and J. J. Lévénéz)**

Semi-industrial fishing has been practised by small seiners (around 20 m) in the port of Dakar since the end of 1961. Their activities have been regularly monitored by the CRODT, initially on the basis of ship logs and plant records (until 1965), and later by surveys at the port of landing.

The processing of information from this database dealt primarily with the spatio-temporal variability of fishing effort, catches and yields.

#### *Fishing effort*

The results of the fishing effort analyses are year-to-year variability indices in terms of economic activity and the pressures of harvesting on the stock measuring variations in the intensity of the fishing activities of the fleet based on its goal.

Seasonal and day/night variability in fishing effort have also been observed and correlated with the physical parameters of the region (wind speed, surface temperature, phases of the moon).

#### *Catches*

Total and specific catches during the time series were studied and year-to-year and day/night variability were examined in relation to the environment. These studies revealed very clear trends in the composition of the catches. Multivariate analyses allow the determination of the nature of the trends detected in the time series of catches.

#### *Yields*

The impact of vessel size and gear type on yields was the subject of a series of successive analyses as the database evolved. These analyses were conducted using conventional standardisation methods for fishing capacity, and studies of catches per unit effort.

As was the case with efforts and catches, inter-annual, seasonal and diel variability of the yields were analysed. This made it possible to shed light on several of the factors affecting the yields of seiners (net size, dead-weight capacity, decisions made by the fishermen and the distribution of shoals).

Other types of analyses have recently been used on these data, especially principle component analysis, which is intended to more accurately describe fishing operations. A Burt table analysis of the geographic variations in vessel activity, based on their technical characteristics, the seasons, weather conditions, bathymetry, and seasonal or day/night variability was also carried out. This was done using multiple correspondence analysis.

This study made it possible to describe and, to a large extent, explain the spatio-temporal variability observed at different levels in the semi-industrial sardine fishery.

### **Discussion**

The need to consider "hidden" changes in fishing capacity, such as the change in the proportion of night fishing versus day fishing, was stressed. If a drift exists, it can be taken into consideration in the linear model, if source data exist. Before these data can be used in a production model, they must undergo a detailed analysis.

The actual existence of the decline in yields in the industrial fishery (seiners from Dakar), compared with the stable trend in traditional yields, was questioned; the method of paying crews and the poor performance of certain vessels were cited as reasons. As far as the period in question (1962-1987) was concerned, the speaker refuted this interpretation for two reasons:

- CPUEs were analysed for individual vessels, and certain vessels were present throughout the history of the fishery, with no changes to their status: their trend were consistent with the overall results;
- the analysis of catch per haul showed a similar decrease; however, there is no reason why catch per haul, which is generally considered to be a good indicator of abundance, should be affected by changes in the fleet cited above.

The decrease in abundance, as reflected in changes in CPUE, is therefore quite real.

## **6. METHODOLOGIES FOR ASSESSING RESOURCES**

**a) Which methodologies should be used to estimate the potential of the traditional fishery? A comprehensive review of the problem.**

Choosing the most suitable methodologies for evaluating the resources accessible to the traditional fishery depends on the type of resource involved and the environment in which it is developing, the quantity and quality of the data that can be collected and the types of questions asked, among other things. The effectiveness



of these methods will be affected by the behaviour of the fish and the fishermen, who will determine the extent to which the assumptions underlying the methods used are respected.

### **Summary of Paper N° 21 (A. Fonteneau and D. Gascuel)**

An introductory paper providing a general overview of the methods which could be used was given by A. Fonteneau and D. Gascuel.

It was pointed out that the progressive intensification of fishing and the obvious and alarming variances in resource levels in recent years are such that efforts must be made to more accurately determine fishing levels using all available information and every existing analysis option. Senegal's resources (which are often "shared" with neighbouring countries) exist in a very dynamic environment characterised by seasonal and year-to-year fluctuations that are closely linked to the upwelling. These fluctuations translate into significant variations in catchability (availability) and, in all likelihood, recruitment. They can make it difficult to apply conventional assessment methods, and affect the interpretation and use of the results.

The approaches presented in the paper are intentionally conventional in that they involve aggregate (global) and analytical methods, with some consideration of socio-economic data, the environment, multi-specific aspects and interactions.

#### *Global approach*

This approach is based on the use of catch and effort data of the entire fishery. The latter can be directly measured or, more commonly, estimated on the basis of reliable abundance indices for a section of the fishery or independent assessments of the abundance of the fishery based on echo-integration or scientific trawling, for example. Several groups of models exist and their use should at least make it possible to analyse the impact of effort on the resource and to categorise the principle stocks according to status:

- A- lightly harvested;
- B- fully harvested; and
- C- over-harvested.

For educational purposes, these three status levels can be associated with traffic signals: a green light, amber light, or red light to indicate how much of the resource is being harvested.

The limitations of these global models are known; however, their use in relation to the resources harvested by the traditional fishery should make it possible to assess expansion opportunities or the need to control harvesting. These are "basic" questions which are often asked of researchers and for which there is all too often no answer.

### *The analytical approach*

Based on an analysis of age structure (and especially size structure), this approach provides a direct assessment of the pressures which the fishery exerts on the demographic structure and production of the stocks. Using this approach, it is possible to add the data from a number of different fisheries and to quantify their respective impact, paving the way for an analysis of the interactions. However, according to the author, the primary objective is to estimate the actual harvesting levels, the potential for expanding the fisheries and the danger of causing the stocks to decline.

The paper briefly discussed the fact that both of these types of methods pose various problems as far as implementation is concerned (environment, drifts in harvesting methods, unsettled fishing strategies and so on), which are often related to (socio-economic) human factors. This seems to justify an integrated (systemic) approach in which management of the resource (and therefore its analysis) cannot be ignored.

Lastly, the paper mentions that the significant diversity of species which characterises Senegal's resources could bring about strong interactions, namely technological interactions between the various Senegalese fishing techniques competing for the resource, and biological interactions between the species, in the form of predator-prey relationships. The first kind of interaction has been studied in Senegal (using the aggregate method), and a new approach (known as the MOPA project and based on the use of artificial intelligence and complex models) is being developed. The study of predator-prey interactions has not yet begun in Senegal.

In conclusion: the paper recommends that all of the approaches be integrated (especially the analytical and aggregate approaches), with a view to describing Senegal's resources and their potential for harvesting. International co-operation will be needed in order to ensure the transfer and mastery of the mathematical tools required.

### **Discussion**

This presentation was followed by a lively (and sometimes polemic) discussion which showed how difficult it was to reach a consensus on imperfect methodologies applied to abundant but incomplete or inaccurate data.

First, the participants acknowledged that, with very few exceptions, resources which are unique to the traditional fishery do not really exist; most of them are also harvested by the industrial fishery and even by fleets from neighbouring countries during migrations. There are far-reaching implications as far as analysis and management are concerned.

The complexity of the harvesting system, comprising multiple biological and human components and involving non-linear interactions and retro-effects was also mentioned.

Nonetheless, an approach was proposed. Although the evaluation of the

resources (in the strict sense) could not attend with this complexity, it could analyse the basic (more simple) relationships. If one worked with successive approximations, gradually increasing the degree of complexity of the analyses and the models one step at a time, the elements of an answer, if not the answer itself could be generated.

The important ties between research and management were also mentioned. these ties have affected, over time, changes in research and its arsenal of methodologies, that is, the choice of methods which exists today. In this regard, the principal problem no longer seems to be determining the level of sustainable catches (MSY, for example), or the so-call "optimal" effort ( $F_{MSY}$ ); rather, it is identifying resource trends and the desired fishing levels, based on management objectives.

The CRODT has not made sufficient use of classic methods, in particular, the use of a transversal approach with aggregate data for the traditional and industrial fisheries, to routinely monitor the state of the resources. Integrated statistics are now available and these analyses must be carried out immediately. However, there is no shortage of problems, and they may only be detected during this assessment and gradually resolved over time.

Nevertheless, caution must be exercised when using simple or simplifying approaches; apparent simplicity is often an illusion and, in some instances, the sum total of simple relations may not accurately reflect the complex reality. Modelling summarises the knowledge available at a given time. It often makes it possible to question the pertinence of scales, to discover conditions under which a method may or may not be applicable. Nonetheless, it assumes a mechanistic view of the world and therefore has definite limitations.

In particular, it is not possible to consider or predict the probability of the emergence of new properties which constitute a major characteristic of living systems using a mechanistic approach. One must bear in mind that the "taxonomic" elements of the system at a given time (the fleets, the strategies, the communities and so on) are the emergent properties of the system to change in order to allow the system to evolve and to adapt.

Given the fact that complexity leads to uncertainty, which must be measured and recognised, there is a place for a "meta-strategy" which would consist in promoting the diversity of the uses and the species. This would lead to the protection of bio-diversity and the protection of the flexibility and adaptability of the harvesting techniques. This cautious management approach contrasts with an interventionist approach.

It is important to point out that the approaches discussed are complementary approaches and not incompatible alternatives. Generally speaking, it is recommended that all the data available and all the tools available to analyse this data be used in order to compare the results. When a strong dynamic force is suspected, it is vital that dynamic modelling approaches also be introduced.

In any case, complexity must not lead to the paralysis of the research system.

## **b) Global approach.**

### **Summary of Paper N° 22 (A. Caverivière and M. Thiam)**

The attempts that have been made to apply the global model were presented to the symposium participants; they dealt with all of the demersal species (A. Caverivière and M. Thiam), and the inshore pelagic species (J. J. Lévênez) and, in both cases, dealt only with the Senegalese fisheries.

The preliminary global model, applied to demersal species, revealed that the fishing effort exercised on this community in recent years was greater than the Maximum Sustainable Yield (MSY). In fact, although catches increased with effort between 1977 and 1986, they decreased between 1987 and 1991, despite an increase in the effort index. This analysis should be updated to 1992. The situation seems to vary according to the species: certain species with a high commercial value, such as the white grouper, grouper and scamp grouper, seem to be heavily harvested, while other species are only moderately harvested. A more detailed analysis of this situation must be carried out. These results are very tentative for several reasons. For example, better catch estimates taking into consideration changes over time in discard rates of the trawlers, could make it possible to refine the model or at least to more accurately interpret some of the variables observed. Unfortunately, this parameter is very difficult, if not impossible, to grasp. The means of calculating the effort index must be improved. Moreover, it is necessary to extend the analysis to the sub regional level; fluctuations in yields observed in Senegal could be the result of changes in catches in other fisheries harvesting the same stocks (in Mauritania, for example). Environmental fluctuations must also be taken into consideration.

### **Discussion**

This presentation gave rise to numerous comments, the main ones being:

- the analysis could be refined by dividing the catches into major groups;
- it should be updated to 1992;
- this model is a summary of the information available; although some inaccuracies may exist, the model provides useful information, in conjunction with other data, for a diagnosis of the situation.

As of now, the findings of this model are giving the management of the Senegalese fisheries a red light as far as inshore demersal species are concerned (the other approaches have produced almost no green lights for these species).

With respect to abundance indices, one must be very cautious when using catches per unit effort. For example, the drop in the CPUE for white groupers for pirogues equipped with lines, initially interpreted as a decrease in the abundance of this species, could in fact be the result of a change in the tactics of traditional fishermen. For reasons that are likely economic, they may have decided to focus their effort on

the lagocephalus species and sea breams. An analysis based on price instead of catches would have cleared away this ambiguity.

Be that as it may, in order to obtain more representative abundance indices, combinations or groups of indicators which are deemed to be representative of abundance should be incorporated from different sources (traditional fishery, industrial fishery and research survey vessels). The data provided by the research survey vessels which operated in the sector (*L Amaro* and *L Sauger*) are of great interest. In spite of the many uncertainties associated with them, they are free from the potential structural biases of the data generated by the fisheries.

The CLIMPROD global model (FAO, ORSTOM<sup>4</sup>) was presented by P. Fréon. It is a computer program for selecting and adjusting a production model from among various mathematical formulas, most of which permit the introduction of a climate variable. This type of model is extremely useful anywhere inter-annual environmental fluctuations are significant and affect the productivity level of stocks and their catchability. This is clearly the case in Senegal, where this model has already been successfully applied in the past.

The model developed by Laloë and Samba for analysing the dynamics of fishing was presented using the "MOPAR" computer program which is currently being developed. It is a bio-economic model which simulates the temporal dynamics of a composite fishery. The model is based partly on a representation of the "strategies" of fishing vessels which can account for possible transfers of effort ("tactical" changes), and partly on a representation of the dynamics of the multi-specific resource, using production models which incorporate estimates of the potential and natural mortality of each species.

This model was "calibrated" on the basis of the fishery in Senegal and allows the user to explore a number of scenarios associated with changes in the marine environment affecting both the resource (accessibility, potential) and the fishermen (operating costs, selling price, adoption or abandonment of "tactics" and so on). (Paper N<sup>o</sup> 23, F. Laloë).

### **c) Competition between the industrial and traditional fisheries.**

#### **Summary of Paper N<sup>o</sup> 24 (A. Fonteneau) and paper N<sup>o</sup> 25 (A. Diallo)**

According to the currently accepted hypothesis that the traditional and industrial fisheries in Senegal are usually harvesting the same stocks, interactions can be expected between the two fisheries (which justifies the questions currently being raised by the ministry of fisheries with respect to research).

This type of situation may be viewed as a priority area for bio-economic analyses, since it is in interactive fishery systems that the more complex problems arise

---

<sup>4</sup> ORSTOM = L'institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération [The french institute of scientific research for development].

regarding the sharing of resources and revenues, the impact on employment and so on - in short, issues pertaining to the fishery policy in general.

Furthermore, the emergence of a conflict could be viewed as a "macrosignal" that the fishery is entering a stress situation (which may be the result of a biological imbalance).

As far as both demersal and pelagic species are concerned, the areas of activity of the industrial and traditional fleets should not overlap, at least in theory, because legislation exists to prevent industrial vessels from operating within six miles of the coast.

In practice, adherence to this legislation is fairly "flexible" and enforcement is difficult to monitor. Incursions by fishermen from one fleet into the "territory" of the other appear to be quite common. Furthermore, the pirogues fish extensively outside the six-mile zone reserved for them. This situation, which is not unique to Senegal, can generate conflicts, especially when passive gear (such as stationary nets) and active gear (such as trawls) are used concurrently in the same zones.

When real conflicts do develop, it is because competition (for the resource or for space) has "gone wrong". It is therefore necessary, to the extent possible, to begin to control the competition between the fisheries as soon as it becomes apparent and before it develops into conflict.

It was also stated that the areas in which the activities of the two fisheries overlap (for example, pirogues equipped with lines, and ice pirogues fishing outside the six-mile limit in the waters frequented by trawlers, or trawlers fishing less than six miles from the coast) must be mapped as accurately as possible. The information needed to do this type of mapping are available in the CRODT database.

Size-frequency data for catches of the species harvested by the two fleets are available (in actual fact, the two fleets rarely harvest the same size classes).

Two basic hypotheses can be advanced in order to begin an analysis of the Senegalese fishery for management purposes:

- Hypothesis 1: the industrial and traditional fisheries are harvesting two independent resources, in which case changes in fishing effort in either fishery would have absolutely no impact on the other fishery. This hypothesis has no biological foundation and must therefore be rejected.
- Hypothesis 2: the industrial and traditional fisheries are harvesting the same stocks. This hypothesis is plausible from a biological point of view. Consequently, a classic situation of potential competition exists between the fisheries. Powerful analytical models of the "multi-gear" variety are available to analyse these situations.

In practice, one of the most important issues to resolve in order to correctly carry out this type of analysis is the expert spatio-temporal knowledge of the different stocks and fisheries, essential factors in the interactions between the fisheries.

Several models exist which consider certain important factors, such as migration.

These include multi-gear yield per recruit models and global or analytical "compartment" models.

It was mentioned that, in addition to competition for the resource and for space, there is often intense competition for markets, thus the need to consider these parameters, which can explain the dynamics of the fishery.

Lastly, two important comments can be made regarding the interactions between the fisheries:

- these interactions can only be studied when the effort and mortality rate for each fishery are high enough to make them obvious (this is likely the case in Senegal); and
- when the stocks have a regional structure, it is necessary to have regional databases which integrate all fishery activities impacting on the stock.

### **Recommendations**

Potential interactions between the industrial fishery and the traditional fishery should be the subject of appropriate research by the CRODT.

As far as shared stocks are concerned, the diagnosis which research could provide to management inevitably involves a spatial analysis of mortality by fishery and gear type, with a view to determining the impact of each fishery harvesting the common resources as accurately as possible (regional studies, sub regional studies and so on). Viewed in this light, the need to increase scientific co-operation in order to develop a regional database becomes obvious; this alone will make it possible to carry out a realistic, comprehensive study of the potential interactions between the fisheries.

### **d) Analysis of size frequencies**

**Summary of Paper N° 26 (B. Samb, M. Barry-Gérard and A. Caverivière) and Paper N° 27 (A. Caverivière, M. Thiam and M. Faye).**

Paper N° 26 and Paper N° 27 indicate that a vast quantity of size-frequency data has been collected by the CRODT. The quality of these data varies; however, it would be possible, using these data, to carry out perfectly acceptable analyses for many species, especially stocks harvested by the traditional fishery.

The extent to which these data have been used varies significantly; data from the pelagic fishery have been analysed the most (several years ago), in spite of the difficulties associated with this type of resource (migrations and so on).

In general, this type of data is not often used by the CRODT to evaluate stocks, particularly where the traditional fishery is concerned. Major progress has been made in recent years in the area of information processing using computers; it is now relatively easy to carry out this type of analysis.

The reasons for the under-utilisation of this potential source of information were

discussed. The main reason seems to be the priority which had been placed on understanding and analysing the dynamics of the harvesting system, especially the fishery-by-fishery analysis of catches and effort for the traditional and industrial fisheries.

In order to make it possible to carry out these analyses, the group concluded that it was necessary to organise a two-week course on size-frequency analysis at the CRODT as soon as possible. This course would be immediately followed by a two-week workshop during which a detailed analysis of the size data available for the principle stocks in Senegal and Mauritania would be carried out.

The course and workshop could be developed around FISAT, the new computer program of the FAO and ICLARM. FISAT is a simple, modern and powerful tool for analysing size-frequency data. The course should be preceded by a preparatory phase during which the quality and quantity of the data to be used for the course and workshop would be analysed and structured in a format suitable for use with FISAT. These data would be used by the researchers in the region to develop case studies; they would also serve as the basis for the training course.

A number of issues which should be dealt with during this event were mentioned, namely:

- that data sets should be made available and distributed to the participants and leaders of the course/workshop well in advance of the event itself, in order to ensure better preparation;
- that the methods taught should take into consideration the multi-specific, multi-gear and ever-changing nature of the fisheries in Senegal and Mauritania;
- that the methods for analysing size frequency should be taught as complements to the age analysis methods and global methods, not as substitutes; and
- that size-frequency distribution, catches and CPUEs should be analysed in the context of geographic and temporal variability, and not only according to the equilibrium hypothesis (for example, cohort analyses should be used in place of catch curves whenever possible).

## **e) Analyses of demographic structures.**

### **Summary of Paper N° 28 (D. Gascuel)**

The paper given by D. Gascuel contained three main ideas:

- diagnosis of the yield per recruit model is pertinent to the question raised (can fishing effort be increased?);
- the yield per recruit model can be used to make predictions; and
- the yield per recruit model gives rise to a number of problems, and has its limitations.



*The diagnosis provided by the yield per recruit model is relevant*

The yield per recruit model makes it possible to summarise growth and mortality. Since we find it difficult to understand the factors affecting recruitment; it is all the more difficult to predict it. The model makes it possible to assess various use and recruitment scenarios present in nature, by doing the calculations for a recruit over its entire life span. In this way, it is possible to examine the effect of various mortality rates and exploitation patterns by the fishery, and distribution by gear type or fleet, on yield per recruit, the average weight of the catches, catches per unit effort, and the reproductive biomass by recruit.

*The yield per recruit model can be used as a forecasting tool*

The model can be used as a forecasting tool when recruitment is stable, but also when it is variable. If recruitment is stable and an assessment of it is available, total catches can be estimated by multiplying the yield per recruit by an estimate of recruitment. If recruitment is variable, the long-term yield is unknown and cannot be predicted; however, the model can evaluate the impact of various changes in relation to the status quo as far as selectivity and the proportion of various gear types or different fleets are concerned.

*The model gives rise to a number of problems and has its limitations*

The data on the fisheries and on the species harvested contain uncertainties which must be analysed in relation to the risk of false diagnoses. These uncertainties do not generally result in an inability to provide advice on the state of the stocks.

The two major limitations have to do with recruitment determinism and the complex relationships that often exist between nominal effort and actual effort, especially for the traditional fishery.

## Discussion

The discussion focused on the analytical models. Specifically, it was noted that:

- whether or not a relationship existed between stock and recruitment could have a direct impact on the socio-economic make-up of the fisheries;
- recruitment overfishing poses the most serious potential danger to any stock because the collapse of recruitment could lead to the disappearance of a resource. For example, sardinella was overfished for several years in Ghana. The biomass experienced a rapid collapse as a result of intense fishing (1973);
- yield per recruit analyses provide useful information on the average weight of catches, average yield based on the various F patterns by age. They also make it possible to identify green light, amber light and red light areas to describe the general state of the fisheries;
- the methods must be applied to a stock, not to a stock subset, regardless of whether analytical or global models are being used. It is therefore particularly important to have international research agreements at the sub regional level in order to cover the relevant biological units;

- often, the peak of the yield per recruit curve is not clearly defined; as a result, it may appear that there is little risk of increasing mortality through fishing. It is therefore extremely important to consider the possible existence of stock-recruitment relationships and other negative consequences of mortality as a result of heavy fishing;
- simple models such as the yield per recruit model can be useful; however, the assumptions and conditions of application must be clearly stated;
- the yield per recruit model, which applies to the life of a cohort, essentially provides long-term results; however, the predictions are probably more realistic in the short term, before the fishery adapts to the changes; and
- it is always very useful to carry out several analyses using different methods and different abundance indices. The findings are more reliable when several methods and indices concur.

## **f) Dynamics of the traditional fishery system.**

### **Summary of Paper N° 29 (J. Le Fur)**

In order to grasp the true complexity of the fisheries, it is necessary to consider the biological and socio-economic aspects. These ideas were discussed in relation to the MOPA project ([Translation] "Dynamics of the traditional fishery system and artificial intelligence") in a paper given by J. Le Fur. The objective of this project is to understand how the traditional fisheries react to a series of disturbances; of particular interest is whether they are able to recover or whether they disappear.

The example used to illustrate this approach was the study of the number of outings from Kayar by pirogues equipped with stationary nets (SN) between 1980 and 1991; a series in which there were relatively large fluctuations and, in 1985, a sustained disruption which resulted in the emergence of a fishery.

The question is therefore how and why do fishermen decide to practice one type of fishing rather than another?

The model which was described basically represents the decision-making process of the fishermen. The fishery system is represented as a series of interconnected networks in which various types of fluxes exist (fish, money, human players, information). Each object represented in the system interrelates with the others. For example, for the community, the species and quantities of fish are taken into consideration; for the fishermen, their tactics and area of activity are considered.

Using the information on the various fluxes across the various networks, it is possible to do such things as make a model of the decision-making process of a community of fishermen. This is expressed by means of a review of tactics by fishermen, the evaluation of which (together with complementary information on the status of the ports, the funds available and so on) generates a behaviour. The tactics themselves examine the yields and prices commanded by the species.

Progressive changes in the various fluxes and in the characteristics of the various components eventually simulate the dynamics of the fishery system taken as a whole. Parts of the modelling process are operational and were applied to the SN effort at Kayar. Unfortunately, the observed and simulated data did not always coincide. This led to a discussion of the validity of this type of simulation.

### **Discussion**

The benefits of these models, their sensitivity and their ability to detect the emergence of new trends were discussed. Obviously, it would be very difficult for the model to provide the underlying rules since the relationships that are modelled are only the result of what the collected data reflects. The validity of the model is closely related to the validity of the data.

By using different parts of the model, different problems can be explored, including the strategies of different players in the model. This could lead to an identification and classification of how the fishermen harvest fish stocks. Of course, all of the ideas depend on the type of information available. In terms of future prospects, it was agreed that such models could enhance our knowledge of how the fishery had adapted and evolved. However, caution must be exercised when using this model, so as not to stray from reality or overlook the fundamental problems raised by these fisheries.

P. Allen presented the multi-fleet, multi-species spatial model developed by J. McGlade and P. Allen. It is a model and simulation program based on the demersal fishery in the province of Nova Scotia, Canada. It effectively considers the spatial effects of the stocks and the fisheries. The merit of this model is that it comprehensively integrates numerous heterogeneous spatial data on the resources and the fisheries. This type of model is sometimes difficult to implement, owing to the multiple parameters required. Nonetheless, it can be of use in understanding certain aspects of the dynamics of fishing, even though certain parameters are very hypothetical.

### **g) Importance of trophic relationships in the evaluation and management of resources.**

It is often conceded that fish account for only twenty per cent (more or less) of animal productivity on the continental shelf, and that the abundance of each species is largely dependant on the trophic relationships that may exist between them. An accurate, quantified knowledge of these relationships could therefore make it possible to correct the abundance indices and, from there, steer management toward more adaptable forms.

Although this approach is appealing, it does come up against a number of problems:

- it supposes that trophic chains remain stable over time and are relatively simple. On the contrary, it is felt that the system is quite unstable and very complex; hence the need to envisage lengthy research of fundamental nature; and

- the cost of such studies may be prohibitive for research centres that have limited budgets and whose principal mandate is to develop goal-oriented research.

A number of possible solutions have been proposed with a view to compensating for these difficulties, including: using student, seeking co-operation with the ICLARM (which recently developed simplified models of these biological interactions), establishing regional projects in order to better distribute the weight of this research, and seeking co-operation with universities and laboratories in developed countries.

Nonetheless, it came out in the discussions that, before undertaking this type of study, it would be more sensible and is more urgent to dispense with certain steps which constitute the "classical foundations" of resource evaluation combining the various methods available (global model, analyses of size structures, sequential population analyses and so on).

### **h) Geographic Information System (GIS) and fishery research.**

In his paper (Paper N<sup>o</sup> 30), S. Garcia, Department of Fisheries, FAO, discussed the importance of space as a structural component in applied fishery research. After reminding the participants that fishing is just one of the uses of the coastal area and that it is the focus of increasingly negative tensions (pressures, competition, conflicts, deterioration), S GARCIA described the gradual evolution of the principles on which the management types are based, including traditional management and modern management, as well as the concept of integrated management of the coastal area.

The role of research in this structure is to formulate and analyse the various options for sustainable development, taking into consideration the bio-economic interactions among the fisheries and among the various uses of the coastal area.

It was pointed out that, in order to remain relevant, research must improve its multidisciplinary nature, the integration of data and the presentation of its advice to managers. The example of a fishery in Bangladesh effectively illustrated the increased pertinence of diagnoses once the spatial dimension was integrated. Numerous examples of this type can be shown. R. Lae pointed out that, in Mali, a geographer is currently implementing a geographic information system (GIS), with a view to promoting a better understanding of the problems resulting from use of the space by a variety of users (farmers, breeders and so on).

In this respect, GISs are remarkable tools which make it possible to gather, correlate and display diverse data. The implementation of these GISs has become viable in recent years as a result of the enormous progress in the field of microcomputers (hardware and software) which are now accessible to every fishery research laboratory. There are many potential applications for the GISs, and several examples in the field of fishery research have been mentioned.

Nonetheless, a number of problems specific to the potential use of GISs in applied fishery research were mentioned, particularly with respect to:

- the quest for a better understanding of changing phenomena;

- the choice of appropriate scales;
- spatial variability;
- the propagation of errors; and
- applicability to socio-economics.

Only once GISs are used with fishery data and related information will it be possible to reap the full benefits of this analysis method and to identify its real potential, problems and limitations.

All of the symposium participants recognised the importance of geographic information systems (GISs) and their potential in the areas of fishery research and the application and dissemination of findings.

It was stated that approximately one hundred and fifty computer programs that can be referred to as GISs are currently available on the market. They range in price from \$200 to \$7,000. There are a number of less sophisticated, low-resolution GISs which may, nonetheless, be of interest (the ICLARM's B. RUN program, for example).

It was mentioned that the data entered into a GIS are not independent of each other. There may be cause and effect relationships and interactions between the various parts of the GIS which must be taken into consideration.

One of the current shortcomings of GISs is the inferior ability to take advantage of the dynamics and temporal phenomenon which can also play a significant role in the dynamics of fishery systems, as a complement to the geographic component.

Lastly, a number of participants said that GISs required a large investment in hardware and that a significant amount of work was involved in preparing the data. It is necessary to involve cartographers and geographers who are used to working with georeferenced data.

Increased scientific co-operation from the international community with respect to these interesting but complex methods and problems therefore seems essential in countries with limited resources.

## 7. CONCLUSIONS

The scientific papers presented at the symposium and the discussions they encouraged shed light on a number of factors that have impaired the effectiveness of the CRODT's fishery research in recent years (particularly in the area of the evaluation of resources). A number of research recommendations were made and agreed upon by those participating in the symposium.

The most important problems mentioned were:

- that there is an insufficient amount of sub regional co-operation with respect to research, including programs, databases and resource assessment;

- that it was necessary to strengthen international co-operation with institutions that have leading-edge expertise in the assessment of tropical resources. This co-operation is indispensable, given the resources available to the CRODT and the ever-increasing complexity of analysis methods;
- that it is necessary to carry out "integrated" assessments of the principal stocks harvested by the traditional fishery, using various global and analytical models. Priority should be given to the demersal stocks, whose situation is particularly worrying, specifically by conducting analysis of the numerous size frequencies available in the database; and
- that it is necessary to analyse potential interactions between the industrial fishery and the traditional fishery in order to map out a development of the industrial fishery which will not harm the traditional fishery.

Lastly, one of the points which evoked debate was the phenomenon of "myopia" which sometimes causes researchers to lose sight of the "macroscopic" phenomena because they are too focused on the details. All too often, fishery scientists have "partial vision" and tend to focus on one variable or one fishery at a time.

The general conclusion of the symposium was that research must maintain a community approach in its studies and reason at a global level, such as the ecosystem level. Using the tools available, this comprehensive and synthetic view of the major phenomena can be achieved.

## **8. RECOMMENDATIONS OF THE SYMPOSIUM**

Several specific recommendations were made during the discussions. They should lead to a rapid reorganisation of the CRODT's research programs. Nonetheless, it seemed quite evident that most of these recommendations will have no real impact unless they are implemented in a co-ordinated manner at the sub regional level. Moreover, the recommendations urge the research centre to increase regional and international co-operation.

The participants made the following recommendations.

### **a) Principal recommendations.**

① Foster sub regional co-operation with respect to research on shared stocks, the environment and problems of joint interest.

To this end, it was agreed that a sub regional database should be established. It is indispensable to the assessment of the region's resources, especially those accessible to the Senegalese fisheries.

Most of the assessments of Senegal's stocks should be carried out at the sub regional level (Morocco, Mauritania, Senegal, Gambia, Guinea-Bissau, Guinea and Sierra Leone); ad hoc mechanisms must be quickly implemented for this purpose, so that joint databases can be developed. Without these databases, none of the countries can make reliable estimates.

② Promote the exchange of regional data among the research centres in relation to clearly defined research topics and within the framework of joint agreements or research programs.

③ Strengthen international co-operation with institutions that have leading-edge expertise in assessing tropical resources. This could be achieved by:

- sending researchers from the region on practicums in foreign laboratories, with a view to assessing resources using their own data;
- regional workshops with experts in the field of assessment; and
- the scheduling of regular visits by foreign researchers who would provide support to the Senegalese researchers and help resolve problems which are unique to the region; and
- the participation of Senegalese researchers in international working groups and symposia (CIEM, ICCAT and so).

④ Carry out "integrated" stock assessments using the various models (global and analytical) for the principal stocks harvested by the traditional fishery. Priority should be given to the demersal resources, whose situation is particularly worrying, according to the data and preliminary analyses available.

⑤ Concurrent with the analysis of these data and the assessment of the resources, carry out in-depth studies (detailed analyses) and global analyses (on a larger scale), moving from abstraction to a more concrete representation (particularly in space, and from short-term analyses to long-term analyses).

⑥ Further analyse potential interactions between the traditional fishery and the industrial fishery, taking all of the data into consideration (especially sizes harvested and fishing areas), by fully integrating the CRODT's industrial fishery data and traditional fishery data with biological and socio-economic data.

⑦ Improve the co-ordinated planning of data collection and research at the national and regional levels. The thousands of samples collected in the traditional fishery in Senegal lose their significance if no samples of catches by foreign trawlers are available. Moreover, detailed statistics on the local fisheries in Senegal are of little use if the other laboratories in the region are not making the same types of observations. The data will always be incomplete and therefore inadequate for any analysis conducted for the purpose of providing reliable scientific opinion.

## **b) Specific recommendations.**

### **Fishing effort**

1 Deal with the problem of controlling fishing effort and access to the resource; collect data and encourage analysis and reflection. Consider the potential impact of demography and the migration of the population toward the coast on resource demand and fishing effort, as well as the consequences of developing the effort of the national or foreign industrial fishery.

2 Study the relationships between relative fishing capacity and engine power (and the other technical characteristics of vessels) for the traditional and industrial fisheries. Make use of all available information: demography of the fleets and work force, technological developments and so on. Analyse the spatial effects of the geographic distribution of the small pelagic fish on the measurement of effort and abundance.

3 Continue to develop models of the fishery system in order to better understand and predict its dynamics.

### **Migrations and life cycles**

4 Analyse the data available in Senegal and Mauritania in order to clarify the migration patterns and life cycles of the principal species, and identify the individual stocks and the appropriate management units.

5 Encourage comparative studies at the regional level on life cycles, temporal variability, the role of the environment and so on.

### **Assessments**

6 As quickly as possible, establish sub regional working groups to analyse shared stocks. In particular, set up working groups by broad geographic area (rather than by species) in order to be able to identify multi-specific phenomena, and changes in species and fleet strategies.

7 As far as CRODT programs are concerned, the species to be given priority for assessment purposes should be selected on the basis of their economic value. The important species for the traditional fishery, for example, are listed above by value and by weight (Section 2.1.).

8 As soon as possible, undertake systematic analyses of size-frequency distribution using all appropriate methods available, and do so in co-operation with neighbouring countries when the resource is shared. Combine global and analytical studies.

9 Continue to analyse fishing effort; this data is needed to regulate effort. Describe the variations in and the components of nominal effort. Conduct further research on the relationships between nominal and actual effort.

10 Organise another symposium at the CRODT in two or three years, with an agenda focusing on the bio-economic analysis of the fisheries.

11 Consider the possibility of conducting nation-wide echo-sounding surveys, covering the entire region with one vessel. Change the focus of national echo-sounding surveys to studying geographic distributions and their impact on the estimation of abundance.



## **Environment**

12 Develop studies on the environment and changes occurring over the long term, including global changes in climate, as they relate to the problems of analysing and monitoring the fisheries and their fluctuations. Use models which allow this type of integration (CLIMPROD, for example).

## **Training**

13 Organise a training course dealing with the analysis of frequency distributions, along with a workshop focusing on the analysis of the data available on the principal species in the sub region. It is recommended that Mauritanian researchers be invited to attend this course.

## **Statistics**

14 Examine and implement a system for collecting biological information (size, information on discards, and so on) on the vessels authorised to fish in the EEZ. Emphasise co-operation between the CRODT and the control and monitoring bodies.

15 Intensify the exploratory analysis of statistical data while developing models.

16 Integrate all of the CRODT's statistical databases in order to facilitate exhaustive analyses. Avoid artificial divisions and compartmentalisation by section; this generates scientific rigidity.

17 Routinely calculate the value of yields in the various sections of the fishery.

## **New research opportunities**

18 Consider the possibility of implementing, with outside co-operation, a pilot program to analyse trophic relationships, with a view to gaining a better understanding of resource fluctuations. Co-operation with the university would make it possible to enlist the participation of students in this program.

19 Examine the possibility of more effectively sampling secondary landing points which are currently poorly sampled or not sampled at all.



## *Liste des participants.*

---

---

**ALLEN Peter :**

Professeur

International Ecotech. Res. Center  
Cranfield, Bedford MK 43 0AO,  
ANGLETERRE

**BARRY-GERARD Mariama**

Biologiste des pêches

ISRA \*

**BELKHAOUAD Abdellah**

Chercheur

2 Rue de Tiznit CASABLANCA  
MAROC

**BRENDEL René**

Technologie des Engins de Pêche \*

**CADIMA E**

Professeur

Université d' ALGARVE, FARO  
PORTUGAL

**CAVERIVIERE Alain**

Biologiste

ORSTOM \*\*

**CHABOUD Christian**

Economiste

ORSTOM \*\*

**CHARLES-DOMINIQUE Emmanuel**

Biologiste des Pêches

ORSTOM \*\*

---

\* CRODT/ISRA BP 2241 DAKAR SENEGAL

Fax : (221) 34 27 92 - Tél. : (221) 34 80 41 - 34 82 80

\*\* ORSTOM B.P. 5045 34032 MONTPELLIER CEDEX FRANCE

Fax : (33) 67 54 78 00 - Tél. : (33) 67 61 74 00

**CHAVANCE Pierre**  
Biologiste des Pêches

ORSTOM CNSH BP 1984 CONAKRY  
GUINEE

**CHOUINARD Ghislain**  
Pêches et Océans

B.P. 5030 MONCTON NB E1C 9B6  
CANADA

**CURY Philippe**  
Biologiste des Pêches

ORSTOM\*\*

**DEME Moustapha**  
Economiste

ISRA\*

**DEME GNINGUE Itaf**  
Chimiste

ISRA\*

**DIA Abdou Daïm**  
Chercheur, Sociologue

CNROP\*\*\*

**DIADHIOU Hamet-Diaw**  
Biologiste des pêches

ISRA\*

**DIALLO Abdoulaye**  
Biologiste des pêches

CNSHB.P. 1984 CONAKRY  
GUINEE

**DIALLO Mamadou**  
Biologiste des pêches

ISRA\*

**DIAW Alioune**  
Responsable de la Communication

PSPS - B.P.3656 DAKAR  
SENEGAL

**DIOH Bernard**  
Conseiller Technique

Ministère des Pêches et des Transports  
Maritimes, B.P. 4050 DAKAR  
SENEGAL

**DIOUF Taïb**  
Biologiste des Pêches

ISRA\*

\*\*\* CNROP BP 22 NOUADHIBOU/MAURITANIE Fax : (222) 24 90 35 - Tél. : (222) 24 51 24

**DOMAIN François**  
Biologiste des Pêches

ORSTOM CNSH, B.P. 1984 - CONAKRY  
GUINEE

**FARRUGIO Henri**  
Biologiste des Pêches

IFREMER - Rue Jean Vilar, 34 200 SETE  
FRANCE

**FAYE Mamadou**

Centre de Formation des Pêches,  
DAKAR

**FERRARIS Jocelyne**  
Biostatisticienne

ORSTOM\*

**FONTANA André**  
Biologiste des Pêches

ORSTOM, 213, Rue Lafayette, 75 010  
PARIS  
FRANCE

**FONTENEAU Alain**  
Biologiste des Pêches

ORSTOM\*

**FOUCAULT François**  
Economiste

IFREMER DRV/SEM, 143, Rue J.J.  
Rousseau, 92 138 ISSY LES  
MOULINEAUX  
FRANCE

**FREON Pierre**  
Biologiste des pêches

ORSTOM\*\*

**GARCIA Serge**  
Directeur de la Division des  
Ressources Halieutiques et de  
l'environnement

FAO, 00100 ROME -  
  
ITALIE

**GASCUEL Didier**  
Maître de conférence Unité  
Halieutique

ENSAR - 65 Route de St. Briec 35 042 -  
RENNES CEDEX  
FRANCE

**HOENIG John**

CSt. Dept. of Fisheries and Oceans

P.O.Box 5 667, St John's NFID AIC 5x1  
CANADA

**KEBE Moustapha**

Economiste

ISRA\*

**KORANTENG Kwame A**

Senior Research Officer

FRU P.O. Box B-62 TEMA

GHANA

**LAE Raymond**

Biologiste des pêches

ORSTOM, COB B.P. 70, 29280  
PLOUZANE  
FRANCE

**LALOE Francis**

Biostatisticien

ORSTOM\*\*

**LE FUR Jean**

Modélisateur

ORSTOM\*

**LEVENEZ Jean-Jacques**

Biologiste des Pêches

ORSTOM\*

**LY Omar**

Docteur Vétérinaire-Océanographe,  
Pêche artisanale

1 Rue Joris B.P. 289 DAKAR  
SENEGAL

**MACQUERON Frédéric**

Conseiller Technique au Ministère  
Délégué chargé de la Mer

DAKAR

SENEGAL

**MAGUIRE Jean Jacques**

Chercheur

901 CAP DIAMANT, QUEBEC QC GIK  
NY - 7  
CANADA

**MARCHAL Emile**

Responsable UR II

ORSTOM, Institut Océanographique,  
195 Rue St-Jacques, 75 005 PARIS  
FRANCE

**MBARECK Soueilem Mohamed**

Biologiste des Pêches

CNROP\*\*\*

**MC GLADE Jacqueline**

Professeur

Ecosystems Analysis and Managment  
Group. Department of Biological  
Sciences Univ. of WARWICK  
COVENTRY CV4 7AL  
ROYAUME UNI

**MOUNIR Lamine**

Economiste

ISPM, 2 Rue de Tiznit , CASABLANCA

MAROC

**NDIAYE Bassirou**

Technicien

ISRA\*

**PAULY Daniel**

Directeur Programme des Systèmes de  
Ressources Côtiers

ICLARM MAKATI METRO MANILA 1,  
299  
PHILIPPINES

**ROY Claude**

Océanographe

ORSTOM\*\*

**SAMBA Alassane**

Biologiste des pêches

ISRA\*

**SYLLA Mor**

Technicien

ISRA\*

**THIAM Ismaïla**

Chercheur

CNROP\*\*\*

**THIAM Modou**

Biologiste des pêches

ISRA\*

**TOUEILEB Chérif**

Directeur Adjoint

CNROP\*\*\*

**VAKILY Jan Michael**

Scientific Adviser to IMBO

c/o EC DELEGATION P.O. BOX 1399,  
FREETOWN  
SIERRA LEONE

**VALL Ould Mohamed**

Biologiste

CNROP\*\*\*



ORSTOM Éditions  
Dépôt légal : décembre 1994

Achevé d'imprimer sur les presses de Paragraphic – 31240 L'Union (Toulouse)  
Dépôt légal : Décembre 1994



Diffusion  
72, route d'Aulnay  
F-93143 Bondy Cedex

ISSN : 0767-2896

ISBN : 2-7099-1240-6 (Édition complète)

ISBN : 2-7099-1241-4 (Tome 1)

ISBN : 2-7099-1242-2 (Tome 2)

*Photo de couverture :  
Pirogue, ou navire industriel ?*

*Cliché : Alain Fonteneau*