COMMISSION EUROPÉENNE

Recherche communautaire

EUR 21126

Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest: un demi-siècle de changement

Actes du Symposium International
Dakar, Sénégal, 24-28 Juin 2002

IRD
Institut de recherche pour le développement

ACTES DE CONFÉRENCES

La recherche européenne vous intéresse?

Notre magazine ***RDT info*** vous tient au courant des principaux développements dans ce domaine (résultats, programmes, événements, etc.).
RDT info est disponible gratuitement en allemand, en anglais et en français, sur simple demande à:

Commission européenne
Direction générale de la recherche
Unité «Information et communication»
B-1049 Bruxelles
Fax (32-2) 29-58220
E-mail: research@cec.eu.int
Internet: http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo/index_fr.html

Lecture-correction et révision des textes:
Textes en français: Charles H. A. Masson, assisté de Ousmane Camara & de Habib Gassama
Textes en anglais: Alain Damiano, Venceslas Goudiaby & Amy Karafin
Secrétariat des actes: Oumy Ba

Réalisation éditoriale: mise en pages:
Charles Masson Édition
B.P. 23751 Dakar-Ponty
Dakar (Sénégal)
Téléphone: (221) 835 59 89 - 879 11 55 - 879 11 51
Télécopie: (221) 879 11 52
Adresse électronique: cha.edition@sentoo.sn

Photos en couverture: Pêcheurs de poulpe sur une pirogue © IRD
Boops boops © Robert Patzner

IRD
IRD - Institut de recherche pour le développement
213, rue La Fayette
F - 75480 Paris Cedex 10
Téléphone: (33-1) 48 03 77 77
Fax: (33-1) 48 03 08 29
Site web: http://www.ird.fr/

COMMISSION EUROPEENNE
Direction Générale de la Recherche
Direction N – Coopération scientifique internationale
Unité 2 – Activités communautaires de coopération
B-1049 Bruxelles
Fax: (32-2) 29-66252
E-mail: inco@cec.eu.int

Europe Direct est un service destiné à vous aider à trouver des réponses aux questions que vous vous posez sur l'Union européenne.

Un numéro unique gratuit (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Certains opérateurs de téléphonie mobile ne permettent pas l'accès aux numéros 00 800 ou peuvent facturer ces appels.

De nombreuses autres informations sur l'Union européenne sont disponibles sur l'internet via le serveur Europa (http://europa.eu.int).

Une fiche bibliographique figure à la fin de l'ouvrage.

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes, 2005

ISBN 92-894-7480-7

© Communautés européennes, 2005
Reproduction autorisée, moyennant mention de la source

Printed in Belgium

IMPRIMÉ SUR PAPIER BLANCHI SANS CHLORE

PÊCHERIES MARITIMES, ÉCOSYSTÈMES & SOCIÉTÉS EN AFRIQUE DE L'OUEST :

Un demi-siècle de changement

Actes du symposium international
Dakar — Sénégal — 24-28 juin 2002

Pierre CHAVANCE, Moctar BÂ, Didier GASCUEL,
Jan Michael VAKILY & Daniel PAULY
Éditeurs scientifiques

Collection des Rapports de recherche halieutique ACP-UE, numéro 15, Vol.1
(ISSN 1026-6992)

Bruxelles
Octobre 2004

Notice catalographique en fin de la publication

Avertissement

Le contenu et la présentation de ces actes ne reflètent pas nécessairement l'opinion de la Commission européenne quant à la légitimité d'un quelconque pays ou territoire, d'une quelconque ville ou région ou de ses autorités ou quant à la délimitation de ses frontières.

Collection des rapports de recherche halieutique ACP-UE

Les rapports de recherche halieutique ACP-UE forment une collection d'ouvrages dont le dessein est de diffuser des informations sur les progrès réalisés dans le cadre de l'initiative de recherche halieutique ACP-UE, ainsi que les résultats de ses travaux, et ceci de manière à en renforcer l'impact. Cette collection comprend des comptes-rendus d'ateliers et de réunions, des analyses sur les politiques sectorielles et des rapports d'activités menées dans le cadre de cette initiative.

Propriété intellectuelle & droit de reproduction

Les droits d'auteur afférents à ces actes appartiennent exclusivement à la Commission européenne.

La Commission autorise la reproduction de tout ou partie de ces actes dans un but éducatif, scientifique et/ou au service du développement ; et ceci aux deux conditions expresses suivantes :

— la mention de la source dans l'intégralité de sa notice catalographique telle que donnée en fin de la publication ;
— l'information de la Commission européenne par écrit à la Direction Générale de la Recherche, 8, Square de Meeûs, B-1049 Bruxelles, Belgique.

La Commission Européenne interdit l'exploitation de ces actes à des fins commerciales, sur quelque support que ce soit.

Disponibilité des actes du symposium

Les actes du symposium international « *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement* » peuvent être obtenus à l'Office des publications en citant le numéro de catalogue ou à l'IRD. Une version abrégée en anglais et français est également disponible : inco@cec.eu.int

Les actes sont également disponibles sous forme électronique sur les sites suivants :

http://www.cordis.lu/inco/fp5/library_en.htm

http://www.ird.sn/activites/osiris/telechargement/Symposium%20SIAP/index.htm

Sommaire

LISTE DES PARTENAIRES
p. X

PRÉFACE

Par le Dr BÂ MAMADOU M'BARÉ,
ministre des Pêches et de l'Économie maritime de la République islamique de Mauritanie,
président en exercice de la Conférence des ministres de la C.S.R.P.
Français : pp. XI-XII
Anglais : pp. XIII-XIV

INTRODUCTION

Par les éditeurs scientifiques,
CHAVANCE (Pierre), Moctar BÂ, Didier GASCUEL, Jan Michael VAKILY & Daniel PAULY
Français : pp. XV-XXIV
Anglais : pp. XXV-XXXII

PARTIE I
APPUI À LA RECHERCHE & À LA DÉCISION : LES OUTILS
SUPPORT TO RESEARCH & DECISION-MAKING: THE TOOLS

ARTICLES

VAKILY (J. M.), S. B. CAMARA, A. N. MENDY, V. MARQUES, B. SAMB, A. JÚLIO DOS SANTOS, M. F. SHERIFF, M. M. OULD TALEB SIDI & D. PAULY : pp. 3-10
► Normalisation de la nomenclature scientifique des poissons marins de la sous-région nord-ouest africaine
Normalisation of the Scientific Nomenclature of the Marine Fishes of the Northwest African Sub-region

THIBAUT (L.), P. CHAVANCE & A. DAMIANO : pp. 11-24
► StatBase, une approche générique pour la gestion de statistiques de pêche d'origines multiples
StatBase: A Generic Approach for Managing Multi-Sources Fisheries Statistics

BARRY (M. D.), D. THIAO & S. NDAW : pp. 25-36
► Les statistiques de la pêche maritime sénégalaise dans la base régionale StatBase
Senegalese Marine Fishing Statistics in the Regional Database StatBase

NOTES

GUITTON (J.) & D. GASCUEL : pp. 37-42
► TrawlBase-Siap : un outil de gestion des données de campagnes de chalutage scientifique
TrawlBase-Siap: A Software to Manage Trawling Survey Data

LALOË (F.), A. SAMBA & N. PECH : pp. 43-50
► Modélisation de la dynamique conjointe de l'exploitation & de la ressource
Modelling the Joint Dynamics of the Exploitation and the Resource

BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58
► Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries
GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

SOLIÉ (K.), A. MENDES ALMEIDA, D. BERTHIER, M. TANDSTAT,
P. A. AMORIM & A. M. CARAMELO : pp. 59-66
► Sig & Gestion des pêcheries dans la partie nord de l'écosystème du golfe de Guinée
GIS & Fisheries Management in the Northern Part of the Gulf of Guinea Ecosystem

PARTIE II
ÉVOLUTION DES PÊCHERIES & DE LEURS PRISES
FISHERIES & LANDING TRENDS

ARTICLES

MENDY (A. N.) : pp. 69-78
► *Trends in Gambian Fisheries & Fisheries Statistics*
Évolution des pêcheries gambiennes & statistiques de pêche

RIBEIRO (C.), P. GONÇALVES, A. MOREIRA & K. A. STOBBERUP : pp. 79-98
► *The Portuguese Industrial Fisheries in Northwest Africa During the 20th Century*
La pêcherie industrielle portugaise en Afrique de l'Ouest septentrionale au XXe siècle

GARIBALDI (L.) & R. GRAINGER : pp. 99-112
► *Chronicles of Catches from Marine Fisheries in the Eastern Central Atlantic for 1950-2000*
Chroniques des captures des pêches maritimes dans l'Atlantique Centre-Est de 1950 à 2000

CHAVANCE (P.) : pp. 113-130
► Pour une reconstruction d'un demi-siècle d'évolution des pêcheries en Afrique de l'Ouest
Towards Reconstructing Half a Century of Change in West African Fisheries

WATSON (R.) : pp. 131-138
► *Mapping Marine Fisheries Catches of West Africa: 1950 to 2000*
Cartographie des prises halieutiques d'Afrique occidentale : 1950 à 2000

DIOP (M.), I. SOBRINO, L. FERNÁNDEZ, T. GARCÍA & A. RAMOS MARTOS : pp. 139-152
► Évolution des prises accessoires des pêcheries spécialisées crevettière & merluttière
dans les eaux mauritaniennes de 1959 à 2000
Trends in the By-Catch of Shrimp & Hake Fisheries
in Mauritanian Waters, 1950 to 2000

NOTES

CHAVANCE (P. N.) & P. CHAVANCE : pp. 153-164
► Typologie & distribution des grandes pêcheries en Afrique de l'Ouest depuis 1950
Major West African Fisheries: Typology & Distribution Since 1950

TOUS (Ph.), M. DIOP, M. A. DIA & Ch. A. INEJIH : pp. 165-170
► Port-Étienne & les pêcheries des côtes mauritaniennes dans la première moitié du XXe siècle
Port-Etienne & the Mauritanian Coastal Fisheries in the First Half of the 20th Century

CAVERIVIÈRE (A.) & D. THIAM : pp. 171-178
► Trente ans de pêche au chalut de la crevette rose *Penaeus notialis* dans la région Sénégal-Guinée Bissau
Thirty Years of Trawling Pink Shrimp Penaeus notialis *in the Senegal-Guinea-Bissau Area*

PARTIE III
IMPACTS DES PÊCHERIES SUR LES PEUPLEMENTS, LES BIOMASSES & LES ÉCOSYSTÈMES
IMPACT OF FISHERIES ON POPULATIONS, BIOMASSES & ECOSYSTEMS

ARTICLES

BARRY (M. D.), M. LAURANS, D. THIAW & D. GASCUEL : pp. 183-194
► Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises
State of Exploitation of Five Demersal Fish Species off the Senegalese Coast

LAURANS (M.), D. GASCUEL & M. D. BARRY : pp. 195-204
► Évolution des abondances des principales espèces exploitées au Sénégal
Trends in the Abundance of Major Species Exploited in Senegal

GASCUEL (D.), M. LAURANS, A. SIDIBÉ & M. D. BARRY : pp. 205-222
► Diagnostic comparatif de l'état des stocks & évolutions d'abondance
des ressources démersales dans les pays de la C.S.R.P.
Stock Diagnosis & Abundance Trends for Demersal Resources in the Countries of the CSRP

CAVERIVIÈRE (A.) : pp. 223-242
► Émergence de trois espèces démersales d'Afrique de l'Ouest
(*Balistes carolinensis*, *Octopus vulgaris*, *Penaeus notialis*) : Points communs & différences
Emergence of Three Demersal Species in West Africa
(Balistes carolinensis, Octopus vulgaris, Penaeus notialis)*: Common Features & Differences*

KORANTENG (K. A.) & D. PAULY : pp. 243-252
► *Long-term Trends in Demersal Fishery Resources of Ghana in Response to Fishing Pressure*
Tendances à long terme des ressources démersales du Ghana, & leurs changements dus à l'effort de pêche

WILLEMSE (N. E.) & D. PAULY : pp. 253-260
► *Ecosystem Overfishing: A Namibian Case Study*
La surpêche d'un écosystème : Cas de la Namibie

JOUFFRE (D.), G. DOMALAIN, D. THIAM, S. TRAORÉ, A. CAVERIVIÈRE,
F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH : pp. 261-280
► Communautés démersales d'Afrique de l'Ouest 1987-1999 :
Changements de répartition & de composition spécifique, observés par chalutages scientifiques

Demersal Fish Communities off West Africa 1987-1999:
Changes in Distribution & Species Composition Derived from Bottom Trawl Surveys

AMORIM (P. A.), S. S. MANÉ & K. A. STOBBERUP : pp. 281-298
► *Structure of Demersal Fish Assemblages Based on Trawl Surveys*
in the Continental Shelf & Upper Slope off Guinea-Bissau
Structure des peuplements de poissons démersaux fondée sur les campagnes scientifiques de chalutage menées sur la plateforme continentale & le talus supérieur au large de la Guinée-Bissau

DOMALAIN (G.), D. JOUFFRE, D. THIAM, S. TRAORÉ & Ch.-L. WANG : pp. 299-310
► Évolution de la diversité spécifique & des dominances
dans les campagnes de chalutage démersal du Sénégal et de la Guinée
Changes in Diversity & Dominances in Demersal Survey off Senegal and Guinea

THIAM (D.), S. TRAORÉ, F. DOMAIN, S. S. MANÉ, C. MONTEIRO,
E. MBYE & K. A. STOBBERUP : pp. 311-328
► *Size Spectra Analysis of Demersal Fish Communities in Northwest Africa*
Analyse des spectres de taille des communautés de poissons démersaux en Afrique du Nord-Ouest

GUÉNETTE (S.) & I. DIALLO : pp. 329-346
► Exploration d'un modèle préliminaire de l'écosystème marin de la Guinée
Exploration of a Preliminary Model of the Marine Ecosystem of Guinea

STOBBERUP (K. A.), V. M. RAMOS, M. L. COELHO & K. ERZINI : pp. 347-364
► *Changes in the Coastal Ecosystem of the Cape Verde Archipelago*
over the Last Two Decades: A Simulation Study Using Ecosim
Changements dans l'écosystème côtier dans l'archipel du Cap-Vert
pendant les deux dernières décennies : Une étude de simulation avec Ecosim

SAMB (B.) & A. N. MENDY : pp. 365-376
► Dynamisation du réseau trophique de l'écosystème sénégambien
Mass-Balance Trophic Model of the Senegambian Ecosystem

CHRISTENSEN (V.), P. A. AMORIM, I. DIALLO, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. N. MENDY,
M. M. OULD TALEB OULD SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY,
M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY : pp. 377-386
► *Trends in Fish Biomass off Northwest Africa, 1960-2000*
Tendances de la biomasse des poissons du Nord-Ouest africain, 1960-2000

NOTES

SIDIBÉ (A.), D. GASCUEL & F. DOMAIN : pp. 387-392
► Évaluation & diagnostic de quatre stocks de poissons démersaux côtiers en Guinée
Assessment & Diagnosis of Four Demersal Coastal Fish Stocks in Guinea

SIDIBÉ (A.), M. LAURANS, D. GASCUEL & F. DOMAIN : pp. 393-398
► Évolution comparative de l'abondance des ressources halieutiques démersales
en Guinée entre 1985 & 1998
Comparative Evolution of Demersal Fisheries Resources Abundance in Guinea Between 1985 & 1998

COLOMB (A.) & J. LE FUR : pp. 399-404
► Revue des connaissances sur l'environnement des ressources halieutiques de Guinée
A Review of *Knowledge on the Environment of Fisheries Resources in the Republic of Guinea*

VILLANUEVA (M. C.), L. TITO-DE-MORAIS, J.-Y. WEIGEL & J. MOREAU : pp. 405-414
► *An Ecopath Model of the Sine-Saloum Delta Biosphere Reserve (Senegal)*
Modèle Ecopath pour une réserve de la biosphère : le delta du Siné Saloum (Sénégal)

GASCUEL (D.) : pp. 415-420
► Cinquante ans d'évolution des captures & biomasses dans l'Atlantique Centre-Est :
Analyse par les spectres trophiques de captures & de biomasses
Observed Changes in the Central-Eastern Atlantic over the Last 50 Years:
An Analysis Using Catch & Biomass Trophic Spectra

JOUFFRE (D.), G. DOMALAIN, S. TRAORÉ, D. THIAM, F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH : pp. 421-432
► Détection de l'impact de la pêche sur les communautés démersales d'Afrique de l'Ouest
par l'analyse multivariée sous contraintes
Detection of Fishing Impact on Northwest African Demersal Communities Using Constrained Ordination

AMORIM (P. A.), G. DUARTE, V. PIRES, M. GUERRA, T. MORATO & K. A. STOBBERUP : pp. 433-440
► *Improvements on the Guinea-Bissau Ecopath Model with an Exercise on*
Simulation the Effects of Fishing
Améliorations du modèle Ecopath pour la Guinée-Bissau
avec un exercice de simulation des effets de la pêche

PARTIE IV
SOCIO-ÉCONOMIE & GOUVERNANCE : DIAGNOSTIC & NOUVELLES APPROCHES
SOCIO-ECONOMY & GOVERNANCE: DIAGNOSIS & NEW APPROACHES

ARTICLES

CHERIF (A. M.) : pp. 443-454
► Histoire des pêcheries mauritaniennes :
La tension entre les aspirations nationales & les pressions internationales
History of Mauritanian Fisheries:
Tension Between the National Ambitions & International Pressures

FAILLER (P.), Ch. A. INEJIH, M. DEME & A. IDELHAJ : pp. 455-474
► Un quart de siècle de gestion des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest :
Enseignements & propositions
25 years of Cephalopod Fishery Management in West Africa:
Lessons Learnt & Recommendations

CATANZANO (J.) & H. REY-VALETTE : pp. 475-494
► Histoire des pêches, accords de pêche & politiques publiques en Afrique de l'Ouest
History of Fishing, Fishing Agreements & Public Policies in West African Countries

REY-VALETTE (H.) & S. CUNNINGHAM : pp. 495-506
► Interactions pêche artisanale & pêche industrielle dans l'histoire des pêches de l'Afrique de l'Ouest
Interactions Between Industrial & Artisanal Fisheries in the History of West Africa Fishery

GARCIA (S. M.) : pp. 507-522
► *A review of the Ecosystem Approach to Fisheries*
Une revue de l'approche écosystémique des pêches

CONCLUSIONS ADOPTÉES PAR LES PARTICIPANTS AU SYMPOSIUM À L'ISSUE DE LEURS TRAVAUX
pp. 525-528

CONCLUSIONS ADOPTED BY SYMPOSIUM PARTICIPANTS AT THE CLOSE OF THEIR WORK
pp. 529-532

HORS-TEXTES
PLATES

PLANCHE I/PLATE I
Figure 1 & Figure 3
BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58
► Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries
GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

PLANCHE II/PLATE II
Figure 6
BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58
► Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries
GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

PLANCHE III/PLATE III
Figure 1 & Figure 6
SOLIÉ (K.), A. MENDES ALMEIDA, D. BERTHIER, M. TANDSTAT,
P. A. AMORIM & A. M. CARAMELO : pp. 59-66
► Sig & Gestion des pêcheries dans la partie nord de l'écosystème du golfe de Guinée
GIS & Fisheries Management in the Northern Part of the Canary Current Ecosystem

PLANCHE IV/PLATE IV
Figure 2
WATSON (R.) : pp. 131-138
► *Mapping Marine Fisheries Catches of West Africa: 1950 to 2000*
Cartographie des prises halieutiques d'Afrique occidentale : 1950 à 2000

PLANCHE V/PLATE V
Figure 3
SAMB (B.) & A. N. MENDY : pp. 365-376
► Dynamisation du réseau trophique de l'écosystème sénégambien
Mass-Balance Trophic Model of the Senegambian Ecosystem

PLANCHE VI/PLATE VI
Figure 3 & Figure 4
CHRISTENSEN (V.), P. A. AMORIM, I. DIALLO, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. N. MENDY, M. M. OULD TALEB OULD SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY, M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY : pp. 377-386
► *Trends in Fish Biomass off Northwest Africa, 1960-2000*
Tendances de la biomasse des poissons du Nord-Ouest africain, 1960-2000

ANNEXES
LISTES & LIENS

Auteurs : pp. II-X

Lecteurs : pp. XI-XIV

Liste des partenaires

CCR-IES (JRC/IES), Centre commun de recherche de la Commission Européenne, Institut de l'environnement et de durabilité, via Fermi 1, 21020 Ispra (VA), Italie. **http://ies.jrc.cec.eu.int**

CIPA, Centro de Investigação Pesqueira Aplicada, avenida Amílcar Cabral 12, CP: 102, Bissau, Guinée Bissau. **cipacr@hotmail.com**

C.N.S.H.B., Centre national des sciences halieutiques de Boussoura, B.P. 3738/39, Conakry, Guinée. **dg@cnshb.org.gn**, **http://www.cnshb.org.gn**

C.R.O.D.T., Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye, B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar, Sénégal. **http://www.isra.sn/crodt.htm**

C.S.R.P., Secrétariat permanent de la Commission sous-régionale des pêches, B.P. 20505, Dakar, Sénégal. **www.csrp-afrique.org**, **csrp@sentoo.sn**

Ensar, École nationale supérieure agronomique de Rennes, 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes, France. **www.agrocampus-rennes.fr**

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, **www.fao.org, fao-hq@fao.org**

FD, Fisheries Department, 6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul, Gambie. **gamfish@gamtel.gm**

I.E.O., Instituto Español de Oceanografía, Puerto Pesquero S/N Apdo 285, 29640 Fuengirola, Malaga, Espagne. **www.ieo.es**

IMROP (ex-C.N.R.O.P.), Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches, B.P. 22, Nouadhibou, Mauritanie. **www.imrop.mr**, **imrop@imrop.mr**

I.N.D.P., Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas, C.P. 132, Mindelo, Cap-Vert. **indp@cvtelecom.cv**

IPIMAR, Instituto de Investigação das Pescas e do Mar, av. Brasilia, 1449-006 Lisboa, Portugal. **www.iniap.min-agricultura.pt**

I.R.D., Institut de recherche pour le développement, B.P. 1386, Dakar, Sénégal. **www.ird.sn**

ÉGALEMENT...

SAUP, Sea Around Us Project, Fisheries Centre, University of British Columbia, 2259 Lower Mall, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada. **www.seaaroundus.org**

M.A.E., Ministère des affaires étrangères, 37, quai d'Orsay, 75351 Paris, France. **www.france.diplomatie.fr/mae**

M.P., Ministère de la pêche, Building Administratif, BP 4050, Dakar, Sénégal. **www.primature.sn/ministeres/mpeche/contacts.cfm**

Préface

SOURCE de vie et de revenus, la pêche en Afrique de l'Ouest représente un enjeu capital aux échelons national, régional et international, eu égard aux nombreux emplois qu'elle assure, aux protéines animales qu'elle procure et du fait qu'elle constitue une source régulière et importante de devises et de recettes budgétaires pour les pays de la région.

Toutefois, la menace sur les principales pêcheries ouest-africaines se fait de plus en plus pesante, ce qui fait que la rareté des ressources halieutiques constitue, désormais, une réelle préoccupation des gestionnaires de la pêche et des décideurs politiques.

En effet, depuis plus d'un demi-siècle, les ressources halieutiques de notre sous-région font l'objet d'une exploitation intensive par des armements artisanaux et industriels très efficaces, si l'on raisonne en terme de quantités pêchées, encouragés en cela par une augmentation croissante des besoins de la population mondiale en protéines animales et soutenus par une révolution technologique en amont et en aval.

L'apparition des droits d'accès comme mécanisme de régulation des capacités de pêche a été une raison supplémentaire pour engager une compétition farouche entre ces armements de pêche pour se procurer la part du lion, tant au regard des droits d'accès que des quantités pêchées. Cette situation a conduit à un développement des flottilles industrielles, nationales ou étrangères, à un moment où il était plus judicieux de s'orienter vers une réduction des capacités et une meilleure maîtrise de l'effort de pêche.

Cette croissance quantitative des flottilles cumulée aux évolutions qualitatives en terme de progrès technologiques, à la diversification et à l'expansion spatiale des pêcheries ont été les principales sources de la surexploitation des ressources qui caractérise la quasi-totalité de la pêche mondiale et en particulier celle de l'Afrique de l'Ouest, objet de cette publication.

Cette situation rend plus indispensable que jamais un développement de la recherche halieutique pour assurer une exploitation durable des ressources et l'existence d'un système d'information fiable sur les pêches, accessible en temps réel. Ce système devra pouvoir centraliser l'ensemble des informations aussi bien historiques qu'actuelles sur les pêcheries de la sous-région disponibles tant au niveau des instituts de recherche nationaux qu'à celui des instituts de recherche étrangers et des organisations internationales.

L'analyse de ces informations peut nous apporter d'importantes réponses aux grandes questions de l'aménagement durable des stocks halieutiques que se posent les chercheurs et les décideurs politiques.

C'est cette tâche, combien exaltante, que s'est donnée l'équipe du projet du Système d'information et d'analyse des pêches (Siap) financé par l'Union européenne qui a mis en œuvre tous les moyens nécessaires pour parvenir à une analyse fiable des informations sur la pêche dans les pays de la sous-région. Les résultats obtenus au terme de ces travaux expriment de

façon claire le volume et l'importance des efforts fournis par cette équipe, en collaboration avec les instituts de recherche au niveau des pays membres de la Commission sous-régionale des pêches et de plusieurs instituts européens.

Le symposium international sur « les pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest : un demi-siècle de changement » qui s'est tenu à Dakar du 24 au 28 juin 2002, a permis de restituer une partie de ces informations et a été le fruit d'importants efforts d'experts nationaux et internationaux. À cette occasion, ils ont posé un diagnostic profond et réaliste de la situation et des perspectives des pêcheries dans cette partie du monde où la pêche constitue un enjeu économique majeur et même une référence culturelle ancrée dans les traditions des communautés.

Il en ressort que les mutations profondes que connaît le secteur des pêches dans nos pays n'ont rien de conjoncturel ; elles sont liées à des évolutions historiques sur une longue période ce qui constitue une donnée fondamentale à retenir si l'on veut donner à l'observation en continu et à la prévision toute la dimension qu'elles méritent dans la gestion durable des ressources halieutiques.

Ceci nous incitera, certainement, à revaloriser davantage le statut de la recherche et des chercheurs et à renforcer la connexion entre la recherche et le mécanisme décisionnel si l'on veut s'inscrire dans une optique d'aménagement et de gestion durables de notre patrimoine halieutique au profit des générations actuelles et futures.

Ayant le privilège de préfacer cette grande publication, fruit d'importants efforts scientifiques et techniques, je tiens à exprimer toute notre gratitude et toute notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à cet important travail.

Dr BA MAMADOU M'BARÉ

Ministre des Pêches et de l'Économie maritime
de la République islamique de Mauritanie
Président en exercice de la Conférence des ministres de la C.S.R.P.

Preface

A SOURCE of life and revenue, fishing in West Africa is a major national, regional, and international issue in terms of the many jobs it provides, the animal proteins it supplies, and because it is a regular and substantial source of foreign currency and budgetary revenue for the countries of the region.

However, the threat to West Africa's principal fishing grounds is becoming so serious that the scarcity of fish resources is now a real concern for fishing administrators and political decision-makers.

For more than half a century, the fish resources of our sub-region have been the subject of intense exploitation — efficient if seen in terms of quantities caught — by small-scale and industrial fishing operators, driven by an increase in the needs of the world population for animal protein and by a technological revolution at all levels of fishing activity.

The emergence of access rights as a mechanism for regulating fishing capacities was an additional reason for these operators to enter into a fierce race to secure the lion's share of both access rights and fish stocks. This situation led to the development of national and foreign fishing fleets at a time when it would have been more judicious to reduce capacities and better control fishing activities.

This quantitative growth in fleets combined with qualitative changes in technological progress and the diversification and spatial growth of fishing grounds were the main reasons for resource overexploitation that marks most fishing worldwide and particularly that in West Africa.

This situation makes the development of fishing research more essential than ever to ensure the sustainable exploitation of resources and a reliable information system for fish resources that are accessible in real time. This system should centralize both the historical and current available information on fishing grounds of the sub-region, from national research institutions as well as foreign research institutions and international organizations.

Analysis of this information can produce important responses to the questions of sustainable development of fishing stocks facing researchers and political decision-makers.

The Fisheries Information and Analysis System (Fias) project team was assigned this great challenge. Fias is financed by the European Union, which provided all the necessary resources for a reliable analysis of information on fishing in the countries of the sub-region. The results obtained from this work clearly illustrate the volume and importance of the efforts made by this team, in collaboration with the research institutes of the Sub-Regional Fisheries Commission (SRFC) member countries and numerous European institutes.

Some of this information was presented at the international symposium "Marine Fisheries, Ecosystems, and Societies in West Africa: Half a Century of Change" held in Dakar 24-28 June, 2002. The symposium was the fruit of the substantial efforts of national and international experts who made a profound and realistic diagnosis of the situation and of the prospects for fish-

ing grounds in this part of the world, where fishing is a major economic issue and even a cultural reference anchored in community traditions.

It emerges that the profound transformations experienced by the fishing sector in our countries are tied to historical changes over a long period — a fundamental fact to keep in mind if we wish to grant continued observation and forecasting the thorough consideration they deserve in the sustainable management of fish resources.

This will certainly prompt us to enhance the status of research and researchers and to strengthen the connection between research and decision-making mechanisms in seeking sustainable management of our fishing heritage for the benefit of present and future generations.

With the privilege of prefacing this large publication, the fruit of significant scientific and technical efforts, I would like to express our gratitude for and recognition of all those who have contributed, from near and far, to this important work.

D[r] BA MAMADOU M'BARÉ

Minister of Fishing and of Maritime Economy
of the Islamic Republic of Mauritania
Incumbent President of the SRFC Conference of Ministers

Introduction *

LA PÊCHE constitue un pilier majeur de l'économie des six pays membres de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.) qui sont respectivement le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée-Bissau, la Mauritanie et le Sénégal. Elle procure de nombreux emplois, des protéines bon marché, des revenus appréciables aux populations locales, ainsi que des devises et des recettes publiques substantielles aux États. Ces ressources attirent aussi de puissantes flottilles étrangères. La contribution du secteur dans l'économie varie selon le pays. En Mauritanie par exemple, sa part représente dix pour cent du produit intérieur brut, plus de cinquante pour cent des recettes en devises, vingt-deux à vingt-neuf pour cent des recettes budgétaires et plus de trente mille emplois. Au Sénégal, avec un chiffre d'affaire global d'environ deux cent soixante-dix-huit milliards de francs C.F.A. (soit 2,3 p. cent du P.I.B.), la pêche est le premier secteur d'exportation. Fournissant près de cent mille emplois directs (dont plus de 90 p. cent dans la pêche artisanale) et environ six cent mille, si l'on compte les emplois induits en amont et en aval, il contribue ainsi significativement à la lutte contre la pauvreté.

Cependant, depuis quelques années, le secteur connaît de graves dysfonctionnements. Dans tous les pays, les capacités de pêche excèdent, souvent fortement, le potentiel de production des stocks, ce qui entraîne leur raréfaction continue et la détérioration de l'environnement. Forts de ce constat, les six pays de la sous-région ont donc décidé de renforcer leur collaboration dans le cadre de la C.S.R.P. Conscients du caractère régional de leurs ressources halieutiques, des grandes similarités de leurs pêcheries et de la faiblesse de leurs moyens, ils sont convaincus qu'aucun d'eux ne peut résoudre isolément, de façon satisfaisante, les problèmes posés par la rationalisation de leurs pêcheries et la conservation des ressources halieutiques de leurs zones économiques exclusives (Z.E.E.). Par ailleurs, ils ont décidé de renforcer leur coopération au niveau sous-régional et leur collaboration avec les instituts de recherche européens selon des principes discutés et adoptés en commun (respect, égalité de partenariat et bénéfices mutuels).

Le projet Siap (Système d'information et d'analyse des Pêches), financé par l'Union européenne au bénéfice de la C.S.R.P, est la concrétisation de cette volonté. Le projet se fixe comme objectif, en premier lieu, de rassembler, harmoniser, traiter et analyser les données disponibles sur les ressources et leurs pêcheries en vue de mettre à la disposition des administrations nationales et des acteurs économiques les connaissances acquises et les savoirs dont dispose la recherche. Aussi, le projet vise-t-il à développer les capacités de recherche nationales et sous-régionales en vue de fournir aux décideurs, sur une base régulière, les avis scientifiques dont ils ont besoin pour mieux apprécier les nouveaux enjeux du secteur, les conditions de son développement durable, et les impératifs de conservation du patrimoine naturel. Enfin, le projet a pour ambition de renforcer la collaboration scientifique sous-régionale, régionale et internationale dans le domaine de la recherche halieutique.

---

* NB : ***sauf mention particulière, les auteurs cités renvoient aux contributions du présent ouvrage.***

Un symposium international de restitution a été organisé en juin 2002, à Dakar, auquel ont participé près de cent cinquante personnes appartenant au milieu de la recherche, de la gestion, du secteur professionnel, des organisations non gouvernementales et en provenance de différents pays d'Afrique de l'Ouest, d'Europe et d'Amérique du Nord. Le thème du symposium, « Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest : un demi-siècle de changement », porte sur la longue période. Ce thème a été choisi car, au stade actuel d'évolution des pêches dans la sous-région et des difficultés rencontrées, il apparaît important de contribuer à mieux apprécier et faire apprécier ce qu'ont été antérieurement les ressources, les pêcheries et les écosystèmes de la sous-région ainsi que les évolutions qu'ils ont suivies. Face à une situation qui se dégrade, il est reconnu que l'adoption de perspectives sur le long terme permet de lutter efficacement contre le tragique phénomène d'accommodation progressive. Un proverbe africain ne dit-il pas aussi : « Quand tu ne sais pas où tu vas, regarde d'où tu viens ! » ?

Nous présentons ci-après, organisé en quatre grands sous-thèmes, le contenu sommaire de quarante-deux contributions présentées au symposium de Dakar, articles ou notes, qui ont été soumises et sélectionnées pour leur intérêt et leur qualité.

APPUI À LA RECHERCHE ET À LA DÉCISION : LES OUTILS

LA GESTION des ressources marines, des pêcheries et des écosystèmes requiert une base d'information solide. Disponibilité en données fiables, méthodes d'analyse adaptées pour traiter ces données et outils performants pour les mettre en œuvre, sont autant d'éléments clés pour garantir l'accessibilité et la qualité de cette information. Un travail de fond a été entrepris dans ce domaine dans le cadre du projet Siap qui vise à réhabiliter certaines données en danger, à les valider et à les rendre davantage disponibles.

L'Afrique de l'Ouest est une région de grande productivité marine. Selon la zone considérée, des faunes tempérée, subtropicale et tropicale s'y côtoient ou alternent au gré des mouvements saisonniers des masses d'eau et il s'ensuit une importante diversité faunistique. Un travail, présenté par J. M. VAKILY, S. B. CAMARA, A. N. MENDY, V. MARQUES, B. SAMB, A. JÚLIO DOS SANTOS, M. F. CHERIF, M. O. T. SIDI & D. PAULY, établit pour les six pays de la C.S.R.P. une liste de mille soixante espèces de poissons. Cette liste améliore sensiblement les bases de connaissance régionale et nationales et permet d'y rattacher les appellations en langue nationale. Outre cet intérêt relatif à la biodiversité elle-même, ce travail constitue une référence indispensable pour construire des bases de données qui se réfèrent à une nomenclature taxonomique appropriée et commune des espèces.

En corollaire de cette richesse faunistique et productive, les activités de pêche professionnelles sont fort anciennes dans la région. Elles débutent probablement de façon significative dès les premières explorations par les navigateurs portugais au XVIe siècle et depuis lors, les flottes artisanales des populations riveraines mais aussi les navires des grands pays pêcheurs européens

n'ont fait qu'y accroître leur présence. Au XIXe siècle, l'intérêt pour ces régions est tel que des campagnes de prospection scientifique sont mises en place, dans un objectif d'exploration tout d'abord, puis plus tard pour le suivi et la gestion des ressources. De ce fait, il existe de nombreuses données statistiques sur les pêcheries et d'importants résultats issus de campagnes scientifiques de chalutage.

Des logiciels sont présentés qui permettent de manipuler ces données, de les traiter et de les rendre accessibles aux scientifiques et utilisateurs potentiels. J. GUITTON & D. GASCUEL décrivent ainsi la base de données TrawlBase-Siap qui a permis de rassembler trois cent trente-huit des quatre cent quatre-vingt-quatre campagnes de prospections scientifiques identifiées. L. THIBAUT, P. CHAVANCE & A. DAMIANO, quant à eux, exposent les solutions retenues dans StatBase pour rassembler, harmoniser et rendre compatibles les quarante jeux de données statistiques de pêche artisanale et industrielle disponibles dans la sous-région. La récupération, la mise au format des séries de statistiques de pêche permet d'apporter un regard critique aux différentes séries comme l'illustrent les contributions de A. MENDY, et de M. D. BARRY, D. THIAO & S. NDAW relatives respectivement aux pêcheries de Gambie et du Sénégal. Ces ensembles de données harmonisées ouvrent la porte à de nouvelles analyses ; ainsi F. LALOË, A. SAMBA & N. PECH proposent un modèle statistique permettant de représenter la dynamique conjointe des ressources et des activités de pêche qui pourrait être appliqué à ces données.

Dans le domaine des sciences marines, comme dans de nombreux autres domaines, on constate un intérêt grandissant pour les systèmes d'information géographique (sig) qui se révèlent être de puissants outils d'aide à l'analyse. Une des raisons de leur intérêt dans le domaine des ressources marines exploitées est qu'ils facilitent les représentations simultanées dans l'espace d'informations sur des thématiques différentes. Cette capacité est illustrée par les contributions de E. BEIBOU, M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO ainsi que K. SOLIÉ, A. MENDES ALMEIDA, D. BERTHIER, M. TANDSTAT, P. AMORIM & A. M. CARAMELO qui, à travers des exemples d'applications sig aux données de pêche et d'environnement dans la sous-région, montrent comment il est possible de positionner dans l'espace à la fois la distribution des ressources halieutiques, les zones de pêche des différentes pêcheries, les caractéristiques environnementales comme l'hydrologie, la bathymétrie, la sédimentologie... Ces superpositions facilitent l'étude des relations entre les ressources et leur habitat qui sont à la base des approches écosystémiques. Dans la mise en œuvre de ces outils, les auteurs insistent sur la nécessaire disponibilité de données géoréférencées et sur leur qualité. De même, ils soulignent la nécessité de conserver, face à ces représentations toujours attrayantes et relativement aisées à construire, grâce au sig, un regard critique concernant à la fois les données d'origine et les méthodes de construction des synthèses cartographiques.

ÉVOLUTION DES PÊCHERIES ET DE LEURS PRISES

LE PROJET Siap a été l'occasion d'un travail de compilation des travaux et des données statistiques historiques sur les pêcheries démersales en Afrique de l'Ouest. La représentation que l'on

peut établir de l'évolution des pêcheries et de leurs prises depuis un demi-siècle s'appuie à la fois sur une explicitation, de nature qualitative, des différents types d'exploitation qui ont opéré et sur une synthèse, souvent critique, des données quantitatives disponibles relatives à ces activités. Les différentes contributions présentées associent ces deux composantes, chacune à leur façon, en privilégiant soit la dimension qualitative, soit les données et leurs dispositifs de collecte.

Sur la base d'une revue bibliographique, P. N. CHAVANCE & P. CHAVANCE proposent une frise décrivant les principales pêcheries artisanales et industrielles, nationales et étrangères qui ont opéré dans la sous-région depuis 1950. Ces auteurs font le constat d'une remarquable diversification des types de pêche reposant tant sur la multiplication des espèces cibles que des zones d'exploitation. Comme évoqué précédemment, la pêche portugaise est probablement la plus ancienne activité de pêche à long rayon d'action de la sous-région. C. RIBEIRO, P. GONÇALVES, A. MOREIRA & K. A. STOBBERUP nous enseignent comment cette pêche a subi de profonds changements sur la période considérée, qui font écho à divers événements historiques majeurs survenus au Portugal ou bien au niveau international. Le cas particulier des flottes à long rayon d'action est développé par L. GARIBALDI & R. GRAINGER qui montrent que celles-ci ont, dans les années soixante-dix, dépassé les cinquante pour cent des prises nominales de l'Atlantique Centre-Est (zone F.A.O. 34). Depuis lors, ces captures ne font que diminuer en part relative alors que l'on assiste à une progression des prises provenant des pêcheries industrielles et artisanales des pays côtiers.

Toutes les contributions présentées indiquent que l'exploitation des ressources marines, prise dans son ensemble s'est considérablement amplifiée depuis 1950. Elle a augmenté en intensité et en rayon d'action. Elle s'est aussi modernisée et diversifiée dans ses pratiques et ses espèces cibles. Selon les statistiques de la F.A.O, les captures qui n'étaient que de quelques centaines de milliers de tonnes en 1950 dans la zone 34 atteindraient près de 3,5 millions de tonnes en 2000 après avoir dépassé les quatre millions vers la fin des années quatre-vingt. P. CHAVANCE indique que la pêche artisanale des pays de la C.S.R.P. est passée de trois mille embarcations en 1950 à près de dix-neuf mille embarcations en 2000, avec une augmentation de la puissance motrice installée atteignant un facteur de trois cent quatre-vingts.

Si la construction des séries de captures et d'effort s'est trouvée sensiblement améliorée pour certaines pêcheries, des obstacles demeurent pour d'autres. Ainsi, la question des systèmes de collecte de données statistiques est-elle abordée par P. CHAVANCE qui souligne, en particulier pour les pêches industrielles, la compatibilité problématique des deux grands systèmes actuellement en place que sont les systèmes statistiques des pays côtiers, renforcés mais toujours fragiles depuis la mise en place progressive des zones économiques exclusives dans les années soixante-dix, et le système de la F.A.O en place depuis 1950. M. DIOP, L. SOBRINO, L. FERNANDEZ, T. GARCIA & A. RAMOS font l'analyse de l'évolution des captures incidentes et accessoires au sein des pêcheries spécialisées (merluttière et crevettière) en Mauritanie. La proportion de captures non conservées y est élevée. D'une façon générale, on peut faire le double constat que les rejets, d'une part, posent un problème de suivi statistique et, d'autre part, que leur prise en considération est susceptible de remettre sérieusement en cause notre appréciation des prélèvements effectifs sur les écosystèmes.

Une méthode originale, présentée par R. WATSON, permet de cartographier, par carré de 30' de côté, les statistiques de capture de la F.A.O. sur la base de la distribution bathymétrique et géographique des espèces/catégories ainsi que sur les archives des accords de pêche conclus entre pays côtiers et pays pêcheurs. Des résultats prometteurs sont obtenus faisant ressortir comme particulièrement mise à contribution par la pêche la région du Rio de Oro (ex-Sahara espagnol) et du cap Blanc (Mauritanie). Cette région a, de fait, constitué depuis fort longtemps une région attractive pour la pêche étrangère du fait de la grande abondance de poissons dans ses eaux. À ce propos, Ph. TOUS, M. DIOP, M. A. DIA & Ch. A. INEJIH présentent le développement de la pêche et ses difficultés dans la ville de Port-Étienne, désormais dénommée Nouadhibou, durant la première moitié du vingtième siècle.

A. CAVERIVIÈRE & D. THIAM examinent l'évolution des captures, des efforts et des rendements de la pêche crevettière au Sénégal et en Guinée Bissau. Ils notent que les rendements demeurent stables alors que les efforts et les puissances de pêche augmentent. Ainsi, les captures réalisées actuellement sont bien au-delà des potentiels qui furent estimés dans les années soixante-dix. Les auteurs invoquent à cette occasion des effets possibles de compensation entre groupes fonctionnels de l'écosystème qui seront abordés plus spécifiquement dans le chapitre suivant.

IMPACTS DES PÊCHERIES SUR LES PEUPLEMENTS, LES BIOMASSES ET LES ÉCOSYSTÈMES

LES résultats de plusieurs approches complémentaires sont présentés dans ce sous-thème. Elles contribuent chacune à améliorer notre appréciation de l'impact de la pêche sur les différents niveaux fonctionnels du milieu marin vivant que sont respectivement les stocks (mono-spécifiques), les peuplements (pluri-spécifiques) et les écosystèmes.

L'état des principaux stocks mono-spécifiques qui sous-tendent les pêcheries démersales du Sénégal et de la Guinée est analysé en détail en recourant aux meilleures données disponibles : statistiques de pêche, campagnes scientifiques de chalutage, structure de taille des prises... Les auteurs tentent de remonter le plus loin possible dans le temps avec les analyses et appliquent une diversité de méthodes leur permettant de préciser et d'actualiser les diagnostics sur ces ressources d'intérêt économique majeur. M. D. BARRY, M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL, étudient au Sénégal le thiof, *le pageot, le pagre, le petit capitaine et le rouget. A. SIDIBÉ, D. GASCUEL & F. DOMAIN, quant à eux, font le point sur les principales espèces de la communauté littorale en Guinée (le* bobo, *le petit capitaine, le bar nanka, le bar sénégalais). Pour le Sénégal, un indice synthétique d'abondance est fourni pour ces principales espèces depuis les années soixante-dix par M. LAURANS, D. GASCUEL & M. D. BARRY. D'une façon générale, ces auteurs font le constat que ces espèces sont pleinement exploitées, voire surexploitées. Depuis une quinzaine d'années, les biomasses ont diminué de façon drastique, de cinquante à quatre-vingt-dix pour cent selon les espèces et certaines d'entre elles, très sollicitées, à l'instar du* thiof *et du pageot au Sénégal, sont proches du seuil de précaution habituellement considéré comme limite inférieure de population à ne pas dépasser.*

D. GASCUEL, M. LAURANS, A. SIDIBÉ & M. D. BARRY synthétisent, sous forme d'indicateurs, la situation de ces différents stocks et rassemblent les éléments clés du diagnostic, à savoir : ordres de grandeur des potentiels, efforts de pêche soutenables et réductions nécessaires pour atteindre ces potentiels. Ces auteurs montrent comment, pour faire face au contexte de faiblesse des données auquel l'évaluation des stocks est confrontée dans la sous-région, ils construisent un ensemble de solutions plausibles en utilisant plusieurs méthodes. Ils produisent ainsi des diagnostics qui sont assortis d'un indice de fiabilité, reflet à la fois de la qualité des données initiales mais aussi de la convergence des résultats des diverses méthodes qu'ils ont mises en oeuvre. De leur côté, en se basant sur un schéma d'évolution du volume des prises pour une pêcherie-type, L. GARIBALDI & R. GRAINGER (sous-thème précédent) concluent que la zone statistique F.A.O. 34 est passée en cinquante années d'une situation où quatre-vingt-dix pour cent des stocks étaient dans un stade de pêcherie sous-développée à une situation où soixante-huit pour cent sont matures ou en déclin. Ces travaux indiquent que les niveaux actuels de capture sont sensiblement inférieurs aux potentiels de production du fait d'un effort de pêche excessif.

Les auteurs notent que ce sont les espèces les plus exploitées qui ont le plus diminué en abondance mais aussi que ce sont celles qui appartiennent aux niveaux trophiques les plus élevés. Ainsi GASCUEL et al. *notent dans leur synthèse une diminution des espèces prédatrices et une augmentation des espèces de bas niveau trophique. Plusieurs auteurs, comme A. SIDIBÉ, M. LAURANS, D. GASCUEL & F. DOMAIN en Guinée et M. LAURANS* et al. *au Sénégal, confirment que la baisse semble plus forte pour les classes trophiques les plus élevées.*

Il existe quelques cas de changements notables survenus au sein des ressources démersales en Afrique de l'Ouest sur la période considérée ; ceux-ci sont abordés par A. CAVERIVIÈRE ainsi que par K. A. KORANTENG & D. PAULY. Ces changements concernent soit la quasi-disparition des captures de certaines espèces déjà fortement surexploitées et, bien au contraire, l'augmentation subite de certaines espèces auparavant peu concernées par l'exploitation (baliste, poulpe...). Les causes possibles de ces changements sont discutées par les auteurs sur la base de la littérature. Si les effets de l'environnement climatique et de la surpêche sont souvent difficiles à distinguer sur le plan analytique, il est fort probable que la surpêche, en fragilisant les écosystèmes, les rend plus sensibles aux changements de l'environnement. Quoi qu'il en soit exactement, les changements survenus s'inscrivent tous dans le même schéma de simplification des chaînes trophiques avec diminution de l'abondance des prédateurs et émergence d'espèces invasives à vie courte qui subissaient auparavant la pression directe ou indirecte de ces prédateurs.

Des changements majeurs sont aussi intervenus dans les pêches namibiennes comme le montrent N. WILLEMSE & D. PAULY. Les prises ont été marquées depuis les années soixante-dix par un déclin des prises de sardine, une baisse des merlus associée à une augmentation de chinchards. Ces auteurs calculent un indice qui permet de mesurer si les gains en tonnage capturé sont en accord avec ce qu'il devrait être en théorie compte tenu de la diminution du niveau trophique moyen des captures. Ils concluent que, dans le cas des pêches namibiennes, il n'y a pas de compensation et qu'il est alors possible de conclure à un exemple de surexploitation de l'écosystème.

Plusieurs auteurs (P. AMORIM, S. MANÉ & K. A. STOBBERUP ; D. JOUFFRE, G. DOMALAIN, D.

THIAM, S. TRAORÉ, A. CAVERIVIÈRE, F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH ; D. JOUFFRE, G. DOMALAIN, S. TRAORÉ, D. THIAM, F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH ; G. DOMALAIN, D. JOUFFRE, D. THIAM, S. TRAORÉ & C. L. WANG) se sont attachés à aborder l'ensemble des espèces recueillies lors des campagnes de chalutage scientifiques ou bien des groupes d'espèces constitués par synthèse sur la base d'analyses multifactorielles des données de ces campagnes. Ces analyses conduisent en général à confirmer la composition des assemblages faunistiques construits depuis la fin des années soixante dans la région par les travaux d'auteurs comme, en particulier, FAGER & LONGHURST, DOMAIN et CAVERIVIÈRE [1]*. Ils attestent aussi du rôle de premier plan joué par la bathymétrie dans la répartition spatiale de ces assemblages. DOMALAIN* et al. *indiquent que des changements de composition des assemblages sont observables, dans quelques cas, au tout début de l'exploitation. Lorsque la pêche progresse, ces auteurs notent une augmentation de l'instabilité de ces assemblages plutôt que des modifications importantes de leur composition. Les spectres de taille pluri-spécifiques, qui dans certaines autres régions sont apparues comme des signatures intéressantes de la structuration de l'écosystème et d'impact de la pêche, sont étudiées par D. THIAM, S. TRAORÉ, F. DOMAIN, S. MANÉ, C. MONTEIRO, E. MBYE & K. A. STOBBERUP. Ces auteurs ne semblent pas percevoir de modifications associées à l'augmentation de l'intensité de la pêche et ils posent la question de savoir si cette approche utilisée en régions tempérées est efficiente en milieu tropical où les vitesses de croissance sont plus élevées.*

La prise en considération des interactions biologiques entre les différentes espèces, et en particulier des relations trophiques, apporte un éclairage nouveau à notre compréhension de la dynamique des ressources marines et de leur réaction aux pressions anthropiques. Ces observations font partie des approches écosystémiques de la pêche qui sont de plus en plus considérées comme nécessaires pour une évaluation réaliste des effets réels et sur le long terme de la pêche sur le milieu marin. S'inscrivant dans cette perspective, plusieurs modèles d'écosystèmes de la sous-région sont présentés. Ils utilisent le logiciel Ecopath/Ecosim qui permet d'explorer différents scénarios d'évolution de la pêche et d'évaluer leur impact respectif sur les biomasses et les réseaux trophiques.

L'écosystème marin de Guinée se caractérise par la très forte influence des apports continentaux saisonniers sur la salinité des eaux côtières et l'enrichissement biologique. A. COLOMB & J. LE FUR présentent une note de synthèse des connaissances sur les caractéristiques physiques et océanographiques de cet écosystème. S. GUÉNETTE & I. DIALLO, de leur côté, en proposent une modélisation Ecopath et tentent, pour validation, de simuler la décroissance régulière des biomasses qui est observée depuis quinze années grâce aux campagnes scientifiques. Leur modèle permet de pointer des incohérences dans les données relatives aux prises par les pêcheries et de formuler quelques hypothèses de travail pour les résoudre. En adoptant une démarche voisine pour l'écosystème des îles du Cap-Vert, K. A. STOBBERUP, V. M. RAMOS, M. L. COELHO

---

1. — FAGER (E. W.) & A. R. LONGHURST, 1968. — "Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the Gulf of Guinea", *J. Fish. Res. Board of Canada*, 25 (7) : pp. 1405-1421.

DOMAIN (F.), 1980. — *Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien : Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée*, th. doct. État, univers. Paris-VI, t. I, 342 p.

CAVERIVIÈRE (A.), 1982. — *Les espèces démersales du plateau continental ivoirien : Biologie et exploitation*,. th. doct. État, univers. Aix-Marseille, 415 p.

*& K. ERZINI, cherchent, à partir d'une situation initiale de faible exploitation, à simuler l'évolution sur deux décennies des biomasses des principales catégories trophiques. De la même façon, ces auteurs font face à des incohérences dans les données statistiques disponibles et présentent une tentative de reconstruction des efforts de pêche sur la période. P. AMORIM, G. DUARTE , V. PIRES, M. GUERRA, T. MORATO & K. A. STOBBERUP présentent une deuxième version d'un modèle de l'écosystème du plateau continental de Guinée Bissau. Les auteurs utilisent ce modèle pour simuler l'impact de la guerre civile qui a eu lieu dans ce pays en 1998, réduisant probablement l'effort de pêche. B. SAMB & A. MENDY présentent un modèle de l'écosystème marin situé entre le Sénégal et la Gambie et qui est soumis à un upwelling côtier saisonnier. Cet écosystème est largement dominé par les petites espèces pélagiques côtières (sardinelles, chinchards...) qui semblent y jouer un rôle central sur le plan trophique. Les auteurs évaluent l'impact respectif de l'exploitation artisanale et industrielle sur l'importance des relations trophiques au sein de l'écosystème. Dans la même région, la réserve naturelle de l'estuaire du Saloum (Sénégal) fait également l'objet d'une modélisation par M. VILLANUEVA, L. TITO DE MORAIS, J.-Y. WEIGEL & J. MOREAU. Ces auteurs évoquent pour cette zone écologique particulière diverses particularités à la fois de structure et de fonctionnement. Ils soulignent en particulier la forte spécialisation des régimes alimentaires, les chaînes trophiques courtes avec une forte dominance des espèces herbivores et enfin un mécanisme de contrôle des abondances des prédateurs probablement fondé sur l'abondance des proies (*i.e. bottom up control*).*

Ces modèles, en mettant en relation des éléments de connaissance sur l'importance relative des différents groupes fonctionnels de l'écosystème ainsi que sur leurs relations trophiques, apportent une vision globale et structurée. Ils ont aussi le mérite de travailler à la mise en cohérence de données acquises séparément et généralement éparses. De fait, si des particularités de certains écosystèmes sont mises en évidence dans certains cas, ce sont aussi souvent des incohérences dans les données qui apparaissent, renvoyant la recherche à des investigations plus approfondies.

V. CHRISTENSEN, P. AMORIM, I. DIALLO, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. MENDY, M. M. OULD TALEB OULD SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY, M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY décrivent et appliquent en Afrique de l'Ouest une méthode de généralisation par régression multiple des résultats de dix-sept modèles Ecopath disponibles pour la région. Cette méthode leur permet d'estimer que, de 1960 à 2000, l'accroissement de la pêche s'est vu associé à une diminution d'un facteur treize des biomasses concernant les ressources démersales et pélagiques hauturières prises dans leur ensemble. D. GASCUEL présente pour sa part une méthode originale de calcul des transferts de biomasses entre niveaux trophiques que l'auteur applique aux données statistiques de capture de l'Atlantique Centre-Est (zone 34) publiées par la F.A.O. depuis 1950. Selon cette méthode, les biomasses accessibles, toutes catégories confondues, auraient été réduites par un facteur de deux. Plusieurs éléments conduisent à penser que ces deux estimations sont en réalité convergentes et que la réalité se situerait entre ces deux facteurs de réduction. On doit en effet tenir compte du fait que la première estimation est probablement surestimée car elle ne comptabilise pas les espèces pélagiques côtières qui prédominent largement dans les captures de la région et ont vu leur quantité rester globalement stable sur la période. Elle se fonde aussi sur des modèles d'écosystèmes encore largement perfectibles. La seconde estimation, quant à elle, est

probablement sous-estimée parce qu'elle ne concerne que les seules biomasses accessibles et néglige donc, comme le souligne l'auteur lui-même, l'augmentation progressive de la part des biomasses exploitée par la pêche. Cette augmentation découle de l'expansion progressive de l'exploitation vers de nouvelles zones et aux dépens de nouvelles ressources, phénomène qui, nous l'avons vu, a marqué de façon caractéristique ce demi-siècle de pêche en Afrique de l'Ouest.

SOCIO-ÉCONOMIE ET GOUVERNANCE : DIAGNOSTIC ET NOUVELLES APPROCHES

SUR la période concernée, la gouvernance des ressources et des pêcheries a été profondément marquée par la mise en place progressive des zones économiques exclusives à la fin des années soixante-dix. Celle-ci a doté les états côtiers de nouveaux droits économiques importants mais aussi de nouvelles responsabilités. A. M. CHERIF analyse les difficultés que rencontre la Mauritanie, suite à la mise en place de cette nouvelle juridiction, pour élaborer une véritable politique nationale. Le développement des pêches dans la région est marqué par les relations qu'entretiennent les pays côtiers avec les grands pays pêcheurs qui sont souvent d'anciennes puissances coloniales (Espagne, Portugal, France mais aussi Italie, Grèce, ex-U.R.S.S.). J. CATANZANO & H. REY-VALETTE replacent dans ce cadre les accords de pêche actuels avec l'Union européenne (U.E.), accords fortement contestés qui occupent une place désormais déterminante dans les économies halieutiques de ces pays depuis leur première mise en place à la fin des années quatre-vingt. Ces deux auteurs montrent également comment ces accords s'insèrent d'abord dans une logique de gestion et d'équité au sein de l'U.E. (Politique commune des pêches) et ils nous proposent un bilan des effets qualitatifs et quantitatifs de ces accords avec les pays tiers.

P. FAILLER (P.), Ch. A. INEJIH, M. DEME & A. IDELHAJ, quant à eux, examinent les modalités de gestion des pêcheries céphalopodières au Maroc, au Sénégal et en Mauritanie depuis vingt-cinq ans et en concluent qu'elles ont été peu satisfaisantes à la fois sur les plans sociaux, économiques et biologiques. Les auteurs prônent la mise en œuvre d'une gestion qui soit davantage participative et qui prenne en compte la variabilité naturelle avérée de la production biologique des céphalopodes.

Les pêches industrielles et artisanales constituent deux types d'activités halieutiques reconnues et sont des notions utilisées pour la gestion des pêches en Afrique de l'ouest. Dans le contexte actuel de raréfaction des ressources, ces deux catégories tendent de plus en plus à s'opposer pour conquérir l'espace, les marchés, la main-d'œuvre. H. REY-VALETTE & S. CUNNINGHAM apportent un nouvel éclairage sur la nature de cette distinction entre pêche artisanale et industrielle en nous proposant une classification fonctionnelle de leurs interactions. Ils replacent aussi ces relations dans le contexte de l'évolution sur le demi-siècle des politiques publiques de développement des pêches et de développement en général.

La gestion des pêches évolue rapidement depuis ces dix dernières années vers une prise en

considération plus significative et explicite de la dimension écosystémique du milieu marin. Le prochain congrès mondial des pêches (Vancouver, 2004) lui sera d'ailleurs consacré. S. M. GARCIA nous propose dans sa contribution une revue des principes qui sous-tendent les approches écosystémiques dans les pêches ainsi que les outils institutionnels disponibles. À l'heure actuelle, selon cet auteur, s'opposent encore l'approche de la gestion des pêches et celle de la gestion des écosystèmes. Il analyse la nature et les fondements des différences entre ces deux approches et tente de dresser une perspective pour le futur.

CONCLUSION

LES enjeux de la gestion des pêches sont bien réels et sont reconnus par tous ; ceux de la nécessaire prise en considération de la dimension écosystémique de la pêche le sont également et de façon croissante. À l'issue du symposium, les participants ont souhaité adopter une déclaration soulignant la dégradation des ressources et des écosystèmes intervenue depuis cinquante ans en Afrique de l'Ouest et insistant sur la nécessité d'une diminution significative de la pression de pêche. On trouvera le texte de cet appel en annexe de ce document.

Souhaitons pour conclure que ces Actes du symposium de Dakar contribuent à une prise de conscience effective et à une convergence accrue des points de vue sur ces questions. Souhaitons également qu'ils contribuent à l'élaboration de concepts, de méthodes et d'outils efficients permettant d'assurer la co-viabilité des pêches et des écosystèmes.

Pierre CHAVANCE, Moctar BÂ, Didier GASCUEL, Jan Michael VAKILY & Daniel PAULY

Introduction *

FISHING is a major pillar of the economy of the six member countries of the Sub-Regional Fisheries Commission (SRFC) which comprises Cape Verde, The Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Mauritania, and Senegal. It creates jobs, inexpensive protein, considerable income to local populations, as well as substantial public currency and revenue to governments. These resources also attract powerful foreign fleets. The sector's contribution to the economy varies by country. In Mauritania, it provides 10 p. cent of GDP, more than 50 p. cent of currency revenue, 22-29 p. cent of budgetary revenue, and more than 30,000 jobs. In Senegal, with overall sales of about 278 billion CFAF (2.3 p. cent of GDP), fishing is the leading export sector. Providing nearly 100,000 direct jobs (of which 90 p. cent are in traditional fishing) and about 600,000 in fishing activity on the whole, it contributes significantly to poverty reduction.

However, for the last few years, the sector has experienced serious dysfunction. In all countries, fishing capacities exceed, in some cases greatly, the stock production potential, which results in continuous shortages and environmental deterioration. The six countries of the sub-region thus decided to strengthen their collaboration within SRFC Conscious of the regional nature of their fish resources, the wide similarities of their fishing grounds, and their limited financial resources, they realized that none of them, in isolation, could satisfactorily resolve the problems posed by the rationalization of their fisheries and the conservation of fish resources in their exclusive economic zones (EEZ). In addition, they decided to strengthen sub-regional cooperation and collaboration with European research institutes according to discussed and adopted principles that they shared (respect, equality of partnership and mutual benefits).

The Fias project (Fisheries Information and Analysis System), financed by the European Union to benefit SRFC, is the manifestation of this will. The project is designed firstly to gather, harmonize, treat, and analyse the available data on resources and their fisheries with a view to provide national administrations and economic actors the acquired knowledge and insights of research. The project also aims to develop the capacities for national and sub-regional research in order to provide decision-makers, on a regular basis, with the scientific opinions they need to better assess new issues in the sector, the conditions for its sustainable development, and the need for conservation of this natural capital. Finally, the project is geared at strengthening sub-regional, regional, and international scientific collaboration in the field of fishing research.

An international restitution symposium was organized in June 2002 in Dakar, where nearly 150 people in the fields of research, management, the professional sector, and non-governmental organizations from various West African, European, and North American countries participated. The theme of the symposium, "Marine Fisheries, Ecosystems, and Societies in West Africa: Half a Century of Change", was chosen because, at the current stage of the development of fisheries in the sub-region and the difficulties they face, it seems important to contribute to a better assessment and explanation of the sub-region's former state of resources, fishing grounds, and ecosystems as well as the changes they have undergone. In light of the deteriorating situation, the adoption of prospects over the long term will facilitate an effective fight against the tragic phenomenon of progressive accommodation. Moreover, as the African proverb says, "When you don't know where you're going, look where you've been!"

---

* ***NB: unless stated otherwise, the citations made hereinafter refer to the contributions included in this publication.***

We present below, organized in four broad sub-topics, the contents of 42 contributions, articles or notes that were presented at the Dakar Symposium and were submitted and selected for their applicability and quality.

SUPPORT TO RESEARCH AND DECISION-MAKING: THE TOOLS

THE management of marine resources, fisheries, and ecosystems calls for a solid base of information. Availability of reliable data, analysis methods adapted for treating these data, and efficient tools for their implementation are among the key factors for guaranteeing the accessibility and quality of this information. An in-depth work was undertaken in this field within the Fias project aimed at recovering ignored or underused data, validating them, and making them more available.

West Africa is a region with great offshore productivity. In various zones, temperate, subtropical, and tropical faunas exist side by side, or alternate with the seasonal movements of water bodies, which results in a significant faunistic diversity. A contribution presented by J. M. VAKILY, S. B. CAMARA, A. N. MENDY, V. MARQUES, B. SAMB, A. JÚLIO DOS SANTOS, M. F. CHERIF, M. O. T. SIDI & D. PAULY established for the six SRFC countries a list of 1060 fish species. This list noticeably improved the regional and national knowledge bases and enabled their linking with names in the national languages. In addition to the interest that this holds for biodiversity, this work is an indispensable reference for building databases that pertain to an appropriate and common taxonomic nomenclature for species.

A corollary to this faunistic and productive wealth, professional fishing activities are extremely old in the region. Significant activity probably began with the first explorations of Portuguese navigators in the 16th century, and from then, traditional fleets of coastal populations and the ships of large European fishing countries only increased their presence here. In the 19th century, the appeal for these regions was such that campaigns for scientific prospecting were established, initially with the objective of exploration, then later for the monitoring and management of resources. Numerous statistical data on fishing grounds and substantial results from scientific trawling campaigns exist as a result of this work.

Software was introduced that allowed these data to be manipulated, treated, and made accessible to scientists and potential users. J. GUITTON & D. GASCUEL thus describe the database TrawlBase — Fias, which facilitated data gathering from 338 of 484 identified scientific surveys. L. THIBAUT, P. CHAVANCE & A. DAMIANO outline solutions in StatBase for gathering, coordinating, and harmonizing the 40 sets of available statistical data on traditional and industrial fishing in the sub-region. The recovery and formatting of fishing statistics series allows a critical look at the different series, as illustrated by the contributions of A. MENDY and M. D. BARRY, D. THIAO & S. NDAW, relating respectively to Gambian and Senegalese fisheries. These sets of coordinated data open the door for new analyses; F. LALOË, A. SAMBA & N. PECH propose a statistical model for representing the joint dynamic of resources and fishing activities that could be applied to these data.

The field of marine sciences, as many other fields, has seen a rising interest in geographic information systems (GIS), which prove to be powerful tools in aiding analysis. One of the reasons for their appeal in the field of exploited marine resources is that they facilitate

simultaneous representations of information on various themes. This capacity is illustrated by the contributions of E. BEIBOU, M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO as well as K. SOLIÉ, A. MENDES ALMEIDA, D. BERTHIER, M. TANDSTAT, P. AMORIM & A. M. CARAMELO, who, through examples of sig applications to fisheries and environmental data from the sub-region, show how it is possible to simultaneously position in space the distribution of fishing resources, fishing zones of various fisheries, and environmental characteristics such as hydrology, bathymetry, sedimentology, etc. These superimpositions facilitate the study of the relationships between resources and their habitats, which are at the heart of ecosystem-based approaches. In implementing these tools, the authors emphasize the necessary availability of geo-referenced data, and their quality. Similarly, they underline the need to maintain — in light of these representations that are attractive and easy to construct thanks to GIS — a critical perspective on both the original data and the methods of creating synthetic maps.

FISHERIES & LANDING TRENDS

THE Fias project was an opportunity to assemble the work and historic statistics data on the demersal fisheries of West Africa. The representation of the development of fisheries in the last half century relies on both a qualitative explanation of the different types of exploitation that have been carried out and on a synthesis, in some cases critical, of the available statistical data on these activities. The various contributions presented here combine these two components, each in their own way, by prioritising either the qualitative aspect or the data and their systems of collection.

On the basis of a bibliographical examination, P. N. CHAVANCE & P. CHAVANCE describe the main traditional and industrial fisheries, both national and foreign, in operation in the sub-region since 1950. The authors identify a remarkable diversity of types of fisheries based as much on the increase of the species that were targeted as on the zones of exploitation. As previously mentioned, Portuguese fishing is probably the oldest long-range fishing activity in the sub-region. C. RIBEIRO, P. GONÇALVES, A. MOREIRA & K. A. STOBBERUP show how this fishing underwent profound changes in the period in question that echo various major historical events occurring in Portugal or in the international arena. The particular case of long-range fleets is developed by L. GARIBALDI & R. GRAINGER, who show that these exceeded, in the 1970s, 50 p. cent of nominal catches in the East-Central Atlantic (FAO zone 34). Since then, these catches have only decreased in relative proportion while exploitation from industrial and traditional fisheries of coastal countries has increased.

All contributions presented here point out that the exploitation of fished marine resources has, overall, considerably grown since 1950; it has increased in intensity and in its sphere of activities. Fishing was also modernized and diversified in terms of practices and target species. According to FAO statistics, catches amounting to only a few hundred thousand tons in 1950 in zone 34 reached nearly 3.5 million tons in 2000 after having exceeded 4 million near the end of the 1980s. P. CHAVANCE points out that traditional fishing in SRFC countries went from 3000 boats in 1950 to nearly 19,000 in 2000, with the power of installed motors increasing by a factor of 380.

Although the compilation of statistics on landings and fishing activity has appreciably improved for some fisheries, obstacles remain for others. The issue of statistical data–collection systems is explored by P. CHAVANCE, who highlights the problematic compatibility, particularly for industrial fishing, of the two large systems currently in place: the statistical systems of coastal countries, strengthened but still fragile since the progressive establishment of exclusive economic zones in the 1970s, and the FAO system, in effect since 1950. M. DIOP, L. SOBRINO, L. FERNANDEZ, T. GARCIA & A. RAMOS analyse the evolution of by-catches in specialized fisheries (targeting hake and shrimps) in Mauritania. The proportion of discarded catches here is high. Generally speaking, we notice that on the one hand, discards make statistical monitoring difficult, and, on the other, that taking them into account is likely to seriously challenge our present estimate of withdrawals from ecosystems.

An original method, presented by R. WATSON, is designed to map, in 30'-square plots, the FAO fisheries statistics, based on bathymetric and geographic distribution of species/categories as well as records of fishing agreements entered into by coastal and fishing countries. Promising results have been obtained, particularly relating to the Rio de Oro (former Spanish Sahara) and cap Blanc (Mauritania) region. This region was for a long time an attractive area for foreign fishing due to the large abundance of fish in its waters. In this connection, Ph. TOUS, M. DIOP, M. A. DIA & Ch. A. INEJIH present the development of fishing and its difficulties in the town of Port Etienne, thereafter renamed Nouadhibou, in the first half of the 20th century.

A. CAVERIVIÈRE & D. THIAM examine the evolution of catches, activities, and catch per effort of the shrimp fisheries of Senegal and Guinea-Bissau. They note that catch per effort remained stable while fishing effort and capacity increased. Thus, current catches are beyond the potentials that were estimated in the 1970s. The authors here cite the possible effects of compensation among the ecosystem's functional groups, which will be explored more specifically in the following chapter.

IMPACT OF FISHERIES ON POPULATIONS, BIOMASSES, & ECOSYSTEMS

THE results of many complementary approaches are presented under this subject. Each contributes to our assessment of fishing's impact on different functional levels of the living marine environment — stocks (monospecific), populations (multispecific), and ecosystems.

The state of principal monospecific stocks that support the demersal fisheries in Senegal and Guinea is analysed in detail by using better available data: fisheries statistics, scientific trawling surveys, size structure of catches, etc. The authors attempt to go as far back in time as possible with their analyses, and they apply a range of methods that allow them to specify and update the diagnoses of these resources of major economic importance. M. D. BARRY, M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL study white grouper, red pandora, red porgy, lesser African threadfin, and red mullet. A. SIDIBÉ, D. GASCUEL & F. DOMAIN take stock of the principal species of the coastal community in Guinea (bobo croaker, lesser African threadfin, longneck croaker, and cassava croaker). For Senegal, a global abundance index is provided for the principal species from the 1970s by M. LAURANS, D. GASCUEL & M. D. BARRY. The authors make the assessment that these species are fully exploited or even overexploited. For fifteen years, biomasses have dramatically decreased, from 50 to 90 p. cent depending on the species; some of these

species are highly sought after and follow the example of white grouper and red pandora in Senegal, which are usually near the low population threshold.

D. GASCUEL, M. LAURANS, A. SIDIBÉ & M. D. BARRY synthesize, through indicators, the situation of these different stocks and group the key diagnostic elements: size of the potentials, sustainable effort levels, and the effort reductions necessary to reach these potentials. The authors establish a set of plausible solutions, using a number of methods, for coping with the context of unreliable data confronting stock assessment in the sub-region. They thereby produce diagnoses that are merged into a reliability index, reflecting both the quality of the initial data as well as the convergence of the results of the various methods they implemented. L. GARIBALDI & R. GRAINGER (sub-theme above), by using an outline of change in the volume of catches for a typical fishery, conclude that FAO statistical zone 34 has gone, in 50 years, from a situation in which 90 p. cent of the stocks were in an underdeveloped stage of fishing to a situation in which 68 p. cent are mature or in decline. These studies indicate that the current levels of landings are considerably lower than production capacities due to an excessive level of fishing effort.

The authors note that the most exploited species are not only the ones that have most declined in abundance, but also those that belong to the highest trophic levels. Thus GASCUEL et al. note in their summary a reduction in predatory species and an increase in species at lower trophic levels. Many authors, such as A. SIDIBÉ, M. LAURANS, D. GASCUEL & F. DOMAIN in Guinea and M. LAURANS et al. in Senegal, confirm that the decline appears stronger for the highest trophic levels.

Some cases of significant changes in demersal resources in West Africa emerge over the study period; these are explored by A. CAVERIVIÈRE as well as by K. A. KORANTENG & D. PAULY. These changes concern either the near disappearance of catches of certain species already heavily overexploited and, on the contrary, the sudden increase of certain species previously little affected by exploitation (triggerfish, octopus, etc.). The possible causes of these changes are discussed by the authors on the basis of the published literature. Whereas the effects of the climatic environment and of overfishing are often difficult to separate from an analytical point of view, it is extremely probable that overfishing, by weakening ecosystems, makes them more sensitive to environmental changes. Whatever the exact cause may be, the changes that occur are all in keeping with the same pattern of simplification of trophic chains, with a reduced abundance of predators and the emergence of invasive short-lived species that were formerly subjected to direct or indirect pressure from these predators.

Major changes also took place in Namibian fishing, as shown by N. WILLEMSE & D. PAULY. Yields were marked, from the 1970s, by a decline in catches of sardine and a drop in hake combined with an increase of horse mackerels. These authors calculate an index for measuring whether or not the increase in tonnage caught is compatible with what they should be in theory, considering the reduction of the average trophic level of catches. They conclude that, in the case of the Namibia, catches did not increase as they should have, and that this can be considered an example of ecosystem overfishing.

Many authors (P. AMORIM, S. MANÉ & K. A. STOBBERUP; D. JOUFFRE, G. DOMALAIN, D. THIAM, S. TRAORÉ, A. CAVERIVIÈRE, F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH; D. JOUFFRE, G. DOMALAIN, S. TRAORÉ, D. THIAM, F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH; G. DOMALAIN, D. JOUFFRE, D. THIAM, S. TRAORÉ & C. L. WANG) set out to study all the species recorded during the scientific trawling surveys or the groups of species formed by synthesis on the basis of multifactorial analyses of

the data from these surveys. These analyses tend to confirm the composition of faunistic assemblages gathered since the 1960s in the region by the work of authors such as FAGER & LONGHURST, DOMAIN, and CAVERIVIERE [1]. They also established the leading role played by bathymetry in the spatial distribution of these assemblages. DOMALAIN *et al.* point out that changes in the composition of the assemblages are observable, in some cases, at the very beginning of exploitation. When fishing develops, these authors note an increase in the instability of these assemblages rather than significant modifications in their composition. The multispecies size spectra, which in some other regions appeared as interesting signatures of the ecosystem's structure and of the impact of fishing, were studied by D. THIAM (D.), S. TRAORÉ, F. DOMAIN, S. MANÉ, C. MONTEIRO, E. MBYE & K. A. STOBBERUP. These authors do not seem to perceive the change of slope usually associated with an increase in the intensity of fishing and ask whether this approach used in temperate regions is appropriate in a tropical environment, where the growth rates are higher.

Considering the biological interactions, and particularly the trophic relationships, between different species sheds new light on our understanding of the dynamics of marine resources and their reaction to anthropic pressures. These approaches are part of ecosystem-based approaches to fishing that are increasingly considered necessary for a realistic assessment of fisheries' long-term effects on the marine environment. In keeping with this perspective, numerous models of sub-regional ecosystems are presented using the Ecopath/Ecosim software, with which different fisheries development scenarios can be explored and their respective impact on biomasses and food webs evaluated.

Guinea's marine ecosystem is marked by the very strong influence of seasonal fluctuations of the salinity of coastal waters and of biological enrichment. A. COLOMB & J. LE FUR present a summary of information on the physical and oceanographic characteristics of this ecosystem. S. GUÉNETTE & I. DIALLO draft an Ecopath model of the ecosystem and simulate, as validation, the regular decline of biomasses that have been observed in scientific surveys for the last 15 years. Their model facilitates the identification of discrepancies regarding the catch data, as well as the formulation of working hypotheses to resolve these discrepancies. By adopting a similar approach for the ecosystem of the Cape Verde islands, K. A. STOBBERUP, V. M. RAMOS, M. L. COELHO & K. ERZINI, simulated, from an initial situation of low exploitation, the evolution of biomass trends of the principal trophic categories over two decades. In much the same way, these authors confront inconsistencies in the available statistical data and attempt to reconstruct the fishing activities over the period. P. AMORIM, G. DUARTE, V. PIRES, M. GUERRA, T. MORATO & K. A. STOBBERUP submit a second version of a model of Guinea-Bissau's continental shelf ecosystem. The authors use this model to simulate the impact of the country's 1998 civil war, which probably limited fishing activity. B. SAMB & A. MENDY put forth a model of the marine ecosystem between Senegal and The Gambia that is subjected to a seasonal coastal upwelling. This ecosystem is largely dominated by small coastal pelagic species (sardinella, horse mackerel, etc.) that seem to play a central trophic role. The authors assess the respective impact of traditional and industrial exploitation on the trophic relationships within the ecosystem. In the same region, the natural Saloum estuary reserve (Senegal) is mod-

1. — FAGER (E. W.) & A. R. LONGHURST, 1968. — "Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the Gulf of Guinea", *J. Fish. Res. Board of Canada*, 25 (7): pp. 1405-1421.
DOMAIN (F.), 1980. — *Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien: Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée*, th. doct. État, univers. Paris-VI, t. I, 342 p.
CAVERIVIÈRE (A.), 1982. — *Les espèces démersales du plateau continental ivoirien: Biologie et exploitation*, th. doct. État, univers. Aix-Marseille, 415 p.

elled by M. VILLANUEVA, L. TITO-DE-MORAIS, J.-Y. WEIGEL & J. MOREAU. The authors refer to diverse structural and functional features for this unusual ecological zone, emphasizing in particular the high specialization of feeding styles, the short trophic chains with a marked dominance of herbivorous species, and finally, a mechanism for the control of predator abundance through the abundance of prey (*i.e.* bottom-up control).

These models, by synthesizing information on the relative size of different functional groups of the ecosystem as well as on their trophic relationships, lead to a structured view of their functioning. They also tend to contribute to making the separately acquired and generally scattered data mutually consistent. Indeed, although the special features of certain ecosystems are highlighted in some cases, data inconsistencies just as often appear to lead research to more in-depth investigations.

V. CHRISTENSEN, P. AMORIM, I. DIALLO, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. MENDY, M. M. OULD TALEB OULD SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY, M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY describe and apply to West Africa a multiple regression approach for the simultaneous analysis of the 17 Ecopath models available for the region. This allows them to estimate that from 1960 to 2000, the increase in fishing was associated with a decrease, by a factor of 13, of biomasses of demersal resources and deep-sea pelagic catches as a whole. D. GASCUEL presents an original method of calculating the relocations of biomasses between trophic levels which he then applies to statistical data on catches in East-Central Atlantic (zone 34) published by the FAO since 1950. According to this method, the accessible biomasses, all categories taken together, would have decreased by a factor of 2. Numerous elements suggested that the two estimates are actually compatible and that the reality is somewhere between these two reduction factors. The first figure was probably overestimated because it did not count the coastal pelagic species that contribute significantly to the catches in the region and whose quantity remained stable, on the whole, over the period. It is also based on ecosystem models that are still largely perfectible. The second assessment is probably an underestimate because it only includes 'accessible' biomasses and thus neglects, as underlined by the author himself, the progressive increase in biomasses available to fishing. This increase results from the progressive increase in exploitation in previously unexploited areas (i.e., of 'new resources'), a phenomenon that, as we saw, characterized this half-century of fishing in West Africa.

SOCIO-ECONOMY & GOVERNANCE: DIAGNOSIS & NEW APPROACHES

IN WEST Africa, resources and fisheries governance were profoundly affected by the progressive establishment of exclusive economic zones at the end of the 1970s. This endowed coastal countries with significant new economic rights, but also new responsibilities. A. M. CHERIF analyses the difficulties that Mauritania faced in developing a national policy following the establishment of this new jurisdiction. The development of fishing in the region is marked by relationships that coastal countries maintain with large fishing countries that are often former colonial powers (Spain, Portugal, and France), but also Italy, Greece, the former USSR, etc. J. CATANZANO & H. REY-VALETTE set in this context the current fishing agreements with the European Union (EU), which are widely contested and have occupied a decisive place in the fishing economies of these countries since their first implementation in the late 1980s. These two

authors also show how these agreements initially fit into a logic of management and equity within the EU (Common Fisheries Policy) and put forward an assessment of the qualitative and quantitative effects of these agreements with third-party countries.

P. FAILLER, Ch. A. INEJIH, M. DEME & A. IDELHAJ examine the management of cephalopod fisheries in Morocco, Senegal, and Mauritania for the last 25 years and conclude that this was mostly unsatisfactory in social, economic, as well as biological terms. The authors advocate the implementation of management that is more participative and that takes into account the recognized natural variability of biological production by cephalopods.

'Industrial' and 'traditional' fisheries are two types of recognized fishing activities and are labels used for the management of fisheries in West Africa. In the current context of growing resource shortages, these two categories tend to be in increasing opposition for space, markets, and labour. H. REY-VALETTE & S. CUNNINGHAM shed new light on the nature of the conflict between traditional and industrial fisheries by offering a functional classification of their interactions. They also place these interactions in the context of change in public policies for fisheries development and of societal development in general over the half century.

Fisheries management rapidly developed over the last ten years towards a more significant and explicit consideration of the ecosystem within which fisheries are embedded. The 4th World Fisheries Congress (Vancouver, 2004) was devoted to this. In his contribution, S. M. GARCIA proposes an examination of the principles underlying the ecosystem-based approaches to fisheries management and the available institutional tools. Approaches for fisheries management and management of the ecosystem are, according to the author, presently in opposition. He analyses the nature and foundations of the differences between these two approaches and attempts to lay out prospects for the future.

CONCLUSION

FISHERIES management issues are very real and universally recognized; so are the issues related to the state of the underlying ecosystem. At the end of the Symposium, the participants adopted a declaration calling to attention the deterioration of resources and ecosystems that took place over the last 50 years in West Africa and calling for a significant reduction in pressures from fishing. This text can be found in the appendix.

We hope, in conclusion, that these Proceedings of the Dakar Symposium will contribute to awareness and to increased convergence of perspectives on these questions. We hope as well that they will contribute to the development of concepts, methods, and tools that will help to assure the survival of fisheries and of the ecosystems upon which fisheries depend.

Pierre CHAVANCE, Moctar BÂ, Didier GASCUEL, Jan Michael VAKILY & Daniel PAULY

À la mémoire
de Abdelouahed IDELHAJ
et de Jean-Paul TROADEC

To the memory
of Abdelouahed IDELHAJ
and Jean-Paul TROADEC

PARTIE I
APPUI À LA RECHERCHE & À LA DÉCISION : LES OUTILS

❖

PART I
SUPPORT TO RESEARCH & DECISION-MAKING: THE TOOLS

ARTICLES

VAKILY (J. M.), S. B. CAMARA, A. N. MENDY, V. MARQUES, B. SAMB, A. JÚLIO DOS SANTOS, M. F. SHERIFF, M. M. OULD TALEB SIDI & D. PAULY : pp. 3-10
► Normalisation de la nomenclature scientifique des poissons marins de la sous-région nord-ouest africaine
Normalisation of the Scientific Nomenclature of the Marine Fishes of the Northwest African Sub-region

THIBAUT (L.), P. CHAVANCE & A. DAMIANO : pp. 11-24
► StatBase, une approche générique pour la gestion de statistiques de pêche d'origines multiples
StatBase: A Generic Approach for Managing Multi-Sources Fisheries Statistics

BARRY (M. D.), D. THIAO & S. NDAW : pp. 25-36
► Les statistiques de la pêche maritime sénégalaise dans la base régionale StatBase
Senegalese Marine Fishing Statistics in the Regional Database StatBase

NOTES

GUITTON (J.) & D. GASCUEL : pp. 37-42
► TrawlBase-Siap : un outil de gestion des données de campagnes de chalutage scientifique
TrawlBase-Siap: A Software to Manage Trawling Survey Data

LALOË (F.), A. SAMBA & N. PECH : pp. 43-50
► Modélisation de la dynamique conjointe de l'exploitation & de la ressource
Modelling the Joint Dynamics of the Exploitation and the Resource

BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58
► Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries
GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

SOLIÉ (K.), A. MENDES ALMEIDA, D. BERTHIER, M. TANDSTAT, P. A. AMORIM & A. M. CARAMELO : pp. 59-66
► Sig & Gestion des pêcheries dans la partie nord de l'écosystème du golfe de Guinée
GIS & Fisheries Management in the Northern Part of the Gulf of Guinea Ecosystem

Normalisation de la nomenclature scientifique des poissons marins de la sous-région nord-ouest africaine

— Article —

Normalisation of the Scientific Nomenclature of the Marine Fishes of the Northwest African Sub-region

— Article —

Jan Michael VAKILY [1], Sékou Balta CAMARA [2], Asberr Natoumbi MENDY [3], Vanda MARQUES [4], Birane SAMB [5], Abel JÚLIO DOS SANTOS [6], Mohamed Fouad SHERIFF [7], Mohamed Mahfoudh OULD TALEB SIDI [8] & Daniel PAULY [9]

1. — Halieute, chercheur, *Joint Research Centre of the European Commission, Institute for Environment and Sustainability* (JRC-IES), *Inland and Marine Waters Unit* (TP 272), [Centre commun de recherches de la Commission européenne (C.C.R.), Institut pour l'environnement et le développement durable, Unité des eaux continentales et maritimes], via Fermi, 21020 Ispra (VA), (*Italy*).

2. — Biologiste, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.), [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

3. — Biologiste, *Senior Fisheries Officer* (*Research*), *Fisheries Department* (FD), *Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment*, [Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement], 6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie).

4. — Halieute, chercheur, Institut national de développement des pêches (I.N.D.P.), [*National Institute for Fisheries Development*], C.P. 132, Mindelo, San Vicente (Cap-Vert).

5. — Halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye– Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye.Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

6. — Halieute, chercheur, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA), [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied Fisheries Research*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102, Bissau (Guinée Bissau).

7. — Halieute, chercheur, *Department of Fisheries. Ministry of Agriculture, Forestry & Marine Resources* [Département des pêches, ministère des Ressources agricoles, forestières et marines], 11 Old Railway Line, Youyi Building Brookfieds, Freetown (Sierra Leone).

8. — Halieute, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

9. — Biologiste, directeur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C (Canada).

RÉSUMÉ

CE DOCUMENT présente le travail taxonomique qui a été mené dans le cadre du projet « Système d'information et d'analyse des pêches » (Siap) pour harmoniser la nomenclature scientifique utilisée pour les poissons marins dans la sous-région nord-ouest africaine. Le travail a permis (i) d'établir une liste de référence complète de toutes les espèces de poissons réparties dans les eaux territoriales des pays s'étendant de la Mauritanie jusqu'à la Sierra Leone et incluant le Cap-Vert ; (ii) en partant de cette liste régionale, d'établir pour chaque pays des listes nationales de leurs poissons marins ; (iii) d'identifier les synonymes les plus fréquemment utilisés dans la région et de les mettre en correspondance avec leurs noms scientifiques actuellement valables ; finalement (iv), d'associer aux noms scientifiques les noms vernaculaires habituellement utilisés dans les pays de la sous-région. Ainsi a été établie une liste de mille soixante espèces de poissons marins de la sous-région, avec une description de leur répartition géographique. Pour un grand nombre de ces espèces, les noms vernaculaires sont disponibles dans différentes langues de la sous-région. Une recherche dans les publications de référence pour les poissons de la sous-région a permis d'identifier cent soixante noms scientifiques qui doivent être considérés comme synonymes et dont les noms actuellement valables sont alors donnés. Les résultats de la recherche présentés ici sont disponibles sous forme d'une publication ainsi qu'en format électronique de fichier tableur sur cédérom (www.csrp-afrique.org).

Mots clés

Taxonomie — Poissons marins — Afrique — Noms vernaculaires

ABSTRACT

THIS paper presents the taxonomic work carried out in the context of the Siap project ("Système d'information et d'analyse des pêches"), which aimed at harmonising the scientific nomenclature used for the marine fishes of the North-West African Sub-Region. The work has allowed (i) to establish a complete reference list of all the fish species occurring in the waters of the countries extending from Mauritania to Sierra Leone and also including Cape Verde; (ii) based on this list, to establish for each country a national marine fish list, (iii) to identify the most frequent synonyms used in the region and provide their presently valid scientific names, and finally (iv) to assign to the scientific names those vernacular names that are regularly used in the Sub-Region. In this way a list of marine fishes of the Sub-Region was established, containing some 1060 species, with a description of their geographic distribution. For a large number of these species, vernacular names are available in the languages spoken in the Sub-Region. A search in the reference literature for the species of the Sub-Region has allowed identifying some 160 scientific names that have to be considered synonyms and their presently valid names are given. The result of this research is available in form of a publication and as electronic spreadsheet files on CD-Rom (www.csrp-afrique.org).

Key words

Taxonomy — Marine fishes — Africa — Vernacular names

INTRODUCTION

De nombreuses publications sont disponibles sur la taxonomie des poissons des eaux ouest-africaine, notamment celles du personnel de l'Orstom, actuellement I.R.D. (Blache *et al.*, 1970 ; Seret & Opic ,1997), de la F.A.O. (Schneider, 1990) et d'autres comme Quéro *et al.* (1991). À ceci s'ajoute un grand nombre de publications nationales dans la sous-région, qui montrent des listes nationales de poissons, par ex., en Mauritanie (Gaudechoux & Richer de Forges, 1983 ; Girardin, 1995 ; Ly *et al.*, 1999), au Cap-Vert (Monteiro *et al.*, 1994 ; Reiner, 1996), ou en Guinée Bissau (Sanches, 1991). Ces listes nationales souvent n'ont pas été établies par des taxonomistes mais plutôt par des biologistes qui ont reconnu l'importance de disposer de listes nationales de poissons disponibles, sans détenir, cependant, l'expertise nécessaire pour vérifier la validité des noms scientifiques des espèces incorporées. En plus, il est bien évident que ces listes se limitent souvent aux espèces communes qui présentent un intérêt économique. De nouvelles approches dans l'évaluation des ressources halieutiques telles que la modélisation des écosystèmes marins demandent une bonne connaissance de toutes les espèces qui font partie du système étudié ; ce sont parfois des espèces moins connues et non ciblées par la pêche qui jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire en maintenant la stabilité d'un écosystème. Établir donc des listes de référence nationales des poissons devrait alors garantir que ces listes soient « complètes » dans le sens qu'elles incluent aussi les espèces moins communes.

Un tel travail a été mené dans le contexte du projet « Système d'information et d'analyse des pêches » (Siap), qui s'est consacré au recouvrement et à l'analyse de données historiques sur l'état des ressources de pêche de la sous-région nord-ouest africaine. Siap a plusieurs modules, consacrés à (i) la récupération et l'analyse des données de prises (« StatBase ») ; (ii) la récupération et l'analyse de données provenant des campagnes de chalutage (« TrawlBase ») ; et (iii) la construction de modèles de réseaux trophiques visant à représenter les écosystèmes marins (« Ecopath »). Il est bien évident que les analyses pourvues dans les différents modules — surtout quand elles sont menées à un niveau sous-régional — demandent la normalisation des noms scientifiques et des noms communs utilisés pour les poissons de la région.

MATÉRIEL & MÉTHODES

Nous avons utilisé FishBase, une base de données globale des poissons, accessible à travers l'Internet (www.fishbase.org) ou sur cédérom (Froese & Pauly, 2000), comme fondement pour la composition des listes nationales des poissons marins.

FishBase est particulièrement appropriée comme point de départ pour les raisons suivantes :

— la plus grande partie des travaux taxonomiques et d'inventaires faunistiques connus pour l'Afrique de l'Ouest, telles que les publications citées ci-dessus, a été incorporée, après vérification, dans FishBase et se trouve alors disponible sous format électronique ;

— FishBase couvre toutes les espèces de poisson actuellement décrites (au-delà de 25 000) ; il est donc fort probable qu'une espèce signalée pour la sous-région soit aussi répertoriée dans FishBase ;

— la taxonomie incorporée dans FishBase est fondée sur les travaux de taxonomistes reconnus, tels que Nelson (1994) pour les définitions des familles et Eschmeyer (1990, 1998) pour les attributions spécifiques dans chaque famille ; ceci est complété par des revues régulières par des taxonomistes identifiés dans FishBase comme experts pour les différentes familles ou autres taxa ; FishBase peut donc être considéré comme une référence taxonomique fiable ;

— la plupart des espèces marines répertoriées dans FishBase sont déjà attribuées à des pays ou alors disposent d'une description générale de leur répartition géographique qui permet de vérifier si une nouvelle attribution d'une espèce à un pays qui va au-delà de ce qui est proposé par FishBase est compatible avec ce qui est connu de l'aire de répartition habituelle de l'espèce en question.

Nous avons largement pris en considération ces quatre aspects importants dans la préparation des listes nationales de poissons marins.

Listes des noms scientifiques

Nous avons extrait de FishBase des listes nationales d'espèces marines pour les sept pays considérés, à savoir : le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée Bissau, La Mauritanie, le Sénégal et la Sierra Leone ; ces listes ont ensuite été examinées par les collaborateurs nationaux du projet Siap ; en se servant des publications disponibles (rapports des campagnes scientifiques, thèses, etc.), ils ont répertorié toutes les espèces absentes de la liste de base.

Les espèces ainsi identifiées ont été soumises séparément pour chaque pays à un examen qui incluait les étapes suivantes :

1 Est-ce que le nom scientifique est valable selon la nomenclature représentée en FishBase ?

OUI : Continuez avec Question 2 ;
NON : Ajoutez le nom scientifique à la liste des synonymes et continuez l'examen avec le nom valable ;

1.1 Est-ce que le nom valable se trouve déjà dans la liste nationale ?

OUI : Arrêtez ;
NON : Continuez avec Question 2 ;

2 Est-ce que la description de l'aire de répartition géographique de l'espèce en question inclut le pays auquel il est proposé de l'attribuer ?

OUI : Incluez l'espèce dans la liste d'espèces pour le pays en question ;
NON : Ne l'incluez pas dans la liste nationale, soumettez le cas à un taxonomiste expert pour l'espèce en question.

Cette approche méthodique a garanti qu'une nouvelle attribution d'une espèce à un des sept pays n'a pas été effectuée si elle aboutissait à une extension effective des limites latitudinales connues pour l'espèce en question. Les cas d'une espèce hors de son aire de répartition ont surtout été rencontrés dans des rapports des campagnes de chalutage menées par des bateaux étrangers. On peut soupçonner que les scientifiques à bord n'ont pas toujours été des experts de la faune ichtyologique de la sous-région.

Les listes nationales ainsi créées ont été fusionnées en une seule, représentant alors la liste principale des poissons marins de la sous-région. Avec cette liste, une dernière vérification globale a été effectuée en examinant pour chaque espèce si une discontinuité pouvait être observée dans la distribution des espèces le long de la côte de la sous-région. Si donc, par exemple, des sources publiées ont permis d'attribuer une espèce au Sénégal et à la Guinée Bissau, mais qu'aucune source n'a été identifiée attribuant cette espèce à la Gambie, nous avons conclu que cette espèce devrait tout de même être aussi attribuée à la Gambie, si la description générale de sa répartition géographique ne s'y oppose pas. Les pays à la limite de l'extension nord-sud de la région en considération (la Mauritanie et la Sierra Leone) ainsi que le Cap-Vert ont été exclus de cette approche.

Noms communs des poissons marins

FishBase contient un grand nombre de noms communs, appartenant à deux groupes :

— (i) les noms communs internationaux, c'est à dire français et anglais, adoptés par l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations unies (F.A.O.) ;

— (ii) les noms vernaculaires dans une des langues utilisées dans un pays ; pour les sept pays en considération ces langues sont l'anglais en Sierra Leone, le français en Guinée, Mauritanie et au Sénégal, le hassaniya en Mauritanie, le krio en Sierra Leone, le portugais au Cap-Vert et en Guinée Bis-

sau, le soussou en Guinée, et le wolof en Gambie, Mauritanie et au Sénégal. Il faut noter que les noms locaux en français ou en anglais dans un pays peuvent être différents des noms internationaux pour l'espèce en question.

Les collaborateurs du projet Siap, auteurs de la communication présente, se sont servis de leur propre connaissance et des publications nationales pour vérifier les noms vernaculaires tels que l'on a pu les obtenir à partir de FishBase ; ils ont complété ces listes avec des noms utilisés dans leur pays mais pas encore enregistrés en FishBase. L'orthographe des noms issus de sources différentes a été standardisée, d'après les connaissances collectives des auteurs, qui couvrent ces langues.

RÉSULTATS

LA COMPARAISON des listes nationales de poissons marins telles qu'elles étaient extraites de FishBase avec la littérature dont disposaient les collaborateurs du projet Siap a permis d'augmenter de sept pour cent (Cap-Vert, Mauritanie) à vingt-deux pour cent (Gambie) le nombre d'espèces figurant sur les listes nationales finalement établies. Un résumé est donné dans le tableau I.

TABLEAU I
Nombres d'espèces constituant les listes nationales de poissons marins dans les pays de la sous-région et comparaison avec le nombre d'espèces inclus dans les listes obtenues à partir de FishBase (additions, exprimé en pourcentage)

Total number of species figuring in the national lists of marine fishes in the countries of the sub-region and its comparison with the number of species in the species lists generated from Fish Base (additions, expressed in percent)

PAYS	ESPÈCES DE POISSONS MARINS DANS LES LISTES NATIONALES	ADDITIONS (EN POURCENTAGE)
Mauritanie	652	6,7
Sénégal	698	8,9
Gambie	583	22,5
Guinée Bissau	620	9,4
Guinée	600	12,8
Sierra Leone	585	10,6
Cap-Vert	657	6,7

Assez souvent une espèce « non répertoriée » n'a pas été retrouvée dans la liste de base de FishBase parce qu'elle a été mentionnée dans la littérature consultée avec un nom scientifique non valable. Deux cas étaient possibles :

— faute orthographique dans un nom scientifique, re-transmise d'une publication à l'autre ;
— usage d'un nom scientifique à présent considéré comme synonyme.

En nous limitant aux cas les plus fréquents, nous avons identifié environ cent soixante cas semblables pour les pays en question ; après avoir établi le nom scientifique valable pour l'espèce en question, elle a été incluse dans la liste d'espèces sous son nom valable si elle n'y figurait pas déjà.

Suite à l'établissement des sept listes nationales, ces listes ont alors été jointes pour former une liste de référence des poissons marins pour l'ensemble des pays de la sous-région nord-ouest africaine, cette liste comprend les noms scientifiques de mille soixante espèces de poisson.

Au-delà des mille six cent noms anglais et cinq cent quatre-vingts noms français que nous avons pu extraire de FishBase comme noms internationaux pour les mille soixante espèces de poissons classées comme existantes dans la sous-région,

nous avons pu vérifier et ajouter pour un grand nombre d'espèces dans les différents pays de la sous-région leurs noms vernaculaires, couvrant sept langues utilisées dans les pays en question (tabl. II).

Suite au présent travail des listes référentielles actuellement répertoriées ont été mises à la disposition des chercheurs, gestionnaires et de tous les autres groupes intéressés. L'information peut être obtenue sous deux formats :

— une publication titrée « VAKILY (J. M.), S.B. CAMARA, A. N. MENDY, V. MARQUES, B. SAMB, A. JULIO DOS SANTOS, M. F. SHERIFF, M. OULD TALEB SIDI & D. PAULY. 2002. *Poissons marins de la sous-région nord-ouest-africaine*. EUR 20379 FR, Commission Européenne, Bruxelles. 124 p. » (distribuée par le Secrétariat permanent de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.), B.P. 20505, Dakar, Sénégal) ;

— un cédérom produit pour le projet Siap par le projet *Sea Around Us* (University of British Columbia, Canada), (cédérom distribué par : The Fisheries Centre, U.B.C., 2259 Lower Mall, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada)

TABLEAU II

Nombres d'espèces de poissons dans les pays de la sous-région pour lesquelles des noms vernaculaires ont été identifiés et nombre total des noms vernaculaires uniques à un pays

Number of fish species in the countries of the sub-region for which vernacular names have been identified as compared to the total number of vernacular names unique to a country

PAYS	ESPÈCES AVEC NOMS VERNACULAIRES	NOMS VERNACULAIRES UNIQUES À UN PAYS	LANGUES CONSIDÉRÉES
Mauritanie	429	390	français, hassaniya, wolof
Sénégal	207	197	français, wolof
Gambie	31	29	wolof
Guinée Bissau	73	42	portugais
Guinée	72	42	français, sussu
Sierra Leone	69	56	anglais, krio
Cap-Vert	389	240	portugais

Poissons Marins de la Sous-Région Nord-Ouest Africaine [# 1 - 22] Marine Fishes of the North-West African Sub-Region

Acanthuridae

Acanthurus chirurgus (Bloch, 1787); Chirurgien docteur (F), Doctorfish (A) -- Distr. **Sénégal** - - 35 cm (LT); récifal [# **0001**].

Acanthurus monroviae Steindachner, 1876; Chirurgien chas-chas (F), Monrovia doctorfish (A) -- Distr.: **Cap Vert**: Barbeiro, Lanceteiro (P) / **Mauritanie** / **Sénégal**: Docteur (F); Doktooru jën, Suru seen (W) / **Gambie** / **Guinée-Bissau** / **Guinée**: Finèdi yèkhè (S) / **Sierra Leone** -- 45 cm (LS); démersal [# **0002**].

Acropomatidae

Synagrops bellus (Goode & Bean, 1896); Blackmouth bass (A) -- Distr. **Guinée-Bissau** /

Alepocephalus rostratus Risso, 1820; Caussinié (F), Risso's smooth-head (A) -- Distr.: **Cap Vert** / **Mauritanie** / **Sénégal** / **Gambie** / **Guinée-Bissau** / **Guinée** / **Sierra Leone** -- 50 cm (LS); bathydémersal [# **0010**].

Asquamiceps caeruleus Markle, 1980; -- Distr. **Mauritanie** / **Sénégal** / **Gambie** / **Guinée-Bissau** / **Guinée** / **Sierra Leone** -- 34 cm (LS); bathypélagique [# **0011**].

Bathytroctes microlepis Günther, 1878; Smallscale smooth-head (A) -- Distr. **Mauritanie** / **Sénégal** / **Gambie** / **Guinée-Bissau** / **Guinée** / **Sierra Leone** -- 32 cm (LS); bathypélagique [# **0012**].

Conocara macroptera (Vaillant, 1888); Longfin smooth-head (A) -- Distr. **Mauritanie** / **Sénégal** / **Gambie** / **Guinée-Bissau** / **Guinée** -- 34 cm (LS); bathypélagique [# **0013**].

FIG. 1. — *Exemple de la liste des espèces de poissons.*
Example of the listing of fish species.

La publication présente les espèces par ordre alphabétique au sein de chaque famille, elles-mêmes étant ordonnées par ordre alphabétique. Le nom scientifique valable de l'espèce est suivi du nom de l'auteur, les noms communs internationaux et la distribution de l'espèce dans la sous-région en énumérant les pays où elle est signalée. Les noms vernaculaires, s'ils existent, sont donnés conjointement avec le nom du pays auquel ils s'appliquent. Chaque entrée est complétée par une indication de la longueur maximale (en cm) atteinte par les spécimens les plus vieux de l'espèce en question et d'une catégorie décrivant en un mot l'habitat/écologie de l'espèce (fig. 1). Un index extensif permet de rechercher une espèce par son nom scientifique (nom générique ou nom spécifique) ou par son nom commun, soit international, soit vernaculaire. La version sur cédérom présente la liste de poissons sous le format des fichiers MS Excel.

Il existe un fichier pour la liste complète de tous les poissons marins de la sous-région ; le cédérom contient en plus un fichier par pays qui représente une liste de poissons limitée à ceux attribués au pays en question (listes « nationales ») ; ces fichiers peuvent alors facilement être utilisés pour incorporer les listes nationales dans des applications informatiques (base de données, statistiques de pêche sur fichier tableur, etc.), le besoin d'écrire à nouveau des noms scientifiques souvent difficiles à écrire correctement est ainsi éliminé.

CONCLUSION

LE TRAVAIL présenté dans cette communication a eu comme résultats — sur supports papier et électronique — la mise à disposition d'une compilation des noms scientifiques et communs des poissons marins dans la sous-région nord-ouest africaine. En s'étant assuré qu'une taxonomie correcte et actualisée est appliquée, ces listes de poissons peuvent être considérées comme des listes de référence.

Il est espéré que son utilisation par les scientifiques dans la sous-région contribuera à une harmonisation de la nomenclature utilisée, étape importante vers une « régionalisation » de la recherche halieutique.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BLACHE (J.), J. CADENAT & A. STAUCH, 1970. — « Clé de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental (entre le 20e parallèle N et le 15e parallèle S) », *Faune tropicale*, Paris, Orstom, n° 18, 479 p.

ESCHMEYER (W. M.), 1990. — *Catalog of the Genera of Recent Fishes*, San Francisco (É.-U. A.), California Academy of Sciences, 697 p.

ESCHMEYER (W. M.), 1998. — *Catalog of Fishes*, Special publication No. 1, Center for Biodiversity Research and Information. California Academy of Sciences, vol. I-III, pp. 1-2905.

FROESE (R.) & D. PAULY (éd.), 2000. — *FishBase 2000: Concepts, Design and Data Sources*, Iclarm, Manila. 344 p. [4 cédéroms, mise à jour et version française : www.fishbase.fr]

GAUDECHOUX (J.-P.) & B. RICHER DE FORGES, 1983. — « Inventaire ichtyologique des eaux mauritaniennes », *Documents du Centre national de recherche océanographiques et des pêches*, (3) : 22 p.

GIRARDIN (M.), 1995. — « Complément à l'inventaire ichtyologique des eaux mauritaniennes », *Bulletin du Centre national de recherche océanographiques et des pêches*, vol. XXVI : pp. 51-53.

LY (B.), M. DIOP & M. GIRARDIN, 1999. — *Guide et nomenclature nationale commerciale des espèces marines (poissons, crustacés et mollusques) pêchées en Mauritanie*, ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Espagne)-ministère des Pêches et de l'Économie maritime (Mauritanie), 216 p.

MONTEIRO (V. M. S.), E. ALMADA & V. THORSTEINSSON, 1994. — *Ground Fish Survey in the Waters off Cape Verde*, INDP-Iceida, 26 p.

NELSON (J. S.), 1994. — *Fishes of the World*, 3d ed., New York, John Wiley & Sons, 600 p.

QUÉRO (J. C.), J. C. HUREAU, C. KARRER, A. POST & L. SALDANHA (éd.), 1991. — Catalogue des poissons de l'Atlantique oriental tropical (Clofeta), vol. I, II, III, Unesco-J.N.I.C.T.I., 1 490 p.

REINER (F.), 1996. — « Catálogo dos peixes do Arquipélago de Cabo Verde », *Publicações avulsas do Ipimar*, n° 2, 339 p.

SANCHES (J. G.), 1991. — « Catálogo dos principais peixes marinhos da República de Guiné-Bissau », *Publicações avulsas do I.N.I.P.*, n° 16, 429 p.

SCHNEIDER (W.), 1990. — *Field Guide to the Commercial Marine Resources of the Gulf of Guinea*, prepared and published with the support of the FAO Regional Office for Africa, Rome, FAO, 268 p.

SERET (B.) & P. OPIC, 1997. — « Poissons de mer de l'Ouest Africain Tropical », *Documentation technique*, n° 49, Paris, Orstom, 450 p.

StatBase, une approche générique pour la gestion de statistiques de pêche d'origines multiples

— Article —

StatBase: A Generic Approach for Managing Multi-Sources Fisheries Statistics

— Article —

Loïc Thibaut [1], Pierre Chavance [2] & Alain Damiano [3]

1. — Ingénieur informaticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), [*Research Institute for Development*], B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

2. — Biologiste des pêches, directeur de recherche, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

3. — Assistant ingénieur halieute, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

RÉSUMÉ

UN NOMBRE important de services administratifs, techniques et scientifiques produisent des statistiques de pêche concernant les six pays d'Afrique de l'ouest adhérant à la Commission sous-régionale des pêches. Les avis concordent sur le fait que ces statistiques ne sont ni suffisamment accessibles ni véritablement utilisées. Une étude en plusieurs étapes a été conduite dans le but de concevoir et de construire une plate-forme informatique permettant un meilleur accès et une utilisation plus aisée de ces statistiques de pêche ; la démarche adoptée, qui s'inspire des technologies de datawarehouse, s'appuie sur une abstraction générique des données de statistiques de pêche. Le document présente les principaux résultats issus de cette étude ainsi que les caractéristiques techniques du logiciel StatBase.

Mots clés

Information — Statistiques de pêche — Logiciel

ABSTRACT

DIFFERENT agencies (administrative, technical and scientific) produce statistics on fisheries from the six West African countries that are part of the Sub-Regional Fisheries Commission. It is well recognized that these statistics are not sufficiently accessible or used. A multi-step study has been carried out in order to conceive and build a computer system that provides better access to these statistics and easier utilisation. According to the results of this study we have decided to base StatBase on a multidimensional model and on a generic abstraction of fisheries statistical data. This document presents the main results from the study, as well as the technical characteristics of the StatBase software.

Key words

Information — Fisheries statistics — Software

INTRODUCTION

L'INFORMATION et la connaissance, rendues accessibles grâce aux technologies de l'information, ont un rôle clé à jouer dans la recherche de durabilité au sein des secteurs des pêches.

L'agenda 21 de la Cnued (Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement) en 1992 a consacré la reconnaissance du fait qu'une utilisation efficace et effective de la meilleure information disponible est essentielle pour le développement durable (GRAINGER *et al.*, 2000).

Il est en effet fréquent de constater que le manque de données fiables, ou la difficulté d'accéder à ces données, compromet la capacité des acteurs de la pêche à apprécier de façon objective les enjeux du secteur, et donc à partager leurs analyses et à trouver des solutions concertées aux difficultés rencontrées. Cette situation peut être habilement utilisée et entretenue pour défendre des intérêts particuliers visant le court terme.

Malgré leurs imperfections, les statistiques de pêche officielles constituent une source irremplaçable d'information pour apprécier les changements survenus dans la pêche et dans les écosystèmes marins ; elles font, à ce titre, l'objet de diverses tentatives de reconstitution et de validation (WATSON *et al.*, 2000).

Les statistiques de pêche des pays composant la Commission sous-régionale des pêches [1] sont collectées par une diversité d'institutions publiques. Ces dispositifs statistiques se sont mis en place au fur et à mesure de l'importance grandissante de la pêche et de l'établissement progressif, vers la fin des années soixante-dix, des zones économiques exclusives ; ces dernières ayant en effet doté les pays riverains d'une responsabilité accrue en matière de suivi et gestion des pêches (CHAVANCE, 2004).

Il est bien reconnu que ces statistiques de pêche sont à la fois peu accessibles et insuffisamment utilisées en regard des efforts [2] consentis pour leur acquisition.

Dans cet article, nous présentons dans un premier temps les résultats de l'étude que nous avons conduite à l'échelon des six pays de la C.S.R.P. visant à cerner les besoins et les contraintes en matière de mobilisation des données statistiques ; nous décrivons ensuite la solution informatique mise en œuvre pour aboutir aux objectifs ainsi définis et explicitons le modèle conceptuel de données qui constitue la clef de voûte du logiciel développé ; enfin, nous présentons le logiciel proprement dit, à travers ses trois composants essentiels : l'explorateur de données, le système de requête et les formes de restitution.

1. — La Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.) rassemble six pays de l'Afrique de l'ouest : le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée Bissau, la Mauritanie, le Sénégal.

2. — CHAVANCE *et al.* (2001) ont pu évaluer à six cents le nombre d'agents techniques travaillant à la collecte, à la gestion et au traitement/analyse des statistiques de pêche dans les six pays de la C.S.R.P.

VERS UN SYSTÈME D'INFORMATION HALIEUTIQUE

UNE enquête a été conduite auprès d'une diversité d'acteurs (67 au total) du secteur et d'utilisateurs des statistiques des pêches (CHAVANCE *et al.*, 2000, 2001) ; cette enquête a permis de construire une typologie des acteurs statistiques et des principaux flux d'information ; une liste des

produits statistiques a été établie ainsi qu'une évaluation globale des moyens humains et matériels disponibles ; cette enquête a été l'occasion de recueillir les besoins exprimés par les utilisateurs et d'établir un cahier des charges de l'application informatique recherchée.

Quatre grandes fonctions du logiciel ont été identifiées :

— permettre l'accès aux statistiques de pêche sous-régionales et leur sauvegarde ;
— faciliter l'utilisation des données disponibles ;
— permettre l'intégration de données d'origines diverses et garantir leur traçabilité ;
— offrir des formes de restitution adaptées, flexibles et évoluées.

Permettre l'accès aux statistiques de pêche sous-régionales et leur sauvegarde

L'accès et la sauvegarde des données d'intérêt public sur les pêches sont des problèmes particulièrement cruciaux en Afrique de l'Ouest. De fait, nombre de données « existantes » ne sont plus accessibles et on peut brosser quelques situations types qui illustrent cette perte de mémoire :

— des bulletins statistiques ont bien été publiés, dans leur temps, mais ils sont désormais épuisés ;
— il est possible, au mieux, d'en trouver les ultimes exemplaires auprès du service les ayant produits, si par chance ce dernier n'a pas subi de réforme administrative ;
— les données ont bien été conservées dans des bases de données informatiques mais celles-ci ont été perdues ou bien leur qualité n'est plus maîtrisée, en raison d'un déficit de personnel technique ou bien du départ définitif du concepteur ;
— les données statistiques sont issues de dispositifs poursuivant des objectifs spécifiques et utilisant des méthodes et des classifications particulières ; ces données ont pu en outre avoir fait l'objet de révision importante ; dans ce contexte, disposer de l'information associée à ces données peut donc être aussi important que l'accès aux données lui-même ;
— les données n'ont pas été saisies et/ou n'ont fait l'objet que d'une valorisation partielle (exemple des projets ponctuels) ; dans le plus favorable des cas, des bordereaux d'enquête sont encore stockés mais les méthodes sont insuffisamment documentées pour en refaire une saisie et un traitement.

Les données de statistiques de pêche encourent par conséquent des risques multiples aux diverses étapes de leur traitement, ce qui justifie la conception d'un ensemble de procédures et d'outils permettant de lutter efficacement contre ce phénomène d'oubli progressif.

Faciliter l'utilisation des données disponibles

Idéalement, l'utilisateur de statistiques de pêche devrait être entièrement autonome pour effectuer, sur les données supposées accessibles, des requêtes destinées à favoriser son analyse. Comme il est difficile de dresser une liste exhaustive de requêtes prédéfinies qui couvrirait l'essentiel des besoins, l'utilisateur doit être en mesure de manipuler lui-même les données et construire une requête *ad hoc* sans pour autant avoir à maîtriser un formalisme technique tel qu'un langage de requête (par exemple SQL) ou la description d'un schéma de base de données. L'interface utilisateur du logiciel doit être simple, conviviale, les textes doivent être rédigés dans une langue maîtrisée par l'utilisateur ; l'interface utilisateur du logiciel doit s'intégrer naturellement à son environnement de travail habituel ; le temps d'apprentissage pour arriver à une utilisation facile du logiciel ne devrait pas dépasser quelques heures.

Le développement des nouvelles technologies de l'information, en particulier des réseaux locaux et d'internet constitue une opportunité supplémentaire de réduire les difficultés d'accès ; cependant l'hétérogénéité des contextes technologiques rencontrés est une contrainte majeure ; alors que certains instituts ne disposent que de postes isolés, d'autres bénéficient d'un intranet et d'une connexion permanente à internet.

La rapidité de diffusion des nouvelles technologies de l'information en Afrique rend peu satisfaisante

la politique du plus petit commun dénominateur. À l'horizon de quelques années, il est probable que la plupart des institutions impliquées dans la collecte et le traitement des statistiques de pêche seront connectées à internet ; dans ce contexte, il est clair qu'un système d'information adapté doit pouvoir fonctionner sur un poste de travail isolé tout en exploitant les possibilités offertes par ces nouvelles technologies lorsqu'elles sont disponibles.

Permettre l'intégration de données d'origines diverses et assurer leur traçabilité

L'intégration de statistiques de pêche d'origines multiples n'est possible qu'à condition d'aborder le problème de leur mise en compatibilité ; en effet, les services responsables de leur production n'utilisent pas les mêmes standards d'unité, de résolution (spatiale et temporelle) et les mêmes classifications (engins de pêche, espèces pêchées...) ; à l'intérieur d'un même service, il n'est pas rare de constater que les nomenclatures utilisées sont différentes d'un département à un autre ; de plus, il est inévitable que celles-ci évoluent au cours du temps (nouvel engin, nouvelle espèce exploitée...), rendant difficile la reconstitution de séries longues.

Plutôt que d'imposer une classification commune, nécessitant de faire évoluer les systèmes et les procédures nationales, un système d'information doit permettre la prise en compte de ces multiples classifications, de leur évolution, et proposer un cadre unifié pour leur gestion qui permette, en outre, de conserver la *trace* des classifications originelles des données.

Offrir des formes de restitution adaptées, flexibles et évoluées

L'information statistique sur les pêches concerne une large gamme d'utilisateurs intéressés par l'utilisation et la gestion des ressources halieutiques.

Les publications des services responsables de la production de ces statistiques prennent habituellement la forme de bulletins statistiques produits annuellement ; quoique indispensable, cette forme de restitution n'est pas suffisante pour couvrir les besoins très diversifiés exprimés par les utilisateurs ; en effet, pour construire les bulletins statistiques, les services techniques sont contraints de faire des choix de représentations qui portent sur les types de variables et sur la finesse des résolutions ; une part non négligeable de l'information statistique disponible n'est par conséquent pas publiée.

Il est nécessaire de proposer des produits d'information plus complets, plus souples, plus rapides à réaliser et plus didactiques : tableaux, graphes, mais aussi rapports et cartes.

UN MODÈLE CONCEPTUEL D'INTÉGRATION DE DONNÉES

L'INVENTAIRE des offres disponibles nous a rapidement conduits vers la nécessité de développer un logiciel spécifique répondant précisément à la fois aux besoins identifiés et au contexte.

Un objectif central du projet consiste à assurer l'intégration et permettre la manipulation des données de statistiques de pêche des six pays participants ; il s'agit donc d'intégrer les données de bases thématiquement comparables mais historiquement hétérogènes et qui diffèrent conséquemment aussi bien par les technologies employées que par leur structuration, leur nature et leur résolution.

Pour aborder ce problème, la démarche habituellement adoptée est une démarche ascendante : la structure de chaque base de données est étudiée,

documentée ; la structure commune est alors élaborée et les données de chaque base sont extraites, transformées et intégrées à la nouvelle structure. Cette approche présente toutefois de nombreux inconvénients :

— elle conduit à la création de modèles complexes et peu intuitifs ;
— l'intégration d'une nouvelle source de données peut remettre en cause l'ensemble de la structure commune et conduire à en faire un usage contre-nature en forçant les données à entrer dans un cadre inadapté ;
— cette architecture impose l'utilisation d'outils différents à l'échelon national et à l'échelon sous-régional ; le coût d'apprentissage du nouvel outil peut représenter un frein majeur à son adoption et constitue une charge importante pour les utilisateurs.

Ces constatations nous ont amenés à adopter une démarche différente, inspirée des approches décisionnelles aujourd'hui utilisées dans les grandes compagnies (CHAUDHURI & DAYAL, 1998 ; WIDOM, 1995) ; celles-ci prônent que les ensembles de données doivent être définis indépendamment des modalités de collecte et de traitement, et de développer une vue sur les données indépendante des structures et procédures du système d'information à intégrer.

Ainsi, plutôt que de manipuler des tables et des enregistrements, on considère ici les ensembles de données comme des matrices comportant un nombre particulier de dimensions ; pour mettre en œuvre cette approche, nous avons utilisé différentes notions explicitées dans la figure 1.

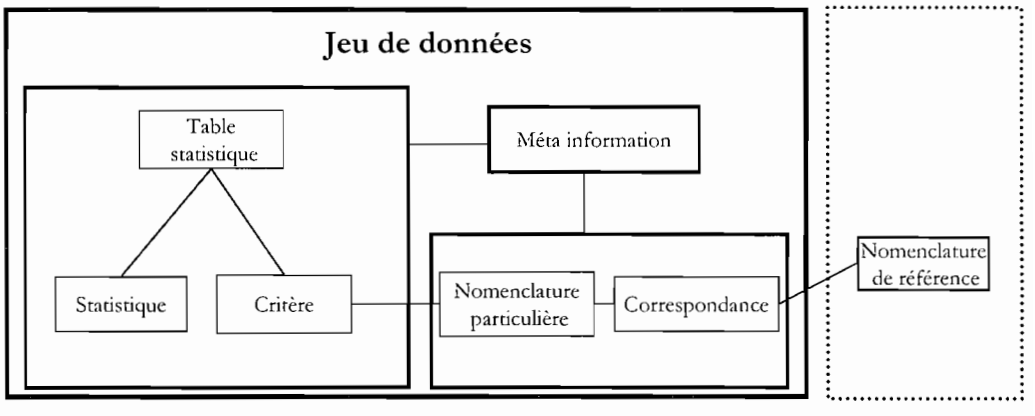


FIG. 1. — *Les concepts clefs utilisés pour le développement de StatBase et leurs relations.*

Key concepts used for StatBase software development and their interrelationships.

Chaque matrice est un ensemble cohérent de données homogènes en termes de résolution, de structuration et de codage que nous nommerons une *table statistique* ; une table statistique est constituée de catégories descriptives (les *critères*) et de mesures quantitatives (les *statistiques*) ; par exemple, une table statistique décrivant la flottille industrielle d'un pays pourrait fournir l'effectif de navires par année, type de licence et type de navire.

Les critères sont ici l'année, le type de licence, le type de navire. On ne dispose que d'une statistique : l'effectif de navires. Les statistiques font directement l'objet des analyses menées par l'utilisateur et les critères caractérisent le contexte de cette mesure (exemple : le poids des captures par espèces ; le nombre de navires par nationalité).

Chaque critère est exprimé dans une *nomenclature* que nous définirons comme l'ensemble cohérent des valeurs discrètes (*modalités*) qu'il peut prendre. Par exemple, un critère caractérisant l'espèce dans une table statistique peut utiliser la classification standard à trois lettres de la F.A.O. Une nomenclature peut être organisée en *hiérarchie* – par exemple, un critère temporel peut être structuré en trois niveaux hiérarchiques : années, trimestres,

mois ; de même, une nomenclature taxonomique des espèces pourrait être organisée par familles, genres, espèces — pour permettre la prise en compte de divers niveaux de précision.

L'analyse effectuée sur les jeux de données recensés lors du bilan de l'existant (CHAVANCE *et al.*, 2001) a montré que cette approche en termes de critères, statistiques et nomenclatures hiérarchiques était pertinente et largement applicable ; cette analyse nous a permis d'identifier treize types de critère (tabl. I).

Afin de permettre la consolidation de statistiques de pêche exprimées dans des nomenclatures particulières, une *nomenclature de référence* a été définie pour chaque type de critère ; ces nomenclatures de référence sont soit des nomenclatures internationales existantes, soit des nomenclatures dérivées sur la base de quelques adaptations, favorisant ainsi l'adoption de standards ; elles sont organisées en hiérarchies pour permettre la prise en compte de niveaux de précision variables.

Enfin, les correspondances ont été établies entre les nomenclatures particulières et les nomenclatures de référence ; il devient ainsi possible de convertir les données exprimées dans une nomenclature particulière en nomenclature de référence et d'effectuer la consolidation de tables statistiques initialement incompatibles. Notons qu'il n'est pas toujours possible de trouver une correspondance exacte entre deux nomenclatures et, dans ce cas, on cherche à minimiser la perte d'information par le jeu des hiérarchies ; par exemple une catégorie « divers » apparaissant dans un système d'enquête en pêche maritime pourra être rattachée à la catégorie « Divers produits de la pêche ».

TABLEAU I
Liste des types de critères et des nomenclatures de référence associées
List of criteria types and related nomenclature of reference

TYPE DE CRITÈRE	NOMENCLATURE DE RÉFÉRENCE	SOURCE
Temporel	Hiérarchique : mois, trimestre, semestre et année depuis 1950 à 2050	Calendrier grégorien
Espèce-catégorie	C.S.R.P., hiérarchique avec ajouts de 10 catégories statistiques fréquemment utilisées dans la sous-région	F.A.O. 3 alpha code. F.A.O. (1994)
Bateau	C.S.R.P., hiérarchique avec ajout d'une catégorie « non pontés »	Classification statistique internationale des types de bateaux de pêche et associés (C.S.I.T.B.P.), F.A.O. (1986).
Puissance du moteur	C.S.R.P., hiérarchique avec ajout d'une catégorie « sans moteur »	Classification statistique internationale des types de bateaux de pêche et associés (C.S.I.T.B.P.), F.A.O. (1986).
Tonnage du bateau	C.S.R.P., hiérarchique	Classification statistique internationale des types de bateaux de pêche et associés (C.S.I.T.B.P.), F.A.O. (1986).
Longueur hors-tout du bateau	C.S.R.P., hiérarchique	Classification statistique internationale des types de bateaux de pêche et associés (C.S.I.T.B.P.), F.A.O. (1986).
Engin de pêche	C.S.R.P., hiérarchique	Classification statistique internationale des types d'engins de pêche (Csitep), NEDELEC & PRADO (1990)
Conservation	C.S.R.P., hiérarchique avec ajout d'une catégorie « frais non glacé »	U.E.
Type de pêche	Aucune pour l'instant	–
Type d'activité	Aucune pour l'instant	–
Pays	C.S.R.P. non hiérarchique	Nations unies Iso 2 alpha (F.A.O., 1994)
Zone terrestre	C.S.R.P., hiérarchique	Nations unies Iso 2 alpha et nomenclature des systèmes nationaux pour les niveaux inférieurs au pays
Zone maritime	C.S.R.P., hiérarchique	F.A.O.-Copace. F.A.O. (1994)

Sont donc conservés dans StatBase les éléments suivants :

— les tables statistiques provenant des systèmes statistiques nationaux avec leurs codifications d'origine ;
— leurs nomenclatures ;
— les correspondances avec les nomenclatures sous-régionales communes.

Cette particularité fait qu'il est toujours possible, après intégration physique dans la base, de retrouver les données d'origine introduites avec l'ensemble des informations associées.

Les données peuvent être réexaminées au niveau le plus fin et éventuellement être restituées dans les nomenclatures initiales, s'il fallait régénérer un bulletin statistique. StatBase garantit ainsi une certaine *traçabilité des données.*

Le modèle proposé permet donc une approche unificatrice des statistiques de pêche. Plutôt que de restructurer les données à intégrer, il permet de les décrire et de les manipuler sans avoir à modifier leur codification ou leur format d'origine. Nous le qualifierons de *modèle épiphyte*, par analogie aux végétaux utilisant d'autres végétaux comme support sans en altérer le métabolisme.

Intégration des données

L'intégration proprement dite des données est faite par importation des tables statistiques dans StatBase ; pour cela, les données à importer sont simplement présentées sous forme de tableau dans leur format d'origine, une colonne par critère ou par statistique ; leur structure est alors décrite en termes de critères, de statistiques et de nomenclatures. La méta-information décrivant l'origine des données est saisie et véhiculée conjointement aux données ; il est ainsi toujours possible de connaître l'origine et les caractéristiques des données.

Chaque pays participant dispose de sa propre implantation de StatBase. Une fois les données importées, celles-ci peuvent être partagées entre toutes les implantations au travers d'un format d'échange fondé sur le langage XML (W3C, 2000) ; chaque organisation produisant des statistiques de pêche est ainsi responsable de l'intégration de ses propres données, ce qui garantit leur import au niveau le plus adéquat.

Opérateurs de manipulation de données

Le modèle conceptuel adopté permet également la formulation de requêtes complexes de manière intuitive à l'aide d'opérateurs simples ; cinq opérateurs ont été identifiés :

— *la sélection de critères et de statistiques* ; il s'agit de réduire le nombre de dimensions de la matrice en abandonnant celles qui ne sont pas pertinentes pour l'analyse effectuée ; concrètement, en supprimant un critère, on agrège les données éclatées sur les différentes modalités de ce critère ;
— *la conversion de nomenclatures* ; elle s'effectue à l'aide des correspondances définies entre les nomenclatures particulières et les nomenclatures de référence ;
— *la sélection des modalités* ; il s'agit d'inclure ou d'exclure certains éléments de nomenclature de la requête ; par exemple, on peut souhaiter ne traiter qu'un groupe d'espèces ou une année spécifique ;
— *l'agrégation* ; lorsqu'un critère est exprimé dans une nomenclature hiérarchique, il est possible de changer de niveau de détail ; par exemple, des captures exprimées par espèces peuvent être ramenées à un groupe d'espèces d'intérêt statistique ;
— *la fusion de tables statistiques* ; il s'agit de regrouper les données de plusieurs tables statistiques, possédant au moins une statistique et un critère en commun, dans une table unique.

Ces opérateurs, quoique non exhaustifs, permettent d'effectuer les manipulations les plus courantes ; leur combinaison permet d'exprimer des requêtes complexes de manière simple et intuitive.

PRINCIPALES COMPOSANTES DU LOGICIEL

POUR favoriser l'intégration dans l'environnement de travail de l'utilisateur, StatBase a été développé comme un module de macros complémentaires d'Excel (Marque déposée de Microsoft Corporation). L'interface a été simplifiée au maximum pour permettre l'utilisation du logiciel par une large gamme d'utilisateurs. Nous présentons ici les trois modules principaux, permettant la sélection, la manipulation et la restitution des données. Les autres fonctionnalités (import, export, administration) sont décrites en détail dans le manuel utilisateur (DAMIANO *et al.*, 2002)

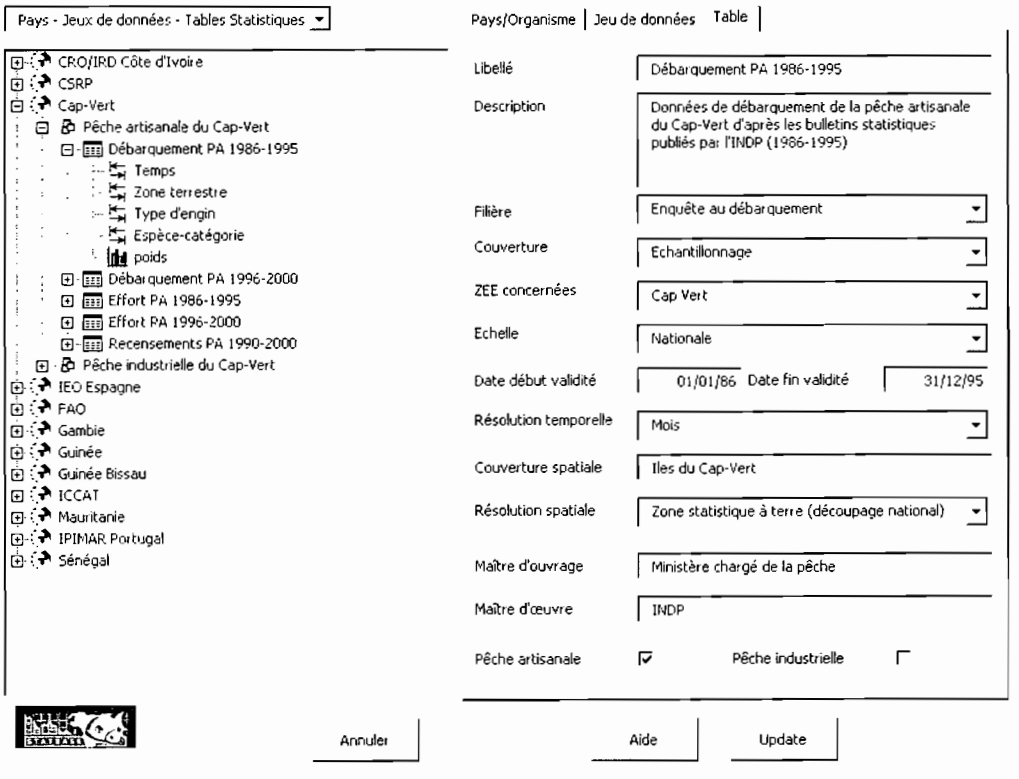


FIG. 2. — *Interface de l'explorateur StatBase permettant de visualiser les jeux de données et tables statistiques disponibles dans la base de données avec la méta information associée.*

StatBase explorer interface allowing the visualisation of the datasets and the statistical tables available with their associated meta-information.

L'explorateur StatBase

L'explorateur (fig. 2) permet à l'utilisateur d'accéder aisément à l'ensemble des données disponibles par navigation hiérarchique. Les données sont organisées en trois niveaux :

— *par pays ou organisme* ; il s'agit de l'institution nationale ou internationale à l'origine des données, par exemple F.A.O. ou Sénégal/C.R.O.D.T. ; cette structuration permet un accès rapide aux données visées ;

— *par jeu de données* ; un *jeu de données* est simplement un regroupement de tables statistiques cohérent du point de vue de l'utilisateur ; par exemple, l'ensemble des données concernant la pêche industrielle en Mauritanie (flottille, capture, effort) est regroupé dans un même jeu de données ;

— *par table statistique.*

Au cours de son exploration des données disponibles, l'utilisateur a accès en permanence à la méta-information associée à chaque entité ; il connaît ainsi en permanence l'origine et les caractéristiques des données, ce qui lui permet d'orienter son choix avant de procéder à la construction précise de sa requête statistique.

Le module A.C.S. (agrégation, conversion, sélection)

Le module A.C.S. (agrégation, conversion, sélection) permet la réalisation de requêtes sur la ou les tables sélectionnées à l'aide de l'explorateur ; intimement lié au modèle épiphyte, il permet à l'utilisateur de formuler des requêtes complexes de manière intuitive.

Après avoir sélectionné une table statistique, l'utilisateur choisit les critères qu'il souhaite inclure dans sa requête ; le logiciel présente alors (fig. 3) pour chaque critère les modalités de nomenclature utilisées, sous forme arborescente ; l'utilisateur peut ensuite :

— cocher ou décocher les éléments, effectuant ainsi la *sélection* des modalités à inclure dans la requête ;

— *convertir les données* en nomenclature de référence par un simple clic ;

— *choisir la résolution* cible en ouvrant ou fermant les nœuds de l'arbre des éléments ; un arbre entièrement déployé correspond au degré de détail maximal, un arbre entièrement réduit provoquera une sommation des données au plus haut niveau.

Ainsi, par une simple manipulation d'arborescence de façon intuitive, l'utilisateur définit pour chaque critère :

— la nomenclature dans laquelle les résultats seront exprimés ;

— le niveau de résolution ;

— les éléments à intégrer dans la requête.

Il peut alors exécuter la requête et visualiser les résultats.

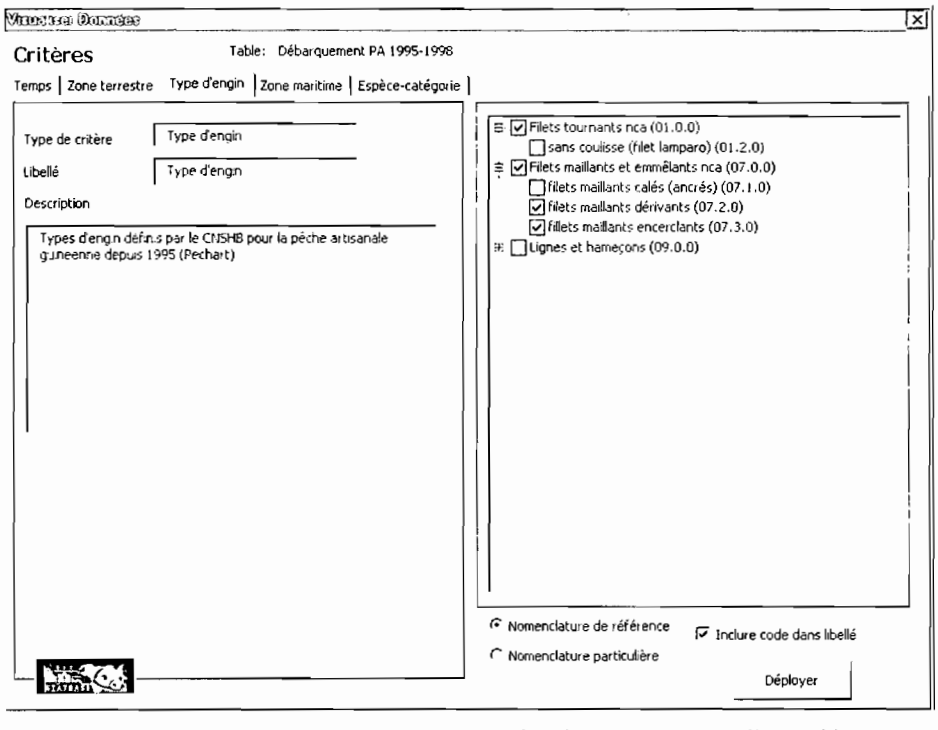


FIG. 3. — *Interface de requête de StatBase permettant de sélectionner au sein d'une table statistique les critères, leurs nomenclatures, les modalités et le degré d'agrégation des statistiques.*

StatBase query interface allowing selection of criteria, nomenclatures, modalities and level of aggregation of a statistical table.

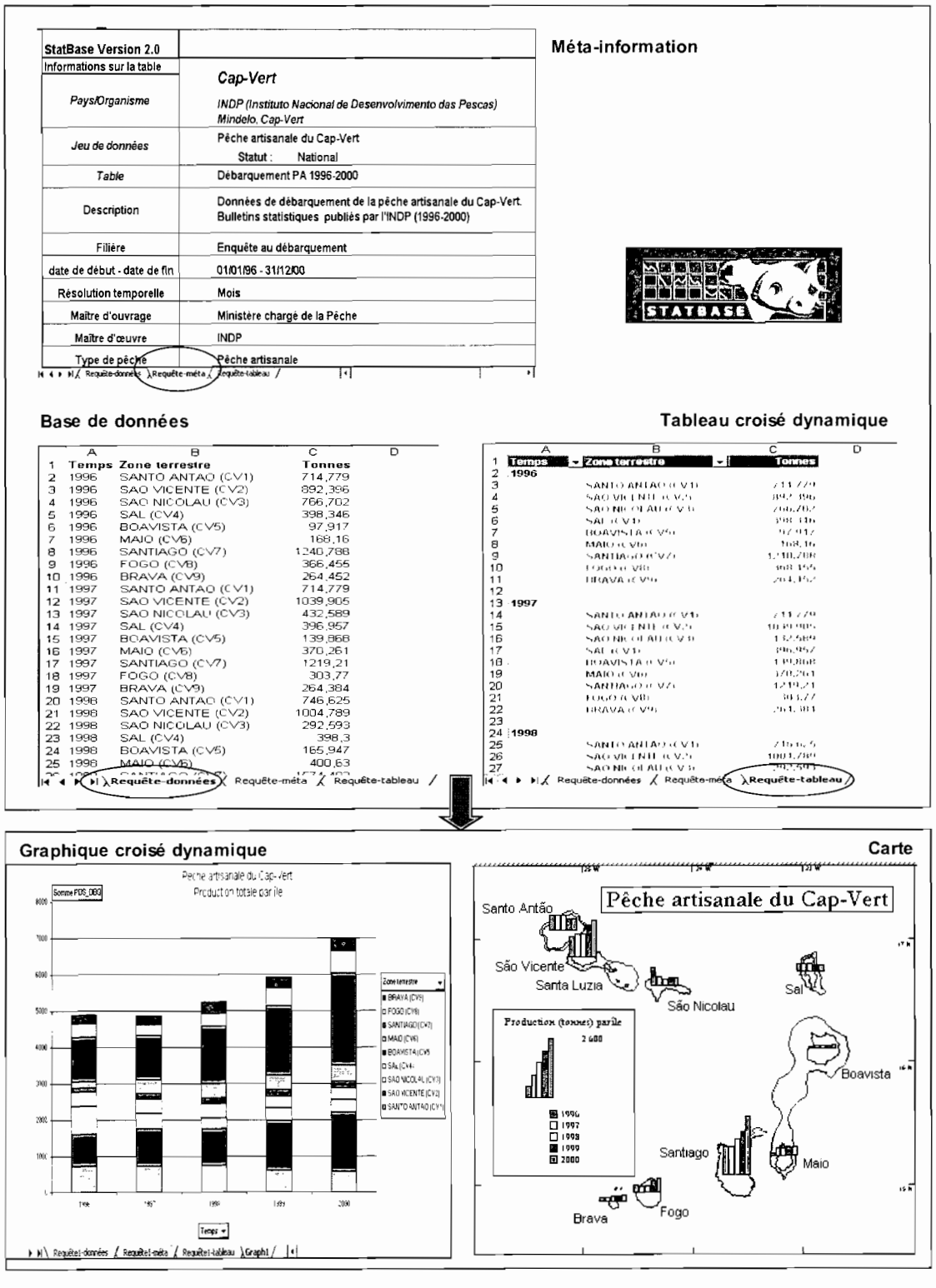


FIG. 4. — *Formes de restitution de StatBase au sein du logiciel Microsoft Excel.*

StatBase data output tools integrated in Microsoft Excel software.

Les formes de restitution

L'exécution d'une requête provoque l'ajout de trois feuilles Excel dans le classeur en cours (fig. 4) ; elles contiennent respectivement :

— *le résultat de la requête* sous forme de matrice ; cette présentation permet l'export aisé des données vers d'autres logiciels spécifiques ;

— *un tableau croisé dynamique* ; cette restitution interactive permet la réalisation immédiate de graphiques de tendance et la production de tableaux synthétiques ; c'est un outil puissant pour l'exploration et l'analyse des données ;

— un texte contenant *la méta-information* sur l'ensemble des tables statistiques concernées par la requête, leur jeu de données et les opérateurs appliqués lors de la requête.

Lorsque les données comportent des critères géoréférencés (exemple : zones terrestres, carrés statistiques), StatBase permet également la réalisation rapide de *cartes simples*. Les résultats ainsi obtenus peuvent être sauvegardés directement sous forme d'un classeur Excel ; ce classeur est autonome, peut être communiqué à une tierce personne et permet, indépendamment de StatBase, de modifier les représentations issues de la requête ou de poursuivre l'analyse des données.

CONCLUSION

SUR le plan technique, le logiciel StatBase permet l'intégration, la compilation et la restitution de statistiques de pêche d'origines multiples. Interactif, intuitif, intégré à son environnement de travail habituel, il permet à l'utilisateur de réaliser simplement des requêtes complexes et de présenter les résultats dans des produits d'information adaptés ; sa simplicité d'utilisation et sa capacité d'intégrer aisément de nouvelles sources de données facilitent l'accès aux informations les plus fiables et en font un véritable outil d'exploration et d'analyse des données ; sa conception s'appuie sur un modèle d'intégration épiphyte qui permet d'échanger aisément des données, favorisant leur décentralisation et leur maîtrise au niveau local.

Sur le plan pratique, le développement du logiciel StatBase a permis la récupération, la sauvegarde et la dissémination d'une quantité importante de statistiques de pêche des pays de la C.S.R.P. ; celles-ci sont désormais conservées, documentées et disponibles auprès d'un très grand nombre d'utilisateurs ; ce corpus important, comportant plusieurs centaines de tables statistiques, est présenté ailleurs dans cet ouvrage (CHAVANCE, 2004) ; ainsi, StatBase vient conforter les systèmes d'information nationaux en renforçant leurs capacités de mise en forme, de diffusion et de sauvegarde tout en les rendant compatibles aux échelons national, sous-régional et international.

Des formations au logiciel ont été conduites auprès des informaticiens et des thématiciens en charge des systèmes statistiques nationaux et, sur le plan institutionnel, il est d'ores et déjà envisagé la mise en place d'administrateurs StatBase aux échelons national et sous-régional auprès de la C.S.R.P. ; cependant l'adoption effective et la dissémination de cet outil constituent des étapes cruciales qui restent encore à parcourir.

REMERCIEMENTS

CE TRAVAIL a été conduit dans le cadre du projet européen Siap (Système d'information et d'analyse des pêches). Les auteurs adressent leurs remerciements à l'ensemble des partenaires pour leur participation sans laquelle la synergie indispensable à l'aboutissement du projet n'aurait pas

existé. Nous tenons en particulier à remercier : M. BARRY et D. THIAO (Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye, Sénégal) ; S. NDAW (Direction des pêches maritimes, Sénégal) ; S. MANE (*Centro de Investigação Pesqueira Aplicada*, Guinée Bissau) ; A. MENDY (*Fisheries Department*, Gambie) ; C. MONTEIRO et D. EVORA (*Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas*, Cap-Vert) ; S. TRAORE et M. SOUMAH (Centre national des sciences halieutiques de Boussoura, Guinée) ; E. BEYBOU et C. INEJIH (Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches, Mauritanie) ; J. D. BALOUCOUNE, C. BONNET et C. CORNU (I.R.D.) ; C. RIBEIRO (*Instituto de Investigação das Pescas e do Mar*, Portugal) ; E. BALGUERIAS et A. RAMOS (*Instituto Español de Oceanografia*, Espagne) ; M. LAURANS et D. GASCUEL (École nationale supérieure agronomique de Rennes, France) ; D. BERTHIER (Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation). Nos remerciements également à P. MORAND pour ses critiques constructives du document.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

CHAUDHURI (S.) & U. DAYAL, 1998. — « An Overview of Data Warehousing and Olap Technology », *ACM Sigmod Record*, 26: pp. 65-74.

CHAVANCE (P.), 2004. — « Pour une reconstruction d'un demi-siècle d'évolution des pêcheries en Afrique de l'Ouest » [*Towards Reconstructing Half a Century of Change in West African Fisheries*], *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 113-130.

CHAVANCE (P.), S. MANE, A. MENDY , C. MONTEIRO, B. O. BEYE, A. SAMBA, D. THIAM, L. THIBAUT & S. TRAORE, 2000. — *Étude des besoins et de faisabilité, 2, Résultats et conclusions*, Siap/StatBase, doc. tech. n°5, 68 p.

CHAVANCE (P.), E. BALGUERIAS, J. D. BALOUCOUNE, M. BARRY, S. BARRY, D. BERTHIER, A. DAMIANO, D. EVORA, C. INEJIH, M. LAURANS, S. MANE, E. MBYE., A. MENDY, C. MONTEIRO, B. O. BEYE, C. RIBEIRO, M. SOUMAH, L. THIBAUT & S. TRAORE, 2001. — *Étude préalable, Bilan de l'existant et description de la solution*, Siap/StatBase, doc. tech. n°7, 166 p.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement*, [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXVI-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. Rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n 15).

DAMIANO (A.), P. CHAVANCE & L. THIBAUT, 2002. — *StatBase 2.1. Manuel utilisateur.*

F.A.O., 1986. — *Définition et classification des bateaux de pêche et associés*, F.A.O. Technical paper, 267, 61 p.

F.A.O., 1994. — *Groupe de travail de coordination des statistiques des pêches de l'Atlantique (G.T.C.)*, Manuel de statistiques des pêches, pag. var.

GRAINGER (R.), S. GARCIA & M. TACONET, 2000. — « The F.A.O. Fisheries Global Information System (Figis): Promoting of Fisheries Sustainability at the Global Level Through Information and Information Technology », *Third World Fisheries Congress*, Beijing, 2000.

NEDELEC (C.) & J. PRADO, 1990. — *Définition et classification des catégories d'engins de pêche*, F.A.O. Technical Paper, 222, revision 1, 92 p.

W3C, 2000. — *Extensible Markup Language (X.M.L.) 1.0 (second edition)* http://www.w3.org/TR/2000/REC-xml-20001006.

WATSON (R.), S. GUENETTE, P. FANNING & T. J. PITCHER, 2000. — « The Basis for Change: Part 1 Reconstructing Fisheries Catch and Effort Data », *Fisheries Centre Research Reports*, 8 (2): pp. 23-39. [Available online at: www.fisheries.ubc.ca]

WIDOM (J.), 1995. — « Research Problems in Data Warehousing », *Proc. 4th Intl. Conference on Information and Knowledge Managment (CIKM)*: pp. 25-30.

Les statistiques de la pêche maritime sénégalaise dans la base régionale StatBase

— Article —

Senegalese Marine Fishing Statistics in the Regional Database StatBase

— Article —

Mariama Dalanda BARRY [1], Djiga THIAO [2] & Sidy NDAW [3]

1. — Halieute, chercheur en écologie marine, Institut sénégalais de recherche agricole–
Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye (C.R.O.D.T.-Isra),
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*]
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

2. — Statisticien, ingénieur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–
Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra),
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*],
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

3. — Halieute, ingénieur, Direction des pêches maritimes,
ex-Direction de l'océanographie et des pêches maritimes (D.P.M., ex-D.O.P.M.),
[*Oceanography and Marine Fisheries Directorate*], 1, rue Joris, B.P. 289, Dakar (Sénégal).

RÉSUMÉ

DANS le cadre du projet Système d'information et d'analyse des pêches (Siap), une base de données régionale sur les statistiques de pêche dénommée StatBase est en cours de constitution. Le présent article décrit la structure des jeux de données du Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) et de la Direction de l'océanographie et des pêches maritimes (D.P.M.) qui y seront intégrées.

Les stratégies de collecte mises en œuvre illustrent les difficultés rencontrées par le C.R.O.D.T. et la D.P.M. pour disposer de données fiables et complètes. La plupart de ces difficultés résultent de l'insuffisance de moyens humains et matériels à laquelle chacune des deux structures est confrontée. La solution aux problèmes évoqués réside donc dans la mise en commun de ces moyens pour couvrir l'ensemble du territoire national ; cette optimisation des moyens disponibles est d'autant plus nécessaire que l'analyse comparative des jeux de données a mis en évidence, pour les mêmes données collectées, des écarts parfois très importants, entre les résultats publiés par les deux structures.

Mots clés

Sénégal — Base de données — Statistiques — Pêche maritime

ABSTRACT

IN THE context of the project "Fisheries Information and Analysis System", Fias (also known under its French acronym Siap, "Système d'information et d'analyse des pêches"), a regional database for fisheries statistics called "StatBase" is currently being developed. This paper describes the structure of fisheries data available from the Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) and from the Direction de l'océanographie et des pêches maritimes (DPM). These datasets will eventually become part of this database.

Different strategies of data collection introduced over time illustrate the difficulties encountered by the CRODT and the DPM to acquire reliable and complete information on the fisheries sector. Most of these difficulties result from the limitations in human and material resources each of the two institutions commands individually. Obviously, the solution to these problems lies in joining available resources in order to cover the whole of the national territory. The necessity to optimise use of available means has become even more evident, as a comparative study has revealed that results published by these two institutions sometimes show very marked differences, even if they are based on the analysis of the same datasets.

Key words

Senegal — Database — Marine Fishery — Statistics

INTRODUCTION

DANS le cadre de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.), qui regroupe le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée-Bissau, la Mauritanie et le Sénégal, l'Union européenne (U.E.) finance, depuis 1999, l'exécution du projet Système d'information et d'analyse des pêches (Siap). L'objectif général du projet est de mettre à la disposition des décideurs politiques des pays membres de la C.S.R.P. l'information requise pour la gestion, l'aménagement et le développement de leurs ressources marines et de leurs pêcheries.

Pour atteindre cet objectif, le module StatBase du projet a pour principal mandat de faciliter, aux échelons national et régional, la compilation, l'accès et la restitution des statistiques de pêche aux utilisateurs d'informations sur les ressources halieutiques et la pêche. À cet effet, une base de données régionale sur les statistiques de pêche dénommée *StatBase* est en cours de constitution. Le présent article a pour objet de décrire la structure des jeux de données du Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) et de la Direction de l'océanographie et des pêches maritimes (D.P.M.) qui y seront intégrés ; ces deux organismes étant les seuls au Sénégal à disposer de bases de données alimentées par un système de collecte de statistiques de pêches. Dans la phase actuelle du projet Siap, la priorité est accordée aux données relatives aux ressources démersales dont la plupart sont surexploitées ; par conséquent, les jeux de données qui seront décrits dans cet article concerneront uniquement les flottilles artisanales maritimes et industrielles qui exploitent ces ressources. Une analyse critique de ces jeux de données est également faite.

STATISTIQUES DE PÊCHE DU C.R.O.D.T.

LES bases de données qui existent au C.R.O.D.T. sont celles des programmes de recherche qui ont été exécutés depuis la création du centre. Bien que ces programmes aient subi diverses restructurations et appellations au cours du temps, les bases de données générées ont toujours concerné l'environnement marin, les pêcheries artisanales et industrielles et la socio-économie de la pêche. Il existe également des bases de données expérimentales relatives aux campagnes d'évaluation des ressources à partir de navires de recherche.

Systèmes de collecte des données

PÊCHE ARTISANALE

La collecte des données de pêche artisanale maritime a débuté par des études monographiques sur quelques espèces principales telles que le *tassergal*, le « mérou blanc » (*thiof*) et les sardinelles. À partir de 1975, le système a été étendu à l'ensemble des espèces et des engins de pêche et, depuis 1982, il couvre les centres de débarquement les plus importants du littoral. Le système d'enquête utilisé vers les années quatre-vingt est décrit dans le document PECHART (1982) ; des études critiques de ce système ont été émises (BARRY-GÉRARD & GRÉBER, 1985 ; BARRY-GÉRARD, 1985 ; BARRY-GÉRARD, 1990), ainsi que des analyses de la précision des estimations des captures et des prises par unité d'effort (DESTANQUES, 1982 ; LALOË, 1985) ; une description détaillée de la collecte et du traitement des données a été faite par LALOË & SAMBA (1990). En 1992, l'ensemble des fichiers de données de la pêche artisanale ont été restructurés en une base homogène (FERRARIS *et al.*, 1993).

Les statistiques de la pêche artisanale reposent sur trois types de données recueillies par des enquêteurs sur le terrain : les données d'effort, de capture et de recensement. Les recensements ont lieu deux fois par an et les enquêtes d'effort et de capture sont quotidiennes dans les huit sites de débarquement les plus importants du littoral. Selon l'importance du site de débarquement et la physionomie de la pêche, l'effort, qui est représenté par le nombre de sorties par type de pêche, est obtenu par double comptage du parc piroguier ou par enquête auprès des pêcheurs ou par pointage des arrivées. L'estimation des captures se fait par échantillonnage d'un certain nombre de pirogues.

Cet échantillonnage, fondé sur une stratification croisée entre le port, la quinzaine et l'engin de pêche, permet de calculer la prise par unité d'effort par espèce et par type de pêche. Parallèlement aux enquêtes sur les captures, des fréquences de taille sont établies pour les espèces les plus importantes et des prix au débarquement sont aussi collectés. Connaissant le nombre de pirogues pour l'ensemble des points de débarquement, l'effort de pêche et les captures échantillonnées, les statistiques nationales sont calculées par extrapolation.

PÊCHE INDUSTRIELLE

La collecte des statistiques de pêche chalutière par le C.R.O.D.T. remonte à 1969 ; le système varie selon la nationalité des navires. La stratégie de collecte et de traitement des données de pêche industrielle a été décrite par divers auteurs (THIAM, 1979 ; SAMB *et al.*, 1994 ; FERRARIS *et al.*, 1994).
Pour les navires sénégalais, la collecte d'informations sur la production est faite au port de Dakar par un enquêteur ; cette information correspond au niveau « marées » ; pour chaque navire rentrant de marée, l'agent recueille auprès du capitaine des informations sur la durée de la marée, la zone de pêche, la profondeur et les quantités pêchées ; des enquêtes sont ensuite réalisées auprès des usines qui ont acheté la prise du navire, ce qui permet de reconstituer la marée avec la composition spécifique exacte et les quantités par espèce obtenues par pesée.
Pour les navires étrangers, les informations sont collectées par des observateurs embarqués sur les navires et relevant de la Direction de la protection et de la surveillance des pêches au Sénégal (D.P.S.P.) ; l'information est plus fine, car les informations sont collectées pour chaque trait de chalut et concernent : la position exacte, la profondeur de début et de fin, le poids par espèce, l'existence ou non d'incidents, etc.

Jeux de données de la pêche artisanale

DONNÉES DE RECENSEMENT

Depuis 1981, le C.R.O.D.T. effectue une fois par semestre un recensement exhaustif du parc piroguier et des infrastructures liées à la pêche ; selon les moyens disponibles chaque année, ces recensements ont couvert soit l'ensemble du littoral, soit la zone s'étendant de Saint-Louis à Djifère ; le tableau I donne la couverture spatio-temporelle des recensements.

TABLEAU I

Couverture spatio-temporelle des recensements du parc piroguier sénégalais

Spatiotemporal coverage of frame surveys of the Senegalese small-scale fisheries

ANNÉE	LIEUX VISITÉS	SAISON
1982	De Saint-Louis à Djifère	Saison froide et saison chaude
1983 et 1984	Tout le littoral	Saison froide et saison chaude
1985	Tout le littoral	Saison froide et saison chaude
1986	Pas de recensement	
1987	Tout le littoral	Saison froide et saison chaude
1988 à 1995	De Saint-Louis à Djifère	Saison froide et saison chaude
1996	Tout le littoral	Saison froide
1997	Tout le littoral	Saison chaude
1998 et 1999	Pas de recensement	
2000	De Saint-Louis à Djifère	Saison froide

Les informations collectées ont permis de constituer une base de données de 1982 à 1999. Le jeu de données, qui en est extrait, fournit pour chaque année, le nombre total de pirogues en fonction des régions d'enquête et d'origine de la pirogue, de la puissance du moteur et de la catégorie d'engins de pêche. Les régions d'enquête ou d'origine des pirogues sont, du nord au sud, les régions du Fleuve, de Louga, de Thiès nord, du Cap-Vert, de Thiès sud, du Saloum et de la Casamance.

Ces régions sont regroupées dans des entités géographiques plus vastes dont l'individualisation tient compte de l'homogénéité des systèmes

d'exploitation dominants (engins) et des rythmes d'activité à l'intérieur de ces aires géographiques (saisons de pêche) ; il s'agit de la Grande Côte, du Cap-Vert, de la Petite Côte, du Sine-Saloum et de la Casamance (fig. 1). Les vingt-six types de pêche pratiqués ont été regroupés en huit principales catégories : les pirogues pêchant à la ligne (qui sont soit à voile, soit équipées d'un moteur et dont certaines sont pourvues de cales à glace), à la senne tournante, au filet maillant encerclant, au filet dormant et à la senne de plage ; une rubrique « divers » regroupe tous les autres engins.

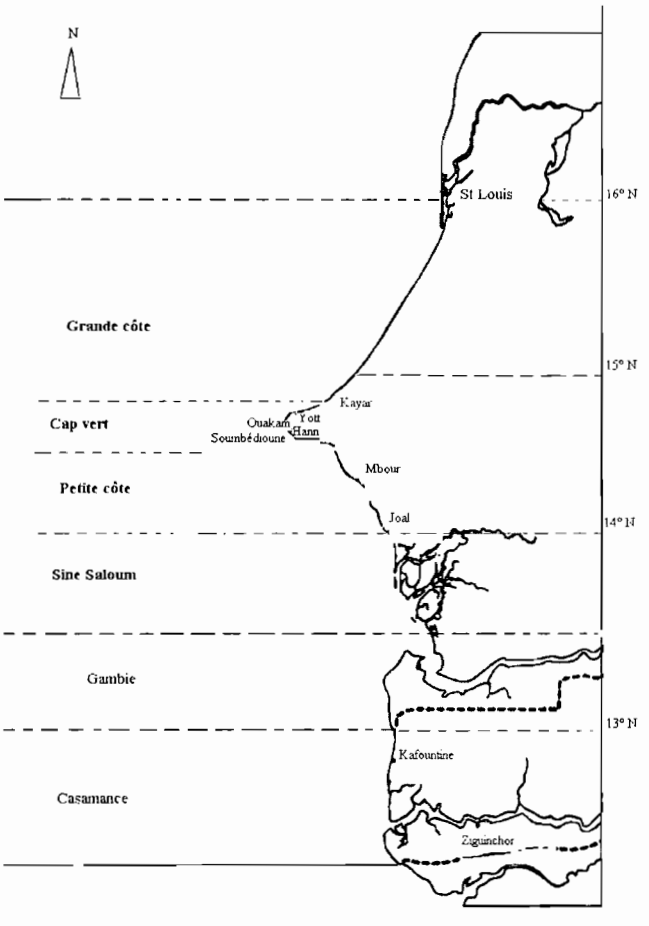


FIG. 1. — *Régions maritimes et principaux centres de débarquement de pêche artisanale sénégalaise enquêtés par le C.R.O.D.T.*

Coastal regions and main landing sites of the Senegalese small-scale fisheries covered by the CRODT data-collection scheme.

DONNÉES DE DÉBARQUEMENT

Les statistiques de la pêche artisanale maritime sont collectées depuis 1974. Entre 1974 et 1980, seules les statistiques de pêche des centres de débarquement de Saint-Louis, Kayar, Yoff et Soumbédioune étaient publiées ; c'est à partir de 1981, grâce aux résultats des recensements et à l'extension du système d'enquête à Mbour et à Joal, que le C.R.O.D.T. publie chaque année les statistiques pour les régions du Fleuve, de Thiès nord, du Cap-Vert et de Thiès sud ; celles de Louga, du Saloum et de la Casamance ont toujours été fournies par la D.P.M. C'est ainsi que, depuis 1974, des données de captures par espèce (en tonnes) sont disponibles par mois, par région et par groupe d'engins. En pêche artisanale, les principales sources de biais, liées à la stratégie d'échantil-

lonnage adoptée, résident dans la couverture spatio-temporelle des débarquements, les difficultés d'estimation des captures (BARRY-GÉRARD, 1990 ; LALOË & SAMBA, 1990) et parfois d'identification des engins de pêche et des espèces.

Jeux de données de la pêche industrielle

Les jeux de données de la pêche industrielle concernent les flottilles sénégalaise et étrangères pêchant dans le cadre d'accords de pêche ; ces dernières ciblent des ressources démersales côtières ou profondes. Les systèmes de collecte des statistiques de pêche chalutière sont fiables dans l'absolu (C.R.O.D.T., 1997).

En effet, pour les navires sénégalais, le problème majeur est de recueillir les informations auprès du capitaine et de suivre la production dans les usines pour reconstituer la capture par espèce et par marée ; ces enquêtes demandent du temps et les marées sont souvent reconstituées après un délai important. Les livres de bord des navires ne sont utilisés que dans cinq à dix pour cent des cas.

Pour les navires étrangers, l'information est disponible pour tous les navires. Tout le problème réside dans l'évaluation de la fiabilité des données recueillies par les observateurs.

DONNÉES DE DÉBARQUEMENT DE LA PÊCHE INDUSTRIELLE SÉNÉGALAISE

Les données de pêche industrielle sénégalaise existent depuis 1971 et elles sont relatives aux captures par espèce, par mois, par zone et par mode de conservation. Cinq zones de pêche (fig. 2) ont été identifiées :

— Mauritanie ou zone 66, de 19° à 16°30' de latitude nord ;
— Grande Côte ou zone 55, de 16° 30' à 14° 45' de latitude nord ;
— Petite Côte ou zone 44, de 14° 45 à 13° de latitude nord ;
— Casamance ou zone 33, de 13° à 9° de latitude nord ;
— Guinée ou zone 11, au delà de 9° de latitude nord.

DONNÉES DE DÉBARQUEMENT DE LA PÊCHE INDUSTRIELLE ÉTRANGÈRE

Les données des pêcheries industrielles étrangères sont de même nature que celles de la pêche industrielle sénégalaise ; cependant, les zones de pêche ne sont pas spécifiées. En revanche, les critères de nationalité et de type de bateau (poissonniers, poulpiers, crevettiers, merlutiers) sont intégrés. Les données sont disponibles de 1983 à 1998, pour la pêche côtière, et de 1992 à 1997, pour la pêche profonde.

STATISTIQUES DE PÊCHE DE LA D.P.M.

LA D.P.M. est le département officiel du ministère de la Pêche chargé de la collecte et de la diffusion des statistiques de pêche maritime.

Systèmes de collecte des données

PÊCHE ARTISANALE

La collecte des statistiques de pêche artisanale a commencé à Joal en 1948, sous la responsabilité d'un fonctionnaire de l'économie rurale chargé de la pêche et de l'élevage ; il disposait d'agents préposés au relevé des statistiques de pêche, appelés *pointeurs* ; ces derniers furent remplacés, en 1964, par des agents de la D.P.M. créée en 1959. Les données de statistiques de pêche artisanale sont obtenues suivant plusieurs méthodes de collecte ; cette diversité est liée à la spécificité de la zone, mais aussi et surtout aux ressources humaines et matérielles disponibles ; en effet, pour couvrir près de deux cents centres de pêche, il n'y a que trente-neuf postes de contrôle.

D'un poste de contrôle à un autre, les données sont obtenues à partir des enquêtes sur les débarquements, des informations disponibles dans les certificats de contrôle d'origine et de salubrité (C.O.S.) ou des cahiers de sondage. Les données collectées par les postes de contrôle sont d'abord soumises aux services départementaux (au nombre de 16), puis régionaux des pêches (7), avant d'être transmises à la D.P.M.

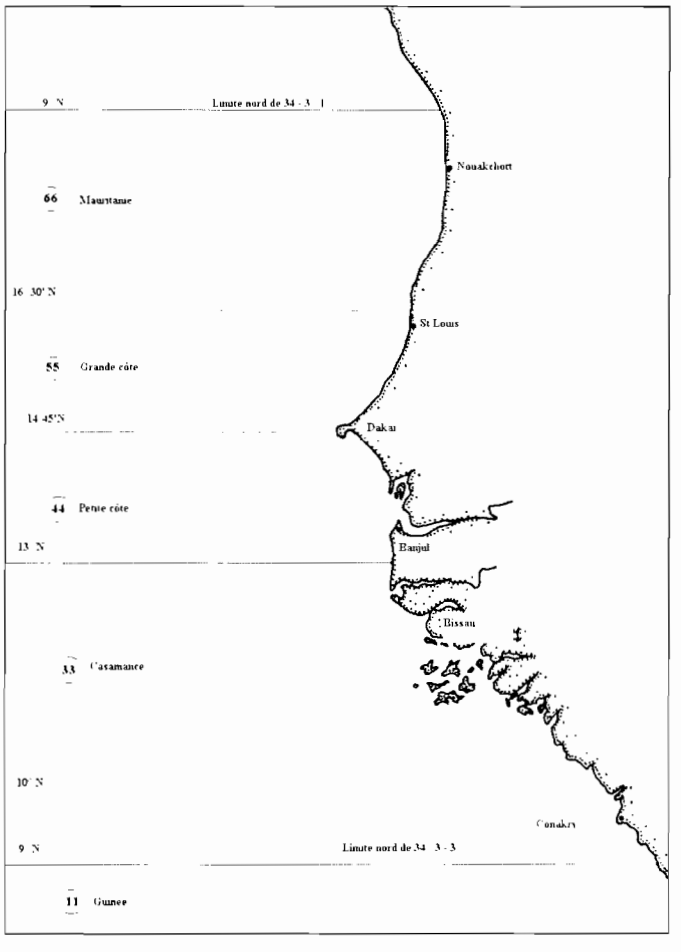


FIG. 2. — *Zones de pêche industrielle sénégalaise.*
Fishing areas of Senegalese industrial fisheries.

Enquêtes au débarquement

Les enquêtes sur les captures se font par échantillonnage d'un certain nombre de pirogues dans les centres de débarquement les plus importants. Les captures sont estimées à vue par comptage du nombre de caisses ou de paniers débarqués pour les espèces communes et, dans une moindre mesure, par pesée pour les espèces nobles, à forte valeur commerciale.

La détermination de l'effort de pêche (par pointage des arrivées, par décompte du parc piroguier ou par interview des pêcheurs) permet, par extrapolation, d'obtenir les captures totales pour le site considéré ; cette démarche n'est adoptée que dans les ports où il y a une collaboration entre les enquêteurs du C.R.O.D.T. et de la D.P.M.

Données des certificats de contrôle d'origine et de salubrité

Dans certains cas, les certificats de contrôle d'origine et de salubrité sont les seuls moyens permettant d'obtenir des statistiques de pêche ; ces certificats sont délivrés aux mareyeurs pour le produit frais et aux détaillants communément appelés *bana-bana* pour les produits transformés. Les renseignements sont fondés, le plus souvent, sur la déclaration des mareyeurs et ils sont enregistrés dans un cahier dit *d'expédition* qui sera exploité à la fin de chaque mois pour obtenir les statistiques.

Données des cahiers de sondage

Le système de collecte consiste à confier un cahier à une tierce personne impliquée ou non dans les

activités de pêche pour y consigner le nom des différentes espèces capturées et leur poids ; à la fin du mois, l'agent des pêches récupère le cahier pour établir son rapport statistique mensuel ; ce système est adopté pour les centres de pêche enclavés ou très éloignés du poste de contrôle dont ils dépendent.

PÊCHE INDUSTRIELLE

Pour la pêche industrielle, le suivi des flottilles est assuré par le bureau des licences de la D.P.M. qui reçoit les formulaires de demande et élabore les licences ; trois catégories de navires sont distinguées : les navires sénégalais, les navires étrangers affrétés et les navires étrangers sous accord.

Le suivi des statistiques de débarquement est effectué pour les flottilles nationale et étrangère ; dans les deux cas, la collecte des données est passive ; en effet, la D.P.M. reçoit les déclarations de capture des armateurs par le biais des sociétés consignataires ou propriétaires des bateaux pour l'armement national et de la délégation de l'Union européenne pour les navires pêchant dans le cadre des accords de pêche.

Il faut distinguer la pêche industrielle nationale qui débarque toute sa capture au Sénégal et la pêche industrielle étrangère qui, suivant le type de licence, ne débarque pas ou débarque une partie ou toute sa capture au Sénégal. Les données de la pêche nationale sont obtenues à partir des manifestes ou des déclarations de capture qui sont envoyés par les armateurs et, dans une moindre mesure, par les observateurs embarqués à bord des navires de plus de trois cents tonneaux de jauge brute. Quant à la pêche étrangère, les données sont collectées depuis 1982 (BARRY-GÉRARD et *al.*, 1994) par les observateurs de la D.P.S.P. et sont complétées par les déclarations de captures envoyées par la délégation de l'Union européenne.

Jeux de données de la pêche artisanale

Les recensements du parc piroguier ont couvert l'ensemble du littoral de 1974 à 2000. Les effectifs sont donnés par zone terrestre, par type de pêche et en fonction du mode de propulsion.

Les statistiques de débarquement de la pêche artisanale existent de 1954 à 2000 ; cependant, les données de 1962 à 1973 n'ont pas été retrouvées. Trois jeux de données ont été distingués en fonction des zones terrestres et des espèces échantillonnées ; en effet, de 1954 à 1961, les statistiques sont fournies pour cinq régions (Fleuve, Thiès, Cap-Vert, Sine-Saloum et Casamance) et quatre espèces (ou groupes d'espèces) ; entre 1974 et 1979, pour les mêmes régions, les statistiques sont données pour toutes les espèces et, depuis 1980, pour les huit régions maritimes du Sénégal.

Pour la pêche artisanale, il est extrêmement difficile d'évaluer globalement les biais dans l'estimation des statistiques de pêche car il n'existe pas une stratégie d'échantillonnage d'utilisation obligatoire pour toutes les régions maritimes (C.R.O.D.T., 1997). Il en résulte une diversité des méthodes d'estimation et le peu de respect des principes de base de l'échantillonnage ; à ceci, il faut ajouter la non-spécialisation de l'agent chargé de la collecte qui a trop de tâches administratives.

Jeux de données de la pêche industrielle

Les données des cordiers couvrent la période 1974-1991 et elles concernent la capture par espèce et par mois.

Entre 1954 et 1961, les seules données de pêche chalutière sénégalaise disponibles sont les captures globales de poissons par an ; à partir de 1974, les statistiques existent par espèce ; comme pour la pêche artisanale, les données de 1962 à 1973 n'ont pas été retrouvées.

Pour la pêche industrielle étrangère, les statistiques de débarquement sont fournies, depuis 1978, par type de bateau (chalutiers, palangriers et indéterminés), par nationalité, par type d'engins (chaluts, lignes et hameçons, inconnus) et par type de pêche (merlutiers, crevettiers, inconnus). Des informations relatives aux flottilles sont également disponibles de 1988 à 2000 ; elles donnent par an et par nationalité, les caractéristiques des navires ayant pêché dans les eaux sénégalaises. Pour la pêche

industrielle, les statistiques proviennent des déclarations des armateurs ; les biais liés à cette source d'information sont le manque de source de vérification pour les navires n'embarquant pas d'observateurs et l'absence d'enquêtes au port pour vérifier les déclarations de capture.

ANALYSE COMPARATIVE DES JEUX DE DONNÉES DU C.R.O.D.T. ET DE LA D.P.M.

Évolution des productions

La figure 3 donne, pour le C.R.O.D.T. et la D.P.M., l'évolution de la production annuelle de la pêche artisanale entre 1954 et 2000 pour les régions du Fleuve, du Cap-Vert et de Thiès. La production de la D.P.M. a augmenté d'une manière quasi exponentielle entre 1954 et 1976 ; cette période est suivie d'une diminution linéaire des débarquements jusqu'en 1981 ; phase pendant laquelle, les estimations du C.R.O.D.T. étaient limitées à quatre centres de débarquement ; depuis lors, aussi bien pour la D.P.M. que pour le C.R.O.D.T., une tendance progressive à la hausse est notée jusqu'en 1987 ; les quatre années suivantes ont été marquées par une stabilisation des débarquements autour de deux cent vingt mille tonnes, avec cependant des fluctuations plus marquées pour les données du C.R.O.D.T. De 1992 à 1995, les deux structures ont accusé une baisse progressive à partir d'un pic de deux cent soixante mille tonnes. Les dernières années sont caractérisées par de fortes fluctuations autour d'un niveau de débarquement assez élevé.

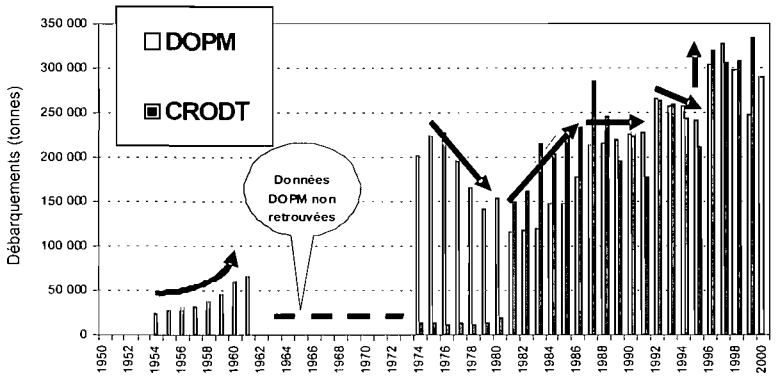


FIG. 3. — *Évolution des productions de pêche artisanale sénégalaise entre 1954 et 2000 (données C.R.O.D.T. et D.P.M.)*

Catches of Senegalese small-scale fisheries for the period 1954 to 2000 (data from CRODT and DPM).

Pour la production de la pêche industrielle, entre 1954 et 1961, une faible croissance, surtout durant les cinq premières années, a été observée dans les données de la D.P.M. (fig. 4) ; à partir de 1971, date à laquelle les statistiques du C.R.O.D.T. sont disponibles, une hausse soutenue et progressive est notée jusqu'en 1986 ; excepté l'année 1988, durant laquelle une baisse assez significative (13,4 p. cent pour le C.R.O.D.T. et 10,8 p. cent pour la D.P.M.) est constatée par rapport à l'année 1987, une phase de stagnation entre cinquante-cinq mille et soixante mille tonnes est globalement observée jusqu'en 1991. Le reste de la période est marqué par des fluctuations spectaculaires dans les données de la D.P.M. ; en revanche, les données du C.R.O.D.T. indiquent une baisse progressive entre 1992 et 1995, le reste de la période ne présentant pas de tendance marquée.

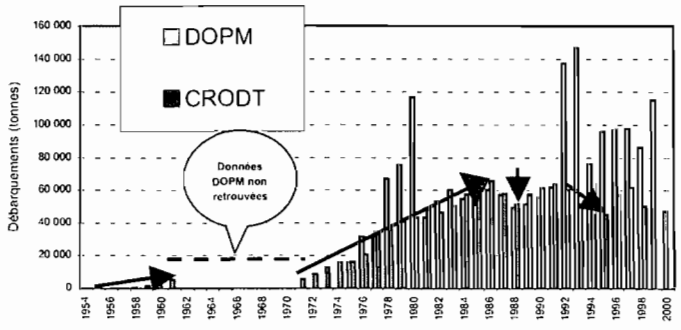


FIG. 4. — *Évolution des productions de pêche industrielle sénégalaise entre 1954 et 2000 (données C.R.O.D.T. et D.P.M.).*

Senegalese industrial fisheries catches for the period 1954 to 2000 (data from CRODT and DPM).

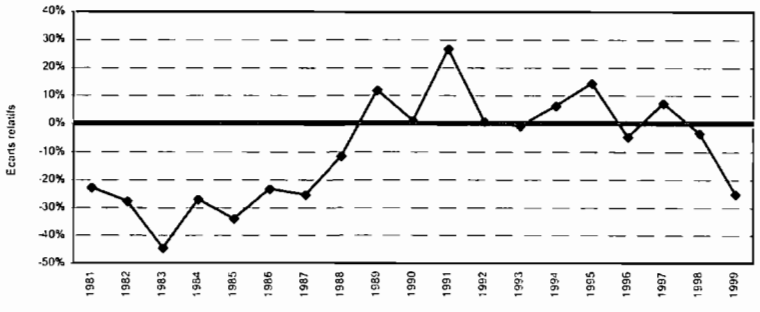


FIG. 5. — *Évolution des écarts entre les statistiques de pêche artisanale sénégalaise du C.R.O.D.T. et de la D.P.M. entre 1981 et 1999.*

Analysis of differences between statistical data reported by CRODT and by DPM on Senegalese small-scale fisheries for the period 1981 to 1999.

Évolution des écarts entre les statistiques du C.R.O.D.T. et de la D.P.M.

Les écarts entre les statistiques de pêche artisanale publiées par le C.R.O.D.T. et la D.P.M. sont représentés sur la figure 5 ; cette illustration couvre les années 1981 à 1999, car elle correspond à la période pendant laquelle les données extrapolées aux régions maritimes sont disponibles pour le C.R.O.D.T. Deux sous-périodes peuvent être distinguées globalement :

— de 1981 à 1988, les statistiques de la D.P.M. sont de loin inférieures à celles du C.R.O.D.T. ; cependant, au cours de cette période, les écarts ont progressivement été comblés ;

— à partir de 1989, les statistiques des deux organismes sont sensiblement identiques, à l'exception des années 1991 et 1995 pendant lesquelles les données de la D.P.M. étaient supérieures de plus de quinze pour cent à celles du C.R.O.D.T.

L'année 1999 semble se singulariser par rapport aux années précédentes. La comparaison entre les statistiques de pêche industrielle du C.R.O.D.T. et de la D.P.M. couvre la période 1974-1998. Les données analysées correspondent à la somme des

statistiques des chalutiers sénégalais et étrangers. En 1974, les données de la D.P.M. étaient très inférieures à celles du C.R.O.D.T. En 1975 et 1977 et au cours de la période 1981-1991, les statistiques des deux structures sont sensiblement égales ; en dehors de ces années, les données de la D.P.M. sont très chaotiques et dépassent largement celles du C.R.O.D.T. (jusqu'à deux à trois fois) ; ce constat est d'ailleurs plus frappant durant les sept dernières années.

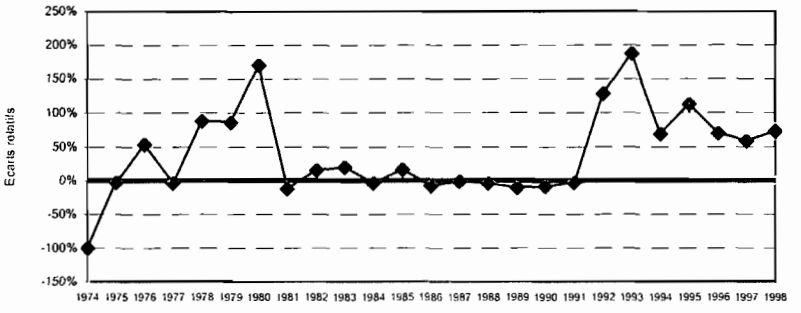


FIG. 6. — *Évolution des écarts entre les statistiques de pêche industrielle sénégalaise du C.R.O.D.T. et de la D.P.M. entre 1974 et 1998.*

Analysis of differences between statistical data reported by CRODT and DPM on Senegalese industrial fisheries for the period 1974 to 1998.

CONCLUSION

LES stratégies de collecte et les jeux de données de statistiques de pêche décrits dans ce document illustrent les difficultés rencontrées par le C.R.O.D.T. et la D.P.M. pour disposer de données fiables et complètes. L'analyse préliminaire des données met l'accent sur les écarts, parfois importants, qui existent entre les résultats publiés par les deux structures ; tous ces problèmes résultent pour l'essentiel de l'insuffisance de moyens humains et matériels dont dispose chacune des deux structures ; la solution aux problèmes évoqués réside donc dans la mise en commun des moyens pour couvrir l'ensemble du territoire national.

Par ailleurs, il est quasi certain qu'il y a des erreurs dans les données qui ont été déjà publiées et, par conséquent, il est impératif d'effectuer une analyse statistique approfondie de ces données avant de les intégrer dans une base de données régionale comme StatBase.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY-GÉRARD (M.) & P. GRÉBER, 1985. — *Analyse de la pêche artisanale au Cap-Vert : Description et étude critique du système d'enquête*, document scientifique C.R.O.D.T., n° 98, 77 p.

BARRY-GÉRARD (M.), 1985. — *Contribution à la connaissance de la pêche artisanale sur la Petite Côte : Description et étude critique du système d'enquête à Mbour et Joal*, archive C.R.O.D.T., n° 137, 40 p.

BARRY-GÉRARD (M.), 1990. — « L'échantillonnage des pêches commerciales », *in* BRÊTHES & O'BOYLE (éd., 1990) : pp. 45-65

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, t. II, Paris, Orstom (coll. Colloques et Séminaires).

BRÊTHES (J.-C.) & R. N. O'BOYLE (éd.), 1990. — *Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques*, Projet C.I.E.O.-860060, Centre international d'exploitation des océans, Halifax (Nouvelle-Écosse), Canada, 963 p.

C.R.O.D.T., 1997. — *Séminaire national sur les statistiques de pêche maritime au Sénégal*, doc. C.R.O.D.T.-D.P.M.-O.E.P.S.

DESTANQUES (C.), 1982. — *Étude de la qualité des estimations à vue du poids des prises débarquées par les pêcheurs artisans sénégalais*, rapport interne C.R.O.D.T., 19 p + fig., *multigr.*

FERRARIS (J.), B. SAMB & M. THIAM, 1994. — « Les statistiques de pêche au C.R.O.D.T. : description des systèmes de collecte et de traitement des données », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 73-91.

FERRARIS (J.), V. FONTENEAU & A. SY BO, 1993. — *Structuration de la base de données « Pêche artisanale » et chaîne de traitement informatique*, archive C.R.O.D.T., n° 192, déc. 1993, 208 p.

LALOË (F.) & A. SAMBA, 1990. — *La pêche artisanale au Sénégal : ressources et stratégies de pêche*, Paris, Orstom, 395 p. (coll. Études et Thèses).

LALOË (F.), 1985. — *Étude de la précision des estimations de captures et prises par unité d'efforts obtenus à l'aide du système d'enquête de la section « Pêche artisanale » du C.R.O.D.T. au Sénégal*, doc. scientifique C.R.O.D.T., n° 100, 36 p.

PECHART, 1982. — *Les enquêtes sur la pêche artisanale au C.R.O.D.T.*, archive C.R.O.D.T., n° 112, 28 p.

SAMB (B.), M. BARRY-GÉRARD & A. CAVERIVIÈRE, 1994. — « Fréquences de taille : stratégies de collecte et travaux effectués », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994), *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise* : pp. 353-364.

THIAM (M.), 1979. — *La pêche chalutière dakaroise : description et analyse du système de récolte des statistiques de pêche (efforts, prises) et du plan d'échantillonnage des espèces*, document interne C.R.O.D.T., n° 8, 18 p.

TrawlBase-Siap : un outil de gestion des données de campagnes de chalutage scientifique

— Note —

TrawlBase-Siap: A Software to Manage Trawling Survey Data

— Note —

Jérôme GUITTON [1] & Didier GASCUEL [2]

1. — Ingénieur informaticien, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar)
Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh),
[*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*],
65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

2. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh),
[*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*],
65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

RÉSUMÉ

LES auteurs font un état des lieux du module TrawlBase auquel était confié, au sein du projet « Système d'information et d'analyse des pêches » (Siap), la gestion des données de campagnes scientifiques de chalutage démersal.

Mots clés

Campagnes scientifiques — Chalutage démersal — Logiciel de gestion de bases de données — Diffusion de données

ABSTRACT

THIS short note gives an overview of the TrawlBase module. This part of the "Fisheries Information and Analysis System" (Fias) project was devoted to managing the scientific data from scientific demersal trawl surveys.

Key words

Scientific Survey — Demersal Trawling — Database Software Data Dissemination

INTRODUCTION

De nombreuses campagnes scientifiques de chalutage démersal ont été réalisées au cours des dernières décennies dans la région de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P), avec pour objectif de dresser l'inventaire faunistique de la zone et d'estimer les biomasses disponibles pour la pêche ; généralement, les données récoltées lors de ces campagnes intéressent en premier lieu le scientifique ou l'équipe qui les a organisées en fonction de leurs problématiques propres et souvent la durée de vie des données n'excède pas la durée de l'étude qui les motivait ; il existe ainsi un risque réel de pertes de données, dont la récolte a pourtant été coûteuse et dont l'analyse sur le long terme peut être extrêmement précieuse pour comprendre l'évolution des ressources et des écosystèmes exploités.

Dès lors, le « module TrawlBase » du projet « Système d'information et d'analyse des pêches » (Siap) se fixait un double objectif ; le premier est de créer une base de données pérenne, homogène et aussi exhaustive que possible, regroupant l'ensemble des données issues de ces campagnes de chalutage ; le second consiste à développer un logiciel de gestion et d'extraction convivial de ces données afin de favoriser leur valorisation ; ce logiciel est dénommé First-Siap. Le regroupement du logiciel et de la base de données constitue le produit « TrawlBase-Siap ».

LA BASE DE DONNÉES TRAWLBASE

La création de la base s'est déroulée en deux étapes :

— la première consistait à dresser un inventaire de l'ensemble des campagnes de chalutage réalisées dans la sous-région, afin d'identifier les données disponibles ou ayant été disponibles ; cet inventaire s'est appuyé sur le travail des correspondants TrawlBase de chaque pays ; il a permis de localiser les données disponibles et d'organiser le travail de récupération ;

— la seconde étape visait à intégrer dans un format informatique homogène l'ensemble des données récupérées ; une architecture de la base commune TrawlBase a été définie en concertation. Pour près d'une quarantaine de campagnes, les données n'étaient disponibles que sur des versions papier, et un important travail de saisie a dû être mené au préalable ; compte tenu de la très grande hétérogénéité des formats informatiques utilisés, l'intégration des données vers le format standard a ensuite nécessité le développement de procédures de transfert *ad hoc* pour chaque pays, voire pour chaque campagne ; enfin, les données de l'inventaire (description de la campagne) et un ensemble de données bibliographiques ont été insérées dans la base [1], au même titre que les données fines (résultats de la campagne).

La base TrawlBase comprend ainsi des données de natures distinctes, qui peuvent être regroupées, de manière assez classique en quatre niveaux d'information :

— le premier concerne les informations de type générique définies au niveau de chaque campagne ; ces descripteurs permettent en particulier de retourner aux publications concernant les campagnes ;

— le niveau « station » correspond à chaque trait de chalut effectué ; il décrit les lieux de pêche et donne des informations de type océanographique ;

— le troisième niveau regroupe les données de captures spécifiques par station, en poids et en effectifs ; c'est évidemment la donnée es-

1. — Sous la forme d'une table access dont les champs sont les suivants : auteur ; année ; titre ; éditeur ; mots clés.

sentielle pour quantifier l'abondance des espèces présentes ;

— pour certaines espèces, différentes selon les campagnes, on dispose des fréquences de taille des animaux capturés.

Chaque niveau est détaillé en différentes tables qui elle-mêmes comportent un certain nombre de champs discutés lors de nos différentes réunions, le tout sous la forme d'un S.G.B.D. relationnel standard (MSAccess®). À la fin juin 2002, la base de données comporte la description de quatre cent quatre-vingt-quatre campagnes réalisées dans la sous-région depuis plus d'un siècle (fig. 1) ; pour trois cent trente-huit de ces campagnes, les données relatives aux stations et aux captures spécifiques ont été récupérées et informatisées, ce qui représente environ quatorze mille stations ; des bases nationales de données sont constituées dans chacun des six pays de la C.S.R.P. ; elles traduisent un réel processus de rapatriement des données dans chacun des centres de recherche ; une base sous-régionale est également en cours de constitution. L'ensemble des données informatisées ont été récupérées et, grâce à l'inventaire, nous avons pu repérer une dizaine de campagnes papier à ressaisir (Notamment toute une décennie de campagne *Laurent-Amaro* au Sénégal).

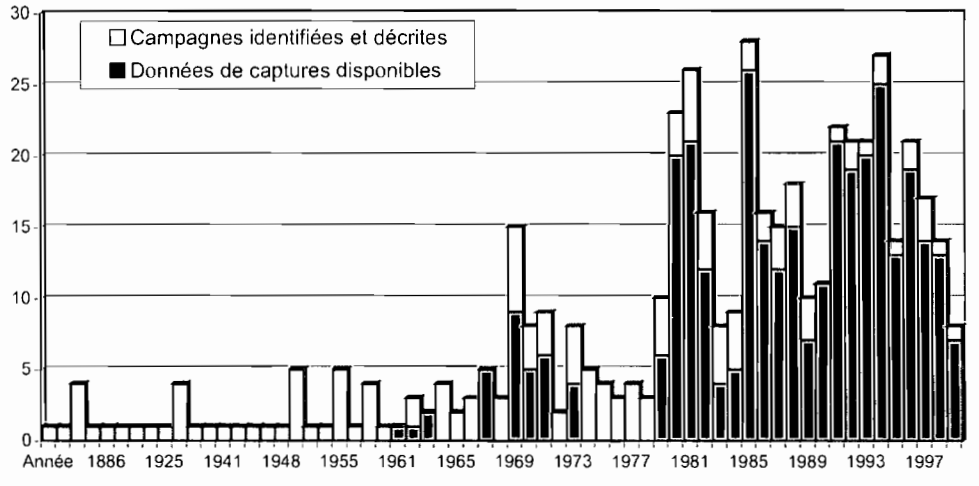


FIG. 1. — *Nombre de campagnes incluses dans la base TrawlBase, par année.*
Trawl surveys included in TrawlBase, by year.

LE LOGICIEL FIRST-SIAP

LE LOGICIEL First-Siap est conçu autour de trois modules, correspondant à ses trois missions principales : la saisie, la gestion et l'extraction des données ; ces trois actions ne sont pas forcément l'œuvre des mêmes utilisateurs : opérateur de saisie, chercheur susceptible d'avoir des compétences limitées en matière de gestion de bases de données, ou informaticien peu désireux d'être contraint par des procédures standards prédéfinies. La dichotomie entre niveau expert et niveau débutant est assurée grâce au fait que le logiciel est architecturé autour d'Access 2000®.

La partie experte est ainsi confiée à Access, tandis que First-Siap fourni un interface convivial et un ensemble d'outils simplifiés d'accès à la base de données (fig. 2).

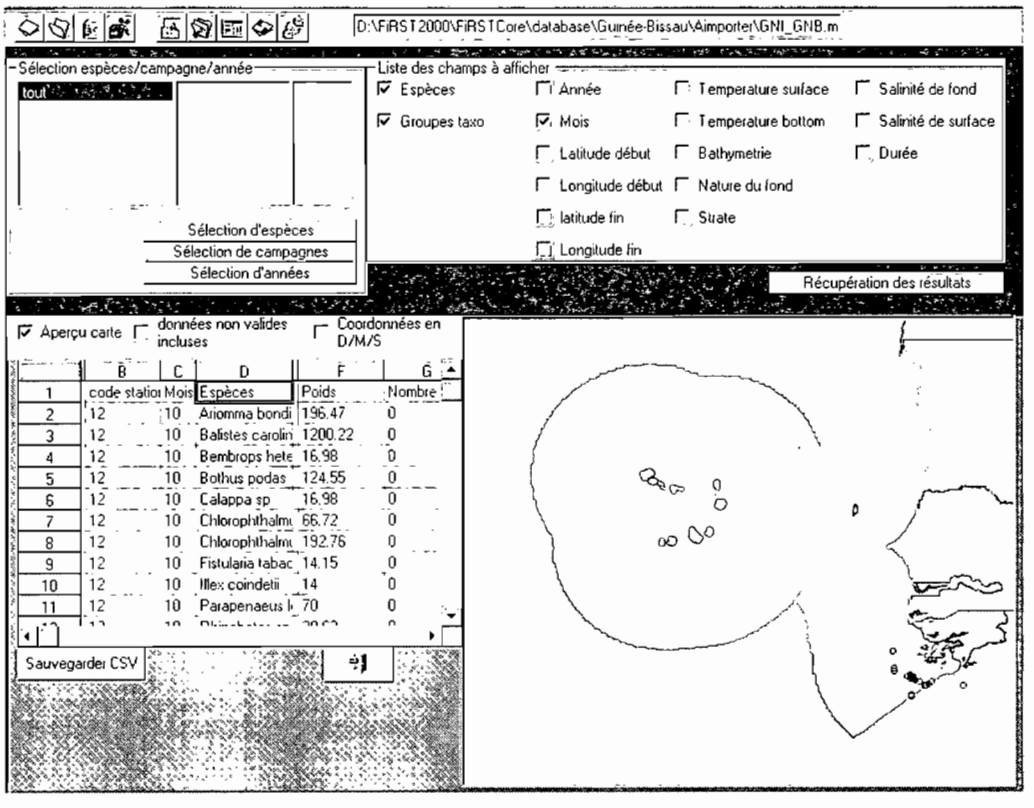


FIG. 2. — *Exemple d'interface du logiciel First-Siap : module de sélection et extraction des données.*
Screenshot of the software: data selection and extraction module.

La version 1.0 du logiciel, distribuée en janvier 2002, s'attachait à développer le module de saisie. La version 2.0, distribuée en juin 2002, comporte des utilitaires avancés pour la gestion et l'extraction des données ; ces utilitaires, définis en collaboration étroite avec les utilisateurs, répondent par exemple aux besoins de gestion de listes d'espèces, de création de strates spatiales, de visualisation cartographique des données, d'estimation d'indices d'abondances simples (en fonction de la surface chalutée par exemple), de réalisation de rapports de campagne, etc.

Le développement du logiciel s'est aussi accompagné d'un travail de formation des utilisateurs, qu'il s'agisse des chercheurs en charge de l'analyse des données ou des correspondants techniques des différents centres. C'est de cette réponse aux besoins que dépend l'appropriation du logiciel par les utilisateurs eux-mêmes.

QUEL AVENIR POUR LE PRODUIT TRAWLBASE-SIAP ?

UN DES enseignements du projet est que les données récentes, enregistrées dans des fichiers informatiques, possèdent une forte propension à disparaître, à l'occasion des changements de système informatique ou de personnel. En outre, l'informatisation des fichiers, et leur traitement plus rapide, se traduit souvent par le fait que chaque utilisateur considère les données comme sa

propriété et ne les diffuse plus (ou peu) ; on sent bien que ces données possèdent une sorte de valeur ajoutée, vu les réticences à leur large diffusion ; malheureusement, cette non-diffusion entraîne souvent à terme la perte d'une information précieuse.

Il faut donc mettre en place une chaîne complète de traitement de l'information qui inclut une sauvegarde pérenne des données. Le travail réalisé autour du module TrawlBase a permis, à moyen terme, une reconstruction de la base de données, mais le travail réalisé sera perdu, si dans les cinq ans à venir les données ne sont pas sauvegardées sur les nouveaux médias et dans des formats qui seront compréhensibles dans le futur ; d'un point de vue institutionnel, il faut donc trouver dans la sous-région des bonnes volontés et des compétences pour maintenir la base de données, non seulement pour chaque pays mais aussi pour la sous-région. La valorisation et l'accessibilité à long terme des données, incluant un renforcement de l'expertise sous-régionale, pourraient être un des objectifs d'un projet Siap-Phase II.
De manière générale, plus l'information est diffusée, moins on risque de la perdre ; une mise dans le domaine public des données assure ainsi une sauvegarde de l'information ; dès lors, le module TrawlBase propose aux organismes de recherche nationaux, qui ont la propriété intellectuelle des données, de les déclarer publiques de manière volontaire. Si les organismes le souhaitent, cette mise dans le domaine publique pourrait être restreinte dans un premier temps aux scientifiques de la sous-région et aux partenaires du projet Siap. Dans une seconde phase (délai de carence de quelques années), elle s'étendrait aux scientifiques du monde entier ; on peut en effet penser qu'au-delà de ce délai de carence, s'il n'y a pas eu valorisation sous-régionale, le risque de perte des données devient important ; enfin, nous proposons que l'utilisation des données soit régie, d'un point de vue éthique, par une charte d'utilisation fournie avec les données ; cette charte doit garantir l'information entre scientifiques et la citation des organismes qui ont récolté les données ; elle vise surtout à favoriser les collaborations et les synergies à l'échelon sous-régional comme entre partenaires du Nord et du Sud, dans le cadre d'une collaboration constructive.

REMERCIEMENTS

CE TRAVAIL a été réalisé avec l'active collaboration des participants au module TrawlBase-Siap : S. BARRY, M. BEHAYE, A. CAVERIVIÈRE, P. CHAVANCE, F. DOMAIN, C. INEJIH, E. MASS MBYE, A. RAMOS, A. SIDIBÉ, O. TARICHE, D. THIAM, K. STOBBERUP.

Modélisation de la dynamique conjointe de l'exploitation & de la ressource

— Note —

Modelling the Joint Dynamics of the Exploitation & the Resource

— Note —

Francis LALOË [1], Alassane SAMBA [2] & Nicolas PECH [3]

1. — Statisticien halieute, chercheur, Institut de recherche pour le développement, université de Versailles–Saint-Quentin-en-Yvelines, Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement, unité mixte de recherche n°063 (I.R.D.-U.V.S.Q.),
[*Research Institute for Development, Versailles-Saint Quentin en Yvelines University, Economy and Ethic Centre for Environment and Development, Mix research unity no.063 IRD-UVSQ*],
B.P. 64501, 34394 Montpellier cedex 5 (France).

2. — Biologiste des pêches, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra),
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*],
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

3. — Statisticien, chercheur, équipe associée Biodiversité, université de Provence
[*Biodiversity Associated Team, University of Provence*],
3, place Victor-Hugo, 13331 Marseille cedex 3, (France).

RÉSUMÉ

UN MODÈLE de dynamique conjointe ressource-exploitation est présenté, tenant compte de ce que certaines unités de pêche peuvent choisir parmi plusieurs tactiques de pêche. Les paramètres de ce modèle peuvent être estimés dans le cadre de son ajustement à des données d'activité et de rendements (séries chronologiques de nombres de sorties de pêche selon les strates d'un système d'enquête et de rendements selon divers stocks exploités pour chaque strate). Un tel ajustement, une fois réalisé, peut être utilisé selon divers objectifs dans le cadre de l'aide à la décision.

Mots clés

Dynamique de l'exploitation — Dynamique de la ressource
Ajustement de modèle — Outil d'aménagement

ABSTRACT

A MODEL of the joint dynamics of a resource and its exploitation is presented, which takes into account the fact that some fishing units may choose among several fishing tactics. The parameters of the model may be estimated by fitting it to effort and catch data (times series of numbers of fishing trips per stratum or a sampling design and, for each stratum, times series of catches per trip for various harvested stocks). The fitted model may then be used for management and decision-making purposes.

Key words

Fleet Dynamics — Resource Dynamics
Model Fitting — Management Tool

INTRODUCTION

LA RÉUNION des données historiques de captures et d'efforts et leur accessibilité sont un des résultats majeurs du programme Siap (THIBAUT *et al.* 2003) ; ces jeux de données réunissent une bonne part des observations menées sur les exploitations halieutiques de six pays d'Afrique de l'Ouest. Leur analyse et leur traitement participent à l'évaluation de la ressource conditionnellement à l'effort.
Ces jeux de données participent aussi à la caractérisation de la relation entre effort nominal et mortalité, permettant d'identifier des mesures de gestion en vue d'atteindre des objectifs relatifs à la ressource, à la production et à l'activité.

Lorsque les pêcheurs peuvent disposer de plusieurs tactiques de pêche (engins différents et/ou diverses façons d'utiliser un même engin), l'impact des actions de pêche qu'ils entreprennent dépend de leurs décisions et devient à ce titre variable ; cela rend difficile l'usage des données de captures et d'efforts pour l'étude de la dynamique des populations exploitées ; dans les systèmes d'enquêtes stratifiées selon les engins de pêche, il se peut que plusieurs types d'utilisation soient réunis au sein d'une strate donnée ; les rendements observés dépendent alors des décisions des pêcheurs ; si, de plus, certains pêcheurs disposent de plusieurs engins, ils choisissent, en adoptant l'un d'entre eux, la strate dont leur action de pêche va relever ; il en découle une variabilité des effectifs des strates, ici encore décidée par les pêcheurs, et imposant de gros efforts d'échantillonnage pour l'estimation de ces effectifs.

Face à ces difficultés, il est justifié de recourir à des moyens d'observation directe pour suivre l'état de la ressource ; mais l'analyse des données de captures et d'efforts reste nécessaire pour mieux comprendre la variabilité de l'impact de la pêche engendrée par les décisions des pêcheurs ; ceci est particulièrement important lorsque ces décisions sont en partie fonction de l'état de la ressource elle-même, ce qui peut assurer, par des reports d'efforts entre composantes de la ressource, une certaine viabilité du système d'exploitation.

La prise en compte de ces décisions implique de recourir à des modèles de dynamique conjointe de l'exploitation et de la ressource les représentant de façon explicite (par exemple LAUREC *et al.*, 1991 ; HOLLAND & SUTINEN, 1999).

APPROCHE & MODÈLE

LA PÊCHE artisanale sénégalaise est typique de cette situation, avec des unités de pêches pouvant disposer de plusieurs types d'engins et les utiliser de plusieurs manières et à partir de plusieurs ports possibles ; par ailleurs un système cohérent d'enquêtes, dédié à l'ensemble de la pêcherie (sans privilégier une espèce ou une méthode particulières), a été mis en place de manière graduelle à partir des années soixante-dix, permettant de disposer de séries chronologiques longues et selon un pas de temps réduit (PECHART, 1982 ; GÉRARD & GREBER, 1985 ; LALOË, 1985).

L'analyse de ces données a conduit à construire un modèle qui articule les dynamiques d'une ressource multispécifique et d'une exploitation menée par plusieurs flottes de pêche dont les unités ont à leur disposition plusieurs méthodes chacune caractérisée par un impact sur les diverses composantes de la ressource.

Le principe général (LALOË & SAMBA, 1991) est de considérer qu'à chaque pas de temps (une quinzaine de jours dans l'application présentée ici), une unité de pêche choisit une des tactiques disponibles avec une probabilité croissante ou décroissante selon que le revenu espéré de cette tactique est supérieur ou inférieur à la moyenne des revenus espérés sur l'ensemble de ces tactiques disponibles ; ces probabilités sont représentées et estimées à l'aide d'un modèle logit (MACFADDEN, 1973).

De ces probabilités et des effectifs des flottes de pêche, se déduit un effort effectif ; ce dernier est appliqué aux composantes de la ressource qui lui sont vulnérables, ce qui se traduit par des mortalités imposées aux biomasses concernées ; ces biomasses se reconstituent par ailleurs selon des dynamiques intrinsèques décrites par des croissances logistiques — dont le paramétrage (r, K) est propre à chaque stock. Il est ainsi possible de reconstituer des séries chronologiques d'activité (nombres de sorties selon les méthodes de pêche) et de rendements (par méthode et par composante de la ressource) : ces séries peuvent être agrégées selon les strates d'échantillonnage définies dans le système d'enquêtes en vigueur.

Le modèle ainsi construit comporte un grand nombre de paramètres (prix par stock, coûts par type de pêche, paramètres de croissance, de capacité de charge, de sensibilité des pêcheurs aux différences de revenus espérés, etc.).

Il est alors possible (PECH *et al.*, 2001) d'estimer les valeurs de ces paramètres selon une méthode de moindres carrés des différences entre rendements observés et rendements ajustés et entre nombres observés et nombres ajustés de sorties de pêche ; ce critère porte donc bien sur la similitude des données ajustées et des données observées en termes d'activité et de rendements.

Dans cette application à la pêche artisanale sur la Grande Côte, six flottes de pêche (stratégies) sont définies, ainsi que vingt-trois types d'actions (tactiques, incluant les décisions [tactiques u à y, tabl. I] de ne pas pêcher ou de pêcher sur d'autres stocks [migrations de pêche], et treize stocks [espèces ou groupes d'espèces]).

Les actions de pêche sont réunies au sein de sept strates d'échantillonnage (combinaisons engin-port).

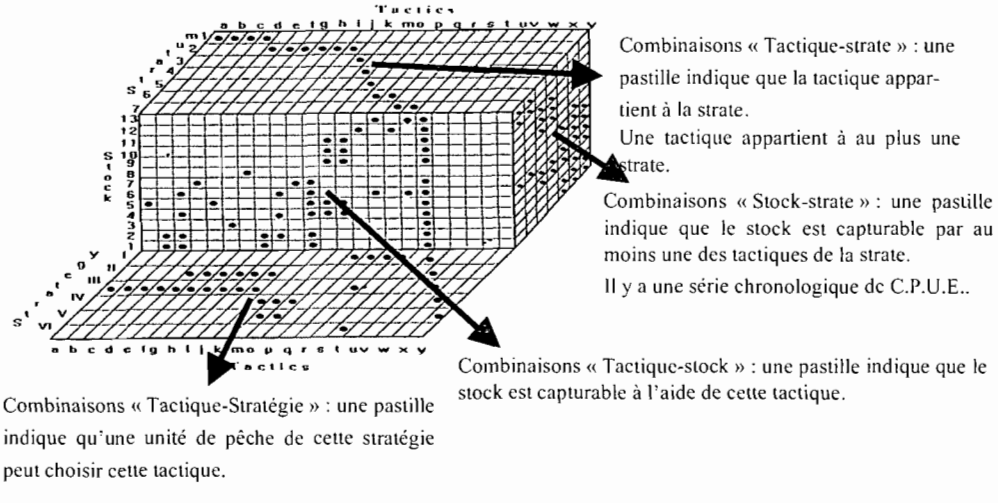


FIG. 1. — *Diagramme de Pech (PECH* et al., *2001) : Relations entre stocks, stratégies, tactiques et strates (Les définitions des classes des typologies sont précisées au tableau I).*

Pech diagram (PECH *et al.*, 2001): Relationships between stocks, strategies, tactics and sampling strata. Definitions of the classes are given in Table I.

Les informations relatives aux articulations entre ces typologies sont réunies dans un diagramme de Pech (PECH *et al.*, 2001), présenté à la figure 1 et au tableau I, indiquant les stocks capturables selon les tactiques, les tactiques disponibles selon les stratégies, les tactiques réunies au sein des strates et les stocks capturables par au moins une des tactiques d'une strate.

Pour chaque strate, on dispose d'une série chronologique de rendements pour chacun des stocks capturable par au moins une des tactiques de cette strate.

Trente-six séries de rendements sont ainsi identifiées, constituant avec les sept séries de nombres de sorties par strate, l'ensemble des données « observées » sur lesquelles porte l'ajustement.

Une des flottes regroupe des navires industriels virtuels, dont les captures reflètent celles réalisées par les flottes industrielles dans leur ensemble.

Des sorties graphiques permettent une évaluation critique de l'ensemble de la procédure (PECH *et al*, 2001 ; LALOË *et al.*, 2002).

TABLEAU I

Nomenclatures des classes des typologies relatives à la ressource (stocks), aux unités de pêche (stratégies), aux actions de pêche (tactiques) et aux strates d'échantillonnage

Classes of our resource (stocks) typology, fishing units (strategies), fishing activities (tactics) and sampling strata

N°	STOCKS		TACTIQUES (MÉTIERS)		STRATÉGIES (FLOTTES)
1	Mérous	a	Ligne *tassergal* à Saint-Louis	I	Filets dormants
2	Dorades côte	b	Lignes mérous à Saint-Louis	II	Lignes de Kayar
3	Dorades profondes	c	Lignes dorades côte à Saint-Louis	III	Lignes de Saint-Louis
4	Chinchards	d	Lignes poulpes à Saint-Louis	IV	Lignes glace/sennes
5	*Tassergals*	e	Lignes *tassergal* à Kayar	V	Sennes
6	Poissons filets dormants	f	Lignes dorades profondes à Kayar	VI	Industriel
7	Poulpes	g	Lignes espadon à Kayar		
8	Espadons voiliers	h	Lignes mérou à Kayar		
9	Sardinelle ronde	i	Lignes dorades côte à Kayar		
10	Sardinelle plate	j	Lignes poulpe à Kayar		
					STRATES D'ÉCHANTILLONNAGE
11	Carangues	k	Lignes avec glace à Saint-Louis		
12	Soles	m	Senne à Saint-Louis	1	Lignes à Saint-Louis
13	Requins-raies	o	Senne à Kayar	2	Lignes à Kayar
		p	Filets dormants soles Saint-Louis	3	Lignes glace à Saint-Louis
		q	Filets dormants poissons Saint-Louis	4	Sennes à Saint-Louis
		r	Filets dormants soles Kayar	5	Sennes à Kayar
		s	Filets dormants poissons Kayar	6	Filets dormants Saint-Louis
		t	Industriel	7	Filets dormants Kayar
			NON-PÊCHE *		
		u	Filets dormants		
		v	Lignes de Kayar		
		w	Lignes de Saint-Louis		
		x	Lignes glace/sennes		
		y	Sennes		

* Les tactiques de « non-pêche » sont introduites pour rendre compte de la possibilité de pêcher en dehors de la zone d'étude, ou de pratiquer une autre activité (agriculture par exemple).

CAPACITÉ D'EXPERTISE
APPLICATION

CONTRAIREMENT à la démarche qui consiste à décrire la dynamique d'une ressource (monospécifique, multispécifique ou écosystème) sous l'impact d'une activité d'exploitation donnée (ou d'un prélèvement donné réalisé par cette exploitation), la démarche adoptée permet d'estimer l'impact de modifications affectant l'une ou l'autre des diverses composantes du système sur chacune des dynamiques représentées, relatives à l'activité et à la ressource.

Après l'opération d'ajustement sur la période de données traitées, on peut prolonger l'application du modèle en introduisant un certain nombre de changements de diverses natures, prévisibles ou non.

Ces changements (PECH *et al.*, 2001 ; LALOË *et al.*, 2002) peuvent par exemple concerner :

— l'environnement économique général (dévaluation du franc C.F.A. avec l'augmentation du prix des espèces exportées) ;
— l'environnement de la ressource (modification de la capacité de charge de certaines espèces) ;
— l'exploitation (augmentation de la mortalité causée par la flotte industrielle sur certaines espèces).

Les impacts de ces changements peuvent être examinés à l'aide de sorties graphiques, sur la ressource et sur l'activité (PECH *et al.*, 2001 ; LALOË *et al.*, 2002).

Dans le domaine de la gestion et de l'aide à la décision, il est par ailleurs possible de rechercher quelles valeurs de variables de contrôle (dont la valeur peut être fixée ou contrainte par un ou plusieurs décideurs) permettent d'atteindre ou approcher des objectifs identifiables en termes de ressource et d'activité.

Il suffit de traduire l'objectif en terme de critère d'optimisation.

L'identification de la variable de contrôle et celle de l'objectif doivent évidemment être faites, (ou leurs pertinences doivent au moins être validées), par les acteurs du système représenté.

L'exemple suivant, qui n'a pas fait l'objet d'une telle validation, n'a donc ici qu'une valeur d'illustration de l'intérêt potentiel d'une telle approche.

Il s'agit de rechercher, conditionnellement à l'ajustement réalisé, quel serait le nombre, imposé à compter d'une date donnée, de navires industriels (variable de contrôle) qui conduirait à une date ultérieure donnée, cinq ans plus tard par exemple, à un nombre donné (objectif) de sorties de pêche sur l'ensemble des strates concernant la pêche artisanale (LALOË *et al.*, 2002).

Cet objectif permet ainsi de répondre à la question posée. Cet objectif correspond à l'annulation de la somme de carrés entre nombre de sorties ainsi désiré et nombre de sorties estimé par le modèle.

L'algorithme recherchant le nombre de navires conduisant à annuler (ou minimiser) ce critère permet ainsi de répondre à la question posée. Bien entendu, l'objectif peut ne pas être accessible.

Dans l'exemple présenté (LALOË *et al.*, 2002), une solution est trouvé (annulation du critère à minimiser) parce que la diminution du nombre de navires industriels se traduit par un accroissement des biomasses des stocks exploités, conduisant à un regain d'intérêt pour les tactiques de pêche artisanale et un accroissement de leurs nombres de sorties, rendu possible par un moindre recours aux tactiques de non pêche ou de pêche à l'extérieur (tableau I, tactiques u à y).

PERSPECTIVES

LA DÉMARCHE présentée offre un traitement de jeux de données de captures et d'efforts, caractéristiques de ceux collectés dans le cadre des études et des suivis des exploitations halieutiques.

En s'intéressant à la dynamique de l'activité par la prise en compte des décisions des unités de pêche, elle permet d'aborder des questions relatives aux conséquences de l'adaptabilité de ces unités. Cette démarche est à ce titre complémentaire de celles relatives à la seule dynamique de la ressource pour une activité donnée.

Comme déjà indiqué, une telle approche peut fournir un outil qui, pour être pertinent doit être appliqué à des cas d'études identifiés dans le contexte concret de la gestion, en identifiant, par exemple dans le cadre de groupes de travail, les variables pouvant être affectées par diverses sources de variabilité, celles sur lesquelles peuvent porter les décisions, et quels sont les objectifs poursuivis.

Il serait intéressant de pouvoir l'appliquer dans le cadre de la valorisation des acquis du programme Siap.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement*, [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXVI-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. *Rapports de recherche halieutique* A.C.P.-U.E., n° 15).

GÉRARD (M.) & P. GREBER, 1985. — « Analyse de la pêche artisanale au Cap-Vert : description et étude critique du système d'enquête », *Doc. Scient. Cent. Rech. Océano*, Dakar Thiaroye, n°79.

HOLLAND (D. S.) & J. G. SUTINEN, 1999. — « An Empirical Model of Fleet Dynamics in New England Trawl Fisheries », *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56: pp. 253-264.

LALOË (F.) & A. SAMBA, 1991. — « A Simulation Model of Artisanal Fisheries of Senegal », *Ices Mar. Sci. Symp.*, 193: pp. 281-286.

LALOË (F.), 1985. — « Étude de la précision des estimations des captures et prises par unité d'effort obtenues à l'aide du système d'enquêtes sur la pêche artisanale au centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye », *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr.*, Dakar Thiaroye, n° 100.

LALOË (F.), SAMBA A. & N. PECH, 2002. — « Dynamique conjointe ressource exploitation : Une application aux données de capture et d'effort pêche artisanale sur la Grande Côte au Sénégal de 1974 à 1992 », « I Données modèle ajustement », « II Capacité d'expertise, applications », affichettes présentées au symposium de Dakar.
(Fichiers disponibles sur demande, laloe@mpl.ird.fr ou sur le site du symposium.)

PECH (N.), A. SAMBA, L. DRAPEAU, R. SABATIER & F. LALOË, 2001. — « Fitting a Model of Flexible Multifleet-Multispecies Fisheries to the Senegalese Artisanal Fishery Data », *Aquatic Living Resources*, 14: pp. 81-98.

PECHART, 1982. — « Les enquêtes sur la pêche artisanale au C.R.O.D.T. », *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye*, n° 112.

THIBAUT (L.), P. CHAVANCE & A. DAMIANO, 2003. — « StatBase, une approche générique pour la gestion de statistiques de pêche d'origines multiples », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 11-24.

Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries

— Note —

GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

— Note —

Ely BEIBOU [1], Mamadou DIALLO [2], Ebou MBYE [3], Denis BERTHIER [4], Merete TANDSTAD [5] & Ana Maria CARAMELO [6]

1. — Ingénieur informaticien, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (Imrop) [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

2. — Biologiste, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye– Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

3. — Biologiste, chercheur, *Fisheries Department* (FD), *Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment* [Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement], 6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie).

4. — Ingénieur géomaticien, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO-FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, information sur les pêches, Unité des données et statistiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

5. — Fonctionnaire des ressources halieutiques [*Fishery Resources Officer*] *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO- FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, information sur les pêches, Unité des données et statistiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

6. — Fonctionnaire des ressources halieutiques [*Fishery Resources Officer*], *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO- FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, information sur les pêches, Unité des données et statistiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

RÉSUMÉ

L'UTILISATION des sig (systèmes d'information géographique) est en plein essor dans le domaine de la pêche. C'est un outil puissant pour les chercheurs dans le domaine des ressources marines et les administrateurs en charge de la gestion des pêcheries. Quelques illustrations sur la partie méridionale de l'écosystème du courant des Canaries, au large de la Mauritanie, du Sénégal et de la Gambie, suggèrent son éventuelle utilisation pour mener des analyses spatio-temporelles, appuyer le suivi de l'activité de pêche et identifier d'éventuelles relations entre la distribution d'une espèce et son habitat.

Mots clés

Système d'information géographique — Pêche — Écosystème
Courant des Canaries

ABSTRACT

THE use of GIS (geographic information systems) is developing in the field of fisheries. GIS are potentially powerful tools for scientists studying marine resources and for fisheries managers. A number of examples of GIS applications from the southern part of the Canary current ecosystem, along the coasts of Mauritania, Senegal and The Gambia, illustrate how GIS help perform spatiotemporal analyses, monitor fishing activity, and identify possible relationships between species distribution and habitats.

Key words

Geographic Information System — Fisheries — Ecosystem
Canary current

INTRODUCTION

LA PARTIE méridionale de l'écosystème du courant des Canaries touche les zones côtières de la Mauritanie, du Sénégal et de la Gambie. Situé sur la côte nord-ouest du continent africain, le plateau continental au niveau de ces trois pays est influencé par le courant des Canaries qui arrive du nord, apportant des masses d'eaux froides le long de la côte, et par le courant chaud de Guinée, qui remonte vers le nord en saison chaude.

Du point de vue des conditions environnementales, on observe des changements dans le cycle hydrologique, liés au déplacement d'un front thermal séparant le courant des Canaries et le courant de Guinée (BAKUN & NELSON, 1991). La saison sèche (décembre à mai) est caractérisée par la présence d'un fort upwelling côtier, plus intense au nord de la presqu'île du Cap Vert qu'au Sud. Cet upwelling apporte des eaux riches en nutriments, créant des conditions favorables pour la production primaire (BAKUN & NELSON, 1991). En saison humide, on note une augmentation sensible de la température de surface de la mer (fig. 1, planche h. t. 1).

Trois espèces démersales d'importance pour différentes pêcheries dans la sous-région sont le poulpe (*Octopus vulgaris*), le *thiof* (*Epinephelus aeneus*) et le petit capitaine (*Galeoides decadactylus*).

Le poulpe (*Octopus vulgaris*) constitue la base d'importantes pêcheries en Mauritanie et au Sénégal. En Mauritanie, les pêcheries de céphalopodes et des petits pélagiques qui constituent quatre-vingt pour cent de la valeur totale générée par le secteur de la pêche. Le *thiof* (*Epinephelus aeneus*) est une espèce démersale recherchée à forte valeur commerciale dans toute la sous-région, et le petit capitaine (*Galeoides decadactylus*) est une des principales espèces d'intérêt commercial en Gambie. Dans les dernières années, une inquiétude s'est exprimée à propos de la pression de pêche subie par le poulpe et le *thiof*, et sur l'état de ces ressources.

Dans cette étude sont présentés plusieurs types d'analyses spatiales qu'il est possible de réaliser avec un système d'information géographique (sig) dans une optique d'aide à la décision, et lorsque les données de base nécessaires sont disponibles.

Les produits présentés dans cette communication sont le résultat d'un travail collectif réalisé dans le cadre du projet Siap, avec des scientifiques des pays concernés, désignés correspondants nationaux du module sig. Ce travail a consisté à sélectionner des problématiques d'intérêt, à identifier des espèces pertinentes, à collecter les données correspondantes, puis à réaliser les cartes.

MATÉRIEL & MÉTHODES

LES travaux présentés ici ont été réalisés sur la base du logiciel ArcView 3.2. Les traitements spécifiques et les couches géographiques de base font partie d'un module d'extension d'ArcView personnalisé qui a été développé dans le cadre du module sig, projet Siap (F.A.O. : GCP/RAF/-363/EC). Une équipe de développeurs du Gras (*Geographic Resource Analysis and Science, Institute of Geography, University of Copenhagen*) a participé à ce développement.
Les données source ont pu être collectées en conjonction avec d'autres membres du projet Siap : les données de campagnes d'évaluation de stocks ont été fournies par les instituts de la sous-région, soit directement, soit par extraction depuis la base de données First-Siap du module Trawlbase (GUITTON & GASCUEL, 2004 : pp. 37-42). Les données brutes de captures industrielles ou artisanales sont le fruit d'une collecte au niveau des instituts, alors que certaines données agrégées ont été importées depuis l'application mise au point par le module Statbase.

RÉSULTATS

Poulpe et thiof

LES abondances de poulpe et de *thiof*, obtenues à partir des campagnes de chalutage effectuées sur la période 1991-1999, sont cartographiées en figure 2. On y constate que les zones de forte abondance se trouvent dans la partie septentrionale de la région (Mauritanie) au début de la décennie, puis s'étendent vers le sud jusqu'au niveau du Sénégal pendant la période 1997-1999. La même figure révèle que dans l'ensemble de la région, l'abondance du *thiof* décroît très fortement pendant toute la décennie, notamment au sud de Nouakchott.

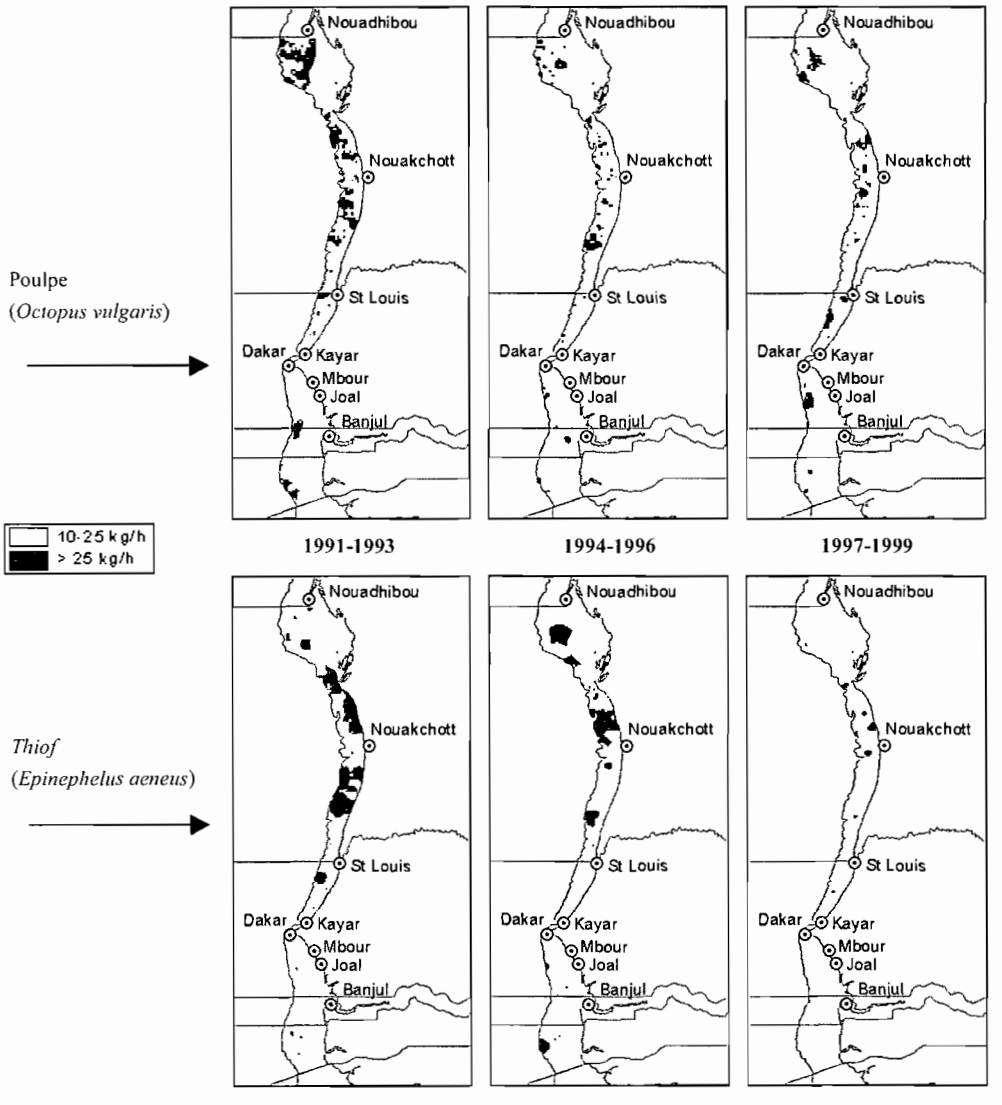


FIG. 2. — *Évolution de l'abondance du poulpe et du* thiof *sur neuf années successives*
Source : Toutes campagnes de chalutage menées entre 1991 et 1999.

Changes in the abundance of octopus and *thiof* in trawl surveys conducted from 1991 to 1999.

La pêcherie artisanale de la région de Dakar sur la même période peut refléter que la distribution du poulpe va jusqu'à Dakar et que l'abondance de thiof diminue] (fig. 3, planche h. t. I).

Petit capitaine en Gambie

La figure 4 montre que les fonds marins sur le plateau continental gambien sont principalement vaseux à proximité des côtes et à l'embouchure du fleuve Gambie, devenant plus sableux avec des zones rocheuses plus au large.

Quand on superpose la distribution du petit capitaine, obtenue à partir de toutes les campagnes effectuées entre 1986 et 1999, avec une carte du type de fond, on constate que le petit capitaine se trouve surtout sur des fonds sableux et vaseux en eau peu profonde (fig. 4).

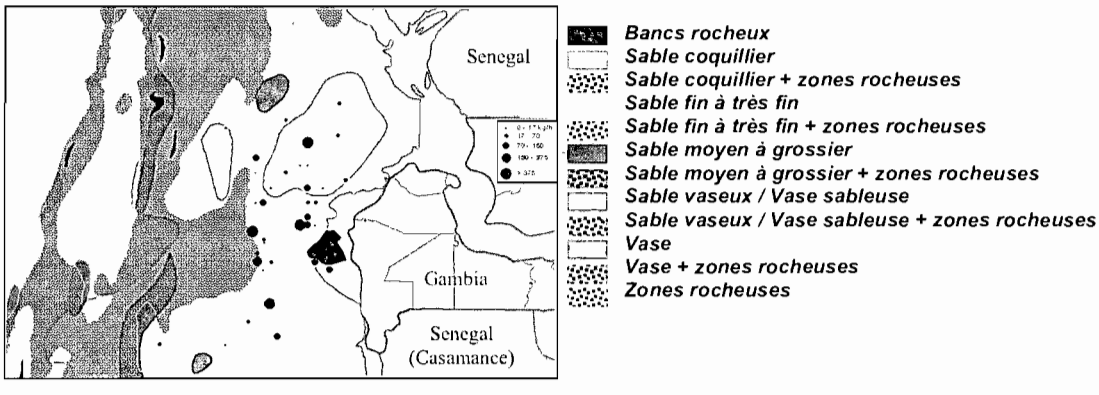


FIG. 4. — *Distribution de* Galeoides decadactylus *(1986-99) superposée au type de fonds.*
Source : Campagnes de chalutage menées entre 1986 et 1999 – Types de fonds : DOMAIN *(1980).*

Distribution of *Galeoides decadactylus* (1986-99) overlaid with bottom type.
Sources: trawl surveys from 1986 to 1999; bottom type: DOMAIN (1980).

Les captures de petit capitaine sont données en figure 5 :

— les captures de la pêche industrielle dépassaient les trois cents tonnes annuelles entre 1994 et 1997, atteignant presque quatre cents tonnes en 1997. En 1998 et 1999, on observe une chute des captures industrielles ;

— les captures de la pêche artisanale, à l'exception de 1998, montrent une tendance croissante entre 1994 et 1999. En 1999, elles dépassaient les deux cents tonnes, c'est-à-dire un volume équivalent aux captures de pêche industrielle pour la même année.

La figure 6 (planche h. t. II) montre l'activité des navires de pêche industrielle ciblant le petit capitaine, à partir des coordonnées extrêmes des traits de chalut (journaux de bord), pour les années 1994, 1995, 1996 et 1998 (1997 non disponible).
On y voit que l'activité de pêche industrielle se concentre sur la zone située entre les isobathes dix mètres et vingt mètres, c'est-à-dire essentiellement en deçà de la limite des douze milles nautiques.

En 1996, on note que des opérations ont eu lieu dans des eaux plus profondes. Il semble qu'un certain nombre de navires opèrent à l'intérieur de la zone des sept milles nautiques.

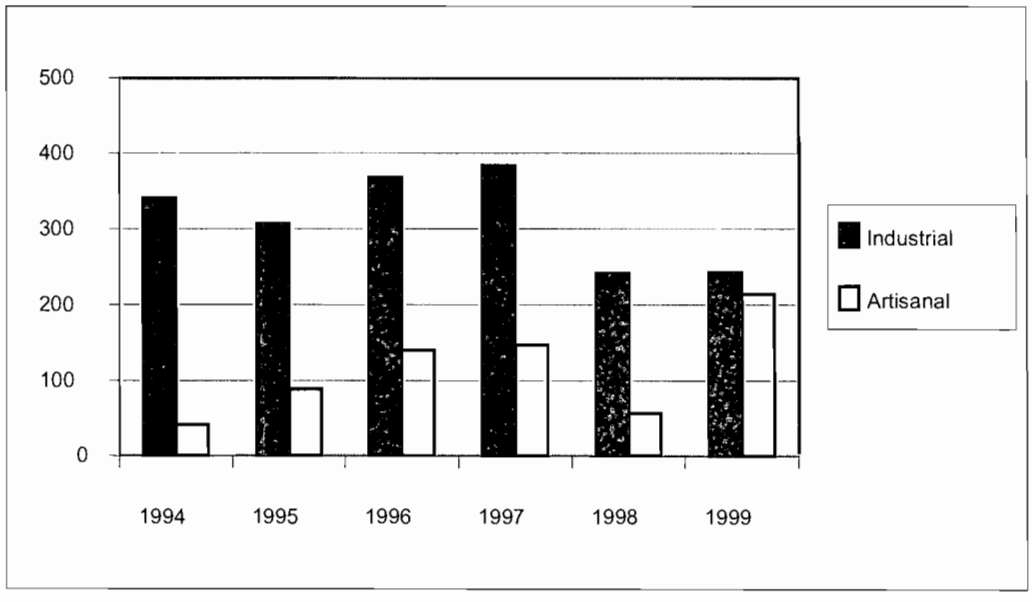


FIG. 5. — *Production annuelle, en tonnes, de* Galeoides decadactylus *en Gambie.*
Source : Department of Fisheries of The Gambia.

Annual yields, in tonnes, of *Galeoides decadactylus* in The Gambia.

DISCUSSION

COMME le montrent les résultats précédents, le sig permet de mettre en évidence des aspects spatiaux qui auraient pu passer inaperçus sans la vision cartographique, et de soulever des interrogations supplémentaires aux décideurs. Bien que les révélations observées (exemple : non-respect des limites juridiques) n'aient pas de valeur légale, elles permettent néanmoins de mieux orienter une éventuelle vérification sur le terrain de l'activité des flottilles.

Un certain nombre de difficultés liées aux données ont été rencontrées dans la préparation de ces analyses.

Dans la plupart des cas, le problème consistait à rendre compatibles, et présentables sur une même carte de manière continue, des données concernant plusieurs pays limitrophes.
Or, nous avons dû faire face à de nombreux obstacles : différences de résolution des données (agrégation par site de débarquement, par chef-lieu de province), indisponibilité de la donnée certaines années, groupements d'espèces différents, calculs d'efforts hétérogènes, etc.
À terme, le travail entrepris par nos partenaires des modules Trawlbase et Statbase contribuera à réduire ces difficultés, en harmonisant les données à l'échelon sous-régional.

Enfin il convient de signaler que si la puissance et la facilité d'utilisation de l'outil sig sont intéressantes, elle peuvent aussi être hasardeuses : il est très facile de réaliser des cartes séduisantes, mais représentant des résultats biaisés ou disproportionnés (volontairement ou non) et ainsi induire en erreur la prise de décision.
Autrement dit, toute réalisation de carte doit faire l'objet d'une analyse critique, portant sur la qualité des données, l'adéquation de la méthode utilisée, la prise en compte de possibles paramètres, etc., avant d'être éventuellement soumise à un décideur.

CONCLUSION

CE TRAVAIL illustre de manière partielle la puissance et la variété des analyses réalisables avec un outil sig, pour autant que les données soient géoréférencées, c'est-à-dire qu'elles soient associées à une position et à une dimension dans l'espace.

Un outil sig permet de comparer, de combiner des données issues de différentes sources, et dans le domaine de la gestion de la pêche, il peut fournir des indications aux décideurs pour :

— l'analyse spatio-temporelle de la distribution d'une espèce ;
— le suivi des zones d'activité de pêche, et du respect des régulations en vigueur ;
— la mise en évidence de relations entre distribution et conditions environnementales.

Bien que l'envergure des traitements réalisés dans cette communication soit limitée, et les analyses superficielles, ils donnent un aperçu de l'utilité potentielle du sig.

Les traitements possibles avec un sig sont d'ailleurs trop nombreux pour pouvoir en faire une présentation exhaustive, d'autant plus que cet outil a la capacité de s'adapter à chaque situation particulière.

La technologie sig est accessible avec peu de formation, pour des utilisateurs ayant un profil scientifique. Pourtant, sa mise en pratique reste délicate pour différentes raisons :

— contraintes fortes liées aux données de base elles-mêmes : coût de l'acquisition ou de la collecte, inaccessibilité physique, voire inexistence ;
— risques de manipulations mal contrôlées, et conduisant à des conclusions hâtives.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BAKUN (A.) & C. S. NELSON, 1991. — « The Seasonal Cycle of Wind Stress Curl in Subtropical Eastern Boundary Current Regions », *Journal of Physical Oceanography*, 21: pp. 1815-1834.

DOMAIN (F.), 1980. — *Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien : Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée*, th. doct. d'État sciences naturelles, vol. 1, univers. Pierre-et-Marie-Curie, Paris VI, M.N.H.N., 342 p.

Sig & Gestion des pêcheries dans la partie nord de l'écosystème du golfe de Guinée

— Note —

GIS & Fisheries Management in the Northern Part of the Gulf of Guinea Ecosystem

— Note —

Kopé SOLIÉ [1], Amadeus MENDES ALMEIDA [2], Denis BERTHIER [3], Merete TANDSTAD [4], Patrícia Alexandra AMORIM [5] & Ana Maria CARAMELO [6]

1. — Économiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.), [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

2. — Biologiste, chercheur, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA), [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Research Centre Applied to Fisheries*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102, Bissau (Guinée Bissau).

3. — Ingénieur géomaticien, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO-FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, information sur les pêches, Unité des données et statistiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

4. — Biologiste, chercheur [*Fishery Resources Officer*] *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO- FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, information sur les pêches, Unité des données et statistiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

5. — Chercheur halieute, Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR), [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, Portuguese Fisheries and Sea Research Institute] av. Brasilia, 1449-006, Lisbonne (Portugal),

6. — Biologiste, chercheur [*Fishery Resources Officer*], *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO- FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, information sur les pêches, Unité des données et statistiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

RÉSUMÉ

AVEC la généralisation et la plus grande convivialité des systèmes d'information géographique (sig), on constate un intérêt grandissant pour cette technologie, notamment chez les décideurs dans le domaine de la pêche et des ressources halieutiques marines. Ils apportent une perspective nouvelle et complémentaire, pour étudier les variations saisonnières, améliorer le suivi des zones d'activité de pêche, identifier de possibles relations entre la distribution d'une espèce et son habitat, etc. Quelques exemples sur la partie septentrionale de l'écosystème du golfe de Guinée, au large de la Guinée et de la Guinée Bissau, illustrent l'intérêt des systèmes d'information géographique.

Mots clés

Système d'information géographique — Pêche — Écosystème
Golfe de Guinée

ABSTRACT

GEOGRAPHIC information systems (GIS) have become widespread and more user-friendly. This has resulted in increased interest in various fields, including fisheries and marine resources management. They offer a new perspective for the analysis of seasonal variations, monitoring of fishing activity, identification of possible relationships between species distribution and habitats, etc. A number of examples from the northern part of the Gulf of Guinea ecosystem, offshore Guinea and Guinea Bissau, illustrate several possible uses of GIS, and potential benefits.

Key words

Geographic information system — Fisheries — Ecosystem
Gulf of Guinea

INTRODUCTION

L'ÉCOSYSTÈME du golfe de Guinée s'étend des îles Bissagos au cap Lopez (BINET & MARCHAL, 1993). À l'extrême nord de l'écosystème, le plateau continental de Guinée-Bissau et de Guinée s'étend entre 12^0 09′ N et 9^0 N, couvrant une zone de 96 186 kilomètres carrés. Le plateau est influencé par des arrivées d'eaux fluviales et la présence extensive de forêts de mangroves le long de la côte.
Durant la saison des pluies (juin-novembre), on observe que l'arrivée d'eau douce issue des rivières et de la pluie influence la salinité des eaux côtières. En Guinée, les zones de basse salinité peuvent s'étendre assez loin au large en cette période. Durant la saison sèche (décembre-mai), la salinité augmente et les eaux ont un caractère marin (fig. 1 ; planche III, h.-t.).

La côte, au large de la Guinée Bissau et de la Guinée, renferme d'importantes ressources de crevettes, qui sont exploitées aussi bien par la pêcherie artisanale que par la pêcherie industrielle. Les principales espèces de crevettes dans la sous-région sont : *Penaeus kerathurus*, *Parapenaeopsis atlantica*, *Penaeus notialis* et *Parapenaeus longirostris*. Les trois premières espèces sont des crevettes de faible profondeur, alors que *Parapenaeus longirostris* est généralement capturée dans des eaux au-delà de cent mètres de profondeur.

Parmi les espèces de poissons démersaux, les bars et *Pseudotolithus* spp. sont très recherchés pour leur haute valeur commerciale. Les espèces de ce genre sont souvent trouvées sur les fonds à dominante vaseuse/sableuse (FISCHER *et al.*, 1981).

Par l'utilisation d'une application d'information géographique, cette communication examine les prises par unité d'effort (P.U.E.) dans les journaux de bord des bars et des crevettes en regard des types de fonds, ainsi que la distribution des captures de crevettes par rapport aux zones juridiques.

MATÉRIEL & MÉTHODES

LES produits présentés dans cette communication sont le résultat d'un travail collectif réalisé dans le cadre du projet Siap (GCP/RAF/-363/EC), avec des scientifiques issus des pays concernés. Pour choisir les thèmes abordés dans cette communication, notre démarche, avec les correspondants nationaux en charge du module sig, a consisté à :

— identifier des problématiques d'intérêt pour les décideurs ;
— étudier des espèces pertinentes, notamment celles ayant une forte valeur commerciale ;
— collecter les données correspondantes, parmi les différentes sources disponibles.

La contribution de tous les acteurs du projet a été primordiale pour mener à bien cette étude :

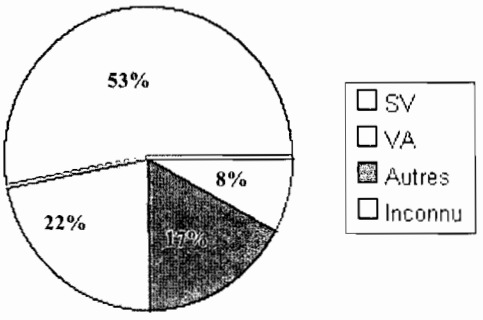
— les instituts de la sous-région qui sont les principaux initiateurs et intervenants du projet, et propriétaires de toutes les données brutes ;
— le module TrawlBase, dont la base de données First-Siap centralise la plupart des données de campagnes disponibles dans la sous-région ;
— le module StatBase, fournissant des jeux de données de statistiques de pêche agrégées.

Le logiciel ArcView 3.2 a été retenu par le projet Siap pour équiper les instituts de la sous-région. C'est donc avec ce logiciel qu'ont été réalisés les traitements et analyses spatiales, associé à une extension spécifique, développée dans le cadre du projet en collaboration avec le Gras (*Geographic resource analysis and science, Institute of Geography, University of Copenhagen*) : bibliothèque de couches thématiques régionales, automatisation des traitements.

RÉSULTATS

Bar

LA SUPERPOSITION de cartes de P.U.E. avec celle des types de fonds montre que cinquante-trois pour cent de l'activité de pêche est réalisée sur les fonds de sables vaseux (fig. 2). La figure 3 montre la répartition saisonnière des captures de bar (*Pseudotolithus* spp.) par opération pour la période de décembre 1996 à novembre 1997, et la température de surface moyenne entre janvier et avril et entre juillet et octobre 1997. La température de surface en saison pluvieuse se situe dans l'intervalle 27-29^0 C. Pendant la saison sèche, elle baisse légèrement près de la côte, et, au nord, on observe une zone descendant à 24-25^0 C due à l'influence du courant des Canaries. Il ne semble pas y avoir de différence de distribution entre les saisons (fig. 3).



de Pseudotolithus *spp. par type de fonds*

(V. légende détaillée en fig. 6, pl. III h. t.).
Source : types de fonds par DOMAIN *(1980).*

Distribution of CPUE of *Pseudotolithus* spp. by bottom type (see detailed legend in Fig. 6, Plate III).

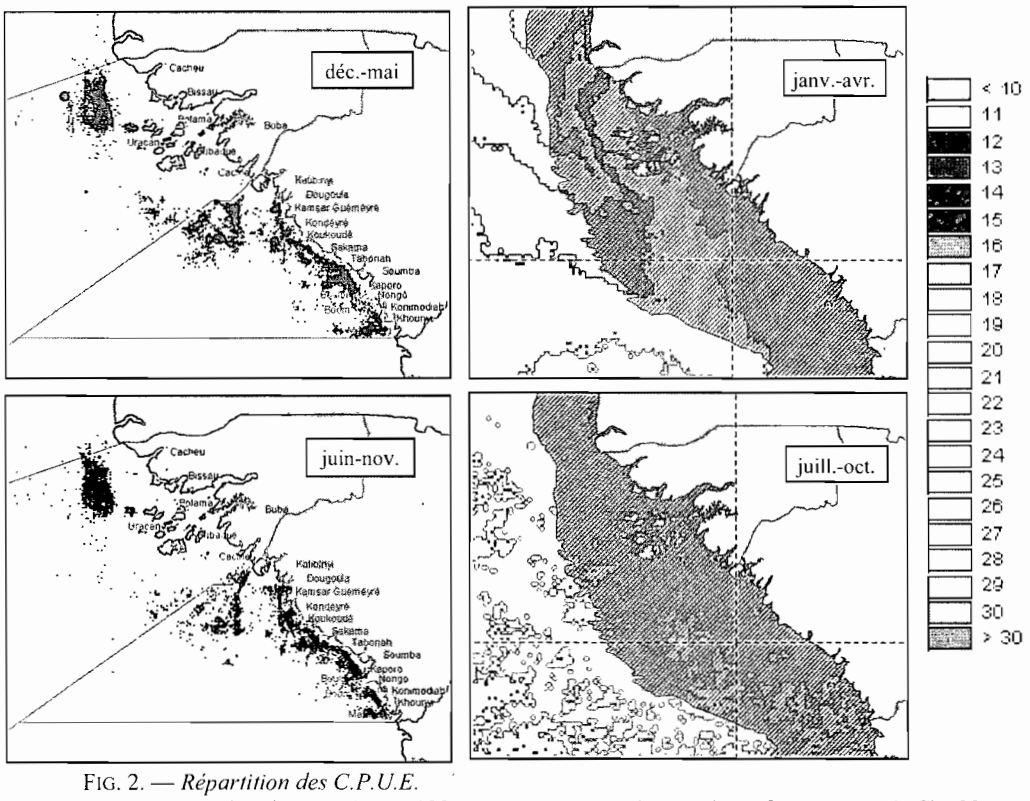


FIG. 2. — *Répartition des C.P.U.E.*
Captures par opération déc. 1996-nov. 1997

Température de surface (en degrés C) 1997

FIG. 3. — *Répartition saisonnière des captures de bar par opération, et température de surface.*
Source : Cipa et C.N.S.H.B. Images satellitaires J.R.C./S.A.I., Ispra. Images traitées par Gras, Copenhagen.
Seasonal distribution of bass catch by operation, and sea surface temperature.

Crevettes

La série temporelle 1990-1997 de captures de crevettes en Guinée Bissau est montrée en figure 4. On remarque que les valeurs de capture oscillent, montrant un pic de trois mille tonnes en 1993 déclinant à environ mille cinq cents tonnes en 1994, suivi d'une légère augmentation en 1997 (fig. 4).
La figure 5 montre les captures de crevettes par opération en 1996, combinant les statistiques de captures de Guinée Bissau et de Guinée. On distingue clairement deux bandes sur la carte, mettant en évidence l'existence de crevettes d'eau profonde et de crevettes d'eau peu profonde, bien que la distinction entre les deux ne soit pas reflétée dans les statistiques.

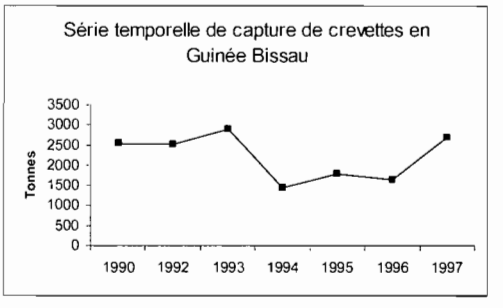


FIG. 4. — *Série temporelle de captures de crevettes en Guinée Bissau Source : Cipa.*

Time series of shrimps catches in Guinea Bissau.

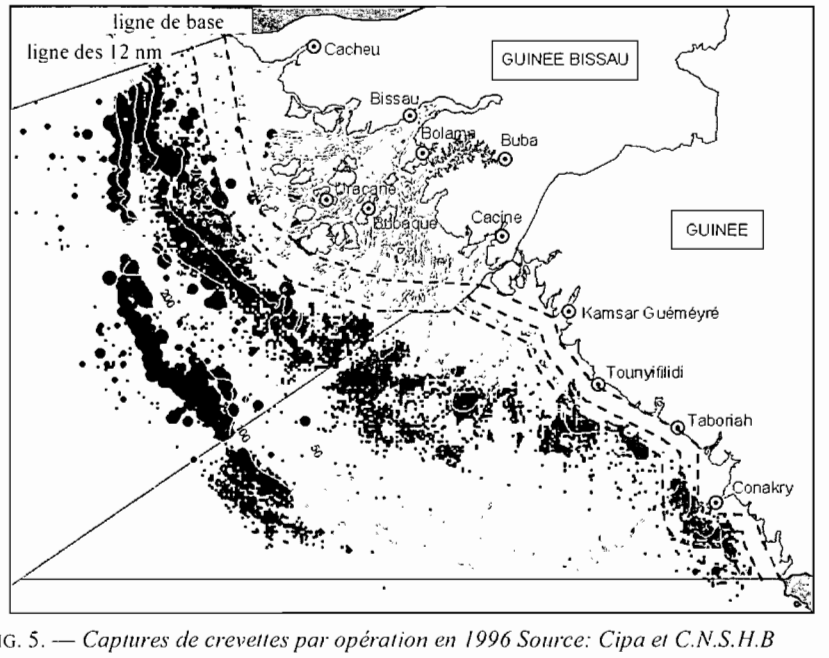


FIG. 5. — *Captures de crevettes par opération en 1996 Source: Cipa et C.N.S.H.B*

Shrimp catch by operation in 1996.

La figure 5 montre également la limite des douze milles nautiques, et on constate une activité de pêche non négligeable à l'intérieur de cette zone en Guinée et, à un degré moindre, en Guinée Bissau. En Guinée, les navires industriels opèrent très près de la côte (la ligne de base est aussi représentée sur la carte). Les figures 6 (planche III, h.-t.) et 7 sont le résultat de la superposition de la P.U.E. de crevettes en Guinée et Guinée Bissau avec les types de fonds. Elles révèlent que cinquante et un pour cent des opérations ciblant les crevettes ont lieu sur des fonds sableux.

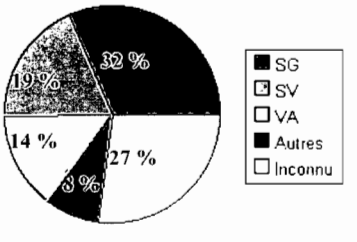


FIG. 7. — *Répartition des C.P.U.E. par type de fonds (voir légende détaillée en fig. 6, pl. III h. t.). Source : types de fonds par* DOMAIN *(1980).*

Distribution of CPUE of shrimp by bottom type (see detailed legend in Fig. 6, Plate III).

DISCUSSION

L'USAGE de la technologie sig est relativement récent dans le domaine de la pêche et des ressources halieutiques ; son principal attrait est la possibilité d'analyser conjointement des données de différents types et/ou issues de plusieurs sources.
Dans cette communication, le sig a été utilisé pour étudier/visualiser des données géoréférencées, depuis la cartographie simple de données environnementales jusqu'à la localisation de données de captures issues de diverses sources, l'interaction entre les prises par unité d'effort (P.U.E.) des ressources et l'habitat (types de fonds), ainsi que la superposition de zones juridiques avec la distribution de captures.

Les résultats obtenus sont indicatifs, leur but étant de susciter la réflexion. Il appartient ensuite aux décideurs d'interpréter les observations, de les vérifier à l'aide d'autres moyens complémentaires (par exemple un contrôle approfondi sur le terrain) avant de prendre d'éventuelles mesures de gestion.

Précisons par ailleurs que ce travail avait initialement pour but la réalisation d'une affiche, ce qui nous a conduit à privilégier l'aspect pédagogique, ainsi que la diversité de la représentation et de la résolution des données. Pour la réalisation de ces travaux, un certain nombre de difficultés liées à la nature et au format des données de base ont été rencontrées. En particulier, chaque institut de la sous-région utilise un mode de report de ses données (statistiques, recensements, groupements d'espèces, etc.) propre à ses besoins.

Par conséquent, la réalisation d'une carte portant sur plusieurs pays voisins nécessite la plupart du temps un pré-traitement pour rendre toutes les données compatibles entre elles.

Parfois encore, une partie des données est indisponible ou de qualité incertaine. Des efforts sont engagés, notamment par les modules TrawlBase et StatBase, pour améliorer cette situation, harmoniser les données à l'échelon régional et permettre des analyses conjointes.

Compte tenu de l'incertitude sur la qualité des données et aussi de la facilité de manipulation de ces données avec un outil sig, il est essentiel de conserver un certain recul par rapport aux produits cartographiques réalisés.

Le sig a tendance à donner une vision amplifiée des faits. Ainsi, un utilisateur non averti ou ne se livrant pas à l'analyse critique nécessaire risque d'aboutir à une interprétation erronée ou disproportionnée, et à une prise de décision injustifiée.

CONCLUSION

LA GESTION de la pêche et des ressources halieutiques est un domaine complexe, notamment à cause de la difficulté d'observation des phénomènes dans le milieu marin. La technologie sig semble pouvoir apporter un progrès dans l'analyse, en donnant une vision pluri-thématique. Cette étude s'est attachée à faire découvrir différentes facettes de l'apport potentiel d'un sig dans l'analyse spatiale. Les quelques exemples présentés ici ne prétendent pas être exhaustifs, la portée

du sig étant trop vaste et modulable selon le contexte d'application.

Enfin, rappelons qu'un logiciel sig n'est qu'un maillon dans une chaîne complète de traitements, et qu'il ne peut à lui seul répondre à toutes les problématiques de gestion. La phase essentielle, mais aussi la plus coûteuse, reste la collecte et le contrôle qualité des données source (campagnes, statistiques, recensements, etc.), et une attention particulière doit être portée pour ne pas « dégrader » ces données par l'utilisation du sig.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

Atlas des Pêches Maritimes de Guinée, http://www.cnshb.org.gn/boussoura/observatoire/atlas.html.

BINET (D.) & E. MARCHAL, 1993. — « The Large Marine Ecosystems of Shelf Areas in the Gulf of Guinea: Long-term Variability Induced by Climatic Changes », *in* SHERMAN (K.), L. M. ALEXANDER & B. D. GOLD, (éd.), *Large Marine Ecosystems: Stress, Mitigation and Sustainability*, A.A.A.S. Press : pp. 104-118.

DOMAIN (F.), 1980. — *Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée*, th. doct. d'État sciences naturelles, vol. I, université Pierre-et-Marie-Curie, Paris-VI, Museum national d'histoire naturelle, 342 p.

FISCHER (W.), G. BIANCHI & W. B. SCOTT, 1981. — Fiches *F.A.O. d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Atlantique Centre-est ; Zones de pêche 34 et 47 (en partie)*, Canada Fond de Dépôt, Ottawa, ministère des Pêcheries et Océans Canada, en accord avec l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, vol. III.

PARTIE II
ÉVOLUTION DES PÊCHERIES & DE LEURS PRISES

PART II
FISHERIES & LANDING TRENDS

ARTICLES

MENDY (A. N.) : pp. 69-78
► *Trends in Gambian Fisheries & Fisheries Statistics*
Évolution des pêcheries gambiennes & statistiques de pêche

RIBEIRO (C.), P. GONÇALVES, A. MOREIRA & K. A. STOBBERUP : pp. 79-98
► *The Portuguese Industrial Fisheries in Northwest Africa During the 20th Century*
La pêcherie industrielle portugaise en Afrique de l'Ouest septentrionale au XXe siècle

GARIBALDI (L.) & R. GRAINGER : pp. 99-112
► *Chronicles of Catches from Marine Fisheries in the Eastern Central Atlantic for 1950-2000*
Chroniques des captures des pêches maritimes dans l'Atlantique Centre-Est de 1950 à 2000

CHAVANCE (P.) : pp. 113-130
► Pour une reconstruction d'un demi-siècle d'évolution des pêcheries en Afrique de l'Ouest
Towards Reconstructing Half a Century of Change in West African Fisheries

WATSON (R.) : pp. 131-138
► *Mapping Marine Fisheries Catches of West Africa: 1950 to 2000*
Cartographie des prises halieutiques d'Afrique occidentale : 1950 à 2000

DIOP (M.), I. SOBRINO, L. FERNÁNDEZ, T. GARCÍA & A. RAMOS MARTOS : pp. 139-152
► Évolution des prises accessoires des pêcheries spécialisées crevettière & merluttière dans les eaux mauritaniennes de 1959 à 2000
Trends in the By-Catch of Shrimp & Hake Fisheries in Mauritanian Waters, 1950 to 2000

NOTES

CHAVANCE (P. N.) & P. CHAVANCE : pp. 153-164
► Typologie & distribution des grandes pêcheries en Afrique de l'Ouest depuis 1950
Major West African Fisheries: Typology & Distribution Since 1950

TOUS (Ph.), M. DIOP, M. A. DIA & Ch. A. INEJIH : pp. 165-170
► Port-Étienne & les pêcheries des côtes mauritaniennes dans la première moitié du XXe siècle
Port-Etienne & the Mauritanian Coastal Fisheries in the First Half of the 20th Century

CAVERIVIÈRE (A.) & D. THIAM : pp. 171-178
► Trente ans de pêche au chalut de la crevette rose *Penaeus notialis* dans la région Sénégal-Guinée Bissau
Thirty Years of Trawling Pink Shrimp Penaeus notialis *in the Senegal-Guinea-Bissau Area*

Trends in Gambian Fisheries & Fisheries Statistics

— Article —

Évolution des pêcheries gambiennes & statistiques de pêche

— Article —

Asberr Natoumbi MENDY [1]

1. — Biologiste, *Senior Fisheries Officer* (*Research*), *Fisheries Department* (FD), *Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment*, [Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement], 6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie).

ABSTRACT

THIS paper describes the development of the fisheries of The Gambia. It covers the gradual creation of an institution for the planning, development and management of fisheries resources within the jurisdiction of The Gambia. A Fisheries Division was established in 1967, evolving into a Fisheries Department by an Act of Parliament in 1978. The paper also examines the development of two fisheries (artisanal and industrial) operating in The Gambia. It was observed that the artisanal fisheries were operating on a subsistent basis long before the commencement of the industrial fisheries in 1968. The artisanal fisheries are today the most successful and a critical contributor to the socio-economic development of The Gambia. The industrial fisheries are not yet measuring up to expectations. A critical review of the statistical systems used for the collection and processing of fisheries statistics by each fishery revealed successes and shortfalls.

Key words

Evolution — Management — Artisanal fisheries — Industrial fisheries
Data collection — Fisheries Statistics

RÉSUMÉ

CET article décrit l'évolution de la pêche en Gambie. Il retrace les étapes successives de la création d'un institut pour la planification, le développement et la gestion des ressources halieutiques sous juridiction gambienne. La Division de la pêche a été créée en 1967 et deviendra par la suite le Département des pêches par décret du Parlement en 1978. L'article présente l'évolution des deux pêcheries (artisanale et industrielle) qui opèrent en Gambie. La pêche artisanale existait sous la forme d'une pêche de subsistance bien avant les débuts de la pêche industrielle en 1968. Elle est actuellement la plus prospère et elle apporte une contribution essentielle au développement socio-économique de la Gambie. La pêche industrielle n'est pas encore à la hauteur des attentes. L'examen critique des systèmes utilisés pour la collecte et le traitement des statistiques de pêche révèle de bons résultats et des insuffisances.

Mots clés

Évolution — Gestion — Pêche artisanale — Pêche industrielle
Collecte de données — Statistiques de pêche

INTRODUCTION

THE Gambia lies almost entirely in the Savannah-Sahelian belt of West Africa and extending for a distance of over two hundred miles into the interior of Africa. The Gambia consists of a strip of land varying from 25 to 50 km on either side of the 480 km long River Gambia (HOREMANS *et al*, 1996). The Gambia is surrounded on three sides by the Republic of Senegal and in the West by the Atlantic Ocean, (Fig. 1). It has a continental shelf of about 4,000 km^2 and a 200 nautical mile Exclusive Economic Zone (EEZ) area of approximately 10,500 km^2; the fisheries resources of the waters of Gambia are believed to be rich in terms of species abundance and diversity. The first survey of its fisheries potentials was carried out with the assistance of the Food and Agriculture Organization (FAO) and the United Nations Development Program (UNDP) in 1964 and 1965. This survey had recorded positive results which could be attributed to the flow of nutrients from the River Gambia (an estuary serving as fish nursery and feeding ground) and the fortunate location of the Gambia in an area where an upwelling system prevails.

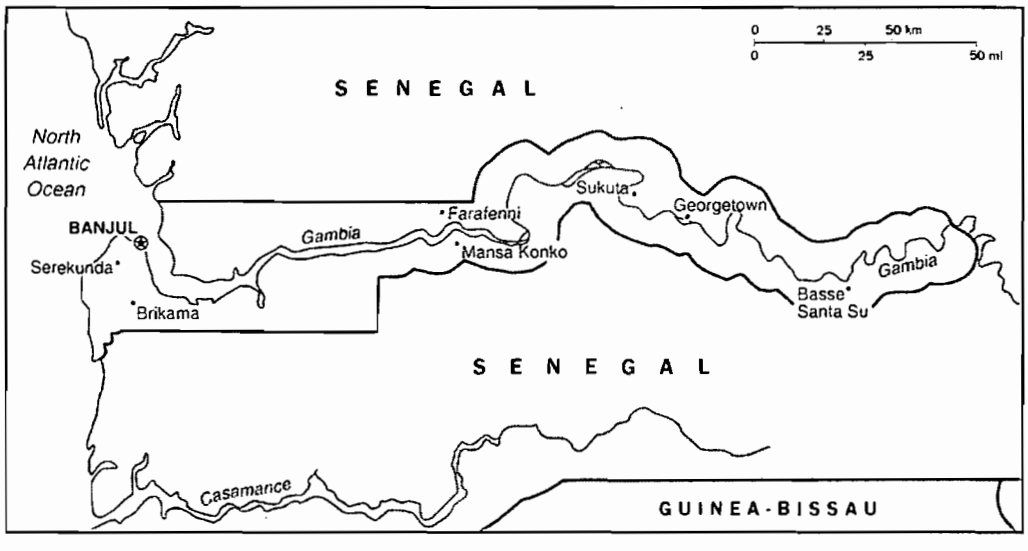


FIG. 1. — Map of The Gambia.
Carte de la Gambie.

ESTABLISHMENT OF A FISHERIES MANAGEMENT INSTITUTION

IN 1966, actions were taken to implement the recommendations made in the report of the first survey. In 1967, just after The Gambia attained its independence from England (1965), the Government of The Gambia established a Fisheries Division under the Ministry of Agriculture. The Fisheries Division was headed by a Technical Assistant and was assigned a Gambian counterpart (Senior Fisheries Officer). The Fisheries Division was responsible for management; all aspects of fisheries policy including organisation of fishers and other people concerned; improvement of socio-economic conditions through mechanisation and development of fishing craft, gears and equipment; fishing techniques; fish distribution and procurement of supplies; training; development of industrial fishing; research; collection and analysis of statistics; conservation and control.

Towards the end of 1967, the Gambian Cabinet approved the sum of £4,000 from the General Revolving Fund of Government for the formation of a Credit Facilities Scheme for artisanal fishers and cooperatives). In order to promote industrial fisheries, the Fisheries Division negotiated with a British fishing company (British Kindred Marine Products Company) the implementation of a pilot project costing $40,000. Starting in 1968 the Atlantic Marine Products Company was registered and was granted the following Government concessions: an exclusive industrial fishing franchise for six months; the right to sell marine products in local and export markets; to purchase duty free fuel; work permits for expatriate staff and electrical and other services necessary for plant operation.

The activities of the Fisheries Division during the 1970s were focused primarily on the development of artisanal fisheries, on experimental trawl fishing and on stock assessment of the River Gambia and marine waters. With the enactment of a Fisheries Act in 1977, a broader scope for the management of fisheries resources was adopted in the form of concerted public sector involvement in the management of the fisheries and the development of a fishing industry. Thus in 1978, the Government established a technical Department of Fisheries and a set of regulations (Fisheries Regulations) to govern the Fisheries Act of 1977. The Government of the Gambia also ratified the United Nations Convention on the Law of the Sea (Unclos) in 1978 claiming an Exclusive Economic Zone of 200 Nautical Miles. Also in 1978, The Government established a Surveillance team and equipped it with a patrol vessel in an effort to control and monitor the exploitation of the fisheries resources

It is clear from the above narrative that two fisheries (industrial and artisanal fisheries) have existed in The Gambia since the late 1960s. These fisheries are distinguished by their mode of operation. The industrial fishery is characterised as a high capital investment and mainly concentrated in the Greater Banjul Area, while the artisanal fishery is dispersed, and consists of isolated with low-cost, labour-intensive activities.

THE ARTISANAL FISHERY

LITTLE data on the fisheries of The Gambia existed from the 1950s to late 1970s. According to LESACK and DRAMMEH (1980), manuscripts were prepared, but mostly by outside observers (e.g. CAMPLEMAN 1977) on short visits in country. Although farming was and still is the predominant occupation of the Gambians, rural communities were fishing on subsistence basis using simple fish capturing tools such as traps, cast nets, etc. A fisheries statistical system was not in place before 1976 to estimate artisanal fishery production nor were adequate fishing effort data collected and catalogued. The study conducted by LESACK & DRAMMEH in 1980 estimated that a total of 83 fish landing sites existed throughout the country with 11 in the Atlantic Coast Stratum (ACS). A total number of 712 canoes were also recorded with 290 in the ACS. About 89 per cent of the canoes operating in the ACS were motorised. The results of the 1994 Frame Survey of artisanal fishers (operating from 135 known artisanal fish landing sites in the country) revealed that 62.9 percent of all artisanal fishers are Gambian nationals. This percentage, though quite impressive, does not reveal the fact that the majority of artisanal fishers operating along the more productive Atlantic Coast (more than 65 per cent) are foreigners who are required by Law to land all their catches in The Gambia. Nonetheless, the Fisheries Department has registered noteworthy achievements in the development of artisanal fisheries, credited for having transformed a once foreign dominated fishery into a Gambian dominated one.

The latest frame survey conducted in 1997 indicated that there were a total of 135 fish landing sites with 1785 canoes operating countrywide of which 494 canoes were then found in the ACS

with 87 per cent motorisation. Although no formal frame survey has been conducted since, field staff stationed in coastal fishing villages reported a 15 per cent increase in 2000.

The artisanal fisheries have expanded considerably in the past two decades with new entrants every year. Since the introduction of motorised canoes in the mid 1960s by a migrant Senegalese fisher, The Gambia has witnessed the transformation of this fishery from paddled canoes with simple fishing techniques to one with modern fish capturing technologies and larger canoes with outboard engines which resulted in an increase in fish landings. This development was the result of the policy adopted by the Fisheries Department or in a broader sense, the Government of the Gambia in providing credit facilities to fishers. This fishery is the major supplier of animal protein and probably has the greatest potential for making a positive immediate impact on the country's long-term development goals of achieving equitable income distribution consistent with a general improvement of the status of people in rural areas.

Records of catch levels from the 1950s up to the late 1970s could not be traced. From enquiries conducted, fisheries data were being collected by staff of the Fisheries Department during the 1970s. It also emanated from these enquiries that proper records management was a constraint in those days, thus resulting in the loss of many documents. It is interesting to note that the apparent trend is an upward one with *Ethmalosa fimbriata* (bonga) constituting the bulk of the catch. Figure 2 shows the evolution of fish catches by the artisanal fisheries subsector.

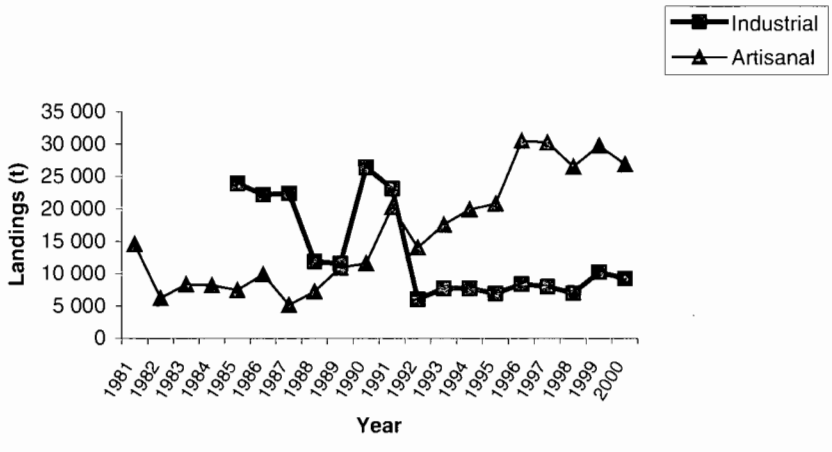


FIG. 2. — Estimated annual landings by the artisanal and industrial fisheries of The Gambia.
Estimation des débarquements annuels de poisson par la pêche artisanale et la pêche industrielle de la Gambie.

The artisanal fishery is the major source of raw fish materials for fish processing establishments in The Gambia. The bulk of fish exports from The Gambia originate from the artisanal fishery. This is because more than 90 per cent of the industrial fishing vessels are foreign and do not land their catch for further processing and marketing in The Gambia in spite of the legislation requiring vessels to land 10 per cent of their catches in The Gambia or to pay the cash equivalent of the 10 per cent to the Government. It is only prudent to say, the major hard currency earner in the fisheries business is the artisanal fishery. Figure 3 shows exports of fish and fish products from The Gambia, all of which are produced by the artisanal fishers and supplied to fish factories for processing and export.

MENDY (1997) estimated that some 200,000 fishers and family members directly and indirectly depend on the artisanal fishery for their livelihoods. This figure excludes thousands of other people involved in associated activities including fish processing, distribution and marketing. The artisanal fisheries can be considered as one of the most important pillars for poverty alleviation in The Gambia.

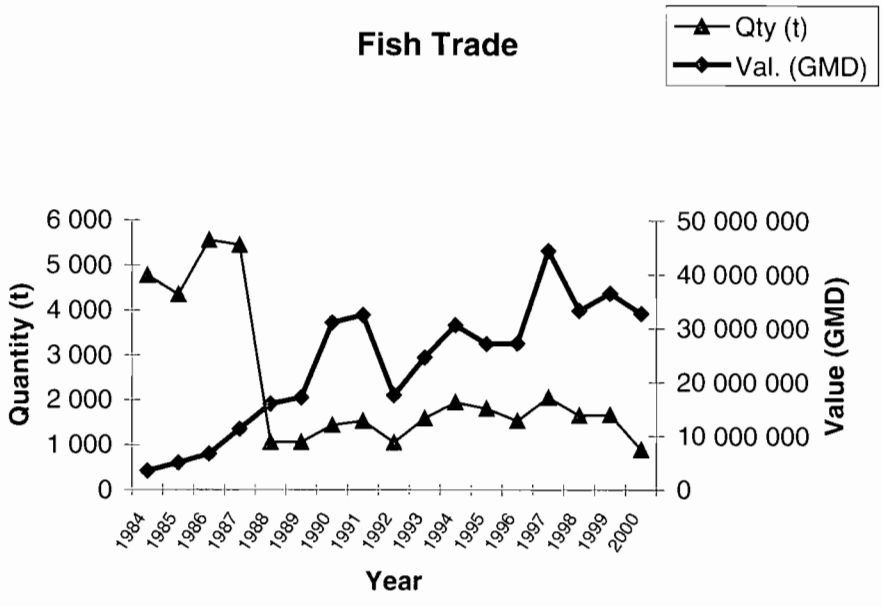


FIG. 3. — Exports of fish and fish products.
Exportations de poisson et de produits de la pêche.

ARTISANAL FISHERY DATA COLLECTION SYSTEM

THE system in place for collecting fisheries information is a sample survey system where enumerators are sent out to pre-selected fishing stations to conduct random sampling of canoes that went fishing on the sampling day. Due to the nature of the artisanal fishery, its operators are found in many and often isolated landing sites throughout the country. A complete coverage of the dispersed and often inaccessible landing sites appeared impossible, and therefore, a sampling system was designed and put in place in 1976.

The statistical system is called Catch Assessment Survey (CAS). Noteworthy is that prior to the setting up of the CAS, reports of fish landings were only made by people visiting sites near Banjul. Their reports were of a descriptive nature and not very useful for management purposes.

With the mandate to plan, manage and develop the fisheries sector and the introduction of the Data Collection System, the Fisheries Department or the Fisheries Division started sending staff out to the field sites to monitor the activities of fishers. Among these activities are CAS and Frame Survey (census of fishing units, *i.e.* canoes, gear type, etc.). The methodology used here involves the catches of sample canoes, usually six of each gear type, which are weighed after noting the total number of canoes that went fishing on the sample day. The sample days are six, three consecutive days in the first and second half of the month (systematic sampling). Frame surveys are aimed at enumerating canoe type, gear type etc. in all known landing sites of the country.

Constraints and Reliability of Data Collected

Financial and technical constraints in the Fisheries Department have led to an incomplete coverage of

fish landings in the country. Sampling of fish landings was restricted to the ACS. The Lower River Stratum were not covered by the sampling system for a long time.
Frame surveys are supposed to be conducted every second year and this did not take place since 1997. Beside the constraints at the statistics front the lack of data processing facilities and trained personnel are also affecting the quality of the results.

The total catch per gear type obtained by using all the required raising factors should be adequate and representative of the actual catch. However, there will be instances where staff under-or over estimate catches and sometimes misidentify fish species.

Regular spot checks by senior staff have always corrected such errors.

THE INDUSTRIAL FISHERY

IN THE Gambia, industrial fishing operations began, in 1968, with the establishment of a British fishing company, the Atlantic Marine Products Company. Since then, there has been industrial fishing in our waters with vessels coming in through the Reciprocal Fishing Agreement between the Republics of Senegal and the Gambia, Fisheries Access Agreement with the European Union and also through Joint Ventures with Gambian counterparts.
Presently, there are 7 locally registered companies with land based processing facilities, two companies with three factory vessels and several so-called briefcase companies operating as industrial fisheries companies. Out of the 7 companies with land based facilities only 2 own and operate fishing vessels. There has been evidence of closure and demise of several industrial fishing companies and fish factories. Indications are there that the 7 fish processing factories currently operating are of relatively low health and average product quality standards. Furthermore, full benefits of the reciprocal fishing agreement with Senegal are not being realised as the Gambian fishing vessels operating under this agreement are still landing their fish catches in foreign ports and revenues from the exports of these fish catches are not reflected in the Gambian economy. It is unfortunate that the policies of the Fisheries Department which accelerated the development of the artisanal fisheries subsector between 1983-1993 could not transform the Gambia fisheries into industrial fisheries due to some physical, technical, economic, institutional, and social constraints facing the fisheries sector. These constraints are beyond the scope of this document.

INDUSTRIAL FISHERY DATA COLLECTION SYSTEMS

THE industrial fishery is a high capital investment and concentrated in Banjul. It requires a different statistical system. Prior to instituting the Vessel Observer Programme, catch data from industrial fishing vessels were reported by vessel owners or their representatives.
With the institution of the Vessel Observer Programme in 1991 all industrial fishing vessels fishing in Gambian waters are obliged to take fisheries observers onboard.

The responsibilities of the observers among others, are to collect catch and effort data together with positions of fishing operations.

All data collected with regards to the above are reported by radio to the MCS Unit of the Fisheries Department in Banjul and records of daily catches submitted at the end of the licensing period. Figure 2 shows the evolution of fish catches by the industrial fleet.

It is interesting to note the sudden drastic drop in catches, due to cessation of operations by the Ghanaian/Gambian joint venture fishing company (Seagull Coldstore Ltd), which was targeting small pelagic fish in the late 1990s.

Radio reports only carry summaries of catches in predefined groups, eg, crustaceans, demersals, octopus, cuttlefish, etc. A detail break down of catch by species and by day follows at the end of each licensing period. Under the EU/Gambia Fishing Agreement and the Gambia/Japan Fishing Agreement for tuna, the vessels authorised to fish did not take observers onboard but were required to forward statistical returns to the Fisheries Department.

The EU/Gambia Agreement ended in June 1996 and is yet to be renewed. The Tuna Fishing Agreement with Japan is continuing.

Industrial Fishery Data Processing

Particulars (GRT, HP, etc.) of vessels licensed to fish in waters of the Gambia are kept at the Fisheries Department. From the observer reports, efforts (vessel-days, number of hours, etc.) are calculated. Catch estimates are calculated from records of weight by species by vessel reported by observers. To account for catches of those vessels without observers, it is assumed that vessels of the same tonnage will perform similarly.

CONSTRAINT & SOLUTION

THE Vessel Observer Programme could be an effective tool for monitoring the activities of the industrial fishing fleet licensed to fish in waters of the Gambia, if appropriate arrangements for the remuneration of the observers are made. As at now, observers are paid by vessel owners and hence there is room to a switch of allegiance to vessel owners. To avoid this problem, observers are rotated every three months. The solution could be the creation of an observer fund where monies for the remuneration of fisheries observers are lodged. The fund could be managed by a special unit or the MCS Unit with direct supervision of the Director of Fisheries.

THE RESOURCE BASE

FISHERIES research in the Gambia started in 1964 with the preparation for the establishment of the Fisheries Division (SCHEFFERS, 1976) and later Fisheries Department. According to SCHEFFERS, the first estimates of the biomass and potential yield of the demersal fish stocks on the Senegalo-Mauritanian shelf up to 250 m depth were done by DOMAIN (1974). The estimates were based on the trawling surveys of 1971 and 1972 respectively. DOMAIN estimated 46,300 tons as biomass within the marine waters of the Gambia. Subsequent surveys conducted in the same waters have shown a downward trend (table I). MENDY (*in press*) showed the trend in an Ecopath with EcoSim (EwE) model regarding the Gambia Continental Shelf Ecosystem. From the figure, one could deduce that the demersal fish stocks are enduring heavy fishing pressure. Many new technological innovations made it possible to modernise the artisanal fishing fleet and the provision of facilities to keep fish in a fresh state for an extended period. The new ocean regime (Unclos) and the development of distant fishing fleets by the industrialised countries also made it possible for them to

fish in Gambian waters through fishing agreements and/or joint ventures with local fishing companies. This was a result of an increased demand for food fish and fishery products. This situation has led to heavy pressure of the larger and commercially targeted demersal fish. The inability to effectively police our waters has given rise to increased illegal fishing activities (poaching; use of wrong fishing gears, methods and techniques) at the detriment of the resource base.

TABLE I

The Gambia: estimates of biomass for demersal and pelagic fish

Gambie : estimations de biomasse des poissons démersaux et pélagiques

YEAR	DEMERSAL	PELAGIC
1971/72	46,300	
1986	43,645	
1992	30,000	160,000
1995	22,000	156,000
1996		122,000
1997		113,000
1998		173,000
1999		510,000
2000		213,000
2001		217,000

Source : FRIDTJOF NANSEN (1992), 1996-2001 Cruise Reports CECAF/Tech/87/87 - Exploratory Fishing Cruise for Demersal Stocks in Waters of the republic of the Gambia.

THE WAY FORWARD

THE Gambia, like all coastal fishing states obtained additional responsibility when it claimed its exclusive economic zone. It has since then the responsibility for sustainable management of fish resources within its jurisdiction. In order to achieve this goal, an adequate knowledge of the state of fish resources within the EEZ should be acquired through research, statistical data collection and analyses.

From the knowledge gained, appropriate management mechanisms which ensure availability of fish should be made through support to the existing. Sub-Regional Fisheries Commission.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

CAMPLEMAN (G.), 1977. — *Marine Fisheries Development in the Gambia*, Rome, FAO, W/K7566, 69 p.

DOMAIN (F.), 1974. — *Première estimation de la biomasse et de la production potentielle en poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien entre le cap Timiris et le cap Roxo*, doc. sci., CRODT-Isra, (61), 23 p.

FRIDTJOF NANSEN, 1992. — *1996-2001. Cruise Reports: Exploratory Fishing Cruise for Demersal Stocks in Waters of The Republic of the Gambia*, Cecaf/Tech/87/87.

HOREMANS (B.), T. AJAYI & J. GALLENE — *Sector Review of the Artisanal Marine Fisheries in The Gambia. Programme for the Integration of Artisanal Fisheries in West Africa*, Idaf/WP/80, Cotonou (Bénin), 40 p.

LESACK (L. F. W.) & O. K. L. DRAMMEH, 1980. — *Fisheries Publication*, n° 33.

MENDY (A. N.), 1997. — *Combined Frame and Socio-economic Study of the Artisanal Fisheries of the Gambia.*

MENDY (A. N.), *in press.* — *The Gambia Trophic Models of the Economic Exclusive Zone in 1986, 1992 & 1995.*

SCHEFFERS (W. J.), 1976. — *Development of Inshore Fishery*, The Gambia Project: GAM/72/006.

The Strategic Plan for the Management of the Fisheries Sector of the Republic of the Gambia for the period 1994 to 2004.

The Portuguese Industrial Fisheries in Northwest Africa During the 20th Century

— Article —

La pêcherie industrielle portugaise en Afrique de l'Ouest septentrionale au XXe siècle

— Article —

Cristina Ribeiro [1], Patrícia J. Gonçalves [2], Ana Moreira [3] & Kim A. Stobberup [4]

1. — Statisticien, chercheur, *Direcção Geral das Pescas e Aquicultura* (D.G.P.A.) [Direction générale des pêches et de l'aquaculture, *Fisheries and Aquaculture General Direction*], R. Gen. Gomes de Araújo, Ed. Vasco da Gama, Alcântara Mar, 1399-005 *Lisbonne* (Portugal).

2. — Biologiste, chercheur, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

3. — Biologiste, chercheur, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

4. — Halieute, chercheur, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

ABSTRACT

HISTORICAL time series on catch and effort are analysed to describe the development of the Portuguese industrial fisheries in Northwest Africa since their inception, considering changes over time and space. The beginning of industrial fishing in Northwest Africa was traced to 1910 with the introduction of steam-powered trawlers. The fisheries have undergone considerable changes during the 20th century having contributed significantly in terms of landings and economic value in the past. A general description is given of the fleet, fishing practices, target species and fishing grounds as well as catch per unit of effort based on recently revised data. Historically, Cape Blanc was the main traditional fishing ground, but this has changed since. In recent years, the Portuguese have concentrated their effort on fishing grounds further offshore or in international waters, with target species such as scabbardfish, hake, and tuna.

Key words

Northwest Africa — Portuguese industrial fisheries
Landings and value

RÉSUMÉ

UNE série temporelle de données historiques portugaises sur la capture et l'effort a été analysée afin de décrire l'évolution de la pêcherie industrielle portugaise dans le nord-ouest de l'Afrique depuis son début en, prenant en compte les changements temporels et spatiaux. La pêcherie industrielle dans le nord-ouest de l'Afrique a commencé en 1910, avec l'introduction des chalutiers à vapeur. Au cours du XXe siècle les pêcheries ont connu des changements considérables qui ont été importants en termes de débarquements et économiquement dans le passé. Une description générale de la flottille, des pratiques de la pêcherie, des espèces ciblées, des zones de pêche ainsi que les captures par unité d'effort en termes historiques est présentée, basée sur des données récemment révisées. Historiquement, le Cap Blanc était la principale zone de pêche, mais ceci a fortement changé avec le temps. Au cours des dernières années les portugais ont concentré leur effort de pêche dans des zones plus au large, ou dans les eaux internationales, ciblant des espèces comme les sabres, les merlus et les thons.

Mots clés

Afrique du Nord-Ouest — Pêcherie industrielle portugaise
Débarquements et valeur

INTRODUCTION

PORTUGUESE fishing activities in Northwest Africa dates back to the 15th Century, when Ceuta was conquered in 1415, opening up access to waters in North Africa and creating traditional fishing grounds in areas as far south as Cape Blanc (PEDROSA, 2000). This was also the Age of Discoveries, initiated in the 15th Century by Henry the Navigator, prince of Portugal, leading to important discoveries of maritime routes and previously unknown land (*e.g.* NAUEN *et al.*, 1997). Several islands in the Atlantic became important steppingstones on the route to the West Indies and the exploration of the African coast, for example the Canary Islands, Madeira, and the Azores. When setting out on these exploratory expeditions, the ships were equipped for fishing in "Rio do Ouro" (Western Sahara) (BOAVIDA, 1948), which was a cheap and efficient way of gaining supplies for the journey as the area was known for its abundance of fish. A monopoly on fishing rights was given to the Portuguese crown by Papal decree (1454), prohibiting fishing or trade in the area without consent from the Portuguese King (PEDROSA, 2000). The Treaty of Tordesillas in 1494 reserved the fishing rights to the area for the Portuguese for a period of three years (BOAVIDA, 1948). But as the abundance of fish in the area was well known, this did not stop others from fishing in the same area. The fishers based in the Canary Islands were predominant, using handlines from dories transported to the fishing grounds onboard sailing motherships (BALGUERÍAS *et al.*, 2000).

Distant-water fishing has been a well-established activity by the Portuguese for centuries, the cod fishery off Newfoundland being one of the most well-known examples (fig. 1).

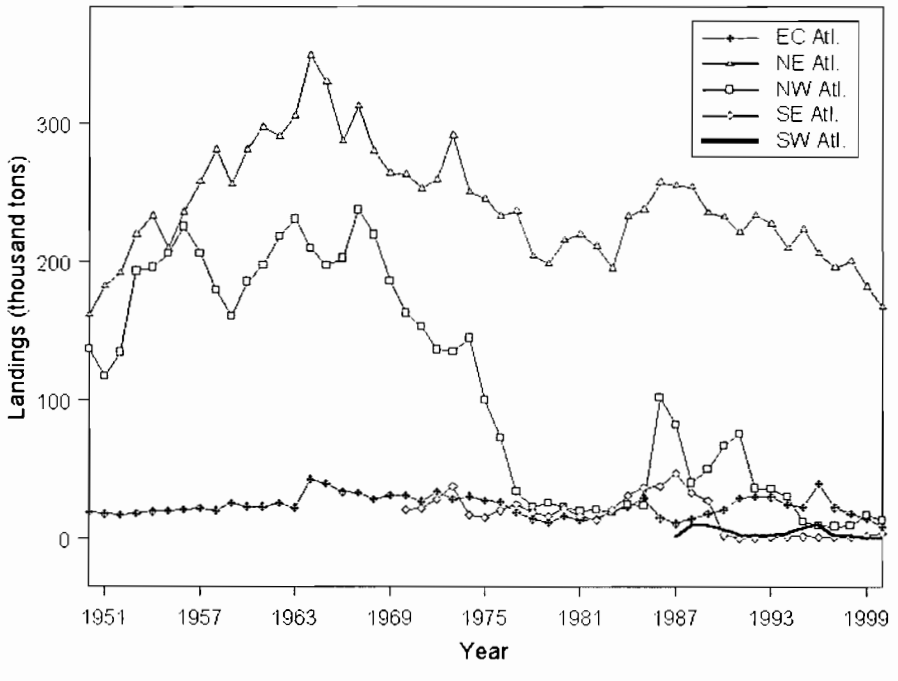


FIG. 1. — Total Portuguese landings per area in the Atlantic Ocean.
Débarquements totaux du Portugal dans l'océan Atlantique par zones.

This was also the case in North Africa, where the Portuguese have fished for centuries, supplying traditional fish products to the national markets. In Africa, industrial fishing was initiated in 1910 with the introduction of trawlers driven by steam propulsion (BOAVIDA, 1948; COSTA, 1946). Until then, fishing was undertaken with the use of sailing ships and gears such as handlines and sail-driven trawls, thus a limited fishing capacity. Also, a very important staple food of the Portuguese was salted cod and most of the distant-water fishing effort was concentrated at the rich cod fishing grounds of Newfoundland (*e.g.* COELHO & STOBBERUP, 2001; GARRIDO, 1999; 1997-a; 1997-b; NAUEN *et al.*, 1997).

From 1910 to 1940, there were relatively few Portuguese industrial vessels fishing in the Northwest Africa area, but this increased substantially and the peak of the fisheries was during the 1950s and 1960s in terms of number of vessels operating and total catch. By then, the activity of Spanish, French, Italian, English and German vessels had increased considerably, especially after World War II (BALGUERÍAS *et al.*, 2000; CADENAT, 1948).
This was the result of fleets operating in the North Atlantic moving to the Saharan Bank, which initiated a profitable industrial fishery for demersal fish. As the introduction of the more efficient diesel-powered vessels was slow in Portugal, these other European fleets quickly gained more importance, particularly for the Spanish and Soviet fleets.

Difficulties started to appear in the late 1960s in terms of intensive competition with other fleets near Cape Juby and Cape Blanc, the traditional fishing grounds. This was further aggravated by the extension of territorial waters by the nations in the region, leading to a movement further south in search of new fishing grounds (*e.g.* CASTRO & CASTRO, 1973; LIMA DIAS, 1970, 1969; GANP, 1967). The establishment of Exclusive Economic Zones in the 1970s and increasing restrictions in the 1980s and 1990s, such as limits on fish quotas and access to fishing grounds, had a profound effect on Portuguese fishing activities in the region, leading to the abandonment of traditional fishing grounds and target species and the search for new, profitable fisheries (INE-DGPA, 1998).

The present study presents the revised historical time series of catch, effort and catch value for the period 1927 to 1999 of the Portuguese industrial fisheries in Northwest Africa, which has involved considerable efforts in recuperating information that was not readily available. Considering the theme "half a century of change in Northwest Africa", emphasis is placed on presenting changes that have occurred over the 20th Century.

DATA & METHODS

Data sources

THERE are several sources of historic information, mostly through the publication of statistical series of aggregated form. Most importantly, the series on Fisheries Statistics published by the Fisheries Commission under the Ministry of the Navy (EPM), was available from 1927 to 1979. The following information was compiled:

- catch by species by fishing area and total effort on an annual basis from 1950 to 1979;
- catch by species by fishing area and total effort on a monthly basis from 1938 to 1961;
- catch by species by fishing area (Fishing Area [1] X, XI and XII) by vessel from 1927 to 1935;
- aggregated catches by species for 1936 and 1937 (RAMALHO, 1956);
- aggregated monthly effort for 1936 and 1937 (RAMALHO, 1956);
- for the period between 1979 and 1986, information was available from the publications on fisheries statistics by the National Statistics Institute (INE), including annual catches by species and effort.

1. — ICES area designations that were used at the time.

As a complementary source of information for the period 1961 to 1979, a considerable amount of information was available at Ipimar. This is a compilation of information from the above-mentioned sources as well as the Trawlers Ship-owners Guild (Gapa [1]). Most importantly, port sampling was undertaken to complement information regarding vessel characteristics, species composition of catches, length frequencies of important landed species (hake in particular), and effort by vessel (LIMA DIAS, 1990). This information included several studies by LIMA DIAS (1978, 1985, 1986, 1990, 1997), which were a useful comparative source.

For the recent period from 1986 to the present, the General Directorate of Fisheries and Aquaculture (DGPA [2]), which assumed responsibilities pertaining to fishing activities and fleets in Portugal, was the main source of information on fisheries catches and other industry in general. Regarding fishing fleets, information is compiled on the characteristics of the fishing vessels, for example the registered tonnage, engine power, age of vessels, and the fishing gears used.

The source of information on mainland landings of fresh or refrigerated fish is the public company Docapesca S.A., which registers electronically all catches at first sale, *i.e.* quantity by species and the corresponding price. For data concerning the quantity of fish that are processed onboard, the shipowners are required to report this to DGPA or to the corresponding organisms in the autonomous regions, through the submission of logbook information with a declaration of landings by species. Whenever vessels have landed fish in foreign ports, the country is required to send the DGPA the relevant information. Information about catches and the respective fishing zones is obtained via logbooks from vessels with an overall length greater than 10 metres. DGPA receives this information, which is checked and revised and then registered in the national database. Several correction factors are applied to data regarding fresh and refrigerated fish, taking into account gear type and species in order to estimate the equivalent fresh weight-catch estimate.

1. — Grémio dos Armadores de Pesca do Arrasto.

2. — Direcção Geral das Pescas e Aquicultura.

Two distinct methods are used to calculate the average price of each species of fish landed:

— the average price of the fresh or chilled fish at first sale as already mentioned; and

— the average price of the fish processed on board and landed in national territory obtained by direct inquiry to the fishing companies which have declared their landings.

Owing to the lack of information on average prices of fish species landed outside national territory, this was estimated by assuming the same average prices as in national ports.

FAO fishery statistics for the period 1950 to 2000 are also available [3] and were used on a comparative basis. The FAO data and the national statistics include all quantities caught, expressed *in live* weight, for both food and feed purposes but exclude discards. Thus, these statistics are designated as landings in the present study.

Another source of information available at FAO, which was used for comparisons with national statistics, is an integrated set of Atlantic Ocean catch statistics (since 1950), including various area specifications for the catches. This is a first attempt by FAO at combining the catch statistics received from national authorities by the following international bodies:

— Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR);

— Commission for the Eastern Central Atlantic Fisheries (CECAF);

— Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO);

— General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM);

— International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT);

— International Commission for the Southeast Atlantic Fisheries (ICSEAF);

— International Council for the Exploration of the Sea (ICES);

— Northwest Atlantic Fisheries Organisation (NAFO).

3. — Data is downloadable from FishStat at www.fao.org .

Unfortunately, the EPM catch statistics are given by broad area following the Ices area designations, giving only a general idea of catch by area. Furthermore, these Ices area divisions were abandoned with the establishment of the Commission for the Eastern Central Atlantic Fisheries (CECAF) and the new area divisions did not coincide with the previous ones. Thus, in order to construct a consistent time series of catches we were forced to consider only two area divisions.

One for the coastal areas from Morocco to Mauritania corresponding to Ices X & XI or CECAF 34.1.1 and 34.1.3 and a second for the coastal areas from Senegal to Guinea, corresponding to Ices XII or CECAF 34.3.1 (fig. 2).

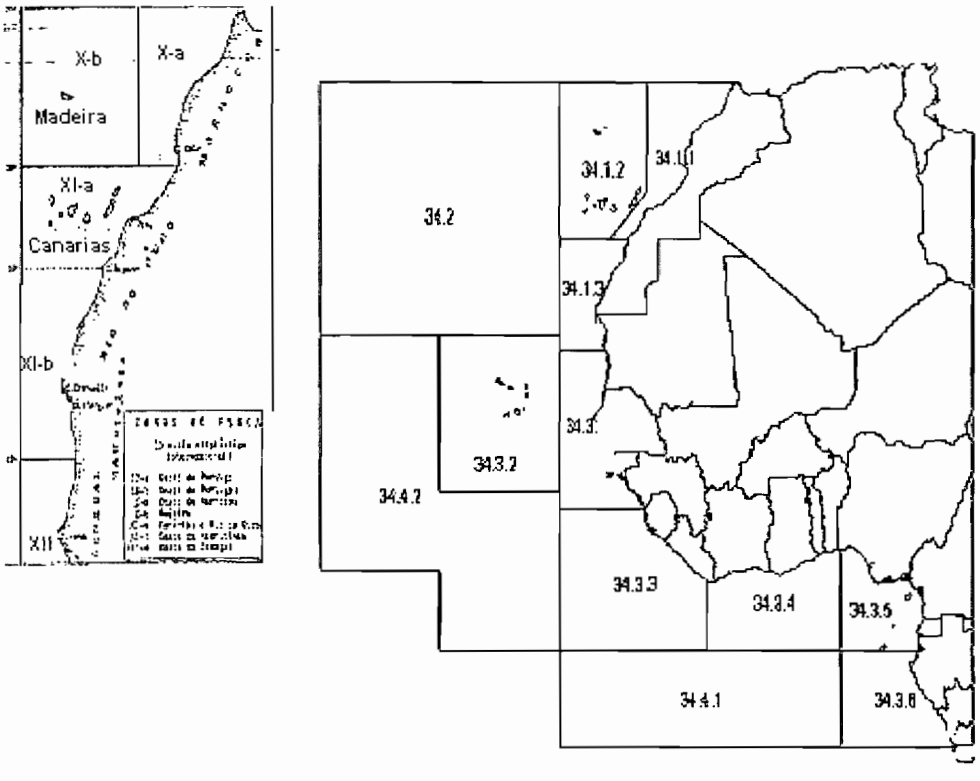


FIG. 2. — Maps indicating the ICES and CECAF statistical divisions.

Cartes montrant les divisions *statistiques C.I.E.M. et COPACE.*

Fisheries statistics related to the Madeira Economic Exclusive Zone were not considered as the present study focuses on demersal fisheries in Northwest African region, the continental shelf in particular.

Data analysis

Time series analysis was applied to the data on total and hake catch per unit of effort (CPUE) for Ices divisions X+XI. The objective was to examine the general trend in CPUE, in view of accounting for seasonal affects. These two basic components, trend and seasonality, describes most of the time series patterns.

Trend is treated as a general systematic linear or non-linear component that changes over time and does not repeat, or at least, does not repeat within the time range covered by the data. On the other hand, seasonality involves features, which repeat themselves at regular intervals over time. The estimation of seasonality coefficients was done in accordance with MURTEIRA *et al.* (1993).

RESULTS & DISCUSSION

THE Portuguese fisheries in Northwest Africa have undergone considerable change during the last century, but in order to understand some of the abrupt transitions, it is important to consider certain historical events. In the following, we start by introducing specific events, whether political or socio-economical, which we consider to have been crucial to the development of the fisheries.

The Portuguese Colonial Wars exerted a heavy financial burden on the national economy during the 1960s and 1970s and this ultimately resulted in the Revolution of 1974. This troubled period, even after the Revolution, led to high inflation, increasing prices for basic commodities and fuel, which resulted in strong emigration due to the low living standards, but also as a way of for young men to avoid being drafted by the military. These events had a direct and negative effect on the fisheries in general, including those in Northwest Africa.

Another event was the extension of territorial waters to a limit 12 nautical miles from the coast by the nations in the region, which made access to fishing grounds more difficult. The general adoption of the concept of Exclusive Economic Zones to a distance of 200 nautical miles was even more important, starting in 1977 (INE-DGPA, 1998). Bilateral fishing agreements became essential for the survival of the Portuguese fisheries in the area, particularly in Morocco and Mauritania. During the same period, bilateral agreements with countries such as Canada and Norway in the north and South Africa were negotiated in order to guarantee access to other important fishing grounds.

Relative economic stability was achieved in the early 1980s, and further consolidated when Portugal became a Member State of European Community in 1986. Fishing agreements were then established at the Community level, which resulted in unchanged or increased access to certain fishing grounds (INE-DGPA, 1998). However, the signals of resource overexploitation started to become evident in the late 1980s and early 1990s, which led to the introduction of conservation measures such as limiting catch capacity and fish quotas. The limits imposed in the Nafo area and the extinction of Icseaf resulted in an increase of fishing activity in the Northwest African region. As an example, catches from Moroccan waters represented 1.2 per cent of total distant-water fishing, but this increased to 20.3 per cent in 1996.

Recent developments have further aggravated the situation in terms of access to fishing grounds and limits on catches, including the Northwest African region. The termination of the EU/Moroccan fishing agreement in 1999 is one such event. A search for new fishing opportunities was initiated and the result has been a re-conversion of some fishing vessels to longline and a movement offshore into international waters in the CECAF region.

Traditional Fishing Grounds

The traditional fishing grounds for the demersal trawl fishery were located in the area between Cape Juby and Cape Blanc (GANP, 1967; LIMA DIAS, 1969, 1970; CASTRO & CASTRO, 1973), which coincides more or less with Ices area designation XI (fig. 2). Figure 3 illustrates this in that the bulk of the catches were taken in Ices area XI, which includes the important fishing grounds of Western Sahara, including Cape Blanc. It is in many cases difficult to distinguish between areas X and XI, but the time series is consistent and reinforces the affirmation that the industrial trawlers concentrated their efforts in well-known fishing grounds around Cape Blanc. It is interesting to observe that in spite of the difficulties experienced, the Portuguese maintained these traditional fishing grounds up until the 90's with some modifications to fishing strategy. Thus, it is only in the recent years that we see an abandoning of the demersal and coastal fisheries in the waters off Morocco and Mauritania.

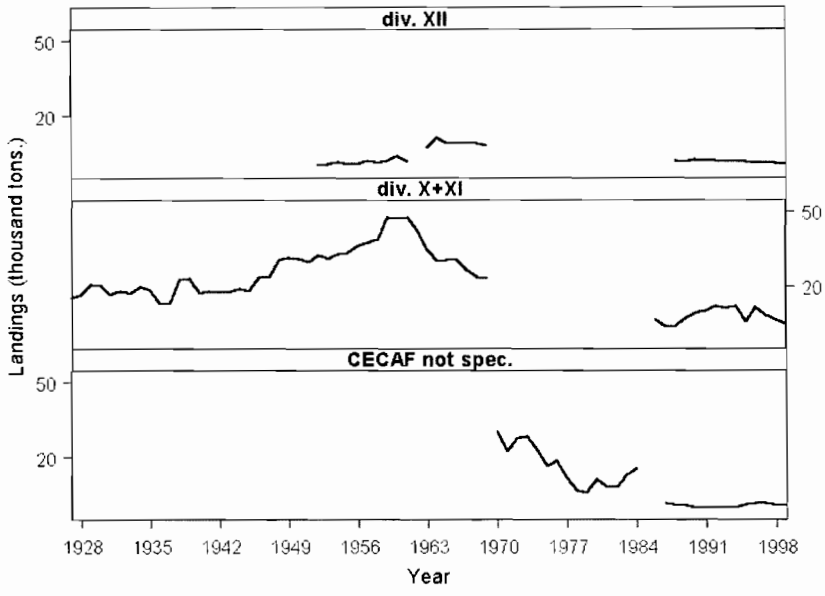


FIG. 3. — Portuguese landings by Ices division X, XI, and XII from 1925 to 1969.
Débarquements portugais par division X, XI et XII du C.I.E.M., entre 1925 et 1969.

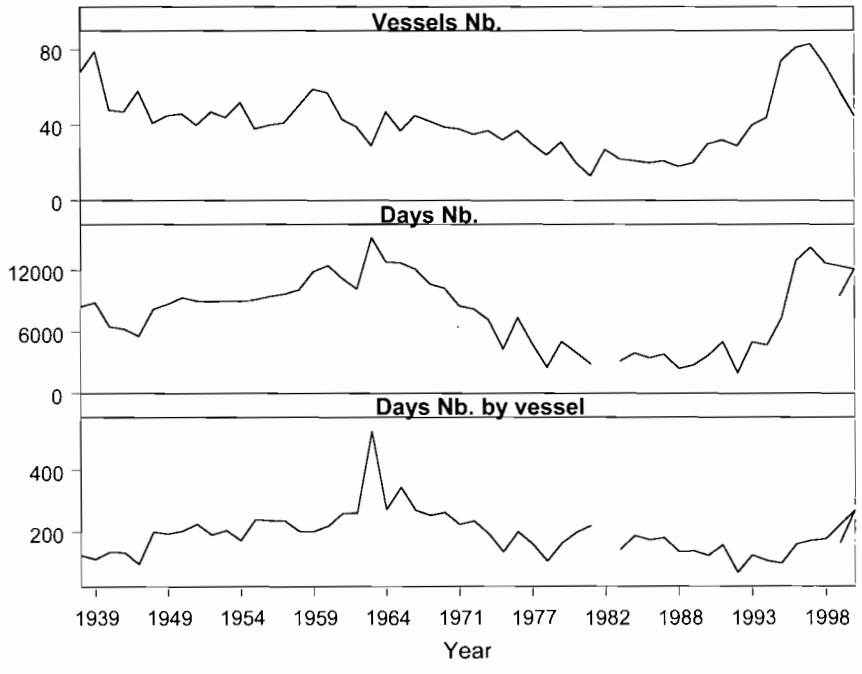


FIG. 4. — Total number of vessels operating per year, total number of fishing days and average fishing days per vessel and year (1927-1999).
Nombre de bateaux, jours de pêche et nombre moyen de jours de pêche par an pour la période entre 1927 et 1999.

Fleet Characteristics & Development

Figure 4 illustrates the changes of size of the fleets operating in the Northwest Africa. In 1926, at the beginning of the statistical series, the Portuguese fleet fishing in the Saharan Bank was composed of trawlers driven by steam engines, which had been purchased second-hand (GEP, 1957). In 1938, steam-driven vessels still constituted 98 per cent of the fleet.

The fleet operating in Northwest Africa was characterised by ageing vessels and sometimes obsolete technology, which resulted in a largely inefficient fishery compared to the fleets of other industrial fishing nations. Incentives were given for the introduction of the diesel motor and the modernisation of the fleet started relatively late, in 1942. The strong investments required to modernise the fisheries sector came about in 1951 with the National Fisheries Development Plan, which lead to the introduction of new technology in terms of fishing gears, propulsion motors, refrigeration, and vessels (GEP, 1957). By 1956, approximately half of the fleet was driven by diesel motors. Another feature contributing significantly to the efforts in modernising the fisheries sector, was the formation of Corporate Associations or Guilds by shipowners, termed "Gremio" in Portugal such as in the case of cod (1938), sardine (1938) and trawler (1939) fleets, followed by the whale fishing fleet in 1945 (GEP, 1957).

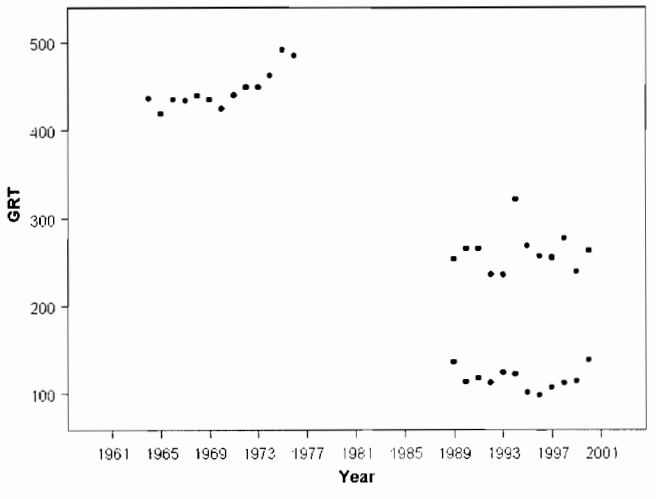


FIG. 5. — Average vessel GRT per year for the periods 1964-1976 and 1989-1999. The latter period includes two components, the "polyvalent" fleet and the smaller vessels fishing off Morocco.

Classe de tonnage brut (T.J.B.) moyen par bateau pour chaque année des périodes de 1964-1976 et de 1989-1999. La deuxième période inclut deux composantes : la flottille « polyvalente » et les plus petits bateaux qui pêchent au large du Maroc.

An important shift occurs in the early 1980s in terms of vessel characteristics and fishing gears (LIMA DIAS, 1986, 1990). Figure 5 illustrates this through average vessel GRT for two periods. The first period from 1964 to 1976 was characteristic of the historical trawl fishery with larger vessels, while the second from 1989 to 1999 characterises the recent substitution of smaller vessels. The smaller vessels can be divided in two groups: one is the larger "polyvalent" vessels employing longlines and anchored gillnets and the smaller coastal vessels, working primarily in Moroccan waters.

This shift in fleet and fishing strategy appears to be related to restrictions on trawl fishing, particularly in Mauritanian waters, as well as a result of economic constraints on the operation of larger vessels (DGPA, 1986).

Since 1986, most of the fishing activity in the region has been undertaken under fishing agreements, the EU/Morocco, EU/Mauritania and EU/Guinea-Bissau agreements in particular.

There was a strong increase from 29 to 49 vessels licensed to operate in Moroccan waters between 1986 and 1988. Then, the size of the fleet fishing in this area stabilised, and in 1999, when the EU/Moroccan agreement ended, there were about 50 vessels operating in this area. It should be pointed out that companies of mixed capital, such as Mauritanian/Portuguese or Moroccan/Portuguese Joint Ventures were established, but these are not included in Portuguese statistics. Since 1994, as a result of decreasing fishing opportunities in the Northeast Atlantic as well as the decreasing abundance trends in the waters off Morocco, Mauritania, and Guinea-Bissau, there has been a movement towards international waters in the CECAF area. This can be seen as a general trend, starting in the northern CECAF waters, and moving south in recent years. The southern region now contributes 17 per cent of the landings from the CECAF area, mostly tuna and swordfish from international waters.

At present, Guinea-Bissau represents the most important African fishing ground for Portuguese vessels specialised in trawling for crustaceans. Fishing activity has peaked in Guinea-Bissau under the EU fishing agreements in 1998 with licenses for 18 Portuguese vessels fishing for crustaceans and one for cephalopods.

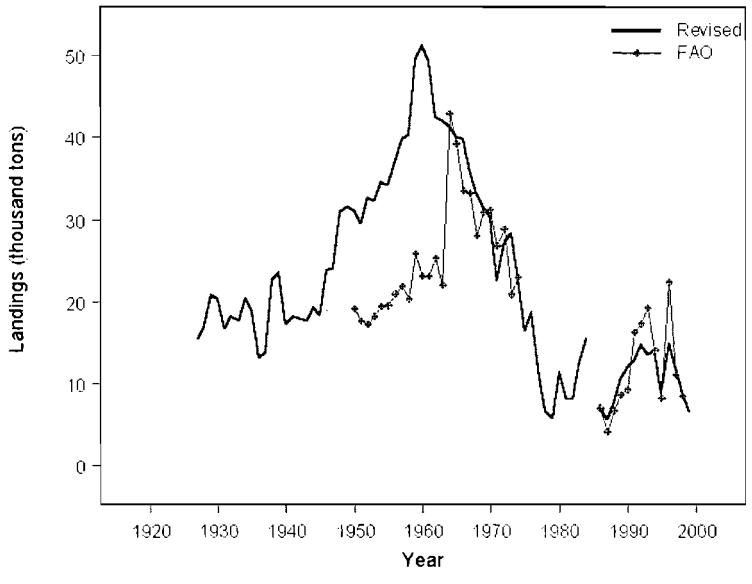


FIG. 6. — Comparison of Portuguese total landings previously reported to FAO and the results of the present study (revised).

Comparaison des débarquements totaux pour le Portugal disponibles à la F.A.O. précédemment et les résultats de la présente étude (données révisées).

Landings

Figure 6 presents the reconstructed time series of Portuguese landings from the Northwest African region, including a comparison with previously reported landings to the FAO. However, the statistics pertaining to Madeira, CECAF division 34.1.2, are not included as mentioned in Data and Methods. Important adjustments are necessary up until 1964 as previous estimates have underestimated landings during the development and climax of the fishery. Also, some discrepancies were found con-

cerning the period from 1991 to 1994 as well as for 1996. We consider this to be the result of the inclusion of Joint Venture landings in national ports. The peak volume of landings was reached in 1960 with a total of about 51,000 t, making Portugal one of the main foreign fleets fishing in the area at the time. However, total landings show a steep decrease trend from then on, reaching its lowest in the late 1970s and early 1980s. As we will see later in the section on CPUE, this decrease was not directly related to lower catch rates. Instead, several historical events had a strongly negative effect on the fisheries, *i. e.* the colonial wars and the associated economic and social situation in Portugal, as mentioned above. The establishment of numerous Joint Ventures also led to this, as part of the Portuguese fleet changed flag and declared landings in the respective country, Morocco and Mauritania in particular.

Morocco and Mauritania divisions (Ices areas X+XI) represented the main Portuguese fishing grounds in the CECAF area, which is well defined in the total series. Effectively, fishing activity in these areas represented more than 95 per cent of the total fishing activity in CECAF, but this has decreased in recent years a lower value of around 75 per cent as result of movement other divisions, to offshore international waters in particular. In 1995, total landings from these divisions were very low as a direct result of the fleet's prolonged inactivity during the renegotiations of the EU/Morocco agreement (INE/DGPA, 1998).

Landings from Guinea-Bissau and Senegal, Ices area XII, reached their maximum in 1964 with 11,400 t, maintaining the higher values of the series until 1969. However, statistics on landings are not given after 1969 for this area and it is only in 1988, with the establishment of a fishing agreement with Guinea-Bissau, that landings statistics become available again. From 1988 until 1999 those landings decreased in 61 per cent with a peak in 1990 with 2,654 t.

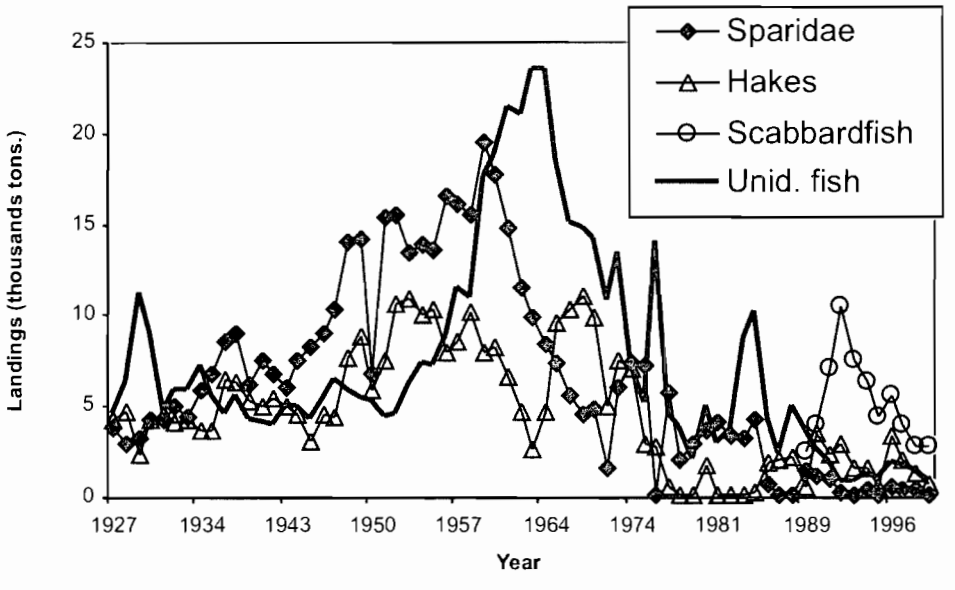


FIG. 7. — Historical series of Portuguese landings for major species groups; Sparids, hake, scabbardfish and unidentified species, in CECAF area for the years 1925 to 1999.

Série historique des débarquements portugais pour les groupes d'espèces les plus importants; Sparidés, merlus, sabres et espèces non identifiées, par zone COPACE pour les années 1925 à 1999.

Species Composition of Landings

Figure 7 shows that the Portuguese trawl fishery concentrated on catching hake and sparids from its beginning up until the early 1980s, which is consistent with previous studies (LIMA DIAS, 1990, 1986, 1985, 1978). These two species groups represented about 50 per cent of total landings during this period (fig. 8). However, unidentified fish constituted a considerable proportion of the landings, ranging from 20 to 40 per cent, which indicates that the decomposition by species of the landings was poor. Furthermore, the quality of the data deteriorates rapidly starting with the Revolution of 1974, which makes interpretation particularly difficult for the period from 1975 to 1985.

In general terms, fishing strategy was maintained relatively constant up until the early 1980s. Thereafter, there was a shift in fishing strategy towards smaller vessels and different gears, which may have lead to the observed lower catches of hake. However, we can not find a logical explanation for this as hake continued to be a target species, as will be seen in the next sections. This may simply be a consequence of poor data quality.

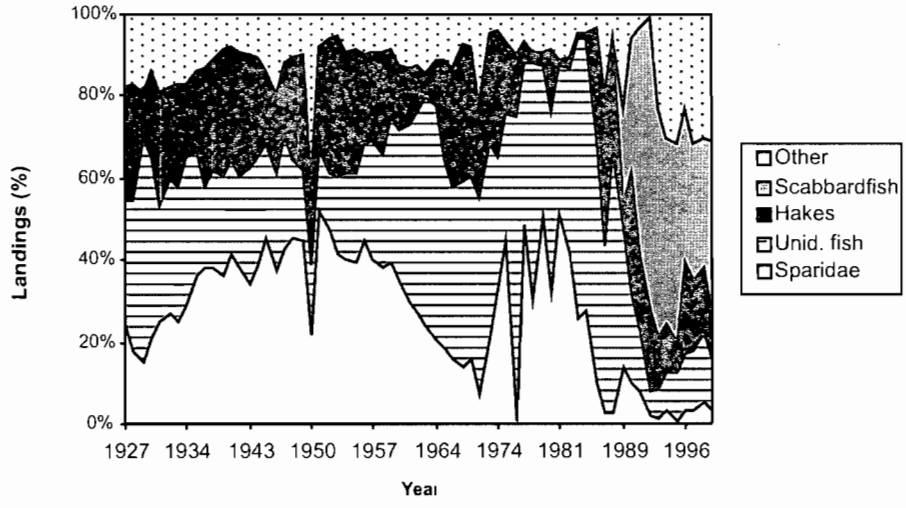


FIG. 8. — Composition in percentage of major species groups of Portuguese landings in the CECAF area, from 1927 to 1999.

Composition en pourcentage des groupes d'espèces les plus importants dans les débarquements portugais de la zone CECAF entre 1927 et 1999.

The importance of scabbardfish becomes evident in the D.G.P.A. statistics, starting from 1989 and continuing to the present. However, it is possible that this fishery started at an earlier date in connection with the introduction of longlines and handlines in the Portuguese fleet (polyvalent vessels). From 1989 to 1999, scabbardfish represented more than 30 per cent of landings, being responsible for 71 per cent of the landings from CECAF area in 1992, most of which from waters off Morocco.

With the general decrease in landings from Morocco and Mauritania, the landings of shrimps and prawns from Guinea-Bissau have gained some significance, in relative terms, representing in the last years about 13 per cent of the total landings in the "other species" group (fig. 8).

The quality of data improves considerably, starting in 1986, characterised by a low proportion of unidentified fish in the landings. This year also marks the decline of Sparids, while hake continue to be

important, but at a much lower level. Considering the earlier period up until 1974, it is doubtful whether species decomposition can be improved. LIMA DIAS (1986) gives an indication of dominant species by group for this earlier period, but a direct extrapolation is difficult and uncertain. For example, restrictions were imposed on the Portuguese demersal fishery in Mauritania in 1980s, leading to the development of an important lobster fishery. This new fishery turned out to be a very profitable one, but in 1990, the monofilament gear used was prohibited and the lobster fishers were forced to use traps only, leading to a progressively less important fishery in the CECAF region. However, the available statistics do not show the development of this lobster fishery as these landings appear to have been classified as "others", "shrimps/prawns", or "crabs/lobsters", depending on the period.

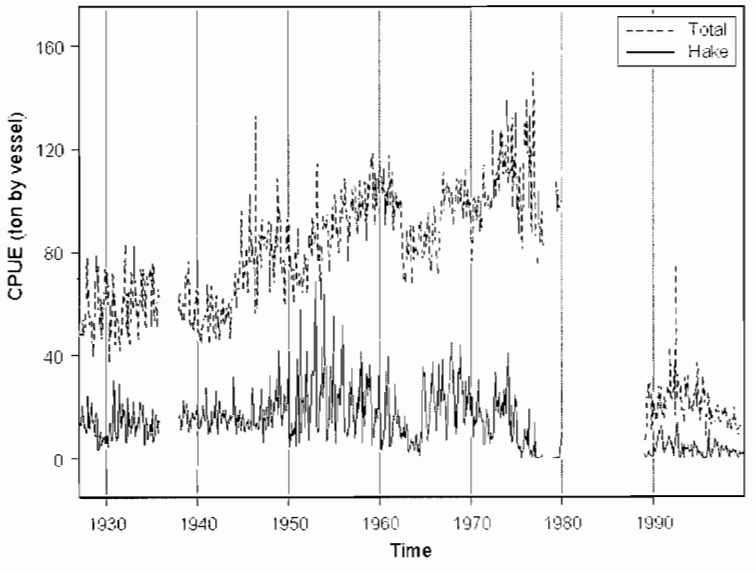


FIG. 9. — CPUE (t per vessel) for total and hake landings in Ices division X+XI from 1927 to 1999.

C.P.U.E. (en tonnes par bateau) pour les débarquements totaux et les débarquements de merlu dans les divisions X+XI du C.I.E.M. entre 1927 et 1999.

CPUE (Catch Per Unit of Effort)

Several measures of effort were available in the EPM and DGPA statistics such as fishing days, trip duration, and the number of trips that each vessel realised during one year, but these measures were not available for the full time series and, in some case, some inconsistencies were observed or there was simply lack of data for some periods. Thus, CPUE was based on the number of vessels operating per month, which was available for most of the time series and there was a good correspondence between number of vessels and fishing days. Two time periods were considered for this analysis, but they are not directly comparable in terms of CPUE, because of the changes that occurred in the fisheries. The first from 1927 to 1980 concerns the industrial trawl fishery, which was characterised by a homogenous fleet of trawlers. This fleet was modernised over time and catch rates are expected to have increased. On the other hand, catch rates may have decreased as a result of increasing search time and decreasing catch per haul, but it was not possible to distinguish these effects and we consider the general trend instead. The second period from 1986 to 1999 concerns the fleet of smaller coastal and polyvalent vessels employing various gears such as longlines, handlines, and gillnets in

an opportunistic way. Again, we consider the general trend in CPUE for this recent period without considering differences in vessels and gears.

It is interesting to see that there is generally an increasing trend in CPUE (t per vessel) until 1980, with only a slight tendency for decreasing CPUE towards the end of this period (fig. 9). This would indicate that the observed decrease in total landings during the 1960s (fig. 3) was not a result of decreasing CPUE, but of other external factors such as the various events we have introduced in the beginning of this section. Thus, the Portuguese fleet was able to maintain relatively good catch rates in spite of the difficulties experienced in terms of access to fishing grounds and competition with other foreign fleets.

CPUE values for the more recent period from 1986 to 1999 are much lower than for the industrial trawl fishery and seem to indicate a slightly decreasing trend in CPUE. This appears to be the reason for recent movement in search of new fishing grounds in the region. In fact, this is observed as a movement in recent years towards the deeper and/or international waters of the CECAF region with tuna and swordfish as target species.

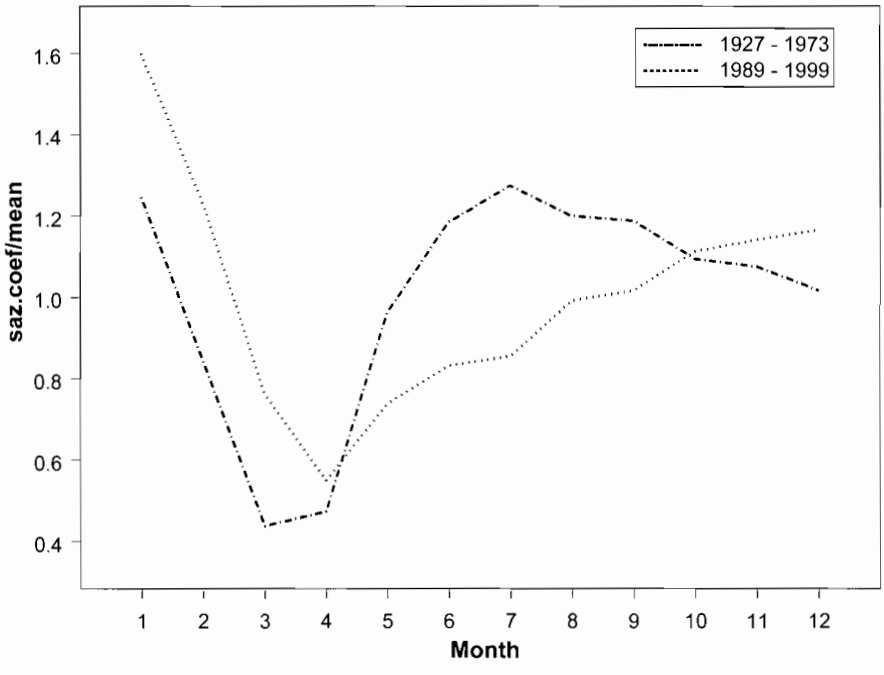


FIG. 10. — Standardised seasonal coefficients for hake catch in division X+XI.

Coefficients saisonniers standardisés pour les captures de merlu dans les divisions X+XI.

In the case of hake, the pattern seems to present a relatively stable but variable CPUE over both periods. One should bear in mind that hake was one of the main target species from the beginning of the fishery and that landings showed an increasing trend throughout until 1980, when the fishery collapsed because of external factors. Thus, the increasing trend observed in total CPUE was due to other species, Sparids and "unidentified" fish, respectively.

Seasonal coefficients for the two time periods were estimated for hake, considering a possible seasonality of this important fishery. These coefficients show a similar pattern for both periods, presenting lower values between February and May and higher values between October and January. The values for the trawl fishery in the first period (1927-1973) are significantly higher than for the second period (1989-1999) [fig. 10]. This is directly related to the differences in catch rate be-

tween the different type of vessels and gears for the two time periods, but there is a clear seasonal pattern, which most probably is related to fishing practices.

Markets, Prices, and Value

Per capita consumption of fish products has always been high in Portugal and continues to be so (65 kg per year per capita; INE/DGPA, 1998). In 1955, salted cod constituted 48 per cent of a total per capita consumption of 48 kg, while sardine constituted 32 per cent and demersal fish 11 per cent, mostly from the fishing grounds in Northwest Africa (GARRIDO, 2000). However, as the catches of cod were starting to decline, incentives were given to promote the consumption of demersal fish by improving the distribution network and introducing frozen hake primarily, but this met limited success. Consumers had a clear preference for "fresh fish" or salted cod, which is a characteristic typical of the Portuguese consumer to this day.

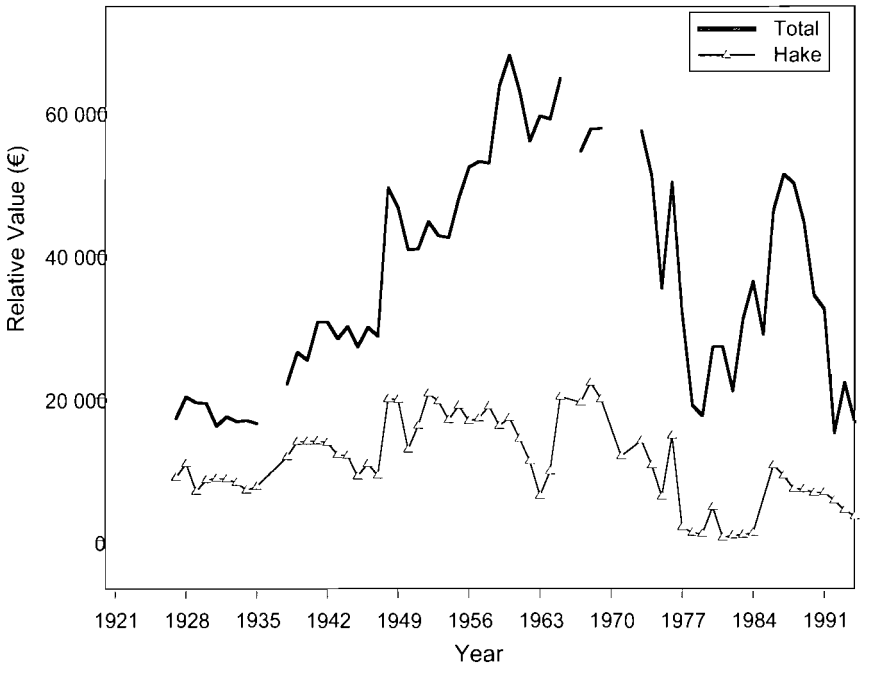


FIG. 11. — Relative value of total and hake landings (1927-1994).
Valeur relative des débarquements totaux et des débarquements de merlu (1927-1994).

Figure 11 shows the relative total value of the landings from 1927 to 1994, which is calculated based on a deflated Consumer Price Index from 1920 to 1994 (COSTA & CRATO, 1997). The relative value for hake and total landings present a trend, which is more or less proportional to total landings until 1976.

This was a result of a relatively constant fishing strategy in terms of target species as well as vessels and fishing gears. But more importantly, it reflects the policy of strong State control on prices, infrastructures, distribution and processing. And as a result of State control on prices, the considerable efforts that went into the modernisation of the fleet in the 1940s and 1950s were not accompanied by a similar increase in profits (GARRIDO, 2000).

The stability of prices becomes more evident when observing the pattern in figure 12. Prices were

relatively stable during the whole period from 1925 to 1969, but start to rise, first gradually and then abruptly after the 1974 revolution, which was a direct consequence of market liberalisation. This can be seen as a variability of relative average prices in recent years from 1974 to the present. Thus, the value of total landings has been relatively high in spite of much lower landings in recent years, which was the combined effect of shift in fishing strategy and market forces.

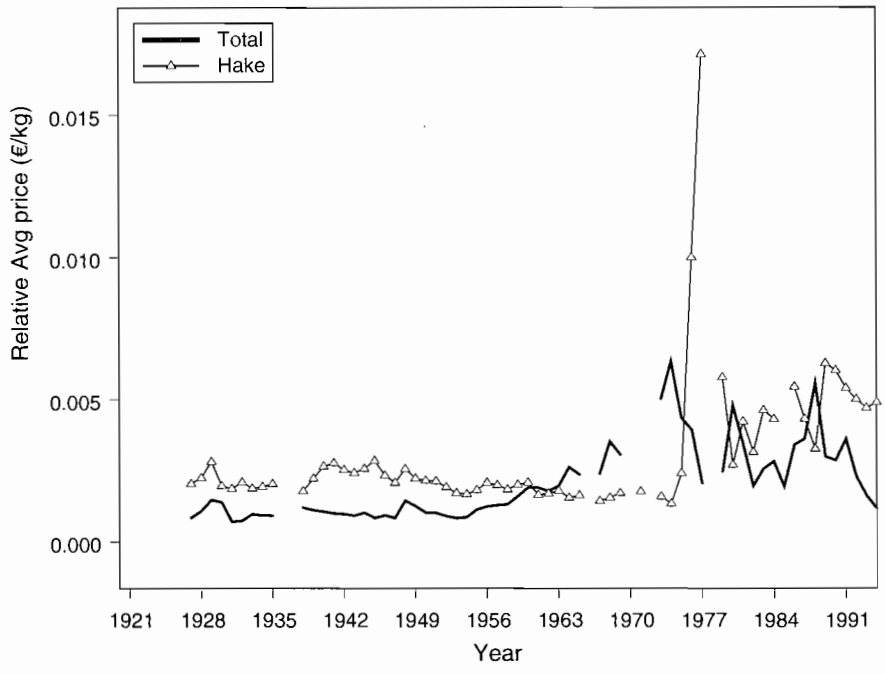


FIG. 12. — Relative average prices for total and hake landings in national ports.
Prix moyen relatif pour les débarquements totaux et les débarquements de merlu dans les ports nationaux.

Considering the importance of the target species hake, which is, along with cod, a traditionally consumed product, the relative total value and the average price are also presented in Figures 10 and 11. In terms of relative total value, hake presents a similar trend, but with some important differences. Hake landings increased during the whole period from 1927 until 1974 and decreased steeply thereafter. This reflected as a relative total value that is more or less constant, following the variability of hake landings, until the Revolution in 1974, where the fishery collapsed due to political, social, and economic factors referred above. This collapse of the fishery resulted in extreme average prices for hake around this period as seen in Figure 11, a result of market shortage.

FINAL CONSIDERATIONS

THE Portuguese fisheries in Northwest Africa have undergone dramatic changes, ranging from being one of the main fleets in the early 1960s to becoming a small fleet of relatively small polyvalent vessels using various gears in an opportunistic way. The present study has resulted in important adjustments to the historical time series on Portuguese landing statistics concerning Northwest Africa, including Morocco. However, statistics for the time period between 1975 and 1985 are gener-

ally poor in quality and further efforts are needed, involving an in-depth search for alternative sources of information. Coverage is incomplete, especially for the smaller coastal vessels which have traditionally fished in the waters off Morocco. More importantly, the establishment of private agreements lead to underestimates of total landings in recent years.

Discards have not been considered in the present study, although it is estimated to be considerable in the region (ALVERSON *et al.*, 1996). For the Spanish cephalopods trawl fishery, several assessments estimate that it is around 50 per cent of the total catch in weight (BALGUERÍAS *et al.*, 2000). However, this has to be studied further before applying a correction factor based on the Spanish fisheries in order to estimate catch based on landings. Important differences between the Portuguese and Spanish fisheries are evident when considering the species composition of catches and fishing strategy (BALGUERÍAS *et al.*, 2000).

The present study is a contribution on the Portuguese fisheries in the region from a historical perspective and we consider that it can be integrated in assessment work, particularly when re-creating the longer-term evolution of resource abundance, which is of utmost importance to resource management. The present study has resulted in important changes in the landings time series, which should be incorporated in global databases such as at FAO.

ACKNOWLEDGEMENTS

WE WOULD like to thank Patrícia AMORIM, Sílvia LOURENÇO, Ernesto JARDIM, and Hugo MENDES for their help with various aspects of this work; Nuno CRATO for providing us with the deflated CPI and, in particular, Ana CARAMELO and Manuel LIMA DIAS for providing us with their insight on the subject based on their vast experience. Also, we would like to thank the Siap project for providing the means and setting for us to undertake the current study.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

ALVERSON (D. L.), M.H. FREEBERG, S. A. MURAWSKI & J. G. POPE, 1994. — « A Global Assessment of Fisheries Bycatch and Discards », *FAO Fisheries Technical Paper*, n° 339. Rome, FAO, 233 p.

BALGUERÍAS (E.), M. E. QUINTERO & C.L. HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 2000. — « The Origin of the Saharan Bank Cephalopod Fishery », ICES, *Journal of Marine Science*, 57 : pp. 15-23.

BOAVIDA (J.C.), 1948. — « A conquista dos mares de Cabo Branco », *Boletim da Pesca*, n° 20, Gremio dos Armadores de Navios de Pesca do Bacalhau, da Sardinha e do Arrasto, Lisboa.

CADENAT (J.), 1948. — « Bateaux et engins de pêche », Dakar (Sénégal), 16-22 Jan, *Conférence de la pêche maritime*, Centre d'études scientifiques et techniques des pêches maritimes, Gouv. Afrique occidentale française : pp. 93-118.

CASTRO (J.O.) & L. O. CASTRO, 1973. — « A pesca em Portugal e no Mundo », *Boletim da Junta Nacional de Fomento das Pescas*, n° 14, Ministério da Marinha, Lisboa.

COELHO (M.L.) & K. A. STOBBERUP, 2001. — « Portuguese Catches of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Canada for the Period 1896-1969: A Comparison with NAFO data », *in* ZELLER *et al.*, (2001): pp. 236-239.

COSTA (F.), 1946. — « A pesca de arrasto », *Boletim de Pesca*, n° 11, *Gremio dos Armadores de Navios de Pesca do Bacalhau, da Sardinha e do Arrasto*, Lisboa.

COSTA, (A. A.) & N. CRATO, 1997. — *Long-Run Versus Short-Run Behaviour on the Portuguese Real Exchange Rates*, Insitute of Economics and Management, Lisbon Technical University, [www.iseg.utl.pt], 8 p.

D.G.P.A., 1986. — *Pesca do Alto, Direcção Geral das Pescas e Aquicultura* (D.G.P.A.), Lisboa, internal report, 9 p.

E.P.M., 1927, 1968. — *Estatística das Pescas Marítimas no Continente e Ilhas Adjacentes. Comissão Central de Pescarias*, Ministério da Marinha, República Portuguesa, Imprensa Nacional de Lisboa.

GANP, 1967. — « A pesca de arrasto em Portugal é hoje uma actividade das de maior projecção », *Boletim da Pesca*, n° 96, Gremio dos Armadores de Navios de Pesca do Bacalhau, da Sardinha e do Arrasto. Lisboa.

GARRIDO (A.), 1997-a. — « O Estado Novo e as Pescas – a "Campanha do Bacalhau" », *Revista Vértice*, n° 78, Maio-Junho de 1997, pp. 73-85.

GARRIDO (A.), 1997-b. — « O princípio do fim da pesca do bacalhau », *Diário Público*, Secção Economia, 8 de Setembro de 1997, Lisboa, p. 11.

GARRIDO (A.), 1999. — « O Estado Novo e o "Regresso de Portugal ao Mar" – A Reabilitação da "Grande Pesca" », *Revista da Armada*, Academia de Marinha, Edição XIV, Lisboa, 17 p.

GARRIDO (A.), 2000. — «Políticas de Abastecimento no Segundo Pós-Guerra: a "Organização das Pescas" », *Revista do Instituto*

de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa, Análise Social, vol. XXXV (156) : pp. 651-694.

GEP, 1957. — *Resumo estatístico das pescas 1938 1956*, Gabinete de Estudos das Pescas (GEP), Ministério da Marinha, Publicação nº 34, Lisboa.

I.N.E., 1969, 1989. — *Estatísticas de Pesca: Continente e Ilhas adjacentes*, Instituto Nacional de Estatística (I.N.E.), Lisboa.

I.N.E.-D.G.P.A., 1998. — *Pescas em Portugal/Portuguese Fisheries 1986-1996*, Instituto Nacional de Estatística (I.N.E.), Direcção Geral das Pescas e Aquicultura (D.G.P.A.), Lisboa, 280 p.

LIMA DIAS (M), 1969. — « Prospecções da pesca de arrasto no noroeste africano », *Relatórios do Instituto de Biologia Marítima*, Ministério da Marinha Lisboa (15), Dezembro 1969, pp. 1-22.

LIMA DIAS (M.), 1970. — « Prospecções de pesca de arrasto no noroeste Africano », *Boletim da Junta Nacional de Fomento das Pescas*, nº 1-3, Ministério da Marinha, Lisboa.

LIMA DIAS (M.), 1978. — "A Review of the Statistical Data (Landings and Fishing Effort) from the Portuguese Trawl Fishery in the CECAF Area, with Special Reference to the Hake Fishery", *Report of the ad hoc working group on hakes (*Merluccius merlucius, M. senegalensis, M. cadenati*) in the northern zone of CECAF*, 5-9 June 1978, Santa Cruz de Tenerife, FAO CECAF/ECAF Ser: 78/9 : pp. 22-34.

LIMA DIAS (M.), 1985. — "Statistical Data of Portuguese Fisheries in the CECAF Region and Some Studies Carried Out on Hakes, Rubberlip Grunts and Seabreams", *Report of the first ad hoc working group on seabreams (Sparidae) stocks in the northern CECAF zone*, 4-8 Nov. 1985, Santa Cruz de Tenerife, FAO CECAF/ECAF Series 86/38: pp. 162-209.

LIMA DIAS (M.), 1986. — *The Portuguese Fishery in the CECAF Area in 1980-1983*, Rapport du 1er groupe de travail special sur les pecheries de merlus et de crevettes profondes dans la zone nord du COPACE, 2-5 mai 1984, Santa Cruz de Tenerife, FAO COPACE/PACE Ser: 86/33: pp. 202-231.

LIMA DIAS (M.), 1990. — *Portuguese Fishery in CECAF Waters and Research Studies 1985-87*, Rapport du groupe de travail sur les merlus et les crevettes d'eaux profondes dans la zone nord du COPACE, 22-27 janv. 1990, Santa Cruz de Tenerife, FAO COPACE/PACE Ser: 90/51: pp. 71-127.

LIMA DIAS (M.), 1997. — "Portuguese Fishery in the CECAF Region (FAO 34)", *Portuguese contribution for the eleventh session of the CECAF working party on resources evaluation (National report)*, Comité des pêches pour l'Atlantique Centre-Est-Groupe de travail de l'évaluation des resources, 24-26 Sept. 1997, Accra (Ghana), FAO CECAF/RE/97/Inf. 1.: pp. 1-25.

MURTEIRA (B.), D. MULLER & K. TURKMAN, 1993. — *Análise de Sucessões Cronológicas*, McGraw-Hill de Portugal, 310 p.

NAUEN (C.E.), L. COELHO & A. MARQUES, 1997. — « Maritime and Fisheries Traditions in Portugal – Host to Expo '98 », *EC Fisheries Cooperation Bulletin Vol. 10 No. 4*: pp. 21-24.

PEDROSA (F. G.), 2000. — *Os Homens dos Descobrimentos e da Expansão Maritima: Pescadores, Matinheiros e Corsários. Premio do Mar Rei D. Carlos 1997*, Camara Municipal de Cascais, Seleprinter Lda.

RAMALHO (A. M.), 1956. — « Resumo estatístico da produção por hora de arrasto ao largo da costa de Portugal e da Mauritânia nos anos de 1935 a 1954 », *Notas e estudos do Instituto de Biologia Marítima*, nº 9, Janeiro de 1956, Lisboa.

ZELLER (D.), R. WATSON & D. PAULY (éd.), 2001. — *Fisheries Impacts on North Atlantic Ecosystems: Catch, Effort and National/Regional Data Sets*, Fisheries Centre Research Reports 9(3).

Chronicles of Catches from Marine Fisheries in the Eastern Central Atlantic for 1950-2000

— Article —

Chroniques des captures des pêches maritimes dans l'Atlantique Centre-Est de 1950 à 2000

— Article —

Luca GARIBALDI [1] & Richard GRAINGER [2]

1. — *Fishery Statistician (Capture Fisheries)* [Statisticien des pêches],
Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI),
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO),
[Unité de l'information, des données et des statistiques sur les pêches (FIDI),
Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)],
viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

2. — *Chief, Fishery Information, Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI),*
[Chef de l'Unité de l'information, des données et des statistiques sur les pêches (FIDI)],
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO),
[Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)],
viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002

ABSTRACT

FAO catch statistics for the Eastern Central Atlantic are analysed to identify trends and the development phases of fisheries exploiting major resources species during the period 1950-2000. Catch trends since 1970 are analysed and described by the coastal CECAF statistical divisions on the basis of the recently revised Standard International Classification of Aquatic Animals and Plants (ISSCAAP) species groups. Shares of catches by Distant Water Fleets (DWFs) are also described in relation to trends in catches by the maritime countries in the area. A dramatic growth of fisheries is evident during the period, from a situation where 90 per cent of the major resources were underfished to the present, when 68 per cent are classified as mature or in decline.

Key words

Eastern Central Atlantic — Catch trends — CECAF divisions
Distant Water Fleets — State of fishery resources

RÉSUMÉ

LES statistiques des captures de la F.A.O. sont analysées afin de décrire les tendances et changements dans les phases de développement des pêcheries exploitant les ressources principales au cours de la période 1950–2000. Les tendances des captures depuis 1970 sont analysées et décrites par les divisions statistiques côtières du Comité des pêches pour l'Atlantique Centre-Est (COPACE) sur la base des groupes d'espèces de la Classification statistique internationale type des animaux et plantes aquatiques (CSITAPA) récemment révisés. La portion des captures des flottes à long rayon d'action est également décrite par rapport aux tendances des captures dans les pays bordant la zone. L'évolution dramatique des pêches est évidente pour la période considérée, depuis une situation où quatre-vingt-dix pour cent des principales ressources étaient classifiées comme étant encore sous-développées alors qu'à l'heure actuelle

Mots clés

Atlantique Centre-Est — Tendances des captures
Divisions du COPACE — Flotte à long rayon d'action
État des ressources des pêches

INTRODUCTION

FAO capture statistics at the global level by species items[1], fishing areas and countries are available since 1950. Time series coverage of over 50 years allows the development of fisheries in the different fishing areas to be chronicled (GRAINGER & GARCIA, 1996). This is particularly interesting for the FAO "Major Fishing Area 34 - Eastern Central Atlantic", an area that for its oceanographic conditions is one of the more productive in the global oceans but for which there are significant signs of overexploitation of the marine resources. Special attention has to be paid to the catch trends of Distant Water Fleets (DWFs) which, in this area, had exceeded half of the total catches during the 1970s.

Data for the Eastern Central Atlantic are also available by subareas and divisions as this area corresponds to the area covered by the Fishery Committee for the Eastern Central Atlantic (CECAF). Besides allowing the study of catch trends in less broad areas, the availability of the data by divisions has suggested a coarse ecological characterisation of the coastal divisions using the 'International Standard Statistical Classification for Aquatic Animals and Plants' (ISSCAAP) groups, as recently revised.

1. — Statistical categories for species, genus, family or higher taxonomic levels

MATERIALS

THE FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI) has collated catch statistics for the CECAF area since 1964.

Although the CECAF Statistical Bulletin is not longer published in its hard copy version since 1993, data are disseminated through CD-Roms and are downloadable from the FAO web site:

(http://www.F.AO.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp) in the Fishstat+ format. Presently, the CECAF dataset covers the 1970-2000 period.

Standards of data reporting for the CECAF area were established in the 1970s (Ansa-Emmin and Levi, 1975) and, for statistical purposes, the CECAF area was split into four subareas, further sub-divided into twelve divisions (fig. 1 and table I). Tuna catches are not allocated according to CECAF statistical divisions and are grouped together into a division named "Tunas". Two other divisions, namely "Northern coastal, not known" and "Not known", contain catches for which the exact statistical division is not known.

TABLE I
Codes and names of the CECAF divisions
Codes et noms des divisions du COPACE

DIVISION CODE	DIVISION NAME
34.1.1	Morocco coastal
34.1.2	Canaries/Madeira insular
34.1.3	Sahara coastal
34.1.9	Northern coastal, not known
34.2.0	Northern oceanic
34.3.1	Cape Verde coastal
34.3.2	Cape Verde insular
34.3.3	Sherbro
34.3.4	Western Gulf of Guinea
34.3.5	Central Gulf of Guinea
34.3.6	Southern Gulf of Guinea
34.4.1	Southwest Gulf of Guinea
34.4.2	Southwest oceanic
34.9.0	Not known (CECAF area)
34.0.0	Tunas (CECAF area)

To return catch statistics for the Eastern Central Atlantic area, in addition to the National Summary questionnaire (NSI), FAO-FIDI requests national correspondents also fill in an additional questionnaire (Statlant 34A) to assign the capture production to CECAF divisions.

For countries that fail to report data after several reminders, FAO estimates the missing data by marking them in the database with a "F". Data received from the national correspondents are complemented by other sources such as the Las Palmas Survey, which is managed by the Centro Oceanográfico de Canarias of the Instituto Español de Oceanografía (IEO) and is available in the Fishstat+ format, and the "Bulletin Statistique" published by the Institut mauritanien des recherches océanographiques et des pêches (IMROP) that provides information on Distant Water Fleets fishing in the Mauritanian EEZ. Catch statistics for tuna species are mostly those provided by the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT).

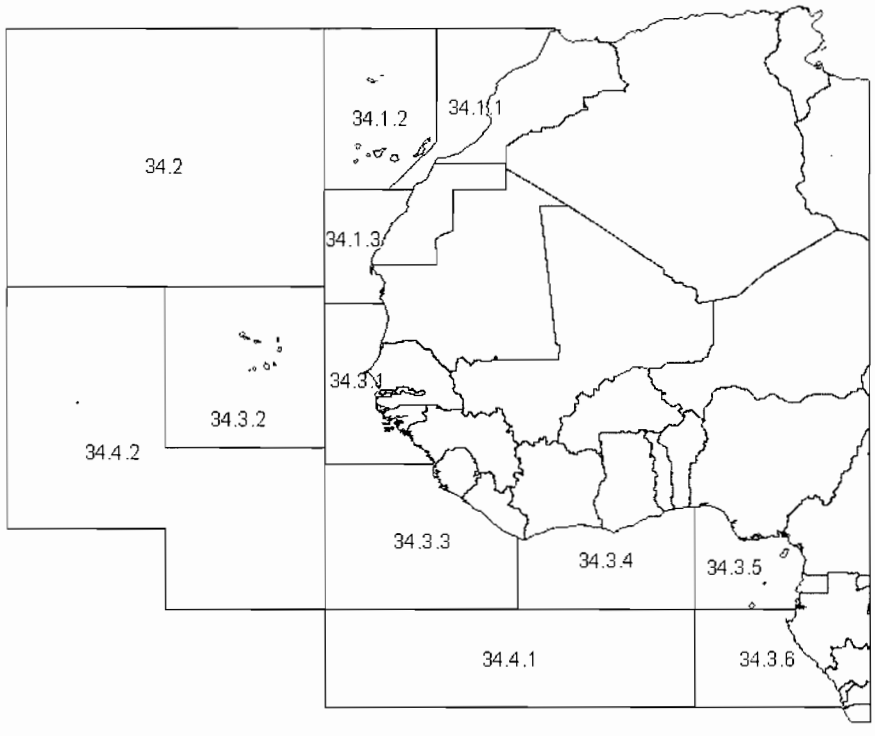


FIG. 1. — The CECAF area and its divisions.

Zone du COPACE et ses divisions.

FAO capture statistics can be aggregated in different ways for analytical purposes. For species items, the most common reference system is the FAO "International Standard Statistical Classification for Aquatic Animals and Plants" (ISSCAAP) where aquatic resources have been arranged within 50 groups of species.

Three main ISSCAAP groups of fishes have been recently revised (FAO, 2001-a, -b). The species items of the former group 33 "Redfishes, basses, congers" were classified as coastal or demersal fishes and accordingly assigned to the new groups 33 "Miscellaneous coastal fishes" and 34 "Miscellaneous demersal fishes". The species formerly included in group 34 "Jacks, mullets, sauries" were moved to group 37, which was renamed "Miscellaneous pelagic fishes". These changes have been implemented in the recent releases of the 2000 FAO fishery statistics both in the global and the regional databases. In this paper for the first time, aggregations of data by the new ISSCAAP groups are discussed.

RESULTS

Characterisation of the CECAF Divisions by ISSCAAP Groups' Catches

CATCH statistics for the 1970-2000 period of the seven coastal CECAF divisions have been plotted by the ISSCAAP groups of fishes and the crustaceans and molluscs divisions. Minor groups (*e.g.* tilapias, shads, turtles, etc.), tunas, which data were not assigned to divisions, and the "Marine fishes not identified" group have not been included. Table II shows the average percentage for the whole period of catches reported as "Marine fishes not identified" for each coastal division. The percentage of catches classified as "Marine fishes not identified" in the CECAF area was quite low respect to other fishing areas.

TABLE II
Average percentage of "Marine fishes not identified" catches in each coastal division
Pourcentage moyen des captures de « Poissons marins non identifiés » dans chaque division côtière

DIVISION CODE	DIVISION NAME	PERCENTAGE
34.1.1	Morocco coastal	7.6
34.1.3	Sahara coastal	7.5
34.3.1	Cape Verde coastal	10.1
34.3.3	Sherbro	7.5
34.3.4	Western Gulf of Guinea	10.9
34.3.5	Central Gulf of Guinea	15.2
34.3.6	Southern Gulf of Guinea	15.6

As can be seen in fig. 2, clupeoids and other pelagic fishes dominate catches in the two northern coastal divisions. Another characteristic of these divisions is the significant catch of molluscs, mainly cephalopods. Catch of other groups of species was very limited and represented, on average, only 10 per cent of all the considered groups together. Catch trend in the three central divisions (*i.e.*, Cape Verde coastal, Sherbro and Western Gulf of Guinea) was still influenced by the fluctuations of clupeoids but coastal and demersal fishes began to have a greater importance. In the two remaining coastal divisions in the central and southern Gulf of Guinea, all the groups of species were fairly well represented.

Historical Trends of Distant Water Fleets Catches

Catches by Distant Water Fleets (DWFs) in the Eastern Central Atlantic developed during the 1960s and reached a maximum of over 2 million tonnes in 1977, some years after they peaked globally in 1972 (GRAINGER & GARCIA, 1996). After a decrease in the first part of the 1980s, DWF catches peaked again in 1990 then fell again after the USSR dissolution in 1991. Since 1995, they have fluctuated around 1 million tonnes per year (fig. 3).

More than the absolute quantities caught, it is interesting to follow throughout the years the share of the DWF catches on the total catches in the area. For 30 years (1963-1992), catches by DWFs have exceeded 30 per cent of the total catches in the area, with a peak period over 50 per cent from 1969 to 1977 while the maximum share of DWFs at the global level reached only 12 per cent (GRAINGER & GARCIA, 1996). Since the beginning of the 1990s the share has remarkably decreased and in recent years it has stabilised around 30 per cent (fig. 4).

The major influence of the former USSR fleet and of the independent Republics which stemmed from its dissolution on the total DWF catches and their share on total catches is shown by fig. 5 where their quantities are plotted against a secondary axis with a twofold scale. Catches by the European Union countries fluctuated between 100,000 and 200,000 tonnes in the 1965-1996 period but in the last four years for which data are available they have exceeded 200,000 tonnes. It should be noted that Spain and Portugal, although members of the EU, are not considered as DWFs in the Eastern Central Atlantic because a part of their territory (*i.e.*, Canary Islands and Madeira) lies in this area. Catches by Japan and the Republic of Korea, after peaks in 1968 and 1976 respectively, stabilised at about 20,000 tonnes in recent years.

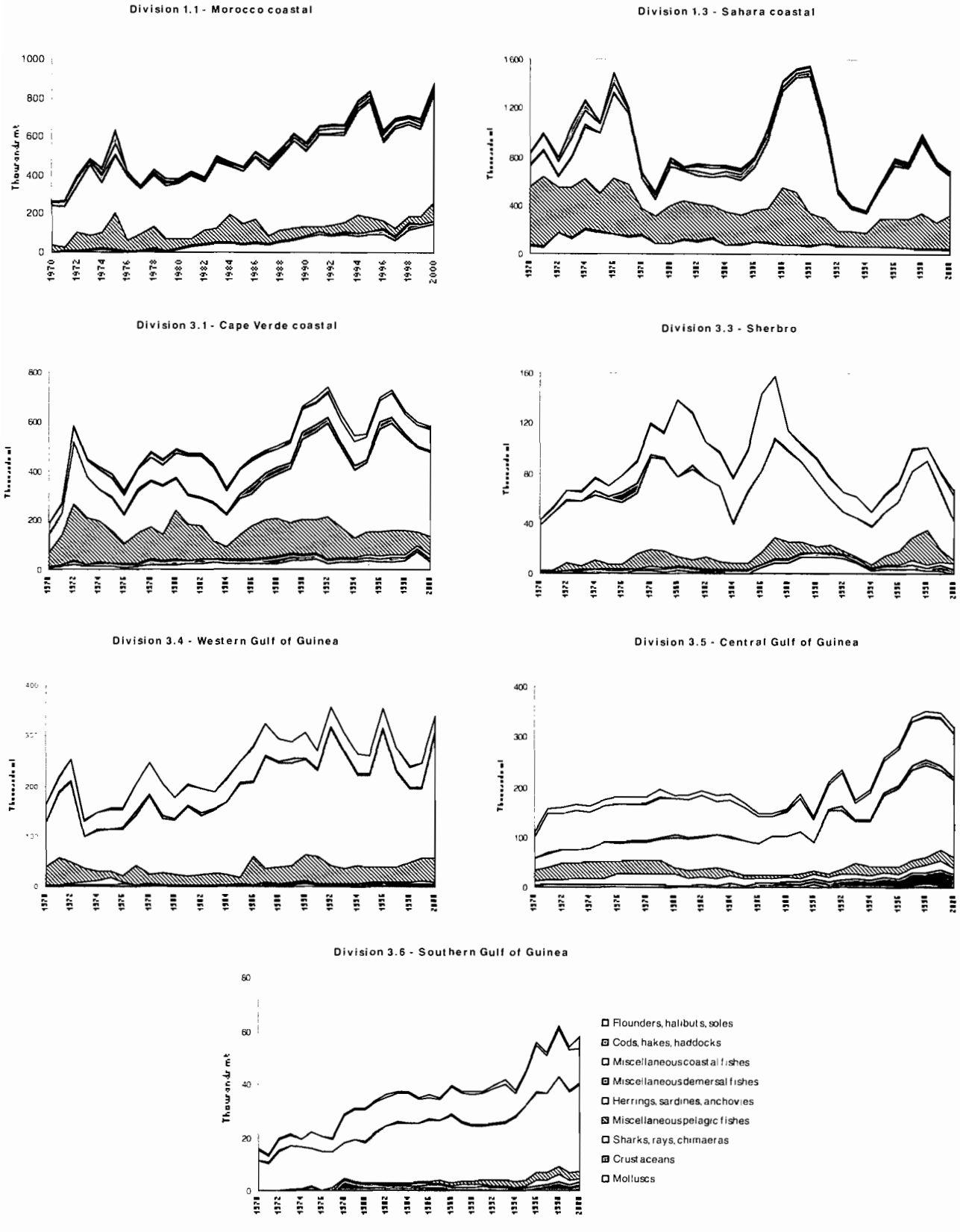


FIG. 2. — Catch trends by ISSCAAP groups in the seven coastal CECAF divisions.
Tendances des captures par groupes de la CSITAPA dans les sept divisions côtières du COPACE.

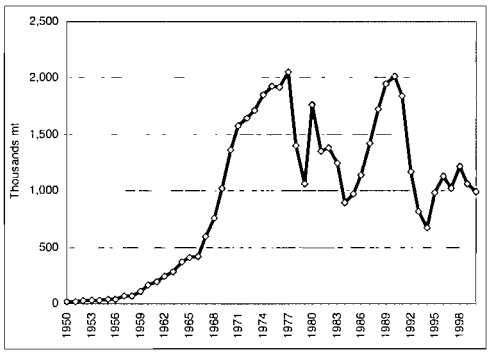


FIG. 3. — Total catches by DWFs in the Eastern Central Atlantic.

Captures totales par les flottes à long rayon d'action dans l'Atlantique Centre-Est.

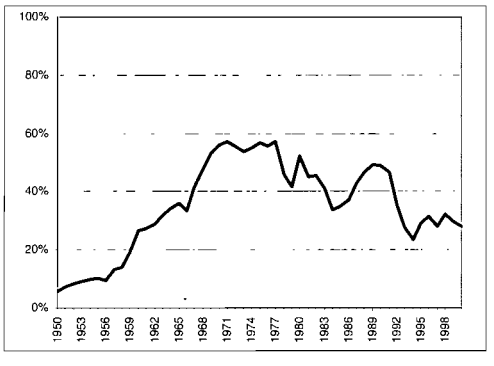


FIG. 4. — Share of DWFs catches in total catches in the Eastern Central Atlantic.

Pourcentage des captures des flottes à long rayon d'action sur la totalité des captures de l'Atlantique Centre-Est.

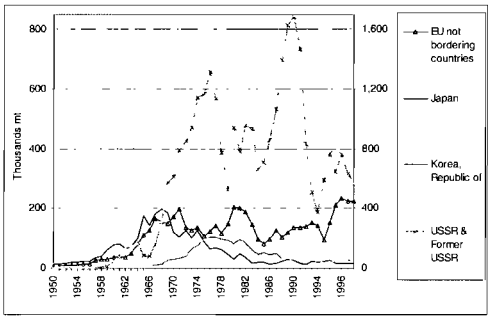


FIG. 5. Catch trends of major DWF countries and groups of countries.

Tendances des captures par principales flottes à long rayon d'action.

Since 1982, the bulk of Japanese catches are tunas. Besides the countries or groups of countries mentioned above, the FAO database includes data for another 29 DWF countries which have been fishing in the Eastern Central Atlantic area, several of which can be considered as flags of convenience. The two major peaks in DWF catches during 1977 and 1990 were due to clupeoids (fig. 6). Two other small pelagic species (*i.e.*, horse and chub mackerels) formed the bulk of the catches included in the miscellaneous pelagic fish group. DWF catches of coastal fishes have decreased since the 1980s and those of cephalopods since the 1970s.

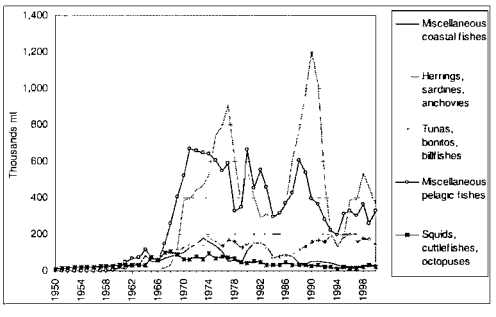


FIG. 6. — Major DWFs' catches by ISSCAAP group.

Captures des principales flottes à long rayon d'action par groupes de la CSITAPA.

The share of coastal fishes caught by DWFs has never exceeded 50 per cent of the total while that of miscellaneous pelagic fishes has been of 70 per cent on average. The portion of cephalopod catches by DWFs has continuously decreased since 1950, when they represented 94 per cent of the total to less than 10 per cent in 2000, as local fleets have progressively replaced the DWFs (fig. 7).

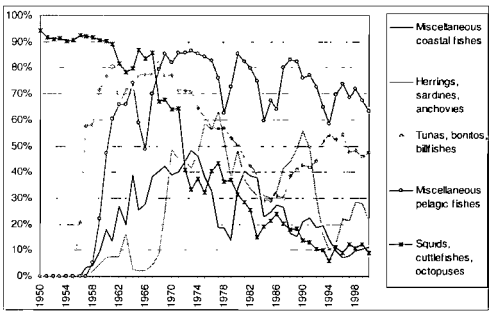


FIG. 7. — Share of major DWFs catches on total catches by ISSCAAP group.

Pourcentage des captures des principales flottes à long rayon d'action sur la totalité des captures par groupes de la CSITAPA.

Trends by species of DWF catches have been in general much more unstable compared to bordering countries as they depend on the fishery agreements signed with local states. Catches by bordering countries of clupeoids and miscellaneous pelagics considered together have shown a continuous increase since the 1960s and early 1970s after the development of the small purse seine suitable for use from canoes (EVERETT, 1997) while those of DWFs have had since the 1970s a very oscillating trend of peaks and declines (fig. 8). Tuna catches by bordering countries have been stable since 1981 around 200,000 metric tons while those by DWFs dropped in the mid-1980s and raised to a maximum in the mid-1990s.

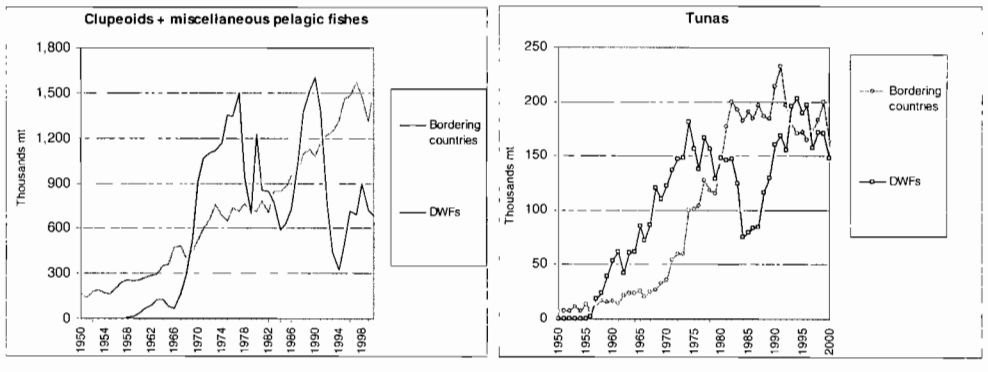


FIG. 8. — Catch trends of pelagics species and tuna by DWFs and bordering countries.

Tendances des captures d'espèces pélagiques et de thon par les flottes à long rayon d'action et par les pays bordant la zone.

The DWFs mostly operate in the divisions in the northern and central parts of the CECAF area, namely the 1.3 (Sahara coastal), 3.1 (Cape Verde coastal), 1.1 (Morocco coastal), and 3.3 (Sherbro). The border between the divisions 1.3 and 3.1 is about the middle of the Mauritanian coastline but DWF catches reported by the "Bulletin Statistique" published by IMROP, Mauritania, are assigned to the division 1.3 as no detailed geographical information on the fishing grounds within the Mauritanian EEZ is provided. Similarly, all Moroccan catches are assigned to the division 1.1 although a part of them is taken in the division 1.3.

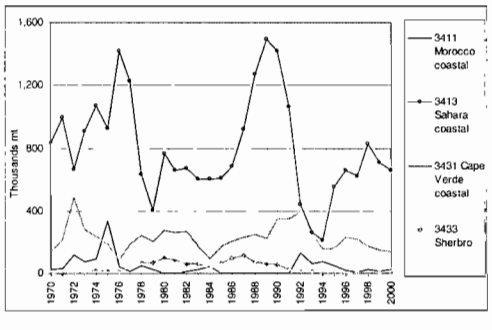


FIG. 9. — DWF catches by major CECAF divisions.

Captures des flottes à long rayon d'action par principales divisions du COPACE.

As can be seen in figure 9, most of the DWF catches derive from the division 1.3 where they represent more than 80 per cent of the total catches on average for the 1970-2000 period (fig. 10). DWF catches in the other three divisions peaked in different periods: in the early 1970s in the division 3.1, in the mid-1970s in the division 1.1 and in the 1980s in the division 3.3 where catches by DWFs have reduced in recent years to less than 10 per cent.

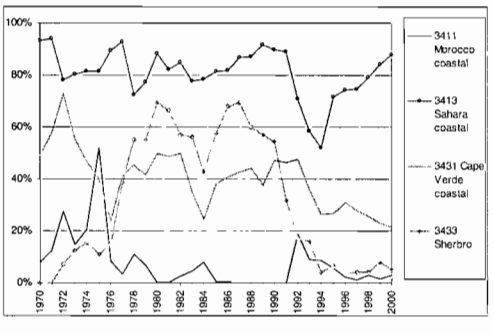


FIG. 10. — Share of DWF catches on total catches of major CECAF divisions.

Pourcentage des captures des flottes à long rayon d'action sur la totalité des captures par principales divisions du COPACE.

Development of Fisheries and the State of Marine Resources

The development of fisheries on the main resources in the Eastern Central Atlantic since 1950 was chronicled using a methodology similar to that used by GRAINGER & GARCIA (1996) in an analysis of global data and also employed by BAISRE (2000) in a study of Cuban fisheries. It assumes a simple generalised fishery development model incorporating four phases: I Undeveloped, II Developing, III Mature and IV Senescent.

The top 38 species items, referred to here as "resources", which were used for the present analysis were selected for analysis on the basis of average annual catches greater than 5,000 tons from the whole CECAF area (statistical major fishing area 34) over the whole time period 1950-2000.

These 38 major resources account for 75 per cent of marine capture fishery production in the Eastern Central Atlantic. The complete data set includes many species aggregates (when data is not collected for individual species, typically when landings are unsorted and without sampling of species composition). These species aggregates have been excluded from the analysis except where the grouping is confined to a single genus (*e.g. Loligo* spp - Common squids).

The time series available for the top 38 resource elements were first standardised by rescaling each time series so that its mean equalled zero and standard deviation equalled 1.

This gave equal weighting to each resource and so is independent of the magnitude and variance of their catches and facilitates comparison of time series' profiles independent of scale. Each series was then smoothed by applying a 3-year moving average to remove short-term, year-to-year fluctuations (this shortened the time series by one year at each end).

In order to investigate the fisheries trends in the Eastern Central Atlantic and identify their present state of development, the 38 time series were grouped according to their shapes on an empirical basis, with no a priori specification of shape patterns. For the purpose, we used the K-Means Cluster Analysis as implemented in Statistica Version 6, with default settings.

The number of clusters or groups of resources requested was set to five following trials which showed the significance of the results of analyses of variance of between- versus within-cluster variance showed little gain from increasing the number beyond five. Figure 11 summarises the compositions of the groups identified by the cluster analysis and shows the catch trend profiles which are the average standardised catches for the various groups of resources.

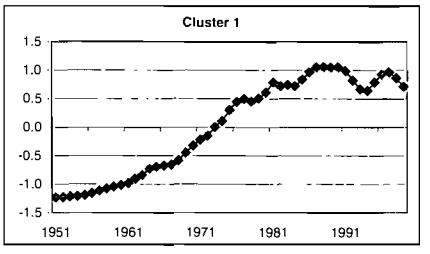
Total aggregated catches (non-standardised) by clustered groups are shown plotted in figure 12. Unlike the global analysis which showed that the apparently ever-growing total catches result from sequential developments of fisheries on various resource groups (GRAINGER & GARCIA, 1996), the Eastern Central Atlantic was dominated by the rapid rise in fishing by distant water fishing fleets during the 1960s and 1970s.

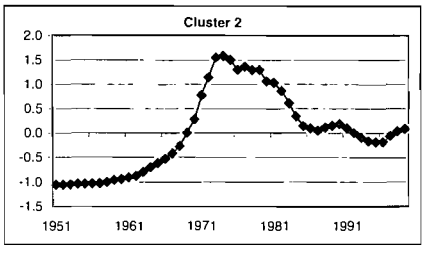
Species of Cluster 1, which dominate the catches, increased until the early 1980s and then levelled off (fig. 11). Although there were considerable fluctuations in some of the regime-driven small pelagic species such as European pilchard (KLYASHTORIN, 2002), species of Cluster 1 showed a common general trend when their catches were plotted on a logarithmic scale to accommodate large differences in scale (fig. 13). This group includes the tunas for which, as shown in Figure 8, catches have been fairly steady for the last 20 years.

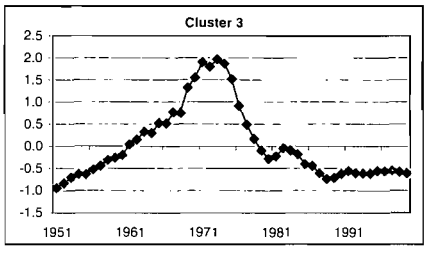
Species in Cluster 2, many of them also the subject of distant water fishing fleets, increased more rapidly in the 1970s but then showed a declining trend (fig. 11 and 12).

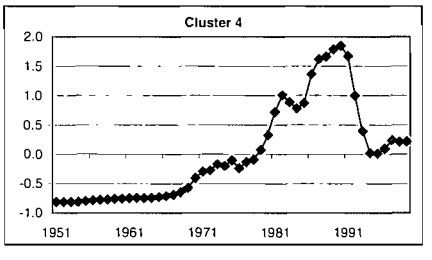
Species of Cluster 3 accounted for a very small proportion of the total catch but were probably important to some coastal communities as all but bluefish are coastal species with the tilapias taken from lagoons and estuaries. These species showed a rapid decline in catches in the 1970s and have not recovered.

Cluster 1	European pilchard(=Sardine)	Sardina pilchardus	PIL
	Round sardinella	Sardinella aurita	SAA
	Chub mackerel	Scomber japonicus	MAS
	Bonga shad	Ethmalosa fimbriata	BOA
	Yellowfin tuna	Thunnus albacares	YFT
	Skipjack tuna	Katsuwonus pelamis	SKJ
	Bigeye grunt	Brachydeuterus auritus	GRB
	Lesser African threadfin	Galeoides decadactylus	GAL
	West African ilisha	Ilisha africana	ILI
	European hake	Merluccius merluccius	HKE
	Red pandora	Pagellus bellottii	PAR
	Frigate and bullet tunas	Auxis thazard, A.rochei	FRZ
Cluster 2	Jack and horse mackerels nei	Trachurus spp	JAX
	Common octopus	Octopus vulgaris	OCC
	Senegalese hake	Merluccius senegalensis	HKM
	West African croakers nei	Pseudotolithus spp	CKW
	Barracudas nei	Sphyraena spp	BAR
	Atlantic horse mackerel	Trachurus trachurus	HOM
	Scads nei	Decapterus spp	SDX
	Common squids nei	Loligo spp	SQC
	Snappers nei	Lutjanus spp	SNA
	Deepwater rose shrimp	Parapenaeus longirostris	DPS
	Jacks, crevalles nei	Caranx spp	TRE
Cluster 3	Large-eye dentex	Dentex macrophthalmus	DEL
	Pandoras nei	Pagellus spp	PAX
	Tilapias nei	Oreochromis (=Tilapia) spp	TLP
	Bluefish	Pomatomus saltatrix	BLU
Cluster 4	European anchovy	Engraulis encrasicolus	ANE
	Largehead hairtail	Trichiurus lepturus	LHT
	Cunene horse mackerel	Trachurus trecae	HMZ
	False scad	Caranx rhonchus	HMY
	Little tunny(=Atl.black skipj)	Euthynnus alletteratus	LTA
	Atlantic bumper	Chloroscombrus chrysurus	BUA
Cluster 5	Sardinellas nei	Sardinella spp	SIX
	Madeiran sardinella	Sardinella maderensis	SAE
	Bigeye tuna	Thunnus obesus	BET
	Southern pink shrimp	Penaeus notialis	SOP
	Volutes nei	Cymbium spp	CXY









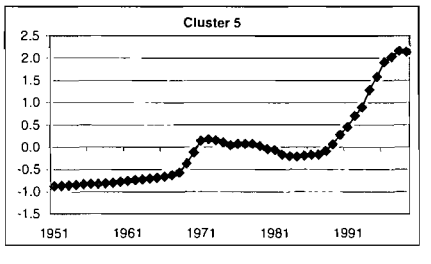


FIG. 11. — Composition and catch trend profiles of species groups generated by cluster analysis.

Profil des tendances des captures et composition des groupes d'espèces obtenus par analyse des grappes.

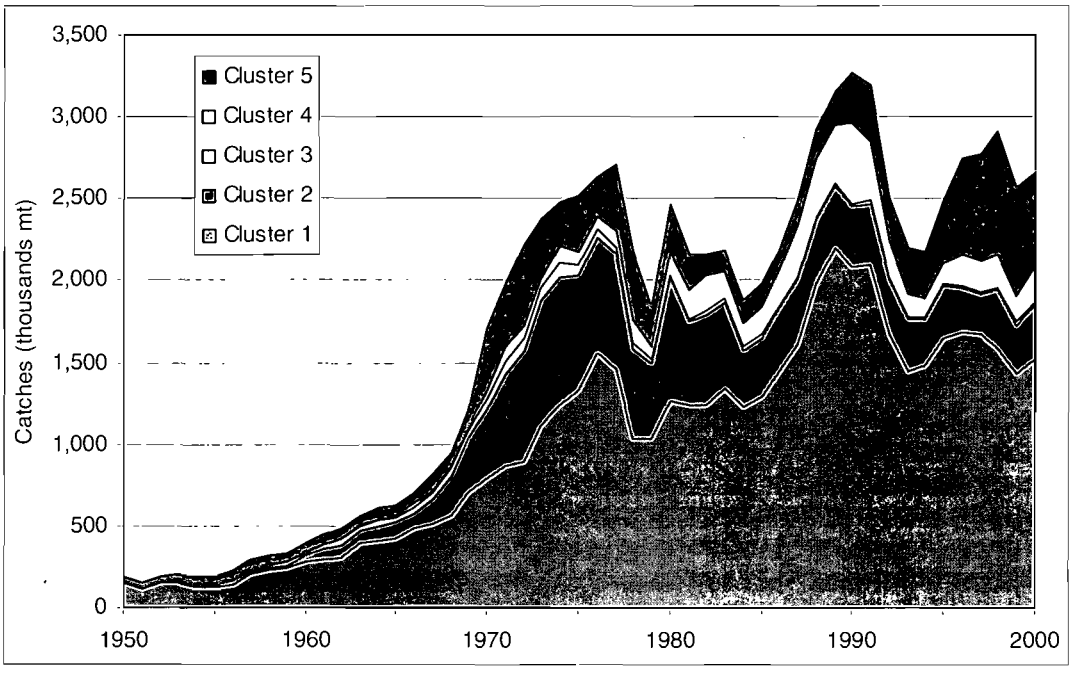


FIG. 12. — Total marine catch composition according to clustered groups of resources.

Composition des captures des pêches maritimes selon les groupes de ressources en grappes.

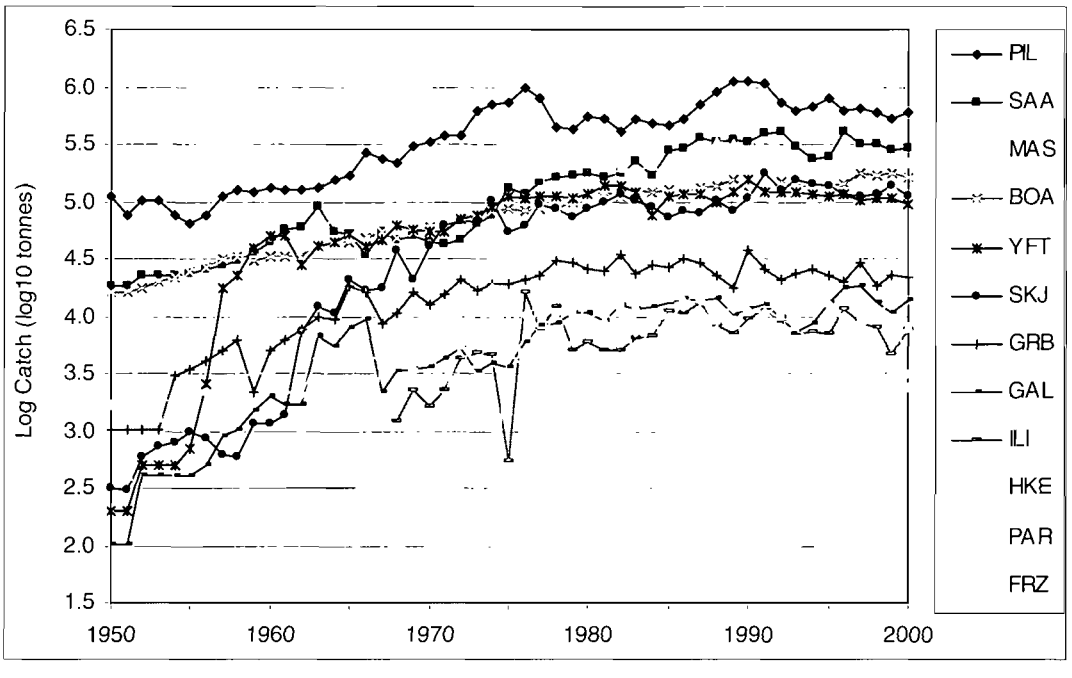


FIG. 13. — Catches of species of Cluster 1 plotted on a logarithmic scale. (a key to the species codes is given in figure 11).

Captures des espèces en Grappe 1 relevées sur une échelle logarithmique (la liste des espèces correspondant aux codes est donnée à la fig. 11).

The fisheries for the pelagic species of Cluster 4 developed later than those in for Clusters 1-3, peaking in the late 1980s, and then declined rapidly. This was mainly due to a sharp reduction in fishing by fleets of the Former USSR after 1990. Species of Cluster 5, dominated by sardinellas and bigeye tuna, showed marked increases in catches in the late 1960s/early 1970s and again in the 1990s.

Calculating the slope of the line for mean catches for each cluster (fig. 11) for every successive pair of years, the curves were sliced into segments corresponding to phases of "increase", "little change" or "decrease" in reported catches where slopes were, respectively, greater than 0.05, between +0.05 and -0.05 and less than -0.05. It was assumed that the phases of increase or decrease corresponded respectively to "developing" (phase II) and "senescent" (phase IV) stages of fisheries development in the model (GRAINGER & GARCIA, 1996). The phases with "little change" were further characterised as corresponding to high exploitation "mature" (phase III) or "undeveloped" (phase I), depending on whether or not the observed period of "little change" followed a period of "increase". The total number (and percentage) of resources in each phase was calculated each year, across the whole data set. The overall pattern is shown in figure 14.

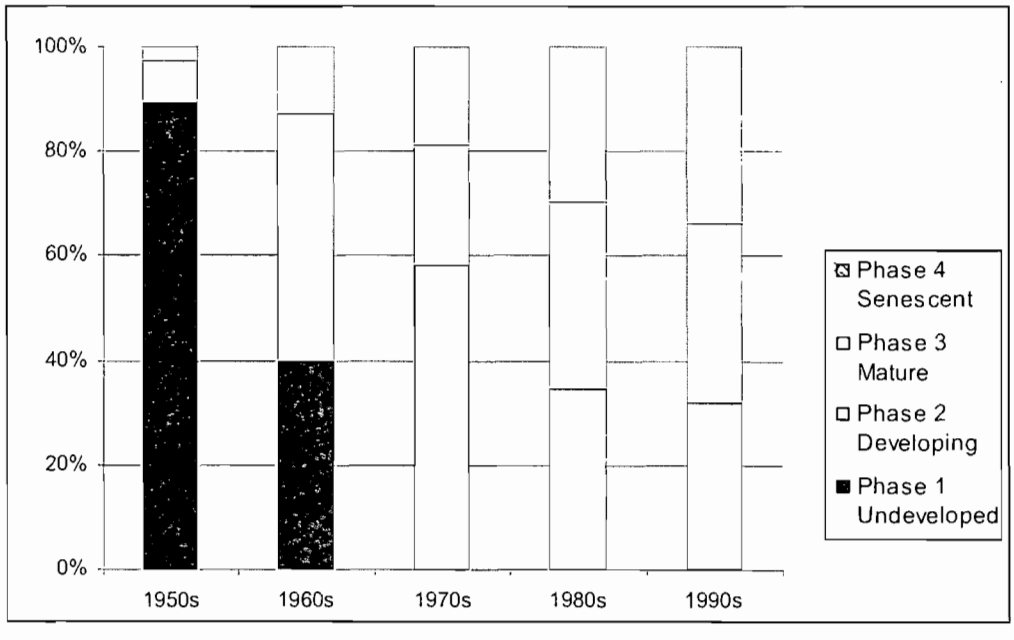


FIG. 14. — Percentage of major marine resources in various phases of fishery development.

Pourcentage des principales ressources marines à différentes phases du développement des pêches.

DISCUSSION

THE analysis of catch trends in the coastal CECAF divisions by ISSCAAP groups showed that the two northern divisions were dominated by small pelagics while in the two southern divisions also other groups of species (*e.g.* coastal fishes and crustaceans) have a considerable importance. The three divisions in the middle of the area have an intermediate pattern between the two extremes. The

more evenly distributed catches throughout the groups of species in the two southern divisions could be considered as a sign of a more varied and stable marine ecosystems, which in fact have supported a more steady rise of catches throughout the last 30 years, compared to those of the northern part of the Eastern Central Atlantic area. The divisions of the Gulf of Guinea, however, also showed changes in the distribution and abundance of important fishery resources (KORANTENG, 1999).
Although the share of DWF catches in the area has decreased remarkably in the last decade, their relative importance in the area continue to be significant as they are no longer concentrating mostly on small pelagics but are targeting much more valuable species like tunas. DWF's shares of cephalopods and coastal fish catches have been decreasing in the last twenty years as progressively increased the catches of these groups of species by the local fleets and also probably as a consequence of an excessive pressure on these resources.

By considering the most important resources in terms of landings and by aggregating them into a few groups with similar trend patterns, the stages of development of fisheries on the various groups of resources become evident. Despite the fact that these species contain many small pelagic fish stocks for which recruitment is strongly influenced by environmental regimes, this simple analysis shows strikingly the development of fisheries during the last 50 years from a situation in the 1950s where 90 per cent of the resources were classified as "undeveloped" to one in the 1990s where 34 per cent of them are "mature" and also 34 per cent are "senescent" (*i.e.*, showing declining yields) with both mature and senescent resources (*i.e.*, 68 per cent) in urgent need of management action.

CONCLUSION

THE fact that over two-thirds of the resources considered are either "mature" or "senescent" indicates that there is very little room for further expansion of harvest from these stocks and that further development of fishing effort will only result in lower catch rates. The results of this study of the development phases of fisheries are consistent with the analysis of relative rates of increase in landings by GRAINGER & GARCIA (1996) which indicated that the Eastern Central Atlantic was fully fished in the 1980s (although the actual peak of catches was reached in 1990) and that the estimated maximum annual catch which the region can provide is 4.3 million tonnes.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

ANSA-EMMIN (M.) & D. LEVI, 1975. — *Biostatistical Data for Stock Assessment Purposes: Present Situation and Suggestions for Improvement, Fisheries Committee for the Eastern Central Atlantic*, CECAF-ECAF Series/75/2, 13 p.

BAISRE (J. A.), 2000. — *Chronicle of Cuban Marine Fisheries (1935-1995): Trend Analysis and Fisheries Potential*, FAO Fisheries Technical Paper, No. 394, 26 p.

EVERETT (G. V.), 1999. — "Historical Aspects of Small Pelagics Fisheries Development Off West Africa", in *Workshop on the Management and Regulation of Small Pelagics in CECAF Divisions 34.1.3, 34.3.1, 34.3.2, and 34.3.3*, Dakar (Senegal), 10-12 March 1997), Project GCP/RAF/302/EEC Improvement of the Legal Framework for Fisheries Cooperation, Management and Development of Coastal States of West Africa, 212 p., doc. No. 56.

FAO, 2001-a. — *Report of the Nineteenth Session of the Coordinating Working Party on Fishery Statistics*, Nouméa (New Caledonia), 10-13 July 2001, FAO Fisheries Report, No. 656, 91 p.

FAO, 2001-b. — "Proposal for a Revision of the ISSCAAP Groups of the Marine Fishes Division", in *FAO Agency Report to the Coordinating Working Party on Fishery Statistics*, Nouméa (New Caledonia), 10-13 July 2001, 42-49 p. [Available at ftp://ftp.FAO.org/fi/document/cwp/cwp_19/CWP-19-FAO.pdf]

GRAINGER (R. J. R.) & S. M. GARCIA, 1996. — *Chronicles of Marine Fishery Landings (1950-1994): Trend Analysis and Fisheries Potential*, FAO Fisheries Technical Paper, No. 359, 51 p.

KLYASHTORIN (L. B.), 2001. — *Climate Change and Long-term Fluctuations of Commercial Catches: The Possibility of Forecasting*, FAO Fishery Technical Paper, No. 410, 86 p.

KORANTENG (K. A.), 1999. — "Biodiversity Status and Threats on Demersal Fish Communities in Continental Shelf Waters of the Gulf of Guinea", *in* G. VIDY, J.-J. ALBARET & E. BARAN (ed.), *International Workshop on the Status of Freshwater, Coastal, and Marine Living Resources with Particular Emphasis on Threats and Option in Coastal Areas*, 15-18 Nov. 1999, Montpellier (France), IRD, A3, 15-16 p.

Pour une reconstruction d'un demi-siècle d'évolution des pêcheries en Afrique de l'Ouest

— Article —

Towards Reconstructing Half a Century of Change in West African Fisheries

— Article —

Pierre CHAVANCE [1]

1. — Biologiste des pêches, directeur de recherche, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

RÉSUMÉ

LA RECONSTRUCTION de l'évolution des pêcheries industrielle et artisanale entre 1950 et 2000 est considérée comme un élément important pour mieux apprécier les dynamiques en cours ainsi que les enjeux de la gestion actuelle des pêches au sein des six pays africains de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.). La tentative de reconstruction que nous présentons ici repose, pour la partie quantitative, sur les données issues des systèmes statistiques nationaux. Celles-ci ont fait l'objet d'un travail de récupération, de remise en forme et de compilation dans le cadre du projet « Système d'information et d'analyse des pêches » (Siap) et du développement de son module StatBase.

Ce travail préliminaire est l'occasion de décrire la nature des suivis statistiques, de leur évolution depuis cinquante années, de préciser le contenu des différents jeux de données rendus disponibles et de pointer certaines difficultés (double comptage, biais, précision, couverture...) rencontrées lorsque l'on cherche à les utiliser conjointement. Deux directions sont identifiées afin d'améliorer cette base d'information.

Mots clés

Statistiques de pêche — Pêcheries — Évolution — Information

ABSTRACT

RECONSTRUCTING industrial and small-scale fisheries trends since 1950 is considered as an important step toward a better understanding of fisheries dynamics and present management issues for the six African countries members of the Sub-Regional Fishery Commission (SRFC). The attempt presented here relies, for its quantitative part, on the databases issued by the national statistical systems. These data were recovered, standardised and compiled by the StatBase module of the FIAS project (Fishery Information and Analysis System).

This preliminary work provides an opportunity to describe the nature of statistical monitoring systems, their evolution during the last 50 years, to specify contents of available data sets and to identify certain difficulties (double counting, bias, lack of precision, incomplete coverage...) encountered when attempting to utilise them jointly. Two approaches are identified that would improve this database.

Key words

Statistics — Fisheries — Development — Information

INTRODUCTION

SI TOUT le monde s'accorde pour reconnaître que très certainement, depuis cinquante années, les pêcheries maritimes en Afrique de l'Ouest ont fortement évolué, changé de nature, et que, très probablement également, l'exploitation atteint des niveaux proches de la pleine exploitation, voire au-delà, il reste difficile de trouver des informations qui permettent de mesurer l'ampleur de l'exploitation actuelle et les caractéristiques de ces changements aux échelons national et sous-régional. Cette méconnaissance alimente le doute ; elle n'incite guère à la décision et à l'action collective, indispensables pour aménager les exploitations halieutiques de façon durable. Elle est, en outre, susceptible d'être utilisée pour servir des intérêts particuliers incompatibles avec une gestion rationnelle et équitable.

Aux abords des limites de la production mondiale, l'amélioration de notre connaissance des prélèvements opérés sur les écosystèmes marins et de la quantité de produits de la mer mis sur les marchés devient plus critique. L'apparition de controverses publiques sur la représentativité de ces statistiques mondiales (WATSON & PAULY, 2001 ; F.A.O., 2002) est bien le signe de l'enjeu croissant que représentent ces informations.

Le travail que nous présentons ici cherche à reconstruire l'évolution quantitative des pêcheries des pays de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.) que sont le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée Bissau, la Mauritanie et le Sénégal grâce, en particulier, aux différents jeux de données rassemblés au sein de StatBase [1]. Ces jeux de données sont, dans leur grande majorité, issus des systèmes statistiques nationaux et on utilisera de façon complémentaire des données ponctuelles provenant de la littérature.

Après une présentation du contexte statistique de la sous-région et des principales sources de données sur les pêches, nous examinerons les caractéristiques des dispositifs statistiques nationaux (pêche industrielle et artisanale) en place dans les différents pays ainsi que les jeux de données qui ont pu être rassemblés. Seront évoquées, à cette occasion, les principales difficultés rencontrées dans ces différents sous-secteurs. Nous aborderons ensuite l'évolution des pêcheries telle que nous aurons pu la reconstituer des points de vue qualitatif et quantitatif. Enfin, après une discussion sur les forces et les faiblesses de ces principaux résultats, nous conclurons en évoquant les directions qui nous semblent les plus prometteuses pour approfondir cette question.

1. — StatBase est un logiciel et une base de données statistiques construite en collaboration avec les services techniques et scientifiques des pays de la Commission sous-régionale des pêches (DAMIANO *et al.*, 2002). Le logiciel lui même est décrit dans cet ouvrage par THIBAUT *et al.*, 2004. Pour plus d'information, contacter Pierre.Chavance@ird.fr.

LES SOURCES DE DONNÉES STATISTIQUES

TOUTE personne souhaitant disposer d'un aperçu quantitatif des activités de pêche dans les pays de la C.S.R.P. dispose de deux sources de données statistiques. Ce sont, d'une part, les données issues des services techniques nationaux des pays côtiers et d'autre part, celles produites par la F.A.O.

Ces deux sources ne constituent pas deux dispositifs radicalement distincts. Les données produites par la F.A.O. reposent sur un réseau de correspondants nommés par les gouvernements qui communiquent, chaque année, les données issues des systèmes statistiques nationaux eux-mêmes. Ces données officielles font l'objet d'une analyse critique de la part de l'organisation internationale et peuvent être révisées à mesure que des informations complémentaires sont acquises (F.A.O., 2000-a).

Compte tenu de cette relation, on pourrait penser que ces deux sources de données statistiques sont largement compatibles et redondantes. En fait, la réalité n'est pas aussi simple car ces deux dispositifs reposent sur des notions sensiblement différentes qui conduisent à des incompatibilités (tabl. I).

TABLEAU I

Caractéristiques des deux principaux systèmes statistiques de pêche en place dans la zone d'étude

Characteristics of the two main fisheries statistical systems presently in place in the studied area

DIMENSION	SYSTÈME F.A.O.	SYSTÈMES NATIONAUX CÔTIERS
Catégorisation principale	- Pays pêcheur (notion de nationalité des captures associée au pays pêcheur)	- Critères pertinents en matière de gestion et aménagement de l'exploitation par le pays côtier : types de pêche autorisés (artisanale/industrielle, types de licence ou types d'engin, types de conservation)
Catégorisation secondaire	- Zones statistiques F.A.O.	- Pays (nationalité des « navires »)
Périodisation	- Annuelle	- Mensuelle en général
Couverture temporelle	- Depuis 1950 pour les captures - Depuis 1975 pour les efforts	- Depuis la mise en place des systèmes nationaux, variables selon les pays mais en général postérieur à la mise en place des Z.E.E.
Échelle géographique	- Zones statistiques F.A.O.	- Z.E.E. ou zones statistiques plus fines
Espèces	- Nomenclature internationale (3 lettres et ISSCAAP)	- Nomenclatures nationales
Méthodes de collecte	- Collecte passive par formulaires Statlant avec vérification de cohérence avec autres sources disponibles	- Collecte de données actives (observateurs, journal de pêche, enquêteurs...), le plus souvent
Source	- Données officielles communiquées par les administrations nationales mandatées des pays pêcheurs	- Administrations nationales en charge de la collecte des statistiques de pêche de la Z.E.E.
Utilisation principale	- Analyses mondiales et par grands ensembles géographiques (exemple Zone 34, Atlantique Centre-Est). - Identification des grands enjeux de la pêche (exemple F.A.O., 2000-b). - Principales références des études sur les pêches faites en dehors de la sous-région (exemple WATSON & PAULY, 2001)	- Principales références des analyses conduites au niveau local, national ou sous-régional (exemple F.A.O., 1999)
Accessibilité	- Aisée sur le site web de la F.A.O. ou diffusé sur cédérom par F.A.O./Fidi	- Difficile en général (cf THIBAUT *et al.*, 2004)

Le système statistique des pêches de la F.A.O. produit une série statistique qui débute en 1950 dans un contexte de quasi-liberté des mers. Il a alors pour vocation d'assurer un suivi des captures mondiales et de permettre leur ventilation par pays pêcheur et par grandes régions géographiques à valeur de grandes zones écologiques. Ce système repose sur le principe internationalement agréé de la « nationalité des captures » qui stipule que le produit de la mer doit être déclaré à la F.A.O. sous la nationalité du pays qui l'a capturé (pays du pavillon du navire).

Les systèmes statistiques nationaux côtiers sont, quant à eux, beaucoup plus récents, ils se sont mis en place progressivement, comme nous le montrerons dans le cours de cet article, à partir de la fin des années soixante-dix, suite à la mise en place des zones économiques exclusives. Ces dernières sont nées du Nouveau Droit de la mer de 1982 qui confère de nouveaux droits aux États côtiers mais aussi de nouvelles responsabilités. En particulier, cette convention précise que les États côtiers ont désormais la responsabilité de veiller, à travers des mesures de conservation et gestion appropriées, que les ressources de leur zone économique exclusive ne soient pas en danger de surexploitation et, pour cela, ils doivent utiliser « la meilleure évidence scientifique disponible ». Curieusement, le texte ne stipule aucune obligation précise en ma-

tière de collecte de données mais comme il précise que des informations doivent être fournies et échangées avec les organisations internationales compétentes (EDESON, 1999), il a été interprété comme une obligation de suivi des captures effectuées dans les eaux sous juridiction nationale.

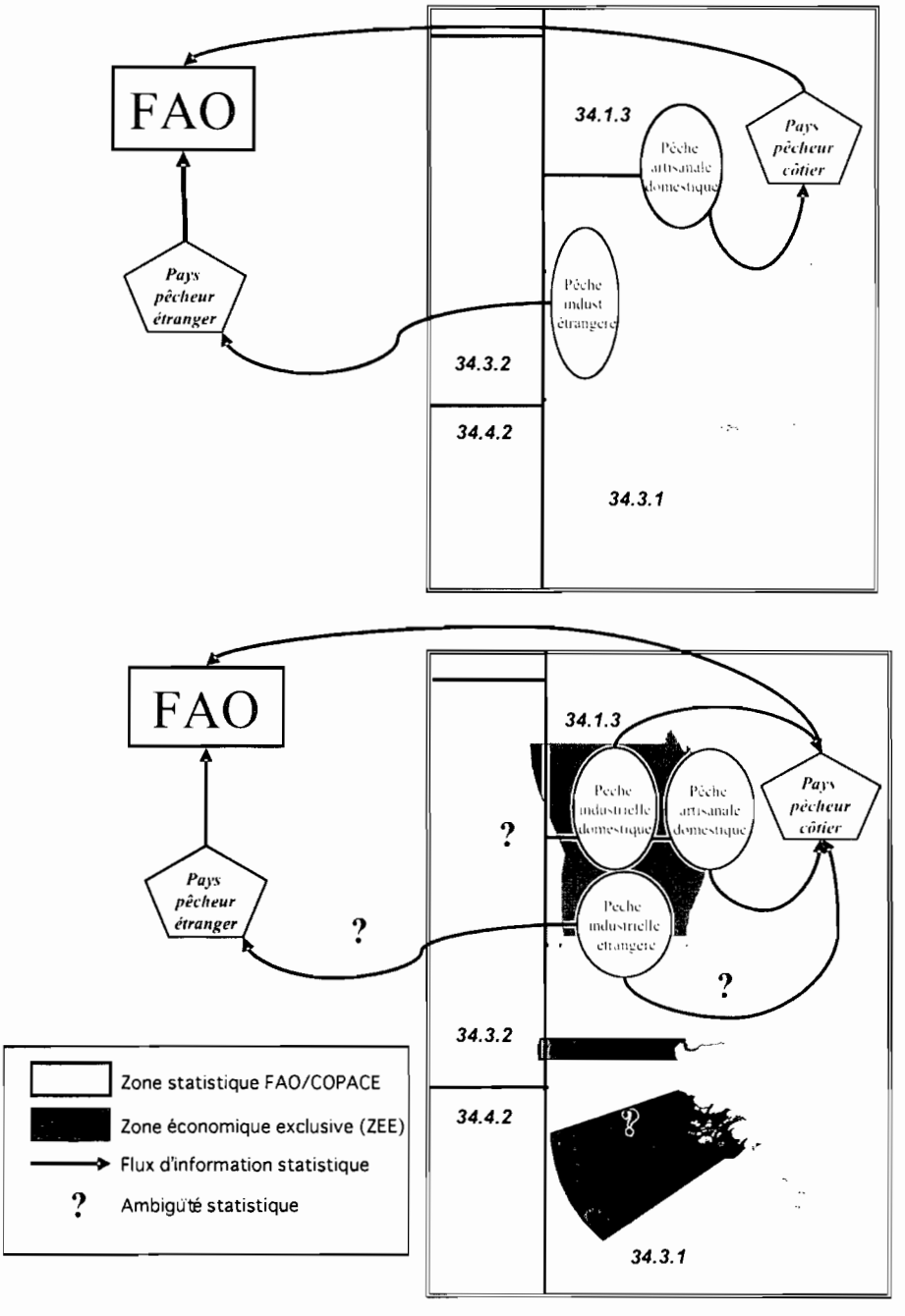


FIG. 1. — *Les flux d'information sur les statistiques de pêche avant (en haut) et après (en bas) la création des zones économiques exclusives et indication des sources d'ambiguïté.*

Fishery statistical information flux before (upper) and after (lower) the enforcement of EEZ and indication of sources of ambiguity.

Avec l'apparition des zones économiques exclusives et la naissance des systèmes nationaux côtiers (fig. 1), nous nous trouvons désormais dans une situation où il y a un fort risque de double comptabilisation des captures mais aussi de défaut de compatibilité. Ceci est particulièrement exact pour les pêches industrielles étrangères.

Les risques de double comptage proviennent du fait que, dans le dispositif actuel, la F.A.O. reçoit des déclarations en provenance à la fois des pays pêcheurs et des pays côtiers. Dans la situation la plus favorable, les nationalités des navires peuvent être identifiées dans les données communiquées par les pays côtiers et la F.A.O. évite, dans ce cas, les doubles comptages. Mais il y a souvent méconnaissance de ces nationalités d'origine ou bien ambiguïté car certains pays côtiers comptabilisent comme captures nationales les captures issues d'affrètements de navires étrangers ou bien de sociétés mixtes créées avec des pays tiers.

La compatibilité des deux sources de données est, elle aussi, compromise par la question des divisions statistiques car, comme l'indique la figure 1, certaines divisions F.A.O. séparent désormais en deux une unique zone économique exclusive ou bien peuvent en inclure plusieurs.

Tout ceci a comme conséquence qu'il n'est pas toujours possible de passer de la série de statistiques de pêche de la F.A.O. aux séries de statistiques issues des systèmes nationaux malgré leurs sources théoriquement communes.

Les données statistiques F.A.O. sont très facilement accessibles sur le site internet de cette organisation et largement utilisées. Elles font d'ailleurs l'objet de quatre présentations dans ce volume (CHRISTENSEN *et al.*, 2004 ; GARIBALDI & GRAINGER, 2004 ; GASCUEL, 2004 ; WATSON, 2004). Les données statistiques nationales, quant à elles, n'ont pas fait l'objet de nombreuses études et d'analyses dans une perspective régionale, en partie en raison de leur difficulté d'accès. Le travail engagé dans le cadre de la constitution de StatBase permet de progresser sur cette question et nous nous intéresserons particulièrement ici à ces dispositifs.

LES SYSTÈMES NATIONAUX ET LES JEUX DE DONNÉES DE STATBASE

LORSQUE l'on examine les systèmes nationaux de statistiques de pêche, il apparaît en premier lieu qu'à chaque nature de pêcherie — nationale *versus* étrangère, locale *versus* à long rayon d'action, côtière *versus* hauturière — correspondent des conditions techniques spécifiques pour les opérations de collecte, de gestion et de validation des données statistiques. Ceci posé, il n'en reste pas moins qu'il existe une forte similarité dans les solutions techniques et opérationnelles adoptées par les six pays de la sous-région que nous pouvons retracer brièvement ci-après en distinguant les deux grands ensembles que sont la pêche artisanale et la pêche industrielle.

La pêche artisanale

La pêche artisanale est une activité multiforme, ciblant une diversité d'espèces et mettant en œuvre une grande variété de type d'engins. C'est également une activité dispersée qui se déploie à partir d'une grande diversité de lieux de débarquement. Conduite, en général, à partir de petites embarcations en bois non pontées, de type pirogue, la pêche artisanale maritime est le fait de pêcheurs ayant pour origine les pays africains côtiers. Le phénomène migratoire, d'une région ou d'un pays à l'autre, est important et doit être pris en considération pour bien comprendre l'évolution de cette exploitation extrêmement dynamique et réactive (par exemple : BARRY-GÉRARD *et al.*, 1994 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; DURAND *et al.*, 1989).

Dans ce contexte, les suivis de la pêche artisanale dans la sous-région sont fondés sur deux types d'approche :

— une approche administrative qui, à partir d'agents de l'État localisés dans certains

points de débarquements, assurent (en plus de nombreuses tâches administratives) un décompte, en théorie exhaustif, de nombre d'unités et de débarquements. Ces données sont ensuite consolidées, après synthèses successives, à l'échelon national. Ce type de dispositif en place en Guinée et au Sénégal ne produit véritablement de statistiques que dans ce dernier pays (BARRY *et al.*, 2003). Cette approche se heurte à un problème de couverture géographique et de moyens humains. En général, utilisée seule, elle n'atteint pas son objectif d'exhaustivité ;

— la deuxième approche repose, quant à elle, sur la pratique de sondages et de recensements. Trois types d'enquêtes régulières sont alors nécessaires :
  - (i) des recensements exhaustifs de parc piroguier (pluriannuels, annuels ou semestriels) et, sur des sites sélectionnés,
  - (ii) des suivis d'activités,
  - (iii) des suivis de débarquements d'unité de pêche (journaliers ou hebdomadaires) ;

la combinaison de ces trois types d'information permet d'estimer les captures par région, par espèce et par engin de pêche. Dans la pratique, même si elle semble plus lourde, cette approche procure des informations plus complètes et plus précises (par exemple : LALOË & SAMBA, 1989) pour des effectifs en personnels inférieurs.

Considérant cette dernière approche, le Sénégal est un pays précurseur puisque, comme l'indique la figure 2, il a mis en place un système de ce type dès 1974 sur certains ports pour l'étendre à l'échelon national en 1981 (BARRY *et al.*, 2003 ; FERRARIS *et al.*, 1993). La plupart des autres pays l'ont imité dans la décennie 1990.

Actuellement, tous les pays disposent d'un système de suivi de leur pêche artisanale par sondage (BELLEMANS & MONTEIRO, 2000 ; C.N.S.H.B., 1996 ; MENDY, 2003) à deux nuances près.

La Mauritanie effectue des recensements réguliers depuis 1986 mais ne publie que des données partielles de production émanant des sociétés de commercialisation [1].

La Guinée Bissau, quant à elle, disposait d'un système de suivi par sondage de 1991 à 1997 qui n'a pas survécu à la guerre de 1998. Il est en cours de remise en place et les données anciennes sur bordereaux pourraient être récupérées et retraitées (S. MANÉ & V. PIRES, *comm. pers.*).

1. — Un jeu de données d'enquête par sondage des débarquements couvrant la période 1988 à 2002 est cependant en cours de validation et traitement (M. DIOP, *comm. pers.*).

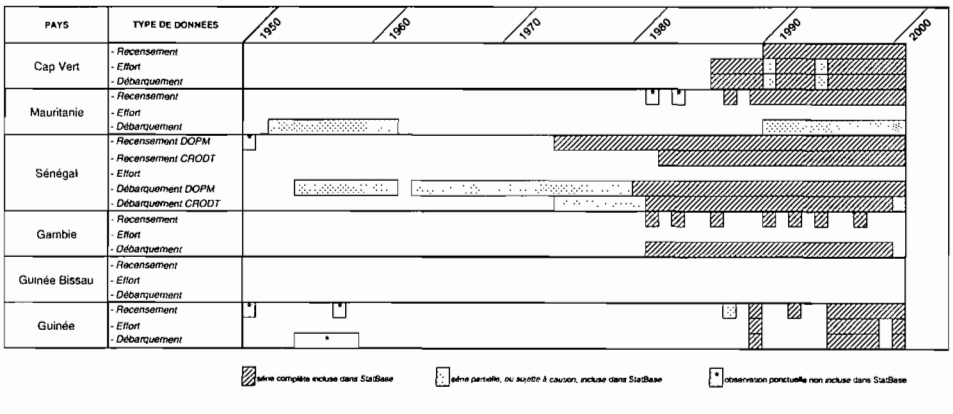


FIG. 2. — *Statistiques de pêche artisanale disponibles et intégrées à StatBase pour les six pays de la Commission sous-régionale des pêches.*

Small-scale fishery statistics available in the six Sub-Regional Fisheries Commission (SRFC) countries.

D'une façon générale, les pays de la sous-région rencontrent des difficultés réelles à maintenir ces dispositifs de suivi par sondage.

On peut invoquer trois principales raisons :

— le suivi par sondage, bien que mieux adapté à ce type d'exploitation, nécessite des compétences techniques supérieures (respect d'un plan d'échantillonnage, calculs, extrapolations) à celles requises pour le simple comptage. Ces compétences sont difficiles à acquérir et à conserver au sein des services techniques publics ;

— l'approche par sondage peut être perçue comme opposée à l'approche administrative publique. Ainsi, des doubles systèmes peuvent cohabiter, comme au Sénégal, avec leur lot d'incohérences et de gaspillages d'énergie ;

— à échéance régulière, se pose la question de la pérennité des systèmes fondés sur l'approche par sondage car ceux-ci sont classiquement mis en œuvre par les services publics de recherche. Or, ceux-ci ne disposent que de façon exceptionnelle de moyens récurrents pour le maintien de ces dispositifs statistiques.

La pêche industrielle

L'exploitation industrielle des ressources halieutiques actuellement sous juridiction des pays de la C.S.R.P. est marquée par la présence de flottilles étrangères importantes aux côtés des flottilles nationales. Ces flottilles à long rayon d'action, originaires d'Europe ou d'Asie, pratiquent le plus souvent le chalutage et ciblent des espèces nobles ou des espèces très abondantes comme les petits pélagiques. Il est important de souligner que ces flottilles ont tout d'abord exercé librement leurs activités dans l'Atlantique centre-oriental. Mais suite à l'extension progressive des juridictions nationales, dans les années 1970 à 1980, et à l'adoption généralisée du Nouveau Droit de la mer, les propriétaires de ces flottilles ont progressivement dû nouer des relations avec les nouvelles autorités responsables des pays côtiers. Ils ont toutefois veillé à préserver leurs intérêts économiques et leur liberté de mouvement pour rechercher les fonds de pêche qui présentent les meilleurs rendements.

En matière de suivi de flottilles, mis à part le Sénégal qui a installé de façon très précoce — dans les années soixante — un système de suivi de sa pêcherie chalutière nationale, les suivis se mettent en place progressivement à partir des années quatre-vingt et plus encore quatre-vingt-dix (fig. 3).

Les méthodes utilisées pour les suivis statistiques sont les suivantes :

— (i) les contrôles à terre lors des opérations de débarquements par des enquêteurs localisés dans les principaux ports ;

— (ii) les journaux de pêche remplis par les patrons de pêche ;

— (iii) les observateurs embarqués. Ce dispositif, relativement récent, est conçu pour permettre une mesure exhaustive des efforts, des captures conservées et parfois la collecte d'observations scientifiques complémentaires sur les structures de taille et les pratiques de rejet.

L'évolution du droit maritime international a de fortes incidences sur le type et la qualité des données statistiques disponibles pour la pêche industrielle selon la période considérée. En effet, avec l'instauration des zones économiques exclusives, le nombre de licences autorisant les bateaux, nationaux et étrangers, émises par les États côtiers s'est accru très sensiblement par le simple fait de l'augmentation des déclarations. En outre, malgré des efforts consentis par les pays pour assurer une surveillance de leur zone économique exclusive, rares sont les pays où celle-ci peut être considérée comme effective : il faut donc admettre qu'un nombre, inconnu précisément mais certainement significatif, de navires a exercé et exerce encore sans licence dans la sous-région [1]. Enfin, le nombre de licences acquises auprès des pays n'est pas en rapport direct avec l'effort réellement exercé car de nombreuses unités étrangères ont pour stratégie de suivre leurs espèces cibles lors de leur migration saisonnière ou bien d'alterner entre différents fonds de pêche selon le niveau des rendements. La pratique consiste donc à prendre des licences dans plusieurs pays afin de pouvoir exploiter l'ensemble des zones de pêche susceptibles de les intéresser.

1. — Lire à ce propos la revue les *Échos de la C.S.R.P.*, 2002.

Sans registre sous-régional de navires de pêche, il n'est pas possible de vérifier et, *a fortiori*, de corriger ces chiffres. Les pays pêcheurs ont en général tous mis en place des dispositifs de collecte de données auprès de leurs flottilles exerçant en Afrique de l'Ouest, de façon plus ou moins précoce. Un premier travail de récupération et remise en forme de ces données a été entrepris (fig. 4).

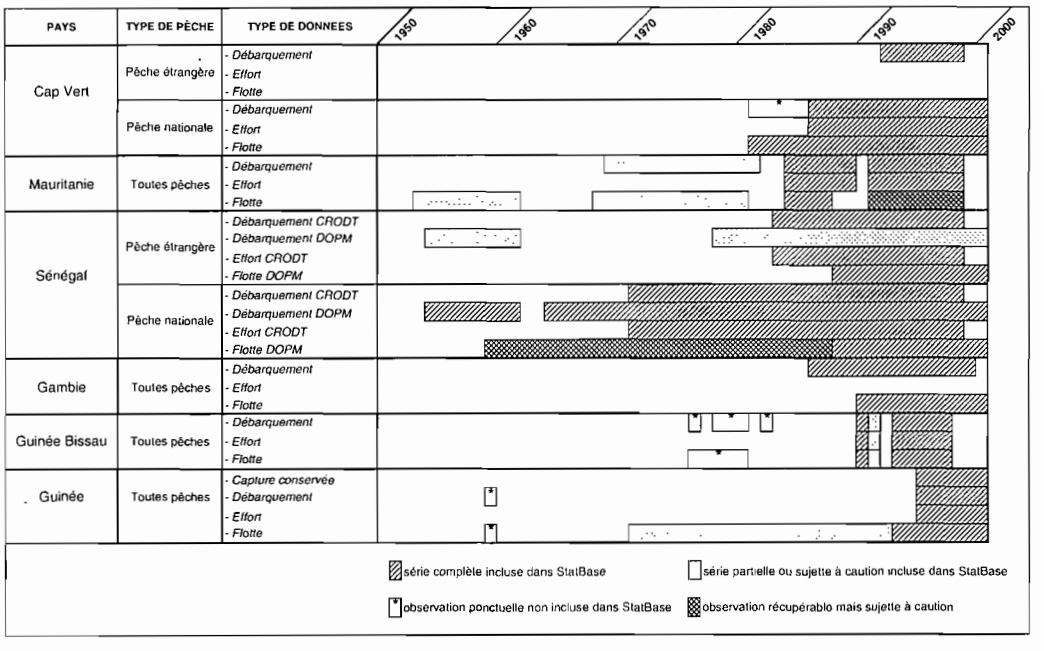


FIG. 3. — *Statistiques de pêche industrielle disponibles pour les six pays de la Commission sous-régionale des pêches.*

Industrial fisheries statistics available for the six SRFC countries.

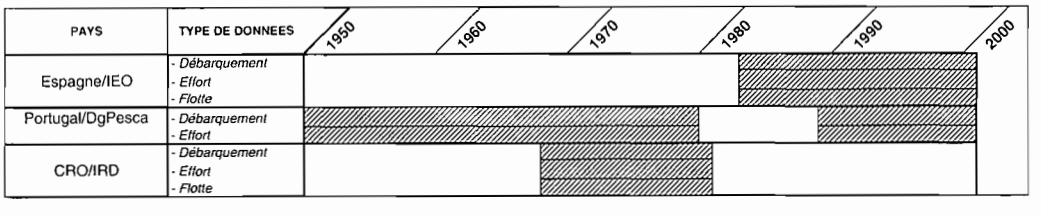


FIG. 4. — *Statistiques de pêche industrielle étrangère intégrées à StatBase pour les six pays de la Commission sous-régionale des pêches.*

Foreign industrial fisheries statistics integrated in StatBase for the six SRFC countries.

L'ÉVOLUTION DES PÊCHERIES

La pêche artisanale

La pêche artisanale est une activité qui correspond à d'anciennes pratiques de pêche. Pour l'essentiel, les pêcheries identifiables au sein de cet ensemble d'un point de vue qualitatif sont déjà en activité au milieu du XXe siècle : ce sont les pêcheries vivrières que l'on retrouve dans tous les pays, du Sénégal à la Guinée. Elles exploitent la zone côtière et saumâtre à l'aide d'engins de pêche fixes et de li-

gnes utilisés à bord d'embarcations rudimentaires ou bien à pied. Il s'agit alors d'activités de subsistance combinées avec l'agriculture (par exemple : BOUJU, 1999 ; CHAUVEAU, 1991 ; CHAVANCE & CHAVANCE, 2004).

On peut considérer que les années cinquante, grâce en particulier à l'introduction des fibres synthétiques et au développement de la demande en poisson (croissances démographique et urbaine), marquent le début de l'essor de ces activités de pêche qui s'orientent alors progressivement vers la commercialisation des produits et vont être marquées par des innovations techniques successives.

Dans le début des années soixante, a tout d'abord vu le jour une pêcherie orientée vers la capture de petites espèces pélagiques côtières (sardinelles, ethmalose) par les engins tournants que l'on rencontre désormais dans tous les pays de la sous-région. Son développement est étroitement associé à la technique de pêche encerclante et à la motorisation. Elle a ensuite connu un rebondissement au début des années soixante-dix avec l'introduction de la senne tournante coulissante au Sénégal (LALOË & SAMBA, 1990), technique qui s'est rapidement étendue à l'ensemble du pays à la fin de la décennie.

À la même période, une pêcherie ciblant les céphalopodes se met en place, toujours au Sénégal. Elle vise la seiche tout d'abord, puis également le poulpe, en utilisant la turlutte comme engin de capture. En Mauritanie, cette pêcherie apparaît en 1985. Elle vise, quant à elle, spécifiquement le poulpe et utilise le pot pour sa capture.
Enfin une autre innovation technologique importante qu'il faut évoquer est l'utilisation de la caisse à glace qui permet une meilleure conservation des captures et donc l'allongement des sorties. D'après LALOË & SAMBA (1990), les premières caisses à glace ont été testées au Sénégal (région de Saint-Louis) au milieu des années soixante-dix mais leur véritable utilisation n'a débuté qu'en 1977. De leur côté, CHAVANCE & DOMALAIN (1999) signalent l'apparition des caisses à glace dans la pêche artisanale guinéenne à la fin des années quatre-vingt.

La dynamique d'ensemble de la pêche artisanale, depuis un demi-siècle dans la sous-région peut donc être caractérisée par une diversification et une modernisation progressives d'une pratique traditionnelle. Dans un contexte de demande croissante en produit, la pêche artisanale connaît des innovations techniques successives. Celles-ci se propagent de façon rapide dans l'ensemble de la sous-région à la faveur du phénomène migratoire des pêcheurs.

Sur la base des données identifiées dans les systèmes nationaux au chapitre précédent ainsi que grâce à quelques observations/publications isolées disponibles, il est possible de dresser un aperçu plausible de l'évolution du parc piroguier dans l'ensemble des pays de la sous-région (fig. 5). Le parc atteignait vraisemblablement de l'ordre de trois mille pirogues en 1950 pour approcher dix-neuf mille embarcations actuellement (année 2000), soit un chiffre plus de six fois supérieur. Cette augmentation est régulière et soutenue avec cependant une accélération, dans le milieu des années soixante-dix et au début des années quatre-vingt, suivie d'une stabilisation dans le courant des années quatre-vingt-dix. Les croissances relatives les plus fortes sont observées en Mauritanie et en Guinée Bissau. Le Sénégal, quant à lui, est le pays qui dispose du parc piroguier le plus important, représentant près de soixante pour cent du total en fin de période.

Derrière ce nombre d'embarcations se cachent d'importants changements en matière de pratique de pêche, nous l'avons vu, mais aussi en ce qui concerne l'efficacité de la pêche. Rares sont les données, malheureusement, qui permettent de mesurer précisément ces changements. Néanmoins, quelques chiffres sont disponibles concernant la motorisation des embarcations qui constitue le phénomène le plus marquant sur la période.

D'après la littérature, les premiers essais de motorisation dans la sous-région ont pris place dans les années cinquante (BOUJU, 1992 ; CHAUVEAU, 1988). Elle n'a cependant réellement pris son essor que dans les années quatre-vingt. Le taux de motorisation régional (c'est-à-dire pondéré par les parcs respectifs des différents pays) passe de pratiquement zéro pour cent, en 1950, à soixante-huit pour cent, en fin de siècle. Cette motorisation progressive a été accompagnée d'une sensible augmenta-

tion des puissances unitaires. Ainsi, en nous fondant sur les puissances moyennes des pirogues motorisées dans chacun des pays selon la littérature et les données compilées dans StatBase, on peut estimer que l'augmentation de la puissance motrice installée est de l'ordre de cent fois sur la période 1950-1980 et de trois cent quatre-vingt fois sur le demi-siècle.

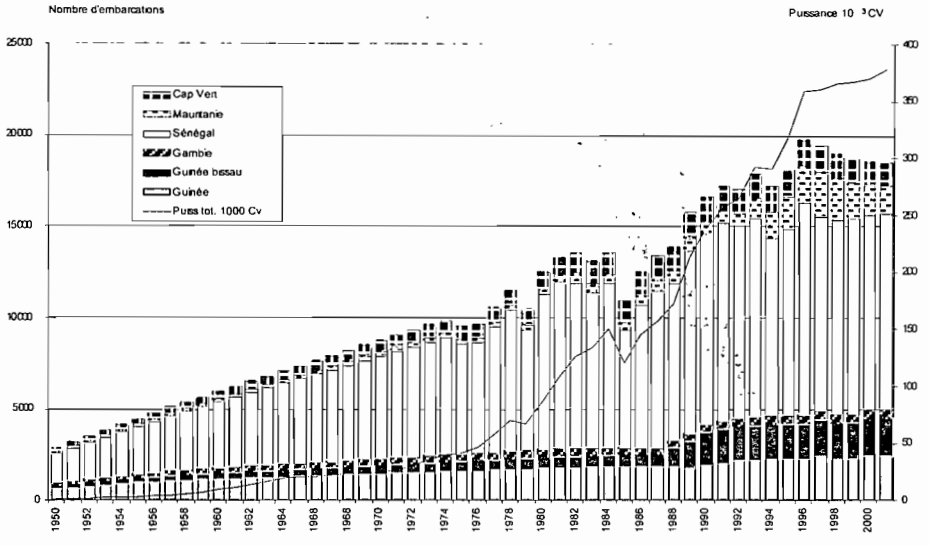


FIG. 5. — *Évolution du parc piroguier dans les pays de la Commission sous-régionale des pêches depuis 1950 et de la puissance motrice installée (10^3 CV) [sources données nationales et littérature].*

Number of boats and their combined horsepower (in 10^3 HP) in the SRFC area's small-scale fisheries (sources : national data and literature).

Cette augmentation de la puissance motrice installée n'est, bien entendu, pas proportionnelle à l'augmentation de la capacité effective de pêche du parc piroguier : on ne pêche pas, de façon automatique, deux fois plus avec un moteur de 20 CV qu'avec un moteur de 10 CV. Cependant, si l'on tient compte du fait que, corrélativement au processus de motorisation, il y a eu augmentation des taux d'activité, allongement de la taille des embarcations et des engins de pêche et enfin que le rayon d'action des embarcations s'est allongé, il apparaît évident que sur le demi-siècle écoulé la pression de pêche artisanale s'est considérablement intensifiée dans les pays de la C.S.R.P.

Les données de production n'existent pas pour les périodes anciennes, quelques observations ponctuelles d'experts en mission mises à part. Il n'est donc possible de reconstruire cette production [1] que pour la période très récente. Comme le montrent les figures 6 et 7, les captures semblent avoir augmenté pendant les quatre dernières années du XXe siècle et atteindraient quatre cent cinquante mille tonnes sur l'ensemble de la sous-région en 2000. En prenant cette dernière année comme référence, on notera la place tout à fait prépondérante tenue par les poissons pélagiques [2] qui forment à eux seuls quatre-vingt pour cent des débarquements totaux.

Les ressources démersales, quant à elles, approchent les vingt pour cent et les céphalopodes, cinq pour cent. Le Sénégal se taille la part du lion dans cette production sous-régionale avec soixante-treize pour cent du total. Il est suivi, mais à distance respectable, par la Guinée qui atteint treize pour cent du total.

1. — À la réserve près des données de la Mauritanie et de la Guinée Bissau pour lesquelles nous avons utilisé des estimations disponibles : Mauritanie (F.A.O., 1999) ; Guinée Bissau, vingt mille tonnes.

2. — Il s'agit principalement de petites espèces côtières.

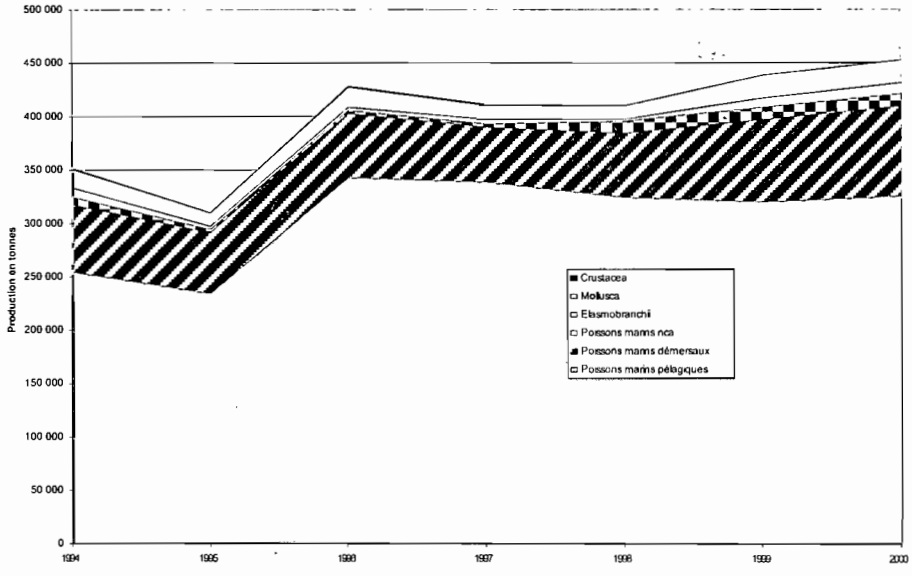


FIG. 6. — *Prises par catégories d'espèces de la pêche artisanale d'après les données statistiques des systèmes nationaux des pays de la Commission sous-régionale des pêches (Cap-Vert, Gambie, Guinée, Guinée Bissau, Mauritanie, Sénégal).*

Small-scale fishery catches by species according to the national statistical systems of the six countries of the SRFC.

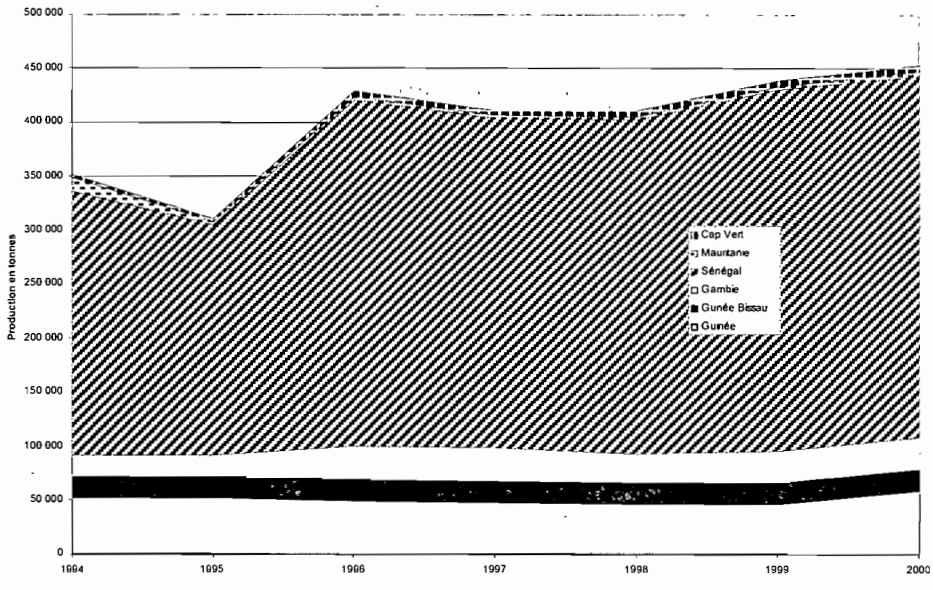


FIG. 7. — *Prises par pays de la pêche artisanale d'après les données statistiques des systèmes nationaux des pays de la Commission sous-régionale des pêches (Cap-Vert, Gambie, Guinée, Guinée Bissau, Mauritanie, Sénégal).*

Small-scale fishery catches by countries according to the national statistical systems of the six countries of the SRFC.

Pêche industrielle

L'évolution de la pêche industrielle sur le demi-siècle est caractérisée par l'existence de quelques pêcheries anciennes en place dès le début du siècle. Ainsi opéraient déjà en 1950 près des côtes de l'actuelle Mauritanie, les pêcheries visant les langoustes, la courbine et les merlus.

Une pêcherie aux poissons démersaux côtiers exploitait, quant à elle, pour les marchés locaux une large zone s'étendant des côtes mauritaniennes au Libéria.

Les années cinquante voient le développement de la pêcherie thonière et dix années plus tard, alors que les pays acquièrent progressivement leur indépendance, s'installent des pêcheries spécialisées étrangères ciblant respectivement les crevettes, les céphalopodes et les petits pélagiques (CHAVANCE & CHAVANCE, 2004).

Elles vont progressivement étendre leur activité sur les différents fonds de pêche favorables de la sous-région.

Dans les années soixante et soixante-dix, émergeront progressivement les pêcheries démersales domestiques sur la base des pêcheries côtières existantes avec, dans ce domaine, la grande précocité du Sénégal.

Fait assez rare pour être signalé, deux pêcheries peuvent être considérées comme arrêtées. Ce sont d'une part la pêche, d'origine canarienne, à la courbine, qui opérait en zone côtière mauritanienne et qui s'est en fait transformée vers la moitié des années soixante-dix en pêche artisanale domestique ; d'autre part la pêcherie langoustière, d'origine française, présente dès 1910 également en Mauritanie, qui s'est « arrêtée » ou plus exactement s'est très fortement ralentie en 1993 pour des raisons de surexploitation (F.A.O., 1999).

Dans l'état actuel de disponibilité et de structure des données, il est impossible de reconstituer de façon simple l'évolution quantitative des différentes pêcheries industrielles dans son ensemble.

On peut distinguer deux types d'obstacles : pour les pêcheries des pays côtiers, pour les pêcheries étrangères.

Pour les pêcheries des pays côtiers, dans certains cas favorables comme le Sénégal, le suivi est ancien et de bonne qualité. Il est alors possible de mesurer l'évolution de la pêcherie en terme d'effort et de débarquement depuis sa naissance comme l'indique la figure 8. Dans ce cas, on peut vérifier le formidable essor de la pêcherie dans les années soixante-dix suivi par une baisse puis une stagnation de la production malgré une augmentation de l'effort de pêche.

Malheureusement, pour les autres pêcheries nationales, les suivis sont très récents et ne permettent pas de reconstituer des séries complètes. Il n'existe dans ces cas pas de source d'information de rechange.

Pour les pêcheries étrangères, les données disponibles, à l'échelon des pays, commencent à faire leur apparition sur la période récente à travers la mise en place des suivis par observateurs ou des journaux de pêche.

Sur les périodes antérieures, seules quelques données partielles sont parfois disponibles auprès des autorités nationales, car communiquées par les pays sans possibilité de contrôle par ceux-ci.

D'une façon générale, elles ne permettent pas de reconstituer les séries. Les données les plus complètes concernant ces flottilles se trouvent auprès des pays pêcheurs et si un travail de récupération, parfois de nouvelles saisies, a été entamé dans le cadre de Siap — pour la pêche portugaise (RIBEIRO et al. 2003), espagnole et la pêche basée en Côte-d'Ivoire (MÉNARD *et al.*, 2002) — nous sommes encore loin d'aboutir à une reconstruction satisfaisante.

En la matière, les seules données complètes sont donc celles provenant de la F.A.O. et présentées dans ce volume par GARIBALDI & GRAINGER (2004 : pp. 99-112). Celles-ci souffrent donc des difficultés évoquées en début d'article et ne peuvent servir à une comparaison au niveau des zones économiques exclusives.

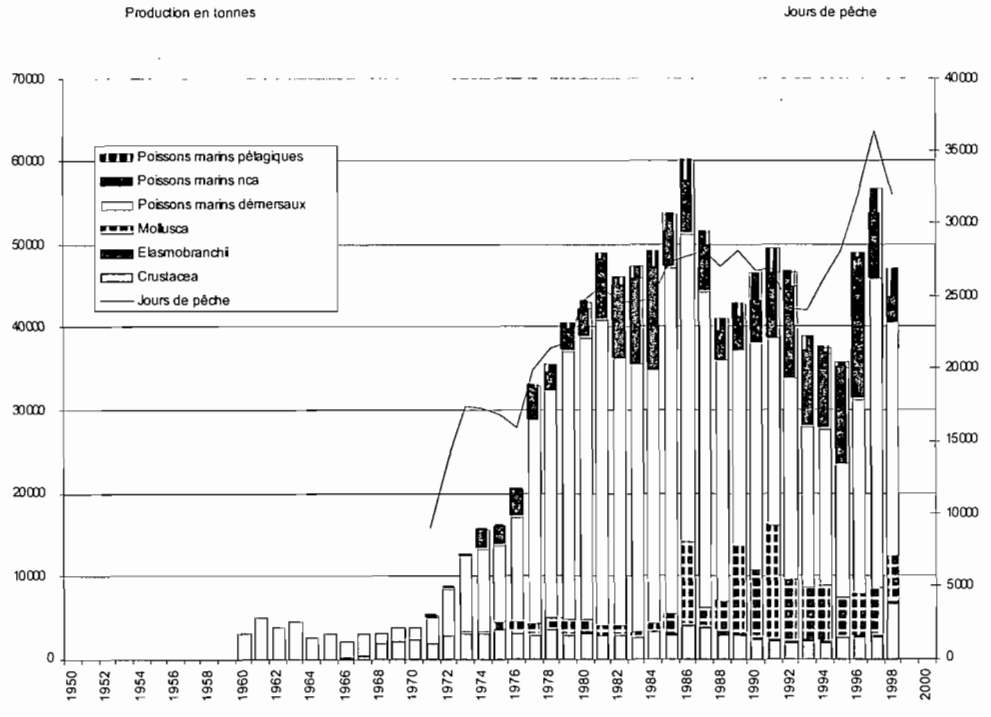


FIG. 8. — *Évolution de la pêche industrielle chalutière sénégalaise (sources : GARCIA* et al., *1979, C.R.O.D.T. et D.P.S.P.).*

Development of the Senegalese industrial trawl fishery (sources: GARCIA *et al.*, 1979, CRODT and DPSP).

DISCUSSION & CONCLUSION

À PARTIR de cet exemple de l'Afrique du nord-ouest et des six pays de la Commission sous-régionale des pêches, nous avons vu que les systèmes actuels de collecte et de compilation des statistiques de captures sont largement perfectibles ; ils peuvent et doivent progresser dans deux directions principales.

La première direction, de nature qualitative, aurait pour objectif une meilleure prise en considération des composantes actuellement mal suivies par les dispositifs en place. En effet ces derniers, conçus pour suivre les débarquements ou les captures conservées, ne permettent pas d'apprécier l'ensemble des prélèvements effectués sur les écosystèmes ni l'ensemble de la production. Les biais concernent les rejets, la pêche illicite/pirate, la pêche non déclarée et la pêche non suivie [1]. Une prise de conscience internationale sur l'importance de mieux évaluer cette « partie immergée de l'iceberg » a vu le jour et un plan d'action international a été adopté, en 2001, sur la question de la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (F.A.O., 2001). En matière de rejet et de pêche non suivie, la principale difficulté proviendra d'un besoin accru de moyens pour assurer l'extension et le renforcement technique des suivis. Notre appréciation des pêches peut radicalement changer du fait de la prise en considération de ces nouveaux élé-

1. — Comme, dans le cas des pays de la C.S.R.P., la majorité des pêches sportives ou de certaines pêches artisanales très côtières ou pratiquées du bord.

ments ; à titre d'exemple rappelons les travaux de ALVERSON *et al.* (1994) qui estiment entre dix-huit et quarante millions de tonnes l'importance des rejets au niveau mondial.

La seconde direction pour une amélioration sensible viserait, quant à elle, à une meilleure compatibilité et complémentarité des deux sources d'information statistiques que sont d'une part celles émanant des pays pêcheurs et d'autre part celles provenant des pays côtiers. Les vocations de ces deux dispositifs sont, et restent, distinctes : le système « international » garantit le suivi global et la perception des tendances à moyen et à long terme sur de grands ensembles éco-géographiques. Les systèmes côtiers répondent, quant à eux, aux besoins des autorités côtières en matière de gestion et relèvent aussi de leur responsabilité dans le cadre du Nouveau Droit de la mer. La complémentarité de ces deux dispositifs doit être améliorée car, dans la situation actuelle, ils ne permettent pas, en particulier pour les pêches industrielles, de construire des images compatibles.

Pour aller dans cette direction, un important travail de révision des normes et des procédures, de coordination des services techniques est à concevoir et à mettre en place. Ce travail cumule cependant plusieurs difficultés sérieuses : il concerne des systèmes internationaux lourds et par conséquent lents à faire évoluer ainsi que des systèmes nationaux parfois difficiles à mobiliser faute de moyens humains et financiers. Il se heurte en outre à un climat de méfiance entre pays côtiers et pays pêcheurs liés aux importants enjeux économiques associés à la délivrance ou non d'autorisations de pêche. Tout ceci empêche de progresser sur le plan technique et une action internationale serait, là aussi, probablement nécessaire.

Enfin, alors qu'ils fournissent une part essentielle et croissante des produits de la mer à l'échelon mondial, nous noterons que les pays en voie de développement rencontrent des difficultés à faire face aux implications statistiques du Nouveau Droit de la mer, comme nous l'avons vu à propos des pays de la C.S.R.P. Selon la F.A.O. (2002), les efforts financiers apportés au cours de la dernière décennie à la création de systèmes statistiques nationaux et à leur maintenance auraient même nettement diminué. Il semble donc particulièrement urgent d'inverser cette tendance et de veiller à conforter ces systèmes statistiques. Faute de quoi on risque de pouvoir tout affirmer, ainsi que son contraire, sur les pêches et leurs impacts sur les écosystèmes et les sociétés.

REMERCIEMENTS

CE TRAVAIL a été conduit dans le cadre du projet Siap (Système d'information et d'analyse des pêches) financé par l'Union européenne. L'auteur remercie les membres du module Stat-Base pour leur fructueuse collaboration ainsi que A. CAVERIVIÈRE, F. DOMAIN, S. GARCIA et D. PAULY pour leurs commentaires à diverses étapes de la rédaction.

BIBLIOGRAPHIE DES sources citées

ALVERSON (D. L.), M. H. FREEBERG, S. A. MURAWSKI & J. G. POPE, 1994. — *A Global Assessment of Fisheries by Catch and Discards*, FAO Fisheries Technical Paper, n° 339, Rome, FAO, 233 p.

BARRY (M. D.), D. THIAO & S. NDAW, 2004. — « Structure des statistiques de pêche maritime sénégalaise dans la base régionale StatBase », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 25-36.

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU, 1994. — *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche sénégalaise*, 2 t., Symposium de Dakar, 8-13 févr. 1993, Orstom, 98 p. et 424 p. (coll. *Colloques et Séminaires*).

BELLEMANS (M.) & C. MONTEIRO, 2000. — *Revue du système statistique pour la pêche artisanale dans l'archipel du Cap-Vert*, rapport de mission, Développement des pêches au Cap-Vert, Projet F.A.O./GCP/-CVI/033/Net, 17 p.

BOUJU (S.), 1992. — « Pêcheurs migrants sur les côtes de Guinée du XVIIe siècle à nos jours », *Doc. Scient. Cent. Nat. Sci. Halieut*, Boussoura, Conakry, 16, 73 p.

BOUJU (S.), 1999. — « Autochtones, migrants et technotopes ou l'appropriation des espaces sociaux de production », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 211-231

C.N.S.H.B., 1996. — *Bulletin statistique des Pêches année 1995*, C.N.S.H.B., Ministère des Pêches et de l'Élevage, Bulletin statistique n° 1, 34 p.

C.S.R.P., 2002. — Lanyi 17 : Opération de surveillance sous-régionale de lutte contre la pêche illicite, non déclarée et non réglementée, *Échos de la C.S.R.P.*, Revue de liaison de la Commission sous-régionale des pêches : pp. 10-13.

CHAUVEAU (J.-P.), 1988. — « Note sur l'histoire de la motorisation dans la pêche artisanale maritime sénégalaise », *in* Cirad/Mesru, économie de la mécanisation en région chaude, Montpellier sept. 1988 : pp. 19-30.

CHAUVEAU (J.-P.), 1991. — « Les variations spatiales et temporelles de l'environnement socio-économique et l'évolution de la pêche maritime artisanale sur les côtes ouest africaines : Essai d'analyse en longue période : XVe-XXe siècle », *in* CURY & ROY (éd., 1991) : pp. 14-25.

CHAVANCE (P. N.) & P. CHAVANCE, 2004. — « Les grandes pêcheries ayant opéré en Afrique de l'ouest depuis 1950 : typologie et distribution », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 153-164.

CHAVANCE (P.) & G. DOMALAIN, 1999. — « Notes sur les captures et les efforts de la pêche artisanale maritime », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 277-293.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement*, actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-xx p., ann., 6 pl. h.-t. coul., ISBN 92-894-0000-0 (Coll. Rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n 15, Vol 1).

CHRISTENSEN (V.), P. AMORIM, I. DIALLO, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. MENDY, M. M. OULD TALEB OULD SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY, M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY, 2004. — « Trends in Fish Biomass Off Northwest Africa, 1960-2000 », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004): pp. 377-386.

CURY (P.) & C. ROY, 1991. — *Pêcheries ouest-africaines : Variabilité, instabilité et changement*, Orstom, 525 p.

DAMIANO (A.), P. CHAVANCE, L. THIBAUT & G. DOMALAIN, 2002. — *Manuel StatBase (version 2.1)*, Projet Siap/FIAS, Système d'information et d'analyse des pêches, Document technique StatBase, 10, 59 p.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd.), 1999. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, I.R.D.-C.N.S.H.B., 393 p.

DURAND (J.-R.), J. LEMOALLE & J. WEBER (éd.), 1989. — *La recherche face à la pêche artisanale*, t. II, Symposium international Orstom-Ifremer, Montpellier (France), 3-7 juill. 1989, Orstom, 1 070 p. (coll. *Colloques et Séminaires*).

EDESON (W. R.), 1999. — *Definition of Nationality of Catch. Legal Aspects of the Collection of Fisheries Data*, XVIII Session Coordinating Working Party on Fishery Statistics, CWP- 18/10-FAO, 19 p.

F.A.O., 1990. — *Rapport du groupe de travail ad hoc sur les stocks côtiers démersaux vivant entre le sud de la Mauritanie et le Libéria*, COPACE-PACE Séries, 78/8, 99 p.

F.A.O., 1979. — *Évaluation des stocks et aménagement des pêcheries de la Z.E.E. mauritanienne*, Rapport du 4e groupe de travail C.N.R.O.P., Nouadhibou, Mauritanie, 7-13 déc. 1998, COPACE-PACE Séries, 99/64, 180 p.

F.A.O., 2000-a. — Fishstat+, www.FAO.org/fi-/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp.

F.A.O., 2000-b. — *Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture*, Département des pêches de la F.A.O., 142 p.

F.A.O., 2001. — *Plan d'action international visant à prévenir, contrecarrer et à éliminer la pêche illicite, non déclarée et non réglementée*, Rome, F.A.O.. 27 p.

F.A.O., 2002. — Statistiques relatives aux pêches : fiabilité et incidence sur les politiques. http://www.FAO.org/fi/statist/statistf.as.

FERRARIS (J.), V. FONTENEAU & B. A. SY, 1993. — *Structure de la base de données « pêche artisanale » et chaîne de traitement informatique*, Document scientifique C.R.O.D.T., 192.

GARCIA (S.), F. LHOMME, J. CHABANNE & C. FRANQUEVILLE, 1979. — « La pêche démersale au Sénégal : historique et potentiel », *in* F.A.O. 1979 : pp. 59-90.

GARIBALDI (L.) & R. GRAINGER, 2004 — « Chronicles of Catches from Marine Fisheries in the Eastern Central Atlantic for 1950-2000 », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004): pp. 99-112.

GASCUEL (D.), 2004. — « 50 ans d'évolution des captures et biomasses dans l'Atlantique Centre-Est : analyse par les spectres trophiques de captures et de biomasses », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 415-420.

LALOE (F.) & A. SAMBA, 1990. — *La pêche artisanale au Sénégal : ressource et stratégies de pêche*, Orstom, 395 p. (coll. Études et Thèses).

MCGLADE (J.), P. CURY, K. A. KORANTENG, N. HARDMAN-MOUNTFORD (éd.), 2002. — *The Gulf of Guinea Large Marine Ecosystem. Environmental Forcing & Sustainable Development of Marine Resources*, Elsevier, 392 p.

MÉNARD (F.), V. NORDSTRÖM, J. HOEPFFNER & J. KONAN, 2002. — « A Database for the Trawl Fisheries of Côte d'Ivoire: Structure and Use », *in* MCGLADE *et al.* (ed., 2002) : pp. 275-287.

MENDY (A.), 2004. — « Trends in Gambian Fisheries and Fisheries Statistics », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004): pp. 69-78

RIBEIRO (C.), P. J. GONÇALVES, A. MOREIRA & K. A. STOBBERUP, 2004. — « The Portuguese Industrial Fisheries in Northwest Africa during the 20th century », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004): pp. 79-98.

THIBAUT (L.), P. CHAVANCE & A. DAMIANO, 2004. — « StatBase, une approche générique pour la gestion de statistiques de pêche d'origines multiples », *in* CHAVANCE, *et al.* (éd., 2004) : pp. 11-24.

WATSON (R.) & D. PAULY, 2001. — « Systematic Distortions in World Fisheries Catch Trends », *Nature*, 414, 29 Nov. 2001: pp. 534-536.

WATSON (R.), 2004. — « Mapping Marine Fisheries Catches and Related Indices of West Africa: 1950 to 2000 », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004): pp. 131-138.

Mapping Marine Fisheries Catches of West Africa: 1950 to 2000

— Article —

Cartographie des prises halieutiques d'Afrique occidentale : 1950 à 2000

— Article —

Reg WATSON [1]

1. — *Senior research associate, Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

ABSTRACT

A NEW approach is presented which allows broad regional landing statistics from FAO and other sources to be examined as detailed catch maps using available knowledge of the distribution of commercial species and historical records of fishing access arrangements. Results are presented as time series compositions and as regional maps detailing changes since 1950 to 2000. These catches can be related to current exclusive economic zone boundaries and to the areas represented by ecological models (such as Ecospace), facilitating better use of landing statistics in economic, ecological and other analysis.

Key words

Mapping — Catch — Methods — West Africa — Modelling

RÉSUMÉ

UNE nouvelle approche est présentée qui permet d'examiner en détail les données de la F.A.O. ou d'autres, sous forme d'une cartographie des prises, elle-même fondée sur les connaissances existantes de la distribution des espèces exploitées, et une documentation de l'historique des accords de pêche. Les résultats sont présentés sous forme de séries temporelles et d'une cartographie régionale qui, ensemble, documentent les changements survenus entre 1950 et 2000. Les prises peuvent être exprimées au niveau des zones exclusives économiques et aux aires couvertes par des modèles spatiaux (Ecospace), permettant ainsi une meilleure analyse des prises dans des contextes économiques, écologiques, ou autres.

Mots clés

Cartographie — Prises — Méthodes — Afrique occidentale
Modélisation

INTRODUCTION

CATCH statistics are a vital element in the investigation of all aspects of fishing. For the countries of northwestern Africa there are a variety of data sources, but none publicly available offers the coverage provided by the landing statistics produced by the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (FAO, 2002). Moreover, this part of the world is provided with a series of sub areas and divisions as established by the Fisheries Committee for the Eastern Central Atlantic Fisheries (CECAF) in the early 1970s which greatly improved the spatial precision of the reported landings compared to the very large statistical areas usually used by FAO for reporting. Unfortunately though FAO's statistics are available from 1950, data by CECAF divisions are available only since 1970.

Construction of ecosystem and other spatial models require catch data that are georeferenced to a much finer precision than that typically provided by data sources such as those from FAO. The aerial extent of these models is usually in the 100s to 1000s of km^2, whereas the statistical reporting areas can exceed 10 million km^2. With data represented by such large regions, it is not possible to prorate accurately the landings data simply by any ordinary aerial method, in order to estimate the catches assumed to come from the small areas being represented by most spatial models. Moreover, observer data could be used to georeference successfully the catches but only a very small fraction of them is available. An attempt to fill in these data gaps through modelling is now available.

It is possible to use information about the distribution of the reported taxa, as well as the fishing access of the reporting country (in the year for which the catch was reported) to limit and even prioritise fine regions of the potential catch area within the statistical areas being cited. We produced comprehensive databases which describe the global distribution of all commercial marine taxa, and also the areas of agreed and/or observed fishing access by functional taxon group for each fishing nation for every year since 1950. A computer program called SimMap (WATSON *et al.*, 2001) was used in conjunction with these databases to convert large-scale records of landings, such as those from FAO, to grid-like maps of catches for each taxon, country and fishing year. Through this process, which relies on spatial cells measuring a half-degree of latitude and longitude as the basic unit, it was possible to make landing data useable in the spatial modelling process.

MATERIAL & METHODS

FOR each reported landing statistic, in addition to the weight of the landings, there is usually the same type of information available: the reporting year, the taxonomic identity of the product landed, the country reporting the catch and the statistical area from which the product was taken. Each of these pieces of information supplies clues as to the specific area of the sea from which the catches were taken.

The procedures used by the SimMap program can be viewed as the process of 'deciding', on the basis of the constraints provided by these data, specifically where the catches could not have come from, as opposed to the whole of the large statistical reporting area that serves as our starting point.

For the most part we accept that the catches were likely taken from within the geographical confines of the statistical reporting area indicated by the landing record. But we need much more information to work with. We know the taxon or specific identity of the organism being described. Sometimes this is defined with precision but it can be described in vague terms such as 'miscellaneous fishes'. Nevertheless, knowing the specific or broader identity of an organism allows us to use information on its distribution to eliminate some of

the potential catch area or at least decide that some of the potential catch area is a more likely origin. For all marine organisms at least, some information is available. FishBase (FROESE & PAULY, 2000), for example, provides information as to the depth and latitudinal ranges, and the habitat requirements of most fishes (commercial or otherwise). Similar information can be gathered for commercial non-fish species (*e.g.* www.cephbase.org). Notably, it is usually possible to know whether a specific commercial organism has ever been reported from a particular FAO statistical reporting area. Our project has compiled such a comprehensive database, and this is used in the process of prorating catches reported as landing statistics to a system of rectangular spatial cells measuring 30 minutes of longitude by 30 minutes of latitude (nearly 260,000 are needed to cover the earth and 4,915 are required to represent the Eastern Central Atlantic).

The process of transforming statistical landings data into catch by spatial cells will be referred to as spatial allocation (fig. 1). Catch will only be allocated from cells where the organism has been found (otherwise the catch's taxonomic description or the organism's distribution are in error). This usually means that of the many spatial cells within an FAO statistical area, a certain fraction could not have been the origin of the catch being reported. Moreover, of the possible cells, some are more likely to have produced more of the catch based on their depth, latitude etc. As organisms are less abundant near the extremes of their ranges, some cells would be expected to allow greater landings than others.

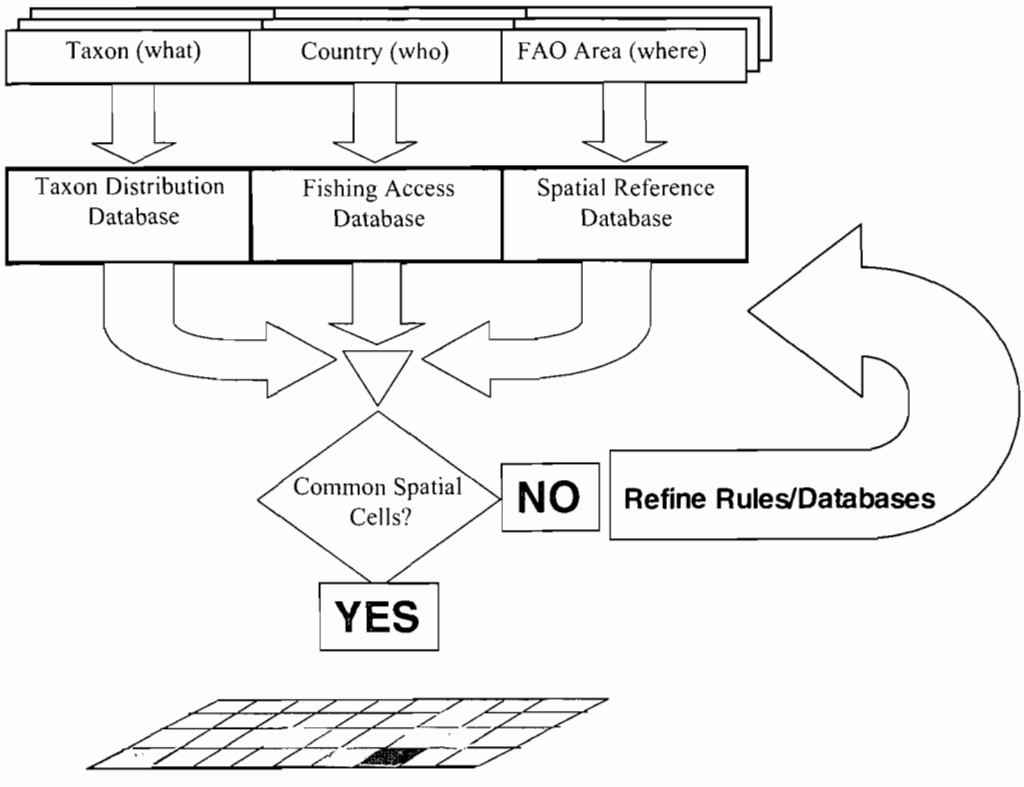


FIG. 1. — Allocation of fisheries landings statistics to spatial cells within SimMap program.

Attribution des prises halieutiques à des cellules spatiales par le logiciel SimMap.

Of those cells that remain as a possible origin for the catch, some will not be in areas where the reporting country was allowed to, or was known to fish that year (at least for that organism). Our comprehensive database of fishing access includes records of fishing agreements which builds on the

Farisis database assembled by FAO (1999), as well as information from many published accounts. It takes note of the year when the exclusive economic zones (EEZ) were declared, but more importantly, we have estimates of when they were put into effect. This is an important factor when deciding on the origin of catch as most of the world's marine landing are taken in coastal waters which now lies within the boundaries of the EEZs of coastal states. Many countries allow other nations to fish under agreements but some reserve these rights for their own nation's fishing fleets. Most agreements place restrictions on access, often limiting catches to a group of species, or to a type of fishing method. Illegal access is known to have occurred in some coastal areas in some years. All of this information is important when deciding on the origin of commercial catch.

Combining the distribution of marine taxa with information on the fishing access by a country restricts the potential origin of catches in any one year to a subset of spatial cells defined for the world's oceans. If there is no overlap between the area for which the catch was reported, the range of the taxa's distribution, and the area of fishing access then either the reported landing record, the databases or the rules applied are in error. Though the development of this process we have made significant improvements to our databases such that now approximately 99.5 per cent of landings (by weight) can be allocated to spatial cells. Records have been discovered that appear in error and these have been referred back for review to the organisations that manage the landing records.

Allocation of the FAOs landings records produces an extensive database consisting with approximately 200,000 files describing the catch (tonnes per square kilometre) for each of the global spatial cells, for each reported taxa-country combination, for each of the 51 reporting years (1950 to 2000 inclusive). Each of these can be viewed as a map describing the global catch. Catch in tonnes per square kilometre rather than catches are mapped as the area of spatial cells changes with latitude. Linking this data with other information such as the trophic level of taxa, or their ex-vessel price, or even whether they are the food of marine mammals (KASCHNER *et al.*, 2001) allows considerable additional analysis to be performed. For example we used FAO prices for groups of marine organisms ($US) to produce maps of the landed value of catches in the year the catches were taken.

RESULTS

AFTER FAO landings records have been allocated to a global system of spatial cells it is possible to produce maps showing the catch rate of any taxonomic group and any country for any year after 1950. Included here are examples that show maps for all taxa and by all countries combined for the years of 1950, 1970 and 2000 (fig. 2-a, -b, -c, Plate IV). As expected, the pattern of catch rates shows an expansion offshore over the last half century. In addition, there are concentrations of catch rates inshore near the northern Mauritanian border and near the northern border of Guinea.

Using prices published for commercial taxa it was also possible to produce maps of catch value for any taxonomic group, country or year. For comparison with maps of catch rates we produced similar ones for catch value for all taxa and countries combined for 1950, 1970 and 2000 (fig. 2-d, -e, -f, Plate IV) were included. Again, coastal areas show the largest catch value rates, though it is clear that some of the valuable catch occurs just outside the boundaries of current EEZs. As with the catch rates, there is a general level of background catch in the offshore areas which increases by year and is comprised mostly of tunas and other large pelagics.

By aggregating the catch of all taxa within the EEZs of the countries of West Africa for each year since 1950, it was possible to create graphics showing changes in catch through time (fig. 3).

Scaling each graph separately allows the patterns of catches to be compared.

The catch series from many countries EEZ shows rapid fluctuations that are not likely to have resulted from biological changes but rather from changes in the arrangements for the access of foreign vessels. Changes in access arrangements in one country can affect its neighbours as foreign fleets struggle to access coastal resources.

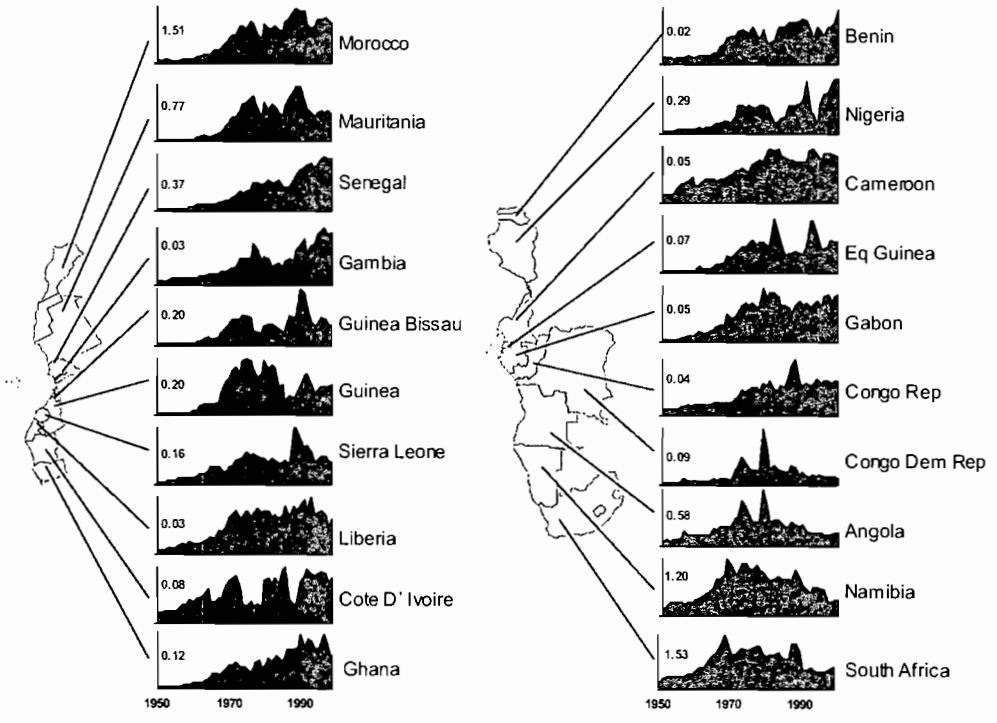


FIG. 3. — Historical catches in million t from 1950 to 2000 for the countries of West Africa, based on catches allocated to their current EEZ areas. Country series scaled individually to maximum year (prepared by A. KITCHINGMAN).

Prises historiques en million de tonnes de 1950 à 2000 pour les pays d'Afrique occidentale, distribuées dans les Z.E.E. Les échelles sont calibrées sur la valeur maximale pour chaque pays (exécution : A. KITCHINGMAN).

DISCUSSION

THE maps presented show preliminary findings based on our catch allocation process. The results were based on FAO data but did not use subarea data available since 1970. This, and detailed comparison with local datasets for verification purposes will be pursued. It is possible that additional information, especially with regard to historical fishing access, will be discovered which will be able to improve the allocation process. We are also aware that the boundaries we have used to represent the EEZs of some countries are not completely accurate, and in some cases are under review. This will change the results of the allocation process and the subsequent results.

The process described here has supported efforts to extend individual spatial models using Ecospace (WALTERS *et al.*, 1999) of the North Atlantic to an

analysis of biomass changes in the entire ocean basin revealing dangerous declines in biomass of higher trophic level species (CHRISTENSEN *et al.*, 2002). Catch maps such as presented here support work investigating changes to fisheries on a global scale including changes in the trophic levels of landings indicating generalised degradation (PAULY *et al.*, 1998; 2002). Analysis of catches which were mapped using the methods described here have revealed, contrary to widely published statistics, that global total of marine landings has been declining for many years, masked by systematic over-reporting (WATSON, 2001; WATSON & PAULY, 2001). This work, and updates to the work presented here, may be found at www.seaaroundus.org.

ACKNOWLEDGEMENTS

I WOULD like to acknowledge the funding and support provided to the fisheries centre of the university of British Columbia's sea around us project by the Pew Charitable Trusts of Philadelphia.

The author gratefully acknowledges the assistance of Ahmed GELCHU, Adrian KITCHINGMAN, Fredelito VALDEZ and Wilf SWARTZ in the preparation of data and databases, and the many agencies such as the Food and Agriculture Organization of the United Nations, the World Conservation Monitoring Centre and others that supplied vital data. Fisheries Centre colleagues, especially Daniel PAULY, Villy CHRISTENSEN, Jackie ALDER, Dirk ZELLER, Sylvie GUÉNETTE and Sheila HEYMANS were instrumental in this work.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

CHRISTENSEN (V.), S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, C. J. WALTERS, R. WATSON, D. ZELLER & D. PAULY, 2003. — « Hundred-Year Decline of North Atlantic Predatory Fishes », *Fish and Fisheries*, 4: pp. 1-24.

FAO (Food and Agriculture Organization), 1999. — *Fisheries Agreements Register (Farisis)*, 1-4. (Committee on Fisheries, 23d session, Rome, 1999, COFI/pp/Inf (E, 1998).

FAO (Food and Agriculture Organization), 2002. — *Fishstat Plus. Universal Software for Fishery Statistical Time Series*, Version 2.3, Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit, Rome.

FROESE (R.) & D. PAULY (ed.), 2000. — *FishBase 2000. Concepts, Design and Data Sources (International Centre for Living Aquatic Resource Management*, Los Baños (Philippines). [Distributed with 4 CD-Roms, updates on: http://www.fishbase.org.]

KASCHNER (K.), R. WATSON, V. CHRISTENSEN, A. W. TRITES & D. PAULY, 2001. — « Modeling and Mapping Trophic Overlap Between Marine Mammals and Commercial Fisheries in the North Atlantic », *in* ZELLER *et al.* (ed., 2001): pp. 35-45.

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN, J. DALSGAARD, R. FROESE & F. Jr TORRES, 1998. — « Fishing Down Marine Food Webs », *Science*, 279: pp. 860-863.

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN, S. GUÉNETTE, T. J. PITCHER, U. R. SUMAILA, C. J. WALTERS, R. WATSON & D. ZELLER, 2002. — « Towards Sustainability in World Fisheries », *Nature*, 418 (8 Aug): pp. 689-695.

WALTERS (C.), D. PAULY & V. CHRISTENSEN, 1999. — « Ecospace: prediction of mesoscale spatial patterns in trophic relationships of exploited ecosystems, with emphasis on the impacts on marine protected areas », *Ecosystems*, 2: pp. 539-554.

WATSON (R.) & D. PAULY, 2001. — « Systematic Distortions in World Fisheries Catch Trends », *Nature*, 414 (29 Nov): pp. 534-536.

WATSON (R.), 2001. — Spatial Allocation of Fisheries Landings from FAO Statistical Areas 61 and 71, in *The Marine Fisheries of China: Development and Reported Catches*, Univers. British Columbia, Vancouver (Canada), Fisheries Centre Research Reports, 9(2): pp. 28-45. [Available online at www.fisheries.ubc.ca]

WATSON (R.), A. GELCHU & D. PAULY, 2001. — « Mapping Fishing Landings with Emphasis on the North Atlantic », *in* ZELLER *et al.* (ed., 2001): pp. 1-11.

ZELLER (D.), R. WATSON & D. PAULY (éd.), 2001. — *Fisheries Impacts on North Atlantic Ecosystems: Catch, Effort and National/Regional Data Sets*, Univers. British Columbia, Vancouver (Canada), Fisheries Centre Research Reports, 9(3). [Available online at www.fisheries.ubc.ca]

Évolution des prises accessoires des pêcheries spécialisées crevettière & merluttière dans les eaux mauritaniennes de 1959 à 2000

— Article —

Trends in the By-Catch of Shrimp & Hake Fisheries in Mauritanian Waters, 1950 to 2000

— Article —

Mika DIOP [1], Ignacio SOBRINO [2], Lourdes FERNÁNDEZ [3], Teresa GARCÍA [4] & Ana RAMOS [5]

1. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

2. — Biologiste, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O.), [*Spanish Institute of Oceanography*], Muelle de Levante (Puerto Pesquero), Aula del Mar, 11106, Apdo. 2609, Cadiz (Espagne).

3. — Biologiste, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O.), [*Spanish Institute of Oceanography*], Puerto Pesquero S/N Apdo 285, 29640 Fuengirola, Malaga (Espagne).

4. — Biologiste, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O.), [*Spanish Institute of Oceanography*], Puerto Pesquero S/N Apdo 285, 29640 Fuengirola, Malaga (Espagne).

5. — Halieute, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O), [*Spanish Institute of Oceanography*], Puerto Pesquero S/N Apdo 285, 29640 Fuengirola, Malaga (Espagne).

RÉSUMÉ

APRÈS un bref rappel du contexte dans lequel se situe ce travail, l'évolution des prises accessoires des pêcheries crevettière et merluttière dans les eaux mauritaniennes est analysée de 1950 à 2000.

Ces prises sont constituées principalement de poissons démersaux (représentés essentiellement par les Sparidés), de céphalopodes (poulpe, seiches et calmar) et de petits pélagiques.

Mots clés

Prises accessoires — Crevettiers — Merluttiers — Mauritanie

ABSTRACT

FOLLOWING a brief recall of the context of this work, the by-catch of shrimp and hake fisheries operating in Mauritanian waters are analysed for the years 1950 to 2000. This by-catch is mostly composed of demersal fishes (essentially Sparidae), cephalopods (common octopus, cuttlefishes and European squid) and small coastal pelagic fishes.

Key words

By-catches — Shrimp Fishery — Hake Fishery — Mauritania

INTRODUCTION

LES eaux du plateau et du talus continentaux de la Mauritanie renferment diverses espèces de crevettes et de merlus qui ont été exploitées par de nombreuses pêcheries lesquelles sont décrites dans les rapports des groupes de travail sur ces espèces (F.A.O., 1978, 1986, 1990, 1997). Il est à noter que la pêcherie merluttière étrangère, principalement espagnole, a débuté vers les années cinquante alors que la pêcherie des crevettes n'a commencé que vers 1969. Ainsi, durant les années soixante et soixante-dix, en plus des pêcheries espagnoles, d'importantes flottilles industrielles de pêche chalutière démersale ont opéré dans la zone. Il s'agit de flottes soviétiques, portugaises et d'autres pays, qui ont réalisé des débarquements annuels supérieurs à cent mille tonnes entre 1973 et 1976 (F.A.O., 1990).
Actuellement, les crevettes et les merlus sont pêchés par les flottilles spécialisées de crevettiers et de merluttiers espagnols ; celles-ci travaillent dans le cadre d'accords de pêche Mauritanie-Communauté européenne depuis 1987. Avant cette période, elles opéraient dans le cadre d'accords bilatéraux. Les merluttiers opèrent sur le rebord du talus continental et parfois sur le plateau suivant les déplacements de l'espèce-cible ; cette pêcherie a été décrite par RAMOS & FERNÁNDEZ (1992). Les chalutiers crevettiers pratiquent deux pêches, côtière et profonde. Le même bateau travaille alternativement près de la côte puis au large dans la même journée. Le C.N.R.O.P. (1993) donne une bonne description de cette pêcherie crevettière.
La faune associée à ces espèces est une communauté de poissons abondants et variés qui constituent les captures accessoires où sont essentiellement représentés les poissons démersaux.

Il a semblé intéressant de capitaliser les données disponibles sur les prises accessoires des débarquements commerciaux des pêcheries merluttière et crevettière et d'analyser l'évolution de leur composition spécifique ; sont également analysées les données sur les prises accessoires obtenues à bord des bateaux commerciaux.

MÉTHODES DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT

AVANT de développer la méthodologie utilisée, voici quelques définitions permettant de comprendre la suite du texte (ALVERSON *et al.*, 1994) :

- *captures ciblées* : « espèces ou groupe d'espèces ciblées » (*target species*) ;
- *captures incidentes* : « captures retenues d'espèces non ciblées » (*incidental catch*) ;
- *captures rejetées* : « partie des captures retournées à la mer (*discards*) » ;
- *prises accessoires* : « captures incidentes + captures rejetées (*by-catch*) ».

Pour la détermination des prises accessoires dans les captures, les données ont été collectées en mer de 1991 à 1994, par les scientifiques de l'Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex-C.N.R.O.P.) qui ont échantillonné une fois par mois les captures des crevettiers et merluttiers lors des contrôles par les agents de la surveillance maritime embarqués à bord du navire mauritanien de surveillance. On a également utilisé les données de plusieurs campagnes d'observation espagnoles à bord des bateaux crevettiers et merluttiers (palangriers et chalutiers).
Pour les débarquements, les données ont été collectées par les scientifiques de l'Institut espagnol d'océanographie (I.E.O.) dans les ports de débarquements en Espagne. Une ventilation fine par espèce a été faite sur les débarquements de chalutiers crevettiers depuis 1989 et sur ceux des chalutiers merluttiers depuis 1992.

Une recherche bibliographique a permis de disposer de données historiques sur les prises accessoires des pêcheries crevettières dans les zones tropicales et tempérées et des pêcheries merluttières le long des côtes d'Afrique du nord-ouest.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

LES résultats et leur discussion seront présentés par pêcherie.

Crevettiers

Le tableau I résume les données disponibles sur le rapport prises accessoires/prises de crevettes des pêcheries crevettières de différentes régions du monde, des latitudes tropicales, subtropicales et tempérées. De l'analyse de ce tableau, il apparaît que les prises accessoires des pêcheries crevettières sont les plus élevées de toutes les autres pêcheries au niveau mondial ; ceci est en accord avec les observations de ALVERSON *et al.* (1994). Il existe cependant des différences notables entre zones. Ainsi, pour les pêcheries de latitudes tropicales, comprises entre 25° et 5° N, les rapports prises accessoires/crevettes sont plus élevés que ceux des pêcheries des zones tempérées et subtropicales où ce rapport prises accessoires/crevettes est généralement de l'ordre de 5:1 (C.R.D.I., 1981). Des exceptions peuvent cependant être observées ; par exemple, un rapport variant de 1:1 à 3:1 a été observé en mer d'Arafura (environ 5° S) par UNAR (1970, cité par VENDEVILLE, 1984) ; et un rapport de 10:1 a été trouvé au Koweït (VENDEVILLE, 1984) ; POFFENBERG (1984) obtient également, dans la région centre-nord du golfe du Mexique, un rapport variant de 1:1 à 20,3:1 ; ceci s'expliquerait par une faible diversité pour le premier cas, par une pauvreté en crevettes dans le deuxième cas et une forte variabilité dans le temps pour le troisième cas.

TABLEAU I

Rapport prises accessoires/captures de crevettes pour différents secteurs (Source : DIOP, 1996)

By-catch /shrimp catch ratios in different areas (Source: DIOP, 1996)

SECTEURS	RAPPORT	LATITUDE	AUTEUR (S)
Zones tropicales			
Guyane française	11:1 à 12:1	5°N	VENDEVILLE (1984)
Brésil-Guyane	10:1	7°N	VILLEGAS & DRAGOVICH (1981) *in* VENDEVILLE (1984)
Mexique (côte Pacifique)	10:1 à 15:1	17,5° N	EHRHARDT (1970, 1980)
Texas	6:1 à 7:1	25° N	COMPTON (1960, 1961)
Floride	9:1	25° N	VINCENT (1950)
Inde	3,8:1 à 6,7:1	20° N	SUKAMARAN *et al.* (1982) SILAS *et al.* (1984)
Sénégal	8:1	13° N	CAVERIVIÈRE & RABARISON (1988)
Mauritanie	7:1 à 8:1	19° N	Présente étude
Zones tempérées et subtropicales			
Golfe du Mexique (côte Est)	4:1	27,5° N	BLOMO & NICHOLS (1974)
Californie	2:1 à 3,5:1	27,5° N	YOUNG *et al.* (1979) LARGE-SOTO (1981)
Mer Jaune (Chine)	4:1 à 8:1	28° N	VENDEVILLE (1984)
Tortugas	2:1	29° N	SIEBENALER (1952)
Caroline du Nord	5,4:1	34,5° N	WOLFE (1972) cité par KEISER (1977)

La figure 1 donne la relation entre les prises accessoires des pêcheries crevettières et la latitude. De l'analyse de cette figure, il est possible de dire que plus on se rapproche des hautes latitudes, plus le rapport prises accessoires/prises de crevettes est faible ; ceci serait en relation avec la diversité des espèces qui diminue des zones tropicales vers les zones tempérées et subtropicales.

Les estimations des prises accessoires de la flottille exploitant les crevettes dans les eaux mauritaniennes, fondées sur les données collectées en mer en-

tre 1991 et 1994, donnent un rapport prises accessoires/crevettes variant de 7:1 à 8:1 (tabl. I) [DIOP, 1996], assez proche de celui calculé par DIOP (*in* C.N.R.O.P., 1993).

Les données d'un observateur espagnol embarqué en 1992 sur des crevettiers opérant en Mauritanie (C.N.R.O.P.-I.E.O., 1993 ; SOBRINO & GARCIA, 1997) avaient permis d'estimer un rapport poissons/crevettes variant de 10:1 (pêche profonde) à 15,7:1 (pêche côtière) ; notons cependant, que seules les principales espèces-cibles avaient été prises en compte, *Penaeus notialis* Pérez-Farfante, 1967 et *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846), et que l'échantillonnage était limité à une période d'un mois. Un rapport moyen de 8:1, sur une année a été trouvé au Sénégal voisin (CAVERIVIÈRE & RABARISON, 1988) pour *P. notialis*.

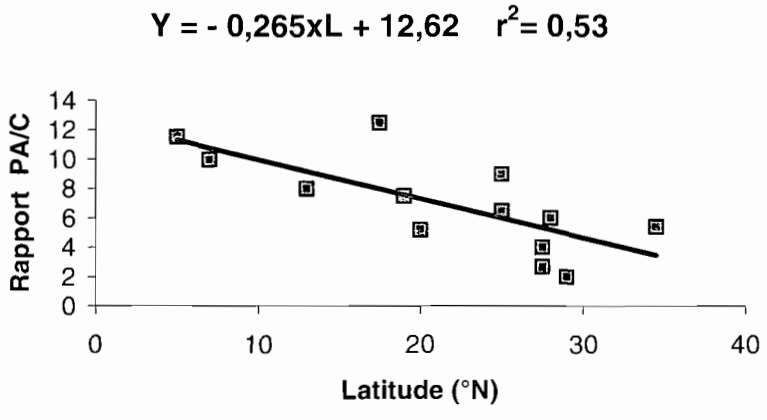


FIG. 1. — *Relation entre le rapport prises accessoires/captures en crevettes et latitude (Y = rapport; L = latitude).*

Relationship between yield of by-catches / shrimp catches and latitude (Y = yield; L = latitude).

Pour la zone mauritanienne, la valeur estimée du rapport (de 7:1 à 8:1 ; tabl. II) est assez comparable avec celle généralement trouvée dans les zones tropicales qui est de l'ordre de 10:1 (C.R.D.I., 1981) ; elle est également en concordance avec les résultats obtenus par d'autres auteurs à des latitudes comparables (tabl. II) et de ALVERSON *et al.* (1994) ; il apparaît donc normal que les prises accessoires des crevettiers soient importantes dans la zone d'étude.

TABLEAU II

Composition spécifique des débarquements (en %) de crevettiers opérant en Z.E.E. mauritanienne

Composition of shrimp trawler landings (%) in the Mauritanian EEZ

	CREVETTES	DIVERS CRUSTACÉS	POISSONS DEMERSAUX	CÉPHALOPODES	POISSONS PÉLAGIQUES	TOTAL
Pêche côtière	12,6	2,1	63,6	13,3	8,4	100
Pêche profonde	10,7	10,7	75,1	2,1	1,5	100

L'évolution de la composition des prises incidentes des crevettiers sera étudiée depuis 1989 — des informations antérieures à cette date ne sont pas disponibles. Entre 1989 et 2000, les captures en crevettes des chalutiers crevettiers espagnols ont oscillé entre mille cinq cents et quatre mille tonnes (fig. 2) ; les prises incidentes n'ont pas dépassé le maximum de quatre cent cinquante tonnes.

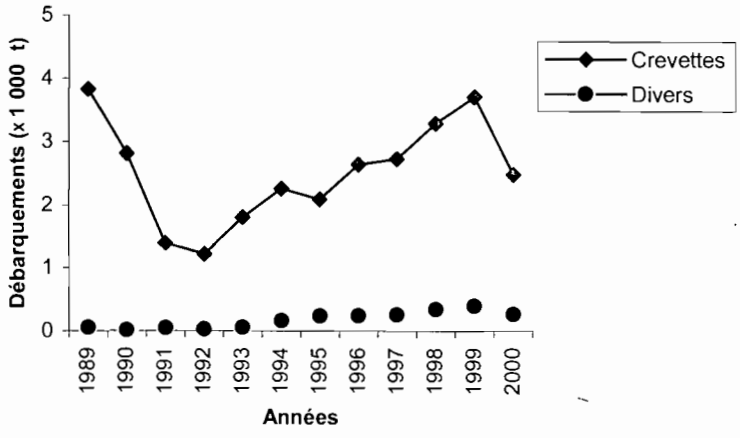


FIG. 2. — *Évolution des débarquements commerciaux des crevettes et prises incidentes.*
Trends in landings of shrimp and incidental catches.

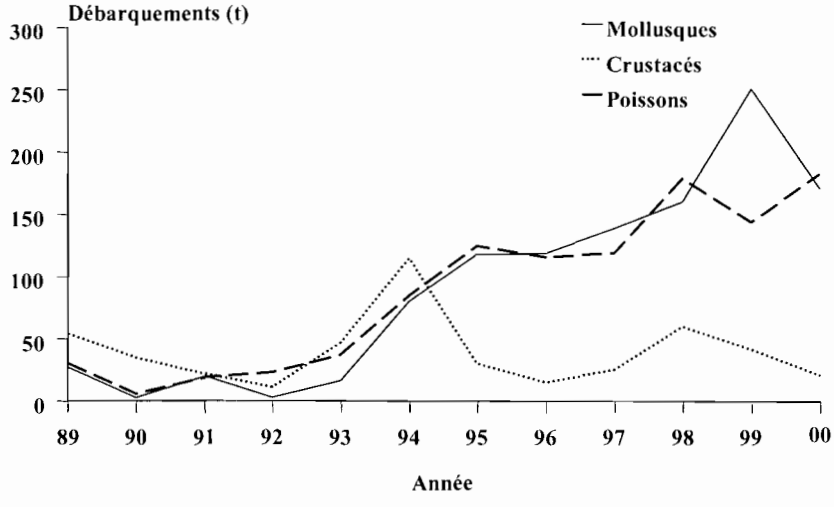


FIG. 3. — *Évolution des prises incidentes par grands groupes pour les crevettiers.*
Trends in the incidental catches of shrimp trawlers, by group.

D'une façon générale, on distingue deux périodes avec différents niveaux de prises incidentes :

— la première, de 1989 à 1994, avec des prises faibles n'atteignant pas cent tonnes par an ;

— la seconde, à partir de 1994 avec valeurs oscillant entre deux cent cinquante et quatre cent cinquante tonnes par an.

On distingue trois grands groupes dans les captures incidentes débarquées des crevettiers : autres crustacés, poissons démersaux et céphalopodes ; l'évolution de ces prises est présentée en figure 3 ; les prises en poissons démersaux et céphalopodes ont évolué à la hausse à partir de 1994 pour atteindre un maximum de deux cent cinquante tonnes (soit 4,5 p. cent des captures totales) en 1999. Pour le groupe « autres crustacés », les débarquements sont négligeables, à l'exception de l'année 1994 où ils ont atteint cent quinze tonnes. Le groupe « poissons » (fig. 4-a) est dominé par la lotte (*Lophius*

spp.), jusqu'en 1994 ; par la suite, on voit apparaître dans les débarquements les soles et les sélaciens, le pagre des tropiques *Sparus pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) et le merlu.

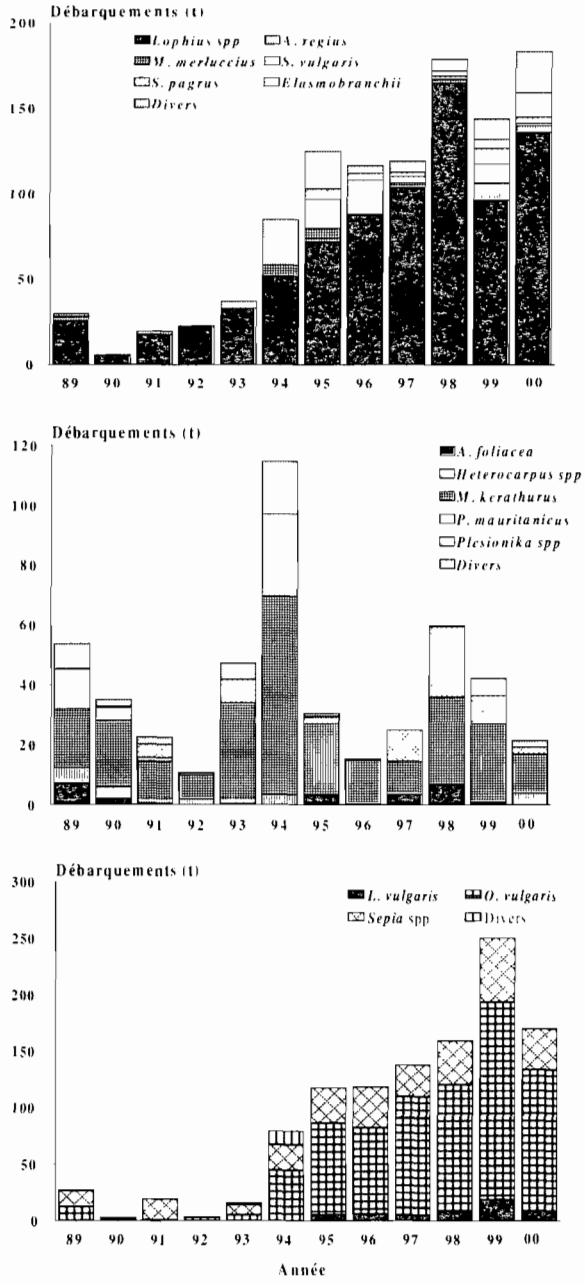


FIG. 4. — *Évolution de la composition spécifique des débarquements commerciaux des chalutiers espagnols : poissons(haut) ; crustacés (milieu); céphalopodes(bas).*

Temporal changes in the composition of landings by Spanish trawlers: fishes (top); shrimps (centre); cephalopods (bottom).

Pour les autres crustacés (fig. 4-b) les plus importants débarquements sont réalisés en 1994, l'espèce dominante dans la série historique étant *Melicertus kerathurus* (Forskal, 1775).

On signale également la présence pendant quelques années (1989-1995) de la langouste rose (*Palinurus mauritanicus*, Gruvel, 1911), qui disparaît des débarquements à partir de 1996. Entre 1997 et 1999, les mises à terre de *Plesionika* spp. égalent presque celles de *Melicertus*. En ce qui concerne les mollusques céphalopodes (fig. 4-c), leur part est négligeable jusqu'en 1994 ; par la suite, on observe d'importants débarquements de seiches et du poulpe ; à partir de 1995, on voit apparaître le calmar à de faibles proportions et les divers ne sont plus mentionnés.

Merluttiers

Le tableau III résume les informations disponibles sur les prises incidentes des pêcheries merluttières dans la zone du COPACE.

TABLEAU III

Résumé des données historiques sur les prises incidentes dans les débarquements des flottilles merluttières

Summary of historical data for hake fisheries

MERLUS	PRISES ACCESSOIRES	PÉRIODE	ZONE	PÊCHERIE	AUTEUR
50%	50% (30% crustacés, 20% divers)	1970-76	Maroc	Chalut mixte merlu-crevette	F.A.O. (1978)
30%	Importantes (Sparidae et céphalopodes)	1964-76	Sahara–Cap-Vert	Chalut portugais	F.A.O. (1978)
50%	50% (Sparidae, chinchards et divers)	1970-76	25°-29°	Chalut merlu (trio)	F.A.O. (1986)
92%	8% divers	1976-83	21° - 23°	Chalut merlu noir	F.A.O. (1986)
70%	30% (25% *B. brama*, 5% divers)	1984-99	Maroc	Palangre de fond	RAMOS *et al.* (2000)
86%	15% (Sparidae, Lophiidae)	1986-96	Maroc	Filet fixe	FERNÁNDEZ *et al.* (1998)
88%	12% divers (2% Sparidae)	1984-99	Maroc	Chalut merlu noir	RAMOS & FERNÁNDEZ (*comm. pers.*)
94%	6% divers	1984-99	Sénégal	Chalut profond	RAMOS & FERNÁNDEZ (*comm. pers.*)
84%	12% (3% *Dentex* spp.)	1984-90	Mauritanie	Chalut merlu noir	RAMOS & FERNÁNDEZ (1992)
90-99%	10-1% divers	1992-99	Mauritanie	Chalut merlu noir	RAMOS *et al.* (*sous presse*)
84%	16% divers	1992-99	Mauritanie	Palangre merlu noir	RAMOS et FERNÁNDEZ (*comm. pers.*)

Ainsi, durant les décennies soixante et soixante-dix, en plus des pêcheries espagnoles, d'importantes pêcheries démersales portugaise et soviétique se sont développées. Les merluttiers portugais qui opéraient dans la zone Sahara-Cap-Vert capturaient entre 1964 et 1976 plus de trente-trois mille tonnes annuellement, dont trente pour cent de merlu sénégalais, le reste étant constitué de *sparidae* (*Pagellus* spp., *Dentex macrophthalmus* [Bloch, 1791], *Dentex canariensis* Steindachner, 1881, *Dentex* spp., *Pagrus auriga* Valenciennes, 1843) et diverses espèces de céphalopodes (F.A.O., 1978 ; tabl. III).

À la même période, les chalutiers démersaux soviétiques capturaient jusqu'à quatre-vingt mille tonnes de merlus dans la zone du Sahara et nord de la Mauritanie (F.A.O., 1979). Entre 1972 et 1975,

les prises des merlus réalisées dans la zone oscillaient entre cinquante mille et cent mille tonnes, mais il n'y a pas d'information disponible sur les prises accessoires de ces flottilles.

En ce qui concerne les flottilles espagnoles, les merluttiers de type « baca » qui ont exercé une pêcherie mixte au Maroc et qui ciblait aussi bien les merlus que la crevette rose, débarquaient cinquante pour cent de merlus, trente pour cent de crustacés et vingt pour cent d'espèces diverses (F.A.O., 1979). Pour les chalutiers de type « trios » qui opéraient au sud du Maroc, le merlu aurait été capturé à hauteur de cinquante pour cent, le reste étant constitué de *Sparidés* de chinchards et d'autres espèces. Pour les autres pêcheries spécialisées dans la pêche des merlus (chalutiers, palangriers et filetiers), on constate que les merlus sont toujours débarqués à des proportions supérieures à soixante-dix pour cent dans les zones du Maroc, du Sénégal et aussi de la Mauritanie. Parfois, les merlus peuvent constituer jusqu'à quatre-vingt-dix-neuf pour cent des débarquements, comme dans le cas de la pêcherie de chalutiers de merlu noir en Mauritanie pendant les années 1990 (tabl. III) [F.A.O., 1986 ; FERNÁNDEZ *et al.*, 1998 ; RAMOS & FERNÁNDEZ, 1992 ; RAMOS *et al.*, 2000 ; RAMOS *et al.*, 2003, *sous presse*].

L'analyse de l'information disponible sur les débarquements des merluttiers laisse supposer que les Sparidés domineraient dans les prises accessoires de la pêcherie espagnole dans les eaux marocaines, entre 1976 et 1983 (tabl. III). Il s'agit surtout de *D. macrophthalmus* (F.A.O., 1990). Pour les années 1984-1999, on peut observer une légère augmentation des prises incidentes de cette pêcherie dans la zone considérée (12 p. cent) mais les Sparidés ne représentent plus que deux pour cent (RAMOS & FERNÁNDEZ, *comm. pers.*). La diminution des Sparidés dans les débarquements est aussi observée pour la pêche au filet (tabl. III) [FERNÁNDEZ *et al.*, 1998].

L'analyse des prises incidentes relatives aux eaux mauritaniennes au cours des deux dernières décennies montre que celles-ci auraient varié entre six et douze pour cent chez les chalutiers de 1984 à 1990 (RAMOS & FERNÁNDEZ, 1992) avant de baisser par la suite de façon régulière et importante à partir de 1996 pour tomber à des valeurs négligeables en 1999 (fig. 5) [RAMOS *et al.*, 2003, *sous presse*].

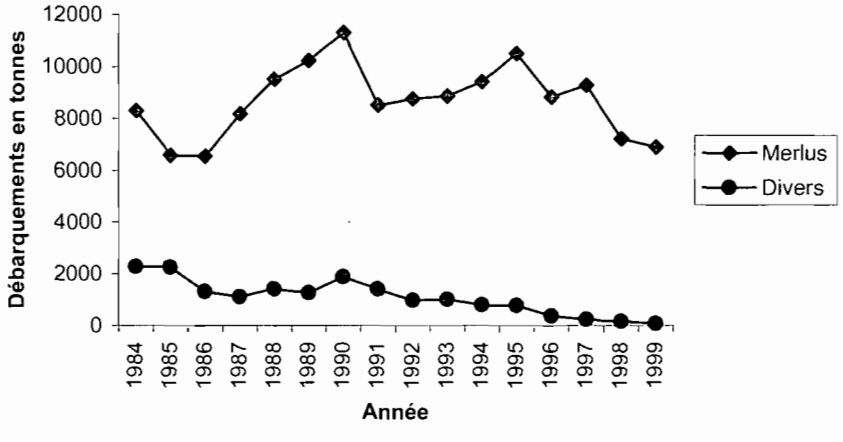


FIG. 5. — *Évolution des débarquements commerciaux en merlus et prises incidentes pour les merluttiers.*
Evolution of hake fisheries' commercial landings and incidental catches.

Dans ce qui suit, il est fait l'analyse de l'évolution quantitative et qualitative des prises incidentes des chalutiers sur la période 1984-1999.

Les groupes les plus importants dans ces captures incidentes sont le sparidé *D. macrophtalmus* et les divers démersaux et, dans une moindre mesure, la langouste rose. L'évolution de la part de ces groupes met également en évidence une tendance marquée à la baisse depuis 1992 et, les valeurs sont négligeables en 1999 (fig. 6).

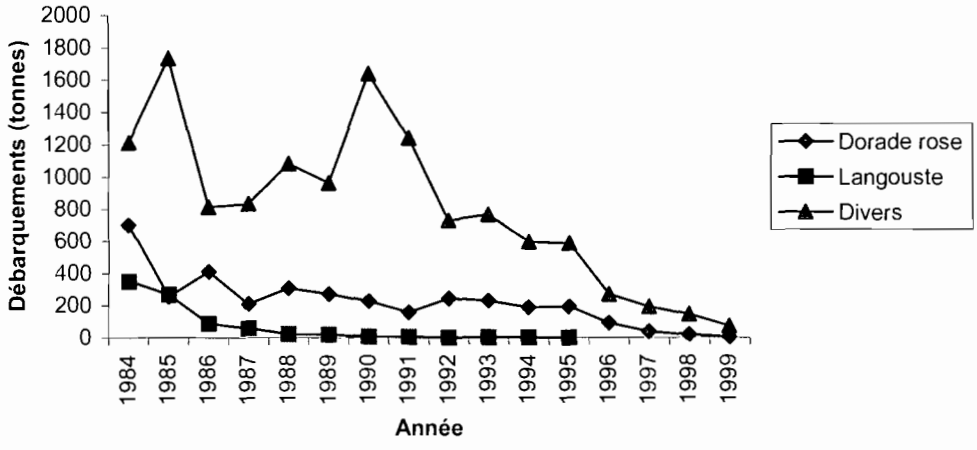


FIG. 6. — *Évolution des prises incidentes des chalutiers espagnols ciblant le merlu.*

Trends in incidental catch of Spanish trawlers targetting hake.

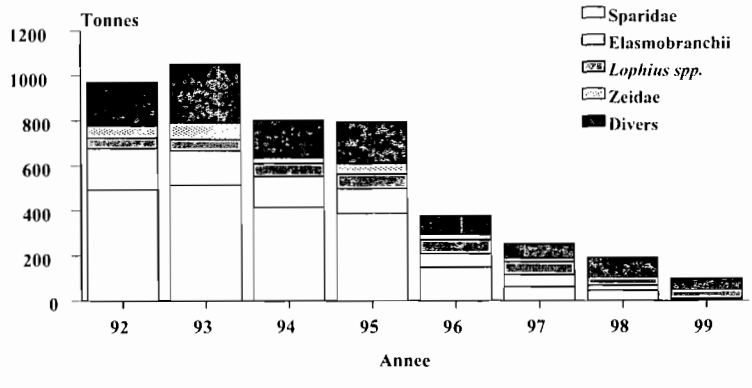


FIG. 7. — *Évolution de la composition spécifique des prises incidentes des chalutiers merlutiers espagnols.*

Trends in the composition of the incidental catch of Spanish trawlers targetting hake.

Qualitativement, la composition des prises incidentes a également changé durant les dix dernières années : les Sparidés ont une part négligeable dans les débarquements des merluttiers depuis 1997 ; en effet, l'analyse approfondie des débarquements échantillonnés par l'I.E.O. de 1992 à 1999 au port

de Cadix montre que la proportion des merlus dans les mises à terre est passée de 90 à 98,8 pour cent. Les Sparidés, qui représentaient jusqu'à cinq pour cent des débarquements au début de la période, deviennent négligeables à partir de 1995 (fig. 7). Il est cependant à signaler que le volume des débarquements de la lotte (*Lophius* spp.) est resté stable même si sa proportion dans les prises incidentes a augmenté ces dernières années constituant, en fin de la période étudiée, environ la moitié de celles-ci (fig. 7). Cela s'expliquerait par le changement de stratégie de pêche lié à la réglementation en vigueur dans les eaux mauritaniennes en matière de taille minimale des merlus qui obligerait les merluttiers à éloigner la zone de pêche. En effet, ceci permettrait d'éviter la capture des individus de moins de trente centimètres.

Pour les palangriers, les prises incidentes, qui ont varié entre douze et seize pour cent de 1992 à 1999 (tabl. III), évoluent à la hausse de 1992 à 1995 et restent stables pour le reste de la période (fig. 8) et se situent au niveau de cent tonnes par an. Il est à noter que la composition spécifique des captures de ce type de pêche est plus diversifiée que la pêche chalutière ; en effet, soixante-quatorze espèces ont été recensées dans les prises accessoires lors d'une mission en mer à bord de deux palangriers espagnols opérant en Mauritanie en novembre 2000 (RAMOS *et al.*, 2000 ; SALMERÓN *et al.*, *sous presse*).

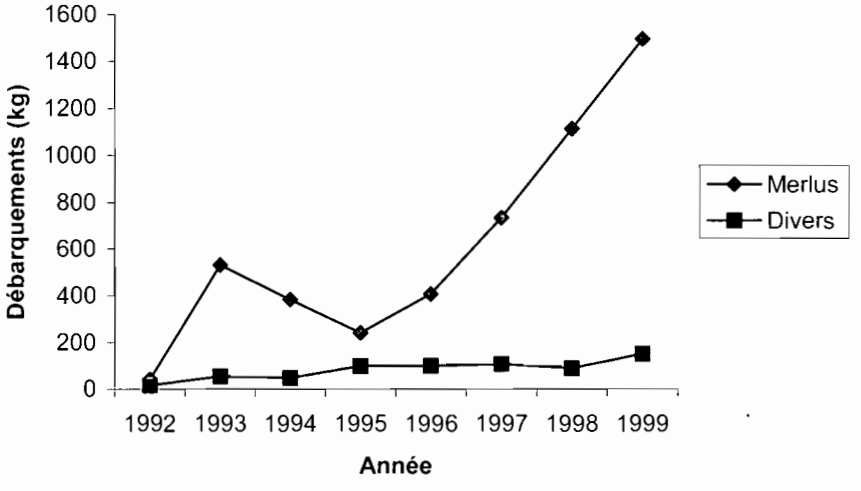


FIG. 8 — *Évolution des débarquements en merlus et des prises incidentes des palangriers.*

Trends in landings of the hake fisheries, and incidental catches by longliners.

TABLEAU IV

Composition spécifique des captures totales estimées à bord des bateaux commerciaux

Specific composition of total catches on board commercial boats

MERLUS	PRISES ACCESSOIRES	DATE	ZONE	FLOTTILLE	AUTEUR
36 %	64 % (50 % poissons démersaux, 9 % pélagiques, 4 % céphalopodes) 1 % crustacés)	1991-1994	Mauritanie	Chalut merlu noir	DIOP (1996)
76 %	24 % (6 % *D. macrophtalmus*, 3 % *B. brama*, *G. polli*; 2 % *T. lepturus*, *S. ovalis*)	Novembre 2000	Mauritanie	Palangrier de fond	SALMERÓN *et al.* (comm. pers.)
64 %	36 % (10 % Macrouridae , 5 % *H. cadenati*, 3 % Lophius)	Avril 2002	Mauritanie	Chalut merlu noir	RAMOS & FERNÁNDEZ (comm. pers.)

Les observations scientifiques en mer sur les captures des chalutiers et palangriers espagnols opé-

rant dans les eaux mauritaniennes montrent que les prises accessoires (espèces d'intérêt commercial et autres) des palangriers se situent autour de vingt-quatre pour cent (SALMERÓN *et al.*, *sous presse*), alors que celles des chalutiers avoisinent les soixante-quatre pour cent (DIOP, 1996) [tabl. IV].

Les résultats d'observations scientifiques réalisées en avril 2002 à bord d'un chalutier espagnol donnent cinquante pour cent de merlus et cinquante pour cent de prises accessoires (RAMOS & FERNÁNDEZ, *comm. pers.* ; tabl. IV). Ces résultats sont donc très différents de ceux indiqués plus haut.

CONCLUSION

L'ANALYSE des données historiques des prises incidentes débarquées des pêcheries crevettière et merluttière opérant dans les eaux mauritaniennes montre que leurs volumes ne sont pas très importants dans le cas des premières, car les valeurs n'ont jamais dépassé quatre cent cinquante tonnes par an pour le période 1989-2000 (fig. 2). En revanche, pour la pêcherie merluttière, les prises incidentes sont assez importants atteignant deux mille tonnes dans les années quatre-vingt-dix (fig. 5).

Les proportions de merlus trouvées pour les chalutiers en Mauritanie sont tout à fait comparables avec celles estimées pour le Maroc pour la même période, mais assez différentes de celles observées au Sénégal où les prises incidentes ont toujours été très faibles (tabl. IV) ce qui serait peut être liée à la grande abondance des merlus dans les eaux sénégalaises. Nos résultats sont aussi en concordance avec ceux obtenus dans la région en ce qui concerne la présence des Sparidés dans les débarquements des merluttiers (tabl. III).

Mais la situation est très différente si les données des débarquements sont comparées à celles obtenues directement à bord des navires commerciaux. Pour la pêcherie crevettière, les données de DIOP (1996) obtenues en 1992 donnent une rapport prises accessoires/crevettes variant de 7:1, pour la pêche profonde, à 8:1, pour la pêche côtière, c'est-à-dire que seulement les 10,7 pour cent des captures, dans la zone profonde, et les 12,6 pour cent, dans la zone côtière, correspondent aux espèces cibles. Tenant compte du fait que la proportion d'espèces incidentes par cette flottille dans le même année était de 2,2 pour cent, on peut conclure que les rejets produits par la pêcherie crevettière en Mauritanie seraient proches de quatre-vingt-six pour cent des captures totales, niveau observé pour ce type de pêcheries dans d'autres régions du monde (ALVERSON *et al.*, 1994).

On peut également conclure de ce qui précède que les prises accessoires de la pêcherie merluttière estimées sur les captures en mer semblent très élevées par rapport aux prises débarquées dans la région. Notons cependant que le rapport merlu/prises incidentes est supérieur à celui de crevettes/prises incidentes (1:1,8 contre 1:8 environ). Il apparaît que la pêcherie merluttière chalutière espagnole dans les eaux mauritaniennes occasionnerait, au moins durant la période 1991-1994, beaucoup de prises accessoires (64 p. cent) [DIOP, 1996] ; ceci voudrait dire que les rejets correspondant à la différence entre les prises incidentes (1,2-10 p. cent) et celles réellement observées dans les captures serait de cinquante-quatre à soixante-trois pour cent pour les années considérées.

Cependant, selon le schéma d'exploitation actuelle, les chalutiers merluttiers opèrent sur de plus grandes profondeurs ; ceci se reflète sur la composition spécifique des captures où l'on observe une diminution des espèces côtières (Sparidés et Zeidés) depuis 1996.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

ALHEIT (J.) & T. PITCHER (ed.), 1995. — *Hake: Biology, Fisheries and Markets*, Londres, Chapman & Hall.

ALVERSON (D. L.), M. H. FREEBERG, J. G. POPE & S. A. MURAWSKI, 1994. — *A Global Assessment of Fisheries Bycatch and Discards*, FAO Fish. Techn. Pap., 33, 233 p.

BLOMO (V.) & J. P. NICHOLS, 1974. — *Utilization of Finfishes Caught Incidental of Shrimp Trawling in the Western Gulf of Mexico*, Part I: *Evaluation of Markets*, Texas A & M Univ., College Station. Sea Grant Publ. Tamu-SG-74-212, 85 p.

BRYAN (C. E.), 1980. — *Organisms Captured by the Commercial Shrimp Fleet on Texas Brown Shrimp (*Penaeus aztecus *Ives) grounds*, th., Corpus Chisti State University, Division of Biology, Corpus Chisti, Texas, 44 p.

C.N.R.O.P., 1993. — *Évaluation des stocks et des pêcheries mauritaniennes : Voies de développement et d'aménagement*, rapport du IIIe groupe de travail C.N.R.O.P., Nouadhibou (Mauritanie), 20-26 nov. 1993.

C.N.R.O.P.-I.E.O., 1993. — *Rapport de la troisième rencontre C.N.R.O.P.-I.E.O. sur les crevettes*, I.E.O., Malaga (Espagne), 20-24 juill. 1993.

C.R.D.I., 1981. — *La pêche secondaire... un cadeau des mers*, rapport d'une consultation technique sur l'utilisation des prises secondaires dans la pêche des crevettes, Georgetown (Guyane), 27-30 oct. 1981. C.R.D.I., Ottawa.

CAVERIVIÈRE (A.) & G. A. RABARISON, 1988. — « Captures accessoires et rejets de la pêche crevettière à *Penaeus notialis* du Sénégal », *Doc. Scient. Centr. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, n° 111.

COMPTON (H.), 1961. — *Survey of the Commercial Shrimps and Associated Organisms of Gulf Area 20*, Texas Game Fish. Comm. Mar. Fish. Div., Repts., 1959-1960, 16 p.

COMPTON (H.), 1962. — *Survey of the Commercial Shrimps and Associated Organisms of Gulf Area 20*, Texas Game Fish. Comm. Mar. Fish. Div., Repts., 1960-1961, 19 p.

DIOP (M.), 1996. — « Les prises accessoires des pêcheries crevettière et merluttière spécialisées dans les eaux mauritaniennes : Évaluation quantitative et qualitative », *Bull. Cent. Nat. Rech. Océanogr. Pêch.*, 27 : pp. 1-11.

FAO, 1978. — *Report of the Ad Hoc Working Group on Hakes (Merluccius merluccius, M. senegalensis, M. cadenati) in the Northern Zone of CECAF*, CECAF/ECAF Ser. 78/9, 93 p.

F.A.O., 1979. — *Rapport du groupe de travail ad hoc sur les merlus (*Merluccius merluccius, M. senegalensis, M. cadenati*) dans la zone nord du COPACE*, COPACE-PACE Sér. 78/9 (F).

F.A.O., 1986. — *Rapport du premier groupe de travail spécial sur les pêcheries de merlus et de crevettes profondes dans la zone nord du COPACE*, COPACE/PACE Sér., 86/33, 295 p.

F.A.O., 1990. — *Rapport du groupe de travail sur les merlus et les crevettes d'eaux profondes dans la zone nord*, COPACE/PACE Sér. 90/51, 249 p.

F.A.O., 1997. — *Rapport du groupe de travail sur les merlus et les crevettes d'eaux profondes dans la zone nord du COPACE*, COPACE/PACE Sér. 90 p.

FERNÁNDEZ (L.), A. RAMOS & R. GONZÁLEZ, 1998. — « La pesquería española de volanta en aguas de Marruecos », *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.*, 170 : 89 p.

GULLAND (J. A.) & B. J. ROTHSCHILD (éd.), 1984. — *Penaeid shrimps. Their Biology and Management*, Farnahm (Surrey, England), Fishing News Book.

KEISER (R. K. Jr.), 1977. — "The Incidental Catch from Commercial Shrimp Trawlers of the South Atlantic States", Charleston, South Carolina, South Carolina Marine Ressources Center, *Techn. Rep.*, 26 Oct., 38 p.

LARGE-SOTO (J. C.), 1981. — « Integration Approaches of the Shrimp Fishery », *Univ. Auton. Baja Calif. Sur.*, 5, 47 p.

POFFENBERG (J. R.), 1984. — « An Economic Perspective of Problems in Management of Penaeid Shrimps fisheries », *in* GULLAND & ROTHSCHILD (ed., 1984): pp. 299-308.

RAMOS (A.) & L. FERNÁNDEZ, 1992. — « La pesquería española de arrastre de merluzas negras en aguas mauritanas: Análisis de la serie histórica de datos », *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.*, 118 : 67 p.

RAMOS (A.) & L. FERNÁNDEZ, 1995. — « Biology and Fisheries of North-west African Hakes (*M. merluccius*, *M. senegalensis* and *M. polli*) », *in* ALHEIT & PITCHER (ed., 1995) : pp. 89-124.

RAMOS (A.), F. SALMERÓN, A. CARROCEDA & L. FERNÁNDEZ, 2003 (*sous presse*). — « Resultados de la Campaña Palmau-2000. Prospección por palangre de los recursos demersales profundos en aguas de Mauritania », *Datos y Resúm. Inst. Esp. Oceanogr.*, 70 p.

RAMOS (A.), R. GONZÁLEZ, T. GARCÍA, I. Sobrino & L. FERNÁNDEZ, 2000. — « La crisis en el acceso al caladero marroquí: análisis de la evolución y situación de las pesquerías y recursos de merluzas y crustáceos », *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanog.*, 178 : 171 p.

SALMERÓN (F.), A. RAMOS, A. CARROCEDA, L. FERNÁNDEZ & M. DIOP, *sous presse*. — « Discarding of Spanish Bottom Longline in Mauritanian Waters », *Fish. Res.*

Science et Pêche, 1959. — « La pêche au chalut en Mauritanie », *Science et Pêche*, 75, nov.

SHERIDAN (P. F.), J. A. BROWDER & J. E. POWERS. 1983. — « Ecological Interactions Between Penaeid Shrimp and Bottomfish Assemblages », *in* GULLAND & ROTHSCHILD (ed., 1984): pp. 235-254.

SIEBENALER (J. B.), 1952. — « Studies of 'Trash' Caught by Shrimp Trawlers in Florida », *Proceed. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 4: p. 94.

SILAS (E. G.), M. J. GEORGE & T. JACOB, 1983. — « A Review of the Shrimps Fisheries of India: A Scientific Basis for the Management of the Resources », *in* GULLAND & ROTHSCHILD (ed., 1984): pp. 83-103.

SOBRINO (I.) & T. GARCIA, 1997. — « Análisis de los descartes producidos por la flota comunitaria española en la pesquería de crustáceos decápodos en aguas de la República Islámica de Mauritania », *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.*, 166, 24 p.

SUKAMARAN (K. K.), K. Y. TELANG & O. THIPPESWAMY, 1982. — « Trawl Fishery with Special Reference to Prawns and By-Catches », *Mar. Fish. Inf. Serv. Tech. Ext. Ser.*, 44: pp. 8-14.

VENDEVILLE (P.), 1984. — *La pêche de crevettes tropicales de Guyane française. Le problème des captures accessoires : estimations et implications*, th. doct. ing., Institut polytechnique de Toulouse, 293 p. + ann.

WOLFF (M.), 1972. — « Study of North Carolina Shrimp Fishery », Columbia (USA), Dept of Economic Resources, Div. Commercial Sports Fisheries, *Spec. Sci. Rep.*, 20: 29 p.

YOUNG (R. H.) & J.M. ROMERO, 1979. — « Variability in the Yield and Composition of By-Catch Recovered from Gulf of California Shrimping Vessels », *Trop. Sci.*, 21 (4): pp. 249-264.

Typologie & distribution des grandes pêcheries en Afrique de l'Ouest depuis 1950

— Note —

Major West African Fisheries: Typology & Distribution Since 1950

— Note —

Pablo N. CHAVANCE [1] & Pierre CHAVANCE [2]

1. — Ingénieur halieute, Agence de développement économique de la Nouvelle-Calédonie (Adecal), [*New Caledonia Economic Development Agency*], B.P. 2384, 98846 Nouméa cedex (Nouvelle-Calédonie) [*New Caledonia*] (France).

2. — Biologiste des pêches, directeur de recherche, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

RÉSUMÉ

CE DOCUMENT présente une première typologie des principales pêcheries (artisanales et industrielles) qui opèrent ou qui ont opéré dans les eaux actuellement sous juridiction des pays de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.) lors des cinquante dernières années (1950-2000) ; ces pêcheries ont été identifiées, par consultation de la littérature, en utilisant des critères explicatifs simples comme la distribution géographique, la nationalité des flottilles, les types d'engins de pêche et/ou les espèces ciblées ; cette liste de pêcheries structure une représentation synthétique et qualitative de la distribution de la pêche dans l'espace de la sous-région à travers le demi-siècle écoulé. Quarante pêcheries ont été identifiées dont vingt-trois artisanales, seize industrielles et une sportive ; une remarquable diversification des types d'exploitations est mise en évidence.

Mots clés

Pêcheries artisanales — Pêcheries industrielles — Distribution
Typologie — Afrique de l'Ouest

ABSTRACT

THIS document presents a preliminary classification of the main fisheries (both small-scale and industrial) that operate – or have been operating – during the past fifty years in the waters under jurisdiction of the member states the Sub-Regional Fisheries Commission (SRFC). On the basis of the available literature, major fisheries are defined using simple explanatory criteria such as geographical distribution, fleet nationality, fishing gears and/or targeted species. The resulting typology provides a comprehensive overview of the geographical distribution of fishing activities in the West African area during the last half-century. Forty fisheries have been identified, 23 small-scale fisheries, 16 industrial fisheries and 1 sport fishery. The analysis reveals a remarkable diversity of exploitation patterns.

Key words

Small-scale fisheries — Industrial fisheries — Distribution
Typology — West Africa

INTRODUCTION

AFIN d'aider à la compréhension des évolutions en matière de ressources, d'exploitations et de gestion de la pêche dans la sous-région, la présente note fournit une typologie préliminaire des pêcheries (artisanales et industrielles) qui opèrent ou qui ont opéré dans les eaux sous juridiction des différents pays de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P. : Cap-Vert, Gambie, Guinée, Guinée Bissau, Mauritanie et Sénégal).

Cette typologie structure une représentation synthétique et qualitative de la distribution de la pêche dans l'espace de la sous-région à travers le demi-siècle écoulé et met en exergue quelques événements marquants.

MÉTHODOLOGIE

CE TRAVAIL est fondé sur une revue de la littérature disponible au sein de l'unité « Systèmes d'information halieutique » de l'Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) qui rassemble plus de six mille références ; parmi celles-ci, six cents sont spécifiquement relatives aux pêcheries de la C.S.R.P. et à leurs données statistiques.

Lors de l'examen de cette documentation, chaque pêcherie signalée a été décrite avec les critères suivants :

- zone de pêche (par Z.E.E. et zone F.A.O.),
- nationalité des flottilles (étrangères et nationales) ;
- période d'activité (date d'arrivée et de fin d'activité) ;
- caractéristiques des navires (gamme de taille et de puissance) ;
- espèces (ou groupes d'espèces) cibles ;
- types d'engin de pêche ;
- mode de conservation à bord ;
- saisonnalité de l'activité ;
- flottilles ou pêcheries spécifiques rassemblées au sein de chaque type de pêcherie.

Afin de ne pas conduire à une énumération de pêcheries très spécifiques, un certain nombre de choix ont été effectués ; en premier lieu, la nationalité dominante des flottilles composant les pêcheries a été considérée comme un critère de niveau majeur conduisant à une première distinction entre pêcheries étrangères et pêcheries nationales pour un même groupe d'engins et/ou d'espèces cibles ; en outre des pêcheries chalutières décrites comme plutôt « céphalopodières », « crevettières » ou « poissonnières » ont été regroupées, au sein d'une même pêcherie chalutière nationale ; en effet, la littérature (par exemple, GULLAND & GARCIA, 1984 ; LESNOFF *et al.*, 1999), ainsi que les données statistiques, indiquent bien que ces pêcheries industrielles chalutières nationales se caractérisent par une importante adaptabilité aux spécificités du marché et de la ressource ; à l'inverse, les pêcheries mises en œuvre par les flottilles étrangères développent des stratégies beaucoup plus typées : les chalutiers sont armés pour un groupe d'espèces cibles et l'exploitent au fil des accords négociés ; si mobilité il y a, elle est alors principalement de nature géographique.

RÉSULTATS & DISCUSSION

QUARANTE pêcheries ont été identifiées (tabl. I) : vingt-trois, artisanales ; seize, industrielles ; une, sportive. Le volume de cette note ne permettant pas un inventaire complet de la bibliographie pertinente, ne sont citées ici que les références qui permettent de retrouver les informations de base sur la pêcherie en question ainsi que d'autres références.

TABLEAU I

Les grandes pêcheries artisanales et industrielles opérant ou ayant opéré en Afrique de l'ouest depuis 1950

Major West African fisheries that have operated - or are currently operating in - West Africa since 1950

NOM DE LA PÊCHERIE	PAYS/ NATIONALITÉS	REPÈRES BIBLIOGRAPHIQUES
Pêcherie industrielle étrangère basée en Côte-d'Ivoire	Étrangers	CAVERIVIÈRE, 1978 , 1993
Pêcherie industrielle étrangère aux poissons démersaux	Étrangers (Pays de l'Est, Espagne et autres)	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; F.A.O., 1992, 1995, 1999 ; GARCIA *et al.*, 1978 ; JOSSE & GARCIA, 1986 ; LHOMME *et al.*, 1973 ; MORIZE *et al.*, 1995
Pêcherie industrielle étrangère merluttière	Étrangers	CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; F.A.O., 1987-a, 1995, 1997-a, 1999
Pêcherie industrielle étrangère thonière	Étrangers	F.A.O., 1987-a, 1995, 1999 ; FOREST, 1996 ; FRÉON *et al.*, 1978 ; M.T.T.M., 1999 ; TENREIRO DE ALMEIDA, 1997 ; WEIGEL, 1999
Pêcherie industrielle langoustière cap-verdienne	Cap-Vert et Étrangers	FOREST, 1996 ; M.T.T.M., 1999 ; TENREIRO DE ALMEIDA, 1997
Pêcherie industrielle langoustière étrangère	Étrangers (France, Portugal)	CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; F.A.O., 1989, 1995 ; GRUVEL, 1913 ; JOSSE & GARCIA, 1986
Pêcherie industrielle démersale guinéenne	Guinée	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; F.A.O., 1992 ; MORIZE *et al.*, 1995
Pêcherie industrielle démersale mauritanienne	Mauritanie	DIOP, 1989 ; F.A.O., 1987-a, 1995, 1997-a, 1997-b, 1999 ; JOSSE & GARCIA, 1986
Pêcherie industrielle démersale sénégalaise	Sénégal	F.A.O., 1987-b, 1997-b ; GARCIA *et al.*, 1978 ; SAMBA, 1994 ; THIAM & GASCUEL, 1994
Pêcherie industrielle démersale gambienne	Gambie	F.A.O., 1987-a
Pêcherie industrielle démersale bissau-guinéenne	Guinée Bissau	EPLER, 1984
Pêcherie industrielle sénégalaise aux petits pélagiques	Sénégal	BOELY & CHABANNE, 1975 ; FRÉON *et al.*, 1979, 1994 ; SAMBA, 1994
Pêcherie industrielle étrangère crevettière	Étrangers (Espagne principalement)	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; DIOP, 1989 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; F.A.O., 1992, 1995, 1997-a, 1999 ; GARCIA *et al.*, 1978 ; JOSSE & GARCIA, 1986 ; MORIZE *et al.*, 1995 ; TACONET, 1992
Pêcherie industrielle étrangère céphalopodière	Étrangers (Japon et autres)	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; F.A.O., 1987-a, 1987-b, 1992, 1995, 1997-b, 1999 ; JOSSE & GARCIA, 1986 ; TACONET, 1992 ; MORIZE *et al.*, 1995
Pêcherie industrielle étrangère aux petits pélagiques	Étrangers	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; F.A.O., 1995, 1999 ; JOSSE, 1991 ; JOSSE & GARCIA, 1986 ; MORIZE *et al.*, 1995
Pêcherie récréative	Étrangers et sous-région	
Pêcherie artisanale migrante aux sélaciens	Ghanéens, sénégalais, léonais, guinéens, gambiens	POSTEL, 1947, 1950
Pêcherie artisanale mauritanienne Imraguen	Mauritanie	CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; F.A.O., 1999 ; JOSSE, 1991 ; JOSSE & GARCIA, 1986 ; MAIGRET & ABDALLAHI, 1975
Pêcherie artisanale côtière bissau-guinéenne	Guinée Bissau	EPLER, 1984
Pêcherie artisanale vivrière côtière guinéenne	Guinée (Soussou dominants, Baga et Nalou)	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; CORMIER SALEM, 1999 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; MORIZE *et al.*, 1995 ; POSTEL, 1948

NOM DE LA PÊCHERIE	PAYS/ NATIONALITÉS	REPÈRES BIBLIOGRAPHIQUES
Pêcherie artisanale vivrière côtière gambienne	Gambie	F.A.O., 1987-a, 1997-a
Pêcherie artisanale vivrière côtière sénégalaise	Sénégal	BOUSSO, 2000 ; FRÉON *et al.*, 1979 ; SAMBA, 1994
Pêcherie artisanale démersale guinéenne	Guinée (Soussou dominants, Baga et Peuls), Sénégal et Sierra Léone	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; MORIZE *et al.*, 1995 ; POSTEL, 1948
Pêcherie artisanale démersale bissau-guinéenne	Guinée-Bissau	EPLER, 1984
Pêcherie artisanale démersale gambienne	Gambie, Sénégal	F.A.O., 1987-a, 1997-a
Pêche artisanale démersale sénégalaise	Sénégal	FRÉON *et al.*, 1979 ; MATHIEU, 1988 ; SAMBA, 1994
Pêcherie artisanale démersale mauritanienne	Mauritanie	CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; DIOP, 1989 ; F.A.O., 1999 ; JOSSE & GARCIA, 1986
Pêcherie artisanale démersale cap-verdienne	Cap-Vert	FOREST, 1996 ; M.T.T.M., 1999 ; TENREIRO DE ALMEIDA, 1997
Pêcherie artisanale pélagique aux engins encerclants guinéenne	Guinée (Soussou dominants)	CHAVANCE & DIALLO, 1997 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; FRÉON *et al.*, 1978 ; MORIZE *et al.*, 1995 ; WEIGEL, 1999
Pêcherie artisanale pélagique aux engins encerclants bissau-guinéenne	Guinée Bissau	FRÉON *et al.*, 1978 ; WEIGEL, 1999
Pêcherie artisanale pélagique aux engins encerclants gambienne	Gambie	F.A.O., 1987-a, 1997-a ; FRÉON *et al.*, 1978 ; WEIGEL, 1999
Pêcherie artisanale pélagique aux engins encerclants sénégalaise	Sénégal	BOUSSO, 2000 ; FRÉON *et al.*, 1978, 1979 ; WEIGEL, 1999
Pêcherie artisanale pélagique aux engins encerclants mauritanienne	Mauritanie	FRÉON *et al.*, 1978 ; JOSSE, 1991 ; JOSSE & GARCIA, 1986 ; WEIGEL, 1999
Pêcherie artisanale cap-verdienne aux pélagiques côtiers	Cap-Vert	FOREST, 1996 ; M.T.T.M., 1999 ; TENREIRO DE ALMEIDA, 1997
Pêcherie artisanale thonière cap-verdienne	Cap-Vert	FOREST, 1996 ; M.T.T.M., 1999 ; TENREIRO DE ALMEIDA, 1997
Pêcherie artisanale langoustière mauritanienne	Mauritanie	CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; F.A.O., 1999 ; JOSSE & GARCIA, 1986
Pêcherie artisanale langoustière cap-verdienne	Cap-Vert	FOREST, 1996 ; M.T.T.M., 1999 ; TENREIRO DE ALMEIDA, 1997
Pêcherie artisanale céphalopodière sénégalaise	Sénégal	F.A.O., 1997-b ; FRÉON *et al.*, 1979
Pêcherie artisanale céphalopodière mauritanienne	Mauritanie	CHAVANCE & GIRARDIN, 1991 ; F.A.O., 1987-b, 1997-b, 1999 ; JOSSE & GARCIA, 1986

À partir d'une pêche artisanale de subsistance très ancienne et présente dans tous les pays de la sous-région, une diversification progressive des pêcheries artisanales s'est opérée sur le demi-siècle (fig. 1) ; celle-ci a été marquée par quelques innovations majeures comme l'utilisation des fibres synthétiques, la motorisation des embarcations, l'introduction des engins de pêche encerclants et de la senne tournante, ainsi que l'utilisation de la caisse à glace pour la conservation des produits à bord ; sur cette période, la pêche artisanale a augmenté considérablement ses puissances de pêche (motorisation, taille et efficacité des engins, durée des marées), ses rayons d'action et elle a diversifié ses espèces cibles.

Les pêches industrielles, quant à elles, sont marquées par la montée en puissance des pêcheries nationales dans les années soixante-dix suite à l'adoption du nouveau droit de la mer et à la mise en place des zones économiques exclusives à deux cents milles nautiques. Dans le milieu des années soixante, l'arrivée de plusieurs flottilles étrangères spécialisées recherchant, pour des marchés bien identifiés, les petits pélagiques, les crevettes et les céphalopodes a également marqué l'évolution de l'exploitation.

CONCLUSION

QUALITATIVEMENT, l'évolution ainsi reconstruite indique une diversification des pratiques de pêche, des espèces cibles et des engins tant dans le sous-secteur industriel que dans le sous-secteur artisanal ; cette diversification est associée à une montée en puissance de l'exploitation qui reste cependant à quantifier de façon précise à partir des meilleures données statistiques disponibles (voir à ce propos CHAVANCE, 2004).

REMERCIEMENTS

LES auteurs tiennent à remercier F. DOMAIN, A. CAVERIVIÈRE et E. BALGUERIAS pour leurs conseils avisés à différentes étapes de cette étude.

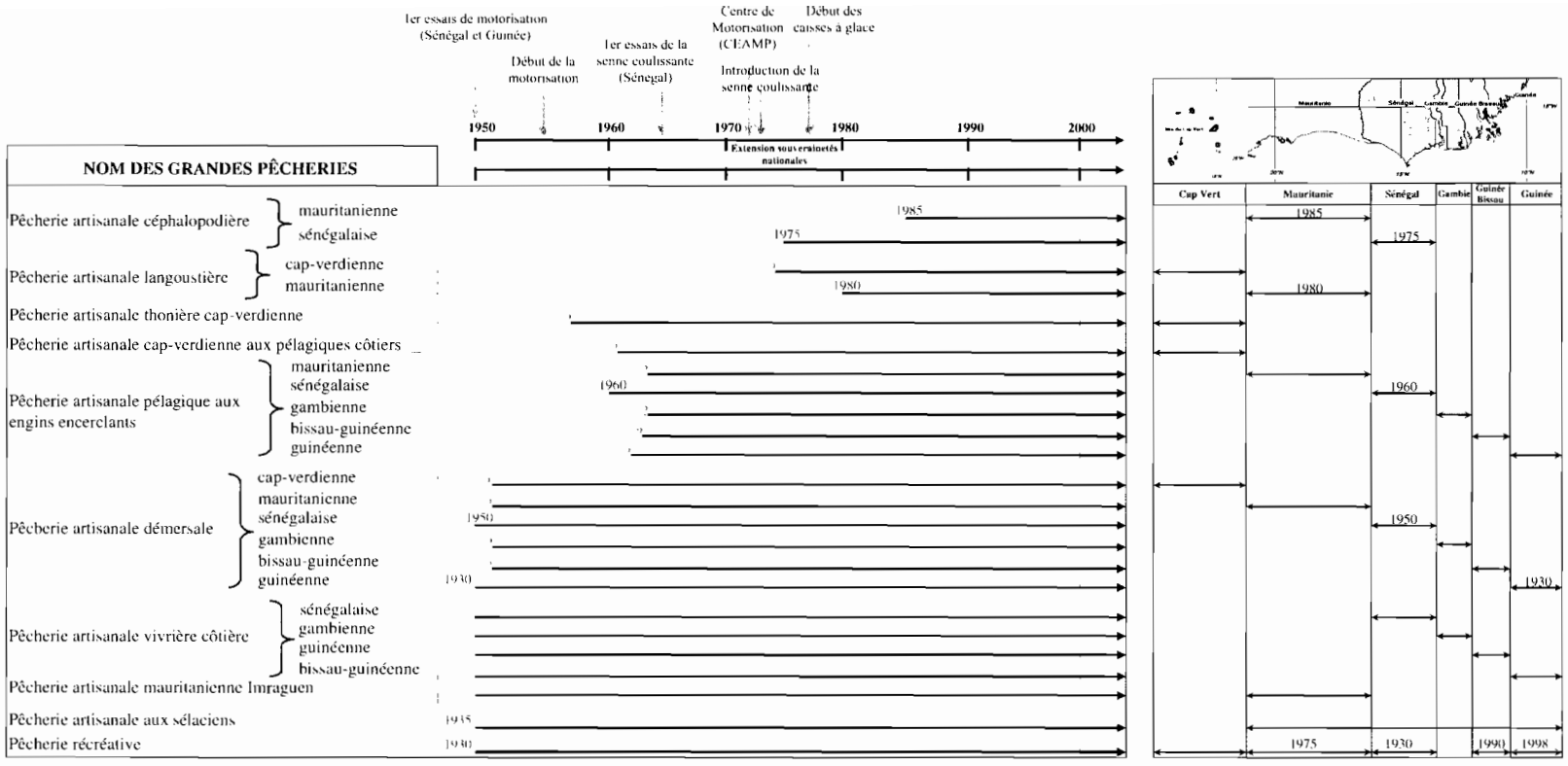


FIG. 1. — *Répartition spatio-temporelle des grandes pêcheries artisanales opérant ou ayant opéré en Afrique de l'Ouest depuis 1950.*

Spatial and temporal distribution of small-scale fisheries that operate – or have been operating – in West Africa since 1950.

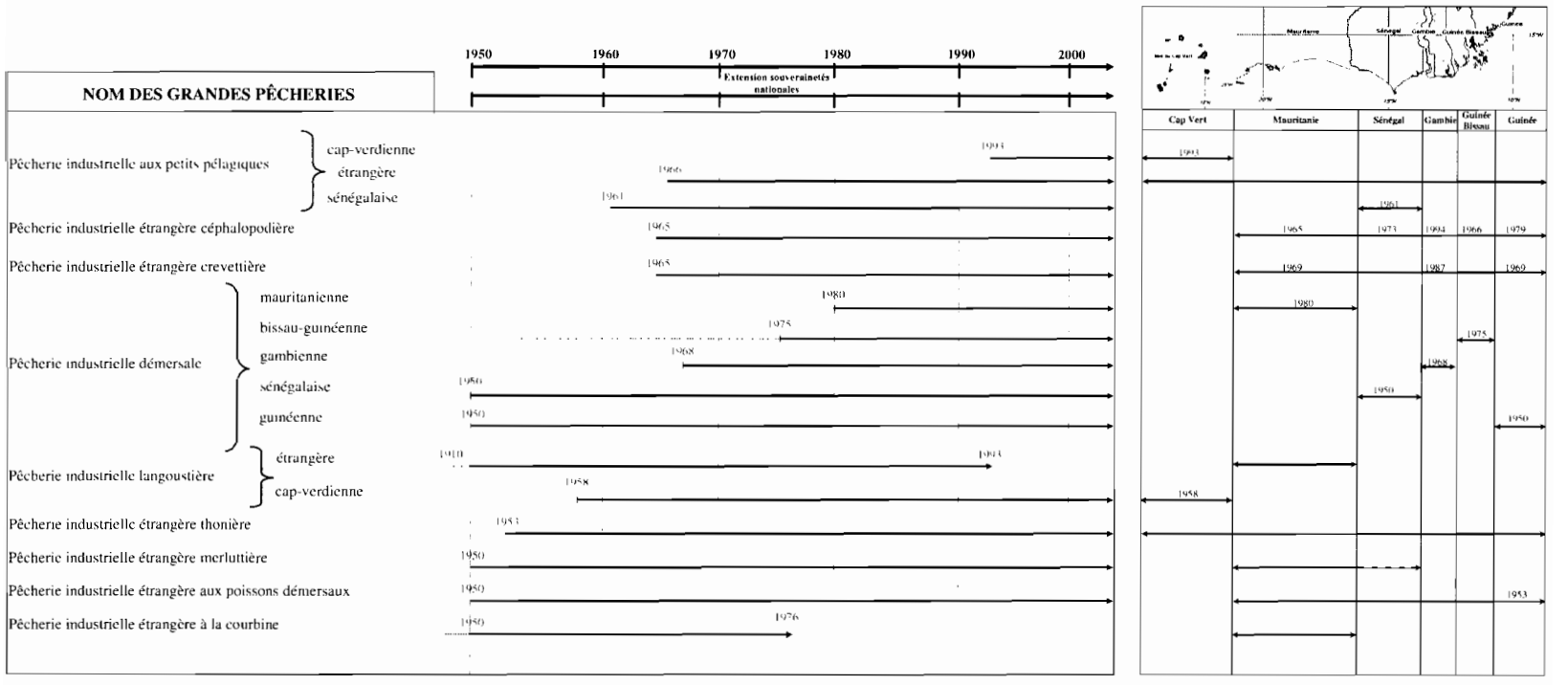


FIG. 2. — *Répartition spatio-temporelle des grandes pêcheries industrielles opérant ou ayant opéré en Afrique de l'Ouest depuis 1950.*

Spatial and temporal distribution of major West African industrial fisheries that operate – or have been operating – since 1950 in West Africa.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, t. II, Orstom, 424 p.

BOELY (T.) & J. CHABANNE, 1975. — « Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. La pêche sardinière à Dakar : État actuel et perspectives », *Bulletin de l'Ifan*, 27 : pp. 859-886.

BOUSSO (T.), 2000. — « La pêche dans l'estuaire du Sine-Saloum. Typologie d'exploitation des villages et campements de pêche » *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2000) : pp. 349-370.

CAVERIVIÈRE (A.), 1978. — « La pêche des chalutiers ivoiriens dans les zones F.A.O. 34.3.1. (Littoral Cap-Vert) et F.A.O. 34.3.3. (Sherbro) », *in* F.A.O. (1978-a) : pp. 32-41.

CAVERIVIÈRE (A.), 1993. — « Les ressources en poissons démersaux et leur exploitation » *in* LE LOEUFF *et al.* (éd., 1993) : pp. 427-488.

CHAVANCE (P.) & A. DIALLO, 1997. — « Les ressources et les exploitations halieutiques de la République de Guinée: description, statut et perspectives de développement », *Schéma directeur de développement des pêches*, F.A.O./TCP/GUI/4556, 37 p.

CHAVANCE (P.) & M. GIRARDIN (éd.), 1991. — « L'environnement, les ressources et les pêcheries de la Z.E.E. Mauritanienne », *Bulletin du C.N.R.O.P.*, 23, 227 p.

CHAVANCE (P.), 2004. — « Pour une reconstruction d'un demi-siècle d'évolution des pêcheries en Afrique de l'Ouest », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 113-130.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement*, [Marine fisheries, ecosystems and societies in West Africa: half a century of change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., ann., 6 pl. h.-t. coul., (coll. *Rapports de recherche halieutique* A.C.P.-U.E., n 15 Vol .1).

CORMIER-SALEM (M.-C.), 1999. — *Rivières du Sud : sociétés et mangroves ouest-africaines*, t. I, I.R.D., 416 p.

CURY (P.) & C. ROY (éd.), 1991. — *Pêcheries Ouest-Africaines : variabilité, instabilité et changement*, Orstom, 525 p.

DIOP (M.), 1989. — « Les crevettes en Mauritanie, biologie et pêche », *in* F.A.O. (1989) : pp. 127-136.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd.), 1999. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, I.R.D.-C.N.S.H.B., 393 p.

EPLER (B.), 1984. — *Les pêches de la Guinée Bissau*, COPACE/Tech/84/57, 59 p.

F.A.O., 1978-a. — *Rapport du Groupe de travail ad hoc sur les stocks démersaux du Sud Mauritanie au Liberia*, COPACE-PACE Sér. 78/8, 98 p.

F.A.O., 1978-b. — *Rapport du groupe de travail ad hoc sur les poissons pélagiques côtiers ouest-africains de la Mauritanie au Liberia (26°N à 5°N)*, COPACE-PACE Sér. 78/10, 165 p.

F.A.O., 1987-a. — Rapport du premier groupe de travail ad hoc sur les stocks de daurades (sparidés) dans la zone Nord du COPACE. COPACE/PACE Sér. 86/38, 469 p.

F.A.O., 1987-b. — *Rapport du troisième groupe de travail ad hoc sur l'évaluation des stocks de céphalopodes dans la région Nord du COPACE*, COPACE-PACE Sér. 86/41, 101 p.

F.A.O., 1989. — *Les ressources halieutiques de la Z.E.E. mauritanienne : description, évaluation et aménagement*, Rapport du 2e groupe de travail C.N.R.O.P.-F.A.O.-Orstom, COPACE-PACE Sér. 89/49, 237 p.

F.A.O., 1992. — *Groupe de travail COPACE sur les ressources démersales du plateau et du talus continental de la Guinée-Bissau, de la Guinée et de la Sierra Leone (Conakry, 4-9 févr. 1991)*, COPACE-PACE Sér. 91/54, 206 p.

F.A.O., 1995. — *Évaluation des stocks et des pêcheries mauritaniens, voies de développement et d'aménagement, rapport du troisième groupe de travail C.N.R.O.P. (Nouadhibou, Mauritanie 20-26 nov. 1993)*, COPACE-PACE Sér. 95/60, 113 p.

F.A.O., 1997-a. — *Rapport du Groupe de travail ad hoc sur les merlus et les crevettes profondes (26 mai-1er juin 1997, Tenerife, Espagne)*, COPACE-PACE Sér. 97/62, 90 p.

F.A.O., 1997-b. — *Rapport du Groupe de travail ad-hoc sur les céphalopodes (19-26 mai 1997. Tenerife, Espagne)*, COPACE-PACE Sér. 97/63, 103 p.

F.A.O., 1999. — *Rapport du 4e groupe de travail du C.N.R.O.P. : Évaluation des stocks et aménagement des pêcheries de la Z.E.E. mauritanienne*, COPACE-PACE Sér. 99/64, 180 p.

FOREST (A.), 1996. — « Rapport de consultance sur la recherche halieutique dans l'Archipel du Cap-Vert », doc. n° 5, 77 p.

FRÉON (P.), B. STEQUERT & T. BOELY, 1978. — « La pêche des poissons pélagiques côtiers en Afrique de l'ouest des îles Bissagos au nord de la Mauritanie: description des types d'exploitation », *Cahiers Orstom, Série Océanographie*, XVI (3-4) : pp. 209-228.

FRÉON (P.), B. STEQUERT & T. BOELY, 1979. — « Les pêches sénégalaises: description et analyse des captures et des rendements des principales espèces pélagiques côtières », *in* F.A.O. (1978-b) : pp. 22-57.

FRÉON (P.), I. SOW & J. J. LEVENEZ, 1994. — « Trois décennies de pêche sardinière semi-industrielle au Sénégal : analyses multivariées de la pêcherie, des puissances et des rendements », *in* BARRY-GERARD *et al.* (1994) : pp. 265-312.

GARCIA (S.), F. LHOMME, J. CHABANNE & C. FRANQUEVILLE, 1978. — « La pêche démersale au Sénégal, historique et potentiel », *in* F.A.O. (1978-a) : pp. 59-77.

GASCUEL (D.), P. CHAVANCE, N. BEZ & A. BISEAU (éd.), 2000. — *Les espaces de l'halieutique*, I.R.D., 636 p. (coll. *Colloques et séminaires*).

GRUVEL (A.), 1913. — *L'industrie des pêches sur la côte occidentale d'Afrique*, Paris, Larose, 185 p.

GULLAND (J. A.) & S. GARCIA, 1984. — « Observed Patterns in Multispecies Fisheries », *in* MAY (1984): pp. 155-190.

JOSSE (E.) & S. GARCIA (éd.), 1986. — *Description et évaluation des ressources halieutiques de la ZEE mauritanienne, rapport du groupe de travail C.N.R.O.P.-F.A.O.-Orstom (16-27 sept. 1985, Nouadhibou, Mauritanie)*, COPACE-PACE Sér. 86/37, 300 p.

JOSSE (E.), 1991. — «La pêche des petits pélagiques côtiers en Mauritanie », *in* CURY & ROY (1991) : pp. 234-245

LE LOEUFF (P.), E. MARCHAL, J.-B. AMON KOTHIAS (éd.), 1993. — *Environnement et ressources aquatiques en Côte-d'Ivoire*, t. I : Le milieu marin, Orstom, 589 p.

LESNOFF (M.), E. MORIZE & S. TRAORÉ, 1999. — « La pêcherie industrielle en Guinée : état et bilan des données disponibles » *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp 175-198.

LHOMME (F.), F. DOMAIN & W. BOUR, 1973. — « La pêche chalutière à Dakar de 1965 à 1972 », *Document scientifique du C.R.O.D.T.*, 52, 44 p.

M.T.T.M. (Ministerio do Turismo, Transportes e Mar), 1999. — "Conferência sobre o estado dos recursos haliêuticos na Z.E.E. de Cabo Verde" (Praia, 10-11 de dezembro de 1998), 136 p.

MAIGRET (J.) & A. O. ABDALLAHI, 1975. — « La pêche des Imraguen sur le Banc d'Arguin et au Cap Timiris », *Bulletin laboratoire des pêches de Nouadhibou*, 4 p.

MATHIEU (C.), 1988. — *Pêcheurs et migrants à Kayar : contribution à l'étude des pêches Sénégalaises*, mémoire de maîtrise en géographie, université de Bretagne occidentale, Brest, 173 p.

MAY (R. M.) (ed.), 1984. — *Exploitation of Marine Communities*, Berlin-New York-Tokyo, Dahlem Konferenzen. Springer-Verlag.

MORIZE (E.), M. LESNOFF, O. PEZENNEC, A. FONTANA, A. DOUMBOUYA & S. TRAORÉ, 1995. — « Projet de surveillance des pêches de la Z.E.E. Guinéenne », volet scientifique : rapport de fin d'étude, Orstom-C.N.S.H.B., 137 p.

POSTEL (E.), 1947. — « La pêche aux requins », *La Pêche Maritime* (15 août 1947) : pp. 249-251.

POSTEL (E.), 1948. — « La pêche en Guinée », *La Pêche Maritime* (15 août 1948), n°845 : pp. 286-288.

POSTEL (E.), 1950. — « Note sur l'exploitation des sélaciens au Sénégal », *Congrès des pêches et des pêcheries dans l'Union française d'Outre Mer*, Institut colonial de Marseille : pp. 135-144.

SAMBA (A.), 1994. — « Présentation sommaire des différentes pêcheries sénégalaises », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (1994) : pp. 1-10.

TACONET (M.), 1992. — « Rapport sur les statistiques de pêche dans les zones 34.3.13 et 34.3.3 de la flottille internationale débarquant à Las Palmas », *in* F.A.O. (1992) : pp. 92-118.

TENREIRO DE ALMEIDA (J.), 1997. — *La recherche halieutique au Cap-Vert : Progrès récents sur la connaissance des ressources*, doc. n° 22, 16 p.

THIAM (M.) & D. GASCUEL, 1994. — « L'évolution de la pêcherie chalutière démersale du plateau continental sénégalais », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (1994) : pp. 143-162.

WEIGEL (J. Y.), 1999. — *Dynamiques d'exploitation et de valorisation des petits pélagiques marins en Afrique de l'Ouest*, F.A.O., Doc. techn. sur les pêches, 390, 59 p.

Port-Étienne & les pêcheries des côtes mauritaniennes dans la première moitié du XXe siècle

— Note —

Port-Etienne & the Mauritanian Coastal Fisheries in the First Half of the 20th Century

— Note —

Philippe TOUS [1], Mika DIOP [2], Mamoudou Aliou DIA [3] & Cheikh Abdallahi INEJIH [4]

1. — Ingénieur halieute, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

2. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

3. — Océanologue, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

4. — Biologiste, chef du département Exploitation et Aménagement, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P., Centre national de recherche océanographique et des pêches), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

RÉSUMÉ

EXPLOITÉE par les pêcheurs des îles Canaries dès le XVIIIe siècle, la région du cap Blanc fait l'objet d'investigations scientifiques à partir de 1905, conduisant à la création de Port-Étienne, actuelle ville de Nouadhibou. La première grande société de pêche locale est créée en 1919, et le Laboratoire des pêches entre en service en 1952, tandis que des mesures de protection du milieu contre le chalutage sont prises dès 1931. À travers les aléas historiques de cette première moitié du XXe siècle, les documents des scientifiques et des administrateurs français permettent de retracer l'évolution des pêcheries et des filières, révélant que les souhaits des fondateurs de Port-Étienne n'ont pas été exaucés.

Mots clés

Mauritanie — Port-Étienne — Pêcheries — Histoire

ABSTRACT

EXPLOITED by Canary Island fishers from the 18th century, the region of Cap Blanc became the focus of scientific investigations from 1905, leading to the creation of Port-Etienne, presently the city of Nouadhibou. The first large local fishing company was created in 1919 and the fisheries laboratory entered into service in 1952, although measures to protect the environment had been taken as early as 1931. Fisheries development during the first half of the 20th century can be traced through documents left by French scientists and administrators. These show that the hopes of the founders of Port-Etienne were not realised.

Key words

Mauritania — Port-Etienne — Fisheries — History

INTRODUCTION

DANS le contexte incertain des pêches mondiales, l'avenir du port de Nouadhibou (ex-Port-Étienne) est une question d'actualité ; il apparaît donc intéressant de retracer l'histoire de la création et du développement de ce port à travers celle des pêcheries des côtes mauritaniennes et des événements majeurs de la première moitié du XXe siècle.

Les documents consultés montrent que les problèmes posés au cours de cette période sont proches des préoccupations actuelles [1].

1. — Les sources documentaires consultées appartiennent aux archives du fonds mauritanien du Centre culturel franco-mauritanien de Nouakchott, de l'IMROP et du centre Ifremer de Nantes.

RÉSULTATS

Avant 1905 : explorations prometteuses

DEPUIS le XVe siècle, les témoignages sur la zone du cap Blanc font état de l'abondance exceptionnelle des ressources halieutiques (VERRIER, 1994 ; GRUVEL & BOUYAT, 1906).

À la fin du XIXe siècle, les pêcheries canariennes possèdent soixante voiliers de quarante tonneaux et produisent au filet et au casier plus de sept mille tonnes par an de courbine. La seule méthode de conservation est la salaison. Les missions exploratoires se multiplient et les rendements obtenus éveillent l'intérêt des pays européens pour la région.

La mission Gruvel de 1905 établit les premières bases d'une étude systématique du milieu et des ressources, en tentant de comprendre les causes de l'abondance et de la diversité des espèces.

1906-1919 : Fondation de Port-Étienne

Le rapport de cette mission (GRUVEL & BOUYAT, 1906) détermine les pouvoirs publics à mettre en œuvre ses recommandations et à créer Port-Étienne ; une première coopérative d'armement est établie en 1910 mais abandonnée en 1914.

La Société industrielle de la grande pêche (S.I.G.P.), fondée en 1919, entreprend alors d'étudier les méthodes les plus adéquates dans le contexte local.

1920-1949 : Les enjeux se dessinent

En 1920, la S.I.G.P. possède deux chalutiers à vapeur et cible la courbine, les Sparidés et le mulet.

La flottille canarienne reste inchangée mais, soumise à l'accord franco-espagnol de 1900, doit effectuer des allers-retours entre l'archipel et Port-Étienne ; enfin, vingt dundees à viviers, originaires de Camaret et de Douarnenez, pêchent au filet jusqu'à deux mille langoustes par jour et par navire de juillet à novembre.

La S.I.G.P. emploie deux cents personnes pour traiter les captures débarquées à Port-Étienne. L'absence de conserverie justifie le rejet de toutes les espèces démersales. Les produits salés-séchés sont exportés vers l'Afrique centrale.

Le chalutage n'est pas jugé satisfaisant malgré des rendements de trois tonnes toutes les trente minutes, car les poissons capturés sont trop petits pour être transformés. L'industrie reste donc fondée sur la courbine et, pour protéger les juvéniles, un décret présidentiel interdit les arts traînants dans la baie du Lévrier dès 1931.

L'auteur du rapport S.I.G.P. (1931) s'inquiète du développement des pêcheries dans les colonies

d'Afrique équatoriale qui viennent concurrencer les produits d'Afrique occidentale.

Durant la Seconde Guerre mondiale, les grandes pêcheries du nord connaissent de nouvelles crises. Le blocus des ports d'Europe conduit à l'arrêt des pêches françaises en Mauritanie. Les débarquements de poisson frais à Port-Étienne, qui dépassaient douze mille tonnes au début des années 1930, chutent à trois mille tonnes et la production de salé-séché à cinq cents tonnes. En 1941 pourtant, la S.I.G.P. critique encore le manque d'infrastructures et sollicite une politique publique plus volontariste en publiant un programme visant à produire soixante mille tonnes par an.

1950-1960 : Port-Étienne à l'écart de l'essor de la pêche chalutière

La période 1950-1960 correspond à un changement radical du niveau d'exploitation ; en 1959, R. MOAL, du laboratoire des pêches de Port-Étienne, dresse un bilan de la décennie.

Les débarquements à Port-Étienne sont le fait de deux cents navires canariens, dont les captures de courbine atteignent seize mille tonnes, et de trente lanches opérées par des Imraguen (unique population de pêcheurs traditionnels du littoral mauritanien) et produisant moins de sept cents tonnes par an de poisson séché.

Par ailleurs, la flotte chalutière opérant dans la zone est composée de navires espagnols et portugais de soixante-dix à mille tonneaux dont les rendements sont de deux cent cinquante à sept cents kilogrammes par heure. De 1953 à 1958, la production totale annuelle est évaluée entre soixante-dix et cent mille tonnes, avec des rejets estimés à trente pour cent en moyenne. Aucun de ces navires ne touche les côtes mauritaniennes, pas plus que les dix derniers dundees qui, en 1958, capturent encore quatre mille langoustes vertes par jour.

Plusieurs sociétés de transformation s'installent à Port-Étienne mais périclitent rapidement. Une seule conserverie de thon fonctionne jusqu'en 1957, avec une production maximale de quatre cent trente tonnes.

Le manque d'eau et d'énergie interdit d'autres techniques que le salage et le séchage ; mais, sur ces produits, la concurrence des Canaries et de l'Afrique centrale est croissante.

À partir de 1956, la demande en poisson vert, c'est-à-dire salé mais non séché, diminue au bénéfice des produits frais ou congelés.

DISCUSSION & CONCLUSION

PORT-Étienne a été créé par la volonté de quelques personnalités conscientes des potentialités de la région et des bénéfices qu'elles peuvent en retirer en termes financiers. À partir de 1930 et pendant vingt ans, les responsables locaux réclament les infrastructures nécessaires au débarquement des grandes quantités de poisson capturées dans la région, et sollicitent une politique fiscale attractive pour les industriels touchés par les crises de la morue et de la sardine.

Le développement de la congélation dans les années cinquante conduit au déploiement d'immenses flottilles pour satisfaire la demande de poisson frais en Europe ; mais ces navires ne peuvent débarquer à Port-Étienne, de sorte que la ville ne bénéficie pas de la croissance du secteur.

Ce bref aperçu peut alimenter la réflexion sur l'avenir du port de pêche de Nouadhibou. La diminution de certaines ressources pourrait être compensée par des activités de transformation, mais la valorisation des espèces à fort potentiel, tels que les petits pélagiques, suppose le développement du port et de conserveries encore inexistantes et qui devront concurrencer les pays voisins.

La période comprise entre la fondation de Port-Étienne et 1950 mérite une étude plus approfondie, en particulier au niveau de l'analyse des données quantitatives. Il serait nécessaire d'accéder à certaines archives privées ou dispersées notamment en France et en Espagne. L'intervention d'historiens serait souhaitable pour interpréter les aspects juridiques ou relatifs aux relations internationales. L'IMROP devrait encourager un programme de conservation des archives du Laboratoire des pêches. Enfin, le recueil de témoignages directs devrait être privilégié d'urgence, avant que ne disparaissent les témoins vivants de cette époque.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

GRUVEL (A.) & A. BOUYAT, 1906. — *Les pêcheries de la côte occidentale d'Afrique*, Paris, Challamel.

MOAL (R. A.), 1959. — *Perspectives de développement des industries de la pêche en Mauritanie*, Port-Étienne, Laboratoire des pêches maritimes.

S.I.G.P. (Société industrielle de la grande pêche), 1931. — *Mémoire sur la création d'une station de pêche à Port-Étienne*, Paris, S.I.G.P., janv.

S.I.G.P. (Société industrielle de la grande pêche), 1941. — *Équipement de Port-Étienne : programme de 60 000 tonnes et périodes de transition*, Paris, Société industrielle de la grande pêche, août.

VERRIER (F., trad.), 1994. — *Voyages en Afrique Noire d'Alvise Ca'da Mosto (1455 & 1456)*, Relations traduites de l'italien, prés. & ann. par F. VERRIER, Chandeigne-Unesco.

ORIENTATION DE LECTURE

BELLOC (G.), 1933. — « Les fonds chalutables de la côte occidentale d'Afrique (du Cap-Vert au Cap Spartel) », *Rev. Trav. Off. Pêches Marit.*, n° 22, VI (2) : pp. 141-193.

BELLOC (G.), 1937. — « Rapport général sur la cinquième croisière du navire " Président Théodore Tissier " », *Rev. Trav. Off. Pêches Marit.*, n°39, X (3).

CHABANAUD (P.) & Th. MONOD, 1926. — « Les poissons de Port-Étienne : Contribution à la faune ichtyologique de la région du cap Blanc (Mauritanie Française) », *Bulletin du Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française*, IX (2) : pp. 225-287.

GRUVEL (A.) & E. ANTRAYGUES, 1927. — *L'industrie des pêches sur la côte occidentale du Maroc*, Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales.

MOAL (R. A.), 1955. — « La pêche d'outre mer : Mauritanie », *Science et Pêche, Bulletin d'information et de documentation de l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes*, n°28, vol. I.

PELLEGRIN (J.), 1908. — *Étude scientifique des matériaux ichtyologiques recueillis par la mission des pêcheries de la côte occidentale d'Afrique*, Bordeaux, Congrès national des pêches maritimes : pp. 413-429.

STASSANO (Dr H.) & VINCIGUERRA, 1890. — « La pesca sulle spiagge atlantiche del Sahara », *Annali di Agricultura*, Roma.

VAILLANT (L.), 1886. — « Poissons », in *Expéditions scientifiques du « Travailleur » et du « Talisman » pendant les années 1880-1883*, Paris, Masson, 406 p., 28 pl.

VERNET (R.), Ph. TOUS, A. GOUTCHINE, J.-F. SALIÈGE & P. A. BERNARD, 2002. — « L'homme et la mer dans la presqu'île du cap Blanc il y a 6 000 ans », *Snim Informations*, n° 23, 1er semestre.

VINCENT-CUAZ (L.), 1956. — *Les langoustes roses de Mauritanie : Considérations après les campagnes 1955-1956 sur les possibilités de leur pêche : nature des captures, habitat, lieu de pêche*, rapport non publié.

Trente ans de pêche au chalut de la crevette rose *Penaeus notialis* dans la région Sénégal-Guinée Bissau

— Note —

Thirty Years of Trawling Pink Shrimp Penaeus notialis *in the Senegal-Guinea-Bissau Area*

— *Note* —

Alain CAVERIVIÈRE [1] & Djiby THIAM [2]

1. — Halieute, chargé de recherches, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)–
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale,
[*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*],
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

2. — Biologiste halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–
Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra),
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*],
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002

RÉSUMÉ

La présente contribution décrit l'évolution des prises et des rendements de crevette rose *Penaeus notialis* par les chalutiers dans les zones de pêche de cette espèce au large du Sénégal et de la Guinée Bissau. Elle concerne particulièrement le stock le plus important qui est partagé entre le sud du Sénégal et le nord de la Guinée Bissau. Pour cette zone, des efforts effectifs ont été calculés en fonction de l'évolution des puissances de pêche des crevettiers et il a été tenté sans succès d'ajuster un modèle global de Fox aux données. Il apparaît cependant que l'espèce est très résistante à l'exploitation et des considérations sont faites sur ce sujet, impliquant particulièrement la baisse de la prédation naturelle sur la crevette rose.

Mots clés

Crevette — *Penaeus notialis* — Pêcherie — Efforts de pêche
Rendements

ABSTRACT

THIS contribution describes catch trends in the trawl fishery on pink shrimp Penaeus notialis *on fishing grounds off Senegal and Guinea-Bissau. It particularly relates to the most important stock, which is shared between the south of Senegal and the north of Guinea-Bissau. For this zone, effective effort was calculated as a function of shrimp trawler horsepower. Also, we attempted, without success, to adjust a Fox surplus production model to the data. It appears, however, that the species is very resistant to exploitation and this subject is discussed, with particular reference to the decline of natural predation on pink shrimp.*

Key words

Shrimp — Penaeus notialis — *Fishery* — *Fishing efforts*
Catch per unit effort

INTRODUCTION

LA CREVETTE rose *Penaeus notialis* est largement distribuée au large de l'Afrique de l'Ouest, où de nombreux stocks ont été individualisés (GARCIA & LHOMME, 1979 ; LHOMME, 1981).

Dans sa phase marine, la crevette rose vit sur des fonds meubles (vaseux et vaso-sableux) entre la côte et soixante-cinq mètres de profondeur. Les larves sont pélagiques et les juvéniles grandissent dans les estuaires. Les plus fortes concentrations d'adultes sont trouvées entre vingt-cinq et quarante-cinq mètres au Sénégal (LHOMME, 1981), où l'espèce peut atteindre dix-neuf centimètres de longueur totale pour un poids approchant les quatre-vingts grammes.

La pêche de la crevette rose par des chalutiers commence en 1965 au large de la Grande Côte du Sénégal (fig. 1). Dès 1967, l'exploitation du fond de pêche situé entre le sud de la Casamance et le nord de la Guinée Bissau devient prépondérante. Une troisième zone, située entre l'embouchure du Saloum, sur la Petite Côte du Sénégal au sud de Dakar, et la frontière nord de la Gambie, fournit des prises non négligeables à partir de 1982.

Le présent document décrit l'évolution des captures des crevettiers pour les trois zones de l'étude et aborde les questions liées à l'évolution et à l'état des stocks des crevettes, particulièrement le stock de la zone sud qui est le plus important.

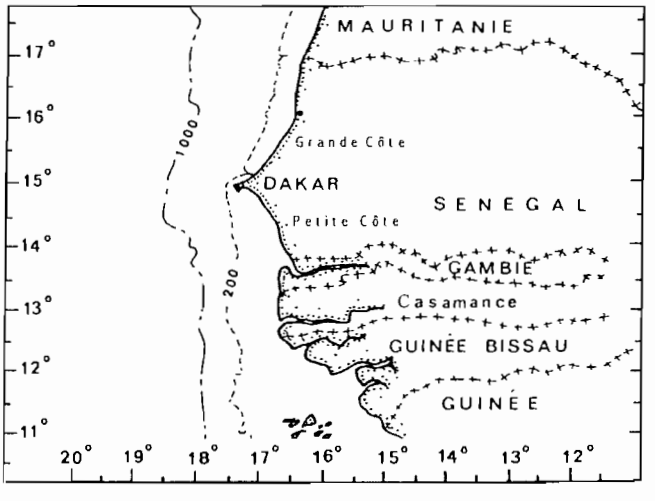


FIG. 1. — *Carte de situation.*

Area of the study.

MATÉRIEL & MÉTHODE

LE CENTRE de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) a mis en place depuis 1971 un système de renseignements sur les marées des chalutiers sénégalais basés à Dakar ou opérant au Sénégal dans le cadre de licence de pêche étrangère. Ce système permet d'obtenir les prises des principales espèces ou groupes d'espèces réalisées par les chalutiers dans les différentes zones de pêche, ainsi que les rendements. Une base annuelle a été choisie. Pour obtenir les rendements en crevette rose des bateaux ayant eu pour cible cette espèce, il est apparu préférable d'utiliser des

seuils de rendement ou/et de pourcentage en crevette pour sélectionner des marées. En effet, un crevettier peut cibler temporairement d'autres ressources dans certaines conditions : faible densité en crevette et/ou autres espèces particulièrement abondantes (poulpe par exemple).

Pour la Guinée Bissau, où la pêche à la crevette rose se pratique uniquement dans la zone nord, les statistiques sont moins fiables et souvent incomplètes. Seules les prises en crevette rose des chalutiers non basés à Dakar ont été prises en considération. Les données les plus pertinentes nous semblent contenues dans un rapport (BAD, 1994). Il donne les prises en crevette rose pour les années 1990 à 1993, ainsi que le niveau de l'effort de pêche (nombre de crevettiers) de 1986 à 1989 qui permet d'estimer approximativement les prises. Pour les années antérieures à 1986 et postérieures à 1993, les prises ont été estimées de manière encore plus empirique, d'après ce que nous savons de la pêcherie.

RÉSULTATS

L'ÉVOLUTION des prises estimées en crevette rose pour le stock principal de Casamance-Guinée Bissau est donnée à la figure 2 en fonction de l'origine des données (Sénégal et Guinée Bissau). Les prises montrent une rapide augmentation jusqu'en 1975 pour les données Sénégal, suivies par un palier jusqu'en 1986, puis une tendance en légère diminution. Avec l'intégration des données Guinée Bissau, l'augmentation globale des prises se poursuit jusqu'en 1986, où elles dépassent cinq mille tonnes, avec une tendance à la diminution un peu moins marquée par la suite.

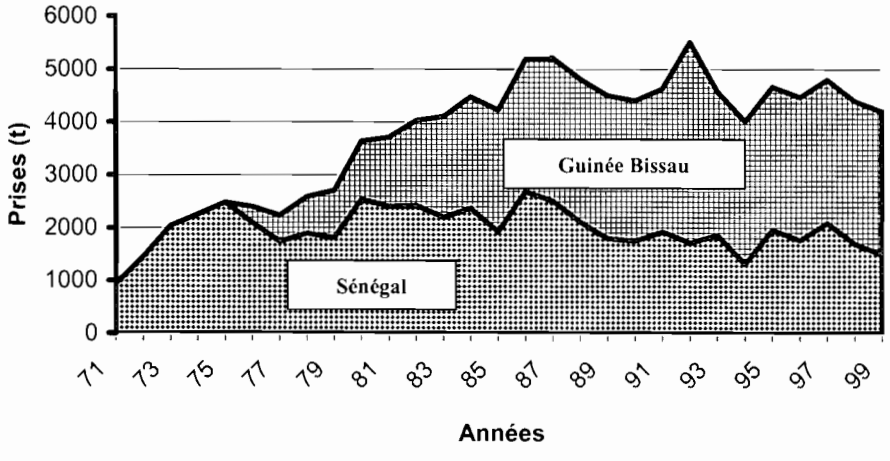


FIG. 2. — *Évolution des prises annuelles en crevette rose des chalutiers pour le stock Sud-Sénégal-Guinée Bissau, en fonction de l'origine des données.*

Annual catches of the Southern Senegal–Guinea-Bissau stock of pink shrimp by trawlers, by country of origin of the data.

Les évolutions annuelles des captures pour les stocks situés au large de la Grande Côte et de la Petite Côte sont représentées sur la figure 3. En zone nord les captures sont relativement élevées de 1970 à 1980, avec des valeurs pouvant atteindre huit cents tonnes. La diminution observée par la suite, puis la remontée en fin de période seront commentées par la suite dans le paragraphe dédié à l'évolution des rendements. L'exploitation du stock secondaire de la Petite Côte est plus récente et les prises, qui peuvent atteindre sept cents tonnes, varient fortement d'une année sur l'autre.

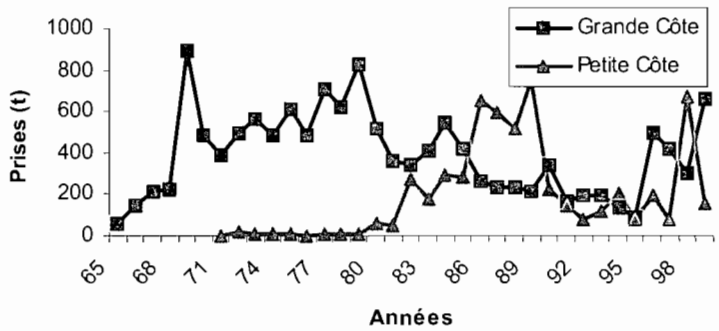


FIG. 3. — *Évolution des prises annuelles en crevette rose des chalutiers pour les régions Grande Côte et Petite Côte du Sénégal.*

Annual catches of pink shrimp by trawlers in the Senegalese areas Grande Côte and Petite Côte.

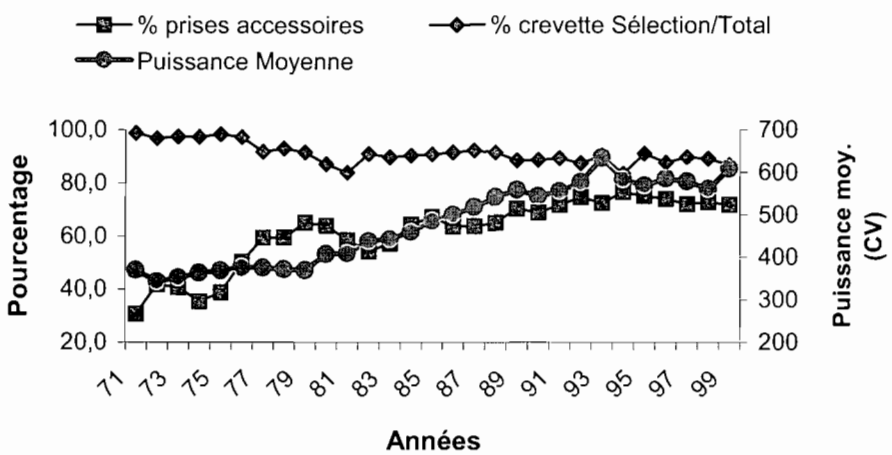


FIG. 4. — *Évolutions annuelles du pourcentage des prises accessoires débarquées et de la puissance moyenne (CV) des crevettiers sénégalais, et pourcentage des prises en crevettes de l'ensemble des marées des crevettiers par rapport aux débarquements totaux en crevette (*Cf. *texte).*

Annual fluctuations in the percentage of landed by-catch and average horsepower (CV) for Senegalese shrimp trawlers, and percentage of shrimp catches for these shrimp trawlers versus total shrimp landings (see text).

Pour le calcul de rendements, la détermination des marées ayant pour cible la crevette rose a été faite sur la base d'au moins huit pour cent de crevettes dans la prise totale débarquée de la marée et d'une moyenne de soixante kilogrammes de crevettes par jour de mer. Un précédent travail sur le sujet (C.R.O.D.T., 1990) avait utilisé des seuils de dix pour cent de crevette et une moyenne par marée de cent kilogrammes par jour. Nous avons abaissé les seuils pour tenir compte de l'augmentation en pourcentage des prises accessoires des crevettiers, qui rejettent de moins en moins de poissons (fig. 4). Les prises accessoires, qui représentaient trente à quarante pour cent du volume pondéral débarqué en début de pêcherie, atteignent soixante-dix pour cent en 1989 et se stabilisent par la suite un peu au-dessus de cette valeur (de 71 à 76 p. cent). Notons qu'un travail fondé sur une méthodologie différente de celle de C.R.O.D.T. (1990) indique un seuil de sept pour cent pour qu'une marée soit considérée comme dédiée à la crevette (BRENDEL, 1990).

Les marées sélectionnées à partir des deux seuils choisis totalisent, selon les années, au moins quatre-vingt-trois pour cent de l'ensemble des crevettes roses débarquées par les chalutiers sénégalais, bien que ce pourcentage montre une tendance à la diminution (fig. 4).

Les évolutions annuelles des rendements moyens en crevette rose pour les marées sélectionnées sont représentées sur la figure 5. Un test de sélection des marées à crevette avec des seuils de dix pour cent de crevettes et au moins quatre-vingts kilogrammes par jour donne des résultats similaires. Les rendements tournent autour de deux cents à trois cents kilogrammes par jour de mer pour les trois zones. En zone sud, les rendements montrent une baisse régulière avec le temps, en relation avec l'augmentation de l'effort de pêche qui sera analysé plus bas. En zone nord (Grande Côte), la baisse est plus prononcée dans les années 1980, peut-être en relation avec la grande sécheresse qui a frappé le Sahel et la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. Les rendements remontent par la suite, cependant les fortes valeurs des années 1998 et 1999 sont à mettre en relation, au moins en partie, avec la pêche et la commercialisation de la crevette côtière *Parapenaeopsis atlantica* mélangée à la crevette rose. Les rendements ne montrent guère d'évolution à la baisse au large du Saloum ; cette zone est moins pêchée et de ce fait les variations inter-annuelles y sont plus marquées.

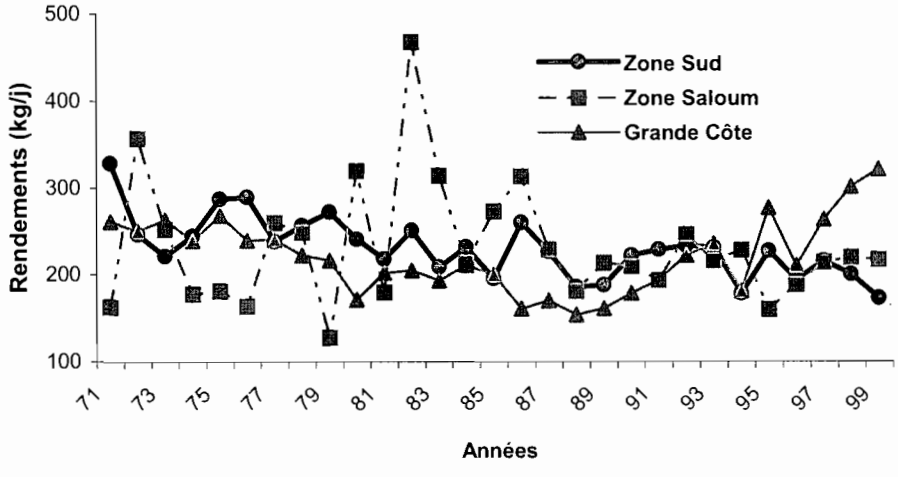


FIG. 5. — *Évolutions annuelles des rendements moyens en crevette rose (kg/jour de mer dans les trois zones de pêche, à partir des marées sélectionnées.*

Annual evolution of the average pink shrimp yields (kg/sea day) in the three fishing zones, based on selected trips.

Pour la zone sud, nous avons essayé d'estimer des efforts de pêche effectifs par an en calculant d'abord des efforts nominaux (prises totales de crevette rose au Sénégal et en Guinée Bissau divisées par les rendements moyens des crevettiers sénégalais) ; on applique ensuite à ces efforts des facteurs de correction assez empiriques pour tenir compte de l'accroissement de la puissance de pêche des navires dû à une plus forte motorisation et aux progrès technologiques. En effet, l'évolution de la puissance moyenne des crevettiers (fig. 4), calculée annuellement à partir des chalutiers dont au moins une marée a été sélectionnée cette année-là, est en augmentation nette de 1980 à 1992, elle se stabilise par la suite. Les facteurs de correction retenus et appliqués sur les efforts bruts (nominaux) issus des prises et des rendements sont les suivants : un pour cent d'augmentation par an de 1972 à 1979, trois pour cent de 1980 à 1992 (pour intégrer la nette augmentation de puissance moyenne des moteurs pendant cette période) et un pour cent par la suite. Les évolutions des rendements et des prises en fonction des efforts de pêche effectifs sont représentées sur la figure 6. Les rendements diminuent lentement malgré une très forte augmentation de l'effort ; les prises, après avoir

fortement augmenté, varient peu en fonction de l'effort à partir de 1984. Nous avons tenté d'ajuster un modèle global de Fox à partir de ces données et obtenu des résultats aberrants, donnant une prise optimale bien au-delà des plus fortes captures observées, ce qui était quelque peu prévisible d'après l'allure des prises en fonction de l'effort de la figure 6. Pour le moins, on peut sans grand risque indiquer que l'existence d'une forte surexploitation est exclue.

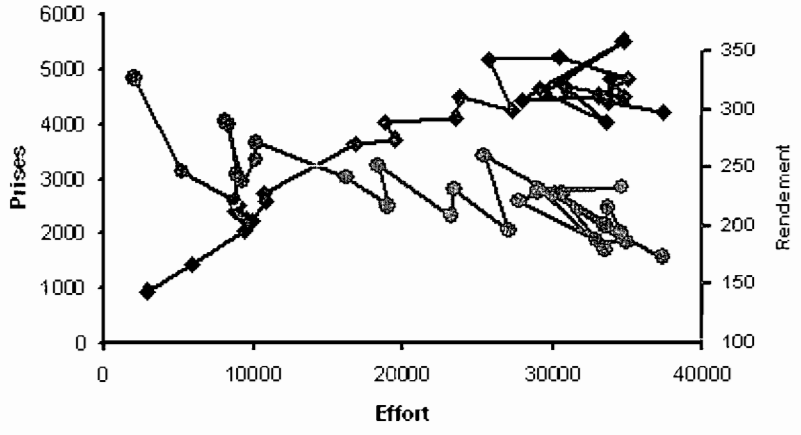


FIG. 6. — *Prises (t) et rendements (kg/j) de crevette rose en fonction de l'effort de pêche effectif (stock Sud-Sénégal-Guinée Bissau)*

Catch (t) and catch/effective effort (kg/sea day) of pink shrimp according to the effective fishing efforts (Southern stock Senegal-Guinea-Bissau).

DISCUSSION — CONCLUSION

DE CE qui précède, il apparaît que la crevette rose du stock sud Sénégal-Guinée Bissau montre une grande résistance à l'exploitation. Une explication de cette résistance vient de ce que la pêche à la crevette rose par les chalutiers a eu comme effet secondaire de réduire considérablement les prédateurs de ce crustacé sur ses fonds de pêche. Une étude des contenus stomacaux des poissons présents sur ces lieux a montré que seuls de grands individus devenus rares sont capables de consommer de la crevette rose (CAVERIVIÈRE & RABARISON ANDRIAMIRADO, 1997). La diminution des prédateurs expliquerait que le niveau des prises en crevette rose dépasse quatre mille tonnes dans cette région depuis de nombreuses années, alors que le potentiel maximal de capture avait été auparavant estimé à environ deux mille cinq cents tonnes (LHOMME, 1981). Du fait de l'activité des chalutiers, qui déciment les prédateurs naturels de la crevette rose, la prédation humaine aurait en partie remplacée la prédation naturelle sans que le niveau d'abondance en crevette n'en souffre outre mesure. Des augmentations des potentiels de pêche en crevette rose ont aussi été notées dans d'autres régions, en relation probable avec la surexploitation des poissons vivants sur les mêmes lieux, les plus grands et vieux individus y étant les plus sensibles (CAVERIVIÈRE, 2003).

Plus généralement, la résistance à l'exploitation est une caractéristique des espèces à courte durée de vie, qui ont un renouvellement rapide des populations, comme les crevettes et la plupart des espèces de céphalopodes. La surexploitation des espèces prédatrices peut conduire à des augmentations d'abondance et même à des explosions démogra-

phiques, comme il en a été observé pour le poulpe *Octopus vulgaris* dans la même région, par perte de contrôle du rôle régulateur des prédateurs sur les stocks (CAVERIVIÈRE, 2002 ; 2003). CADDY (1983), suivi par CADDY & RODHOUSE (1998), avait déjà noté que la surexploitation des poissons de fond a un impact positif sur la productivité des céphalopodes, dont la plupart sont des espèces opportunistes à courte durée de vie, et aussi sur d'autres espèces à brève durée de vie.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BAD, 1994. — *Plan directeur des pêches industrielles de Guinée Bissau, 1- Bilan de la situation existante : Les ressources halieutiques de la Guinée-Bissau et leur exploitation*, Banque Africaine de Développement, Roche International et Sepia International, 57 p.

BRENDEL (R.), 1990. — *Analyse de la consommation de carburant des chalutiers de pêche côtière au Sénégal. Conséquences sur la rentabilité des armements et la gestion de la pêcherie*, Centre rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci., 121, 61 p.

C.R.O.D.T., 1990. — *Document de travail sur les ressources démersales et la pêche chalutière au Sénégal*, Centre rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, mars 1990, 31 p. + annexe, *multigr.*

CADDY (J. F.) & P. G. RODHOUSE, 1998. — « Cephalopod and Groundfish Landings: Evidence for Ecological Change in Global Fisheries? », *Rev. Fish Biol. Fish.*, 8 (4): pp. 431-444.

CADDY (J. F.), 1983-a. — « The Cephalopods: Factors Relevant to Their Population Dynamics and to the Assessment and Management of Stocks », *in* CADDY (1983-b): pp. 416-452.

CADDY (J. F., ed.), 1983-b. — *Advances in Assessment of World Cephalopod Resources, FAO Fisheries Technical Paper*, 231: 452 p.

CAVERIVIÈRE (A.) & G. A. RABARISON ANDRIAMIRADO, 1997. — « Minimal Fish Predation for the Pink Shrimp *Penaeus notialis* in Senegal (West Africa) », *Bulletin of Marine Science*, 61 (3): pp. 685-695.

CAVERIVIÈRE (A.), 2002. — « Éléments du cycle de vie du poulpe *Octopus vulgaris* des eaux sénégalaises », *in* CAVERIVIÈRE *et al.*, (2002) : pp. 105-125.

CAVERIVIÈRE (A.), M. THIAM & D. JOUFFRE (éd.), 2002. — *Le poulpe commun* Octopus vulgaris, *Sénégal et côtes nord-ouest africaines*, Paris, I.R.D., 385 p. (coll. *Colloques et séminaires*).

GARCIA (S.) & F. LHOMME, 1979. — « Les ressources de crevette rose (*Penaeus duorarum notialis*) », *in* TROADEC & GARCIA (1979) : pp. 123-148.

LHOMME (F.), 1981. — *Biologie et dynamique de* Penaeus *(*Farfante Penaeus*)* notialis *(Perez Farfante 1967) au Sénégal*, th. doct. État sciences, univers. Pierre-et-Marie-Curie, Paris-VI, 248 p.

TROADEC (J. P.) & S. GARCIA (éd.), 1979. — *Les ressources halieutiques de l'Atlantique Centre-Est*, 1re partie, *Les ressources du golfe de Guinée de l'Angola à la Mauritanie*, F.A.O. Doc. Tech. Pêches, 167 p.

PARTIE III
IMPACTS DES PÊCHERIES SUR LES PEUPLEMENTS, LES BIOMASSES & LES ÉCOSYSTÈMES

❖

PART III
IMPACT OF FISHERIES ON POPULATIONS, BIOMASSES & ECOSYSTEMS

ARTICLES

BARRY (M. D.), M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL : pp. 183-194
▶ Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises
State of Exploitation of Five Demersal Fish Species off the Senegalese Coast

LAURANS (M.), D. GASCUEL & M. D. BARRY : pp. 195-204
▶ Évolution des abondances des principales espèces exploitées au Sénégal
Trends in the Abundance of Major Species Exploited in Senegal

GASCUEL (D.), M. LAURANS, A. SIDIBÉ & M. D. BARRY : pp. 205-222
▶ Diagnostic comparatif de l'état des stocks & évolutions d'abondance
des ressources démersales dans les pays de la C.S.R.P.
Stock Diagnosis & Abundance Trends for Demersal Resources in the Countries of the CSRP

CAVERIVIÈRE (A.) : pp. 223-242
▶ Émergence de trois espèces démersales d'Afrique de l'Ouest
(*Balistes carolinensis*, *Octopus vulgaris*, *Penaeus notialis*) : Points communs & différences
Emergence of Three Demersal Species in West Africa
(Balistes carolinensis, Octopus vulgaris, Penaeus notialis): *Common Features & Differences*

KORANTENG (K. A.) & D. PAULY : pp. 243-252
▶ *Long-term Trends in Demersal Fishery Resources of Ghana in Response to Fishing Pressure*
Tendances à long terme des ressources démersales du Ghana, & leurs changements dus à l'effort de pêche

WILLEMSE (N. E.) & D. PAULY : pp. 253-260
▶ *Ecosystem Overfishing: A Namibian Case Study*
La surpêche d'un écosystème : Cas de la Namibie

JOUFFRE (D.), G. DOMALAIN, D. THIAM, S. TRAORÉ, A. CAVERIVIÈRE,
F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH : pp. 261-280
▶ Communautés démersales d'Afrique de l'Ouest 1987-1999 :
Changements de répartition & de composition spécifique, observés par chalutages scientifiques
Demersal Fish Communities off West Africa 1987-1999:
Changes in Distribution & Species Composition Derived from Bottom Trawl Surveys

AMORIM (P. A.), S. S. MANÉ & K. A. STOBBERUP : pp. 281-298
▶ *Structure of Demersal Fish Assemblages Based on Trawl Surveys*
in the Continental Shelf & Upper Slope off Guinea-Bissau
Structure des peuplements de poissons démersaux fondée sur les campagnes scientifiques de chalutage
menées sur la plateforme continentale & le talus supérieur au large de la Guinée-Bissau

DOMALAIN (G.), D. JOUFFRE, D. THIAM, S. TRAORÉ & Ch.-L. WANG : pp. 299-310
▶ Évolution de la diversité spécifique & des dominances
dans les campagnes de chalutage démersal du Sénégal et de la Guinée
Changes in Diversity & Dominances in Demersal Survey off Senegal and Guinea

THIAM (D.), S. TRAORÉ, F. DOMAIN, S. S. MANÉ, C. MONTEIRO,
E. MBYE & K. A. STOBBERUP : pp. 311-328
▶ *Size Spectra Analysis of Demersal Fish Communities in Northwest Africa*
Analyse des spectres de taille des communautés de poissons démersaux en Afrique du Nord-Ouest

GUÉNETTE (S.) & I. DIALLO : pp. 329-346
► Exploration d'un modèle préliminaire de l'écosystème marin de la Guinée
Exploration of a Preliminary Model of the Marine Ecosystem of Guinea

STOBBERUP (K. A.), V. M. RAMOS M. L. COELHO & K. ERZINI : pp. 347-364
► *Changes in the Coastal Ecosystem of the Cape Verde Archipelago over the Last Two Decades: A Simulation Study Using Ecosim*
Changements dans l'écosystème côtier dans l'archipel du Cap-Vert pendant les deux dernières décennies : Une étude de simulation avec Ecosim

SAMB (B.) & A. N. MENDY : pp. 365-376
► Dynamisation du réseau trophique de l'écosystème sénégambien
Mass-Balance Trophic Model of the Senegambian Ecosystem

CHRISTENSEN (V.), P. A. AMORIM, I. DIALLO, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. N. MENDY, M. M. OULD TALEB OULD SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY, M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY : pp. 377-386
► *Trends in Fish Biomass off Northwest Africa, 1960-2000*
Tendances de la biomasse des poissons du Nord-Ouest africain, 1960-2000

NOTES

SIDIBÉ (A.), D. GASCUEL & F. DOMAIN : pp. 387-392
► Évaluation & diagnostic de quatre stocks de poissons démersaux côtiers en Guinée
Assessment & Diagnosis of Four Demersal Coastal Fish Stocks in Guinea

SIDIBÉ (A.), M. LAURANS, D. GASCUEL & F. DOMAIN : pp. 393-398
► Évolution comparative de l'abondance des ressources halieutiques démersales en Guinée entre 1985 & 1998
Comparative Evolution of Demersal Fisheries Resources Abundance in Guinea Between 1985 & 1998

COLOMB (A.) & J. LE FUR : pp. 399-404
► Revue des connaissances sur l'environnement des ressources halieutiques de Guinée
A Review of *Knowledge on the Environment of Fisheries Resources in the Republic of Guinea*

VILLANUEVA (M. C.), L. TITO-DE-MORAIS, J.-Y. WEIGEL & J. MOREAU : pp. 405-414
► *An Ecopath Model of the Sine-Saloum Delta Biosphere Reserve (Senegal)*
Modèle Ecopath pour une réserve de la biosphère : le delta du Siné Saloum (Sénégal)

GASCUEL (D.) : pp. 415-420
► Cinquante ans d'évolution des captures & biomasses dans l'Atlantique Centre-Est : Analyse par les spectres trophiques de captures & de biomasses
Observed Changes in the Central-Eastern Atlantic over the Last 50 Years: An Analysis Using Catch & Biomass Trophic Spectra

JOUFFRE (D.), G. DOMALAIN, S. TRAORÉ, D. THIAM, F. DOMAIN & Ch. A. INEJIH : pp. 421-432
► Détection de l'impact de la pêche sur les communautés démersales d'Afrique de l'Ouest par l'analyse multivariée sous contraintes
Detection of Fishing Impact on Northwest African Demersal Communities Using Constrained Ordination

AMORIM (P. A.), G. DUARTE, V. PIRES, M. GUERRA, T. MORATO & K. A. STOBBERUP : pp. 433-440
► *Improvements on the Guinea-Bissau Ecopath Model with an Exercise on Simulation the Effects of Fishing*
Améliorations du modèle Ecopath pour la Guinée-Bissau avec un exercice de simulation des effets de la pêche

Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises

— Article —

State of Exploitation of Five Demersal Fish Species off the Senegalese Coast

— Article —

Mariama Dalanda BARRY [1], Martial LAURANS [2], Djiga THIAO [3] & Didier GASCUEL [4]

1. — Halieute, chercheur en écologie marine, Institut sénégalais de recherche agricole–Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*] B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

2. — Écologue halieute, doctorant, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

3. — Ingénieur statisticien, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

4. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

RÉSUMÉ

AU SÉNÉGAL, les ressources démersales côtières sont exploitées par des flottilles artisanales et industrielles. Entre 1981 et 1999, cinq espèces représentent en moyenne entre vingt et trente pour cent des débarquements : *Pagellus bellottii bellottii*, *Epinephelus aeneus*, *Galeoides decadactylus*, *Pagrus caeruleostictus* et *Pseudupeneus prayensis*. Compte tenu de leur importance économique, le suivi et l'évaluation de l'état de leur stock est un impératif.
Le diagnostic a été effectué à l'aide des modèles global et structural.
En quinze ans, la biomasse des cinq espèces a été globalement divisée par trois. *Pseudupeneus prayensis* est pleinement exploité, alors que les autres espèces sont surexploitées ; cette surexploitation est particulièrement marquée pour *Pagellus bellottii bellottii* et *Epinephelus aeneus* avec un effort de pêche actuel qui est de plus de deux fois supérieur à l'effort de maximisation des captures. Pour ces stocks, la biomasse est très fortement réduite avec surexploitation du recrutement et donc un réel risque d'effondrement du recrutement.
Les mesures d'aménagement qui s'imposent sont le maintien du niveau d'effort actuel exercé sur *Pseudupeneus prayensis* et une réduction d'au moins quarante pour cent de celui sur les quatre autres espèces.

Mots clés

Sénégal — Espèces démersales — Modèle global — Modèle structural

ABSTRACT

ALONG the Senegal coast, the marine demersal resources are exploited both by artisanal and industrial fishing fleets. From 1981 to 1999, five fish species represent on average between 20 to 50% of landings: Pagellus bellottii bellottii, Epinephelus aeneus, Galeoides decadactylus, Pagrus caeruleostictus *and* Pseudupeneus prayensis. *Their economic importance demands a regular assessment of the state of these fish stocks. This assessment has been done using surplus-production and yield-per-recruit models. The analysis showed that over a period of 15 years, the biomass of these five species was reduced to one third of its original size.* Pseudupeneus prayensis *is fully exploited whereas the other species are overexploited This overexploitation is especially evident in the case of* Pagellus bellottii bellottii *and* Epinephelus aeneus *where the analysis indicates actual fishing effort to be at a level over than twice that would be required for maximizing the catch. For these stocks, the biomass is strongly reduced and recruitment overfishing occurs, thus representing a real risk of severe reduction in future recruitment. Management measures will have to ensure that the present level of fishing effort for* Pseudupeneus prayensis *is at least maintained and that fishing effort for the four other species is reduced by at least 40 per cent.*

Key words

Senegal — Demersal Fish — Global Model — Age-Structured Model

INTRODUCTION

DEPUIS la dévaluation du franc C.F.A. en 1994, les produits halieutiques représentent trente pour cent du volume des exportations sénégalaises et constituent la première source de devises du pays. Les ressources démersales côtières qui comprennent des poissons, des céphalopodes et des crustacés, représentent soixante-cinq pour cent du volume des exportations de produits halieutiques, ce qui correspond à quatre-vingt-dix pour cent en valeur. Elles sont exploitées par des flottilles artisanales et industrielles, nationales et étrangères.

Parmi ces ressources démersales, cinq espèces représentent, selon les années, entre vingt et trente pour cent des débarquements ; il s'agit du pageot, *Pagellus bellottii bellottii* (Steindachner, 1882) ; du *thiof*, *Epinephelus aeneus* (Geoffroy St Hilaire, 1817) ; du *tiekem*, *Galeoides decadactylus* (Bloch, 1795) ; du pagre, *Pagrus caeruleosticus* (Valenciennes, 1830) ; du rouget, *Pseudupeneus prayensis* (Cuvier, 1829) ; compte tenu de leur importance économique, le suivi et l'évaluation de l'état de leur stock est donc une priorité.

Depuis les années soixante-dix, le Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) collecte des informations sur les prises, les efforts déployés par les unités artisanales et industrielles et les fréquences de taille de ces espèces ; cependant, très peu d'évaluation des ressources ont été conduites ; lorsqu'elles existent, elles sont relativement anciennes et ne vont pas au-delà de 1991 (CAVERIVIÈRE & THIAM, 1994 ; GASCUEL & MENARD, 1997).

Dans le cadre du projet Système d'information et d'analyse des pêches (Siap), une première analyse de l'état d'exploitation de ces espèces par le modèle global a été menée (LAURANS *et al.*, 2001). Le diagnostic de surexploitation obtenu avec le modèle global est confirmé par l'analyse structurale menée sur le pageot et le *thiof* par la présente étude.

LA PÊCHERIE

LE PAGEOT, le *thiof*, le *tiekem*, le pagre et le rouget sont principalement capturés par les unités artisanales pêchant à la ligne ; deux catégories sont distinguées : celles qui effectuent des sorties quotidiennes, communément appelées *pirogues moteur ligne* (Pml) et les pirogues équipées de cales à glace et qui font des marées de plusieurs jours ou *pirogues glacières* (Pg).
Ces cinq espèces démersales sont également capturées par les chalutiers sénégalais et étrangers pêchant dans le cadre d'accords de pêche ; chacune de ces flottilles comprend des congélateurs et des glaciers.

Entre 1971 à 1985, la tendance générale des débarquements des cinq espèces est à la hausse, avec un pic de vingt-six mille sept cents tonnes en 1985 (fig. 1) ; cette augmentation est surestimée du fait que les débarquements de la pêche artisanale ne sont pas suivis de manière exhaustive avant 1981 et que les données de la pêche industrielle étrangère sont incomplètes avant 1982 ; cette phase est suivie d'une baisse des mises à terre qui ne sont plus que de quatorze mille tonnes en 1998. Avec quatorze pour cent en moyenne des débarquements, le pageot est l'espèce la plus représentative.

Les efforts de pêches artisanale et industrielle n'ont cessé d'augmenter depuis 1971 ; le nombre de sorties des pirogues est passé de 150 446 à 209 510 entre 1981 et 1999. Pour la pêche industrielle, le nombre de jours de mer augmente de 7 992 à 17 546 entre 1997 et 1999 ; les niveaux les plus élevés ont été atteints à partir de 1992, pour la pêche artisanale, et de 1997, pour la pêche industrielle.

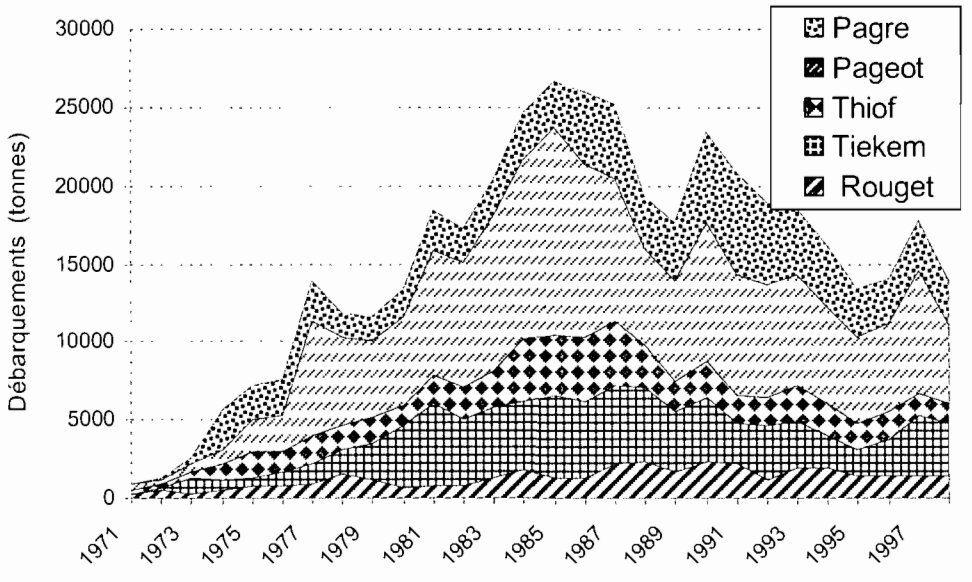


FIG. 1. — *Évolution des captures de cinq espèces démersales côtières sénégalaises entre 1971 et 1999.* Source : Base de données du C.R.O.D.T.

Catch trends for five Senegalese demersal coastal species for the period 1971 to 1999.

MATÉRIEL & MÉTHODE

LES données de captures, d'effort de pêche et de fréquences de taille qui seront utilisées dans ce travail sont celles collectées par le C.R.O.D.T. qui est une structure de l'Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra).

Modèle global

Le modèle global permet de déterminer le niveau d'effort optimal correspondant à une production maximale équilibrée. Dans cette étude, six séries de capture par unité d'effort (C.P.U.E.) ont été successivement calculées à partir des données d'effort des pirogues glacières, des pirogues moteur ligne, des chalutiers glaciers et congélateurs sénégalais et étrangers.

Pour la pêche artisanale, l'unité d'effort utilisée est le nombre de sorties et, pour la pêche industrielle, c'est soit le nombre de jours de mer (cas des navires sénégalais), soit le nombre d'heures de pêche (cas des navires étrangers). Les résultats de l'analyse des différentes C.P.U.E., indiquent que c'est la C.P.U.E. des pirogues glacières qui représente le meilleur indice d'abondance pour le *thiof* et le pageot. Pour le rouget, le pagre et le *tiekem*, les meilleurs captures par unité d'effort (C.P.U.E.) sont obtenues, respectivement, avec les congélateurs de la pêche industrielle étrangère, les glaciers de la pêche industrielle étrangère et les glaciers de la pêche industrielle sénégalaise. Ces C.P.U.E. ont donc été utilisées pour calculer des efforts théoriques [1] qui ont été appliqués à l'ensemble du stock en considérant un seul type de pêche de référence. Il s'agit d'efforts nominaux.

1. — L'effort théorique est l'effort qui devrait être développé si l'ensemble des captures est réalisé par une seule des flottilles. Dans le cas présent, un effort théorique est calculé à partir de chaque segment de la pêche artisanale et insdustriel retenu. Ainsi, on ajuste plusieurs modèles globaux afin de borner les résultats et donc prendre en compte une marge d'erreur.

Afin de tenir compte de l'amélioration technologique des engins et des navires, de la motorisation des pirogues et de l'expérience grandissante des pêcheurs, une hypothèse d'augmentation de la puissance de pêche comprise entre zéro et cinq pour cent par an est faite (GASCUEL & MÉNARD, 1997). Une série d'efforts effectifs est alors calculée comme étant le produit entre l'effort théorique et la puissance de pêche. La série d'efforts effectifs est transformée en considérant que l'effort de l'année 1999 est égal à 1, on obtient ainsi une série de multiplicateurs d'efforts ; à partir de cette série, une C.P.U.E. globale dite *observée* est calculée comme le rapport entre les captures totales et le multiplicateur d'effort. Le modèle global est ajusté par les méthodes de pseudo-équilibre qui supposent que l'abondance du stock d'une année donnée est en équilibre avec l'effort des années antérieures ; cela conduit à estimer un effort moyen par la méthode de FOX (1970). Une série de biomasses est enfin calculée pour chaque espèce ; pour cela, la biomasse à l'état vierge est estimée, soit à partir du modèle de GULLAND (1971), soit à partir de celui de SCHAEFER (1954).

Modèle structural

L'analyse structurale ne porte que sur *Pagellus bellottii bellottii* et *Epinephelus aeneus* ; elle s'appuie sur une estimation des captures en âge, fondée sur une décomposition polymodale des captures en taille ; cette décomposition est effectuée sous contrainte de tailles moyennes à chaque âge conformes à la loi de croissance de l'espèce, à l'aide du logiciel Normsep (TOMLINSON, 1970). Les lois de croissance et de mortalité utilisées sont celles déterminées par LAURANS *et al.* (2003) pour le *thiof* et par FRANQUEVILLE (1983) pour le pageot. Les fréquences de taille qui ont été utilisées dans la présente étude sont uniquement celles de la pêche artisanale car il n'existe pas de données de mensuration pour la pêche industrielle. L'impact de cette démarche sur les diagnostics ne peut être que faible car les captures de la pêche industrielle sont très peu élevées. Une analyse des cohortes non calibrée est menée pour chaque espèce. Pour le pageot, une estimation des rejets de la pêche industrielle est faite et a été intégrée à l'analyse. Une hypothèse de rejets égale à trente pour cent de la capture totale, valable pour toute la période d'étude, est effectuée (FRANQUEVILLE, 1983) et la proportion des individus d'âge 1 et 2 dans ces rejets est fixée, respectivement, à vingt et à quatre-vingts pour cent. La part des poissons de un an est plus faible car ils sont peu pêchés par le chalut : ils passent au travers des mailles. Les captures totales sont donc constituées par la somme des débarquements et des rejets ; c'est sur cette matrice des captures totales par âge et par année qu'est appliquée l'analyse des cohortes.

La difficulté essentielle de l'analyse des cohortes réside dans le choix d'un vecteur de mortalité par pêche pour la dernière année ; ce vecteur est ici estimé par des techniques de stabilisation, sous l'hypothèse qu'il est égal à la moyenne des deux années antérieures, multipliée par un coefficient d'évolution de l'effort de pêche « a » ; ce vecteur est ensuite utilisé pour les estimations de recrutement qui constituent un résultat remarquable de l'analyse des cohortes. Un diagnostic de biomasse totale et de biomasse féconde, par rapport à la situation dite « actuelle », est mené à partir d'un vecteur F de mortalité par pêche qui correspond à la moyenne des trois dernières années connues, soit F96-98 ; ces biomasses sont exprimées en pourcentage par rapport à leur niveau à l'état vierge. Le rendement par recrue est calculé en cumulant, sur toute la durée de vie d'une cohorte, les captures par âge qui sont exprimées en fonction des biomasses moyennes.

RÉSULTATS

Résultats du modèle global

Pour chaque espèce, la série de C.P.U.E. retenue et le modèle qui donne le meilleur ajustement sont résumés dans le tableau I. Une synthèse des principaux indicateurs obtenus par espèce est donnée dans le tableau II ; ils permettent d'avoir une vision rapide et synthétique des niveaux actuels d'exploitation et de l'impact de la pêche sur les biomasses.

TABLEAU I

Séries de capture par unité d'effort et modèles associés donnant le meilleur ajustement (Source : LAURANS *et al.*, 2001)

Series of catch per unit of effort and associated best fitting models (Source: LAURANS et al., *2001)*

ESPÈCES	C.P.U.E. UTILISÉE	MODÈLE	a	b	α (%)	R^2	MSY	mf_{MSY}
Epinephelus aeneus	Pg	Schaefer	12 828	-10 626,00	5	0,77	3 870	0,60
Pagellus bellottii bellottii	Pg	Fox	61 091	-2,09	5	0,42	10 513	0,38
Pseudupeneus prayensis	Pie cong.	Fox	5 248	-1,01	2	0,50	1 906	0,99
Pagrus caeruleostictus	Pie glac.	Schaefer	22 415	-22 236,00	2	0,67	5 646	0,49
Galeoides decadactylus	Pis glac.	Fox	28 331	-2,33	2	0,95	4 477	0,42

C.P.U.E. = capture par unité d'effort ; Pg = pirogue glacière ; Pie cong. = chalutier congélateurs étranger ; Pie glac. = chalutier glacier étranger ; Pis glac. = chalutier glacier sénégalais ; a et b = paramètres du modèle ; α = puissance de pêche, en pourcentage ; R^2 = coefficient de détermination ; M.S.Y. = production maximale équilibrée (en tonnes) ; mf_{MSY} = multiplicateur d'effort permettant la maximisation des captures.

TABLEAU II

Principaux indicateurs de l'état d'exploitation des cinq espèces démersales côtières sénégalaises à partir d'une évaluation par le modèle global

Main indicators of the state of exploitation of five Senegalese demersal coastal species

ESPÈCES	mf_{MSY}	MSY	$B_{act.eq.}/B_v$	$Y_{act.eq.}$/MSY	$B_{act.}/B_{act.eq.}$
Epinephelus aeneus	0,47/0,60	3 300/3 900	0,08/0,16	0,56/0,70	0,44/1,28
Pagellus bellottii bellottii	0,20/0,40	10 500/12 000	0,10/0,20	0,70/1,00	1,00/1,20
Pseudupeneus prayensis	1,00/1,70	1 700/1 920	0,38/0,55	0,89/1,00	0,62/0,72
Pagrus caeruleostictus	0,50/0,90	4 800/5 650	0,20/0,25	0,68/0,94	0,80/0,88
Galeoides decadactylus	0,40	4 300/4 500	0,17	0,61	0,37

mf_{MSY} = multiplicateur d'effort permettant la maximisation des captures ; MSY = production maximale équilibrée (en tonnes) ; $B_{act.}$ = biomasse actuelle ; $B_{act.eq.}$ = biomasse actuelle à l'équilibre ; B_v = biomasse vierge ; $Y_{act.eq.}$= capture actuelle à l'équilibre prédite par le modèle en fonction de l'effort de pêche actuel.

Les valeurs de mf_{MSY} inférieure à 1 indiquent une situation de surexploitation ; $B_{act.eq.}/B_v$ quantifie l'impact actuel de l'exploitation sur la biomasse du stock et $Y_{act.eq}$/M.S.Y. le niveau éventuel de surexploitation ; $B_{act.}/B_{act.eq.}$ précise la situation actuelle par rapport à l'équilibre. Les diagnostics par espèce sont représentés sur la figure 2 qui donne l'ajustement du modèle sur les données de captures à l'équilibre en fonction d'un multiplicateur d'effort.

Le *thiof* est essentiellement capturé par les pêcheurs artisans ; entre 1984 et 1987, les débarquements sont très élevés (fig. 1) et supérieurs au M.S.Y. qui est évalué à trois mille six cent trente tonnes ; depuis, les captures n'ont cessé de décroître pour atteindre leur niveau le plus bas en 1998 avec mille trois cent deux tonnes. Il est indéniable que le stock de *thiof* se trouve dans une situation de très forte surexploitation ; en effet, l'effort de maximisation (mf_{MSY}) représente soixante pour cent de l'effort actuel (fig. 3) ; la réduction de ce dernier est indispensable pour retrouver sur le long terme une production plus élevée.

Le pageot, comme le *thiof*, est une espèce ciblée principalement par la pêche artisanale ; les années de fortes productions se situent aussi entre 1984 et 1987 (fig. 1) ; les captures diminuent ensuite jusqu'en 1998. En 1999, sous l'effet d'une forte augmentation de l'effort de pêche, la production a doublé pour atteindre dix mille neuf cents tonnes.

L'effort actuel, c'est-à-dire celui de 1999, qui correspond à un multiplicateur d'effort de 1, est nettement supérieur à l'effort de maximisation des captures (fig. 2), ce qui traduit une situation de surexploitation ; si cet effort est maintenu, la produc-

tion s'équilibrera à sept mille cinq cents tonnes, alors que le M.S.Y. est estimé entre dix mille sept cent vingt et douze mille tonnes et l'effort de maximisation f_{MSY} entre trente et cinquante pour cent de l'effort actuel ; le stock de pageot est donc fortement surexploité. Un retour de l'effort proche du mf_{MSY} entraînerait sur le long terme une stabilisation de la production autour du M.S.Y.

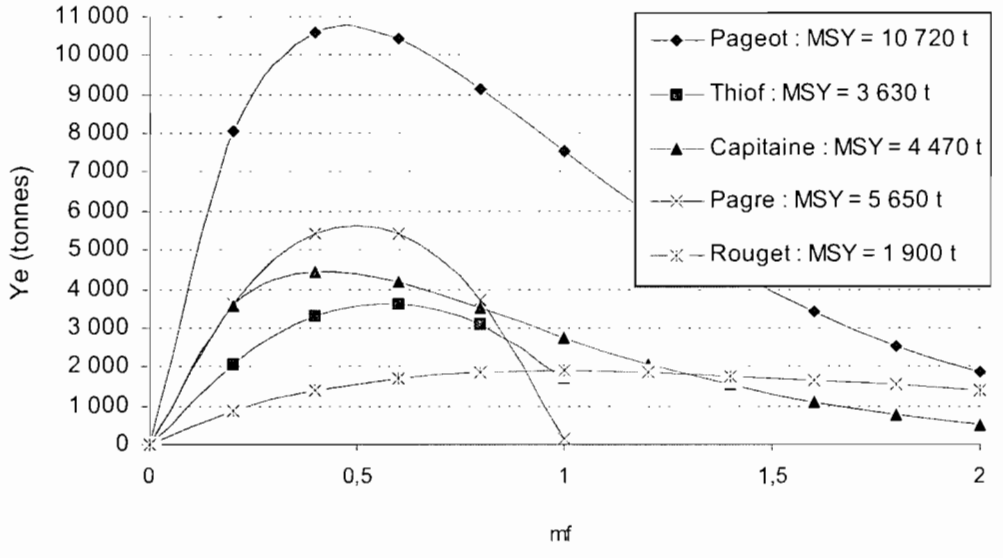


FIG. 2. — *Évolution des captures à l'équilibre de cinq espèces démersales côtières sénégalaises en fonction d'un multiplicateur d'effort (mf= 1).*

Sustainable yield (MSY) for five Senegalese demersal coastal species, expressed relative to current level of effort (mf=1).

Le *tiekem* est une espèce appartenant à la communauté des Sciaenidés qui est surtout exploitée par la pêche industrielle ; cette espèce est aujourd'hui en état de surexploitation. Les captures de 1999 sont de mille sept cent quatre-vingt-dix tonnes alors que le M.S.Y. est de quatre mille quatre cent soixante-dix tonnes (fig. 2) ; aussi, une réduction de l'effort de la pêche industrielle afin de se rapprocher de l'effort de maximisation des captures conduirait à une augmentation de la production.

Le rouget est l'espèce dont la situation est la moins alarmante, même si les deux dernières années correspondent à un état de surexploitation. L'effort de 1999 est égal à celui de maximisation (fig. 2) ; alors que la capture est inférieure à la capture équilibrée ; aussi, si l'effort varie peu, une augmentation de la production est envisageable. Cette espèce est majoritairement capturée par la pêche industrielle et elle fait toujours l'objet d'une pêche ciblée.

Le pagre est surtout capturé par la pêche artisanale. Les débarquements des cinq dernières années n'atteignent pas le M.S.Y. qui est ici évalué à cinq mille six cent cinquante tonnes (fig. 2) ; de plus, l'effort de pêche de 1999 est le double de celui qui maximise les captures. Ce stock est donc surexploité ; une diminution de l'effort de pêche vers des valeurs proches du mf_{MSY} permettra d'obtenir des captures proches du M.S.Y.

En ce qui concerne l'évolution des biomasses des cinq espèces entre 1983 et 1998, la tendance générale est la même, à savoir une forte diminution ; globalement, la biomasse est divisée par trois en quinze ans.

Résultats du modèle structural

Les résultats obtenus avec le modèle structural, pour le pageot et le *thiof*, sont donnés dans le tableau III.

TABLEAU III

Indicateurs de l'état actuel des stocks de pageot et de *thiof* et de leur exploitation

Indicators of the current state of stocks of pageot and thiof *and their exploitation*

INDICATEURS	PAGEOT		*THIOF*		ROUGET	PAGRE	*THIEKEM*
	M S	M G	M S	M G	M G	M G	M G
Biomasse relative (%)	16	10-20	24	8-16	38 - 55	20-25	17
Biomasse féconde relative par recrue (%)	4,1		19				
mf de MSY	0,4	0,5	0,6	0,6	1,0	0,4	0,4
Recrutement moyen 94-98 (10^6 individus)	93,6		0,78				
Captures équilibrées maximales (MSY en t)	6 700	10 720	920	3 630	1 900	5 650	4 470
Excédent d'effort (%)	60	50	40	40	0	60	60
Perte de capture (%)	13	0-30	53	30-44	0	6-32	39

MS = Modèle structural ; MG= Modèle global

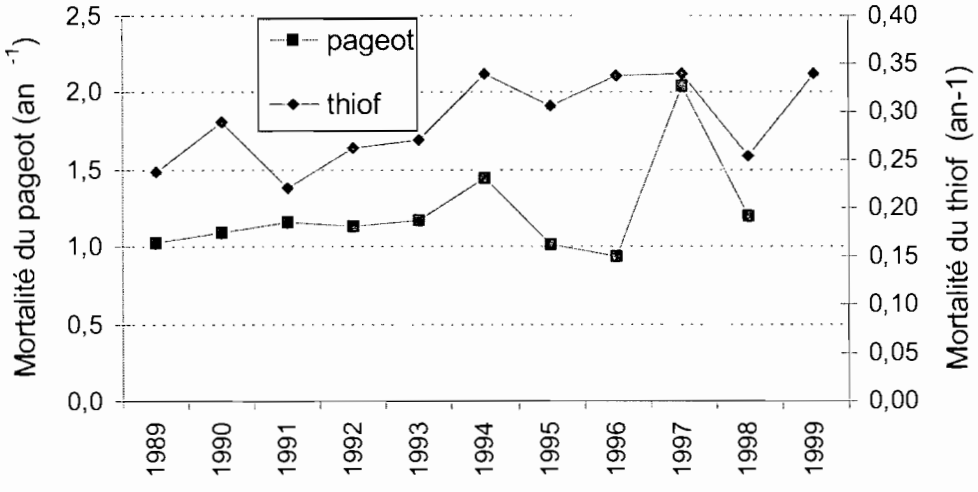


FIG. 3. — *Évolution de la mortalité par pêche moyenne (âge 3 à 7) du pageot et du* thiof *entre 1989 et 1999.*

Trends in average annual fishing mortality (age 3 to 7) for pageot and *thiof* for the period 1989 to 1999.

MORTALITÉS PAR PÊCHE

La mortalité par pêche (moyenne des âges 3 à 7) du pageot est élevée sur toute la période, avec cependant un pic en 1997 (fig. 3) ; jusqu'à cette date, les résultats sont peu sensibles aux hypothèses de calibration de l'analyse de population virtuelle (VPA). La diminution des captures en 1998 traduirait une réelle baisse de la pression de pêche avec un retour à des valeurs de mortalité proches de celles des années antérieures à 1997.

Pour le *thiof*, entre 1989 et 1992, la mortalité par pêche fluctue, mais tend à se stabiliser (fig. 3). Elle augmente ensuite fortement jusqu'en 1997, pour diminuer brutalement en 1998, avant d'augmenter à nouveau en 1999 ; globalement, entre 1992 et 1999, la tendance est à la hausse.

RECRUTEMENTS

Le nombre de recrues de pageot est pratiquement divisé par deux, entre 1989 et 1994 (fig. 4) ; le recrutement reste depuis très faible et serait même en décroissance les années récentes (mais ce dernier résultat est sensible aux hypothèses de calibration) ; cette situation serait en relation avec un potentiel reproducteur dégradé.

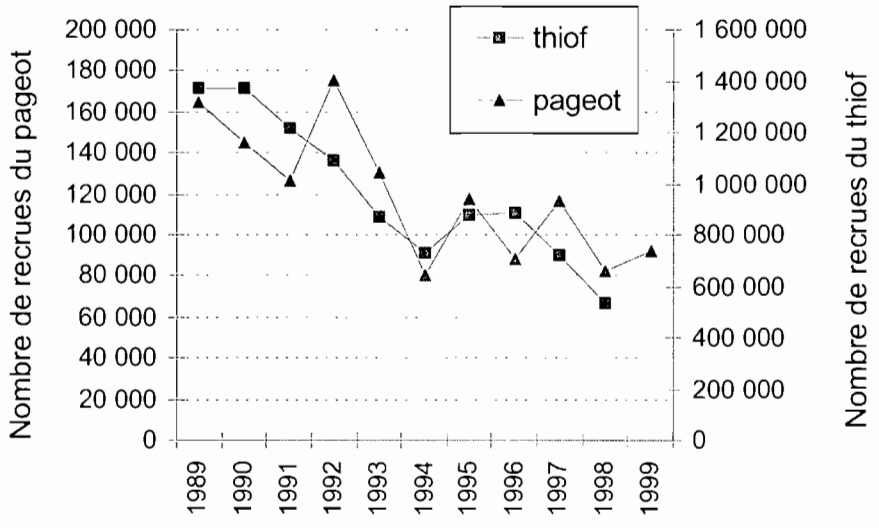


FIG. 4. — *Évolution du recrutement du pageot et du* thiof *entre 1989 et 1999.*
Trends in recruitment for pageot and *thiof* for the period 1989 to 1999.

Chez le *thiof*, contrairement à la mortalité par pêche, le recrutement est sensible aux valeurs du paramètre « a » qui mesure la sensibilité du modèle par rapport à l'évolution de la pression de pêche ; avec une valeur de 1,1, une tendance à la baisse sur l'ensemble de la période est observée, sauf pour la dernière année ; avec a = 0,9, le recrutement est relativement stable, même si des différences existent d'une année à l'autre ; là aussi la dernière année est caractérisée par une forte augmentation.

BIOMASSE ET BIOMASSE FÉCONDE PAR RECRUE

En ce qui concerne la biomasse totale et la biomasse féconde, pour le pageot et le *thiof*, les tendances sont similaires par rapport au multiplicateur d'effort et une division par deux est notée (fig. 5) ; par ailleurs, chez les deux espèces, les biomasses sont sensibles aux variations de l'effort de pêche.

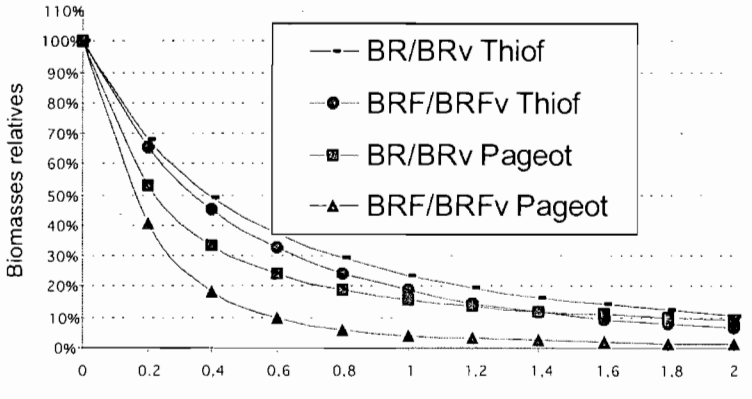


FIG. 5. — *Évolution de la biomasse et de la biomasse féconde par recrue du pageot et du* thiof *en fonction d'un multiplicateur d'effort (mf = 1).*
Trends in relative biomass (spawning biomass per recruit) of pageot and *thiof*, expressed as a function of level of effort current lend - mf = 1.

Avec le niveau d'effort de 1998 (mf = 1), la biomasse totale par recrue de pageot est égale à seize pour cent de ce qu'elle était à l'état vierge et de vingt-quatre pour cent pour le *thiof* (fig. 5).

La biomasse féconde par recrue du pageot est réduite à 4,1 p. cent, par rapport à la situation sans exploitation ; il y a donc un risque de surexploitation du recrutement et par conséquent d'effondrement par sur-pêche ; en effet, ce pourcentage est inférieur au seuil empirique de dix pour cent souvent considéré comme étant le seuil d'exploitation du recrutement. Pour le *thiof*, la situation est moins dramatique que celle du pageot car ce pourcentage est de dix-neuf pour cent.

RENDEMENTS PAR RECRUE

Pour le pageot, l'effort actuel (mf = 1) est trois fois supérieur à l'effort de maximisation des captures par recrue, entraînant une perte de capture de treize pour cent par rapport au M.S.Y. (fig. 6). Le potentiel de capture actuel (pour un recrutement actuel faible) est estimé entre cinq mille six cents et sept mille tonnes, soit des valeurs très inférieures aux captures historiques.

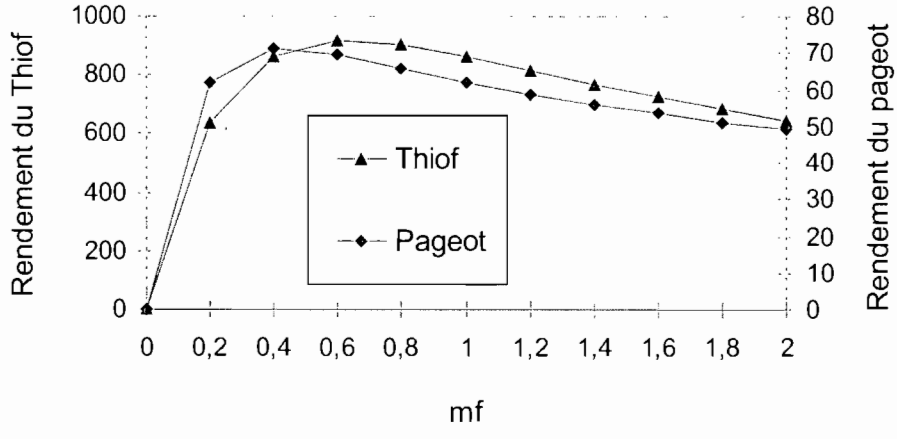


FIG. 6. — *Évolution du rendement par recrue (en gramme par recrue) du pageot et du* thiof *en fonction d'un multiplicateur d'effort (mf= 1).*
Trends in yield per recruit for pageot and *thiof*, expressed as a function of current level of effort (mf=1).

Pour le *thiof*, le diagnostic de rendement par recrue indique que l'excédent d'effort est de quarante pour cent (fig. 6) ; parallèlement, le rapport biomasse féconde sur recrutement est supérieur au seuil empirique de dix pour cent, souvent considéré comme le seuil d'exploitation du recrutement.

DISCUSSION

L'ÉVALUATION de stock par l'approche globale ne permet pas une analyse aussi fine que celle qui peut être réalisée par une approche structurale ; néanmoins, elle nécessite moins de données précises (loi de croissance, mortalité naturelle, etc.) mais une série de données statistiques relativement longue ; de plus, la mise en place d'un modèle global est plus rapide. Les deux approches concluent à un état de surexploitation pour toutes les espèces à l'exception du rouget qui est pleinement exploité.

Les captures de pageot sont constituées par des individus dont la taille varie entre dix et quarante et un centimètres. Cette espèce est recrutée à deux

ans et les flottilles artisanales et industrielles capturent principalement les jeunes individus âgés de deux et trois ans, ce qui indique une forte pression de pêche qui n'est pas sans conséquence sur le stock de pageot.

Globalement, la situation du stock de pageot au Sénégal apparaît particulièrement préoccupante et ceci pour plusieurs raisons ; en premier lieu, les résultats obtenus montrent que le stock est en état de surexploitation de croissance très marquée ; l'effort actuellement déployé est presque trois fois supérieur à l'effort de maximisation des débarquements par recrue ; il engendre une perte de capture d'environ vingt pour cent par rapport au M.S.Y. ; globalement, ces résultats confirment le diagnostic de surexploitation obtenu avec le modèle global (LAURANS *et al.* 2001).

En second lieu, l'abondance du stock apparaît en très nette diminution. Sur la période étudiée, il passe de vingt-cinq mille tonnes en 1990 à dix mille tonnes en 1998 ; depuis 1985, cette chute spectaculaire de l'abondance du pageot est confirmée par toutes les études ; ces résultats sont également en accord avec ceux obtenus avec le modèle global (LAURANS *et al.*, 2001).

Enfin, l'élément le plus inquiétant concernant l'état du stock est la baisse sensible du recrutement et les faibles niveaux actuels de biomasse féconde. MAURY (1994) mettait en évidence une division par deux du recrutement entre 1982 et 1988. Les résultats obtenus ici indiquent une nouvelle division par deux entre 1989 et 1994. Dans la période récente, le recrutement reste très faible, décroît même encore (fig. 4), situation qui est à mettre en relation avec un potentiel reproducteur très dégradé ; en effet, la biomasse féconde actuelle (fig. 5) correspond à 4,1 p. cent de la biomasse féconde vierge. Le mode d'exploitation actuel tend donc à maintenir la fécondité du stock de pageot à un niveau faible car les poissons ont peu de chance d'atteindre une taille compatible avec une bonne reproduction ; en fait, comme l'a bien démontré GARCIA (1984), un stock surpêché sera constitué d'individus jeunes du fait de la baisse de l'espérance de vie et par conséquent d'une faible fécondité. La pêche modifie défavorablement les capacités de reconstitution du stock de pageot ; un effondrement biologique est alors à craindre ; dans le cas du pageot, ce risque est réel.

En ce qui concerne le *thiof*, un biais est introduit dans l'analyse structurale car la répartition septentrionale de l'espèce va au-delà de la frontière sénégalaise ; aussi, comme une évaluation doit se faire sur l'ensemble d'un stock, en ne tenant compte que des données sénégalaises, les captures totales sont sous-estimées ; cependant, la connaissance de la pêcherie mauritanienne montre que les pratiques de pêche dans ce pays sont similaires à celles du Sénégal ; ainsi, si une erreur d'évaluation est commise, elle est d'ordre quantitative et non qualitative ; la prise en compte des données de Mauritanie modifierait l'estimation du potentiel de production (plus élevé pour les deux pays que pour un seul) ; en revanche, le diagnostic de surexploitation ne peut être remis en cause.

CONCLUSION

SACHANT que les cinq espèces étudiées représentent entre vingt et trente pour cent des captures totales des espèces démersales, le suivi et l'évaluation de l'état de leur stock sont indispensables. Les conclusions de cette étude sont pessimistes car quatre des cinq stocks sont en état de surexploitation et deux d'entre eux apparaissent même en état de surexploitation de recrutement, donc menacés d'effondrement. Compte tenu de l'importance de la pêche dans un pays comme le Sénégal, il est urgent de prendre en considération ces diagnostics. Les tendances observées de 1981 à 1999 et dont l'analyse est à la base des diagnostics établis ici tendent à s'accentuer dans la période actuelle, avec une poursuite de la baisse des captures tandis que l'effort de pêche continue d'augmenter.

Les mesures d'aménagement qui s'imposent pour le pageot sont une réduction de l'effort de pêche actuel, surtout en période de reproduction, et sans doute une augmentation de la taille à la première capture ; au contraire, si l'on souhaite maintenir l'âge de première capture à deux ans, il faudrait réduire l'effort de pêche actuel de moitié pour pas-

ser au-dessus d'un seuil de biomasse féconde relative de dix pour cent et s'approcher d'un débarquement par recrue maximal. Pour le *thiof*, l'effort actuel est de quarante pour cent supérieur à l'effort de maximisation des captures ; comme pour le pageot, une réduction de celui-ci est donc indispensable pour retrouver, à long terme, une production élevée.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'Évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, t. II, Paris, Orstom (coll. *Colloques et Séminaires*).

CAVERIVIÈRE (A.) & M. THIAM, 1994. — « Essai d'application d'un modèle global à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 351-352.

FOX (W. W.), 1970. — « An Exponential Surplus-Yield Model for Optimizing Exploited Fish Populations », *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 99: pp. 80-88.

FRANQUEVILLE (C.), 1983. — *Biologie et dynamique de population des daurades (*Pagellus bellottii bellottii, *Steindachner, 1882) le long des côtes sénégalaises*, th. doct. État sciences, univers. Aix-Marseille-II, faculté des sciences de Luminy, 276 p.

GARCIA (S.), 1984. — *Les problèmes posés par l'aménagement des ressources instables*, atelier Danida-F.A.O.-COPACE sur l'aménagement et le développement des pêches, Santa-Cruz de Ténérife, 1er-10 juin 1983, 38 p.

GASCUEL (D.) & F. MENARD, 1994. — « Assessment of a Multispecies Fishery in Senegal, Using Production Models and Diversity Indices », *Aquat. Living Resourc.*, 10: pp. 281-288.

GASCUEL (D.), M. D. BARRY, M. LAURANS & A. SIDIBÉ (éd.), 2003. — *Évaluations des stocks démersaux en Afrique du Nord-Ouest*, travaux du Groupe « Analyses monospécifiques » du projet Siap, COPACE/PACE Sér. 03/65.

GULLAND (J. A.), 1971. — « The Fish Resources of the Ocean. West Byfleet », Surrey, Fishing News (Books) for FAO, 255 p., ed. rev. et corr., FAO, *Fish Tech. Pap.*, 97: 425 p. (1970).

LAURANS (M.), M. D. BARRY & D. GASCUEL, 2001. — « Diagnostic de cinq stocks sénégalais par l'approche globale (*Galeoides decadactylus*, *Pagellus bellottii bellottii*, *Pseudupeneus prayensis*, *Pagrus caeruleostictus* et *Epinephelus aeneus*), Siap Analyses », in *Évaluation des stocks par l'approche globale et évolutions d'abondance*, Rapport de la réunion du groupe « Analyses mono-spécifiques » du projet Siap, Mindelo, 10-12 oct. 2001, Doc. Tech., 2 : pp. 26-35.

LAURANS (M.), M. BARRY & D. GASCUEL, 2003. — « Revue des connaissances sur la biologie du thiof (*Epinephelus aeneus*) et diagnostic de l'état du stock au Sénégal », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 55-70.

MAURY (O.), 1994. — *Méthodologie d'étude structurale de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise, application à l'exploitation du Pageot* Pagellus bellottii bellottii, Rapport DAA, université halieutique de l'Ensar, 87 p.

SCHAEFER (M. B.), 1954. — « Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of Commercial Marine Fisheries », *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.*, 1: pp. 25-56.

TOMLINSON (J. P.), 1970. — Program Normsep. Normal distribution separator using steepest descent method, 11(1). 2.4 to 11(1). 2.10.

Évolution des abondances des principales espèces exploitées au Sénégal

— Article —

Trends in the Abundance of Major Species Exploited in Senegal

— Article —

Martial LAURANS [1], Didier GASCUEL [2] & Mariama Dalanda BARRY [3]

1. — Écologue halieute, doctorant, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

2. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

3. — Écologie marine, halieute, chercheur Isra (Institut sénégalais de recherche agricole), C.R.O.D.T. (Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye), B.P. 2241, Dakar (Sénégal).

RÉSUMÉ

À PARTIR des différentes séries de données disponibles, on estime ici un indice d'abondance synthétique pour cinq espèces exploitées au Sénégal, sur la période 1971-1999. On montre ainsi une forte diminution de l'abondance de ces espèces, avec une situation particulièrement dégradée pour le pageot (*Pagellus bellottii*) et le *thiof* (*Epinephelus aeneus*). Globalement, les plus fortes diminutions de biomasse sont observées pour les espèces de niveaux trophiques les plus élevés.

Mots clés

Sénégal — Évolution d'abondance — Indice synthétique
Pression de pêche — État du stock — Niveau trophique

ABSTRACT

USING several available data series, we derive a synthetic index of abundance for five species exploited by the Senegalese fisheries during the 1971-99 period. It appears that the abundance of these five has strongly decreased, with a particularly bad situation for "pageot" and thiof. *The strongest decreases in biomass are observed for species at higher trophic levels.*

Key words

Senegal — Abundance Trend — Synthetic Index — Fishing Intensity
State of Stock — Trophic Level

INTRODUCTION

LE PLATEAU continental sénégalais est une zone de forte productivité halieutique où la pêche s'est développée de manière importante au cours des dernières décennies. En particulier, les ressources démersales sont exploitées par une pêche industrielle chalutière et par une pêche artisanale très diversifiée ; ainsi, la production démersale est passée de trente mille tonnes au début des années soixante-dix à près de cent mille tonnes en l'an 2000. Dans ce contexte d'intensification de l'exploitation, nous nous intéressons ici aux évolutions d'abondance de cinq espèces démersales qui sont parmi les plus importantes : le pagre (*Sparus caeruleostictus*), le pageot (*Pagellus bellottii*), le *thiof* (*Epinephelus aeneus*), le rouget (*Pseudupeneus prayensis*) et le petit capitaine ou *thiekem* (*Galeoides decadactylus*). Plusieurs séries de données sont utilisées pour estimer un indice d'abondance synthétique sur la période 1971-1999. On analyse ainsi la réponse de différents stocks à la pression de pêche, sur une période relativement longue.

MATÉRIEL & MÉTHODES

POUR chaque espèce, trois séries d'indices d'abondance ont été estimées lors de travaux menés précédemment dans le cadre du projet Siap.
La première série est issue de l'ajustement d'un modèle global aux données de captures et d'effort de pêche sur la période 1983-1999 (LAURANS *et al.*, 2003) ; la deuxième série provient de l'ajustement d'un modèle linéaire général (G.L.M.) sélectionné à l'issue de l'analyse des données de chalutage scientifique récoltées lors des campagnes du *Louis-Sauger*, entre 1986 et 1994 (GASCUEL & LAURANS, 2003) ; la troisième série est l'estimation de la biomasse totale du stock, issue d'une analyse des cohortes sur les données de captures commerciales aux âges disponibles pour la période 1988-1999 (LAURANS *et al.*, 2003-a, 2003-b ; BARRY *et al.*, 2003).
Une quatrième série est estimée ici par ajustement d'un modèle linéaire général (G.L.M.), à partir des données de prise par unité d'effort (P.U.E.) des navires étrangers de la pêche industrielle, données disponibles sur la période 1983-1998. Différents effets sont testés (année, puissance des navires, zone et saison de pêche, bathymétrie), ainsi que leurs interactions ; un modèle unique cohérent est retenu pour chaque espèce. Enfin, on utilise les séries d'abondance estimées par GASCUEL & THIAM (1994) et fondées sur une modélisation linéaire générale (G.L.M.) des statistiques de la pêche industrielle 1971-1991. Ces cinq séries d'abondance sont prises en compte afin de calculer un indice synthétique pour l'ensemble de la période 1971-1999. Chaque série est standardisée en prenant comme référence la série issue de l'analyse des cohortes, sauf pour le rouget où la série utilisée est celle issue du modèle global. Le coefficient de standardisation est donc le ratio entre la moyenne de la série de référence et la moyenne de la série considérée, pour la période qui leur est commune. L'indice synthétique s'exprime ensuite comme une moyenne des séries standardisées ; on présente ici un indice lissé (moyenne mobile sur 3 ans), avec l'optique d'analyser les évolutions tendancielles de l'état du stock. La pertinence d'un tel indice est appréciée en calculant le coefficient de corrélation de Pearson entre chaque série et la série de référence.

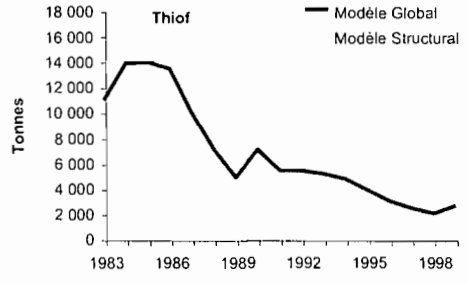
Différents indicateurs de l'état actuel des stocks sont finalement calculés ; ils sont notamment mis en relation avec le niveau trophique de chaque espèce (valeur issue de www.FishBase.org). L'utilisation du coefficient de rang de Spearman permet de mesurer la corrélation entre le ratio B/Bv (B : biomasse totale d'un stock à un temps t ; Bv : biomasse totale de ce stock avant exploitation ou à l'état vierge) issue du modèle global et le niveau trophique des espèces.

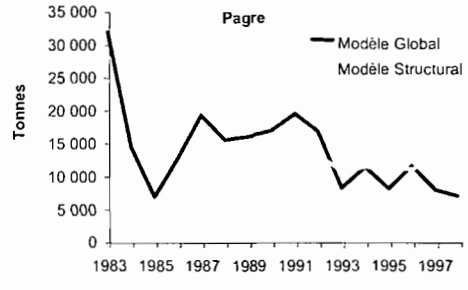
RÉSULTATS

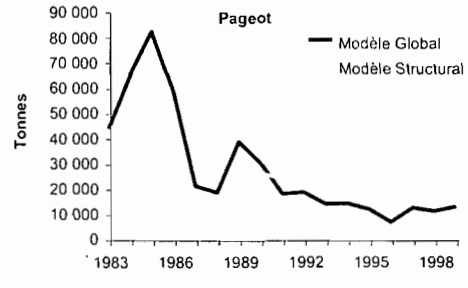
L'ÉVALUATION de stock par l'approche globale et par l'approche structurale a été conduite pour quatre espèces (fig. 1).

Pour chacune d'elle, et pour les deux estimations, l'évolution de la biomasse montre la même tendance, à savoir une diminution globale sur la période considérée.

Seule la biomasse totale du pagre issue du modèle structural montre une certaine stabilité sur la période1989-1999.







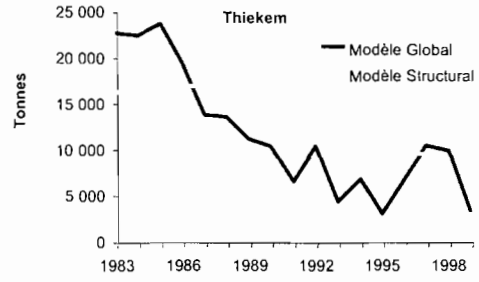


FIG. 1. — *Évolution des biomasses totales estimées par le modèle global (LAURANS et al. 2001) et structural (LAURANS et al. 2003-a, 2003-b ; BARRY et al. 2003).*

Trends in total biomasses estimated from surplus production and age structured models.

Les modèles G.L.M. appliqués aux P.U.E. commerciales conduisent à estimer un nouvel indice d'abondance (fig. 2 & ann. I). Globalement, ces résultats confirment les précédents, au moins au cours de la dernière décennie durant laquelle on observe ici aussi une baisse d'abondance pour les quatre espèces considérées.

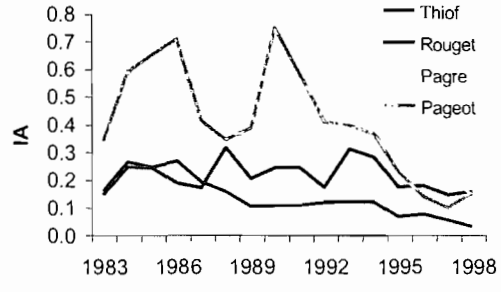


FIG. 2. — *Indices d'abondance estimés par modélisation G.L.M. des données de la pêche industrielle.*

Abundance index estimated using GLM method on industrial fishery data.

Les valeurs du coefficient de corrélation (ann. II) montrent (excepté pour le pagre) la forte cohérence entre les différentes séries utilisées pour le calcul de l'indice synthétique. La standardisation et le calcul d'un indice synthétique permettent de mettre en évidence l'évolution tendancielle de l'abondance de chaque stock, sur une trentaine d'années (fig. 3 et 4). Le pageot et le *thiekem* sont des espèces qui n'ont été réellement ciblées par la pêche qu'à partir du début des années 1980 ; antérieure-

ment leurs indices d'abondance apparaissent croissants ; ces accroissements peuvent être en partie expliqués par une diminution des rejets de la part des chalutiers. En revanche, dès que l'exploitation de ces espèces s'est intensifiée, leur abondance a fortement diminué (fig. 4-a). Le *thiof*, le pagre et le rouget font quant à eux l'objet d'une pêche ciblée depuis le début de la période d'étude ; corrélativement, leur abondance diminue sur l'ensemble de cette période (fig. 4-b).

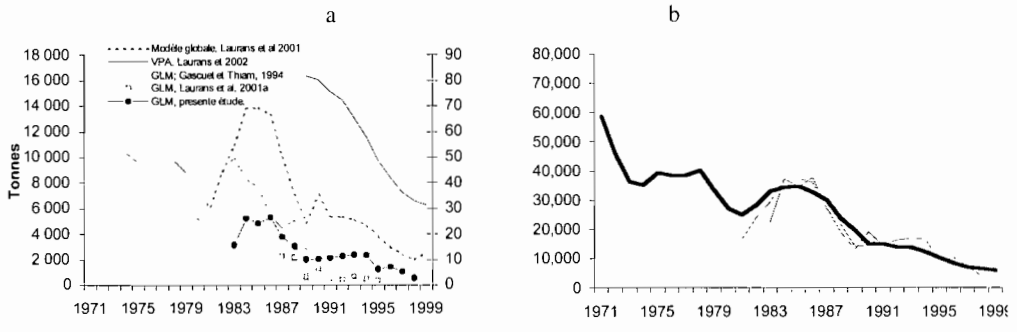


FIG. 3. — *Estimation de l'indice d'abondance combiné : l'exemple du* thiof.
a : séries brutes ; b : séries standardisées et indice combiné.
Estimation of the combined index: *thiof* example.
a: original series; b: standardised series and combined index.

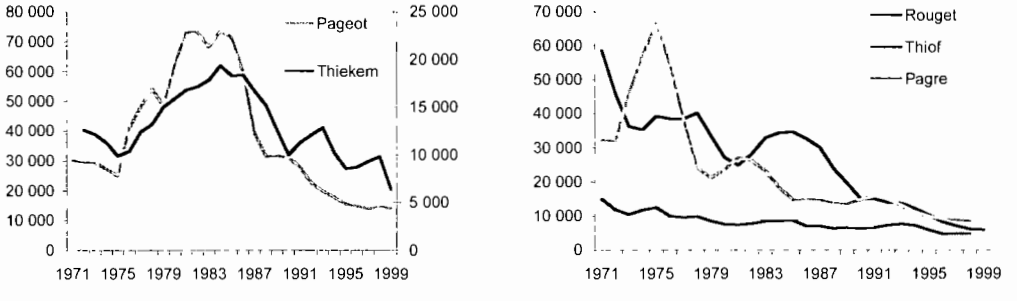


FIG. 4. — *Évolution de l'indice d'abondance combiné.*
Combined abundance index.

TABLEAU I

Indicateurs de l'état actuel de la biomasse de chaque stock, et niveau trophique de l'espèce
Indicators of present biomass status for each stock and species trophic level

	RATIO(FIN/DEB) *	RATIO(FIN/1983) *	B/BV **	B/R ***	NIVEAU TROPHIQUE
		en pourcentage			
Thiof	13	18	8	20	4,00
Pageot	–	20	12	16	3,59
Pagre	23	36	23	15	3,60
Rouget	38	57	36	–	3,53
Thiekem	–	35	17	28	3,79

* ratio entre indices d'abondance synthétique
** ratio entre biomasse actuelle et biomasse vierge, issus du modèle global
*** biomasse relative par recrue, d'après l'approche structurale

Les indicateurs de l'état actuel des stocks mettent en évidence une situation extrêmement dégradée pour le *thiof* et le pageot (tabl. I). La biomasse du *thiof* n'atteindrait par exemple plus que treize pour cent de celle de 1971, et vingt pour cent de celle de 1983. Pour ces deux stocks, l'abondance actuelle serait proche de dix pour cent de la biomasse à l'état vierge, ce qui est le seuil de précaution généralement admis de manière empirique, pour éviter les phénomènes d'effondrement du recrutement. Pour le *thiekem* et le pagre, la diminution est moindre mais reste néanmoins très importante ; le niveau actuel des biomasses correspondrait globalement à des situations de surexploitation. Enfin, la situation apparaît moins dégradée pour le rouget.

Comparativement à la situation vierge, le niveau actuel de la biomasse est d'autant plus dégradé que l'espèce considérée a un niveau trophique élevé (fig. 5). La corrélation est significative ($r^2 = -0,9$ et $p < 0,05$). En outre, si l'on s'intéresse à la durée de vie des espèces, on s'aperçoit que le rouget a la durée de vie la plus faible et la diminution d'abondance la moins forte. L'inverse est vrai pour le *thiof*.

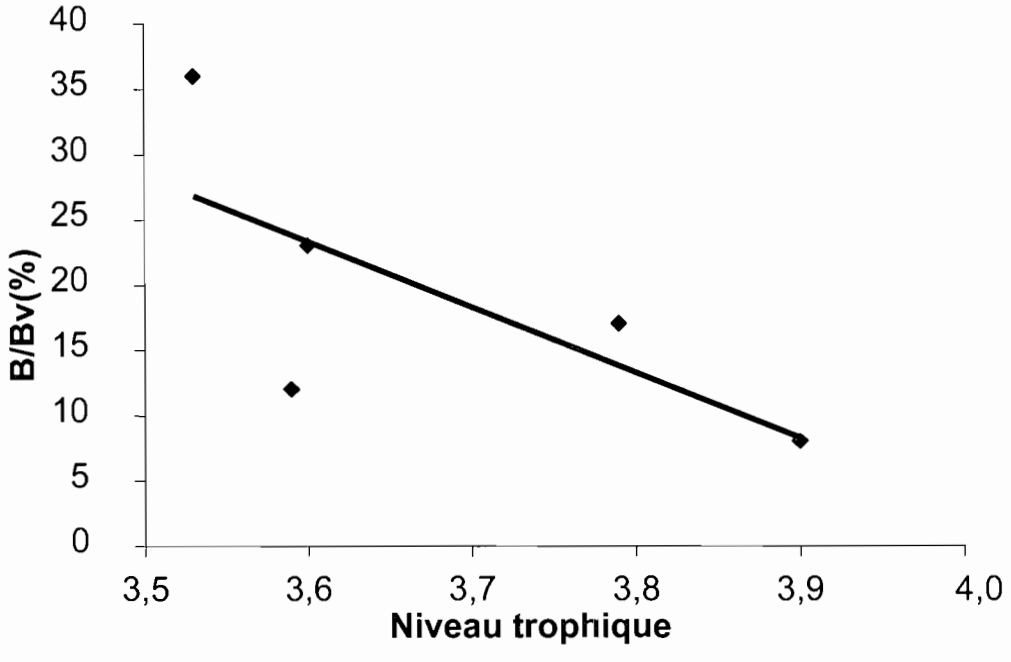


FIG. 5. — *Relation entre état de la biomasse (ratio B/Bv) et niveau trophique des espèces considérées.*
Relationship between biomass index (ratio B/Bv) and the trophic level of each species.

DISCUSSION & CONCLUSION

LE CALCUL d'un indice d'abondance synthétique, par simple moyenne de différents indices standardisés, relève d'une approche pragmatique. En effet, rien ne permet de préjuger d'une quelconque hiérarchie dans la fiabilité des différentes séries utilisées ; chacune provient de données et traitements différents, mais toutes ont leur logique et leur justification. Surtout, elles mettent en évidence des évolutions tendancielles qui sont ici globalement cohérentes entre elles. Dès lors, on peut considérer que les écarts entre séries sont essentiellement liés à la variabilité de l'échantillonnage, ou

à des fluctuations de la répartition spatio-temporelle de la ressource. Le calcul de l'indice synthétique masque en quelque sorte ces effets, en mettant en évidence la tendance commune aux différentes séries. Il conduit aussi, et c'est son objectif essentiel, à une série chronologique relativement longue.

Pour deux des espèces considérées, le pageot et le *thiekem*, l'indice d'abondance est croissant dans la décennie soixante-dix. Pour partie, cette évolution peut découler d'un biais d'échantillonnage lié à un accroissement des puissances de pêche spécifiques, et d'une diminution des rejets à mesure que ces espèces deviennent ciblées ; mais elle peut également être interprétée comme étant le résultat d'une régulation de type écosystèmique, la biomasse de ces espèces s'accroissant au moment ou celles des espèces plus directement ciblées diminue.
La relation observée entre diminution de biomasse et niveau trophique relève d'un double aspect. D'une part, les espèces de haut niveau trophique peuvent être plus recherchées par les pêcheurs et donc faire l'objet d'un effort de pêche spécifique plus important. D'autre part, il est logique de penser que ces espèces, généralement de forte longévité et souvent de fécondité limitée, sont *a priori* les plus fragiles ; elles seraient ainsi les premières à subir les conséquences de l'accroissement de la pression de pêche.

Enfin, on doit souligner l'ampleur des diminutions de biomasse mises ici en évidence. Selon les stocks considérés, de soixante-quatre à quatre-vingt-douze pour cent de la biomasse aurait « disparu » comparativement à la situation vierge, et de quarante-trois à quatre-vingt-huit pour cent au cours des deux dernières décennies. Même si des effets environnementaux sont également possibles, il ne fait aucun doute que ces diminutions sont essentiellement liées à l'accroissement de la pression de pêche.
De ce point de vue, la convergence entre les indices issus d'estimations directes (approches G.L.M. sur les données scientifiques ou commerciales) et ceux fondés sur les méthodes d'évaluation de stock (modélisation de l'impact de la pression de pêche) est éloquente. Les résultats obtenus sont ainsi un des éléments du diagnostic pessimiste porté à l'issue du projet Siap sur l'état actuel des ressources démersales de l'Afrique de l'Ouest, et particulièrement du Sénégal.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY (M. D.), D. THIAO & D. GASCUEL, 2003. — « Analyse de l'état du stock de pageot (*Pagellus bellottii*) au Sénégal par l'approche structurale », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 43-54.

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF, & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, t. II, Paris, Orstom (coll ; Colloques et Séminaires).

DOMAIN (F.), M. KEITA & E. MORIZE, 2000. — « Typologie générale des ressources démersales du plateau continental », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 2000) : pp. 53-85.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO, 2000. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, Paris, I.R.D.-C.N.S.H.B., 393 p.

GASCUEL (D.) & M. THIAM, 1994. — « Évolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 191-213.

GASCUEL (D.) & M. LAURANS, 2003. — « Évaluation des stocks par l'approche globale et évolutions d'abondance », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 35-40.

GASCUEL (D.), M. D. BARRY, M. LAURANS & A. SIDIBÉ (éd.), 2003. — *Évaluations des stocks démersaux en Afrique du Nord-Ouest*, travaux du groupe « Analyses monospécifiques » du projet Siap, COPACE/PACE Sér. 03/65, Rome, 113 p.

LAURANS (M.), C. PERALES & M. D. BARRY, 2003-c. — « L'évaluation du stock de pagre (*Sparus caeruleostictus*) du Sénégal par l'approche structurée en âge », *in* GASCUEL *et* al. (éd., 2003) : pp. 71-78.

LAURANS (M.), M. BARRY & D. GASCUEL, 2003-a. — « Diagnostics de cinq stocks sénégalais par l'approche globale (*Galeoides decadactylus*, *Pagellus bellottii*, *Pseudupeneus prayensis*, *Pagrus caeruleostictus*, *Epinephelus aeneus*) », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 19-28.

LAURANS (M.), M. BARRY & D. GASCUEL, 2003-b. — « Revue des connaissances sur la biologie du *thiof* (*Epinephelus aeneus*) et diagnostic de l'état du stock au Sénégal », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 55-70.

ANNEXE I

Modélisation G.L.M. des P.U.E. de la pêche industrielle étrangère ;
Structure des modèles et résultats statistiques

P.U.E. GLM modelling of foreign industrial fisheries:
Structure of conserved models and statistical results

Pageot
Modèle : P.U.E.-pageot ~ année + bathymétrie + puissance motrice + zone

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	15	379,2	9 599	8 903,1	29,94	< 2,2^{e}-16	***
bahty	3	578,3	9 596	8 324,7	228,296	< 2,2^{e}-16	***
puis	5	140,4	9 591	8 184,3	33,257	< 2,2^{e}-16	***
zone	10	93,8	9 581	8 090,5	11,109	< 2,2^{e}-16	***

Thiof
Modèle : P.U.E.-thiof ~ année + puissance motrice + saison + bathymétrie

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	16	197,41	9599	503	241	< 2,2e-16	***
puis	5	5,83	9594	497	23	< 2,2e-16	***
saison	1	4,56	9593	492	89	< 2,2e-16	***
bathy	3	3,29	9590	489	21	6,872e-14	***

Rouget
Modèle : P.U.E.-rouget ~ année + puissance motrice + bathymétrie

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	15	37,84	9 599	1 501,14	17,394	< 2,2^{e}-16	***
puis	5	79,14	9 594	1422	108,953	< 2,2^{e}-16	***
bathy	3	28,65	9 591	1 393,35	65,734	< 2,2^{e}-16	***

Pagre
Modèle : P.U.E.-pagre ~ année + puissance motrice + bathymétrie + zone

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	15	80,9	9 599	3 197,9	19,173	< 2,2e-16	***
puis	5	52,1	9 594	3 145,8	37,005	< 2,2e-16	***
bathy	3	90,1	9 591	3 055,7	106,656	< 2,2e-16	***
zone	10	359	9 581	2 696,7	127,552	< 2,2e-16	***

ANNEXE II

Coefficient de corrélation entre la série de référence et les autres séries utilisées
pour le calcul d'un index synthétique

Correlation index between standard series and the other series used for the calculation
of a synthetic index (tons)

	VPA	Modèle global *	G.L.M. **	G.L.M. ***	G.L.M. ****
Thiof	Ref	0,86	0,89	0,7	0,81
Pageot	Ref	0,42 $^{\alpha}$	0,98		0,82
Pagre	Ref	0,34 $^{\alpha}$	0,24 $^{\alpha}$		0,2*
Rouget	Ref		0,62		0,63
Thiekem	Ref	0,62	0,82		

Ref : Cette série a été prise comme série de référence ; α La corrélation n'est pas significative entre cette série et celle de référence ; * LAURANS *et al.*, 2003-a ; ** GASCUEL & THIAM, 1994 ; *** GASCUEL & LAURANS, 2003 ; **** LAURANS *et al*, 2003-c.

ANNEXE III

Valeur des index synthétiques pour chaque espèce (tonnes)

Value of synthetic index for each species

	PAGEOT	THIOF	ROUGET	PAGRE	THIEKEM
1971	30,116	58,615	14,964	32,279	0
1972	29,439	45,912	11,893	31,928	12,587
1973	29,439	36,229	10,475	46,168	12,134
1974	27,177	35,260	11,809	57,342	11,250
1975	25,061	39,305	12,512	66,538	9,905
1976	41,065	38,479	9,997	54,405	10,379
1977	48,160	38,536	9,561	38,122	12,386
1978	54,200	40,188	9,855	24,201	13,186
1979	48,464	33,523	8,532	21,264	15,012
1980	62,502	27,228	7,566	23,627	15,915
1981	73,175	24,914	7,398	27,203	16,791
1982	73,305	28,215	7,824	26,288	17,152
1983	68,234	32,895	8,433	23,217	17,864
1984	73,594	34,331	8,570	18,469	19,329
1985	71,402	34,596	8,740	14,707	18,301
1986	59,462	32,585	7,037	14,927	18,368
1987	39,341	30,027	7,020	14,751	16,713
1988	31,489	23,912	6,360	13,836	15,182
1989	31,659	19,669	6,674	13,526	12,500
1990	31,234	15,022	6,376	14,817	9,981
1991	27,874	14,972	6,645	15,926	11,268
1992	22,519	13,954	7,307	14,949	12,086
1993	19,813	13,789	7,647	13,033	12,827
1994	17,781	12,170	7,177	11,121	10,227
1995	15,537	10,230	5,909	9,911	8,559
1996	14,840	8,293	4,704	9,229	8,720
1997	13,829	7,067	4,878	8,817	9,317
1998	14,705	6,165	4,810	8,507	9,839
1999	14,004	5,989	0	0	6,354

Diagnostic comparatif de l'état des stocks & évolutions d'abondance des ressources démersales dans les pays de la C.S.R.P.

— Article —

Stock Diagnosis & Abundance Trends for Demersal Resources in the Countries of the CSRP

— Article —

Didier GASCUEL [1], Martial LAURANS [2], Aboubacar SIDIBÉ [3] & Mariama Dalanda BARRY [4]

1. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, Unité propre de recherche Méthodes d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh) [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

2. — Écologue halieute, doctorant, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh) [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

3. — Biologiste halieute, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

4. — Halieute, chercheur en écologie marine, Institut sénégalais de recherche agricole–Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*] B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

RÉSUMÉ

CETTE communication présente une synthèse des travaux menés dans le cadre du projet Siap, par le groupe « Analyses mono-spécifiques ». Ces travaux se fixaient pour objectif d'analyser les statistiques de pêche commerciale et les données des campagnes de chalutage scientifiques afin d'en déduire des diagnostics sur l'état actuel des stocks exploités et des éléments de compréhension du fonctionnement des écosystèmes de la sous-région. Les analyses portent sur une sélection d'une vingtaine de stocks, répartis dans les eaux des différents pays et couvrant une large gamme de caractéristiques écologiques. Trois catégories de méthodes sont mises en œuvre : l'estimation de séries chronologiques d'indices d'abondances par les méthodes de type G.L.M. ; l'analyse des séries de prises par unité d'effort et la modélisation de la dynamique de la pêcherie par l'approche globale ; l'analyse des cohortes et le diagnostic par les modèles de biomasse et rendement par recrue. On propose un classement synthétique de l'état des différents stocks étudiés, en s'appuyant sur une démarche « Indicateurs ». Ces traitements mono-spécifiques sont complétés en Guinée par l'étude des évolutions d'abondance des communautés écologiques et groupes fonctionnels.

Les analyses mettent en évidence une situation très dégradée des ressources démersales dans les pays de la Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.). Au Sénégal, la biomasse des cinq espèces considérées a chuté de soixante-quinze pour cent depuis quinze ans ; les stocks de pageot, de *thiof*, de pagre à points bleu et de *thiekem* sont dans une situation de très forte surexploitation, avec des pertes de capture très importantes comparativement aux potentiels biologiques et avec, pour certains, des risques marqués d'effondrement durable du stock. En Guinée, l'ensemble des stocks de poissons démersaux aurait vu sa biomasse divisée par deux dans la dernière décennie ; la surexploitation semble moins marquée qu'au Sénégal, mais serait cependant avérée pour les ressources côtières, en particulier pour le bar *nanka* et les mâchoirons. En Mauritanie, l'analyse reste très parcellaire faute de données de pêche disponibles au moment de l'étude. On met cependant en évidence de fortes baisses d'abondance pour le pageot et le *thiof*. Une situation globale de pleine exploitation ou de surexploitation est par ailleurs confirmée par un récent groupe de travail tenu dans ce pays. Enfin au Cap-Vert, les captures de *garoupa* et de langouste profonde seraient proches des potentiels biologiques estimés.

Au-delà de cette approche mono-spécifique, les écosystèmes exploités présentent des capacités de réaction, dont rend compte par exemple le développement des pêches de céphalopodes ou de crevettes. Ces capacités sont cependant limitées et la surexploitation de ces ressources émergentes pourrait conduire à une situation catastrophique pour les pêcheries démersales, artisanales comme industrielles, de l'Afrique du Nord-Ouest.

Mots clés

Ressources démersales — Afrique du Nord-Ouest — Évaluation de stock
Diagnostics — Évolutions d'abondance

ABSTRACT

THIS communication presents a synthesis of the analyses conducted during the Fias project by its "single-species study group". The group had as its objective the analysis of commercial fisheries statistics, and of scientific survey data, in order to establish diagnoses on the present status of exploited stocks and generate new knowledge on ecosystems functioning in the sub-region. The analysis deal with a selection of about twenty stocks, distributed in the different countries and covering a large range of ecological features. Three categories of methods were used: the estimation of series of abundance indices by GLM methods; analysis of catches per unit of effort series and their modelling using surplus production models; virtual population analysis and diagnoses based on the biomass and yield per recruit models. We propose a synthetic classification of the status of the studied stocks, based on an indicators approach. In Guinea, the mono-specific studies are completed by an analysis of abundance trends of the ecological communities and the functional groups.

Analysis shows the demersal resources in the countries of the CSRP to be in very bad shape. In Senegal the biomass of the five considered species fell by seventy-five percent in fifteen years; stocks of pageot, of thiof, *of pagre and* thiekem *are strongly overexploited, with very reduced catches, compared to the biological potential, and with a large risk of collapse for some stocks. In Guinea, the biomass of demersal fishes has decreased by a factor of two in the last decade; the overexploitation appears less marked than in Senegal, but seems established for the costal resources, particularly for bar* nanka *and mâchoirons. In Mauritania, the analysis remains very incomplete, due to lack of suitable fishing data at the time of the study. However, we show strong decreases of abundance for pageot and* thiof. *Otherwise, a global situation of full exploitation or overexploitation is confirmed by a recent working group held in this country. Only in Cape Verde catches of* garoupa *and deep lobster appear to be near maximum sustainable yield.*

Beyond this single-species approach, the exploited ecosystems involved here appear to possess some buffering capacity, as illustrated for example by the increase of cephalopods or shrimps in fisheries catches. However this capacity is limited, and the overexploitation of these new resources could lead to a catastrophic situation for demersal fisheries, industrial and artisanal as well, in Northwest Africa.

Key words

Demersal resources — North-West Africa — Stock assessment
Diagnosis — Abundance trends

INTRODUCTION

De manière assez paradoxale, les ressources démersales de l'Afrique de l'Ouest n'ont fait l'objet jusqu'à présent que d'un nombre limité d'évaluations de stocks. Ces ressources sont pourtant à l'origine d'une activité de pêche qui s'est fortement développée au cours des dernières décennies et qui occupe une place très importante dans l'économie des pays concernés. Dans les années soixante-dix et au début des années quatre-vingt, des travaux d'évaluation ont été conduits à l'échelon sous-régional sous l'égide du COPACE (Comité des pêches de l'Atlantique Centre-Est). Depuis lors, cette activité scientifique s'est cependant fortement réduite, suite à la raréfaction des supports financiers et de l'assistance technique fournis à la région. Aucune procédure d'évaluation en routine n'a pour l'instant été mise en place et seuls des travaux ponctuels sont aujourd'hui disponibles.

Parmi les pays de la C.S.R.P. [1], la Mauritanie est ainsi le seul où des séminaires ou groupes de travail en évaluation de stocks soient périodiquement réunis. Le dernier en date, tenu en 2002, indiquait cependant que, faute de statistiques de pêche disponibles, aucune évaluation n'avait pu être conduite pour les stocks de poissons démersaux ; l'analyse des données de campagnes de chalutage scientifique indiquait simplement une baisse d'abondance des poissons côtiers (C.N.R.O.P., 1999 ; LAURANS *et al.*, *à paraître*). Parmi les ressources démersales, seul le poulpe a pu alors faire l'objet d'une réelle évaluation de stock (GASCUEL *et al.*, *à paraître*).

Au Sénégal, un certain nombre de travaux pionniers ont été menés dans les années quatre-vingt, notamment sur le pageot, *Pagellus bellottii* (FRANCQUEVILLE, 1983), le rouget, *Pseudupeneus prayensis* (CHABANNE, 1987) et le *thiof*, *Epinephelus aeneus* (CURY & WORMS, 1982), mais ils sont restés assez largement sans suite. Seul le pageot a fait l'objet d'une nouvelle évaluation en 1994 (MAURY, 1994) et des diagnostics assez rudimentaires ont été établis sur des ensembles de stocks plurispécifiques (GASCUEL & THIAM, 1994 ; CAVERIVIÈRE & THIAM, 1994 ; GASCUEL & MÉNARD, 1997). Plus récemment, seul l'état du stock de poulpe a été évalué (JOUFFRE *et al.*, 2002 ; LAURANS *et al.*, 2002).

En Guinée, les campagnes de chalutage scientifiques ont permis de mettre en évidence des baisses significatives de l'abondance des ressources côtières au cours de la décennie quatre-vingt-dix (GASCUEL *et al.*, 1997 ; DOMAIN, 1989, 2000 ; DOMAIN *et al.*, 2000), mais les statistiques de pêche ne sont établies que depuis 1995 et seul le *bobo*, *Pseudotolithus elongatus*, a fait récemment l'objet d'une évaluation de stock (SIDIBÉ, 1998 ; SIDIBÉ *et al.*, 2000).
Aucun travail de ce type n'est apparemment disponible, au moins pour la période récente, en Gambie et en Guinée Bissau. Enfin, au Cap-Vert, un séminaire tenu en 1996 a conduit à une première évaluation du stock de langoustes roses *Palinurus charlestoni* (EIDE *et al.*, 1999).

Ce déficit en matière de suivi des stocks, souligné dès 1984 par POINSARD & GARCIA, signifie que les potentiels de production restent largement méconnus ainsi que l'impact des exploitations sur les ressources ciblées, et, *a fortiori*, sur le fonctionnement des écosystèmes sous-jacents.
Naturellement, des observations convergentes conduisent parfois à une connaissance plus ou moins empirique de l'état des stocks et la surexploitation de certains d'entre eux est un fait avéré, indépendamment presque de toute étude scientifique. Néanmoins, celles-ci restent évidemment nécessaires pour établir un diagnostic quantitatif et fonder toute mesure de gestion raisonnée du secteur des pêches.

Dans le cadre du projet Siap, un travail a donc été engagé avec un double objectif :

1 — C.S.R.P., Commission sous-régionale des pêches, qui regroupe les six pays de la sous-région : Cap-Vert, Mauritanie, Sénégal, Gambie, Guinée Bissau et Guinée.

— d'une part, un objectif institutionnel : à l'échelon sous-régional, il s'agissait ainsi de renforcer les pratiques de travail en collaboration et de former des chercheurs aux méthodes d'analyse et de valorisation des données, dans une optique d'évaluation des stocks ;

— d'autre part, un objectif scientifique : à partir de l'étude d'une sélection de stocks, il s'agissait d'établir un diagnostic et d'évaluer l'impact de la pêche sur les ressources démersales des pays de la C.S.R.P. Une approche comparative doit ainsi permettre de passer de résultats établis stock par stock à une compréhension fonctionnelle de la dynamique des ressources démersales, aux échelons national et sous-régional.

Compte tenu des données et de l'expertise disponibles, une vingtaine de stocks a pu être pris en compte. Les analyses ont été conduites entre janvier 2001 et juin 2002, en particulier au cours de quatre groupes de travail du projet Siap. Les résultats validés lors des deux derniers groupes de travail (Mindelo, octobre 2001 et Ténérife, février 2002) font l'objet d'une présentation détaillée par stock ou pays, dans un rapport édité par la F.A.O. (GASCUEL *et al.*, 2003). Certains de ces résultats sont succinctement repris dans plusieurs notes du présent volume (voir en particulier SIDIBÉ *et al.*, 2004-a et 2004-b ; LAURANS *et al.*, 2004 ; BARRY *et al.*, 2004). On propose ici une synthèse de l'ensemble de ces résultats.

DONNÉES & MÉTHODES

Données

DEUX catégories de données sont utilisées. La première correspond aux observations issues des campagnes de chalutage scientifique menées dans la sous-région. Ces données permettent d'estimer des séries pluriannuelles d'abondance pour les espèces considérées. Ceci conduit à ne prendre en compte que des séries de campagnes présentant une relative homogénéité méthodologique. Trois séries sont ainsi considérées : les campagnes menées sur l'ensemble du plateau continental de Mauritanie par le navire océanographique *N'Diago* de 1982 à 1999 ; les campagnes du *Laurent-Amaro* au Sénégal entre 1986 et 1994 ; les campagnes du *André-Nizery* en Guinée de 1985 à 1998.

La seconde catégorie de données utilisée correspond aux statistiques de pêche issues des bases de données nationales : effort de pêche (en heure ou jours de pêche par type de navire), captures (débarquements et rejets lorsqu'ils sont disponibles), et fréquences de taille. Globalement, ces données sont disponibles au Sénégal depuis 1983, au Cap-Vert depuis 1994 et en Guinée depuis 1995. Elles restent malheureusement inaccessibles en Mauritanie, pour les espèces considérées, ainsi qu'en Gambie et en Guinée Bissau.

Méthodes d'évaluation

Trois types de méthodes sont mis en œuvre :

— les méthodes de modélisation de type G.L.M. (*Generalized Linear Model*) sont utilisées pour estimer des indices annuels d'abondance, à partir des données de campagnes scientifiques. Cette approche conduit à estimer un schéma de répartition spatio-saisonnier pour chaque espèce et à utiliser ce schéma moyen dans le calcul des indices d'abondance annuels. Le traitement mené pour chacune des espèces considérées est complété en Guinée et au Sénégal par une estimation des indices d'abondance globaux par communauté écologique (communauté à Sparidés et communauté à Sciaenidés) et par classe trophique [1] ;

1. — Chaque classe trophique regroupe les espèces de même niveau trophique qui occupent donc théoriquement une place équivalente dans les réseaux trophiques (du niveau 2 pour les producteurs secondaires phytophages, à des niveaux généralement supérieurs à 4 pour les prédateurs supérieurs).. En première analyse, la classe trophique d'une communauté écologique donnée est ici considérée comme un « groupe fonctionnel » ; elle regroupe les espèces de même répartition spatiale et de même place dans les réseaux trophiques.

— le modèle global ou modèle de production est utilisé avec deux objectifs :
  - d'une part, pour analyser la cohérence de différentes séries d'abondance disponibles : indices d'abondance issus du G.L.M., P.U.E. des différents segments de la flottille (éventuellement corrigées d'une dérive des puissances de pêche), données de la littérature,
  - d'autre part, pour établir un diagnostic sur l'état du stock considéré.

  À partir d'une série d'abondance, on estime un effort de pêche théorique (ratio captures totales/abondance). Le modèle global est ensuite ajusté à la série historique des données d'efforts théoriques et d'abondance, par les méthodes de pseudo-équilibre (*i.e.* sous l'hypothèse que l'abondance observée chaque année est en équilibre, en terme d'espérance, avec l'effort de pêche pondéré des années récentes).

  Deux types de modèle sont généralement testés :
  - le modèle exponentiel de FOX (1970), d'une part ;
  - le modèle généralisé de PELLA & TOMLINSON (1969), d'autre part.

  On en déduit notamment une estimation :
  - du potentiel de production du stock (production maximale équilibrée ou M.S.Y.) ;
  - de l'effort de maximisation de la production (f_{FMY}, exprimé en multiplicateur d'effort comparativement à la situation actuelle) ;
  - de l'état actuel de la biomasse comparativement à la situation vierge (ratio B / Bv). La biomasse absolue du stock est également estimée en recourant à la formule empirique de GULLAND [1].

  L'ajustement du modèle est conduit pour les différentes séries d'indices d'abondance disponibles ; on en déduit différentes estimations de M.S.Y. et f_{FMY} et donc une plage de valeurs plausibles pour ces paramètres ;

— lorsque les données requises sont disponibles, un diagnostic de l'état de chaque stock considéré est également établi par les modèles structurés en âge. À partir des données de captures totales par classe de taille, les captures par groupe d'âge sont estimées par les méthodes de décomposition polymodale sous contraintes (*i.e.* les tailles moyennes à chaque âge sont fixées conformément à la loi de croissance de l'espèce, loi qui est connue par ailleurs).

L'analyse des cohortes permet ensuite d'estimer les mortalités par pêche et les effectifs du stock. Au Sénégal et au Cap-Vert, où des données sont disponibles depuis un nombre suffisant d'années, l'analyse des cohortes est conduite sur tableaux complets ; elle conduit donc à estimer les biomasses du stock, le recrutement et la mortalité par pêche moyenne, au cours de chacune des années antérieures. Dans la mesure où l'on souhaite ici obtenir un diagnostic indépendant des indices de biomasse précédemment estimés, l'analyse des cohortes est conduite sans calibration. En revanche, différents ajustements sont réalisés, correspondant à différentes hypothèses d'évolution de la mortalité par pêche dans les années récentes. En Guinée, où les données ne sont disponibles que depuis 1995, les mortalités par pêche sont estimées par une analyse rectifiée des pseudo-cohortes (LAUREC & SANTARELLI-CHAURAND, 1986), qui prend en compte l'évolution récente de l'effort de pêche.

Des modèles de biomasse et de rendement par recrue sont ensuite calculés. Ils permettent d'établir un diagnostic de l'état du stock considéré et conduisent à l'estimation des nouveaux indicateurs de rendement halieutique maximum (Y/Rmax), d'effort de maximisation ($f_{Y/Rmax}$) et d'impact de la pêche sur la biomasse (modèle de biomasse par recrue B/R, comparativement à la situation vierge).

Mise en œuvre
Démarche « indicateurs »

Les analyses sont conduites pour une sélection d'espèces, en cherchant à prendre en compte à la fois des ressources importantes d'un point de vue économique et une large diversité de cas d'étude d'un point de vue écologique.

1. — GULLAND (1969) propose la relation empirique $B_v = M.S.Y.\cdot 2\cdot M$, qui paraît adaptée au cas d'un stock dont la dynamique suit un modèle de Schaefer. On utilise ici la relation $B_v = M.S.Y./(e\cdot M)$, plus adaptée pour un modèle de Fox. On en déduit une estimation de la biomasse pour chaque année de la série étudiée, soit : $B_i = (B/B_v)_i \; ; B_v$.

Certains stocks de poissons étudiés (tabl. I) appartiennent ainsi à la communauté écologique à Sparidés, généralement abondante sur les fonds sableux et rocheux de vingt à cent mètres et particulièrement importante au Sénégal. D'autres appartiennent à la communauté à Sciaenidés, regroupant des poissons côtiers présents sur des fonds à prédominance vaseuse, à des profondeurs inférieures à vingt mètres ; cette communauté est particulièrement développée en Guinée.

Enfin, quelques traitements préliminaires concernent d'autres groupes zoologiques : sélaciens, céphalopodes et crustacés.

TABLEAU I

Synthèse des différentes analyses menées sur les différents stocks pris en compte

Presentation of the stocks studied and performed of the analyses

			CAP-VERT	MAURITANIE	SÉNÉGAL GAMBIE	GUINÉE
Communauté à Sparidés	*Pagrus caeruleostictus*	Pagre à points bleu		GLMcamp	GLM+ MG+AS	AS
	Pagellus bellottii	Pageot		GLMcamp	GLM+ MG+AS	AS
	Pseudupeneus prayensis	Rouget			MG	
	Cephalopolis taeniops	*Garoupa*	AS			
	Epinephelus aeneus	*Thiof*		GLMcamp	GLM+ MG+AS	
Communauté à Sciaenidés	*Pseudotolithus elongatus*	*Bobo*				GLM+ MG+AS
	Pseudotolithus senegalensis	Bar sénégalais				GLM+ MG+AS
	Pseudotolithus typus	Bar *nanka*				GLM+ MG+AS
	Galeoides decadactylus	Petit capitaine			GLM+ MG+AS	GLM+ MG+AS
	Arius spp.	Mâchoiron				MG
Sélaciens	*Mustelus mustelus*	*Tollo*		GLMcamp		
Céphalopodes	*Octopus vulgaris*	Poulpe			GLMcamp	
Crustacés	*Palinurus charlestoni*	Langouste prof.	MG			
	Penaeus notialis	Crevette côtière		GLMcamp		

GLMcamp : Estimation d'indices d'abondance par modélisation linéaire des données de campagnes scientifiques
MG : Ajustement du modèle global aux données de captures et indices d'abondance
AS : Approche structurale : analyse des cohortes, modèles de rendement et biomasse par recrue.
GLMcamp: *Estimation of abundance indices, using linear models adjusted on data survey*
MG: *Surplus production model, fitted on catches data and abundance indices*
AS: *Age structured model : virtual population analysis, yield and biomass per recruit models*

Compte tenu des données disponibles et du délai imparti aux analyses, l'évaluation des stocks par les différentes approches a pu concerner cinq espèces au Sénégal et sept en Guinée. Pour ces deux pays, la couverture est donc relativement importante et permet d'avoir une première appréciation de l'état des ressources démersales, au moins en ce qui concerne les poissons. Au Cap-Vert, l'état du stock de Garoupa (*Cephalopholis taeniops*) est évalué par l'approche structurale et celui du stock de langoustes roses par le modèle global. Enfin en Mauritanie, les indices d'abondance de cinq espèces sont estimés, à partir des données des campagnes scientifiques. Les résultats sont synthétisés en recourant à deux approches complémentaires :

— une synthèse graphique permet de visualiser simultanément : l'état de l'exploitation (situation de sur- ou de sous-exploitation, selon que l'effort de maximisation des captures est inférieur ou supérieur à l'effort actuel), et l'état de la biomasse du stock considéré (ratio biomasse actuelle sur biomasse à l'état vierge, comparé en référence à un seuil de précaution conventionnellement fixé à vingt

pour cent ; ce seuil défini le niveau minimal de précaution ou « Mbal »). Pour chaque stock, les différentes estimations de ces indicateurs mf_{MSY} et B/B_v, correspondant aux différentes méthodes ou hypothèses utilisées, sont représentées sur un même graphique ; ceci permet une appréciation visuelle facile de la cohérence des diagnostics ;

— un tableau de caractérisation de l'état du stock et de l'exploitation est établi en recourant à quatre indicateurs : l'excédent d'effort de pêche (situation actuelle de l'effort effectif, comparativement au mf_{MSY}) ; la perte de capture (comparativement au M.S.Y.) ; la perte de biomasse (comparativement à l'état vierge) ; et l'éventuelle mise en évidence d'une baisse tendancielle du recrutement dans les années récentes. Ces quatre indicateurs sont synthétisés sous forme d'un cinquième : l'indicateur « bilan », défini selon une démarche d'expertise et codé en quatre niveaux, d'une situation de sous-exploitation à une situation de grave sur-exploitation (tabl. II). À cet indicateur « bilan » est associé un indice de certitude du diagnostic, qui dépend de la plus ou moins grande cohérence des résultats obtenus et de la fiabilité des données utilisées. Cet indice est codé de 0/5 à 5/5, à nouveau selon une démarche d'expertise (tabl. II).

TABLEAU II

Codage de l'indicateur « bilan » et de l'indice de certitude

Encoding of the appraisal indicator and the certitude index

INDICATEUR BILAN DE L'ÉTAT DU STOCK ET DE L'EXPLOITATION — *APPRAISAL INDICATOR FOR STOCK AND FISHERY*
A - Sous ou pleine exploitation : pas d'excédent d'effort / *Under or full exploitation: no surplus of fishing effort.*
B - Sur-exploitation modérée : présence d'un excédent d'effort, mais perte de captures faible / *Moderate overfishing: fishing effort is in excess, but loss of catches are low.*
C - Sur-exploitation marquée : excédent d'effort et perte de captures importantes ; forte baisse de l'abondance mais pas de mise en évidence de baisse tendancielle du recrutement / *Strong overfishing: high surplus of effort and high losses of catches; strong abundance decrease, but no trend in recruitment.*
D - Grave surexploitation : baisse tendancielle du recrutement ; risque marqué d'un effondrement durable du stock / *Intense overfishing: decreasing trend for recruitment and risk of stock collapse.*
INDICE DE CERTITUDE DES DIAGNOSTICS — *CERTITUDE INDEX FOR THE DIAGNOSES*
0/5 - Absence de diagnostic : pas de résultats ou résultats non concordants / *No diagnosis: no results or inconsistent results.*
1/5 - Diagnostic très douteux : quelques résultats très partiels / *Very doubtful diagnosis: some very incomplete results.*
2/5 - Diagnostic incertain : quelques résultats concordants, mais avec une incertitude globale importante / *Insecure diagnosis: few but concordant results, with a high overall uncertainty.*
3/5 - Diagnostic vraisemblable : un faisceau de résultats incertains mais concordants / *Credible diagnosis: some results are uncertain but which support one another.*
4/5 - Diagnostic fiable : ensemble des résultats concordants, incertitude globale modérée / *Reliable diagnosis: many coherent results, low overall uncertainty.*
5/5 - Diagnostic certain : ensemble des résultats fiables et concordants / *Undoubted diagnosis: all results are reliable and consistent.*

RÉSULTATS

Évolution de l'effort de pêche et des abondances

Les évaluations par l'approche globale conduisent à estimer l'abondance des différents stocks considérés et les efforts de pêche théoriques correspondants, depuis 1983 au Sénégal et depuis 1985 en Guinée (fig. 1). Au Sénégal, l'abondance des cinq espèces prises en compte a diminué de soixante-quinze pour cent depuis quinze ans. La baisse est particulièrement forte pour le *thiof* et le pageot. L'effort de pêche, déjà important au début des an-

nées quatre-vingt, a été multiplié depuis par 2,5. En Guinée, les cinq espèces considérées ici appartiennent toutes à la communauté côtière à Sciaenidés, qui était dans une situation quasiment inexploitée en 1985, avec des efforts de pêche extrêmement réduits.

Les biomasses estimées pour cette époque correspondent donc à une situation proche de l'état vierge. Depuis, l'effort de pêche s'est considérablement accru et les biomasses ont baissé de soixante-dix pour cent en dix ans. Elles semblent cependant se stabiliser depuis 1995.

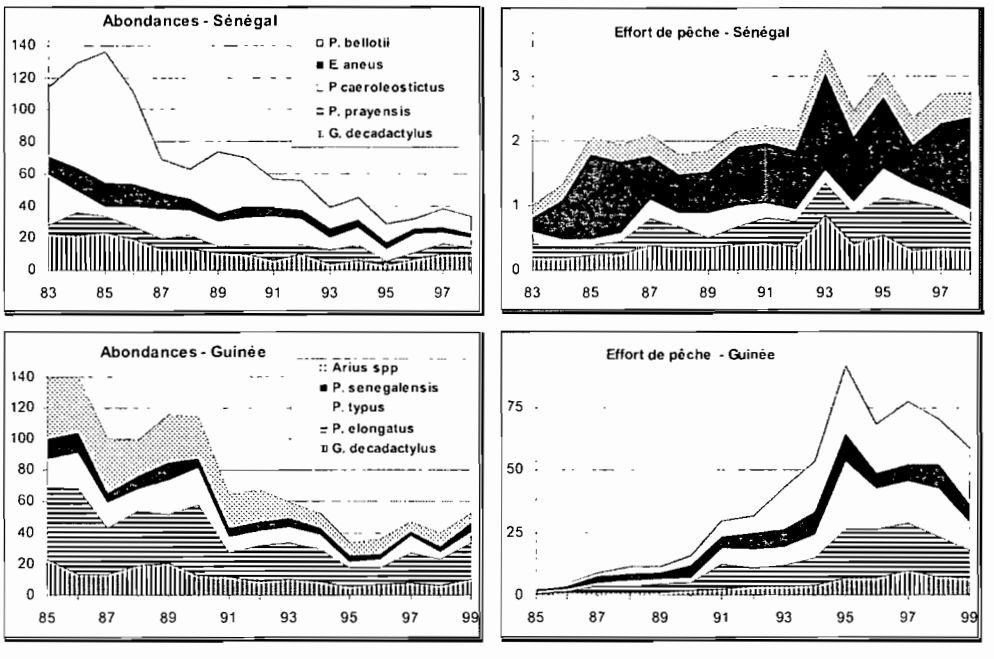


FIG. 1. — *Évolution de l'abondance des stocks et des efforts de pêche spécifiques au Sénégal et en Guinée.*

Trends of stock abundances and fishing effort by species in Senegal and Guinea.

Estimation des potentiels et des pertes de capture

Pour les cinq stocks évalués au Sénégal, le potentiel de capture cumulé (somme des M.S.Y.) est estimé à environ vingt-six mille tonnes, dont presque onze mille tonnes pour le seul pageot (fig. 2). Les captures actuelles sont de l'ordre de quinze mille tonnes ; la surexploitation conduit ainsi à une perte de capture estimée à plus de quarante pour cent du potentiel théoriquement disponible. Ces pertes sont particulièrement marquées (entre 50 et 70 p. cent) pour une espèce à haute valeur commerciale comme le *thiof*.

En Guinée, le potentiel cumulé des sept espèces considérées est estimé à environ vingt mille tonnes ; le pagre (*Pagrus caeruleostictus*), le bossu (*Pseudotolithus elongatus*) et les mâchoirons (*Arius* spp.) apparaissent comme les espèces principales. Pour ces mêmes sept espèces, la capture actuelle est de l'ordre de dix-neuf mille tonnes et doit donc être considérée comme proche du potentiel. Une perte significative de capture est néanmoins mise en évidence pour le bar nanka (*Pseudotolithus typus*) et les mâchoirons. Au Cap-Vert, le potentiel de production est estimé à environ quarante tonnes pour la langouste rose et à cent trente tonnes pour le garoupa. Les captures actuelles seraient proches de ces potentiels.

Synthèse diagnostic

Au Sénégal, tous les diagnostics établis indiquent que quatre des cinq stocks considérés se situent dans une situation de très nette surexploitation et de biomasses proches ou inférieures au seuil empirique de précaution (fig. 3 et tabl. III). La situation

paraît particulièrement dégradée pour le pageot, le *thiof* et le petit capitaine (*Galeoides decadactylus*) avec des excédents d'effort qui pourraient dépasser cinquante pour cent (jusqu'à 80 p. cent pour le pageot) et des pertes de captures très significatives (jusqu'à 70 p. cent pour le *thiof*). Pour ces trois espèces, l'analyse des cohortes met en outre en évidence une baisse sensible du recrutement dans les années récentes ; cette baisse pourrait traduire un phénomène de « surexploitation du recrutement » et conduire à un effondrement durable des biomasses. Le diagnostic global, ici qualifié de « grave surexploitation (D) », est considéré comme extrêmement fiable. Le pagre à point bleu présente également une situation dégradée, mais avec des pertes de capture et un excédent d'effort, qui, bien que significatifs, sont moins importants que pour les trois espèces précédentes. Aucune baisse tendancielle du recrutement n'est en outre mise en évidence et le diagnostic global indique une situation de « surexploitation marquée (C) ». Enfin, seul le rouget présente une situation apparemment plus favorable avec une situation vraisemblable « proche de la pleine exploitation (A) ».

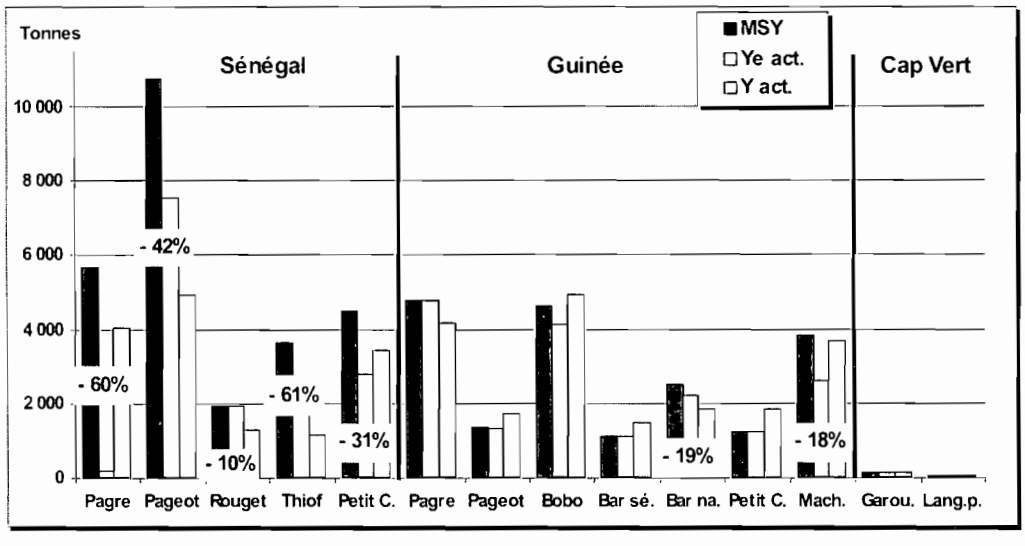


FIG. 2. — *Estimation des potentiels de captures (M.S.Y.) et des « pertes » de captures (Yact captures actuelles ; Yeact captures à l'équilibre correspondant à l'effort actuel ; par convention, les pertes correspondent à la moyenne des écarts entre M.S.Y. et Yact ou Ye act).*

Estimation of potential catches and lost catches (Yact actual catches, Yeact equilibrium catches for the present fishing effort; conventionally, lost catches are the value between the MSY and Yact or Yeact).

En Guinée, la situation des sept stocks étudiés apparaît comparativement moins dégradée, mais aussi plus incertaine (*Cf.* les ellipses plus grandes sur la synthèse graphique : fig. 3). Le bar *nanka* et les mâchoirons sont dans une situation qualifiée de « surexploitation marquée (C) » (tabl. III). Dans les estimations les plus pessimistes, l'excédent d'effort pourrait ici dépasser cinquante pour cent et les biomasses se situer au-dessous des niveaux de précaution.

Pour les trois autres espèces de la communauté à Sciaenidés — le *bobo*, le bar ségénalais (*P. senegalensis*) et le petit capitaine — le diagnostic est qualifié de « surexploitation modérée (B) », avec un indice de certitude de 3/5 (diagnostic « vraisemblable »).

Enfin, la situation serait plus favorable pour les deux espèces de la communauté à sparidés, le pagre à points bleus et le pageot. Faute de séries historiques de données commerciales ou scientifiques, seules des analyses assez rudimentaires ont cependant pu être conduites pour ces deux espèces et le diagnostic est ici qualifié d'incertain, voir « très douteux ».

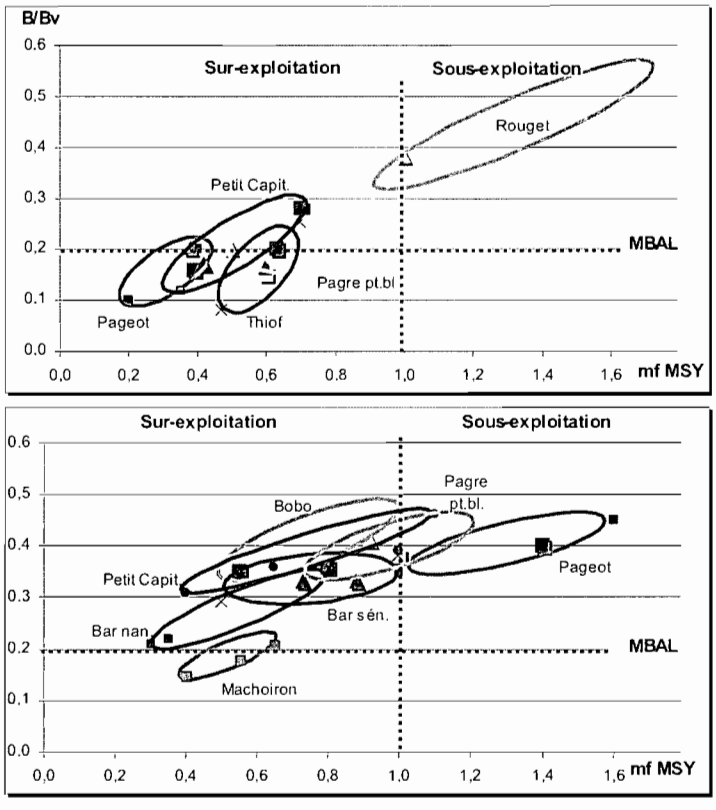


FIG. 3. — *Synthèse graphique de l'état d'exploitation et de biomasse des stocks évalués au Sénégal (haut) et en Guinée (bas). (Pour chaque stock sont indiquées les différentes estimations obtenues ; l'ellipse correspondante englobe ainsi les diagnostics considérés comme plausibles).*

Synthesis of the status of exploitation and biomass for the stocks assessed in Senegal (high) and in Guinea (low). (For each stock, the different estimated values are indicated; the corresponding ellipse includes diagnoses considered plausible).

Au Cap-Vert, le stock de *garoupa* est considéré comme proche de la pleine exploitation (avec un potentiel limité, estimé à 130 tonnes). Le stock de langoustes profondes serait « modérément surexploité », mais ce diagnostic global pourrait masquer des situations contrastées entre différents sous-stocks inféodés aux différentes régions insulaires cap-verdiennes ; il est ainsi qualifié d'incertain. En Mauritanie, l'absence de toute donnée commerciale disponible au moment de l'étude [1] rend illusoire un réel travail d'évaluation. L'étude préliminaire menée sur les données des campagnes scientifiques conduit à des résultats non concluants pour le pagre à points bleus et le *tollo* (*Mustellus mustellus*). En revanche, pour le pageot et le *thiof*, des baisses importantes de biomasse sont mises en évidence entre 1982 et 1999. Elles pourraient traduire des situations de nette surexploitation, mais ce diagnostic reste néanmoins incertain. La mise en cohérence de l'ensemble de ces résultats dans un tableau unique (tabl. IV) permet d'en faire une lecture plus synthétique. Une lecture verticale conduit à une analyse par pays. On observe ainsi les situations les plus dégradées, avec de « graves surexploitations » au Sénégal. En Guinée, la situation semble plus favorable mais ceci n'est vrai que par comparaison ; les diagnostics sont ici soit incertains, soit d'une surexploitation modérée à marquée.

1. — Postérieurement aux travaux du projet Siap et au Symposium de Dakar, un groupe de travail international s'est tenu en décembre 2002 à Nouadhibou. À cette occasion, les bases de données ont pu être très largement reconstituées et mises à disposition des scientifiques. Un certain nombre d'analyses ont pu être conduites sur lesquelles nous reviendrons succinctement dans la discussion du présent document.

TABLEAU III

Indicateurs de l'état des stocks et des pêcheries prises en compte au Sénégal, en Guinée, en Mauritanie et au Cap-Vert (*Cf.* définition des indicateurs en partie méthode)

Indicators of stocks and fisheries status, in Senegal, Guinea, Mauritania and Cape Verde (see indicators definitions in the methodology section)

	EXCÉDENT D'EFFORT (%)	PERTE DE CAPTURE (%)	PERTE DE BIOMASSE (%)	BAISSE DE RECRUTEMENT	BILAN
SÉNÉGAL					
Pagre points bleus	10 - 50	5 - 40	75 - 85	Non	C 4/5
Pageot	60 - 80	30 - 55	80 - 90	Oui	D 5/5
Rouget	0	0	45 - 60		A 3/5
Thiof	35 - 55	50 - 70	80 - 92	Oui	D 5/5
Petit capitaine	40 - 60	25 - 40	70 - 90	Oui	D 4/5
GUINÉE					
Pagre points bleus	0 - 20	0 ?	60		A-B 2/5
Pageot	0 ?	0 ?	60 ?		A 1/5
Bobo	0 - 50	0 - 15	55 - 65		B 3/5
Bar sénégal.	10 - 50	5 - 20	60 - 70		B 3/5
Bar *nanka*	20 - 70	20 - 40	65 - 80		C 4/5
Petit capitaine	0 - 60	0 - 25	55 - 70		B 3/5
Mâchoiron	30 - 65	5 - 30	70 - 85		C 4/5
CAP-VERT					
Garoupa	0	0	50 - 60		A 3/5
Langouste prof.	0 - 40	0 - 15	65 - 80		B 2/5
MAURITANIE					
Pagre points bleus			?		0/5
Pageot			> 35		C 2/5
Thiof			> 55		C 2/5
Tollo			?		0/5

TABLEAU IV

Indicateurs bilan de l'état des stocks par espèce et par pays (*Cf.* définition des indicateurs au tableau I)

Appraisal indicators for all stocks, by species and country (see definition of indicators in the methodology section)

			CAP VERT	MAURITANIE	SÉNÉGAL-GAMBIE	GUINÉE
Communauté à Sparidés	*P. caeruleostictus*	Pagre pt.bl		0/5	C 4/5	A-B 2/5
	P. bellottii	Pageot		C 2/5	D 5/5	A 1/5
	P. prayensis	Rouget			A 3/5	
	C. taeniops	Garoupa	A 3/5			
	E. aeneus	Thiof		C 2/5	D 5/5	
Communauté à Sciaenidés	*P. elongatus*	Bobo				B 3/5
	P. senegalensis	Bar sénégal.				B 3/5
	P. typus	Bar nanka				C 4/5
	G. decadactylus	Petit Capit.			D 4 5	B 3/5
	Arius spp.	Mâchoiron				C 4/5
Sélaciens	*M. mustelus*	Tollo		0/5		
Céphalopodes	*O. vulgaris*	Poulpe			0/5 (1)	
Crustacés	*P. charlestoni*	Langou.prof.	B 2/5			
	P. notialis	Crevette côt.		0/5		

En Mauritanie, une connaissance très parcellaire semble indiquer une situation intermédiaire. Une lecture horizontale du tableau montre que la communauté du large à sparidés est très nettement surexploitée au Sénégal comme en Mauritanie ; elle paraît dans une situation plus favorable en Guinée mais les diagnostics sont ici incertains et ne sont pas confirmés par les analyses menées globalement à l'échelon de la communauté (*Cf.* ci-après).

La communauté côtière à Sciaenidés, qui connaît son expansion maximale en Guinée, semble nettement surexploitée dans ce pays. Enfin, on notera qu'en dehors de ces deux communautés ichtyologiques, la connaissance reste extrêmement fragmentaire en ce qui concerne les autres ressources démersales (nous y reviendrons en partie discussion).

Du stock à la communauté et au groupe fonctionnel : l'exemple de la Guinée

En Guinée, l'existence d'une série de campagnes scientifiques relativement standardisées, de 1985 à 1998, permet d'estimer des indices d'abondance par communauté écologique et, à l'intérieur de chaque communauté, par classe trophique.

Ces estimations mettent en évidence plusieurs aspects importants :

— la diminution d'abondance de la communauté côtière à Sciaenidés est estimée à quarante-quatre pour cent (entre 1986/1988 et 1996/1998). Elle est donc moins forte que celle des cinq espèces précédemment considérées (moins 70 p. cent). Assez logiquement, ce sont les principales espèces cibles, celles qui ont été sélectionnées dans l'étude compte tenu de leur importance économique, qui subissent ainsi l'impact le plus fort de la pression de pêche ;

— la biomasse de la communauté à Sparidés chuterait quant à elle de soixante-quinze pour cent, mais ce résultat pourrait ne concerner que la frange la moins profonde de cette communauté [1] ;

— globalement, les deux communautés, à Sciaenidés et à Sparidés, constituent l'essentiel des ressources ichtyologiques démersales de Guinée. Ces ressources seraient ainsi réduites à moins de la moitié, en une dizaine d'années.

1. — En effet, les campagnes *Chagui* ont surtout échantillonné la zone côtière. Par ailleurs, on note qu'entre 1993 et 1995 les Sciaenidés présentent des abondances minimales, alors que les Sparidés connaissent un pic relatif de biomasse. Il est cependant vraisemblable que cette évolution soit un artefact d'échantillonnage lié à un changement de répartition spatio-temporelle des traits de chaluts entre les campagnes *Chagui* et *Chaind*.

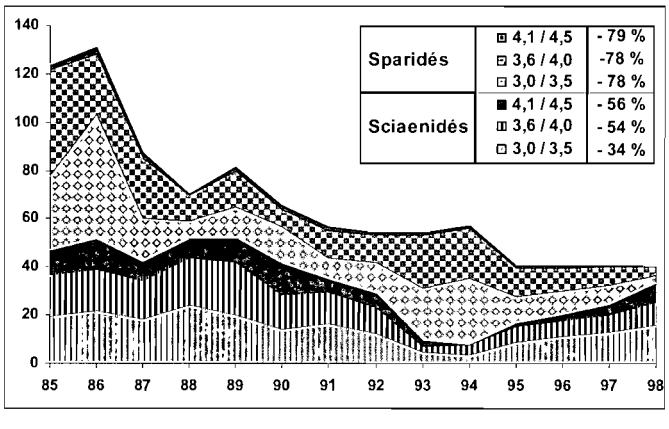


FIG. 4. — *Évolution de l'abondance des communautés écologiques et groupes fonctionnels en Guinée (indices G.L.M. estimés d'après les données de campagnes scientifiques ; pourcentage d'évolution entre 1986/1988 et 1996/1998).*

Trends of abundances in the ecological communities and functional groups in Guinea (GLM indices based on the scientific survey; percentage change between 1986/1988 and 1996/1998).

La diminution n'affecte pas de la même manière l'ensemble des classes trophiques. Pour la communauté côtière à Sciaenidés, qui était dans une situation proche de l'état vierge en début de période, les baisses les plus fortes concernent les prédateurs supérieurs, tandis que les classes trophiques les plus basses semblent comparativement moins affectées. Pour la communauté à Sparidés, sans doute déjà exploitée intensivement au début des années quatre-vingt, les diminutions sont comparables pour toutes les classes trophiques mais l'abondance des prédateurs supérieurs apparaît extrêmement faible ; tout se passe en définitive ici comme si ces prédateurs avaient déjà été affectés par l'exploitation, antérieurement à la période considérée.

DISCUSSION & CONCLUSION

NATURELLEMENT, les résultats présentés ici sont entachés d'une certaine incertitude. Il est en particulier discutable de mener les évaluations de stocks à l'échelon national, indépendamment de leur réelle aire de répartition. De ce point de vue, les traitements effectués s'appuient sur une démarche pragmatique, privilégiant des critères d'accessibilité aux données et de mise en œuvre de politiques de gestion des pêches, actuellement définis dans un cadre national (le stock unité de gestion). À terme, il serait évidemment souhaitable de reprendre ces traitements à l'échelon sous-régional, ce que devrait faciliter le travail d'intégration des bases de données mené lors du projet Siap.

On notera également que les méthodes d'évaluation mises en œuvre sont des méthodes relativement rudimentaires. Elles ont ici été jugées plus adaptées à un environnement pauvre en données (dit « *data poor* ») que des méthodes statistiquement plus performantes mais « gourmandes » en données (telle que la V.P.A. calibrée). En quelque sorte, l'absence, l'hétérogénéité, ou parfois la faible fiabilité des données est ici compensée, d'une part, par la mise en œuvre de méthodes fondées sur des hypothèses contraignantes, et d'autre part, par le croisement de différentes approches fondées sur les différents types de données et informations disponibles. La démultiplication des analyses pour différentes méthodes, données et hypothèses, permet au bout du compte de préciser un ensemble de solutions plausibles et de proposer un diagnostic assorti d'un indice de certitude.

En définitive, les évaluations de stocks menées dans le cadre du projet Siap mettent clairement en évidence des situations de grave surexploitation au Sénégal, avec des biomasses très dégradées et des pertes de captures très importantes pour des espèces économiquement importantes comme le *thiof*, le pageot, le pagre et le *thiekem*. En Guinée, la situation semble moins catastrophique, sans doute en raison du développement plus récent de l'exploitation artisanale, mais aussi du rôle refuge que la mangrove peut jouer pour les espèces côtières. Les principales espèces cibles sont néanmoins dans une situation qualifiée de « surexploitation modérée à marquée » ; les baisses d'abondances sont fortes et on estime que les ressources ichtyologiques démersales ont été globalement divisées par deux dans la dernière décennie. Les résultats pour la Mauritanie, extrêmement fragmentaires, semblent néanmoins confirmer des situations dégradées pour des espèces comme le *thiof* et le pageot. Ces diagnostics sont confirmés ou complétés par des travaux menés parallèlement au projet Siap. En particulier en Mauritanie, un récent symposium en évaluation des stocks (Nouadhibou, décembre 2002) a montré que la production de poissons démersaux stagne ces dernières années, traduisant une situation globale de pleine ou de surexploitation. Des baisses d'abondance sont mises en évidence pour plusieurs espèces importantes comme le rouget, le *thiof* et les mâchoirons. Le stock de poulpes, qui constitue une ressource essentielle de ce pays, est quant à lui considéré comme étant dans une situation de surexploitation marquée avec des pertes de captures très significatives comparativement au potentiel de production biologique. De même au Sénégal, un symposium tenu en 1999 a conclu à une situation de pleine ou de surexploitation du poulpe, alors même que cette espèce a connu un très net accroissement d'abondance dans les années quatre-vingt. Globalement, il ne fait donc guère de doute que les ressources démersales des pays de la C.S.R.P. sont

actuellement dans une situation dégradée, avec des biomasses très diminuées et des niveaux de captures souvent très inférieurs aux potentiels biologiques. Quelques pêcheries démersales semblent encore en phase d'expansion. C'est notamment le cas de l'exploitation des crevettes en Mauritanie et, dans une moindre mesure, au Sénégal. Même cette évolution n'est cependant pas un signe encourageant. Elle traduit vraisemblablement un changement de nature écosystémique, lié à la surexploitation et qui voit des espèces de bas niveau trophique se développer en même temps que diminue l'abondance des prédateurs supérieurs.

Ce type d'évolution traduit une capacité de réaction de l'écosystème à la pression de pêche. Il se double d'une capacité d'adaptation des pêcheurs eux-mêmes (POINSARD & GARCIA, 1984). À mesure que les captures de poissons diminuent, par suite de leur surexploitation, l'effort de pêche se reporte ainsi sur des ressources émergentes telles que les céphalopodes ou les crevettes non exploitées directement auparavant et vraisemblablement renforcées par la raréfaction de leurs prédateurs principaux. Dans un premier temps, le développement économique des pêcheries est ainsi assuré. À plus long terme, on doit évidemment craindre la surexploitation de ces ressources nouvelles. Celle-ci marquerait vraisemblablement la fin des capacités de réaction de l'écosystème et on pourrait dans un tel cas assister à un effondrement des pêcheries démersales, tant industrielles qu'artisanales, incapables d'assurer leur viabilité économique dans un contexte d'écosystème durablement appauvri. Un tel scénario catastrophe n'est heureusement pas inéluctable ; à l'inverse, il ne doit pas être exclu. Il ne peut qu'inciter les pêcheurs comme les responsables administratifs ou politiques à prendre des mesures conséquentes d'aménagement des pêches. Les résultats obtenus dans le cadre du projet Siap en soulignent l'impérieuse actualité.

REMERCIEMENTS

CE TRAVAIL a été réalisé en collaboration avec les participants du module Siap-Analyses : Y. CAMARA, A. CAVERIVIÈRE, F. DOMAIN, J. GUITTON, C. INEJIH, A. MEDINA, A. MENDY, K. MOHAMED FALL, C. PERALES-RAYA, O. TARICHE, D. THIAM, D. THIAO.

DOCUMENTS DU PROJET SIAP

BARRY (M. D.), D. THIAO, M. LAURANS & D. GASCUEL, 2004-a. — « Analyse de l'état du stock de *Pagellus bellotti* au Sénégal par les approches globales et structurales », note, *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. .

BARRY (M. D.), M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL, 2004-b. — « Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 183-194.

BARRY (M.), D. THIAO & D. GASCUEL, 2003. — « Analyse de l'état du stock de pageot (*Pagellus bellotti*) au Sénégal, par l'approche structurale », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 43-53.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement, actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n° 15 Vol.1).

GASCUEL (D.), 2004. — « 50 ans d'évolution des captures et biomasses dans l'Atlantique Centre-Est : analyse par les spectres trophiques de captures et de biomasses », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 415-420.

GASCUEL (D.) & M. LAURANS, 2003 — « Évaluation des stocks par l'approche globale et évolutions d'abondance. Synthèse du groupe de travail " Analyses monospécifiques " de Mindelo (oct. 2001) », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 35-40.

GASCUEL (D.), M. D. BARRY, M. LAURANS & A. SIDIBÉ (éd.), 2003. — *Évaluations des stocks démersaux en Afrique du Nord-Ouest*, travaux du groupe « Analyses monospécifiques » du projet Siap, Rome, F.A.O., COPACE/PACE Séries, n° 35/65, 108 p.

LAURANS (M.), A. SIDIBÉ, E. CHASSOT & D. GASCUEL, 2002. — *Ecosystem Effects of a Quickly Developed Fishery: Trends in Biomass of Demersal Resources of Senegal and Guinea*, ICES CM 2002/L19, 13 p.

LAURANS (M.), D. GASCUEL & M. D. BARRY, 2004. — « Évolution des abondances des principales espèces exploitées au Sénégal », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 195-204.

LAURANS (M.), D. GASCUEL & M. D. BARRY, 2003. — « Revue des connaissances sur la biologie du *thiof* (*Epinephelus aenus*) et diagnostic de l'état du stock au Sénégal », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 55-69.

LAURANS (M.), K. O. MOHAMMED-FALL & D. GASCUEL, 2001. — « Rapport de la réunion " Analyses monospécifiques " Nouadhibou, 3-7 juin 2000 », rapport, *Doc. Techn. Siap Analyses.*, 1.

LAURANS (M.), M. D. BARRY & D. GASCUEL 2003. — « Diagnostics de cinq stocks sénégalais par l'approche globale (*Galeoides decadactylus, Pagellus bellottii, Pseudupeneus prayensis, Sparus caeruleostictus, Epinephelus aeneus)* », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 19-28.

LAURANS (M.), PERALES C & M. D. BARRY, 2002. — « L'évaluation du stock de pagre (*Sparus caeruleostictus*) du Sénégal par l'approche structurée en âge », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 71-78.

LAURANS (M.), O. TELMIDI LEMHABA & I. BIALLO, *à paraître* — « Estimation des indices d'abondance et répartition spatio-saisonnières de 17 espèces démersales, par modélisation linéaire des données de campagnes », *in* IMROP, rapport du 5e groupe de travail sur l'évaluation des stocks et des pêcheries en République islamique de Mauritanie, Nouadhibou, déc. 2002.

MEDINA (A.), O. TARICHE & S. CORREIA., 2003 — « Le modèle global comme approche pour un premier diagnostic dans les pêcheries au Cap-Vert : Application au stock de langouste rose (*Palinurus charlestoni*) », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 29-34.

SIDIBÉ (A.), D. GASCUEL & F. DOMAIN, 2003. — « Évaluation et diagnostic par l'approche structurale : application à quatre stocks de poissons démersaux côtiers de Guinée », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 79-100.

SIDIBÉ (A.), F. DOMAIN & D. GASCUEL, 2004a. — « Évaluation et diagnostic de quatre stocks de poissons démersaux côtiers en Guinée », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 387-392.

SIDIBÉ (A.), M. LAURANS, D. GASCUEL & F. DOMAIN, 2004b. — « Évolution comparative de l'abondance des ressources halieutiques démersales en Guinée entre 1985 et 1998 », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 393-398.

SIDIBÉ (A.), Y. CAMARA, F. DOMAIN & D. GASCUEL, 2003. — « Évolutions d'abondances et évaluation par le modèle global de l'état de quatre stocks de la communauté à Sciaenidés, Guinée », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 3-17.

TARICHE (O.), A. MEDINA & D. GASCUEL, 2003. — « A Preliminary Assessment of the African Hind's (*Cephalopholis taeniops* Valenciennes, 1828) Stock in the

Northern Islands of the Cape Verde Archipelago », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. .

TARICHE (O.), A. MEDINA & D. GASCUEL, 2003. — « Évaluation du stock de *garoupa* (*Cephalopholis taeniops* Valenciennes, 1828) dans le plateau insulaire Nord de l'archipel du Cap-Vert », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 102-108.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'Évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise,* t. I & II, Paris, Orstom, 98 + 424 p. (coll. Colloques et séminaires).

C.N.R.O.P., 1999. — *Évaluation des stocks et aménagement des pêcheries de la Z.E.E. Mauritanienne*, Rapport du 4e groupe de travail du C.N.R.O.P., Nouadhibou, Mauritanie, 7-13 déc. 1998, COPACE/PACE Sér. 99/64, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, 180 p.

CAVERIVIÈRE (A.) & M. THIAM, 1994. — « Essai d'application d'un modèle global à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : t. II, pp. 351-352.

CAVERIVIÈRE (A.), M. THIAM & D. JOUFFRE, 2002. — *Le poulpe* Octopus vulgaris, *Sénégal et côtes nord-Ouest africaines*, Paris, I.R.D., 385 p. (coll. Colloques et Séminaires).

CHABANNE (J.), 1987. — *Le peuplement des fonds durs et sableux du plateau continental sénégambien : Étude de sa pêche chalutière, biologie et dynamique d'une espèce caractéristique : le rouget (*Pseudupeneus prayensis*)*, th., univers. de Bretagne occidentale, Paris, Orstom, 355 p. (coll. Études et Thèses).

CURY (P.) & J. WORMS, 1982. — *Pêche, Biologie et Dynamique du thiof (*Epinephelus aeneus *E. Geoffroy Saint Hilaire, 1817) sur les côtes sénégalaises*, Centre de recherches océanographiques de Dakar-Tiaroye, 86 p.

DOMAIN (F.), 1989. — « Rapport des campagnes de chalutage du N/O *André-Nizery* dans les eaux de la Guinée de 1985 à 1988 », doc. scient., C.N.S.H.B., 81 p.

DOMAIN (F.), 2000. — « Influence de la pêche et de l'hydroclimat sur l'évolution dans le temps du stock côtier (1985-1995) », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 2000).

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd.), 2000. — *La Pêche côtière en Guinée : Ressources et Exploitation,* I.R.D.-C.N.S.H.B., Paris, 393 p.

EIDE (A.), J. CHANTRE & P. ALFAMA, 1999. — « Évaluation bio-économique du stock des langoustes roses sur la plateforme du Cap-Vert », in *Recherche et Gestion Halieutiques au Cap-Vert*, Actes de la réunion, Mindelo, 10-11 déc. 1996, Mindelo, I.N.D.P.

FOX (W. W.), 1970. — « An Exponential Surplus-Yield Model for Optimizing Exploited Fish Populations », *Trans A. Fish. Soc.*, 99: pp. 80-88.

FRANQUEVILLE (C.), 1983. — *Biologie et dynamique de population des daurades (*Pagellus Bellottii, *Steindachner, 1882) le long des côtes sénégalaises*, th. doct. d'État, sciences, univers. Aix-Marseille-II, faculté des sciences de Luminy, 276 p.

GASCUEL (D.) & F. MÉNARD, 1997. — « Assessment of a Multispecies Fishery in Senegal, Using Production Models and Diversity Indices », *Aquat. Living. Resour.*, 10: pp. 281-288.

GASCUEL (D.) & M. THIAM, 1994. — « Évolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd. 1994) : pp. 191-213.

GASCUEL (D.), F. DOMAIN & P. CHAVANCE 1997. — « L'exploitation de la communauté à Sciaenidés de Guinée : un premier diagnostic sur l'état des stocks, par modélisation linéaire de l'abondance (1985-92) », *La surexploitation*, IIIe Forum halieumétrique, Montpellier 1-3 juill. 1997, session 2, *Identification et évaluation de la surexploitation.*

GASCUEL (D.), P. CHAVANCE, N. BEZ & A. BISEAU (éd.), 2000. — *Les espaces de l'halieutique*, Paris, I.R.D., 636 p. (coll. Colloques et Séminaires).

GASCUEL (D.) & C. INEJIH, *à paraître* — « Évaluation du stock de poulpe par le modèle global et analyse des effets de l'environnement », *in* IMROP, Rapport du 5e groupe de travail sur l'évaluation des stocks et des pêcheries en République Islamique de Mauritanie, Nouadhibou, déc. 2002.

GULLAND (J. M.), 1969. — « Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques », Première partie : « Analyse des populations », *Man. Sci. Aquat.*, F.A.O., 4, 160 p.

JOUFFRE (D.), S. LANCO, D. GASCUEL & A. CAVERIVIÈRE, 2002. — « Évaluation par modélisation analytique de l'impact de périodes de fermetures de la pêche du poulpe au Sénégal », *in* CAVERIVIÈRE *et al.* (éd., 2002).

LAURANS (M.), D. GASCUEL, A. CAVERIVIÈRE & M. THIAM, 2002. — « Le stock de poulpe au Sénégal : diagnostic par un modèle global avec effet de l'environnement », *in* CAVERIVIÈRE *et al.* (éd., 2002).

LAUREC (A.) & L. SANTARELLI-CHAURAND, 1986. — *Analyse rectifiée des pseudo-cohortes : Analyse des cohortes à partir d'une année de structure démographique des captures ; correction des variations d'effort et/ou de recrutement*, 19 p., *multigr.*

MAURY (O.), 1994. — *Méthodologie d'étude structurale de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise, application à l'exploitation du pageot* Pagellus bellottii, rapp. D.A.A. unité halieutique de l'Ensar, Rennes, 87 p.

PELLA (J. J.) & P. K. TOMLINSON, 1969. — « A Generalized Stock Production Model », *Bull. IATTC*, 13: pp. 419-496.

POINSARD (F.) & S. GARCIA, 1984. — *L'évaluation des ressources et l'aménagement des pêches dans la région du COPACE : analyse perspective*, F.A.O., doc. COPACE/PACE Série 84/32.

SIDIBÉ (A.), 1998. — *Le bobo* Pseudotolithus elongatus, *Ressource et exploitation en Guinée, évaluation et simulation d'aménagement*, rapport de D.E.A. d'océanologie biologique et environnement marin, École nationale supérieur agronomique de Rennes (Ensar), minéo, 32 p. + annexes.

SIDIBÉ (A.), D. GASCUEL, F. DOMAIN & P. CHAVANCE, 2000. — « Estimation d'abondance et changement de répartition spatiale, le cas du bobo (*Pseudotolithus elongatus*) en Guinée », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2000).

Émergence de trois espèces démersales d'Afrique de l'Ouest (*Balistes carolinensis*, *Octopus vulgaris*, *Penaeus notialis*) : Points communs & différences

— Article —

Emergence of Three Demersal Species in West Africa (Balistes carolinensis, Octopus vulgaris, Penaeus notialis): *Common Features & Differences*

— *Article* —

Alain CAVERIVIÈRE [1]

1. — Halieute, chargé de recherches, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale,
[*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*],
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002

RÉSUMÉ

TROIS espèces marines dont une phase de vie est inféodée au fond ont montré d'importantes variations de leur abondance au large de l'Afrique de l'Ouest. Il s'agit d'un poisson (*Balistes carolinensis*), d'un mollusque (le poulpe *Octopus vulgaris*) et d'un crustacé (la crevette rose *Penaeus notialis*).

Une formidable expansion du baliste a eu lieu entre le Ghana et le Sénégal à partir de 1972. L'abondance diminue à partir de 1982, et 1988 marque un retour au niveau initial. Une explosion démographique du poulpe commun apparaît en 1986 devant le Sénégal et depuis les prises y sont très variables d'une année sur l'autre. Les potentiels de production de certains stocks de crevette rose auraient montré une forte augmentation entre les années 1970 et les années plus récentes.

Les trois espèces ont une courte durée de vie, un an pour le poulpe, vingt mois pour la crevette rose et la majeure partie de la biomasse de baliste serait composée de poissons de moins de deux ans. Une courte durée de vie va de pair avec un renouvellement rapide des populations et il est bien connu que c'est un facteur de résistance à une exploitation intensive.

Seuls de grands prédateurs sont capables de capturer de jeunes poulpes et des crevettes roses, c'est probablement aussi le cas pour le baliste. L'abondance de ces prédateurs a considérablement baissé. La pêche au chalut de la crevette rose, en détruisant les poissons vivant sur les mêmes fonds et particulièrement les gros individus, a augmenté la part de cette ressource disponible pour la pêche.

La diminution de la pression de prédation et de son rôle régulateur ne peut être seule en cause dans les cas des phénomènes explosifs et variables qui concernent le poulpe et le baliste. Pour le baliste, plusieurs indices permettent de supposer que l'augmentation d'abondance est en rapport avec la grande sécheresse qui a frappé l'Afrique de l'Ouest dans les années 1970. Les considérables variations interannuelles de l'abondance du poulpe devant le Sénégal sont fortement corrélées avec l'intensité des upwellings qui précédent la saison de pêche de cette espèce. Poulpes et balistes sont des espèces qui gardent leurs œufs. Cette stratégie de reproduction serait un facteur propice à de rapides proliférations quand les conditions du milieu sont favorables à la survie des stades ultérieurs qui sont les plus vulnérables (larves et juvéniles).

Mots clés

Abondance — Émergence — *Balistes carolinensis* — Expansion
Octopus vulgaris — *Penaeus notialis* — Afrique de l'Ouest

ABSTRACT

THREE marine species whose adult form lives near or on the sea bottom have shown significant variations in abundance off West Africa: a fish species (the grey triggerfish Balistes carolinensis*), a mollusc (the common octopus* O. vulgaris*) and a crustacean (the pink shrimp* Penaeus notialis*).*

A population explosion of the triggerfish took place along the coast from Ghana to Senegal after 1972. Population numbers started to decrease in 1982 and by 1988, they had returned to their initial levels. A population explosion of common octopus took place off the coast of Senegal in 1986; since then catches have strongly varied between years. Production potential of certain pink shrimp stocks apparently increased considerably since 1970.

These three species have short life spans, one year for octopus, 20 months for pink shrimp, while the majority of the triggerfish biomass is comprised fish of less than 2 years old. A short lifespan goes hand in hand with rapid population renewal and it is well known that this is an important factor in surviving intensive exploitation.

Only large predators are able to capture young octopuses and pink shrimps, and this is probably also true for triggerfish. The number of these predators had dropped considerably. As far as shrimp trawl activities are concerned, the decrease in fish predation on pink shrimp could have led to an increase in shrimp catches, with human predation replacing fish predation.

However, decrease in the pressure of predation and its regulatory role cannot be the only cause for the explosive and variable phenomena exhibited by octopus and triggerfish. In the case of the triggerfish, several indices lead us to suppose that the increase in abundance is linked with the serious drought that has been prevalent in West Africa during 1970s. The considerable inter-annual variations in octopus abundance off the Senegalese coast are strongly correlated with the intensity of the upwellings that precede the octopus fishing season. The common octopus and the grey triggerfish are species that protect their eggs. This reproductive strategy appears to favour rapid proliferation when the environmental conditions are favourable to survival during later life stages, when these species are most vulnerable (larvae and juveniles).

Key words

Abundance — *Emergence* — *Expansion* — Balistes carolinensis
Octopus vulgaris — Penaeus notialis — *West Africa*

INTRODUCTION

COMME dans la plupart des régions du monde, les espèces démersales et semi-pélagiques du plateau continental de l'Afrique de l'Ouest sont majoritairement considérées comme pleinement exploitées et même surexploitées (F.A.O., 1997) ; ceci est marqué par une stagnation ou une diminution des prises annuelles alors même que l'effort de pêche est en augmentation. Les fluctuations interannuelles sont cependant relativement réduites et il n'a pas encore été observé d'effondrements drastiques de stocks comme dans d'autres régions.

Trois espèces d'importance et de large répartition sortent cependant de ce schéma, en présentant ou ayant présenté des augmentations d'abondance. Il s'agit d'un poisson (*Balistes carolinensis*), d'un mollusque (le poulpe *Octopus vulgaris*) et d'un crustacé (la crevette rose *Penaeus notialis*). Le baliste gris a connu une extraordinaire augmentation d'abondance, à partir de 1972 jusqu'au début des années 1980, dans la région comprise entre le Togo et le Sénégal. Une variation de l'hydroclimat en serait responsable. Le poulpe commun est devenu à la fin des années 1960 une espèce de très grande importance au large des côtes du Sahara, du sud du Maroc à la Mauritanie, après la surexploitation des poissons dominés par les sparidés. Une explosion démographique de l'espèce a eu lieu en 1986 devant le Sénégal et, depuis, les prises y sont très variables, pouvant osciller d'un facteur supérieur à dix d'une année sur l'autre (près de 40 000 tonnes en 1999). Dans cette dernière région, sur laquelle portera l'étude de cette espèce, les pics d'abondance seraient dus à des conditions hydroclimatiques favorables à la survie des larves de poulpe, tandis que la pêche des prédateurs du poulpe aurait réduit l'effet régulateur de ces derniers sur la population de ce céphalopode. La pêche à la crevette rose capture aussi les poissons prédateurs de ce crustacé, ce qui aurait fortement réduit la prédation naturelle sur cette espèce et laisserait ainsi plus de crevettes disponibles pour la consommation humaine.

Le présent travail se compose de quatre parties. Les trois premières, une par espèce, comporteront une rapide présentation de l'espèce et de sa biologie, suivie de la description de leurs variations d'abondance, puis de l'étude de leurs causes supposées. La dernière partie, en guise de conclusion, s'attachera à dégager les points communs et les différences qui rendent ces espèces remarquables.

LE BALISTE (*B. CAROLINENSIS*)

Présentation de l'espèce

BALISTES carolinensis (GMELIN, 1789), synonyme *B. capriscus*, occupe une aire de répartition très vaste : on le trouve des deux côtés de l'Atlantique tropical, dans la mer des Antilles et en Méditerranée. Les caractéristiques essentielles de sa bio-écologie en Atlantique Est ont été résumées par CAVERIVIÈRE *et al.* (1981).

L'espèce est un des rares représentants de la famille des Balistidae sur les côtes de l'Afrique de l'Ouest. Beaucoup d'espèces de cette famille fréquentent des régions favorables à la vie corallienne, dont les eaux chaudes sont relativement claires et salées, à l'inverse de ce qui se rencontre devant les côtes ouest-africaines.

B. carolinensis peut atteindre une taille de quarante-cinq centimètres. Le corps, revêtu d'une peau rugueuse, est haut et comprimé latéralement ; les fentes branchiales sont réduites ; la bouche est petite avec une dentition robuste. C'est une espèce semi-pélagique du plateau continental que l'on peut trouver aussi bien sur le fond qu'en pleine eau, où se situe le plus souvent l'essentiel de sa biomasse (profondeurs de 20 à 70 mètres). Les juvéniles sont très proches de la surface et les tailles augmentent avec la profondeur. Les adultes sont plus abondants sur le fond en saison chaude, lors

de la période de ponte qui nécessiterait le creusement d'un nid (GARNAUD, 1960). Les eaux trop froides sont évitées.

La croissance des individus est rapide et la longévité relativement faible ; la plus grande partie de la biomasse est composée de poissons de deux ans et moins. L'alimentation est variée, les jeunes balistes se nourrissent principalement de plancton, le régime alimentaire est à base de benthos pour les balistes capturés sur le fond.

Description de l'émergence du baliste et de sa régression

Avant les années soixante-dix, *B. carolinensis* pouvait être considéré comme une espèce sinon rare, du moins très peu abondante dans l'Atlantique Est (CAVERIVIÈRE *et al.*, 1981).

Fin 1971-début 1972, une très importante augmentation de l'abondance a lieu devant le Ghana. L'aire de prolifération s'est ensuite étendue très rapidement de part et d'autre de ce pays, au Togo-Bénin et en Côte-d'Ivoire (fig. 1). L'invasion gagne par la suite des régions situées plus au nord (CAVERIVIÈRE, 1991, pour l'analyse détaillée). Elle prend place entre mars 1974 et septembre 1976 devant la Guinée, sans que la période puisse être mieux précisée. D'après GERLOTTO *et al.* (1980), en avril-mai 1977 la limite nord de la prolifération du baliste n'avait pas dépassé l'archipel des Bissagos (Guinée Bissau). Les côtes du Sénégal sont atteintes en 1978 pour la région Sud-Dakar (Petite-Côte et Casamance), en 1979 pour la région Nord-Dakar et la Mauritanie. Les campagnes Echosar de prospection acoustique et de chalutage, entreprises à partir de 1980 au Sénégal, montrent que les balistes étaient abondants de 1980 à 1982, surtout au large de la Gambie et de la Casamance. À son maximum, au début des années quatre-vingt, la biomasse des stocks de balistes des côtes de l'Afrique de l'Ouest a pu être estimée à près de deux millions de tonnes et, en bien des lieux, l'espèce a pu représenter plus de la moitié de la biomasse en poisson.

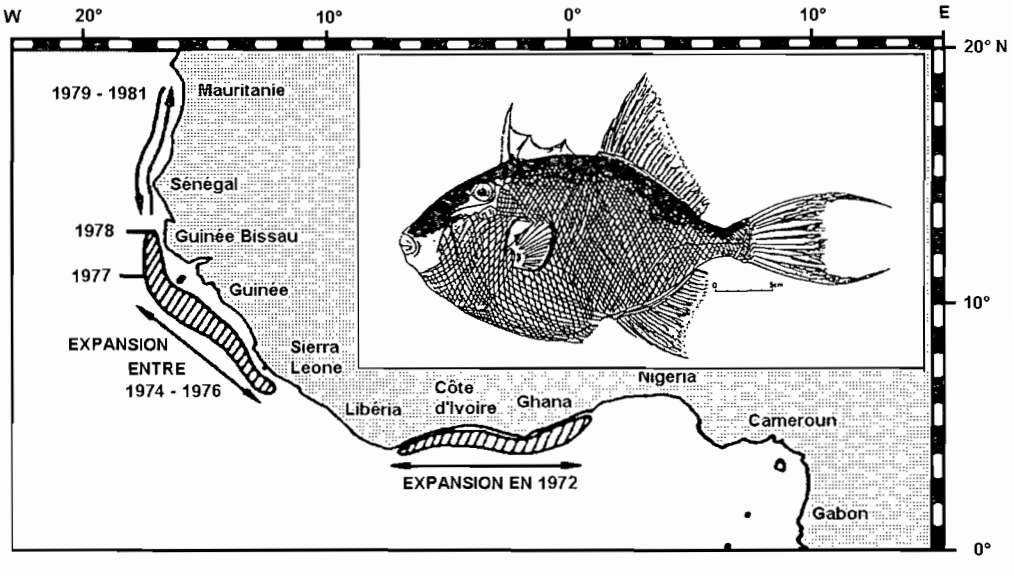


FIG. 1. — *Positions moyennes des deux principaux stocks de* Balistes carolinensis *de l'Afrique de l'Ouest et périodes d'expansion.*
Average position of the two main *Balistes carolinensis* stocks off West Africa and the expansion periods.

Des signes de diminution de l'abondance sont apparus dès 1982 en Mauritanie, où ils sont alors absents, et au Togo-Bénin. En 1983-1984, la régression touche le Sénégal où ils ne sont plus rencontrés qu'au large de la Casamance lors des campagnes Echosar, et en moindre quantité. En 1986, une diminution générale de l'abondance est notée, tant pour les stocks centrés sur la Côte-

d'Ivoire-Ghana que sur la Guinée. La présence des balistes est encore réduite devant le Sénégal. Ils sont encore détectés devant la Côte-d'Ivoire en 1987, où l'abondance semble même s'accroître, et devant la Guinée. En 1988 et 1989, aussi bien les données de pêche que les campagnes scientifiques montrent un retour des stocks à leur niveau initial d'avant la prolifération, dans toutes les zones concernées par celle-ci.

Interprétation

Plusieurs auteurs, parmi lesquels nous citerons GULLAND & GARCIA (1984), CAVERIVIÈRE (1982, 1991, 1994-a), se sont interrogés sur les causes de la prolifération du baliste.

Le premier type de cause a été recherché dans les modifications d'abondance, dues à la pêche ou non, d'espèces écologiquement concurrentielles ou prédatrices. De tels facteurs sont vraisemblablement à rejeter (CAVERIVIÈRE, 1982, 1991), en particulier celui d'un effet de la pêche d'autres espèces.

Un deuxième type de cause examiné a été celui d'actions directes ou indirectes de changements dans les conditions du milieu (CAVERIVIÈRE, 1991, pour l'analyse détaillée). Il a été noté que l'apparition massive du baliste en 1972 devant le Ghana et la Côte-d'Ivoire suit une réduction brutale des précipitations sur l'Afrique de l'Ouest, dont les effets ont été particulièrement ressentis au Sahel. À partir des travaux de MAHÉ (1987), l'apparition et les variations d'abondance du baliste jusqu'en 1986 ont pu être mises en relation avec la variabilité des apports hydriques continentaux (fig. 2) dans le golfe de Guinée. Il a été noté à ce sujet que le baliste est absent dans le fond du golfe de Guinée, là où la salinité est la plus faible, alors que dans plusieurs secteurs de cette zone les autres conditions du milieu (profondeur, nature du substrat) paraissent favorables à son développement. D'autre part, la première détection de balistes dans la région Gabon-Congo a eu lieu en 1985 et correspond à la première grande période de déficit hydrique du fleuve Congo, dont le plus important depuis 1950 a été observé en 1984.

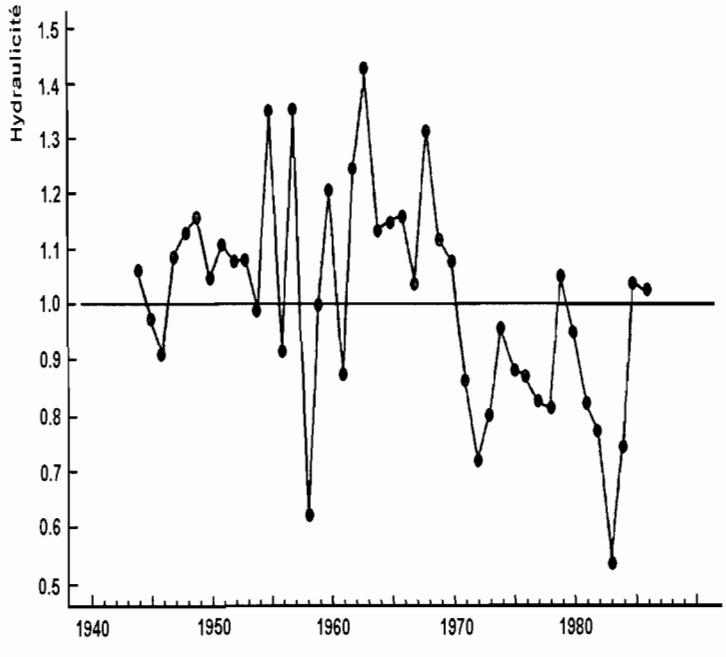


FIG. 2. — *Variations de l'hydraulicité moyenne de treize fleuves étudiés de 1944 à 1986 entre la Côte-d'Ivoire et le Congo (MAHÉ, 1987).*

Annual variations (1944-1986) of the average flow of 13 main rivers located between Côte d'Ivoire and Congo.

L'influence négative de la dessalure, et/ou des facteurs qui lui sont liés, a été perçue à un échelon saisonnier pour le stock guinéen : abondances faibles ou fortes en saison des pluies suivant la zone, concentrations en bordure des fronts dessalés en expansion.

L'apparition, puis la disparition du baliste au nord de la Casamance peuvent être reliées avec les phases de relaxation puis d'intensification de l'alizé sur la côte nord-ouest africaine : une période de minimum (1978-1984) fait suite à un maximum (1971 à 1977) et on observe une nouvelle intensification en 1985-1986 (ROY, 1989).

Le maximum d'abondance observé sur le fond en 1979 correspond aux *minima* du transport d'Eckman observés la même année dans les régions cap Blanc, Nord-Sénégal et Sud-Sénégal. Ici, l'action de la température semble prépondérante dans l'extension vers le nord d'une espèce d'affinité chaude. On peut aussi penser à un simple effet de l'expansion et de la contraction du stock centré sur la Guinée.
Les variations des apports d'eau douce seraient donc au moins en partie à l'origine de l'apparition massive et des variations d'abondance du baliste au large des côtes ouest-africaines, du Congo à la Casamance. La diminution des apports d'eau douce serait le signe de modifications du milieu pouvant avoir favorisé directement ou indirectement le développement du baliste : actions négatives sur d'autres espèces plus ou moins concurrentielles, décharges plus faibles des fleuves agissant sur la salinité, la transparence de l'eau, la richesse du phytoplancton et sa composition (BINET, 1977, 1983).

SOUTHWARD (1980) montre, pour des espèces étudiées dans la Manche, qu'un changement de la température moyenne de quelques dixièmes de degré suffit à inverser la dominance d'une espèce par une autre. Des modifications climatiques de faibles amplitudes peuvent donc avoir des effets considérables sur la répartition et l'abondance des populations (BINET, 1988).

Il est à noter que la première hypothèse quant au rapport de l'explosion du baliste avec la sécheresse au Sahel a été proposée avant la fin de celle-ci (CAVERIVIÈRE, 1982), et que la corrélation se serait plutôt vérifiée par la suite, ce qui est suffisamment rare avec la climatologie marine pour être souligné.

La stratégie de reproduction du baliste pourrait être un élément majeur favorable à des explosions démographiques rapides. Le baliste a une fécondité moyenne, de cent mille à sept cent mille ovocytes au stade pré-ponte (CAVERIVIÈRE *et al.*, 1981), dont plusieurs dizaines de milliers sont pondus en une seule émission (GARNAUD, 1960). Cet auteur a observé que les oeufs étaient gardés, nettoyés et ventilés par la femelle jusqu'à l'éclosion de larves pélagiques. Il en résulte que chaque femelle peut donner naissance à un nombre impressionnant de larves viables permettant une prolifération rapide de l'espèce quand les conditions du milieu (environnement physique, nourriture, prédation) sont favorables à leur survie ; larves et juvéniles étant vraisemblablement, comme pour beaucoup d'espèces, les stades les plus vulnérables.

Les larves et les très jeunes balistes, qui vivent prés de la surface, pourraient être sensibles à la dessalure qui induirait un accroissement de leur mortalité. La salinité pourrait être un facteur limitant ou/et l'indicatrice d'autres facteurs limitants ; quelques auteurs ont déjà noté que la présence des larves de certaines espèces pélagiques de l'Atlantique tropical Centre-Est est liée à un intervalle étroit de la salinité, alors que la présence d'adultes matures ne serait pas en cause. On citera la sardinelle *S. aurita* (CONAND, 1977), le thon albacore *Thunnus albacares* et, dans une moindre mesure, le thon obèse *Thunnus obesus* et le listao *Katsuwonus pelamis* (CAVERIVIÈRE *et al.*, 1976 ; CAVERIVIÈRE & SUISSE DE SAINTE CLAIRE, 1980).

Un autre facteur favorable au baliste, quand les conditions hydrologiques ont été propices à la survie de larves, serait que seuls des prédateurs de grande taille puissent consommer les juvéniles et adultes ; en effet, il présente une peau très dure et une première épine dorsale développée et très robuste que le baliste verrouille en position dressée en cas de danger. Cette épine rend difficile et dangereuse l'ingestion d'un baliste par un prédateur. Les premiers stades de vie passés, le contrôle du niveau de population par la prédation serait réduit.

LE POULPE COMMUN (*OCTOPUS VULGARIS*)

Présentation de l'espèce

OCTOPUS vulgaris est largement distribué dans les eaux côtières intertropicales et tempérées des trois océans, quoique des études récentes (MANGOLD, 1997) indiquent qu'il faudrait réserver cette appellation au poulpe commun de la Méditerranée et de l'Atlantique Est. Au Sénégal, qui sera la zone de référence dans la suite de cette étude, le poulpe commun montre une très large distribution. Il est présent de la côte jusqu'à moins quatre cents mètres de profondeur, mais il est surtout abondant dans les cent premiers mètres (CAVERIVIÈRE, 2002). Les plus gros individus peuvent atteindre dix kilogrammes pour les mâles et huit kilogrammes pour les femelles, mais les individus dépassant quatre kilogrammes sont rares. Le poulpe colonise surtout des fonds sableux où s'effectue l'essentiel de sa pêche. Dans ces lieux, il se nourrit principalement de mollusques bivalves et creuse des terriers qui offriraient une excellente protection, le poulpe ne quittant cet abri que pour s'alimenter et se reproduire. La femelle pond une seule fois environ deux cent cinquante mille œufs qu'elle protège, nettoie et ventile dans un abri clos d'où elle ne sort jamais. L'éclosion des œufs, généralement après vingt à quarante jours, est suivie par la mort de la femelle. Les mâles qui les ont fécondées ne leur survivent guère car le processus de reproduction déclenche le phénomène de la sénescence (TAIT, 1986). Les larves issues des œufs sont pélagiques et de forme proche de celle des adultes, la durée de la phase pélagique est d'environ trente-cinq à cinquante jours. La principale période de reproduction est hivernale et l'essentiel du recrutement des jeunes dans la pêcherie se situe en été, surtout en juin-juillet (CAVERIVIÈRE, 1990, 1994-b, 2002 ; JOUFFRE *et al.*, 2002). La croissance est rapide mais très variable d'un individu à l'autre, la durée de vie n'excède pas un an (DOMAIN *et al.*, 2000 ; CAVERIVIÈRE, 2002).

Description de l'émergence du poulpe et de ses variations d'abondance au Sénégal

Au Sénégal, la pêche du poulpe commun *Octopus vulgaris* montre d'importantes variations annuelles depuis sa première apparition en grand nombre pendant l'été 1986. Les quantités débarquées (fig. 3) oscillent ainsi entre moins de cinq mille tonnes (1987, 1993, 1995) jusqu'à quinze à vingt mille tonnes (1986, 1989, 1991) et approchent même quarante mille tonnes en 1999, année où les capacités de stockage pour cette espèce d'exportation ont été saturées pendant l'été. Les captures sont principalement réalisées dans la région Sud de Dakar (Petite Côte) par la pêche chalutière et la pêche artisanale qui utilise des turluttes à poulpe. Elles concernent surtout des petits poulpes issus du recrutement estival, qui suit une période d'upwelling hivernal. Ces prises sont le reflet des variations de l'abondance et constituent des indices de cette dernière.

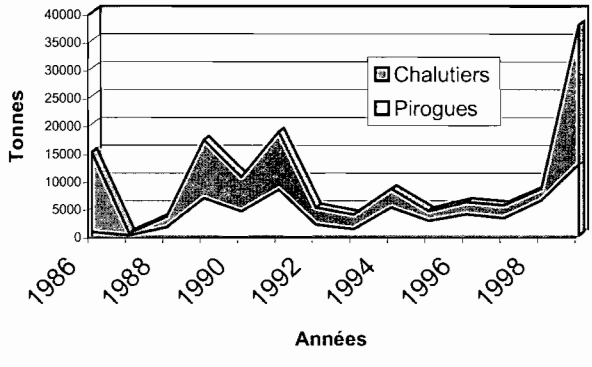


FIG. 3. — *Prises annuelles de poulpes au Sénégal.*
Annual octopus catches off the coast of Senegal.

Interprétation

Un rapport entre les conditions du milieu et les modifications d'abondance des populations du poulpe *Octopus vulgaris* a été pressenti depuis longtemps, en particulier parce que les larves de cette espèce sont pélagiques.

D'importantes variations d'abondance du poulpe commun ont déjà été relevées en d'autres lieux. REES (1950) décrit les « infestations » de poulpe observées l'été 1900 sur les côtes anglaises de la Manche et dès 1899 en France (Finistère). REES & LUMBY (1954) décrivent une nouvelle explosion démographique en 1950 devant le Devon et la Cornouaille, ainsi que de la Bretagne Nord à la péninsule de la Hague. Ils indiquent finalement que la température de l'eau en été aurait peu d'importance et que des hivers doux seraient favorables. MESNIL (1977) indique que les poulpes ont pratiquement disparu des rivages atlantiques après l'hiver 1962-1963, bien connu pour sa grande rigueur.
Le succès du recrutement serait directement influencé par l'impact des facteurs environnementaux sur la survie des premiers stades planctoniques de vie de l'espèce. La disponibilité alimentaire (CUSHING, 1975, 1990), les contraintes physiques comme la turbulence ou la dispersion des œufs et larves (CUSHING, 1975, 1990 ; SINCLAIR, 1988 ; BAKUN, 1996) et la prédation (BAILEY & HOUDE, 1989) ressortent comme les principales causes de mortalité des populations marines à stade larvaire planctonique (FAURE, 2000).

Comme pour la survie des larves de poissons pélagiques en zone d'upwelling, la survie des larves de poulpes dépendrait donc en grande partie des caractéristiques de l'upwelling côtier. Sur les côtes nord-ouest africaines, les remontées d'eaux froides à la côte sont générées par le transport d'Ekman, dont l'intensité dépend de la force des vents alizés locaux qui soufflent de novembre à mai au Sénégal. Cet upwelling est le principal élément structurant de l'hydroclimat en induisant un apport en sels minéraux dans la zone euphotique. Cet apport détermine une production planctonique importante, base de la chaîne alimentaire et source d'enrichissement biologique.

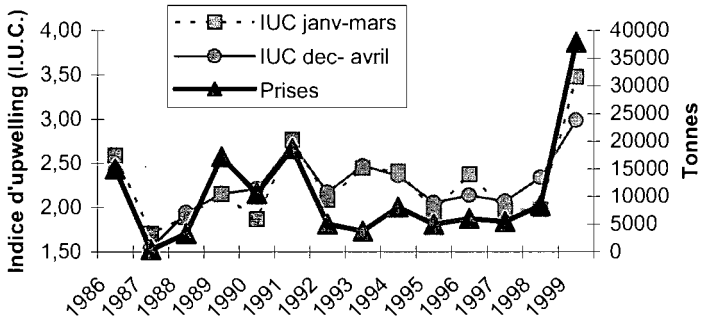


FIG. 4. — *Évolution des prises annuelles de poulpes (effectuées essentiellement en été) et des indices d'upwelling côtier calculés à partir des données de vent du système Aviso au point 14°N-18°O pour deux intervalles de la saison hivernale précédente.*

Annual catches of octopus and a coastal upwelling index (computed from Aviso winds at 14°N-18°W) for two different periods of the previous winter upwelling season.

CAVERIVIÈRE & DEMARCQ (2002) ont recherché l'existence d'une relation entre les captures de poulpes au Sénégal, indices de son abondance, et la force de l'upwelling dont un index (I.U.C.) a été calculé à partir de la force et de la direction des vents. Les valeurs du vent de surface sont celles du système Aviso réalisées à partir d'observations *in situ* et satellitales pour le point 14° N-18° O, au large de la Petite Côte du Sénégal, et fournies par Météo France (4 valeurs par jour des composantes méridiennes et latitudinales du vent). Des valeurs moyennes d'I.U.C. ont été calculées par jour, par

mois, puis par saison, pour la période d'alizés marqués (décembre à avril) ainsi que pour le cœur de cette période (janvier-mars). La figure 4 résume l'évolution des valeurs des I.U.C. saisonniers, ainsi que celle des captures de poulpe de la saison estivale suivante. Les coefficients de corrélation sont très hautement significatifs pour la période décembre-avril (0,80) et pour la période janvier-mars (0,85). LAURANS *et al.* (2002) utilisent un modèle global pour le même stock de poulpe qui intègre un effet de l'environnement représenté par les mêmes index de I.U.C. ; les coefficients de détermination, qui comprennent ou non l'exceptionnelle année 1999 (pour tester la capacité de prédiction du modèle), sont supérieurs à 0,70.

Ainsi, comme pour les larves de poissons pélagiques (CURRY & ROY, 1989 ; ROY *et al.*, 1992), le facteur trophique, qui dépend des remontées d'eaux froides riches en sels minéraux, jouerait vraisemblablement un rôle essentiel dans le succès du recrutement des poulpes. Cela n'est guère étonnant dans la mesure où les larves du poulpe commun ont à peu près la même taille (SAVILLE, 1987), vivent dans le même milieu (FAURE, 2000) et auraient la même alimentation que beaucoup de larves de poissons. Le rôle de l'environnement hydroclimatique sur les variations du recrutement serait d'autant plus marqué que, comme indiqué précédemment, une femelle de poulpe pond en moyenne deux cent cinquante mille œufs qu'elle protège et ventile, leur assurant ainsi un fort taux de viabilité. De plus, et surtout, le cycle de vie au Sénégal est court : un an ; ainsi, il n'y a pas de chevauchement des générations, toute la pêche d'une année portera sur des individus recrutés cette même année, principalement pendant l'été. Il ne pourra y avoir compensation, pour la pêche d'une année, d'un mauvais recrutement par un meilleur, comme pour l'exploitation d'espèces marines à plus longue durée de vie.

De forts vents alizés n'auraient cependant pas l'effet négatif noté pour les larves de poissons et créé par l'augmentation de la turbulence et de la dérive vers le large, peut-être parce que les larves de poulpe ont une capacité de nage élevée (VILLANUEVA *et al.*, 1996) qui leur permettrait de surmonter la dispersion de la nourriture induite par la turbulence. D'autre part, il est bien connu que la Petite Côte du Sénégal est une zone de rétention côtière qui limite la dispersion des larves vers le large (ROY, 1991, 1998). Les relations poulpe-environnement apparaissent moins variables au large de la Mauritanie et du Maroc (FAURE, 2000 ; DEMARCQ & FAURE, 2000), où les conditions hydroclimatiques sont moins variables qu'au Sénégal.

Il se pose la question de savoir pourquoi de fortes augmentations de l'abondance en poulpe n'ont pas été détectées au Sénégal avant l'année 1986, alors que des conditions d'upwelling favorables à un bon recrutement ont existé antérieurement. Comme la pêche au poulpe est très importante en Mauritanie depuis plus de trente ans et que des chalutiers travaillent régulièrement depuis au moins la même période sur les zones du plateau continental sénégalais où sont apparus les poulpes à partir de 1986, il est loisible de penser que si de telles augmentations avaient existé, elles auraient été détectées et les poulpes exploités. Un facteur qui contrôlait la population des poulpes quand les conditions hydroclimatiques étaient favorables à la survie des larves et juvéniles doit avoir cessé de jouer son rôle.

Plusieurs auteurs ont tenté d'analyser les causes du remarquable accroissement des populations de poulpe au large du Sahara il y a une trentaine d'années. Tous s'accordent sur une relation plus ou moins directe avec une surpêche des Sparidés, dont l'abondance dans la zone a considérablement baissé, ce qui aurait diminué leur contrôle sur le recrutement des poulpes. On pourra trouver, entre autres, des descriptions et commentaires détaillés sur ce sujet dans PEREIRO & BRAVO DE LAGUNA (1980), GULLAND & GARCIA (1984).

CAVERIVIÈRE (1990, 1994-b) a recherché si, comme au large du Sahara, une diminution des populations de Sparidés ou/et d'autres espèces appartenant à la même communauté que le poulpe, pouvait être mise en relation avec l'explosion du poulpe devant la Gambie et le Sénégal. Les prises et, si possible, les rendements en Sparidés (pageot et dorades) et Serranidés (mérous) ont été particulièrement examinés, ces espèces étant considérées comme des prédateurs potentiels des juvéniles de poulpes car elles occupent les mêmes fonds, parti-

culièrement pendant la saison froide où s'effectue l'essentiel de leurs prises. Les résultats ne sont pas bien probants.

D'autres données peuvent être utilisées. Il s'agit des résultats des campagnes scientifiques de chalutage de fond portant sur l'ensemble du plateau continental sénégalais entre dix et cent mètres et réalisées de novembre 1986 à mars 1991 (CAVERIVIÈRE & THIAM, 1992).

L'abondance générale, et plus particulièrement celle des Serranidés, a diminué de plus de moitié entre les deux périodes. Comme la pêche était déjà bien développée avant 1986, on peut penser, dans le cadre d'un modèle simple de production, que les espèces démersales sont surexploitées au Sénégal depuis au moins la fin des années 1980.

La construction d'un tel modèle de production a été réalisée par la suite (CAVERIVIÈRE & THIAM, 1994) pour l'ensemble des espèces démersales du Sénégal capturées par la pêche industrielle et artisanale, à partir de l'évolution des rendements de la première. Il tend à montrer qu'il y a un début de surexploitation à partir de 1982, avec une aggravation par la suite. Comme le modèle ne prend pas en compte l'augmentation de l'effort nominal dû à l'amélioration technologique des engins de pêche et des navires, le niveau de surexploitation doit être plus fort que celui indiqué. Un des effets bien connu d'une pêche intensive est de diminuer fortement la proportion des individus âgés et une récente étude a montré que seuls ceux appartenant à des espèces de grande taille sont capables de manger du poulpe. Ce travail (DIATTA, 2000), résumé par DIATTA *et al.* (2002) et CAVERIVIÈRE (2002), porte sur l'examen des contenus stomacaux des prédateurs potentiels du poulpe dans ses zones d'abondance. Huit cent quarante-sept estomacs contenant de la nourriture ont été examinés, dont cent soixante-seize de sélaciens appartenant à treize espèces différentes et six cent soixante et onze de téléostéens appartenant à quarante-deux espèces. Seuls trois poulpes ont été trouvés chez deux espèces de sélaciens et treize chez huit espèces de téléostéens dont deux espèces de Thonidés ; il s'agissait de poulpes juvéniles et de restes (tabl. I). Les prédateurs sont grands, de trente-sept à cent quinze centimètres de longueur totale, la plupart dépassant les cinquante centimètres, et les poulpes consommés sont des juvéniles.

Il semble aussi (CAVERIVIÈRE, 2002) que les poulpes survivent souvent aux attaques des prédateurs, d'où un nombre important de poulpes vus ou pêchés avec des bras coupés. La prédation sur le poulpe semble donc faible et, comme déjà indiqué, il est évident que l'abondance des grands individus des espèces prédatrices a considérablement diminué en une vingtaine d'années devant le Sénégal, en raison d'une intense exploitation. Le contrôle de la population de poulpe par la prédation, qui existait probablement auparavant, aurait disparu.

TABLEAU I

Espèces étudiées par DIATTA (2000) qui ont montré des poulpes *Octopus vulgaris* dans les contenus stomacaux, avec la taille des prédateurs et le poids des poulpes

Fish species studied by Diatta (2000) with Octopus vulgaris *among their stomach contents Total length of the predators and weight of the Octopus consumed are indicated*

PRÉDATEURS	ESTOMACS EXAMINÉS	LONGUEUR TOTALE (cm) DU PRÉDATEUR	NOMBRE OCTOPUS	POIDS (g) OCTOPUS
Scyliorhinus cervignoni	2	51,2	1	0,09
Squatina oculata	14	113,1-91,4	2	251-126
Epinephelus aeneus	39	61,3-70,6	3	2,2-33-22
Rachycentron canadum	28	79,3-92,5	2	6,2-108
Coryphaena hippurus	13	110,5	1	40
Lutjanus agennes	103	68,5-115,5	2	0,5-108
Pagrus auriga	1	37,1	1	2,5
Hyperoglyphe moselii	105	69,5-73,5	2	20-166
Euthynnus alleteratus	52	61,1	1	13
Sarda sarda	11	52,5	1	5

LA CREVETTE ROSE (*PENAEUS NOTIALIS*)

Présentation de l'espèce

Dans sa phase marine, l'espèce vit sur des fonds meubles (vaseux et vaso-sableux) entre la côte et soixante-cinq mètres de profondeur. Les larves sont pélagiques et les juvéniles grandissent dans les estuaires. Les plus fortes concentrations d'adultes sont trouvées entre vingt-cinq et quarante-cinq mètres au Sénégal, où l'espèce peut atteindre dix-neuf centimètres de longueur totale pour un poids approchant les quatre-vingts grammes (BONDY, 1968 ; LHOMME, 1981).

Penaeus notialis appartient à la communauté des espèces eurybathes ou de la thermocline telle que définie par FAGER & LONGHURST (1968) et modifiée par CAVERIVIÈRE & RABARISON ANDRIAMIRADO (1988). Ce petit groupe a des affinités avec les espèces de la communauté côtière des Sciaenidés et, dans une moindre mesure, avec les espèces plus profondes de la communauté des Sparidés. Cette communauté des espèces eurybathes comprend beaucoup de sélaciens qui sont capables de s'adapter rapidement à des changements de pression et de température.

L'exploitation de la crevette rose par des chalutiers spécialisés est une des principales activités de pêche en Afrique de l'Ouest.

Augmentation de l'abondance

Bien que l'espèce soit exploitée depuis longtemps dans beaucoup de régions et qu'elle ait fait l'objet d'un important effort de recherche, l'évolution des captures et des rendements est assez mal documentée jusqu'aux années récentes. En effet, de nombreux stocks sont situés au large de pays qui ont connu des situations de guerre ou de troubles (Guinée Bissau, Sierra Leone, Liberia), ou encore situés dans des zones pétrolifères (Côte-d'Ivoire, Nigeria, Gabon, et sans doute aussi Cameroun).

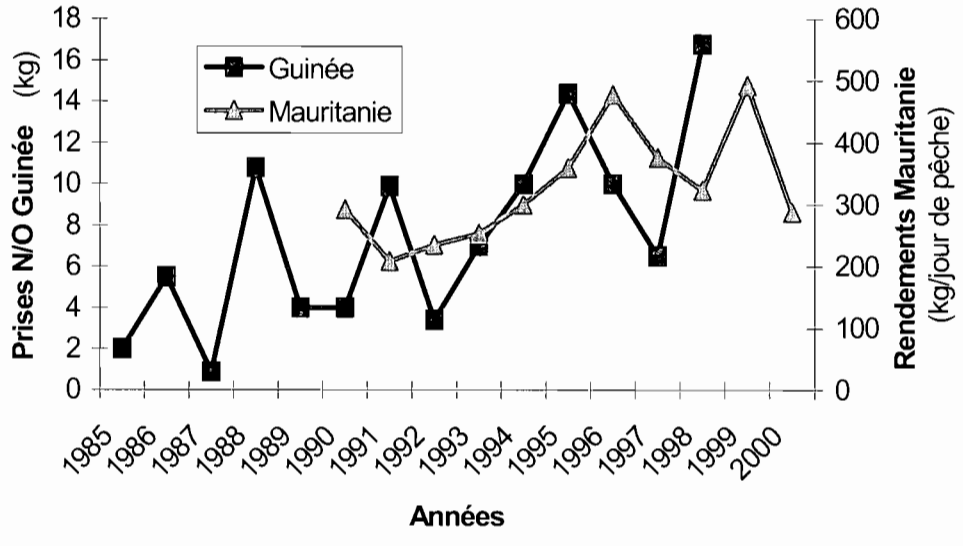


FIG. 5. — *Captures totales de* Penaeus notialis *dans la communauté à Sciaenidés de Guinée lors des campagnes scientifiques de chalutage de 1985 à 1998 (source : C.N.S.H.B.) et rendements (1990-2000) en* Penaeus notialis *des crevettiers en Mauritanie (C.N.R.O.P.-I.E.O., 2001).*

Annual catches of *Penaeus notialis* during the 1985-1998 trawling surveys of the Sciaenidae community of Guinea (data source: CNSHB), and 1990-2000 *Penaeus notialis* catches per unit of effort of shrimp trawlers off the coast of Mauritania (CNROP-IEO, 2001).

Il semble cependant qu'il y aurait, par rapport aux périodes anciennes de la pêche à la crevette, une augmentation des stocks, ou du moins de la partie disponible pour la pêche.

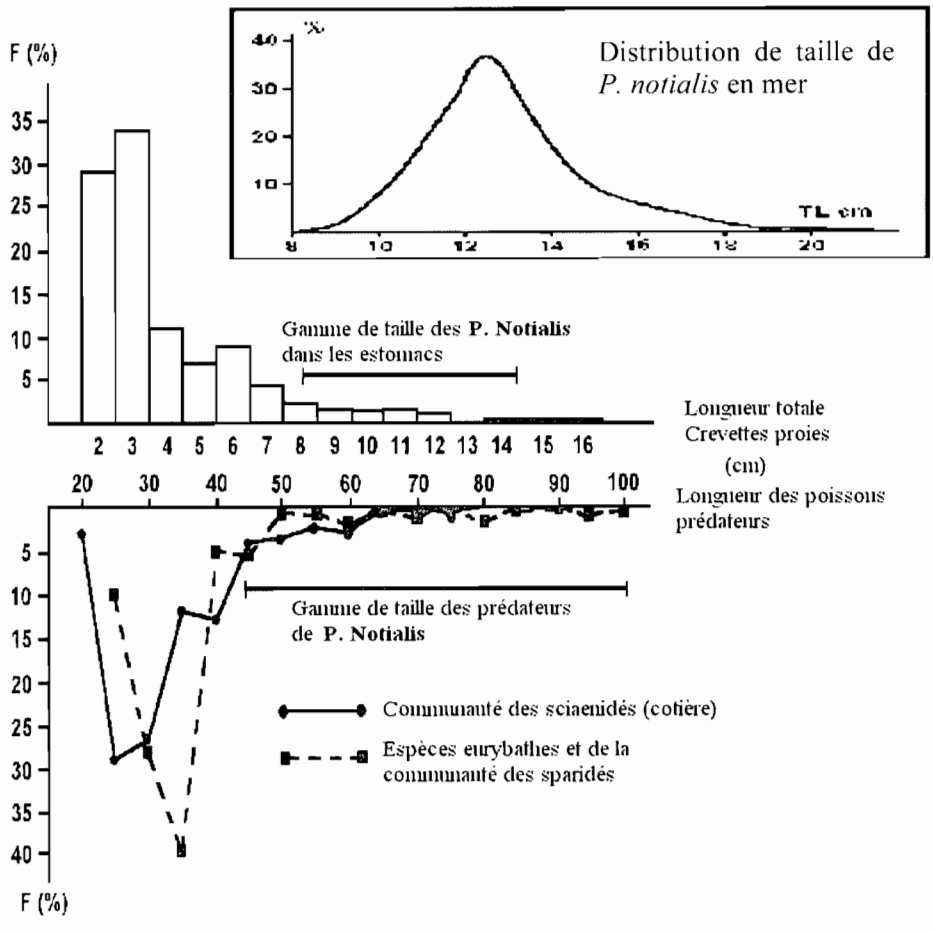


FIG. 6. — *Distribution de fréquence de l'ensemble des crevettes-proies (en haut), avec la gamme de taille des crevettes roses trouvées dans les estomacs et la distribution des crevettes roses capturées sur les fonds de pêche (les abscisses des 2 graphes sont superposées). En bas : Distributions de fréquence, regroupées en fonction des communautés d'appartenance, des principales espèces prédatrices de crevettes sur les fonds de pêche à crevette rose, ainsi que la gamme de taille permettant la prédation sur cette dernière.*

Top: Size frequency distribution for whole (all species) prey shrimps, with the size range of pink shrimp in predator stomachs and the size distribution of pink shrimp trawled on Senegalese shrimping grounds (the x-scale of the 2 graphs are superimposed). Bottom: Size frequency distribution for fishes preying on shrimp, with the size range of pink shrimp predators.

Le modèle de Fox utilisé par LHOMME (1981) pour le stock situé entre la Casamance et les îles Bissagos indique une prise maximale soutenable (M.S.Y.) d'environ deux mille cinq cents tonnes pour la période 1967-1978, alors que les prises en crevette rose y sont de l'ordre de cinq mille tonnes depuis de nombreuses années. Pour le stock de Sierra Leone-Liberia, une première estimation du M.S.Y. a été de mille huit cent soixante-dix tonnes pendant la période 1969-1976 (F.A.O., 1993). Plus tard, Le M.S.Y. a été estimé à six à huit mille tonnes pour la période 1985-1990, avec cependant un faible ajustement, et les prises de crevette rose furent largement plus élevées que la première estimation du M.S.Y. OGBONNA (2001) analyse la pêche à la crevette au Nigeria ; il souligne qu'à

partir de 1991 les prises en crevettes peneides (*P. notialis* étant largement prépondérante) dépassent très largement le M.S.Y. qui avait été précédemment estimé entre trois mille cinq cents et quatre mille tonnes.

Des chercheurs travaillant dans les régions concernées nous ont fait part d'un développement récent de la pêche à la crevette rose en Mauritanie et en Guinée, qui serait dû à une augmentation de l'abondance (INÉJIH, DOMAIN, *comm. pers.*). Cette augmentation (fig. 5) serait détectable à partir des résultats des campagnes de chalutage en Guinée, bien que le chalut utilisé et la zone prospectée (communauté côtière des Sciaenidés) soient mal adaptés à l'échantillonnage de la crevette rose, et aussi dans les rendements des crevettiers en Mauritanie.

Interprétation

L'augmentation d'abondance de la crevette rose a été mise en relation (CAVERIVIÈRE & RABARISON ANDRIAMIRADO, 1997) avec une diminution de la pression de la prédation, ceci à partir d'une étude du régime alimentaire des prédateurs potentiels qui a été réalisée en 1986 au Sénégal (RABARISON ANDRIAMIRADO, 1986 ; RABARISON ANDRIAMIRADO & CAVERIVIÈRE, 1989). Les contenus stomacaux de deux mille six cent cinquante-sept poissons de plus de vingt centimètres de longueur totale ont été analysés. Ces poissons appartiennent à trente-deux espèces différentes et proviennent des lieux de pêche à la crevette rose, ils sont considérés comme des prédateurs potentiels de cette dernière. Si trois mille quatre cent trois crevettes ont été trouvées, faisant de cet item un groupe de proies prédominant, seuls vingt-sept restes de crevette rose en faisaient partie. C'est la petite crevette *Parapenaeopsis atlantica* qui représentait l'essentiel de ce groupe. Les crevettes roses ingérées étaient des immatures de seulement quelques mois, récemment arrivées des nurseries en estuaires. Les vingt-sept estomacs contenant de la crevette rose (une crevette par estomac) appartenaient à de grands individus de neuf espèces, dont cinq sélaciens et une espèce pélagique ; seule une espèce abondante sur les fonds à crevette était un prédateur. Cependant, la prédation de cette espèce sur la crevette n'est possible que pour des individus de plus de plus de quarante-cinq centimètres de longueur totale, qui ne représentent que moins de quatre pour cent des individus capturés.

La figure 6 représente la distribution de fréquence de toutes les crevettes-proies, avec la gamme de taille des crevettes roses trouvées dans les estomacs et la distribution des crevettes roses capturées sur les fonds de pêche. Cette figure comprend également les distributions de fréquence, regroupées en fonction des communautés d'appartenance, des principales espèces prédatrices de crevettes sur les fonds de pêche à crevette rose, ainsi que la gamme de taille permettant la prédation sur cette dernière. Les crevettes roses ingérées sont en bout de distribution des crevettes-proies et en première partie de la distribution des crevettes roses capturées par les chalutiers, et seuls des prédateurs de grande taille, dont l'abondance est faible, peuvent en consommer.

L'importance de la prédation étant fonction de l'abondance et de la taille des espèces prédatrices, ainsi que de la présence d'individus de *Penaeus notialis* situés dans la gamme de taille permettant la prédation, elle serait en définitive très faible sur les populations marines de *P. notialis* au Sénégal, et cela doit pouvoir être généralisé à plusieurs stocks de cette crevette au large de l'Afrique de l'Ouest. Comme déjà indiqué dans le cas du poulpe examiné plus haut, il est évident que l'abondance des grands individus des espèces prédatrices a considérablement diminué en une vingtaine d'années devant le Sénégal et ailleurs en Afrique, en raison d'une intense exploitation. Du fait de l'activité des crevettiers, qui en cherchant la crevette déciment les prédateurs naturels de cette espèce, la prédation humaine aurait pu remplacer la prédation naturelle sans que les niveaux d'abondance de la crevette rose n'en souffrent outre mesure.

On a pu s'interroger sur le rôle que pourraient jouer les rejets de poissons par les crevettiers dans une augmentation de l'abondance en crevette, par un accroissement de la nourriture disponible pour cette dernière. RABARISON ANDRIAMIRADO & CAVERIVIÈRE (1889) se sont intéressés à cette question et concluent, entre autre après une étude de l'importance des rejets, qu'il est peu probable que les crevettes roses tirent vraiment profit des rejets en poissons.

CONCLUSION

IL EXISTE des points communs importants entre les trois espèces étudiées en ce qui concerne leurs augmentations et variations d'abondance. Rappelons que l'explosion démographique du baliste serait essentiellement en rapport avec des facteurs de l'environnement ; l'explosion du poulpe au Sénégal, ainsi que ses variations d'abondance, avec des facteurs de l'environnement couplés avec une forte diminution de ses prédateurs par la pêche annihilant leur rôle de régulation sur le stock ; l'augmentation d'abondance de la crevette rose serait due essentiellement à la diminution de ses prédateurs.

Les trois espèces ont une courte durée de vie, un an pour le poulpe, une longévité maximale de vingt mois pour la crevette rose et la plus grande partie de la biomasse de baliste est composée de poissons de deux ans et moins. Une courte durée de vie va de pair avec un renouvellement rapide des populations et il est bien connu que c'est un facteur de résistance à une exploitation intensive. CADDY (1983) et CADDY & RODHOUSE (1998), considèrent que la surexploitation des poissons de fond a un impact positif sur la productivité des céphalopodes, dont la plupart sont des espèces opportunistes à courte durée de vie, et d'autres espèces à brève durée de vie.

Les trois espèces ont peu de prédateurs naturels à leur stade adulte et même juvénile, tout au moins depuis que la pression de pêche a fortement réduit le nombre de vieux individus des espèces susceptibles de les consommer. Cela a été montré par des études spécifiques de contenus stomacaux pour le poulpe et la crevette rose et cela est fort probable pour le baliste. Cette dernière espèce présente une peau très dure et une première épine dorsale développée et très robuste, que le baliste verrouille en position dressée en cas de danger, gênant ainsi pour le moins un engloutissement direct tel que pratiqué par de nombreuses espèces prédatrices. L'importance relative des sélaciens comme prédateurs de crevettes roses et de poulpes a été notée et les sélaciens sont des espèces particulièrement sensible à l'exploitation, du fait d'une maturité sexuelle tardive (en rapport avec une importante durée de vie) couplée à une faible fécondité. La diminution de la pression de prédation expliquerait l'augmentation des biomasses exploitables de crevette rose, permettant à la pêche de prendre la part des prédateurs disparus. Le rôle régulateur de la prédation sur le stock de poulpe aurait disparu, permettant l'émergence de celui-ci quand les conditions du milieu sont favorables à la vie larvaire ; la diminution de ce rôle serait peut être également une des causes de l'explosion démographique du baliste.

Les deux espèces à explosions démographiques, le baliste et le poulpe, ont en commun la garde et le soin donné aux œufs, deux cent cinquante mille en moyenne pour le poulpe et plusieurs dizaines de milliers pour le baliste. Ces œufs donnent pratiquement tous des larves viables qui entament une vie pélagique. Si les conditions du milieu sont favorables à la survie des larves, cette stratégie de reproduction peut conduire aux explosions observées, couplée au moins pour le poulpe avec la diminution ou l'absence du rôle régulateur de la prédation sur les juvéniles et adultes.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BAILEY (K. M.) & E. D. HOUDE, 1989. — « Predation on Eggs and Larvae of Marine Fishes and the Recruitment Problem », *Adv. Mar. Biol.*, 25: pp. 1-82.

BAKUN (A.), 1996. — *Patterns in the Ocean. Ocean Processes and Marine Populations Dynamics*, California Sea Grant/Centro de investigaciones biológicas del Noroeste, 323 p.

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, Paris, Orstom, t. II, 424 p. (coll. *Colloques et séminaires*).

BINET (D.), 1977. — *Contribution à la connaissance du zooplancton néritique ivoirien : Écologie descriptive et dynamique*, th. doct. État sciences nat., univers. Pierre-et-Marie-Curie, Paris-VI, Paris, Orstom, 282 p.

BINET (D.), 1983. — « Zooplancton des régions côtières à upwellings saisonniers du golfe de Guinée », *Océanogr. Trop.*, 18, 2 : pp. 357-380.

BINET (D.), 1988. — « Rôle possible d'une intensification des alizés sur le changement de répartition des sardines et sardinelles le long de la côte ouest africaine », *Aquat. Living Resour.*, 1 : pp. 115-132.

BONDY (E. de), 1968. — « Observations sur la biologie de *Penaeus duorarum* au Sénégal », Centre rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, *Doc. Sci.*, 16 : 50 p.

BOYLE (P. R., ed.), 1987. — *Cephalopod Life Cycles*, vol. II: *Comparative Reviews*, Londres, Academic Press, 441 p.

C.N.R.O.P.-I.E.O., 2001. — *Rapport de la sixième rencontre C.N.R.O.P./I.E.O.*, Tenerife, 11-14 mai 2001.

CADDY (J. F., ed.), 1983. — « Advances in Assessment of World Cephalopod Resources », *FAO Fisheries Technical Paper*, 231: 452 p.

CADDY (J.F.), 1983. — « The Cephalopods: Factors Relevant to Their Population Dynamics and to the Assessment and Management of Stocks », *in* CADDY (ed., 1983): pp. 416-452.

CADDY (J. F.) & P. G. RODHOUSE, 1998. — « Cephalopod and Groundfish Landings: Evidence for Ecological Change in Global Fisheries? », *Rev. Fish Biol. Fish.*, 8 (4): pp. 431-444.

CAVERIVIÈRE (A) & M. THIAM, 1994. — « Essai d'application d'un modèle global à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 323-332.

CAVERIVIÈRE (A.) & E. SUISSE de SAINTE CLAIRE, 1980. — « Recherches des larves de thonidés dans l'Atlantique tropical-oriental : Campagnes effectuées en 1976-1977 par le N/O *Capricorne* », Centre recherches océanographiques Abidjan, *Doc. Scient.*, 11 (1) : pp. 37-72.

CAVERIVIÈRE (A.) & G. A. RABARISON ANDRIAMIRADO, 1988. — « Captures secondaires et

rejets de la pêche crevettière à *Penaeus notialis* du Sénégal », Centre rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, *Doc. Scient.*, 111 : pp. 1-113.

CAVERIVIÈRE (A.) & G. A. RABARISON ANDRIAMIRADO, 1997. — « Minimal Fish Predation for the Pink Shrimp *Penaeus notialis* in Senegal (West Africa) », *Bulletin of Marine Science*, 61 (3): pp. 685-695.

CAVERIVIÈRE (A.) & H. DEMARCQ, 2002. — « Indices d'abondance du poulpe commun et intensité de L'upwelling côtier au Sénégal », *in* CAVERIVIÈRE *et al.* (éd., 2002) : pp. 143-156.

CAVERIVIÈRE (A.) & M. THIAM, 1992. — « Indices d'abondance et niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais. Estimations à partir des résultats des campagnes de chalutage stratifié (1986-1991) », Centre rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, *Doc Sci.*, 132 : 147 p.

CAVERIVIÈRE (A.), 1982. — « Le baliste des côtes africaines (*B. carolinensis*). Biologie, prolifération et possibilités d'exploitation », *Oceanologica Acta*, 5, 4 : pp. 453-459.

CAVERIVIÈRE (A.), 1991. — « L'explosion démographique du baliste (*Balistes carolinensis*) en Afrique de l'Ouest et son évolution en relation avec les tendances climatiques », *in* CURY & ROY (éd., 1991) : pp. 354-367.

CAVERIVIÈRE (A.), 1994-a. — "Les fluctuations d'abondance du baliste (*B. carolinensis*) », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 257-264.

CAVERIVIÈRE (A.), 1994-b. — « Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal : une nouvelle ressource », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 245-256.

CAVERIVIÈRE (A.), 2002. — « Éléments du cycle de vie du poulpe *Octopus vulgaris* des eaux sénégalaises », *in* CAVERIVIÈRE, THIAM & JOUFFRE (éd., 2002) : pp. 105-125.

CAVERIVIÈRE (A.), F. CONAND & E. SUISSE de SAINTE CLAIRE, 1976. — « Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Études des données de 1963 à 1974 », *Doc. Scient.*, Centre recherches océanographiques Abidjan, 7 (2) : pp. 49-70.

CAVERIVIÈRE (A.), M. KULBICKI, F. GERLOTTO & J. KONAN, 1981. — « Bilan des connaissances actuelles sur *Balistes carolinensis* dans le golfe de Guinée », Centre rech. océanogr. Abidjan, *Doc. Sci.*, 12, 1 : 78 p.

CAVERIVIÈRE (A.), M. THIAM & D. JOUFFRE (éd.), 2002. — *Le poulpe commun* Octopus vulgaris. *Sénégal et côtes nord-ouest africaines*, Paris, I.R.D., 385 p. (coll. *Colloques et séminaires*).

CAVERIVIÈRE, (A.), 1990. — « Étude de la pêche du poulpe (*Octopus vulgaris*) dans les eaux côtières de la Gambie et du Sénégal. L'explosion démographique de l'été 1986 », *Centre Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye*, *Doc. Sci.*, 116 : 42 p.

CONAND (F.), 1977. — « Œufs et larves de la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) au Sénégal : distribution, croissance, mortalité, variations d'abondance de 1971 à 1976 », *Cah. Orstom, sér. Océanogr.*, 150 (3) : pp. 201-214.

CURY (P.) & C. ROY (éd.), 1991. — *Pêcheries Ouest-Africaines : Variabilité, instabilité et changements*, Paris, Orstom, 525 p.

CURY (P.) & C. ROY, 1989. — « Optimal Environmental Window and Pelagic Fish Recruitment Success in Upwelling Areas »,

Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46 (4) : pp. 670-680.

CUSHING (D. H.), 1975. — « The Natural Mortality of the Plaice », *J. Cons. int. Explor. Mer.*, 36: pp. 150-157.

CUSHING (D. H.), 1990. — « Plankton Production and Year-Class Strength in Fish Populations: An Update of the Match/Mismatch Hypothesis », *Adv. Mar. Biol.*, 9: pp. 295-354.

DEMARCQ (H.) & V. FAURE, 2000. — « Coastal Upwelling and Associated Retention Indices Derived from Satellite SST. Application to *Octopus vulgaris* Recruitment », *Oceanol. Acta.*, 23 (4): pp. 391-408.

DIATTA (Y.), 2000. — *Le régime alimentaire du poulpe commun,* Octopus vulgaris *Cuvier, 1797 et de ses prédateurs potentiels au long de la côte du Sénégal (Atlantique oriental tropical).* th. doct. 3e cycle, univers. Dakar, n° 49, 136 p.

DIATTA (Y.), F. L. CLOTILDE-BA & C. CAPAPÉ, 2002. — « Le régime alimentaire de *Octopus vulgaris* et de ses prédateurs potentiels devant le Sénégal », *in* CAVERIVIÈRE *et al.* (éd., 2002) : pp. 87-104.

DOMAIN (F.), D. JOUFFRE & A. CAVERIVIÈRE, 2000. — « Growth of *Octopus vulgaris* from Tagging in Senegalese Waters », *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80 (4): pp. 699-706.

F.A.O., 1993. — « Groupe de travail COPACE sur les ressources démersales du plateau et du talus continental de la Guinée-Bissau, de la Guinée et de la Sierra Leone (Conakry, 4-9 février 1991) », *F.A.O., COPACE/PACE/-Ser.*, 91/54, 206 p.

FAO, 1997. — « Review of the State of World Fishery Resources: Marine Fisheries », *FAO Fisheries Circular*, 920, 173 p.

FAGER (E. W.) & A. R. LONGHURST, 1968. — « Recurrent Group Analysis of Species Assemblages of Demersal Fish in the Gulf of Guinea », *J. Fish. Bd. Canada,* 25 (7): pp. 1405-1421.

FAURE (V.), 2000. — *Dynamiques spatiale et temporelle des populations de poulpes (*Octopus vulgaris*) en Afrique de l'Ouest : Influence des fluctuations environnementales et des relations interspécifiques,* th. doct., univers. Montpellier-II, 403 p.

GARNAUD (J.), 1960. — « La ponte, l'éclosion, la larve de baliste, *Balistes capriscus* (Linné 1758) », *Bull. Inst. Océanogr. Monaco,* (1169), 6 p.

GERLOTTO (F.), B. STEQUERT & M. A. BARBIERI, 1980. — « Premiers résultats d'observations sur la biologie de *Balistes capriscus* (Gmel.) dans la partie occidentale du golfe de Guinée », *F.A.O., COPACE/PACE Ser.*, 80/21 : pp. 30-48.

GULLAND (J. A.) & S. GARCIA, 1984. — « Observed Patterns in Multispecies Fisheries », *in* MAY (ed., 1984): pp. 155-190.

JOUFFRE (D.), S. LANCO, D. GASCUEL & A. CAVERIVIÈRE, 2002. — « Niveaux d'exploitation des stocks de poulpes du Sénégal de 1996 à 1999 et tailles minimales de captures : Une évaluation par modélisation analytique », *in* CAVERIVIÈRE *et al.* (éd., 2002) : pp. 269-295.

LANG (M. A.) & F. G. HOCHBERG (éd.), 1997. — *The Fishery and Market Potential of Octopus in California,* Washington, Smithsonian Institution, 192 p.

LAURANS (M.), D. GASCUEL & A. CAVERIVIÈRE, 2002. — « Application d'un modèle global avec effet de l'environnement au stock de poulpe du Sénégal », *in* CAVERIVIÈRE *et al.* (2002) : pp. 255-267.

LHOMME (F.), 1981. — *Biologie et dynamique de* Penaeus *(Farfante Penaeus)* notialis *(Perez Farfante 1967) au Sénégal*, th. doct. État sciences, univers. Pierre-et-Marie-Curie, Paris-VI, 248 p.

MAHÉ (G.), 1987. — *Étude de la variabilité des apports hydriques continentaux dans le golfe de Guinée en liaison avec son hydrologie océanique de surface*, mém. D.E.A. nation. hydrologie, univers. Orsay, Paris-XI, 103 p.+ ann.

MANGOLD (K.), 1997. — « *Octopus vulgaris*: Review of the biology », *in* LANG & HOCHBERG (éd., 1997) : pp. 85-90.

MAY (R. M.) (ed.), 1984. — *Exploitation of Marine Communities*. Dahlem Konferenzen 1984, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, Springer-Verlag.

MESNIL (B.), 1977. — *L'exploitation des céphalopodes. Situation et perspectives*, Informations I.S.T.P.M., 265, 21 p.

OGBONNA (J. C.), 2001. — « Reducing the Impact of Tropical Shrimp Trawling Fisheries on the Living Marine Resources Through the Adoption of Environmentally Friendly Techniques and Practices in Nigeria », *FAO Fisheries Circular*, 974 : pp. 188-215.

PEREIRO (J. A.) & G. BRAVO de LAGUNA, 1980. — « Dynamique des populations et évaluation des stocks de poulpe de l'Atlantique Centre-Est », *F.A.O., COPACE-PACE Ser.* 80/18, 57 p.

RABARISON ANDRIAMIRADO (G. A.) & A. CAVERIVIÈRE, 1989. — « Les régimes alimentaires des prédateurs potentiels de la crevette *Penaeus notialis* au Sénégal. Place trophique des crevettes », Centre rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, *Doc. Scient.*, 113, 79 p.

RABARISON ANDRIAMIRADO (G. A.), 1986. — *Les captures secondaires de la pêche à la crevette* Penaeus notialis *au Sénégal : répartition, importance, régime alimentaire des prédateurs potentiels*, th. 3e cycle, univers. de Bretagne occidentale, 254 p.

REES (W. J.) & J. R. LUMBY, 1954. — « The Abundance of Octopus in the English Channel », *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, 33: pp. 515-536.

REES (W. J.), 1950. — « The Distribution of *Octopus vulgaris* Lamarck in British Waters », *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, 29: pp. 361-382.

ROY (C.), 1989. — « Fluctuations des vents et variabilité de l'upwelling devant les côtes du Sénégal », *Oceanologica Acta*, 12, 4 : pp. 361-369.

ROY (C.), 1991. — « Les upwellings: le cadre physique des pêcheries côtières ouest-africaines », *in* CURY & ROY (éd., 1991) : pp. 38-65.

ROY (C.), 1998. — « An Upwelling-Induced Retention Areas off Senegal: A Mechanism to Link Upwelling and Retention Processes », *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 19: pp. 89-98.

ROY (C.), P. CURY & S. KIFANI, 1992. — « Pelagic Fish Recruitment Success and Reproductive Strategy in Upwelling Areas: Environmental Compromises », *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 12: pp. 135-146.

SAVILLE (A.), 1987. — « Comparisons Between Cephalopods and Fish of Those Aspects of the Biology Related to Stock Management », *in* BOYLE (ed., 1987): pp. 277-290.

SINCLAIR (M.), 1988. — *Marine Populations: An Essay on Population Regulation and Speciation*, University of Washington, Press Seattle, 252 p.

SOUTHWARD (A. J.), 1980. — « The Western English Channel, An Inconstant Ecosystem? », *Nature*, 285, 5764: pp. 361-366.

TAIT (R. W.), 1986. — *Aspects physiologiques de la sénescence post reproductive chez* Octopus vulgaris, th. doct., univers. Paris-VI, 250 p.

VILLANUEVA (R.), C. NOZAIS & S. (von) BOLETZKY, 1996. — « Swimming Behaviour and Food Searching in Planktonic *Octopus vulgaris* Cuvier from Hatching to Settlement », *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 208: pp. 169-184.

Long-term Trends in Demersal Fishery Resources of Ghana in Response to Fishing Pressure

— Article —

Tendances à long terme des ressources démersales du Ghana, & leurs changements dus à l'effort de pêche

— Article —

Kwame Abu KORANTENG [1] & Daniel PAULY [2]

1. — Biologiste, chercheur, *Marine Fisheries Research Division*, [Division de la recherche sur les pêches maritimes], P.O. Box BT-62, Tema, Ghana.

2. — Biologiste, directeur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C (Canada).

ABSTRACT

A BRIEF review is presented of the structure of the Ghanaian fishing fleets, and of the changes they induced on their resource base since the 1960s.

These changes consist of a reduction of the biomass of longer-lived fishes, particularly in shallower waters, and in conjunction with environmental fluctuations, the creation of opportunities for invasive species of fish (triggerfish Balistes carolinensis*) and invertebrates (*e.g.*, scallops) to experience short-lived population outburst.*

The relative impacts of fishing and environmental changes in generating these outbursts are difficult to disentangle. It is evident, however, that the effort jointly exerted by several Ghanaian fleets onto their supporting fisheries resources is excessive and that the country would benefit from a reduction of that effort.

Key words

Ghana — Demersal Fisheries — Fishing Effort — Overfishing

RÉSUMÉ

LA STRUCTURE des flottilles de pêche du Ghana est présentée, ainsi que les changements que celles-ci ont induits depuis 1960 dans les ressources dont elles dépendent.

Ces changements sont une réduction de la biomasse des poissons de moyenne et grande longévité, et, conjointement avec des fluctuations environnementales, des opportunités pour les espèces invasives, telles que le baliste (*Balistes carolinensis*) et des invertébrés (par ex. des peignes), d'envahir des niches vacantes par une explosion de leur population.

Bien que l'importance relative des effets de la pêche et de l'environnement soit, dans de tels cas, difficile à évaluer séparément, il est évident que l'effort de pêche dû à l'ensemble des flottilles ghanéennes est excessif, et que le Ghana aurait grand avantage à réduire cet effort.

Mots clés

Ghana — Pêches démersales — Effort de pêche — Surpêche

INTRODUCTION

GHANA, located in the western Gulf of Guinea sub-region, between Côte d'Ivoire and Benin, has, or rather had, very rich fishery resources, and a long tradition of artisanal and distant-water fishing, the latter a unique feature amongst West African countries.

As in most other parts of the world, Ghana's fisheries resources suffer from excessive fisheries pressure resulting in changes in ecosystem structure, reflected in declining catches of targeted species and, in combination with environmental changes, in short-lived outbursts of normally uncommon species (KORANTENG, 1998, 2002).

The most important changes recorded since 1950 are the strong fluctuations of round sardinella *Sardinella aurita* (PEZENNEC, 1995), the proliferation and subsequent decline of triggerfish *Balistes carolinensis* (ANSA-EMMIM, 1979; KORANTENG, 1984; CAVERIVIÈRE, 1991), increase in abundance of cuttlefish *Sepia officinalis* and globefish *Lagocephalus laevigatus* (MARTOS *et al.*, 1990; KORANTENG, 1998) and the sudden appearance of the scallops *Chlamys purpuratus* and *Pecten jacobeus* in coastal waters (MEHL *et al.*, 1999; KONAN *et al.*, 1999; KORANTENG & OFORI-ADU, *in press*).

This contribution describes these and other fluctuations, with emphasis on the role of the industrial fisheries as the main driver for change.

Fleets operating in Ghana, and their catches

Five distinct fisheries operate along the coast of Ghana:

1. Artisanal fishing in lagoons and estuaries;
2. Artisanal fishing (from canoes);
3. Inshore trawling (including shrimping);
4. Offshore (industrial) trawling;
5. Tuna fishing with poles and lines, and purse seines (not discussed here).

Artisanal fishing in lagoons and estuaries, though locally involving substantial number of fishers and their small-scale gear (gill net, throw net, weirs, etc.), has not been the subject of studies comparable in scope to those in neighbouring Côte d'Ivoire (HEM & AVIT, 1996). Sakumo lagoon, near Tema, studied in some detail in 1971 (PAULY, 1975, 1976) has much deteriorated since (NTIAMOA-BAIDU, 1991; PAULY, 1994), and this appears to be representative of other lagoons along the Ghanaian coast (ENTSUA-MENSAH, 2002). However, nationwide catch data are lacking which could be used to evaluate how the lagoon fisheries are performing, relative to the other Ghanaian fisheries.

The canoe fleet deploys various fishing gear types, notably beach seines, handlines and bottom set gillnets to catch demersal species, and purse seines to catch small pelagics, foremost *Sardinella aurita*. Consequently, the canoe fishery is much affected by the natural fluctuations of the sardinella. These fluctuations, and their impact on the fisheries have been previously discussed in some details in PEZENNEC & KORANTENG (1998) and hence we abstain here from discussing this fishery further.

The inshore fleet consists of multipurpose vessels using purse seines to catch small pelagics during the upwelling seasons (December-January and July-September). For the rest of the year, these vessels, except those lacking strong engines, are used for bottom trawling. The fleet grew from two vessels in 1948 to over 260 operational units in 1984 (MENSAH & KORANTENG, 1988; KORANTENG, 1996). However, the fleet has since declined in importance, as most of the vessels are old and barely seaworthy; only 178 inshore vessels operated in 2001.

The first Ghanaian industrial fishing trawlers were acquired about four decades ago, principally for fishing in the productive, if distant waters of countries such as Angola and Mauritania (KORANTENG, 1996). These vessels were forced to return, and to start operating in Ghanaian waters when, in the mid 1970s, these countries claimed 200 miles Exclusive Economic Zones.

With the exception of the tuna fishing fleet, all the fleets mentioned above thus operate in about the same area, and target similar species.

This generates conflict among the fleets, especially between the canoe and the trawler fleets (including the shrimpers), with the latter very often destroying fixed nets set by the former. Figure 1 shows the changes in the effort of inshore and industrial trawlers from 1972 to 1997. As may be seen, this portrays a persistent rise in industrial trawling effort and a decline of the effort inshore vessels.

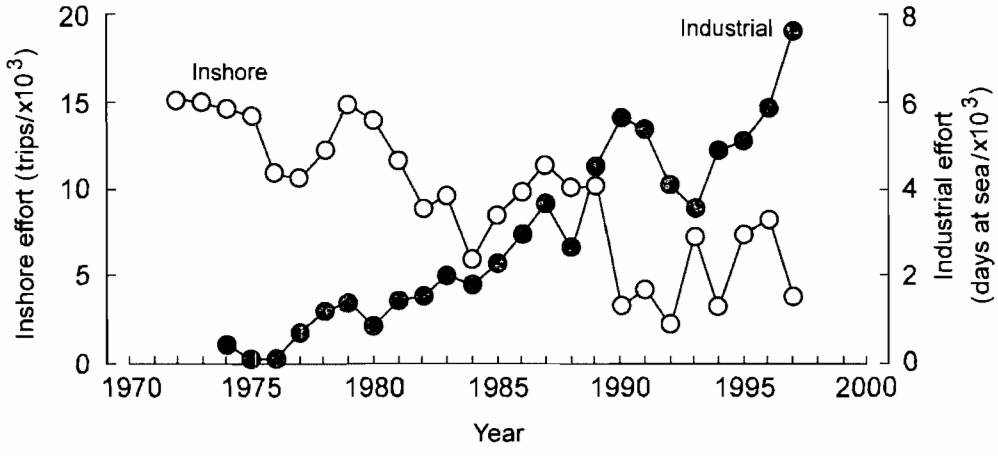


FIG. 1. — Fishing effort by the 'inshore' and industrial fleets in Ghanaian waters.
Effort de pêche par les bateaux côtiers (« Inshore ») et industriels (« Industrial ») au Ghana.

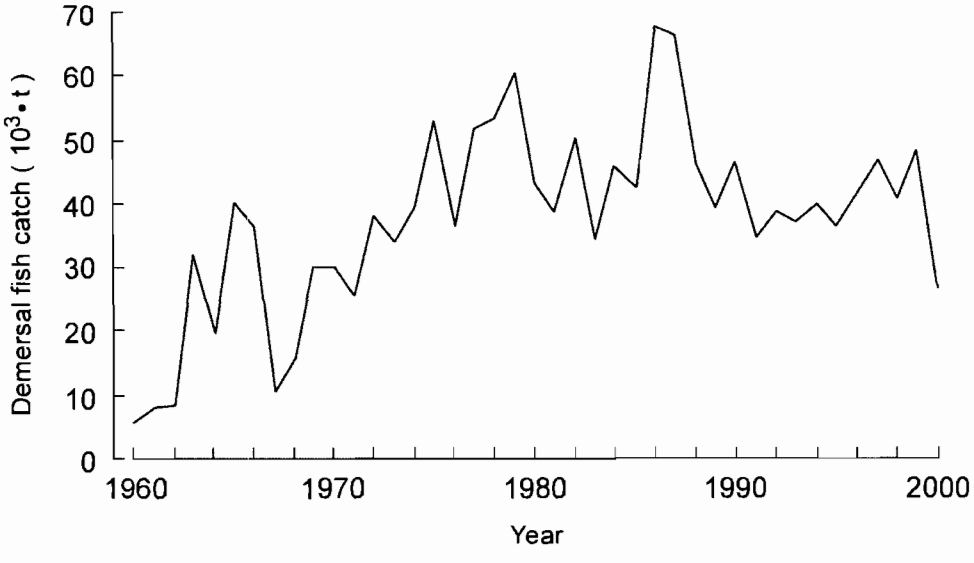


FIG. 2. — Demersal fish landings by the Ghanaian industrial fleets.
The peak from 1962-1967 is due to catches from outside Ghanaian waters (see text).
Prises de poissons démersaux par les chalutiers industriels du Ghana. Les valeurs élevées des années 1962 à 1967 sont dues à des prises faites en dehors des eaux du Ghana (voir le texte).

Figure 2 shows the annual landings of demersal fishes, molluscs and crustaceans by the inshore and industrial fleets, for the period 1960-1999, as compiled by the Marine Fisheries Research Division (MFRD), in Tema, Ghana, and supplied to FAO. This shows consistent growth in landings until the mid 1980s, followed by stagnation and decrease in the last decade. [Note that the high landings from 1963 to 1966 probably originated from countries others than Ghana].

KORANTENG (2002, fig. 19-8) shows the calculated values, trend and seasonal variation of catch per effort by inshore trawlers for the period 1972-1990, considering only demersal species. Catch per effort increased in the mid-1970s, but declined since, indicating that the resources exploited by these trawlers are being overfished.

This is here confirmed by figure 3, documenting trends in the abundance of demersal resources as a function of depth. The inshore (0-30 m) densities have much declined since the Guinean Trawling Survey of 1963/1964, used here as baseline (see below).

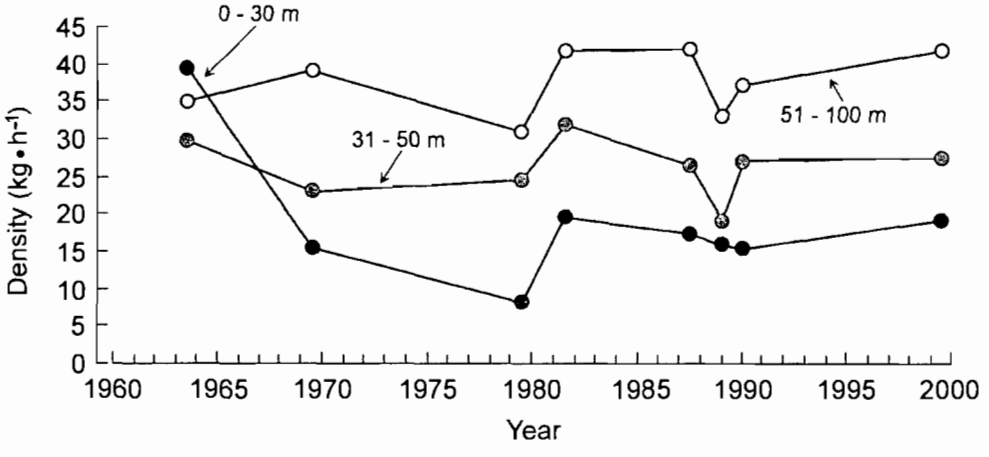


FIG. 3. — Apparent abundance of demersal resources on the shelf of Ghana, as estimated from successive bottom trawl surveys, 1963-2000. Note that the cod end mesh size in 2000 was half that in earlier survey, resulting in an overestimate of density for that year (see text).

Abondance apparente des ressources démersales du plateau continental ghanéen, évaluée par des campagnes de chalutage de 1963 à 2000. Il faut noter que les mailles du cul du chalut utilisé en 2000 étaient beaucoup plus fines que pour les campagnes précédentes, ce qui surestime les densités relatives à cette année (voir le texte).

The densities in deeper waters appear to have changed less, but this is due, at least in part, to the year 2000 trawl survey having used a smaller cod end mesh size (2 cm) than previous surveys (4 cm), and to other changes in rigging and operation, all of which increased catchability and hence apparent density.

The other reason why the biomass of deeper waters has declined less than that inshore is because much of the offshore grounds are rocky, and hard for bottom trawlers to exploit.

Changes in catch composition and relative abundance in the ecosystem

KORANTENG (1998) described the trawling surveys conducted in Ghanaian waters from 1956 to 1990. Except the Guinean Trawling Survey conducted in 1963/64 under the auspices of the Organization of African Unity (WILLIAMS, 1968) and the *R/V Dr. Fridtjof Nansen* Surveys conducted in 1999/2000 (MEHL *et al.*, 1999; TORSTENSEN *et al.*, 2000), all surveys considered in this study were conducted by the MFRD.

Table I documents the change in species composition that went along with the density changes also estimated from these surveys. As may be seen, triggerfish *Balistes carolinensis,* which was not recorded among the 20 most abundant species in the 1963/64 surveys, increased in abundance to take the ninth position in the species rankings in 1969/70 and then topped the rankings for nearly 20 years.

TABLE I
Top 20 taxa in terms of catch per effort in the Guinean trawling survey (1963/64; stations with depth <100 m only) and their ranks in subsequent surveys

Les vingt groupes taxonomiques les plus importants durant la campagne « guinean trawling survey» (1963/1964 ; stations de profondeur < 100 m), et leur rang durant les campagnes ultérieures

SPECIES OR GENUS	1963/1964	1969/1970	1979/1980	1981/1982	1987/1988	1989	1990	1999/2000
Brachydeuterus auritus	1	1	2	2	2	1	1	1
Pagellus bellottii	2	3	3	3	3	2	2	7
Dentex congoensis	3	23	11	11	14	11	-	15
Priacanthus arenatus	4	16	9	9	5	10	4	2
Sparus caeruleostictus	5	6	4	5	6	3	6	8
Epinephelus aeneus	6	10	7	7	11	4	11	22
Pseudupeneus prayensis	7	8	5	4	4	4	3	16
Dentex angolensis	8	-	10	19	18	27	-	28
Galeoides decadactylus	9	11	13	30	26	-	26	33
Pseudotolithus senegalensis	10	-	18	-	-	-	-	39
Loligo sp.	11	-	-	-	-	-	-	-
Paracubiceps ledanoisi	12	29	-	22	25	-	-	40
Dentex canariensis	13	4	6	6	7	6	8	9
Boops boops	14	13	22	14	31	19	20	4
Raja miraletus	15	-	-	29	21	24	17	-
Sphyraena sp.	16	12	21	28	32	22	-	-
Dactylopterus volitans	17	7	-	26	8	9	13	21
Drepane africana	18	-	-	-	-	-	33	-
Dentex gibbossus	19	26	16	13	23	-	33	-
Pseudotolithus brachygnathus	20	-	-	-	-	-	-	-
Balistes carolinensis	-	9	1	1	1	17	-	-

Overall, there was a reduction in density of snappers, groupers, seabreams and Atlantic bigeye (*Priacanthus arenatus*) between 1963/64 and the early 1980s. The decline of taxa such as groupers and snappers is not surprising, given the propensity of exploited high-trophic level fishes to decline faster than low-trophic level fishes and invertebrates (PAULY *et al.*, 1998). We examine below the special cases represented by some fish and invertebrates that managed to withstand, and even to increase in the face of increasing fishing pressure (see also CAVERIVIÈRE, 2004: pp. 223-242).

Special cases

Between 1969 and 1975, a shrimp fishery operated in and near the Volta estuary, yielding an annual average of 720 tons, mainly *Penaeus notialis and Parapeneopsis atlantica.* In 1970, the fleet in question had grown to 18 shrimp vessels. The fishery collapsed, presumably due to excess effort and impact of the Volta dam at Akosombo, which modified the water flow into the Anyanui estuary and the adjacent Keta lagoon.

In 1986, commercial shrimping was resumed, with two vessels. By 1995, 17 industrial vessels were back in operation, and the shrimp catch (mainly *P. notialis*) had increased from about 5.4 t in 1986 to 317 t in 1995. Perhaps unsurprisingly, the fishery collapsed again (KORANTENG, 1998).

TRIGGERFISH

From about 1973 and following a decline of the sardinella fishery in the western Gulf of Guinea, there was a dramatic increase in the abundance and landings of triggerfish (*Balistes carolinensis*) in

the Ghanaian demersal fishery. In 1979-80, the demersal component of triggerfish assessed in bottom trawl surveys was put at 99,000 t (or 57.2 kg ha^{-1}), or 62 percent of the total demersal fish biomass in Ghanaian coastal waters at the time.
Indeed, triggerfish dominated the Gulf of Guinea ecosystem, especially the waters from Ghana to Sierra Leone, for nearly twenty years, displacing *Brachydeuterus auritus* as the most abundant species off Ghana

For reasons still not understood, triggerfish declined in abundance from about 1988, and only a few specimens were caught in surveys conducted in the 1990s. BAKUN (1995) described the proliferation of triggerfish in the Gulf of Guinea and its total domination of the ecosystem as "one of the most phenomenal episodes in the history of fish population dynamics."

CUTTLEFISH AND GLOBEFISH

Cuttlefish *Sepia officinalis* and globefish *Lagocephalus laevigatus* were increasing at about the same time that the decline of triggerfish was observed (Koranteng, 1998; 2002). The increase in globefish abundance was short-lived, however, and fishing may not have anything to do with their subsequent decline, as this species was not targeted by any particular fleet. Cuttlefish has a wide depth distribution in Ghanaian waters. In a survey conducted in 1990, large concentrations of cuttlefish were encountered in deep waters (*i.e.* >50 m). However, the vessels that target cuttlefish operate mainly in shallower waters.

SCALLOPS

Huge catches of up to 624 kg per hour of trawling of the scallops *Chlamys purpuratus* and *Pecten jacobeus* were caught in three recent surveys (February 1999-September 2000) along the coast of Ghana (KONAN *et al.* 1999 ; MEHL *et al.*, 1999 ; TORSTENSEN *et al.*, 2000). Larger quantities of these two species were encountered in 2000 compared to 1999 and over wider area, in what appear to be the first occurrence of scallops in Ghanaian coastal waters (KORANTENG & OFORI-ADU, *in press*). However, a survey conducted in 2002 showed the distribution range and abundance of these scallops to have strongly declined, in the absence of any targeted fishing.

DISCUSSION

KORANTENG (1998) showed that the changes of the biological and physical components of the Gulf of Guinea marine ecosystem and in nearshore forcing factors also affected demersal species aggregations in the sub-region. Moreover, the variation of these species assemblages were associated with boom and bust of populations of some fish and invertebrates species (KORANTENG, 1996, 2001).
Six demersal species assemblages have been identified in Ghanaian waters: sciaenid, lutjanid, sparid (shallow part), sparid (deep part), deep shelf and upper slope (LONGHURST, 1969; KORANTENG, 1998). The sciaenid and lutjanid assemblages are found in waters shallower than 40 m. The two sparid assemblages start at about 40 m and reach into deeper waters; the deep shelf and upper slope assemblages lie below the 100 m depth. KORANTENG (1998) also showed that the dynamics of the assemblages are influenced by the physico-chemical features of their overlying water masses, especially temperature, salinity and dissolved oxygen, themselves impacted by the seasonal coastal upwelling off Ghana. KORANTENG (1998) showed significant shifts in relative importance of three fish families (Sciaenidae, Lutjanidae and Sparidae) representing the three species assemblages on the continental shelf, and of *Balistes carolinensis*, between different marine 'climatic periods'. During the period when triggerfish dominated in the study area, which also corresponded to the period of low temperature and high salinity in the Gulf of Guinea, the total density of sciaenids declined. As well, some lutjanids (mainly snappers) were displaced by the expanding triggerfish with the latter occupying the niche of the former.

Studies of fish communities have shown that both natural and anthropogenic factors, both singly or jointly, can induce changes in the structure of species assemblages, threaten fish biodiversity, and impact the state of fishery resources (BROWN *et al.*, 1976; OVERHOLTZ *et al.*, 1985; GREENSTREET & HALL, 1996). The observed changes also affected assemblage structure and have been attributed to increased industrial trawling, the proliferation of triggerfish and changes in the marine climate (KORANTENG, 2001, KORANTENG & McGLADE, 2001).

CONCLUSION

THE review of the effort exerted by the fishing fleets in Ghanaian waters show changes in demersal species abundance that may be attributed to increasing excessive fishing pressure over the last 40 years. Over the same period significant changes were recorded in marine climatic conditions in the Gulf of Guinea of which Ghana is part. However, while it remains difficult to disentangle fisheries and environmental effects when attempting to explain species outburst, we do know how excess fishing effort impacts on exploited stocks, and hence the need, in Ghana as elsewhere to reduce fishing effort to a level that allow for sustainable fisheries. In Ghana, this implies a strong reduction of fishing effort, notably by the industrial fleet.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

ANSA-EMMIM (M.), 1979. — « Occurrence of the Triggerfish, *Balistes capriscus* (Gmel), on the Continental Shelf of Ghana », in *Report of the Special Working Group on the Evaluation of Demersal Stocks of the Ivory Coast-Zaire Sector*, CECAF/ECAF Ser./79/14(En), Rome, FAO: pp. 20-27.

BAKUN (A.), 1995. — *Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population Dynamics*, University of California Sea Grant, San Diego, California, USA/Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico, 323 p.

BARD (F. X.) & K. A. KORANTENG (éd.), 1995. — *Dynamics and Use of* Sardinella *Resources from Upwelling off Ghana and Ivory Coast*. Paris, Orstom.

BROWN (B. E.), J. A. BRENNAN, M. D. GROSSLEIN, E. G. HEYERDAHL & R. C. HENNEMUTH, 1976. — « The Effect of Fishing on the Marine Finfish Biomass in the Northwest Atlantic from the Gulf of Maine to Cape Haterras », *International Commission for Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin*, 12: pp. 49-68.

CAVERIVIÈRE (A.), 1991. — « L'explosion démographique du baliste (*Balistes carolinensis*) en Afrique de l'ouest et son évolution en relation avec les tendances climatiques », *in* CURY & ROY (éd., 1991) : pp. 354-367.

CAVERIVIÈRE (A.), 2004. — « Émergence de trois espèces démersales d'Afrique de l'Ouest (*Balistes carolinensis*, *Octopus vulgaris*, *Penaeus notialis*) : Points communs & différences » *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 223-242.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de chan-*

gement [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul. (coll. *Rapports de recherche halieutique* A.C.P.-U.E., n° 15 Vol.1).

CURY (P.) & C. ROY (éd.), 1991. — *Variabilité, instabilité et changement dans les pêcheries ouest africaines*, Paris, Orstom, 525 p.

DURAND (M. H.), P. CURY, R. MENDELSSOLN, A. BAKUN, C. ROY & D. PAULY (éd.), 1998. — *Global Versus Global Change in Upwelling Areas*, Paris, Orstom, 594 p. (coll. *Colloques et Séminaires*).

ENTSUA-MENSAH (M.), 2002. — « The Contribution of Coastal Lagoons to the Continental Shelf Ecosystem of Ghana », *in* MCGLADE *et al.* (ed., 2002): pp. 161-169.

GREENSTREET (S. P. R.) & S. J. HALL, 1996. — « Fishing and the Groundfish Assemblage Structure in the North-Western North Sea: An Analysis of Long-term Spatial Trends », *Journal of Animal Ecology*, 65: pp. 577-598.

HEM (S.) & J. L. B. AVIT, 1996. — « Acadjas-enclos used in Côte-d'Ivoire as an extensive aquaculture system », *in* PULLIN *et al.* (éd., 1996) : pp. 46-53.

KONAN (J.), C. ISEBOR, K. A. KORANTENG, N. Y. N'GORAN & P. AMIENGHEME, 1999. — *A Preliminary Report on the Trawl Survey of Demersal Fishery Resources in the Gulf of Guinea Large Marine Ecosystem (Côte d'Ivoire–Bénin)*, 25 February-25 March, 1999. UNIDO/GEF Gulf of Guinea Large Marine Ecosystem Project, Abidjan, Côte d'Ivoire. UNIDO-GEF Gulf of Guinea Project, Abidjan (Côte d'Ivoire).

KORANTENG (K. A.), 1984. — *A Trawling Survey off Ghana*, CECAF/Tech/84/63. Dakar, Senegal: CECAF Project (FAO), 72 p.

KORANTENG (K. A.), 1996. — « The Marine Artisanal Fishery in Ghana: Recent Developments and Implications for Resource Evaluation », *in* MEYER *et al.* (ed., 1996): pp. 498-509.

KORANTENG (K. A.), 1998. — *The Impacts of Environmental Forcing on the Dynamics of Demersal Fishery Resources of Ghana*, PhD Th., University of Warwick (U.K.), 376 p.

KORANTENG (K. A.), 2001. — « Structure and Dynamics of Demersal Assemblages on the Continental Shelf and Upper Slope off Ghana, West Africa », *Mar-Ecol-Prog-Ser.* 2001 Sep 27. 220: pp. 1-12.

KORANTENG (K. A.), 2002. — « Status of Demersal Fishery on the Inner Continental Shelf of Ghana », *in* MCGLADE *et al.* (ed., 2002): pp. 261-274.

KORANTENG (K. A.) & D. W. OFORI-ADU (*in press*). — « First Record of Significant Occurrence of Live Scallop Species of the Family Pectenidae in Ghanaian Coastal Waters », Presented at the 22nd Biennial Conference of the Ghana Science Association, Cape Coast, 5-9 August, 2001, *J. of the Ghana Science Association.*

KORANTENG (K. A.) & J. M. MCGLADE, 2001. — « Climatic Trends in Continental Shelf Waters off Ghana and in the Gulf of Guinea (West Africa), 1963-1992 », *Oceanologica Acta*, 24: pp. 187-198.

LONGHURST (A. R.), 1969. — « Species Assemblages in Tropical Demersal Fisheries », *in Proceedings of the Symposium on the Oceanography and Fisheries Resources of the Tropical Atlantic*, Results of the Ecita and GTS, Abidjan, Ivory Coast, 20-28 October 1966, Paris, Unesco: pp. 147-168.

MCGLADE (J. M.), P. CURY, K. A. KORANTENG & N. J. HARDMAN-MOUNTFORD (ed.), 2002. — *The Gulf of Guinea Large Marine Ecosystem: Environmental Forcing and Sustainable Development of Marine Resources*, Elsevier.

MEHL (S.), O. ALVHEIM, K. A. KORANTENG & M. TANDSTAD, 1999. — *Surveys of the Fish Resources of the Western Gulf of Guinea (Benin-Côte d'Ivoire)*, 19 April-6 May, 1999. IMR (Norway) and MFRD (Ghana), 69 p.

MENSAH (M. A.) & K. A. KORANTENG, 1988. — « A Review of the Oceanography and Fisheries Resources in the Coastal Waters of Ghana », *Marine Fisheries Research Report*, No. 8, Fisheries Research & Utilization Branch, Tema, Ghana, 35 p.

MEYER (R. M.), C. ZHANG, M. L. WINDSOR, B. J. MCCAY, L. J. HUSHAK & R. M. MUTH (éd.), 1996. — *Fisheries Resource Utilization and Policy*, Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 2, Edited by. New Delhi: Oxford & I.B.H. Publishing Co. Pvt. Ltd.

NTIAMOA-BAIDU (Y.), 1991. — « Conservation of Coastal Lagoons in Ghana: The Traditional Approach », *Landscape Urban Ecol.* 20: pp. 41-46.

OVERHOLTZ (W. J.) & A. V. TYLER, 1985. — « Long-term Response of the Demersal Fish Assemblages of Georges Bank », *Fishery Bulletin*, 83 (4), pp. 507-520.

PAULY (D.), 1975. — « On the Ecology of a Small West African Lagoon », *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung*, 24 (1): pp. 46-62.

PAULY (D.), 1976. — « The Biology, Fishery and Potential for Aquaculture of *Tilapia melanotheron* in a Small West African lagoon », *Aquaculture*, 7 (1): pp. 33-49.

PAULY (D.), 1994. — « On Reason, Mythologies and Natural Resource Conservation, Essay 14 », *in* PAULY (1994): pp. 118-122.

PAULY (D.), 1994. — *On the Sex of Fish and the Gender of Scientists: Essays in Fisheries Science*, London, Chapman & Hall, 250 p.

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN, J. DALSGAARD, R. FROESE & F. C. TORRES Jr., 1998. — « Fishing Down Marine Food Webs », *Science*, 279: pp. 860-863.

PEZENNEC (O.), 1995. — « Ecological Importance of the Ivorian and Ghanaian Minor Upwelling Season », *in* BARD & KORANTENG (ed., 1995): pp. 324-345.

PEZENNEC (C.) & K. A. KORANTENG, 1998. — « Changes in the Dynamics and Biology of Small Pelagic Fisheries off Côte d'Ivoire and Ghana », *in* DURAND *et al.* (ed., 1998): pp. 329-343.

PULLIN (R. S. V.), J. LAZARD, M. LEGENDRE, J. B. AMON KOTHIAS & D. PAULY (éd.), 1996. — *Proceedings of the Third International Conference on Tilapia in Aquaculture*, 11-16 November 1991, Abidjan. ICLARM Conference Proceedings, 41.

RAMOS (A.), I. SOBRINO, L. FERNANDEZ & J. F. GONZÁLEZ-JIMENEZ, 1991. — *The « Guinea 90 » Survey*, CECAF/ECAF Ser., 91/52, vol. I & II: 295 p. + 8 maps.

TORSTENSEN (E.), O. ALVHEIM, K. A. KORANTENG & M. TANDSTAD, 2000. — *Surveys of the Fish Resources of the Western Gulf of Guinea (Benin, Togo, Ghana, Côte d'Ivoire)*, 29 August-17 September, 2000. IMR (Norway) MFRD (Ghana), (preliminary cruise report).

WILLIAMS (F.), 1968. — *Report on the Guinean Trawling Survey*, Organisation of African Unity Scientific and Technical Research Commission (99).

Ecosystem Overfishing: A Namibian Case Study

— Article —

La surpêche d'un écosystème : Cas de la Namibie

— Article —

Nico E. WILLEMSE [1] & Daniel PAULY [2]

1. — Biologiste, chercheur, *Department of Natural Resources & Conservation, University of Namibia*
[Département des ressources naturelles et de la conservation, université de Namibie],
Private Bag 13301, Pioneerspark, Windhoek (Namibie).

2. — Biologiste, directeur, *Fisheries Centre, University of British Columbia*
[Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

ABSTRACT

BASED on reconstructed time series of catch data for the fish and invertebrates caught off Namibia from 1950 to 2000, the demonstration is made that, since 1970, the fisheries in Namibian waters are 'fishing down marine food webs', i.e., their landings are increasingly composed of smaller, shorter-lived species with low trophic levels (TL). This implies that large, long-lived fishes are becoming scarce in the waters off Namibia, and hence in the catches as well. Such changes are often accepted as the price that countries, particularly developing countries, may have to pay to develop their fisheries. Indeed, this downward trend of TL is usually expected to be compensated for by larger catches overall, given that fishes with low TL levels are generally more abundant, and more productive than those with high TL, and that the latter usually prey on the former.

However, we show here that 'fishing down marine food webs' in Namibia went along with catch increases that were far less than could have been expected, given reasonable assumptions about the rate of biomass transfer between TL, as shown here through the FiB index of PAULY et al. *(2000, ICES J. 57: pp. 697-706). Subsequent to that, catches declined in absolute terms. These results are discussed with some emphasis on a transition toward a form of ecosystem-based management.*

Key words

Ecosystem-Based Management — Fishing Down — Food Webs Overfishing

RÉSUMÉ

NOUS démontrons, sur la base d'une reconstruction des prises de poissons et d'invertébrés au large de la Namibie de 1950 à 2000, un déclin du niveau trophique moyen des prises depuis 1970. Ceci implique l'occurrence d'un effet de « fishing down », signifiant que les prises et les écosystèmes sous-jacents sont de plus en plus dominés par de petites espèces à vie courte, et de bas niveaux trophiques.

Ces changements paraissent souvent acceptables, surtout dans les pays en voie de développement qui désirent voir l'essor de leurs pêcheries. De plus, les prises brutes totales devraient augmenter quand leur niveau trophique moyen diminue, considérant que les poissons de bas niveaux trophiques sont, dans tous les écosystèmes marins, plus abondants et productifs que les poissons de niveaux trophiques élevés, qui en plus, sont leurs prédateurs.

En Namibie cependant, le déclin du niveau trophique moyen n'a produit aucune augmentation des prises brutes telle que l'on aurait pu le prédire sur la base des connaissances acquises sur les taux d'efficacité de transfert entre niveaux trophiques dans les écosystèmes marins, et l'indice « FiB » de PAULY *et al.* (2000, J. CIEM, 57 : pp. 697-706). En fait, les prises totales ont diminué, un fait dont nous discutons les implications pour la gestion écosystémique.

Mots clés

Gestion écosystémique — Réseaux trophiques — Surpêche

INTRODUCTION

MULTIPLE changes have been documented since 1950 in the fisheries along the coast of West Africa, notably in the political and environmental regimes, in the size and structure of local and distant water fleets, and in their catches. However, few attempts have been made thus far to consider these changes simultaneously and to analyse their ecosystem impact. Moreover, there has been a lack of attention to earlier resource states by fisheries scientists working in West Africa, leading to a phenomenon known as the 'shifting baseline syndrome' (PAULY, 1995). This problem is exacerbated by the lack of formal approaches for dealing with early accounts of large extractions of presently depleted or near depleted resources.
Instead, each generation of fisheries scientists accepts the stock size and species composition at the beginning of their career as a baseline to evaluate changes. When the following generation commence its career, the stocks have declined, and the species composition has changed further, but it is still their state at that time that serves as baseline for assessment and management. The consequence is that past exploitation patterns and trends are often ignored when formulating management advice, which therefore does not consider the initial wealth of the system prior to excessive fishing. The result of this shifting baseline is a gradual accommodation to the slow disappearance of fish stocks, and reference points inappropriate for evaluating losses from overfishing, or for setting targets for recovery measures.

This explains why politicians can still be found in West African countries who speak of 'developing' national fisheries at the same time these slowly collapse under the weight of excess fishing effort, why are only the last 5-10 years are commonly used to serve as baseline when stocks are evaluated, and why is conservation still considered a rich countries' alternative to exploitation. Countering the 'shifting baseline syndrome' requires the reconstruction of past series of abundance, for which reliable time series of catches are essential.

Long time series of fisheries catches can also be used to test for the occurrence of the 'fishing down marine food webs' phenomenon, which occurs when there is, in fisheries landings, a transition from large, long-lived, high-trophic level fish to smaller, short-lived, low-trophic level fish and invertebrates, reflecting similar changes in the underlying ecosystem (PAULY *et al.*, 1998). Though they found this 'fishing down' to occur in most parts of the world, PAULY *et al.* (1998) found no distinct trend in mean trophic level in the FAO catch data for FAO area 47 (South-eastern Atlantic), i.e., the west coast of southern Africa. This may have been due to the underlying national catch data sets, originating from Angola, Namibia and South Africa. The first objective of this study was therefore to investigate whether 'fishing down' occurred in the region, based on more reliable data set, i.e., that reconstructed by WILLEMSE (2002), covering all catches taken from 1950 to 2000 in Namibian waters.

However, we must also consider the possibility that 'fishing down' is a deliberate policy choice, aiming to increase bulk catches, irrespective of their species composition, a policy which some have suggested may be appropriate for developing countries (CADDY *et al.*, 1998; MANNING, 1998). Indeed, biological production is much higher in the lower, than in the upper parts of a food web, given observed transfer efficiencies ranging from 3 to 20 per cent (mean 10 per cent) between trophic levels (PAULY & CHRISTENSEN, 1995). The problem is that catches do not necessarily increase as much as these transfer efficiencies would imply as one moves down the food web. Nor do, in fact, catches always increase as TL decrease.

PAULY *et al.* (2000) have developed an indicator, the fishing-in-balance (FiB) index, whose value remains constant when changes in tropic levels are fully matched by corresponding changes in catches (in terms of the transfer efficiency prevailing in the ecosystem in question). The second goal of this study is thus to evaluate, using the FiB index, whether the trophic level changes in the landings from Namibian water resulted in corresponding changes in catches. Or more precisely: did Namibia gain by allowing 'fishing down' to occur?

MATERIAL & METHODS

Reconstruction of Catches for Namibian Marine Waters, 1950-2000

THE landings data (in metric tons, or 'tonnes') from Namibian waters used here were extracted by WILLEMSE (2002) mainly from Statistical Bulletins and other documents of the Madrid-based International Commission for the South Eastern Atlantic Fisheries (Icseaf), which reported from 1971 on the activities of distant water fleets (DWF) operating off Namibia. Other data, notably early catch figures from 'South West Africa,' then under the administration of South Africa, were obtained from the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and South African fisheries statistics. Also, reports of the National Marine Information and Research Centre (NatMirc; Ministry of Fisheries and Marine Resources, Namibia) and articles in scientific journals were searched for information. For example, CRAWFORD *et al.* (1987) published landing data extracted from Icseaf Statistical Bulletins, which also formed the basis of many subsequent studies (including by NatMirc staff). The fish species whose catch was considered here largely overlap with the species listed in statistical reports of the Ministry of Fisheries and Marine Resources (MFMR), Namibia, and include all groups that can be expected to affect, either as prey or as predator, the structure and functioning of the Namibian marine ecosystem. Landings for the two *Merluccius* species caught off Namibia, *Merluccius capensis* and *M. paradoxus*, were combined, and treated as a single entity ('Cape hakes'), because the two species are not distinguished in catch records. The various species of tuna caught in Namibian waters were also aggregated.

Derivation of Time Indices of Ecosystem States

Trophic levels (TL) express the number of steps a consumer organism is removed from the primary producers at the base of a food web, and can be defined by the equation:

$$TLi = 1 + \sum_{j=1}^{n} DC_{ij} \cdot TL_j \qquad 1)$$

where i is the predator, j the nth prey, and $D.C._{ij}$ is fraction of j in the diet of i. T.L. assignment starts with detritus and plants, both with definitional T.L. value of 1.

The T.L. estimates for the finfish species and invertebrate species considered here were adapted from FishBase (FROESE & PAULY, 2000), from data in BIANCHI *et al.* (1993) and from the study of HEYMANS & BAIRD (2000), and are fully documented in Willemse and Pauly (*in press*). Note that assigning trophic levels is not straightforward, as many marine species tend to be opportunistic feeders. Many marine fish species change their diets as they grow larger, *i.e.*, the size of their prey increases, which changes their trophic levels (CADDY *et al.* 1998; PAULY *et al.*, 2001). Diets can also change over time, depending on the availability and distribution of food due to environmental change. However, small, pelagic, zooplanktivorous fishes maintain a more or less constant diet composition throughout their life cycle, and thus have a near constant trophic level. There is a broad predictability of trophic levels in demersal fishes as well, especially when species are aggregated (PAULY *et al.*, 2001).

The mean trophic levels of the catch from Namibian waters was computed for each year from 1950 to 2000 landings, using

$$\overline{TL_k} = \sum_{i=1}^{m} TL_i \times Y_{ik} \Big/ \sum_{i=1}^{m} Y_{ik} \qquad 2)$$

where Y_{ik} is the landings of species i in year k and $T.L._i$ is its trophic level. Trophic levels for taxa higher than species were estimated as the mean T.L. of component species.

Then, the FiB index was computed from:

$$FiB = \log\left[\left(\sum_i Y_{ik} \cdot 10^{TL_i}\right) / \left(\sum_i Y_{i0} \cdot 10^{TL_i}\right)\right] \qquad 3)$$

where i and k are defined above, and where the subscript '0' refers to the year at the start of a se-

ries, which serves as anchor (PAULY *et al.*, 2000). The FiB index changes its value only when a decrease in T.L. is not matched by a corresponding increase in catch, and conversely for increasing T.L. Here, 'corresponding' is defined as a tenfold increase for a decline of one trophic level, as implied by a 10 per cent transfer rates between trophic levels mentioned above.

RESULTS & DISCUSSION

Figure 1 presents a slightly aggregated version of the catch time series reconstructed by WILLEMSE (2002), illustrating the build up and subsequent decrease of overall catches, and massive changes in their composition.

Figure 2 shows that the 'fishing down marine food webs' phenomenon began in 1970, following on the build-up of the fishery (1950-1969).

The mean trophic levels in the series oscillate strongly; WILLEMSE & PAULY (*in press*) show that these oscillations closely correlate with changes in the ratio of piscivorous to planktivorous fishes (CADDY & GARIBALDI, 2000) in the Namibian upwelling system, and hence with environmental factors impacting on short-lived zooplanktivores such as anchovies and sardines, a theme not pursued here.

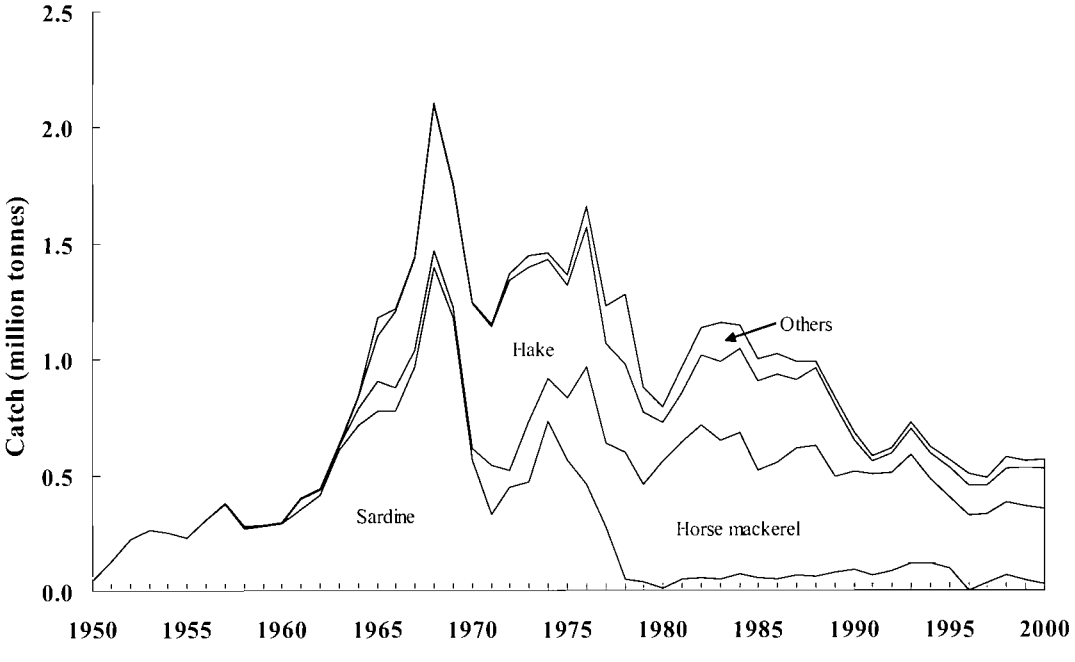


FIG. 1. — Catches of fisheries operating in Namibian waters, 1950 to 2000, by major groups. Note decline since the mid-1980s, not attributable to fluctuation in the sardine stock, which collapsed in the late 1960s.

Prises totales des pêcheries au large de la Namibie, 1950-2000, par principaux groupes (Horse mackerel = chinchard ; hake = merlu ; others = autres espèces). Noter le déclin de l'ensemble des prises depuis les années 1980, non attribuable à la sardine dont le stock s'est effondré depuis la fin des années soixante-dix.

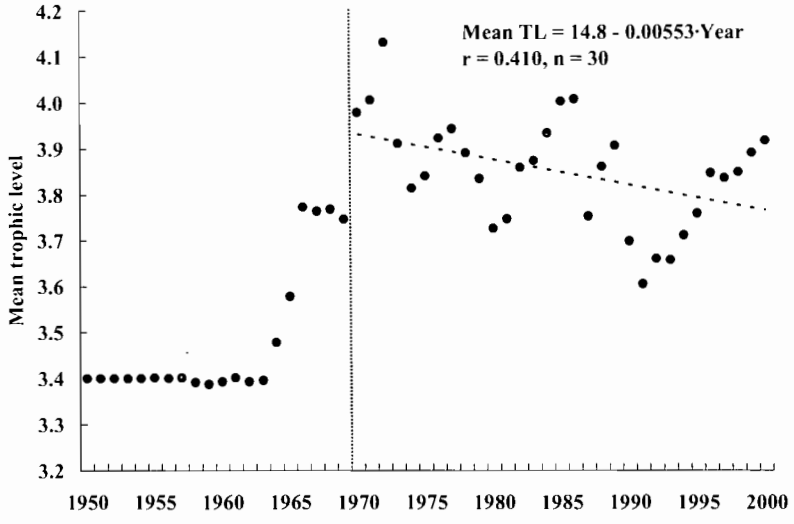


FIG. 2. — Trend in the mean trophic level of fish and invertebrates caught in Namibian waters, 1950 to 2000. Note general decline since 1970, and interannual oscillations (see text).

Tendance du niveau trophique moyen des prises de poissons et d'invertébrés au large de la Namibie, 1950-2000. Noter le déclin général depuis 1970, et les oscillations interannuelles (voir le texte).

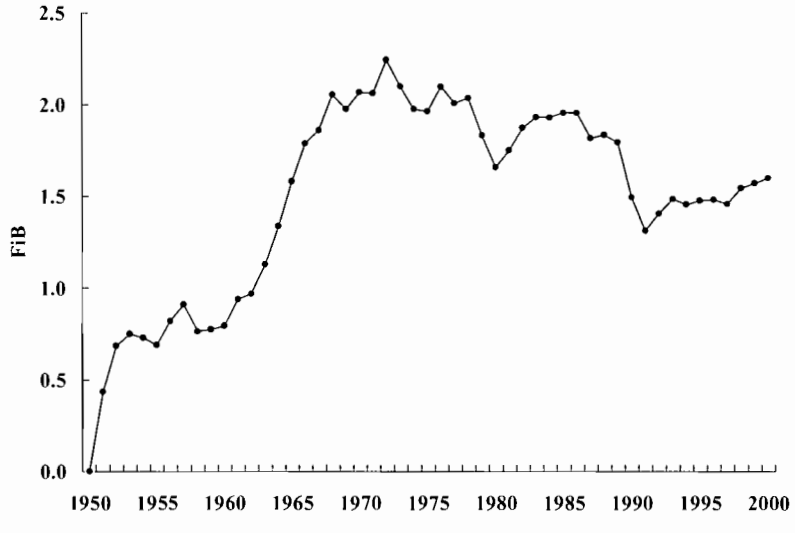


FIG. 3. — Trend of the 'Fishing-in-Balance' (FiB) index for fisheries catches from Namibian waters, 1950-2000. Note decline since the early 1970, indicating that the drop in mean trophic level is not compensated for by increasing catches (see text).

Tendance de l'index FiB (« Fishing in Balance ») pour les prises au large de la Namibie, 1950-2000. Noter le déclin depuis le début des années 1970, qui indique que les changements du niveau trophique moyen des prises ne sont pas compensés par les changements des prises elles-mêmes (voir le texte).

Figure 3, our main exhibit, shows that the FiB index for Namibian marine fisheries first increased, reflecting how the fisheries grew to gradually rely onto the productive capacity of the entire ecosystem, then, since the early 1970s, slowly decreased. This implies that since that time, decreases in tro-

phic levels have not been compensated for by ecologically equivalent catch increases. Indeed, total catches, and their underlying biomasses have now declined so much that sophisticated indices of management performance have now become completely superfluous.

BOYER & HAMPTON (2001), BOYER *et al.* (2001) and others in the volume on '*A Decade of Namibian Fisheries Science*' (PAYNE *et al.*, 2001) discussed at length the particular features of the stocks and fisheries that contributed to the trends discussed here. The broad ecosystem perspective taken in this contribution does not enable us to contest or even comment on any of their detailed findings. However, it is clear that analyses of the sort presented here can help put catch trends in a broader, ecosystem context, and provide a synthetic view of the joint performance of a set of fisheries exploiting the same ecosystem.

Thus, we conclude with a plea for a form of ecosystem-based management that would consider changes in catch and catch composition such as documented here, and use critical values of indicators quantifying these changes, *i.e.*, ecosystem state indicators, to adjust catch quota.

NOTE ADDED IN PROOFS

Completing the work presented in WILLEMSE and PAULY (*in press*) provided an opportunity to review the trophic level (TL) estimates used in the present study. This review showed that the decline of mean TL of Namibian marine catches is less pronounced than suggested in Figure 2. On the other hand, the trend in FiB (Figure 3) was largely unaffected, suggesting this to be a more robust indicator of ecosystem status.

The main conclusion of the present contribution (that the Namibian marine ecosystem, through the late 20th century, became increasingly modified by fishing) still stands.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

BIANCHI (G.), K. E. CARPENTER, J. P. ROUX, F. J. MOLLOY, D. BOYER & H. J. BOYER, 1993. — *The Living Marine Resources of Namibia*, Rome, Food and Agriculturel Organisation.

BOYER (D. C.) & I. HAMPTON, 2001. — « An Overview of the Living Marine Resources of Namibia" », *in* PAYNE *et al.* (ed., 2001) : pp. 5-35.

BOYER (D. C.), H. J. BOYER, I. FOSSEN & A. KREINER, 2001. — « Changes in Abundance of the Northern Benguela Sardine Stock During the Decade 1990-2000, with Comment on the Relative Importance of Fishing and the Environment », *in* PAYNE *et al.* (ed., 2001): pp. 67-84.

CADDY (J. F.) & L. GARIBALDI, 2000. — « Apparent Changes in the Trophic Composition of World Marine Harvests: Perspective from the F.A.O. Capture Database », *Ocean and Coastal Management*, 43: pp. 615-655.

CADDY (J.), J. CSIRKE, S. M. GARCIA & R. J. L. GRAINGER, 1998. — « How Pervasive Is Fishing Down Marine Food Webs », *Science*, 282: 183 [full text (p. '1383a') on www.sciencemag.org/cgi/content/full/282/5393/1383].

CRAWFORD (R. J. M.), L. V. SHANNON & D. E. POLLOCH, 1987. — « The Benguela Ecosystem VI: The Major Fish and Invertebrate Resources », *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 25. University Press, 25: pp. 353-505.

FROESE (R.) & D. PAULY (éd.), 2000. — *FishBase 2000: Concepts, Design and Data Sources*, Los Baños (Philippines), ICLARM, 344 p.

HEYMANS (J. J.) & D. BAIRD, 2000. — « Network Analysis of the Northern Benguela Ecosystem by Means of Network and Ecopath », *Ecological Modelling*, 131: pp. 97-119.

MANNING (P. R.), 1998. — *Managing Namibia's Marine Fisheries: Optimal Resource Use and National Development Objectives*, Doct. th., London School of Economics and Political Science, London, 313 p.

PAULY (D.), 1995. — « Anecdotes and the Shifting Baseline Syndrome of Fisheries », *Trends in Ecology and Evolution*, 10 (10): p. 430.

PAULY (D.) & V. CHRISTENSEN, 1995. — « Primary Production Required to Sustain Global Fisheries », *Nature* (374): pp. 255-257.

PAULY (D.), M. L. PALOMARES, R. FROESE, P. SAA, M. VAKILY, D. PREIKSHOT & S. WALLACE, 2001. — « Fishing Down Canadian Aquatic Food Webs », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 58: pp. 51-62.

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN & C. WALTERS, 2000. — « Ecopath, Ecosim and Ecospace as Tools for Evaluating Ecosystem Impact of Fisheries », *ICES Journal of Marine Science*, 57: pp. 697-706.

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN, J. DALSGAARD, R. FROESE & F. C. TORRES Jr., 1998. — « Fishing Down Marine Food Webs », *Science*, 279: pp. 860-863.

PAYNE (A. I. L.), S.C. PILLAR & R.J.M. CRAWFORD (ed.), 2001. — « A Decade of Namibian Fisheries Science" », *South African Journal of Marine Science*, 23, 466 p.

WILLEMSE (N.), 2002. – « Major trends in the marine fisheries catches off Namibia, 1950-2000 », MSc Thesis, Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, Norway.

Communautés démersales d'Afrique de l'Ouest 1987-1999 : Changements de répartition & de composition spécifique, observés par chalutages scientifiques

— Article —

Demersal Fish Communities off West Africa 1987-1999: Changes in Distribution & Species Composition Derived from Bottom Trawl Surveys

— Article —

Didier JOUFFRE [1], Gilles DOMALAIN [2], Djiby THIAM [3], Sory TRAORÉ [4], Alain CAVERIVIÈRE [5], François DOMAIN [6] & Cheikh Abdallahi INEJIH [7]

1. — Biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

2. — Ingénieur bio-statisticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

3. — Biologiste halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye
Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

4. — Biologiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B),
[*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

5. — Économiste halieute, chargé de recherches, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

6. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.)
[*Research Institute for Development–National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*],
B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

7. — Biologiste, directeur du département des ressources vivantes, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P., Centre national de recherche océanographique et des pêches)
[*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

RÉSUMÉ

LES données de trois séries de campagnes de chalutages scientifiques réalisées en Mauritanie au Sénégal et en Guinée entre 1987 et 1999 sont analysées dans le dessein de mettre en évidence les traits d'organisation majeurs (répartition spatiale et évolution temporelle générales) des communautés de poissons démersaux d'Afrique de l'Ouest, dans une zone soumise à une forte exploitation halieutique depuis plusieurs décennies. Les résultats montrent que la structuration principale des assemblages faunistiques est essentiellement de nature spatiale. En particulier, on ne retrouve pas d'un point de vue temporel la situation à laquelle on aurait pu s'attendre comme résultat d'un impact de la pêche, à savoir une évolution chronologique nette, résultat d'un changement de nature des peuplements échantillonnés en début de période par rapport à ceux échantillonnés vers la fin.

Mots clés

Poissons marins— Assemblages — Structures spatio-temporelles
Impact de la pêche

ABSTRACT

DATA from three series of scientific bottom trawl surveys held in Mauritania, Senegal and Guinea between 1987 and 1999 are analysed in order to highlight the major features of structuring elements (general spatial distribution and temporal evolution) of the demersal fish communities of West Africa, in an area subjected to intense fishing pressure for several decades. The spatial scale proved to be the principal structuring element for the marine species assemblages. In particular, we did not find the expected strong effect of fishing on community states, representing a sequence of change between two distinct states of the sampled assemblages.

Key words

Marine Fishes — Communities — West Africa
Space-Time Structures — Fishing Impact

INTRODUCTION

LES côtes d'Afrique de l'Ouest sont l'objet d'une exploitation halieutique intense depuis plusieurs décennies (CHAUVEAU, 1985), en particulier en Mauritanie et au Sénégal (JOSSE & GARCIA, 1986 ; F.A.O., 1995). En Guinée, la pêche a connu un essor plus récent, mais aujourd'hui elle y occupe une place également très importante dans l'activité socio-économique locale (DOMAIN *et al*, 1999). Ces trois pays côtiers sont donc attentifs à l'état de leurs ressources halieutiques et ceci a motivé la mise en œuvre dans leurs Z.E.E. respectives de séries de campagnes de chalutages scientifiques dans un but de suivi et d'évaluation des stocks exploités ; ces campagnes, en particulier celles réalisées par les centres océanographiques nationaux (respectivement C.N.R.O.P., C.R.O.D.T. et C.N.S.H.B.), ont déjà fait l'objet de certaines analyses. Néanmoins, la plupart des études en question se sont attachées, soit à des approches strictement monospécifiques, soit à des évaluations de quantités globales, toutes (ou plusieurs) espèces confondues. Très peu de travaux donc, à partir de ces données de chalutages scientifiques ouest-africains, ont abordé l'évolution des peuplements au niveau multispécifique.

La présente étude s'intéresse précisément à ce niveau. Elle propose de plus une comparaison intra-régionale, à travers l'analyse conjointe de la situation des trois pays précités, qui ont chacun leur histoire halieutique propre. On cherchera donc, dans la composition multispécifique des échantillons récoltés pendant plus d'une décennie dans la région (entre 1987 et 1999), les structures majeures qui peuvent être dégagées, si celles-ci ont évolué au cours du temps et comment. En particulier il est intéressant de savoir si on peut mettre en évidence une évolution temporelle graduelle des compositions multispécifiques, tel que cela est (ou pourrait être) attendu comme le résultat d'un impact de la pêche sur les peuplements en question.

MATÉRIEL & MÉTHODES

Les données

LES données sont issues de séries de campagnes d'échantillonnage scientifique démersal réalisées en Mauritanie, Sénégal et Guinée sous l'égide des centres océanographiques nationaux de ces trois pays (respectivement C.N.R.O.P., C.R.O.D.T. et C.N.S.H.B.). Ces données sont aujourd'hui stockées de manière homogène et exhaustive dans les bases nationales et/ou régionales « TrawlBase » de Siap (logiciel First-Siap), à partir desquelles nous avons extraits les informations utilisées ici. Il s'agit de captures exprimées en biomasses (kg) par espèce ou taxon et par trait de chalut standardisé d'une demi-heure.

La liste et les caractéristiques générales des campagnes utilisées dans cette étude sont présentés dans le tableau I ; ce tableau mentionne notamment le nom ou identifiant des campagnes tel qu'il figure dans les bases nationales originelles et dans les travaux antérieurs qui s'y rattachent ainsi que dans les bases TrawlBase où un descriptif plus complet de cet échantillonnage pourra être trouvé. On retiendra ici qu'il s'agit de campagnes qui couvrent tout le plateau continental (Mauritanie, Sénégal) ou seulement la zone côtière (Guinée), avec des stations (traits de chaluts) positionnées selon un plan aléatoire stratifié.

Sélection des campagnes et stations

Nous intéressant préférentiellement à l'évolution temporelle à moyen et long termes (d'année en année et non inter-saisonnière), à partir des données disponibles, nous avons cherché à constituer des séries homogènes dans chacun des trois pays et si possible comparables entre les pays ; ceci a été réalisé en sélectionnant des campagnes de même saison (tabl. I), en l'occurrence en saison froide de février à juin (et généralement de mars à avril), période de l'année la plus densément échantillonnée dans la région et permettant de ce fait de constituer les séries homogènes les plus complètes dans les trois pays.

TABLEAU I
Liste des campagnes d'échantillonnage et leurs caractéristiques générales
List and general description of the sampling surveys

	N° CAMPAGNE	IDENTIFIANT ORIGINAL	DATE	NOMBRE DE STATIONS
Mauritanie	1	nd8703d	mars-1987	57
	2	nd8803d	mars-1988	79
	3	nd8903d	mars-1989	81
	4	nd8912d	déc-1989	79
	5	nd9003d	mars-1990	76
	6	nd9206d	juin-1992	99
	7	nd9307d	juil-1993	82
	8	nd9403d	mars-1994	72
	9	nd9506d	juin-1995	82
	10	nd9605d	mai-1996	70
	11	aw9804d	avr-1998	77
	12	aw9904d	avr-1999	87
Sénégal	1	LS1987-09	avr-1987	95
	2	LS1988-06	mars-1988	97
	3	LS1989-05	avr-1989	100
	4	LS1990-02	mars-1990	99
	5	LS1991-02	mars-1991	93
	6	LS1992-03	avr-1992	98
	7	LS1993-01	avr-1993	98
	8	LS1994-03	mars-1994	96
	9	LS1995-05	mai-1995	95
Guinée	1	AN8503DM	mars-1985	74
	2	AN8603DM	mars-1986	75
	3	AN8804DM	avr-1988	71
	4	AN9004DM	avr-1990	25
	5	AN9103DM	mars-1991	80
	6	AN9204DM	avr-1992	79
	7	AN9302DM	fev-1993	75
	8	AN9502DM	févr-1995	94
	9	AT9703DM	mars-1997	87

Pour la même raison d'homogénéité des campagnes à l'intérieur de chaque série, nous avons éliminé les stations de profondeur supérieure à cent mètres pour les séries du Sénégal et de la Mauritanie, et celles de profondeur supérieure à trente mètres pour la Guinée. Enfin, à l'intérieur de la gamme bathymétrique analysée, nous avons défini des strates auxquelles chaque station pourra être rapportée lors de l'interprétation des résultats ; cette stratification est consignée dans le tableau II.

Sélection des taxons

Pour des raisons de fiabilité et de stabilité statistiques des résultats, il n'était pas souhaitable de prendre en compte toutes les espèces ou taxons inventoriés dans les bases de données analysées. Deux types d'aménagement ont ainsi été pratiqués :

— regroupement des taxons à un niveau supérieur pour les espèces (généralement des es-

pèces rares) où il y avait des doutes sérieux sur la qualité de la détermination et sa constance dans les séries ;

— puis, en partant de cette base taxonomique remaniée, sélection de cinquante à cinquante-deux espèces les plus fréquentes de chaque pays (et donc élimination des autres, soit les espèces rares : ayant un taux d'occurrence inférieur à 7 p. cent pour la Mauritanie ; 10 p. cent pour le Sénégal ; 13 p. cent pour la Guinée).

Matrices de données et traitements statistiques

Les sélections précédentes (sur les stations et sur les taxons) ont abouti à la constitution de trois matrices « nationales » de biomasses pêchées par demi-heure (en kg), matrices croisant chacune une cinquantaine de colonnes-taxons et plusieurs centaines de lignes-relevés (941 stations ou traits de chaluts pour la Mauritanie ; 871, pour le Sénégal ; 660, pour la Guinée).

Ces trois matrices ont subi le même traitement statistique, soit une transformation préalable des données en Log(x + 1) [pour minimiser l'effet des variations exceptionnelles dues à des explosions locales], puis une analyse en composante principale (A.C.P.) centrée (PEARSON, 1901 ; MANLY, 1994), version de l'A.C.P. préconisée dans les cas tels que celui-ci où toutes les variables sont de même nature et s'expriment dans la même unité (CHESSEL & THIOULOUSE, 1995). Les analyses ont été conduites avec le logiciel ADE-4 (CHESSEL & DOLEDEC, 1997).

TABLEAU II
Strates bathymétriques
Definition of the bathymetric strata

	CODE DE STRATE	INTERVALLE DE PROFONDEUR (M)	NOMBRE DE STATIONS
Mauritanie	1	]0, 15]	110
	2	]15, 30]	260
	3	]30, 50]	206
	4	]50, 80]	251
	5	]80, 100]	114
Sénégal	1	]0, 15]	152
	2	]15, 30]	241
	3	]30, 50]	238
	4	]50, 80]	144
	5	]80, 100]	96
Guinée	1	]0, 10]	190
	2	]10, 20]	362
	3	]20, 30]	108

RÉSULTATS

Mauritanie

LE TABLEAU III présente la sélection des espèces les plus fréquentes dans les campagnes mauritaniennes, ainsi que les fréquences correspondantes (ou pourcentages d'occurrence dans les échantillons, soit, pour chaque espèce, le pourcentage de traits de chalut où elle est présente par rapport au nombre total de traits de chaluts) et les rangs qui en découlent.

Dans cette gamme de taxons, ou espèces « principales » des eaux mauritaniennes, il n'est pas étonnant de retrouver le poulpe à la première place (avec une fréquence de plus de 76 p. cent).

TABLEAU III

Taxons sélectionnés pour l'analyse des campagnes de la Mauritanie

Taxa involved in the analysis of the Mauritanian dataset

CODE	NOM	FRÉQUENCE (%)	RANG (D'OCCURRENCE)
1	*Argyrosomus regius*	13,60	39
2	*Boops boops*	17,32	30
3	*Bothus podas*	15,09	34
4	*Brachydeuterus auritus*	19,45	26
5	*Branchiostegus semifasciatus*	9,67	46
6	*Brotula barbata*	12,54	41
7	*Chelidonichthys gabonensis*	27,63	17
8	*Citharus linguatula*	43,89	8
9	*Decapterus rhonchus*	35,60	9
10	*Dentex canariensis*	35,18	10
11	*Dentex macrophthalmus*	13,82	38
12	*Dicologoglossa cuneata*	18,38	28
13	*Diplodus bellottii*	16,26	33
14	*Epinephelus aeneus*	25,29	20
15	*Epinephelus alexandrinus*	13,39	40
16	*Galeoides decadactylus*	12,01	43
17	*Grammoplites gruveli*	19,66	25
18	*Halobatrachus didactylus*	28,16	14
19	*Loligo vulgaris*	34,22	11
20	*Microchirus theophila*	22,95	23
21	*Monolene microstoma*	6,91	50
22	*Mustelus mustelus*	14,24	37
23	*Octopus vulgaris*	76,30	1
24	*Pagellus bellottii*	71,31	2
25	*Penaeus notialis*	33,69	12
26	*Plectorhynchus mediterraneus*	24,44	21
27	*Pomadasys incisus*	26,35	19
28	*Pseudupeneus prayensis*	45,70	7
29	*Pterothrissus belloci*	7,76	49
30	*Raja miraletus*	50,48	5
31	*Raja straeleni*	11,80	45
32	*Sardinella aurita*	12,01	44
33	*Scomber japonicus*	7,86	48
34	*SCORpaena normani*	8,29	47
35	*SCORpaena stephanica*	24,34	22
36	*Sepia bertheloti*	27,42	18
37	*Sepia officinalis*	56,75	3
38	*Serranus cabrilla*	12,54	42
39	*Solea senegalensis*	19,77	24
40	*Sparus caeruleostictus*	27,74	16
41	*Sphoeroides spengleri*	19,02	27
42	*Spondyliosoma cantharus*	16,90	31
43	*Scyacium micrurum*	27,84	15
44	*Torpedo torpedo*	29,01	13
45	*Trachurus trachurus*	15,09	35
46	*Trachurus trecae*	52,60	4
47	*Trichiurus lepturus*	16,90	32
48	*Umbrina canariensis*	17,85	29
49	*Zanobatus schoenleinii*	14,45	36
50	*Zeus faber*	46,01	6

La figure 1 présente un résumé des résultats de l'analyse en composante principale des captures des campagnes mauritaniennes, sur la base des taxons listés précédemment (tabl. III). La projection des taxons dans le plan des axes factoriels 1 et 2 (fig. 1 A) oppose, pour l'essentiel, des espèces plutôt côtières (telles que *Diplodus belotti* [13] ou *Galeoides decadactylus* [16]) à des espèces plus profondes ou pélagiques (comme *Zeus faber* [50] ou *Trachurus trecae* [46]). Cependant, certaines espèces telles que *Decapterus rhonchus* (9) sont un peu en marge de cette interprétation générale.

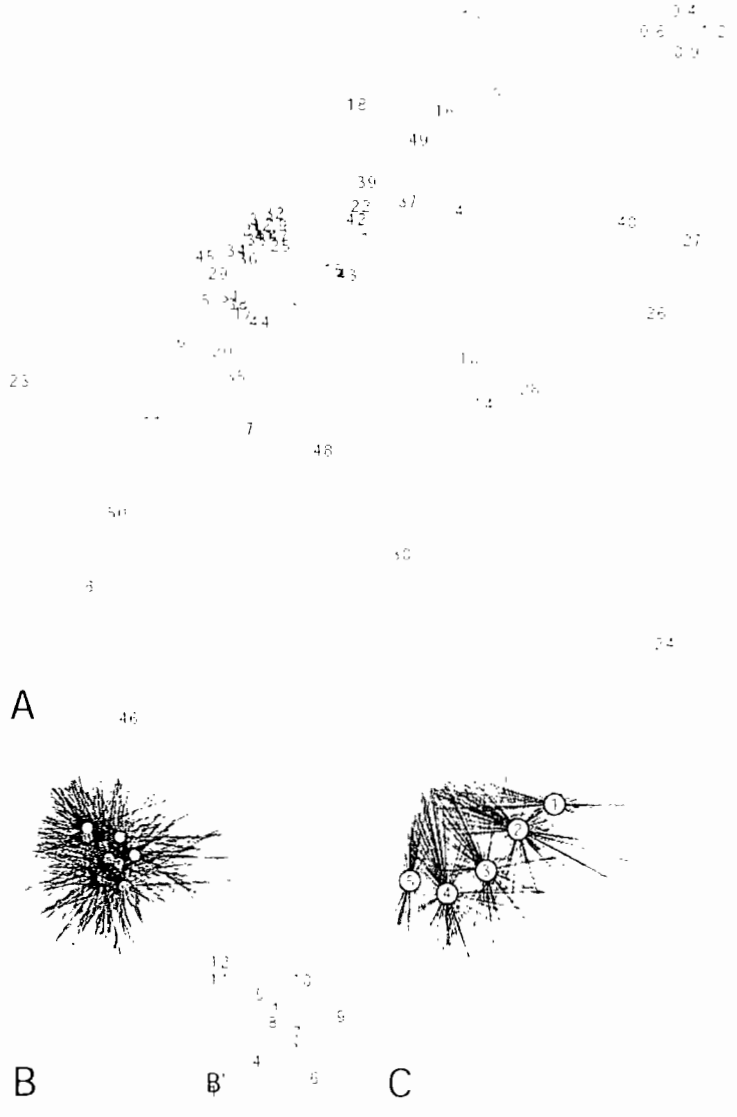


FIG. 1. — *Analyses en composantes principales des données des campagnes de Mauritanie : plan factoriel 1-2 A : projection des espèces ; B projection des stations regroupées par année (de 1=1987 à 12=1992), B' agrandissement de la partie centrale de B montrant la position relative des barycentres-années ; C : projection des stations regroupées par strate bathymétrique (de 1 à 4 : bathymétrie croissante définie dans le tableau II.).*

Principal Component Analysis of Mauritanian dataset. Factors 1 and 2.
A: projection of the species; B projection of the stations linked per year (from 1=1987 to 12=1999), B: enlarging the central part of B showing the relative position of the years; C: projection of the stations linked by bathymetric range (from 1 to 4: strata of increasing bathymetry as defined in table II.).

TABLEAU IV

Taxons sélectionnés pour l'analyse des campagnes du Sénégal

Taxa involved in the analysis of the Senegalese dataset

CODE	NOM	FRÉQUENCE (%)	RANG (D'OCCURRENCE)
1	*Arius heudeloti*	16,76	40
2	*Balistes punctatus*	15,15	45
3	*Boops boops*	32,61	17
4	*Bothus podas*	17,34	36
5	*Brachydeuterus auritus*	47,19	8
6	*Calappa* spp.	14,81	48
7	*Chaetodon hoefleri*	27,21	20
8	*Chelidonichthys gabonensis*	30,08	18
9	*Chloroscombrus chrysurus*	24,23	24
10	*Citharus macrolepidotus*	17,80	34
11	*Cymbium* spp.	38,12	13
12	*Cynoglossus canariensis*	13,32	50
13	*Dactylopterus volitans*	37,08	14
14	*Decapterus rhonchus*	32,84	16
15	*Dentex angolensis*	25,60	21
16	*Dentex canariensis*	27,78	19
17	Divers	16,99	38
18	*Epinephelus aeneus*	40,18	10
19	*Epinephelus goreensis*	19,63	30
20	*Galeoides decadactylus*	22,50	27
21	*Grammoplites gruveli*	16,53	41
22	*Mustelus mustelus*	17,45	35
23	*Octopus vulgaris*	50,29	6
24	*Pagellus bellottii*	69,46	2
25	*Pagrus et Sparus* spp.	49,25	7
26	*Parapristipoma octolineatum*	15,15	46
27	*Penaeus notialis*	16,53	42
28	*Plectorhynchus mediterraneus*	38,92	12
29	*Pomadasys incisus*	22,73	26
30	*Pomadasys jubelini*	21,47	29
31	*Priacanthus arenatus*	19,40	33
32	*Pseudotolithus senegalensis*	16,19	43
33	*Pseudupenaeus prayensis*	51,66	5
34	*Raja miraletus*	65,44	3
35	*Rhinobatos rhinobatos*	14,70	49
36	*Scomber japonicus*	21,93	28
37	*SCORpaena angolensis*	17,34	37
38	*Scyacium micrurum*	41,10	9
39	Seiches	71,07	1
40	*Selene dorsalis*	16,88	39
41	*Solea* spp.	24,34	23
42	*Sphoeroides* spp.	33,30	15
43	*Sphyraena guachancho*	24,00	25
44	*Torpedo torpedo*	19,52	31
45	*Trachinocephalus myops*	14,93	47
46	*Trachurus trecae*	52,12	4
47	*Trichiurus lepturus*	25,49	22
48	*Umbrina canariensis*	19,52	32
49	*Zanobatus schoenleinii*	16,07	44
50	*Zeus faber*	39,49	11

La projection des stations dans ce même plan (fig. 1, B et C) éclaire l'interprétation précédente : En B, les stations sont regroupées par campagne (ou année, ce qui revient au même) ; on a ainsi une représentation « en étoiles » dans laquelle chaque station se trouve reliée, via un point « central », à l'ensemble des autres stations qui appartiennent à la même campagne qu'elle ; de plus, la position du point central a un sens car elle est la projection du centre de gravité du sous-nuage de stations correspondant ; ce type de présentation facilite grandement l'interprétation des structures générales : on voit ici que les différents sous-nuages années sont très chevauchants et par conséquent leurs centres de gravité (ou position moyenne) sont très proches entre eux et de l'origine des axes ; dans cette situation de faible variabilité inter-annuelle (par rapport à la variabilité intra-annuelle ou inter-station), la figure B', qui présente un zoom sur la zone centrale du plan, est utile pour mieux se rendre compte que les années ne sont pas positionnées selon la chronologie (PM : les codes numériques utilisés [tabl. I] allant de 1992 [1] à 1999 [12]). La figure C est bâtie sur le même principe : elle présente la projection (axes 1-2) du même nuage des stations, groupées cette fois en fonction de la bathymétrie ; malgré un chevauchement des sous-nuages, on remarque une organisation très claire des relevés en fonction de leur appartenance à des strates bathymétriques croissante (de 1 à 5, tabl. II).

Le dépouillement des plans suivants (non représenté ici) montre des résultats similaires, à savoir des structures spatiales dominantes et une organisation des années plutôt erratique.

Sénégal

Le résultat de la sélection des espèces les plus fréquentes dans les campagnes sénégalaises est consigné dans le tableau IV. Dans cette liste, on remarque, entre autres, que l'espèce dominante est *Pagellus bellottii* (si on exclue le taxon de rang 1 [seiches] qui correspond à un groupement de plusieurs espèces). Le poulpe (*Octopus vulgaris*) est toujours parmi les plus fréquents (6e rang) mais avec un taux moindre qu'en Mauritanie (50 p. cent contre 76 p. cent).

La figure 2 résume les résultats produits par l'A.C.P. des données sénégalaises sur la base de ces taxons ; sa construction est analogue en tous points à celle explicitée plus haut pour la Mauritanie (fig. 1) ; on retrouve un gradient d'espèces (A) allant des plus côtières (telles que *Barchydeuterus auritus* [5], *Chloroscombrus chrysurus* [9], *Galeoides decadactylus* [20]) aux plus profondes ou pélagiques (*Zeus faber* [50], *Tracurus trecae* [46], *Dentex angolensis* [15]). Dans le plan des relevés, cette structure faunistique se traduit, comme dans le cas mauritanien, par une répartition organisée des relevés en fonction de la bathymétrie (C) mais pas en fonction de la chronologie (B et B'). Le dépouillement des axes suivants (axes 3-4, non représenté ici) donne le même résultat.

De même, une seconde A.C.P. (non représentée ici) a été conduite en supprimant les taxons aux plus fortes contributions relatives et/ou absolues, soit quatre espèces qui semblaient avoir un poids trop important dans l'analyse initiale (*i.e.* tirant les axes à eux et pouvant masquer des structures sous-jacentes) : *Dentex angolensis* (15), *Tracurus tracae* (46), *Brachydeuterus auritus* (5) et *Pagellus bellottii* (24). Le résultat général reste inchangé.

Guinée

La sélection des espèces les plus fréquentes dans les campagnes guinéennes, est consignée dans le tableau V.

Dans cette liste on remarque, que *Chloroscombrus chrysurus* (9) et *Brachydeuterus auritus* (6) sont les plus fréquentes, avec des taux voisins de soixante-sept pour cent d'occurrence. Sur la base de ces cinquante-deux taxons, la figure 3 résume les résultats produits par l'A.C.P. des données de la Guinée (sur le même principe que les figures 1 et 2 vues précédemment). On retrouve dans le plan factoriel des axes 1 et 2 un gradient d'espèces (A) qui peut être relié à la bathymétrie (C) mais plus difficilement à la chronologie (B et B') ; en revanche cette fois-ci, l'organisation chronologique des relevés apparaît dans le dépouillement des axes suivants et en particulier dans le plan des facteurs 3 et 4 (fig. 4). Ainsi, la projection dans ce plan des relevés groupés par année (fig. 4 B) et, surtout, le zoom de sa partie centrale (fig. 4 C) montrent une organisation chronologique assez claire (opposition graduelle de l'ancien [1] vers le récent [12]).

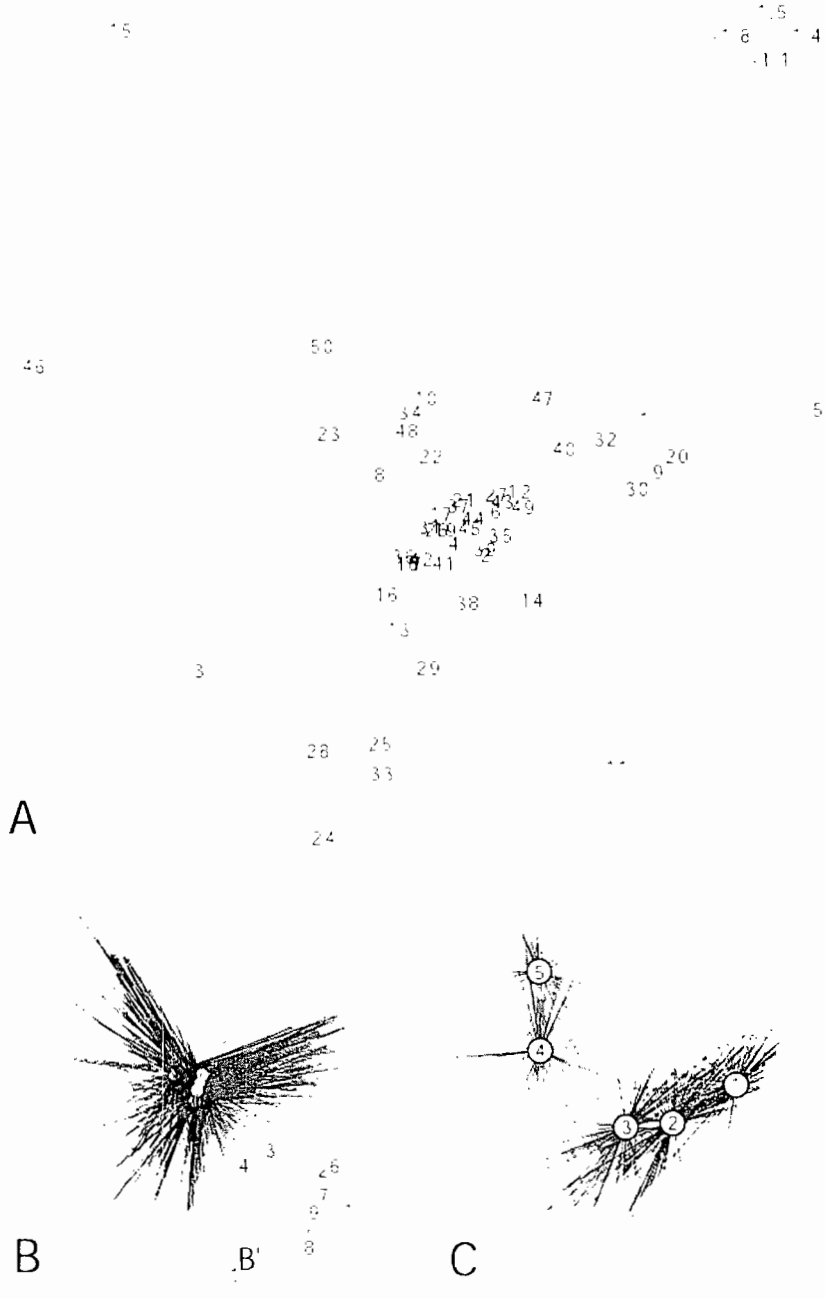


FIG. 2. — *Analyses en composantes principales des données des campagnes du Sénégal : plan factoriel 1-2. A : projection des espèces ; B projection des stations regroupées par année (de 1=1987 à 9=1995), B' agrandissement de la partie centrale de B montrant la position relative des barycentres-années ; C : projection des stations regroupées par strate bathymétrique (de 1 à 5 : bathymétrie croissante définie dans le tableau II).*

Principal Component Analysis of the Senegalese dataset. Factors 1 and 2.
A: projection of the species; B projection of the stations linked per year (from 1=1987 to 9=1987), B': enlarging the central part of B showing the relative position of the years; C: projection of the stations linked by bathymetric range (from 1 to 5: strata of increasing bathymetry as defined in table II).

TABLEAU V
Taxons sélectionnés pour l'analyse des campagnes de la Guinée
Taxa involved in the analysis of the Guinean dataset

CODE	NOM	FRÉQUENCE (%)	RANG (D'OCCURRENCE)
1	*Alectis alexandrinus*	29,55	29
2	*Aluterus* spp.	12,88	48
3	*Arius* spp.	44,85	10
4	*Balistes* spp.	17,12	40
5	*Bothus podas*	10,00	52
6	*Brachydeuterus auritus*	67,27	2
7	*Caranx* spp.	30,15	28
8	*Chaetodipterus* spp.	38,18	15
9	*Chloroscombrus chrysurus*	67,88	1
10	Crabes	58,48	4
11	Crevettes	18,18	37
12	*Cybium tritor*	18,64	35
13	*Cynoglossus* spp.	51,21	8
14	*Dasyatis* spp.	53,48	5
15	*Decapterus* spp.	28,18	31
16	*Drepane africana*	33,33	19
17	*Echeneis naucrates*	23,33	32
18	*Elops* spp.	13,64	46
19	*Ephippion guttifer*	64,24	3
20	*Epinephelus aeneus*	17,58	38
21	*Eucinostomus melanopterus*	32,88	23
22	*Galeoides decadactylus*	53,18	6
23	*Ilisha africana*	42,42	12
24	*Lagocephalus* spp.	35,30	17
25	*Lethrinus atlanticus*	14,85	42
26	*Pagellus* spp.	17,58	39
27	*Pagrus* spp.	51,82	7
28	*Parapenaeopsis atlantica*	14,85	43
29	*Pentanemus quinquarius*	28,33	30
30	*Pomadasys jubelini*	40,45	13
31	*Priacanthus* spp.	12,12	50
32	*Psettodes belcheri*	35,30	18
33	*Pseudotolithus brachygnathus*	31,82	24
34	*Pseudotolithus elongatus*	31,21	25
35	*Pseudotolithus epipercus*	20,76	34
36	*Pseudotolithus moorii*	14,24	45
37	*Pseudotolithus senegalensis*	44,55	11
38	*Pseudotolithus typus*	33,18	20
39	*Pseudupenaeus prayensis*	22,12	33
40	*Pteroscion peli*	33,03	22
41	*Rhinobatos* spp.	17,12	41
42	*Sardinella* spp.	40,45	14
43	*Scyacium micrurum*	36,21	16
44	Seiches	48,48	9
45	*Selene dorsalis*	31,21	26
46	*Sphoeroides* spp.	11,21	51
47	*Sphyraena* spp.	33,18	21
48	*Stephanolepis hispidus*	12,42	49
49	*Torpedo* spp.	14,39	44
50	*Trachinocephalus myops*	18,64	36
51	*Trichiurus lepturus*	30,91	27
52	*Xyrichtys novacula*	13,03	47

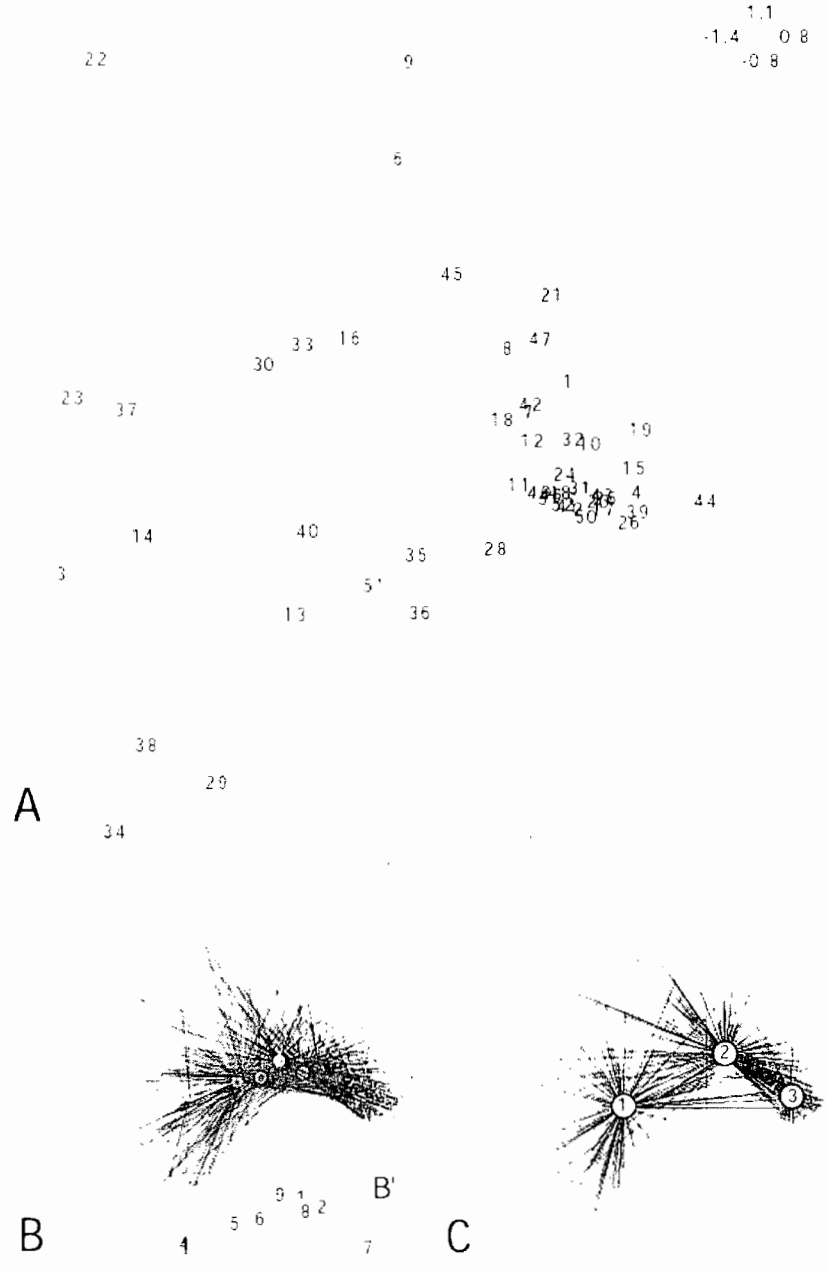


FIG. 3. — *Analyses en composantes principales des données des campagnes de Guinée :plan factoriel 1-2. A : projection des espèces ; B projection des stations regroupées par année (de 1= 1985 à 9= 1997), B' agrandissement de la partie centrale de B montrant la position relative des barycentres-années ; C . projection des stations regroupées par strate bathymétrique (de 1 à 3 : bathymétrie croissante définie dans le tableau II).*

Principal Component Analysis of Guinean dataset. Factors 1 and 2. (A: projection of the species; B projection of the stations linked per year (from 1=1987 to 9=1997), B': enlarging the central part of B showing the relative position of the years; C: projection of the stations linked by bathymetric range (from 1 to 3: strata of increasing bathymetry as defined in table II).

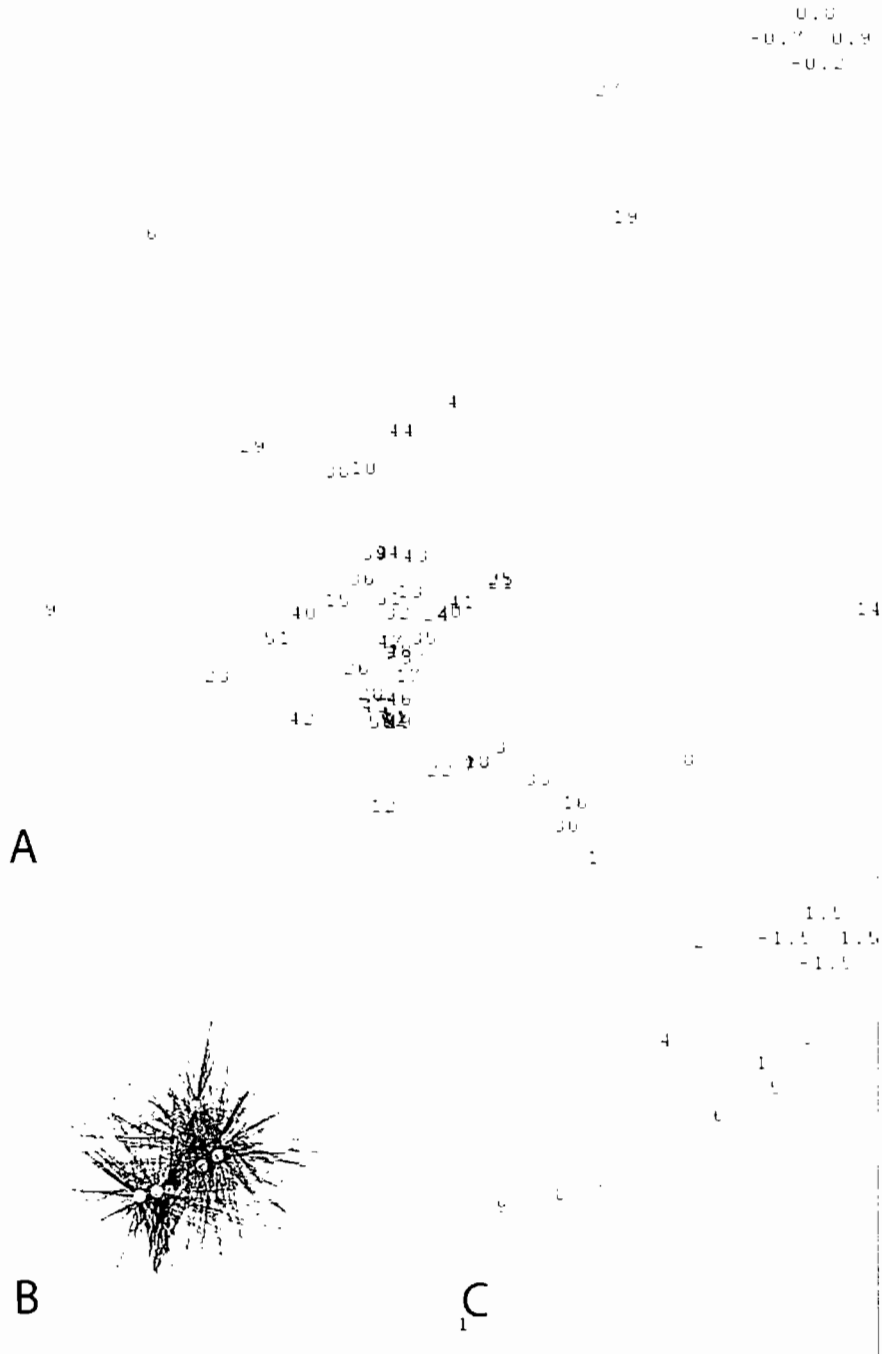


FIG. 4. — *Analyses en composantes principales des données des campagnes de Guinée : plan factoriel 3-4. A : projection des espèces ; B projection des stations regroupées par année, C agrandissement de la partie centrale de B montrant la position relative des barycentres-années (de 1=1985 à 9=1997).*

Principal Component Analysis of Guinean dataset. Factors 3 and 4.
A: projection of the species; B projection of the stations linked per year; C: enlarging the central part of B showing the relative position of the years (from 1=1987 to 9=1997).

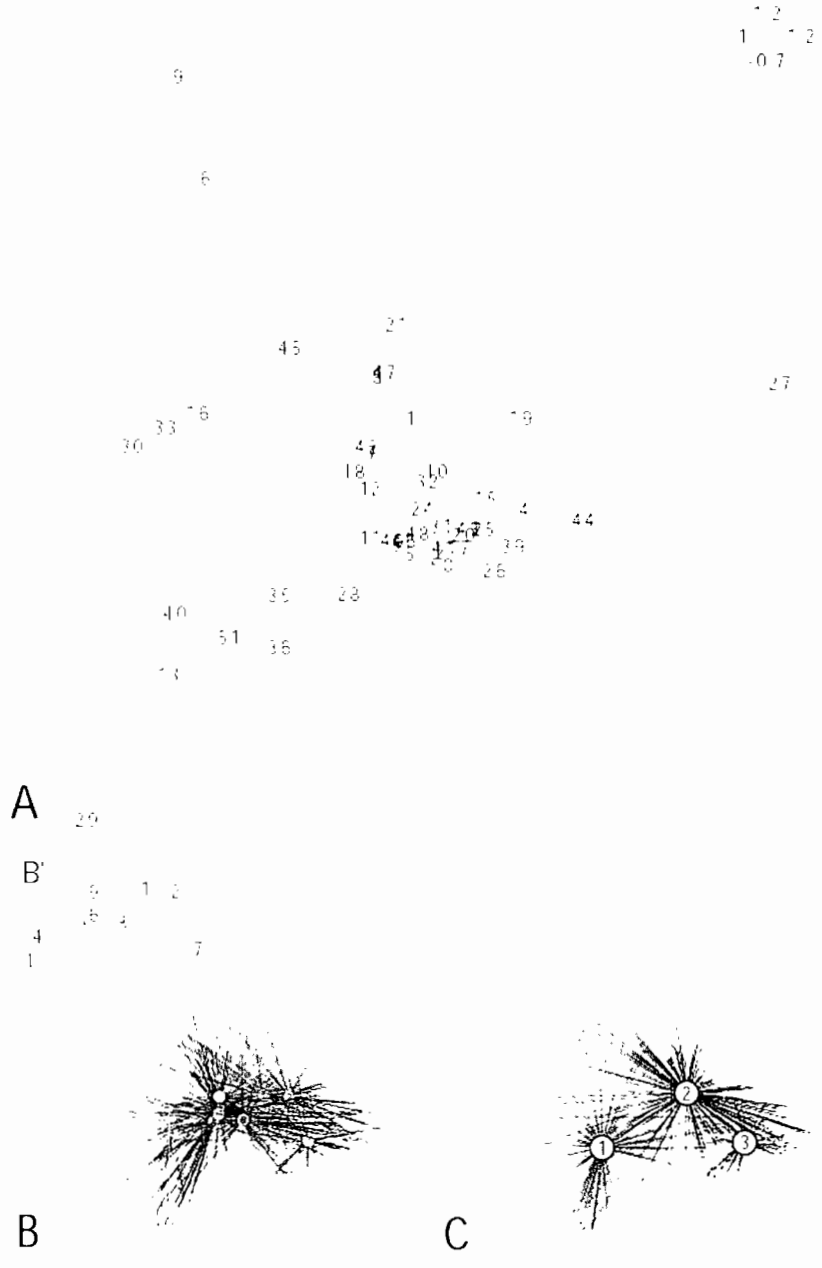


FIG. 5. — *Analyses en composantes principales des données des campagnes de Guinée après suppression des sept taxons aux plus fortes contributions : plan factoriel 1-2. A : projection des espèces ; B projection des stations regroupées par année (de 1=1985 à 9=1997), B' agrandissement de la partie centrale de B montrant la position relative des barycentres-années ; C : projection des stations regroupées par strate bathymétrique (de 1 à 3 : bathymétrie croissante définie dans le tableau II).*

Principal Component Analysis of Guinean dataset as re-computed after elimination of the seven species with the strongest contributions. Factors 1 and 2. (A: projection of the species; B projection of the stations linked per year (from 1=1987 to 9=1997), B': enlarging the central part of B showing the relative position of the years; C: projection of the stations linked by bathymetric range (from 1 to 3: strata of increasing bathymetry as defined in table II.).

Enfin, une seconde A.C.P. a été conduite en supprimant les taxons aux plus fortes contributions relatives et/ou absolues, taxons qui semblaient avoir un poids trop important dans l'analyse initiale, soient sept taxons :
Arius spp. (3), *Ilisha africana* (23), *Pseudotolithus elongatus* (34), *Galeoides decadactylus* (22), *Pseudotolithus senegalensis* (37), *Pseudotolithus typus* (38) et *Dasyatis* spp. (14).
Le résultat général reste inchangé : la structure la plus forte, celle qui s'exprime donc dans les premiers axes, reste liée à la bathymétrie (fig. 5), l'organisation chronologique ne s'exprimant que dans les axes suivants.

Discussion

Le premier point méritant d'être souligné est que l'analyse des trois pays converge vers un même résultat général : la structuration principale des assemblages faunistiques est avant tout le résultat de contraintes spatiales (en particulier bathymétriques) et relativement moins, voire relativement peu, de contraintes s'exprimant dans le temps, du moins à l'échelon de la décennie analysée (1987-1999).

Concernant la structuration spatiale, le résultat n'est pas surprenant et, au contraire, il recoupe les conclusions de travaux antérieurs déjà obtenus dans la zone ouest-africaine (Fager & Longhurst 1968 ; Longhurst 1969, Domain 1980 ; Caverivière 1982), parfois même avec certaines des données utilisées ici (Caverivière & Thiam, 1992 ; Caverivière, 1994 ; Jouffre & Domain, 1999-a). La littérature internationale ne manque pas non plus de résultats similaires obtenus dans d'autres zones géographiques (Gaertner 1997). Ce phénomène des preferedums spatiaux et en particulier bathymétriques semble donc général en ichtyologie. Au-delà de l'écologie des communautés de poissons, le phénomène observé ici par rapport à la bathymétrie se rattache d'ailleurs à la théorie des preferendums et à son extension, la théorie des gradients ou des successions, de portée générale en écologie des communautés (Blondel, 1985).

Concernant la structuration temporelle, le résultat est plus surprenant, car on s'attendait plutôt à constater une évolution graduelle dans la composition des assemblages faunistiques ; une telle évolution, en effet, aurait été en accord avec un impact anthropique croissant dans une zone soumise à forte pression halieutique sur la décennie analysée ; cela aurait recoupé aussi les conclusions générales tirées de certains travaux antérieurs (Caverivière & Thiam, 1992) ayant utilisé une partie de ces même données (campagnes Sénégal, de 1986 à 1991) ; pourtant, si l'on prête plus d'attention à ces travaux (Caverivière & Thiam 1992), on s'aperçoit aussi que les conclusions spécifiques étaient largement plus mitigées : en effet, sur les onze espèces ayant fait l'objet d'une analyse plus détaillée [1] par les auteurs précédents, trois seulement (*Galeoides decadactylus*, *Brachydeuterus auritus* et *Sparus caeruleostictus*) avait montré entre 1986 et 1991 « une notable baisse de l'abondance », les autres ne présentant « pas de baisse notable des rendements » (*Pomadasys jubelini*, *Pseudupeneus prayensis*, *Dentex angolensis*, *Cynoglossus canariensis* et *Plectorhinchus mediterraneus*) ou bien révélant « des indices d'abondances [qui] varient peu », malgré une diminution de la taille moyenne des individus (*Pseudotolithus senegalensis*, *Dentex canariensis*, *Pagellus bellottii*) ; donc, finalement, les résultats présentés ici ne sont pas en contradiction avec ceux déjà obtenus pour le Sénégal par Caverivière & Thiam (1992) à partir de l'analyse de rendements monopécifiques, ni avec les compléments apportés ensuite par Jouffre *et al.* (1999) ; ils sont, par ailleurs, en conformité avec les premières analyses multispécifiques des campagnes de chalutages de la Guinée par Jouffre & Domain (1999-a, -b).

1. — *I.e.* celles pour lesquelles les auteurs disposaient de données plus exhaustives.

À partir des constats précédents, deux termes sont offerts pour l'élargissement de la discussion sur la portée des résultats en question :

— soit (1) il y un problème majeur dans les données de campagnes disponibles, autrement dit ces données ne permettent pas une évaluation correcte des grands traits d'évolution multispécifiques des assemblages démersaux de la zone et de la période considérées, et dans ce cas la seule réelle possibilité pour une évaluation suffisamment exhaustive de l'état du peuplement exploité résiderait dans l'extrapolation des études mono-spécifiques fondées sur les statistiques de pêches, étant entendu que leur généralisation n'est pas complètement envisageable fautes de données suffisantes ;

— soit (2) les données de campagnes utilisées sont suffisamment fiables et dans ce cas les résultats présentés ici sont à considérer comme un éclairage nouveau sur la question de l'impact de la pêche sur ces peuplements, éclairage qui ne doit pas être vu comme antagoniste mais complémentaire de celui obtenu par d'autres voies.

Nous pensons que la première hypothèse est à rejeter pour les raisons suivantes :

— les résultats sont obtenus sur trois pays : il nous paraît significatif qu'ils soient remarquablement convergents bien qu'établis à partir de données totalement indépendantes (en effet : les zones géographiques, et par conséquent les populations animales échantillonnées, sont différentes d'une série nationale à l'autre, de même que le sont les navires et les personnels impliqués dans l'échantillonnage) ;

— à partir de l'information disponible au départ, nous nous sommes placés pour cette étude dans la situation *a priori* la plus favorable pour constater une évolution graduelle des assemblages, c'est-à-dire en éliminant de l'analyse les taxons rares, en regroupant certains d'entre eux pour aboutir dans tous les cas à un degré de détermination qui ne présente pas de problème de fiabilité, en sélectionnant les campagnes et les stations de façon à obtenir les séries les plus homogènes de manière à minimiser des phénomènes d'échelon local (soit la variabilité inter-saisonnière et la variabilité due à de trop grosses variations de stratégie entre les campagnes) ;

— si ces données (et la méthode) n'étaient pas de nature à saisir des évolutions ou tendances majeures des compositions multispécifiques, il ne devrait pas être possible, sur une telle base, de mettre en évidence des gradients quels qu'ils soient : or les gradients bathymétriques apparaissent clairement dans les trois cas, malgré les imperfections et autres incertitudes importantes qui subsistent dans les données [1] ;

— de par son historique, la pêcherie guinéenne est celle, des trois pays étudiés, qui permettait de pressentir la plus forte évolution relative sur la décennie analysée puisqu'on partait d'une situation pratiquement vierge d'exploitation pour aller vers une pleine exploitation (DOMAIN *et al.*, 1999), alors que, dans les deux autres pays, on était déjà en pleine exploitation depuis longtemps (F.A.-O., 1995 ; JOSSE & GARCIA, 1986) ; or, c'est précisément celle où l'évolution temporelle inter-annuelle ressort avec le moins d'ambiguïté (gradient chronologique apparent « derrière » le gradient bathymétrique).

Dans le cas le l'acceptation de la seconde hypothèse (celle d'un éclairage nouveau plutôt que d'un artéfact des données), certains éléments présentés ici pourraient être de nature à rééquilibrer [2] et finalement à améliorer notre perception de cet impact.

Les résultats présentés ici nous mettent en garde, une nouvelle fois, sur la complexité des phénomènes en jeu ; à notre avis, ils ne s'opposent pas fondamentalement aux conclusions des diverses études monospécifiques disponibles dans la région

1. — Que nous ne nions pas, qui sont discutées par ailleurs (WANG, 2002 ; DOMALAIN *et al.*, 2003) et qui sont, en outre, inhérentes à pratiquement toutes les données de terrain de ce type-là.

2. — Il est fait référence ici au fait qu'« historiquement » notre perception de cet impact a été dominée par les conclusions d'évaluations monospécifiques, la majorité d'entres elles obtenues par méthodes indirectes sur des statistiques de pêche.

(BARRY-GÉRARD *et al.*, 1994 ; DOMAIN *et al.*, 1999 ; GASCUEL *et al.*, 2003) pas plus qu'ils n'en contestent les diagnostics généraux (GASCUEL & *al.*, 2003).

Dans le détail, il est vrai que l'analyse du degré de compatibilité entre les deux points de vue reste à parfaire. Ce pourrait être le thème d'études futures, certainement porteuses de résultats intéressants.

CONCLUSION

L'OBJET de ce travail était de rechercher les éléments majeurs de la structuration spatio-temporelle des assemblages de poissons démersaux (et espèces associées) tels qu'ils peuvent être perçus par l'analyse des campagnes de chalutages scientifiques : soit les schémas généraux de répartition spatiale et les grandes tendances d'évolution temporelle de ces assemblages multipécifiques ; la réponse obtenue est sans ambiguité : la structuration est essentiellement de nature spatiale. En particulier, on ne retrouve pas au niveau temporel la situation à laquelle on aurait pu s'attendre comme résultat d'un impact de la pêche, à savoir une évolution graduelle nette traduisant un changement progressif des assemblages échantillonnés.

Ce résultat ne signifie aucunement que l'exploitation halieutique n'a pas d'impact sur ces assemblages, ni qu'il n'y a pas eu sur la période considérée de changements sur la faune dus à cet impact halieutique ; bien au contraire ; on sait par exemple que, pour la plupart des espèces prises individuellement, il y a une baisse des tailles individuelles moyennes (CAVERIVIÈRE & THIAM, 1992), que sur certaines d'entre elles (ex : *Mustelus mustelus*) les baisses de rendement des captures, voire les hausses dans certains cas (ex : *Octopus vulgaris*) sont probablement à relier à la pression de pêche ; en revanche, en terme de composition générale des assemblages, les effets de la pêche seraient, d'après ces données de campagnes, peut-être moins importants qu'on ne le pressentaient à partir d'études monospécifiques, plus ponctuelles et/ou fondées sur des méthodes d'évaluation indirectes.

Cela conduit donc à repenser notre appréciation de l'impact de la pêche sur ce niveau d'organisation des peuplements, dans cette région ; au terme de ce travail, nous pensons que c'est surtout dans les premières années d'exploitation que l'impact halieutique se fait sentir sur la nature de la composition des communautés (*i.e.* quelles espèces augmentent et quelles espèces régressent) ; après, c'est-à-dire en période de pleine exploitation, cet impact se traduirait plutôt par un accroissement de l'instabilité des assemblages (*i.e.* plus de variabilité interannuelles). De ce point de vue, toutes les voies d'exploration nouvelles (niveaux trophiques, autres traits biologiques, variation des occurrences, etc.) sont souhaitables, même s'il nous semble que celles qui privilégient les mesures de la variabilité et de l'instabilité soient les plus prometteuses.

REMERCIEMENTS

LES auteurs souhaitent remercier tous les membres et partenaires du projet Siap avec une mention spéciale aux personnels et directions des centres océanographiques mauritanien, sénégalais et guinéen (respectivement le C.N.R.O.P., le C.R.O.D.T. et le C.N.S.H.B.) ainsi qu'à l'ensemble des participants des campagnes d'échantillonnage.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, Paris, Orstom (coll. *Colloques et séminaires*).

BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, t. II, Paris, Orstom, 424 p. (coll. *Colloques et séminaires*).

BLONDEL (J.), 1985. — *Biogéographie évolutive*, Paris, Masson, 121 p.

CAVERIVIÈRE (A.) & M. THIAM, 1992. — Indices d'abondance et niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais. Estimations à partir des résultats des campagnes de chalutage stratifié (1986-1991), C.R.O.D.T., *Doc. Sci.* 132, 147 p.

CAVERIVIÈRE (A.), 1982. — *Les espèces démersales du plateau continental ivoirien. Biologie et exploitation*, th. doct. État, univers. Aix-Marseille, 415 p.

CAVERIVIÈRE (A.), 1994. — « Comparaison sur une période de 20 ans (1972-1992) des indices d'abondance obtenus sur le plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage de fond », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : t. II, pp. 163-177.

CAVERIVIÈRE (A.), 1994. — « Comparaison sur une période de 20 ans (1972-1992) des indices d'abondance obtenus sur le plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage de fond », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 163-177.

CHAUVEAU (J.-P.), 1985. — « Histoire de la pêche maritime et politique de développement de la pêche au Sénégal : Représentation et pratique du dispositif de l'intervention moderniste », *Anthropologie maritime*, 2 : pp. 300-318.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, D. PAULY & M. VAKILY (éd.), 2003. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest : un demi-siècle de changement*, Actes du Symposium de Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul. (coll. rapports de recherche halieutique A.C.P.-E.U. n° 15 Vol 1.

CHESSEL (D.) & J. THIOULOUSE, 1995. — *PCA : Covariance matrix PCA in Programmathèque ADE-4*, fiche modules 2 : pp. 10-12.

CHESSEL (D.) & S. DOLEDEC, 1997. — *ADE Version 4: HyperCard © Stacks and QuickBasic MicroSoft © Programme Library for the Analysis of Environmental Data: Manuel d'utilisation*, 8 fasc., Ura C.N.R.S. 1451, univers. Lyon-I, 69622 Villeurbanne cedex, 750 p.

DOMAIN (F.), 1980. — *Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée*, th. doct. État, univers. Paris-VI, t. I, 342 p.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd.), 1999. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, I.R.D.-C.N.S.H.B.

DOMALAIN (G.), D. JOUFFRE, D. THIAM, S. TRAORE, C. L. WANG, 2003. — « Évolution de la diversité spécifique dans les campagnes de chalutage démersales du Sénégal et de la Guinée », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 299-310.

F.A.O., 1995. — *Évaluation des stocks et des pêcheries mauritaniens. Voies de développement et d'aménagement*, rapport du 3e groupe de travail C.N.R.O.P., Nouadhibou (Mauritanie), 20-26 nov. 1993, COPACE-PACE series 95/60, 114 p.

FAGER (E. W.) & A. R. LONGHURST, 1968. — « Recurrent Group Analyses of Species Assemblages of Demersal Fishes in the Gulf of Guinea », *L. Fish. Res. Board Can.*, 25: pp. 1405-1421.

GAERTNER (J. C.), 1997. — *Organisation des assemblages démersaux dans le golfe du Lion : structures spatiales et stabilité temporelle*, th. doct., univers. de la Méditerranée, Centre d'océanologie de Marseille, 139 p. + annexes.

GASCUEL (D.), M. D. BARRY, M. LAURANS & A. SIDIBÉ, 2003. — *Évaluations des stocks démersaux en Afrique du Nord-Ouest*, travaux du groupe « Analyses monospécifiques » du projet Siap, COPACE/PACE Sér. 03/65, Rome, 113 p.

GASCUEL (D.), M. LAURANS, A. SIDIBÉ & M. D. BARRY, 2003. — « Diagnostic comparatif de l'état de cinq stocks et évolutions d'abondance des ressources démersales dans les pays de la C.S.R.P. », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 205-222

JOSSE (E.) & S. GARCIA (éd.), 1986. — *Description et évaluation des ressources halieutiques de la Z.E.E. mauritanienne*, rapport du groupe de travail C.N.R.O.P.-F.A.O.-Orstom, Nouadhibou (Mauritanie), 16-27 sept. 1985, F.A.O., COPACE-PACE Ser. 86/37, 310 p.

JOUFFRE (D.) & F. DOMAIN, 1999-a. — « Les ressources démersales de la zone côtière du plateau continental guinéen : répartition spatio-temporelle globale du peuplement ichtyologique ». *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 105-116.

JOUFFRE (D.) & F. DOMAIN, 1999-b. — « Les ressources démersales de la zone côtière du plateau continental guinéen : éléments de la structure temporelle du peuplement ichtyologique », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 87-104.

JOUFFRE (D.), M. THIAM & A. CAVERIVIÈRE, 1999. — « Structural Changes in the Demersal Fauna of Senegalese Waters During the Last Decade: Ecosystem Effects of Fishing? », *Book of Abstracts of ICES-SCOR Symposium: Ecosystem effects*

of Fishing, Montpellier, 15-19 March 1999, 38 p.

LONGHURST (A. R.), 1969. — « Species Assemblages in the Tropical Demersal Fisheries », Proc. Symp. Unesco, *Ocenaography and Fisheries Resources of tropical Atlantic*, Abidjan, 20-28 Oct. 1966: pp. 147-166.

MANLY (B. F.), 1994. — *Multivariate statistical methods. A primer* [2], Londres, Chapman & Hall, 215 p.

PEARSON (K.), 1901. — « On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space », *Philosophical Magazine*, 2: pp. 559-572.

WANG (C. L.), 2002 — *Recherche d'indicateurs d'impact de la pêche sur la structure des communautés de poissons démersaux en Afrique de l'Ouest*, mém. D.E.S.S., univers. Montpellier-II, Sciences et Tech. du Languedoc, 36 p. + 19 p. annexes.

Structure of Demersal Fish Assemblages Based on Trawl Surveys in the Continental Shelf & Upper Slope off Guinea-Bissau

— Article —

Structure des peuplements de poissons démersaux fondée sur les campagnes scientifiques de chalutage menées sur la plateforme continentale & le talus supérieur au large de la Guinée-Bissau

— Article —

Patrícia Alexandra AMORIM [1], Seco Sadibo MANÉ [2] & Kim A. STOBBERUP [3]

1. — Chercheur halieute, *Instituto National de Investigação Agrária e das Pescas* (INIAP-IPIMAR), [Institut national de recherche de l'agriculture et des pêches, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries*] av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

2. — Ingénieur informaticien, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA), [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied Fisheries Research*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102 Bissau (Guinée Bissau).

3. — Halieute, chercheur, *Instituto National de Investigação Agrária e das Pescas* (INIAP-IPIMAR), [Institut national de recherche de l'agriculture et des pêches, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries*] av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

ABSTRACT

THE structure of demersal fish assemblages of the continental shelf and upper slope off Guinea-Bissau was analysed based on 5 trawl surveys carried out between 1988 and 1995. A total of 316 fish species and 338 stations were considered, ranging from depths of 10 to 500 meters. Depth and area had a significant effect on total abundance, in terms of standardised catch in kg per half hour. Highest abundances were found in deeper waters (>200 meters) and in the southern area (< 11°30' N) off Guinea-Bissau as a result of large catches of species from deeper waters such as Synagrops microlepis *and* Chlorophthamus agassizi. *Multivariate analysis, using non-parametric Multi-Dimensional Scaling (MDS), indicates that fish assemblages are strongly influenced by factors such as depth and area. There is a clear separation in relation to bottom type, which is interpreted as the result of preferences for muddy bottom sediments in the north and sandy bottoms in the south. Depth has also an important influence on the structure of species assemblages, considering that lower depths are characterised by higher values of temperature, oxygen and chlorophyll. The species found in Guinea-Bissau are similar to the results of other studies in the region, but there are important differences such as the relatively high abundance of species such as* Brachydeuterus auritus *and* Chlorophthalmus agassizi *and, conversely, what appears to be a low abundance of important shallow water commercial species. No temporal effects were found in relation to both total abundance and species assemblages, but the time period considered from 1988 to 1995 is limited.*

Key words

Guinea-Bissau — Demersal fish assemblages — Multivariate analysis
Spatial structure

RÉSUMÉ

LA STRUCTURE des peuplements de poissons démersaux du plateau continental et du talus supérieur au large de la Guinée Bissau a été analysée sur la base de cinq campagnes scientifiques de chalutage menées entre 1988 et 1995. Ont été prises en considération trois cent seize espèces de poissons et trois cent trente-huit stations dont la profondeur variait entre dix et cinq cents mètres. La profondeur et la zone ont eu des effets significatifs sur l'abondance totale, en termes de capture standardisée en kilogrammes par demi-heure. Les abondances les plus élevées ont été observées dans les eaux les plus profondes (> 200 mètres) et dans le sud (< 11° 30' N) au large de la Guinée Bissau du fait de captures importantes d'espèces d'eaux profondes, telles que *Synagrops microlepis* et *Chlorophthamus agassizi*. L'analyse multivariée en utilisant l'analyse multidimensionnelle (*multi-dimensional scaling* [M.D.S.]) non paramétrique, indique que les peuplements de poissons sont fortement influencés par des facteurs tels que la profondeur et la zone. Il y a une nette séparation liée au type de fond, ce qui peut être interprété comme le résultat d'une préférence pour des fonds à sédiments vaseux au nord, et des fonds sableux dans le sud. La profondeur a également une influence importante sur la structure des peuplements des espèces, étant donné que les faibles profondeurs sont caractérisées par des valeurs plus élevées de température, d'oxygène et de chlorophylle. Les espèces retrouvées en Guinée Bissau sont similaires aux résultats d'autres études dans la région, mais il y a néanmoins d'importantes différences, telles que des abondances relativement élevées d'espèces comme *Brachydeuterus auritus* et *Chlorophthalmus agassizi* et, à l'inverse, semble-t-il, de faibles abondances d'espèces d'eaux peu profondes à haute valeur commerciale. Aucun effet temporel n'a été décelé quant à l'abondance ou aux peuplements des poissons, mais la période temporelle considérée, entre 1988 et 1995, est courte.

Mots clés

Guinée-Bissau — Peuplements de poissons démersaux démersaux
Analyse multivariée — Structure spatiale

INTRODUCTION

GUINEA-BISSAU has one of the largest continental shelves in the region, approximately 11,900 nm^2 or 40,186 km^2 (STRØMME, 1984), characterised by extensive areas with shallow depths, large amounts of river run-off, mangrove forests lining the coastline, including the Bijagós Archipelago. The sediment characteristics found in this area are very diverse, varying between silt, sand, and rocky bottom.

The Guinea-Bissau region is situated between the southern limit of the Canary Current System and the western limit of the Gulf of Guinea System, resulting in strong seasonal variations in terms of oceanographic conditions such as upwelling events between January and April (*e.g.* BERRIT & REBERT, 1977).

DOMAIN (1977) undertook the first attempt of characterising the demersal fish communities in Guinea-Bissau, but these results were presented in a manner that did not sufficiently account the complexity of the system. However, several studies on demersal fish assemblages exist for different countries in the region (*e.g.* DOMAIN *et al.*, 1999; MARTOS & PERALTA, 1996; BIANCHI, 1992-a, -b; VILLEGAS & GARCIA, 1983; DOMAIN, 1972, 1980). Thus, our current knowledge of demersal fish communities in the region can be considered good, but these generalisations as well as important influencing factors have not been confirmed for Guinea-Bissau. The present study considers the results of five recent demersal trawl surveys carried out in the context of Bissau-Guinean/Portuguese collaboration in order to study the spatial and temporal structure of demersal fish assemblages. This has important implications for the implementation of an ecosystem approach to resource assessment in the tropical multi-specific fisheries of Guinea-Bissau. Preliminary estimates, based on catch per unit of effort (CPUE), indicate that 100 industrial trawlers were operating in 1988 in the waters off Guinea-Bissau, reaching 240 trawlers in 1990 to 1991 and thereafter a decrease to 70 trawlers in 1995. Thus, the study period was considered a time of heavy exploitation.

MATERIALS & METHODS

THE data available for the present study are the result of five demersal trawl surveys carried out in 1988, 1989, 1990, 1991, and 1995 in the context of Guinean/Portuguese collaboration. All surveys were undertaken with the R/V *Noruega*, except for 1995 in which case the R/V *Capricórnio* was used. Both vessels are stern trawlers and a similar gear type was used during all surveys. However, one should bear in mind that the 1995 survey covered a more limited area, the northern shrimp fishing grounds (fig. 1). All surveys were carried out between the months of March and June, which is the transition period between dry and wet season. Sampling methodology, in terms of area stratification and sampling intensity, was not constant over time and as a consequence, the covered area and the number of stations varied between years (fig. 1 and table I). Sampling (hauls) were undertaken on the continental shelf and upper slope off Guinea-Bissau, ranging from approximately 10^0 to 12^0 N and 15^0 30' to 17^0 30' W, which included trawl depths ranging from 10 to 500 meters. The catches, including fish, cephalopods, crustaceans, and other organisms, were sampled according to a routine protocol, where each species was identified, counted, and weighed.
For further details on each survey, survey reports are available for each of the surveys undertaken (IPIMAR & CIPA, 1996; INIP & CIPA, 1993; INIP & LBM, 1989, 1990, 1992).

TABLE I

Number of samples (hauls) by factor level Area, Depth, and Year for Guinea Bissau/Portugal surveys. (Shallow = 10-50 m; Mid = 50-200m; Deep > 200 meters)

Nombre d'échantillons (traits) par facteur : Zone, Profondeur et Année pour les campagnes scientifiques Guinée-Bissau/Portugal. (Peu profond = 10-50 m; Intermédiaire = 50-200 m ; Profond > 200 mètres

SURVEY	NORTH			SOUTH			TOTAL
	SHALLOW	MID	DEEP	SHALLOW	MID	DEEP	
1988	5	1	-	18	7	4	35
1989	36	27	-	14	6	5	88
1990	29	21	-	24	24	7	105
1991	7	3	1	9	11	2	33
1995	48	18	-	11	-	-	77
TOTAL	125	70	1	76	48	18	338

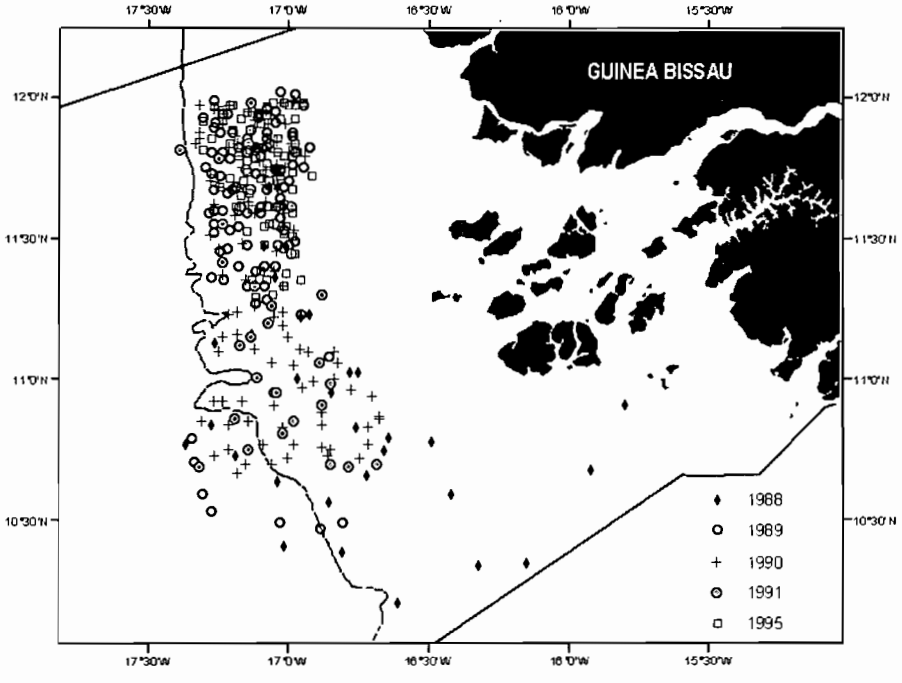


FIG. 1. — Area sampled by surveys carried out in the context of Guinea Bissau/Portugal collaboration for the period 1988 to 1995.

Zone échantillonnée par les campagnes scientifiques pendant la collaboration Guinée Bissau/Portugal dans la période 1988 à 1995.

In order to study the spatial and temporal structure of the demersal fish assemblages, a broad grouping of trawl stations was undertaken in terms of depth, area, and year. Two areas were defined, which we have termed Zones North and South, based on the known differences in bottom sediment type. The limit of 11° 30' N was chosen as an approximate division between areas according to two broad sediment types; in the north, sediment is essentially silt or silty sand while in the south, sand or sandy silt are most common (INIP & CIPA, 1993; INIP & LBM, 1990, 1992; DOMAIN, 1977.

Concerning depth, the stations were classified according to three strata; Shallow corresponding to

station depths between 10 and 50 m., Mid for depths from 50 to 200 m., and Deep for stations with depths greater than 200 m. The first division with an upper limit of around 50 m. was based on the position of thermocline (IPIMAR & CIPA, 1996; INIP & CIPA, 1993; INIP & LBM, 1989, 1990, 1992), while the division of 200 m. corresponds to the transition between the continental shelf and upper slope.

Before conducting our analysis, all haul catches by species were standardised as weight (kg) by 30 min. haul. Only fish species were included, excluding other organisms such as cephalopods and crustaceans. A revision of the identified fish species was undertaken using FishBase 2000 (FROESE & PAULY, 2000), which attempted to detect problems such as species mis-identifications, inconsistencies or contradictions in the observations (list available from the authors).

Two approaches to data analysis were applied in order to study demersal fish assemblages and the possible effects of the factors such Year, Depth, and Zone. The first approach considered the effects of time, depth, and zone on the total catch of fish using Analysis of Covariance, which can be considered as a broad general view of what may influence total fish abundance. The second approach uses non-parametric multi-dimensional scaling (MDS) [1], which is a multivariate ordination method. The similarity matrix among samples (stations) was calculated using the BRAY-CURTIS similarity coefficient and a fourth-root transformation. Analysis of similarities (Anosim procedure) was used to test for factor effects. Anosim is built on a non-parametric permutation procedure, applied to the rank similarity matrix underlying the ordination of samples and a general randomisation approach to the generation of significance levels (Monte Carlo tests) (CLARKE & WARWICK, 1994). The resulting R-values are a measure of variation between samples, ranging from -1 to 1. Values close to zero indicate that there is little difference between strata in terms of their species composition, while values close to unit demonstrate that the species compositions between strata are different (CHAPMAN & UNDERWOOD, 1999).

In order to assist in characterisation of species assemblages, the "similarity percentages – Simper" procedure was used, which calculates the percentage of contribution of each species to the similarity (typical species) and dissimilarity (discriminates species) between groups of samples (CLARKE & WARWICK, 1994).

1. — We used the Primer 5 computer sofiware package, Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research (CLARKE & GORLEY, 2001).

RESULTS

FOR the Analysis of Covariance, a regression of fish catch (log-transformed) as a function of depth was applied, considering the effects of the factors Year and Zone (table II).

A highly significant relationship is seen of increasing fish catch at greater depths (fig. 2). The average catch varied from 155.6 to 1554.5 kg per 30 min. in shallow and deep waters, respectively.

The effect of Zone is also highly significant with lower catches in the northern area. On the other hand, the effect of Year was generally not significant, except for 1990, which indicates highly variable catches over time.

The lowest average fish catch of 65 kg per 30 min. was observed in 1995, but this did not result in a significant time effect.

The results indicate that the Ancova model explained only about 40 per cent of the variance (Adjusted R^2 = 0.3976), most of it as a result of the variables Depth and Zone.

TABLE II

Results of the Analysis of Covariance (Ancova) model, specified as fish catch (log) as a function of average depth and including the effects of the factors Zone and Year

Résultats du modèle de l'Analyse de Covariance (Ancova), défini comme la capture de poissons (log) en fonction de la profondeur moyenne et prenant en compte les effets des facteurs de zone et d'Année

	ESTIMATE	STD. ERROR	T VALUE	PR(>|T|)	
(Intercept)	1.528	0.108	14.082	< 2e-16	***
Average depth	0.004	0.000	8.988	< 2e-16	***
Survey 1989	0.018	0.113	0.163	0.871	
Survey 1990	0.224	0.107	2.103	0.036	*
Survey 1991	0.200	0.131	1.533	0.126	
survey 1995	-0.180	0.119	-1.520	0.130	
South Zone	0.361	0.068	5.319	0.000	***

*Regression coefficients: (Significance codes: 0 '***'; 0.001 '**'; 0.01 '*'; 0.05 '.'; 0.1 ' '; 1); Residual standard error: 0.5366 on 332 degrees of freedom ; Multiple R-Squared: 0.4083 ; Adjusted R-squared: 0.3976 ; F-statistic: 38.19 on 6 and 332 DF ; p-value: 0.*

Seuils de signification des codes: 0 '***' ; 0.001 '**' ; 0.01 '*' ; 0.05 '.' ; 0.1 ' ' ; 1) ; Erreur résiduelle standard: 0.5366 sur 332 degrés de liberté ; R^2 multiple: 0.4083 ; R^2 ajusté: 0.3976 ; F-statistique: 38.19 sur 6 et 332 DF ; p-value: 0.

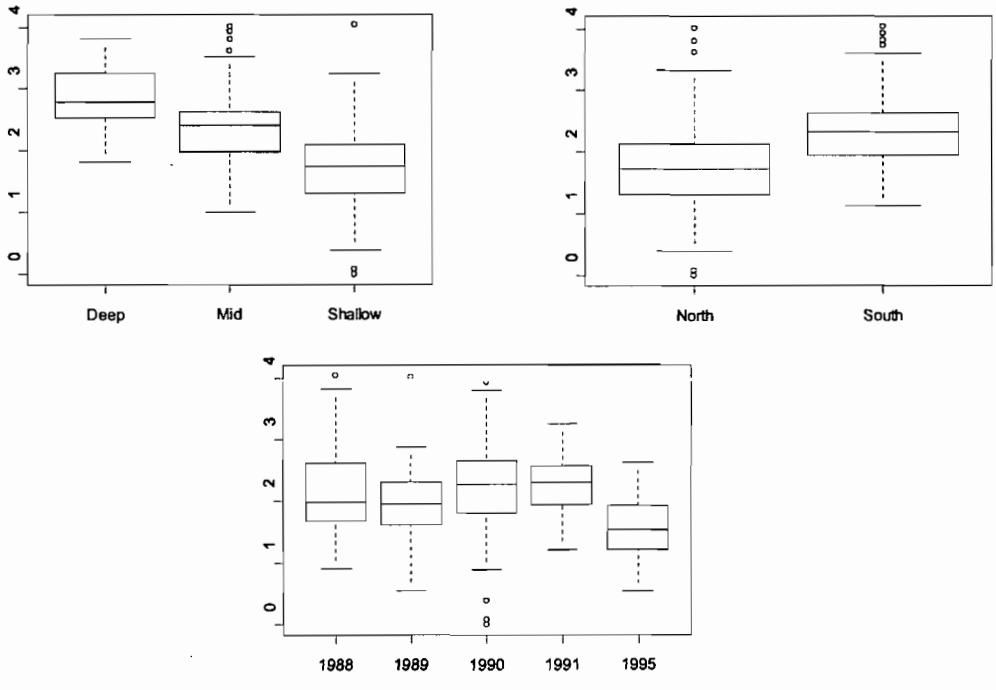


FIG. 2. — Boxplots of total fish catches (log-transformed) by factor Depth, Zone and Year for the full data set. (Depth - Shallow: 10-50 m, Mid: 10-50 m and Deep: > 200 m; Zone - North: > 11° 30'N and South: < 11° 30'N; Year- Survey years).

Graphiques en boîtes de dispersion des captures totales de poissons (avec transformation logarithmique) par facteur Profondeur, Zone et Année pour toutes les données. (Profondeur – Peu Profond: 10-50 m. Intermédiaire: 10-50 m et Profond : > 200 m ; Zone – Nord: > 11° 30'N et Sud: < 11° 30'N; Année – Année de la campagne.

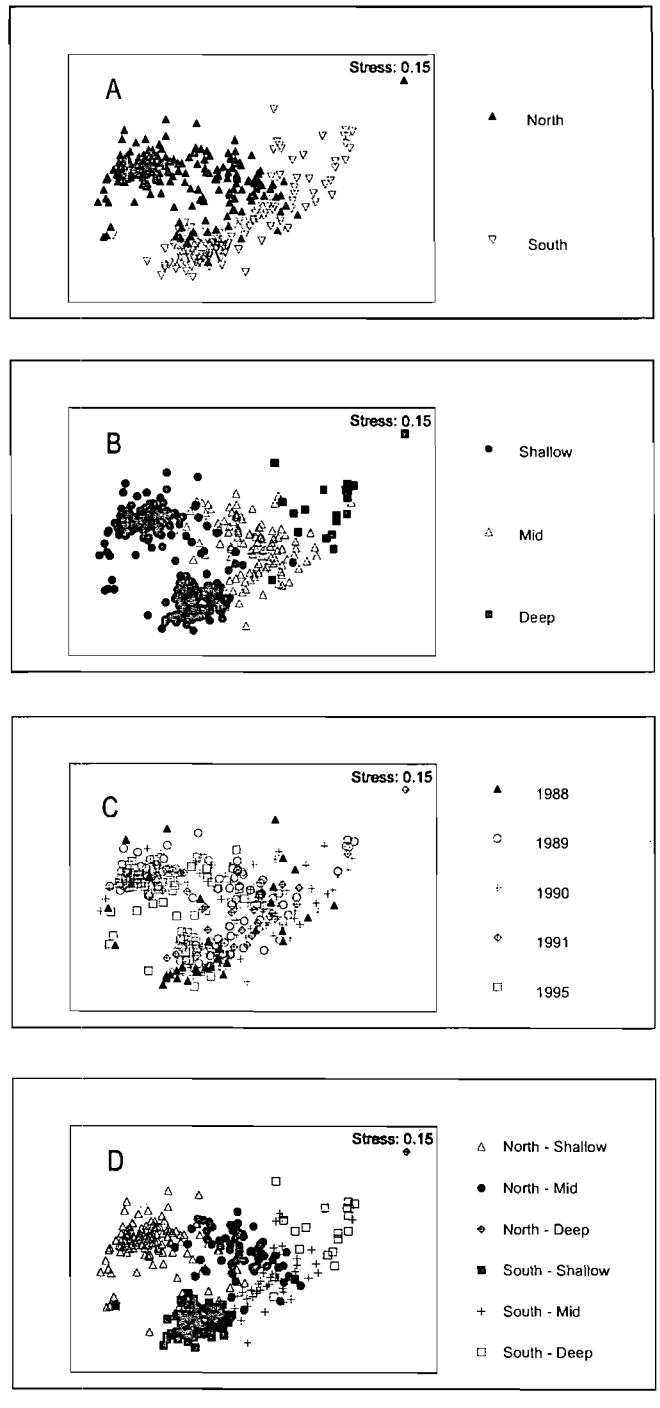


FIG. 3. — MDS plots based on sample (hauls) similarities for the five surveys, considering the effect of different factors: A - Depth (Shallow: 10-50m, Mid: 50-200m and Deep: >200m), B - Zone (North and South); C - Year (Survey); and D - Zone and Depth combined.

Graphiques du M.D.S. basés sur la similarité de l'échantillon (traits) pour les cinq campagnes scientifiques, prenant en compte l'effet des différents facteurs: A - Profondeur (Peu Profond: 10-50m, Intermédiaire: 50-200m et Profond: >200m), B - Zone (Nord et Sud); C - Année (Campagne) et D - Zone et Profondeur combinées.

Two-dimensional MDS plots were generated considering the pre-defined grouping according to Depth, Zone, and Year in order to observe the effect of these factors (fig. 3). The resulting plots demonstrate clearly that the variation in terms of fish species composition is strongly influenced by depth and area. When combining these two factors, Depth and Zone, the resulting plot indicates that there appear to be distinct fish assemblages for each combination of these two factors. The resulting MDS ordination stress value was 0.15, which indicates a useful 2-dimensional map of the samples (CLARKE & WARWICK 1994). No clear pattern emerges when considering the factor Year, so this was eliminated in the subsequent analysis.

The 2-way crossed Anosim resulted in highly significant differences between depths (R = 0.682; considering all zones) and zones (R = 0.618; considering all depths) with a probability of 0.1 per cent in both cases. Pairwise tests for the factor Depth resulted in highly significant differences between levels (p=0.1 per cent for all pairwise tests). The Shallow-Mid comparison resulted in an *R*-value of 0.658, while the Mid-Deep comparison resulted in 0.529. The resulting *R*-value of 0.962 for the Shallow-Deep comparison indicates that the differences between these depths ranges are greater.

Several transformations were applied to the data matrix in order to see what effects these might have on the results. Slight differences were detected in the MDS plots, considering the effects of Depth and Zone, but the general patterns were very similar.

The Simper procedure was used to assist in determining characteristic demersal fish assemblages, considering the effects of Depth and Zone. Typical species were defined as those species contributing more than 2 per cent to the within group similarity (tabl. III). On the other hand, discriminating species were those that contributed more than an average of 2 per cent to the between-group dissimilarity (tabl. IV).

This classification was based on the pre-defined grouping according to Depth and Zone. However, it was not possible to determine a group of typical species for the deeper waters in the northern region as there were less than two samples.

The most abundant species was *Chlorophthalmus agassizi* with an average catch of 1198.3 kg per 30 min. in the deeper waters of the south (tabl. III). This species presents also the highest average dissimilarity, distinguishing mid-water (50-200 m) and deep-water (> 200 m) assemblages in the southern area (table IV). *Trachurus trecae* and *Raja miraletus* presented a wide distribution, discriminating intermediate depths (mid-water) from the other depths. However, *Trachurus trecae* tended to be more abundant in the north, while *Raja miraletus* was more abundant in the southern area.

In the northern area, there are 2 well-defined groups of species that discriminated between intermediate and deeper depths (tabl. IV). For shallow waters in the north, *Cynoglossus canariensis* was the only discriminating species as well as an important typical species, contributing with 16 % to the similarity within this group. Another important species, *Brachydeuterus auritus,* was most abundant at intermediate depths and contributed with an average dissimilarity of 2.53 per cent, distinguishing shallow from intermediate depths.

In the southern area, there are several species that were characteristic of shallow waters (tabl. IV). In this group, *Syacium guineensis* presented the highest average percent contribution to dissimilarity (4.37 per cent) in relation to other groups as well as being typical of the southern shallow waters (20.9 per cent contribution to similarity). The deep-water group was constituted by species of characteristically high abundance.
This applies for *Synagrops bellus* and *Ariomma bondi*, which contributed with 4.31 per cent and 3.35 per cent, respectively, in terms of average dissimilarity. *Pagellus bellottii bellottii* was the only discriminating species between shallow and intermediate depths with an average dissimilarity of 2.06 per cent, being typical (abundant) in intermediate depths. Also, species such as *Dentex congoensis* and *Heteropriacanthus cruentatus* were characteristic of intermediate depths in terms of abundance and contribution to average dissimilarity.

TABLE III

Typical species with a percent contribution greater than 2 per cent to within-group similarity, ranked by order of importance, determined by Simper analysis

Espèces typiques avec une contribution en pourcentage de plus de 2 p. cent à la similarité intragroupe, classées selon l'ordre d'importance, déterminé par l'analyse de Simper

ZONE	DEPTH	SPECIES	AV. ABUND.	CONTRIB. SIMIL (%)
North	Shallow	*Cynoglossus canariensis*	4.93	16.06
		Brachydeuterus auritus	10.37	15.04
		Galeoides decadactylus	1.50	9.26
		Pteroscion peli	1.93	7.61
		Ilisha africana	1.31	6.80
		Pseudotolithus senegalensis	1.61	5.17
		Trichiurus lepturus	0.74	5.12
		Citharichthys stampflii	0.40	4.77
		Pseudotolithus typus	2.52	4.06
		Cynoponticus ferox	1.66	2.43
		Vanstraelenia chirophthalmus	0.78	2.24
	Mid	*Brotula barbata*	13.08	13.40
		Citharus linguatula	3.60	8.00
		Trachurus trecae	177.62	7.34
		Dentex angolensis	32.25	5.60
		Saurida brasiliensis	9.67	5.52
		Dentex maroccanus	16.82	4.99
		Raja miraletus	5.34	4.32
		Vanstraelenia chirophthalmus	4.14	3.87
		Lepidotrigla cadmani	17.41	3.62
		Brachydeuterus auritus	122.85	3.50
		Zeus faber	1.19	3.32
		Umbrina canariensis	1.80	2.72
		Microchirus frechkopi	2.14	2.69
		Leptocharias smithii	4.35	2.24
	Deep	Not possible to determinate the typical species: Less than two samples in group		
South	Shallow	*Syacium guineensis*	29.76	20.85
		Bothus podas	20.77	13.82
		Trachinocephalus myops	11.65	12.57
		Raja miraletus	4.29	4.91
		Chelidonichthys gabonensis	11.50	4.00
		Pseudupeneus prayensis	4.16	3.91
		Solitax gruveli	2.11	3.65
		Pagellus bellottii bellottii	8.62	3.33
		Dicologlossa hexophthalma	1.32	3.16
		Chilomycterus spinosus mauretani-	0.57	2.43
		Paraconger notialis	1.55	2.07
	Mid	*Raja miraletus*	10.48	8.90
		Heteropriacanthus cruentatus	6.49	8.02
		Dentex congoensis	36.18	6.21
		Dentex angolensis	11.95	4.03
		Pagellus bellottii bellottii	12.59	3.90
		Saurida brasiliensis	18.09	3.62
		Zeus faber	1.78	3.35
		Citharus linguatula	5.48	3.30
		Trachurus trecae	35.55	3.01
		Ariomma melanum	79.63	3.00
		Lepidotrigla cadmani	19.36	2.74
		Antigonia capros	5.14	2.54
		Spicara alta	30.35	2.41
		Lepidotrigla carolae	13.86	2.39
		Chelidonichthys gabonensis	7.61	2.30

TABLE III (*continuation and end*; suite et fin)

ZONE	DEPTH	SPECIES	AV. ABUND.	CONTRIB. SIMIL (%)
South	Mid	*Solitas gruveli*	3.56	2.17
		Chlorophthalmus agassizi	1198.33	29.14
		Synagrops microlepis	131.03	12.17
		Pterothrissus belloci	14.95	10.83
		Peristedion cataphractum	10.57	8.03
	Deep	*Ariomma melanum*	39.48	7.00
		Chascanopsetta lugubris	5.58	5.99
		Ariomma bondi	109.88	5.88
		Synagrops bellus	15.56	3.18
		Bembrops heterurus	6.21	2.68
		Merluccius polli	2.96	2.43

TABLE IV

Discriminating species with an average percent contribution greater than 2 per cent to between-group dissimilarity, ranked by order of importance, determined by Simper analysis. Average abundance by group is presented by: S1- South and Shallow; S2- South and Mid; S3- South and Deep; N1 – North and Shallow; N2 - North and Mid; N3 - North and Deep

Espèces discriminantes avec une contribution en pourcentage de plus de 2 p. cent à la dissimilarité inter-groupe, classées par ordre d'importance, déterminé par l'analyse de Simper. L'abondance moyenne par groupe est présentée par : S1- Sud et Peu Profond ; S2- Sud et Intermédiaire ; S3- Sud et Profond ; N1 – Nord et Peu Profond; N2 – Nord et Intermédiaire; N3 – Nord et Profond

ZONE	DEPTH	SPECIES	AVERAGE ABUNDANCE						Ave. Cont.
			S1	S2	S3	N1	N2	N3	Dissim.(%)
North	Shallow	*Cynoglossus canariensis*	1.83	0.01	0.00	4.93	0.03	0.00	2.40
	Shallow-Mid	*Brachydeuterus auritus*	0.21	0.00	0.00	10.37	122.85	0.00	2.53
		Brotula barbata	0.00	0.33	0.08	0.01	13.08	0.00	2.99
		Dentex angolensis	0.54	11.95	0.00	0.43	32.25		2.41
		Saurida brasiliensis		18.09		0.78	9.67		2.33
	Mid	*Citharus linguatula*	0.01			0.09	3.60		2.29
		Dentex maroccanus		12.34		0.18	16.82		2.25
		Vanstraelenia chirophthalmus				0.78	4.14		2.23
		Lepidotrigla cadmani		19.36		0.03	17.41		2.22
		Phycis phycis	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.1	5.30
		Merluccius polli	0.00	0.08	2.96	0.00	0.04	65.00	5.25
		Malacocephalus occidentalis	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	40.70	4.82
		Lophiodes kempi	0.00	0.01	0.30	0.00	0.00	30.00	4.53
		Galeus melastomus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.70	4.03
		Nezumia spp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.50	3.95
	Deep	*Bathygadus* spp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	3.92
		Helicolenus dactylopterus dacty-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.80	3.84
		Caelorinchus caelorhincus	0.00	0.00	1.49	0.00	0.00	12.70	3.54
		Chaunax pictus	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	7.10	3.16
		Centrophorus uyato	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	2.81
		Raja straeleni	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	3.20	2.61
		Trigla lyra	0.00		0.04	0.00	0.00	2.10	2.43
		Epigonus spp.				0.00		0.60	2.15
	Mid	*Trachurus trecae*	3.62	35.55	0.28	0.39	177.62	0.00	2.64
		Raja miraletus	4.29	10.48	1.29	1.44	5.34	0.00	2.23
		Syacium guineensis	29.76	1.19	0.00	1.29	0.64	0.00	4.37
		Bothus podas	20.77	0.39	0.00	0.26	0.04	0.00	3.51
North and South	Shallow	*Trachinocephalus myops*	11.65	0.50	0.00	0.10	0.31	0.00	3.15
		Chelidonichthys gabonensis	11.50			0.24	1.86		2.28
		Pseudupeneus prayensis	4.16			0.16			2.11
	Shallow-Mid	*Pagellus bellottii bellottii*	8.62	12.59		1.25			2.06
	Mid	*Dentex congoensis*	0.66	36.18	6.78	0.00	35.65	0.00	2.49
		Heteropriacanthus cruentatus		6.49		0.04	1.54		2.20
	Mid-Deep	*Chlorophthalmus agassizi*	0.00	225.31	1198.33	0.00	0.00	0.00	6.65
		Ariomma melanum	0.01	79.63	39.48	0.00	0.00	0.00	2.88
	Deep	*Synagrops microlepis*	0.00	89.02	131.03	0.00	1.52	0.00	4.31

TABLE IV (*continuation and end*; suite et fin)

ZONE	DEPTH	SPECIES	AVERAGE ABUNDANCE S1	S2	S3	N1	N2	N3	Ave. Cont. Dissim (%)
North and South	Deep	*Ariomma bondi*	0.00	19.28	109.88	0.00	0.02	0.00	3.35
		Pterothrissus belloci	0.04	14.49	14.95	0.00	0.59	0.00	3.29
		Peristedion cataphractum	0.21	6.36	10.57	0.00	0.84	0.00	2.61
		Synagrops bellus			15.56	0.00			2.28
		Chascanopsetta lugubris	0.00	0.69	5.58	0.00	0.00	0.00	2.25

DISCUSSION

THE Ancova model explained only about 40 per cent of the variance in total fish catch, most of which was due to Depth, in particular, as well as Zone effects. It is interesting to note the apparent lower catches in the northern area, expressed as average catches (fig. 2). This appears to be a result of various factors such as differences in habitat conditions, but also the likely effect of fishing, which is much more intensive in the northern shrimp fishing grounds.

The results indicate that fish abundance is generally higher in the deeper waters of the continental slope. However, this was a result of the large catches of *Chlorophthalmus agassizi*, in particular, and if we exclude this species, the significant effect of Depth on total fish catch will most probably disappear or become only slightly significant. Also, one should consider the relatively few samples in deeper waters, especially in the north.

The general assumption is that, in tropical waters, higher biomasses are found in shallow, suprathermocline waters (LONGHURST & PAULY, 1987), but this is closely related to the type of fish and habitat in question. In the case of demersal fish, higher abundance is usually observed in habitats characterised by muddy sediments, which appears to be related to the higher production of food items in this habitat (*e.g.* LONGHURST & PAULY, 1987). The present study indicates the opposite with higher biomass at greater depths. This may be the effect of heavy exploitation in shallower waters by industrial trawlers.

The Ancova model included the effect of Year (Time), which was found to be significant. This was seen as significantly higher catches in 1990 compared to other years. However, considering the highly variable catches over time, this result should be interpreted with care as it may be an artifact of exceptionally high catches of for example *Chlorophthalmus agassizi*. Log-transformation was applied to the catch values, but the resulting distribution of the model residuals was slightly skewed, which indicates that one should be wary of cases of mild significance in spite of the fact that Ancova can be considered a robust method. Another problem related to time are the confounding effects of vessel and area sampled. As mentioned before, a different vessel undertook the survey in 1995 and the area sampled over the different years varied.

Non-parametric multidimensional scaling (MDS) has various advantages over other methods in multivariate analysis. Some of these advantages are that it is conceptually simple, there are no limitations on choice of similarity coefficient, species deletion are unnecessary, and it is generally applicable as fewer assumptions are made about the nature and quality of the data (CLARKE & WARWICK, 1994). Thus, when considering biological survey data, it is not necessary to deal with problems related to the skewed distributions of the data and all species can be included, which is important in studies concerning species assemblages.

The data matrix was based on biomass information, assuming that catch is proportional to biomass. In relation to the similarity matrix, a number of coefficients are available, but Bray-Curtis similarity coefficient was chosen as it has the desirable property of not being sensitive to joint absences or

double zeros. If we consider only two samples, this means that the Bray-Curtis coefficient considers species that are present in one or both samples, but if a species is absent in samples, this will have no effect on the coefficient (the two samples are not alike as a result of a joint absence of the species).

Various transformations were applied to the data and the fourth-root transformation was found to be preferable. This transformation gives less weight to abundant species and considers the occurrence of rare species, which will lead to highly distorted MDS results if not dealt with properly. In Anosim, the fourth-root transformation resulted also in higher values of the R statistic, indicating a better distinction between groups. The Anosim procedure does not adjust for pairwise comparisons, but we consider this to be of minor importance as the various methods that were applied gave consistent results.

Spatial structure was found to be important in the definition of demersal fish assemblages in the waters off Guinea-Bissau, expressed as Depth and Zone factors. This result was evident from the MDS results and further reinforced by the Anosim results. This is in line with the results of other studies in tropical and sub-tropical regions (*e.g.* CONNELL & LINCOLN-SMITH, 1999; UNGARO *et al.*, 1999; GARCIA *et al.*, 1998; RODRÍGUEZ *et al.*, 1998; BIANCHI, 1992-a,-b; FAGER & LONGHURST, 1968). It is interesting to note that the same two factors, Depth and Zone, had an important effect on total fish abundance as well as species composition. On the other hand, FARIÑA *et al.* (1997) found that the variability in assemblage structure was determined mainly by temporal changes and, to a lesser extent, by depth and geographical location. But it is important to point out that the study by FARIÑA *et al.* (1997) had a relatively long time scope from 1980 to 1991. This is an important limitation in many studies, including the present, that the time period is often not sufficient to study the effects of time on demersal fish assemblages.

The area under study was divided according to depth and area, based on previous results indicating the importance of sediment type and the position of the thermocline (*e.g.* DOMAIN *et al.*, 1999; LONGHURST & PAULY, 1987; FAGER & LONGHURST, 1968. Furthermore, temperature decreases with depth, varying from an average of 20 °C to 14 °C and chlorophyl values ranged from 2.5 to 0.05 mg per m^3 in shallow and deep waters, respectively (Miriam GUERRA, *pers. comm.*). In the north, sediment is essentially silt or silty sand while in the south, sand or sandy silt are most common.

The difference in sediment types between areas results in different benthos communities and, consequently, in different fish assemblages. For example, the soft muddy sediments in the northern area are characterised by higher abundances of invertebrates such as small crustaceans, gastropods, and polychaetes (INIP & CIPA 1993). Thus, diet preferences and the prey-predator relationships within demersal fish assemblages are expected to play a major role in the spatial distribution of the species involved.

It was possible to distinguish and characterise the different demersal fish assemblages according to depth and zone using a combination of typical and discriminating species. The Simper procedure assists in this process by considering both similarity and dissimilarity between groups and a limit of 2 per cent of species contribution was adopted.

In general terms, demersal fish assemblages were more similar at intermediate depths between areas (fig. 4). On the other hand, greater differences were observed at shallow and deeper waters. There was only one sample from the northern deeper waters, which was dominated by species such as *Merluccius polli, Phycis phycis, Malacocephalus occidentalis and Lophiodes kempi*. This indicates that there are differences between the northern and southern areas in terms of deep-water assemblages, even though the depths sampled were different (approx. 500 m in the north and 200 to 300 m in the south). Also, the total catches were relatively lower in the northern area.

The study by DOMAIN (1977) was the first attempt at characterising the demersal assemblages in the waters of Guinea-Bissau, considering the results from the Guinean Trawl Survey (*e.g.* FAGER & LONGHURST, 1968; WILLIAMS, 1968) as well as two surveys by the R/V *Laurent Amaro* in Guinea-Bissau. Table V presents the results of DOMAIN (1977), which can be considered as a strong sim-

plification of existing demersal assemblages in the area, including some important crustaceans (*Penaeus duorarum, Parapenaeus longirostris, Neptunus validus*), but they are in complete agreement with the present study. However, the results presented by DOMAIN include also information on rocky areas as well as shallow coastal areas. This appears to be related to differences in survey vessels, where the larger Portuguese vessels had difficulties in sampling shallow and/or rocky areas.

TABLE V

Characterisation of demersal assemblages in Guinea-Bissau (Adapted from DOMAIN, 1977)

Caractérisation des peuplements de poissons démersaux en Guinée Bissau (Adapté de DOMAIN, 1977)

HABITAT	DOMINANT SPECIES
Shallow coastal waters	*Galeoides decadactylus* *Pomadasys jubelini* *Pseudotolithus typus*
Muddy sediments	*Brachydeuterus auritus* *Cynoglossus canariensis* *Pseudotolithus senegalensis* *Vomer setapinnis* *Penaeus duorarum* *Neptunus validus*
Deeper waters below thermocline	*Brotula barbata* *Dentex* sp. *Parapenaeus longirostris*
Sandy/Rocky areas	*Epinephelus aeneus* *Pagellus coupei* *Pagrus ehrenbergi* *Pseudupeneus prayensis*

A comparison with the more general results of FAGER & LONGHURST (1968), for the western Gulf of Guinea, indicate a similar list of species that dominate and characterise certain depths. This is the case when considering the study DOMAIN *et al.*, (1999) for Guinea, which considered both the effects of depth and sediment. But in terms of distinct species assemblages, the results can be considered different as a result of the criteria used in defining groups in each study. However, if we should adopt similar depth strata and a more intuitive approach to group classification, we expect to obtain more similar results. Again, the major differences, which cannot be explained by the criteria applied, appear to be a result of poor sampling in shallow and/or rocky areas in the present study. For example, species such as *Arius* spp., *Pomadasys* spp, *Pentanemus quinquarius, Polydactylus quadrifilis*, and some *Pseudotolithus* spp. are considered important in shallow coastal or estuarine waters, but they are absent in our groups of typical species. This is the same for various grouper and snapper species, which are considered characteristic of rocky bottoms and poorly represented in the present study.

On the other hand, the present study considers samples taken at relatively shallow depths of around 10 to 20 m, which does not agree with poor sampling at these depths. It is interesting to note that the species in question, characteristic of shallow coastal waters and/or rocky grounds are also economically important species in the artisanal and industrial fisheries. Various shark species such as *Mustelus mustelus, Rhizoprionodon acutus*, and *Dasyatis margarita*, which are caught frequently by the fisheries and presumed common, did not appear to be abundant. This may also be an effect of fishing as shark species are known to be more sensitive to exploitation. However, we cannot resolve this matter at present, but consider it crucial that further research should focus on the possible changes taking place in the Guinea-Bissau ecosystem as a result of fishing pressure.

The general classifications given in LONGHURST & PAULY (1987; including FAGER & LONGHURST, 1968) are supported by the findings of the present study, including the important role of depth and sediment type in the definition of distinct demersal fish assemblages. This has important implications when considering the effects of fisheries that are typically multi-specific and the implementation of an ecosystem approach to resource assessment. An attempt should be made at bringing all the available information together, including fisheries data, in order to study possible changes that have occurred over time. The relationship between the high abundance of species such as *Brachydeuterus auritus* and *Chlorophthalmus agassizi* and, in contrast, what appears to be a low abundance of important commercial species should be studied in relation to fishing pressure. The recent compilation of historical trawl survey data will make it possible to assess the effect of fishing on demersal assemblages over time for recent decades.

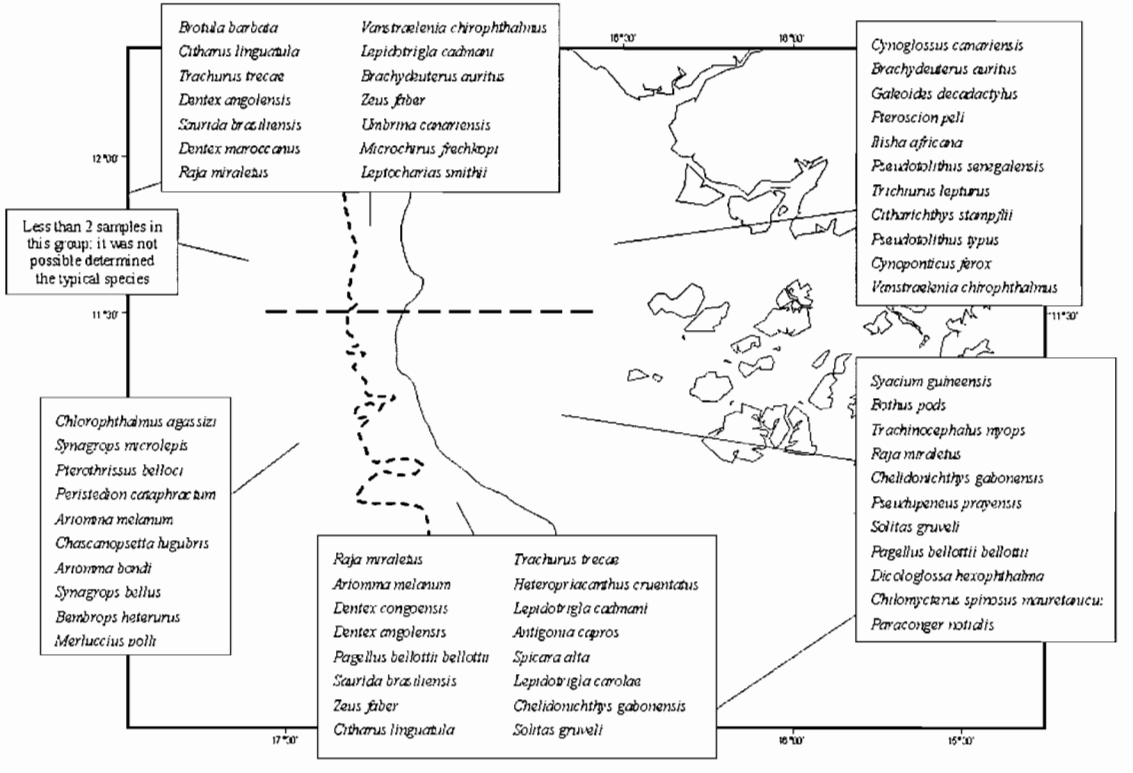


FIG. 4. — A schematic representation of typical demersal fish assemblages found in Guinea-Bissau. The species represented here were those that presented a contribution of more than 2 per cent in the within group similarity. (Simple line- bathymetric of 50 meters; Dashed line- bathymetric of 200 meters; Division line between North and South based on general sediment types).

Une représentation schématique des peuplements typiques des poissons démersaux rencontrés en Guinée Bissau. Les espèces représentées ici sont celles qui présentent une contribution de plus de deux pour cent dans la similarité intragroupe. (Ligne simple – bathymétrie de cinquante mètres ; Ligne pointillée – bathymétrie de deux cents mètres ; Ligne de division entre le nord et le sud fondée sur le type de sédiment.

AKNOWLEDGEMENTS

THE present study was made possible through the "Fisheries Information and Analysis System (FIAS/Siap)" project, funded by the European Commission. We would like to thank Miriam GUERRA for the compilation of information on sediments characteristics, Louize HILL and Ana MOREIRA for their help in improving this paper. We are also grateful to all our colleagues that participated in the surveys in the context of Guinea Bissau/Portugal collaboration, for their efforts and motivation in the work carried out.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

BERRIT (G. R.) & J. P. REBERT, 1977. — « Océanographie physique et productivité primaire », *in* BERRIT, (1977) : pp. 1-60.

BERRIT (G. R., éd), 1977. — *Le milieu marin de la Guinée Bissau et ses ressources Vivantes*, Orstom.-ministère de la Coopération, Republique française, 153 p.

BIANCHI (G.), 1992-a. — « Study of the Demersal Assemblage of the Continental Shelf and Upper Slope off Congo and Gabon, Based on the Trawl Surveys of the RV "Dr Fridtjoj Nansen" », *Marine Ecology Progress Series*, 85: pp. 9-23.

BIANCHI (G.), 1992-b. — « Demersal Assemblages of the Continental Shelf and Upper Slope of Angola. », *Marine Ecology Progress Series*, 81: pp. 101-120.

CHAPMAN (M. G.) & A. J. UNDERWOOD, 1999. — « Ecological Patterns in Multivariate Assemblages. Information and Interpretation of Negative Values in Anosim Tests. », *Marine Ecology Progress Series*, 180: pp. 257-265.

CLARKE (K. R.) & R. M. WARWICK, 1994. — *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, Plymouth Marine Laboratory, UK, 144 p.

CLARKE (K. R.) & R. N. GORLEY, 2001. — *Primer v5. User Manual/Tutorial*, Plymouth Marine Laboratory (UK), 91 p.

CONNELL (S. D.) & M. P. LINCOLN-SMITH, 1999. — « Depth and the Structure of Assemblages of Demersal Fish: Experimental Trawling along a Temperate Coast », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48: pp. 483-495.

DOMAIN (F.), 1972. — « Poissons démersaux du plateau continental sénégambien. Application de l'analyse en composantes principales à l'étude d'une série de chalutages », *Cah. Orstom, sér. Océanogr*, 10 (2) : pp. 111-123.

DOMAIN (F.), 1977. — « *Les ressources démersales* », *in* BERRI (1977) : pp. 86-117.

DOMAIN (F.), 1980. — « *Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du Golfe de Guinée* », th. doct. d'État, univers. Paris-VI, t. I, 342 p.

DOMAIN (F.), M. KEITA & E. MORIZE, 1999. — «*Typologie générale des ressources démersales du plateau continental*» *in* DOMAIN, CHAVANCE & DIALLO (1999) : pp. 53-86

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO, 1999. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, I.R.D.-C.N.S.H.B., 393 p.

FAGER (E. W.) & A. R. LONGHURST, 1968. — « Recurrent Groups Analysis of Species Assemblages of Demersal Fish in the Gulf of Guinea », *J. Fish. Res. Board. Can.*, 25 (7): pp. 1405-1421.

FARIÑA (A. C.), J. FREIRE & E. GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1997. — « Demersal Fish Assemblages in the Galician Continental Shelf and Upper Slope (NW Spain): Spatial Structure and Long-term Changes », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44: pp. 435-454.

FIELD (J. G.), K. R. CLARKE & R. M. WARWICK, 1982. — « A Practical Strategy for Analyzing Multispecies Distribution Patterns », *Marine Ecology Progress Series*, 8: pp. 37-52.

FROESE (R.) & D. PAULY. (éd.), 2000. — *FishBase 2000: Concepts, Design and Data Sources*, Iclarm, Manila (Philippines), 256 p.

GARCÍA (C. B.), L. O. DUARTE & D. VON SCHILLER, 1998. — « Demersal Fish Assemblages of the Gulf of Salamanca, Colombia (Southern Caribbean Sea) », *Marine Ecology Progress Series*, 174: pp. 13-25.

INIP & CIPA, 1993. — *IV Campanha do NE "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Maio a Junho de 1991*, Relatório Técnico Científico, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa, 70 : 381 p.

INIP & LBM, 1989. — *Campanha do NI "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau, Abril-Maio de 1988*, Relatório Técnico Científico, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa 18, 196 p.

INIP & LBM, 1990. — *Campanha do NI "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau, Março - Abril de 1989*, Relatório Técnico Científico, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa 30, 236 p.

INIP & LBM, 1992. — *III Campanha do NE "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Abril a Junho de 1990*, Relatório Técnico Científico, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa 63, 344 p.

IPIMAR & CIPA, 1996. — *V Campanha do NI "Capricórnio" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Maio a Julho de 1995*, Relatório Técnico Científico, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa, 23 : 202 p.

LLINAS (O.), O. GONZALES & O. RUEDA (éd.), 1996. — *Oceanografia y recursos marinos en el atlántico centro-oriental*. Instituto Canário das Ciências Marinas, Las Palmas de Gran Canaria, 658 p.

LONGHURST (A. R.) & D. PAULY, 1987. — *Ecology of Tropical Oceans*, Academic press, 407 p.

MARTOS (A. R.) & L.F. PERALTA, 1996. — « *Las comunidades demersales del Golfo de Guinea en la campanã "Guinea 90": capturas y distribution* », *in* LLINAS, GONZALEZ & RUEDA (1996) : pp. 337-395.

RODRÍGUEZ (R. J.), C. L. A. ABITIA, M. F. GALVÁN, S. GUTIÉRREZ, P. B. AGUILAR & M. J. ARVIZÚ, 1998. — « Ecology of Fish Communities from the Soft Bottoms of Bahía Concepción, México », *Arch. Fish. Mar. Res.*, 46 (1): pp. 61-76.

STRØMME (T.), 1984. — « Final Report of the R/V *DR. Fridtjof Nansen* Fish Resource Surveys off West Africa from Agadir to Ghana, May 1981 - Mar 1982: Report on the R/V *DR. Fridtjof Nansen* Surveys Off West Africa: Morocco to Ghana, and Cape

Verde, May 1981-March 1982 », *CECAF-ECAF Series*, n° 84/29 : pp. 1-155.

UNGARO (N.), C. A. MARANO, R. MARSAN, M. MARTINO, M. C. MARZANO, G. STRIPPOLI & A. VLORA, 1999. — « Analysis of Demersal Species Assemblages from Trawl Surveys in the South Adriatic Sea », *Aquat. Living Resour*, 12 (3): pp. 177-185.

VILLEGAS (L.) & S. GARCÍA, 1983. — *Demersal Fish Assemblages in Liberia, Ghana, Togo, Benin and Cameroon, CECAF Series*, 83/26, 16 pp.

WILLIAMS (F.), 1968. — *Report on the Guinean Trawling Survey*, Publication 99 of the Organization of African Unity, Scientific, Technical and Research Commission.

Évolution de la diversité spécifique & des dominances dans les campagnes de chalutage démersal du Sénégal et de la Guinée

— Article —

Changes in Diversity & Dominances in Demersal Survey off Senegal and Guinea

— Article —

Gilles DOMALAIN [1], Didier JOUFFRE [2], Djiby THIAM [3], Sory TRAORÉ [4] & Charlès-Louis WANG [5]

1. — Ingénieur bio-statisticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development–Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet , B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

2. — Biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

3. — Biologiste halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye
Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra)
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*]
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

4. — Biologiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B)
[*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*]
B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

5. — Statisticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002

RÉSUMÉ

EN AFRIQUE de l'Ouest comme ailleurs, la plupart des études relatives à l'impact de l'exploitation, perçues au travers de l'analyse des campagnes scientifiques de chalutage, restaient jusqu'à présent de nature monospécifique. L'appréhension des évolutions des peuplements au niveau multispécifique, est pourtant d'un intérêt croissant lorsque l'on étudie les transformations que subissent les communautés. À travers des exemples du Sénégal et de la Guinée, les techniques fondées sur les calculs d'indices multispécifiques, les courbes de distribution et enfin les méthodes d'essence multivariées sont présentées et commentées. Dans le cas du Sénégal, ces techniques mettent en évidence une faible augmentation de la diversité en fin de période d'étude ainsi que le rôle dominant de quelques espèces.

En Guinée, on assiste à une faible baisse de la diversité à partir de 1990, et à des modifications plus profondes des peuplements ; mais, dans un cas comme dans l'autre, l'évolution globale sur la période est marquée par une relative stabilité de la diversité spécifique observée. Ce résultat, qui irait dans le sens d'une certaine résilience des écosystèmes en question, est cependant à prendre avec prudence compte tenu du niveau de sensibilité des indices utilisés.

Mots clés

Dominance — Diversité spécifique — Communautés
Guinée — Sénégal

ABSTRACT

IN WEST Africa, most of the studies related to the impact of fisheries exploitation are perceived through the analysis of scientific trawl surveys, and have so far dealt with single species. The study of structural changes in assemblages at a multispecific level, are however of increasing interest for understanding community transformations. Through examples of Senegal and Guinea, techniques based on multispecific calculations of indices, distribution curves and multivariate methods are presented. In the case of Senegal, these techniques highlight a weak increase in diversity at the end of the study period and the dominant role of some species. The surveys that have been carried out in Guinea indicate a weak decline of diversity since 1990 and change in the structure of the demersal communities.

Overall, the general trend over the whole period is marked in both cases by a relative stability of observed specific diversity. This result, which indicates a certain resilience of the related ecosystems, is however tentative, taking into account the sensitivity of the indices used here.

Key words

Dominance — Diversity — Communities — Guinea — Senegal

INTRODUCTION

JUSQU'À une période récente, la majorité des études relatives aux communautés démersales de la Guinée et du Sénégal étaient de nature monospécifique et se focalisaient sur des espèces particulières, présentant un intérêt commercial majeur. Ce constat régional est le reflet d'une situation historique également valable à l'échelon mondial. Ce n'est que récemment que des préoccupations de nature écosystémiques et multipécifiques se sont fait jour dans le domaine de la recherche halieutique (LOBRY *et al.*, 2003). Désormais, l'analyse des communautés marines, et en particulier des communautés côtières, constitue une voie de recherche importante face à l'exploitation croissante des écosystèmes qui les abritent (voir par exemple GAERTNER, 1997 ou MILLER, 1995). Ainsi divers indicateurs des changements observés dans les assemblages de poissons ont été développés, ou simplement mis en œuvre et discutés ces dernières années (ROCHET & TRENKEL, 2003). D'une manière générale, ces indicateurs ont pour vocation d'apprécier les transformations qui surviennent dans les communautés, notamment celles qui peuvent être imputées à l'exploitation halieutique.

Par rapport à une telle problématique (celle de l'étude de la diversité spécifique en relation avec la pression de pêche), les campagnes de chalutage expérimentales effectuées dans les pays de la sous-région au cours de ces dernières décennies offrent un champ d'investigation particulièrement riche (LOBRY *et al.*, 2003). La présente étude, dans laquelle un certain nombre de méthodes qui s'intéressent à la diversité spécifique sont appliquées aux campagnes de chalutage démersales réalisées en Guinée et au Sénégal entre 1985 et 1995, s'inscrit dans cette logique. Pour chacun des deux pays et pour la période considérée on se trouve en effet dans une situation d'effort de pêche fortement croissant (GASCUEL *et al.*, 2003), surtout en Guinée où les ressources côtières (seules prises en compte dans cette étude) étaient considérées comme vierges en 1985 (DOMAIN, 2000). Divers travaux attestent par ailleurs que l'abondance, au moins pour les espèces ciblées, a fortement diminué, au Sénégal comme en Guinée, au cours de la période considérée (GASCUEL & THIAM 1994, GASCUEL *et al.*, 1997 ; GASCUEL *et al.*, 2003). Dans un tel contexte, l'objectif de la présente étude est donc de chercher à voir si la biodiversité spécifique a été affectée ou, du moins, si les méthodes et indices courants permettent de mettre en évidence un changement de cette diversité à partir des données disponibles.

MATÉRIEL & MÉTHODES

Les données

LES campagnes de chalutage démersales retenues pour cette étude sont celles effectuées au Sénégal entre 1986 et 1995 par le *Louis-Sauger* et en Guinée, entre 1985 et 1995, par l'*André-Nizery* (tabl. I).
De manière à conserver des séries temporelles homogènes et comparables, seules certaines campagnes ont été conservées. L'analyse ne portera donc que sur les traits effectués en saison froide (de janvier à juin), dans la tranche bathymétrique s'étendant de zéro à cinquante mètres, dans le cas du Sénégal, et dans celle allant de zéro à vingt mètres, dans le cas de la Guinée. Les données statistiques recueillies au cours des différentes campagnes sont sensiblement identiques quel que soit le navire.

Pour chaque espèce, outre la détermination taxonomique, les poids et les effectifs sont relevés ; malheureusement, cette procédure ne s'applique pas à toutes les campagnes ni à tous les taxons et, dans certains cas, les effectifs ne sont pas toujours mentionnés ; de fait, les analyses porteront uniquement sur les biomasses.

TABLEAU I

Nombre de stations par année et par navire

Number of trawl hauls by year and vessel

N/O	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	TOTAL
André-Nizery	139	131	66	138	142	88	367	156			79	1306
Louis-Sauger		67	71	71	140	72	73	71	68	71	65	768

Un problème propre à toutes les campagnes concerne les procédures de détermination des espèces ; les méthodes employées étant liées principalement aux variations de diversité spécifique, il est essentiel que le système de nomenclature soit conservé dans les séries de campagnes. Dans les jeux de données, plusieurs modifications sont survenues dans les critères de détermination, en particulier en ce qui concerne les taxons les plus rares (regroupement d'espèces, remontée au niveau taxonomique supérieur). Pour remédier à cette situation, un travail important portant sur la taxonomie a été entrepris ; il s'appuie en premier lieu sur une standardisation des appellations. Dans un second temps, les taxons qui apparaissent dans moins de un pour cent des relevés ont été éliminés ; dans le cas du Sénégal, nous avons ainsi réduit le nombre de taxons de 291 à 183 (de 300 à 77, pour la Guinée).

Les méthodes d'analyses

Les changements intervenant dans les communautés au cours du temps peuvent être appréhendés par le biais de diverses méthodes ; parmi les techniques d'un usage courant, on peut citer les méthodes fondées sur les calculs d'indices, sur les dominances, sur les spectres de taille).

En fonction des données dont nous disposions, nous avons retenu des méthodes simples à mettre en œuvre ; d'une part, nous avons choisi celles qui sont fondées sur des calculs d'indices et qui appréhendent la diversité de manière globale ; d'autre part, celles qui sont liées aux courbes de dominance.

Les indices qui visent à décrire la biodiversité spécifique sont nombreux ; ils prennent généralement en compte deux aspects complémentaires : la richesse spécifique qui dépend directement du nombre d'espèces présentes dans le relevé et l'équitabilité qui décrit la répartition des taxons. Les indices s'attachent à décrire la biodiversité de manière très globale ; en ce sens, à aucun moment, il n'est fait référence à une espèce mais plutôt au positionnement de l'ensemble des espèces, si bien que deux relevés sans taxon commun peuvent présenter des valeurs égales.

Les indices fondés sur la richesse spécifique dépendent du nombre d'espèces (N) présentes dans un trait de chalut ; leurs valeurs dépendent en particulier de la taille de l'échantillon. Une mesure un peu moins brute est apportée par l'index de MARGALEF (1958) :

$$d = (S - 1)/\log N.$$

L'indice de Shannon-Weaver H' (Shannon, 1948) d'une utilisation courante en écologie, fait intervenir le nombre d'espèces présentes, leur proportion relative et la taille de l'échantillon.

$$H' = -\sum_{1}^{n} (P_i * \mathrm{Log}(P_i))$$

où p est la proportion de l'effectif total pour la i^e espèce

Les deux indices de HILL, N1 et N2 (HILL, 1973) sont également fréquemment rencontrés :

$$N1 = \mathrm{Exp}\,(H')_s$$

$$N2 = 1/H'$$

Les courbes k-dominance initiées par LAMBSHEAD *et al.* (1983) puis par WARWICK (1986), présentent sur un même graphique, l'abondance cumulative relative par rapport au rang de l'espèce. L'axe des abscisses où est reporté le rang de l'espèce est exprimé généralement en logarithme. Si une courbe se situe toujours au-dessus d'une autre, c'est qu'elle présente une situation de moindre diversité. Les courbes k-dominance présentent un intérêt particulier par la simplicité de leur mise en œuvre et par leur interprétation aisée, fondée sur l'évolution de la dominance.

L'emploi de cette technique graphique ne permet pas d'obtenir des informations sur les changements qui peuvent survenir au niveau des taxons ; nous avons donc choisi d'effectuer également une analyse en composante principale non normée sur les dominances ; celle-ci est effectuée sur les relevés où les espèces sont exprimées en pourcentage de la biomasse totale du trait.

RÉSULTATS

Le Sénégal

LES INDICES

LES indices que nous avons retenus sont très fortement corrélés (le coefficient de corrélation de Spearman entre d et les autres indices dépasse 0,7, entre H', N1 et N2, il dépasse 0,95). Nous ne conserverons donc pour la suite de l'analyse que d, H' et N2. Les variations de la moyenne des indices par trait sont peu importantes au cours du temps (fig. 1). Une analyse de variance portant sur l'année, en tant que facteur explicatif, met en évidence un effet significatif pour l'ensemble des éléments mais son pouvoir explicatif reste néanmoins très faible ($P < 0,001$; $R^2 = 0,04$). L'indice de Margalef et donc le nombre d'espèces connaissent un léger accroissement à partir de 1993, ce qui est peut-être à relier à une modification de la procédure de détermination (changement des responsables). Les variations temporelles de H' et N2 suivent les mêmes tendances soit une forte stabilité suivie par une faible augmentation en fin de période (1994 et 1995).

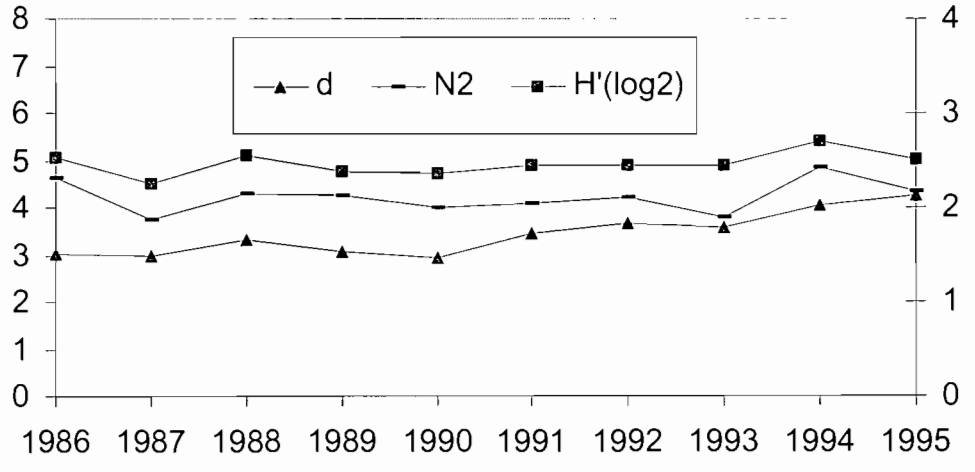


FIG. 1. — *Variations temporelles des indices d, H' et N2 au Sénégal entre 1986 et 1995.*
Trends of indexes d, H' and N2 in Senegal between 1986 and 1995.

L'ÉVOLUTION DES DOMINANCES

L'évolution des dominances en fonction du temps montre également une certaine constance (fig. 2). À l'exception de l'année 1992, les courbes présentent des profils similaires et des distributions d'espèces homogènes.

L'année 1992 se démarque des autres séries par la forte contribution de la première espèce correspondant à l'abondance remarquablement élevée des *Brachydeuterus auritus* (*cf.* ci-dessous). On ne remarque pas de tendance générale, les différentes années ne s'échelonnant pas suivant un gradient particulier.

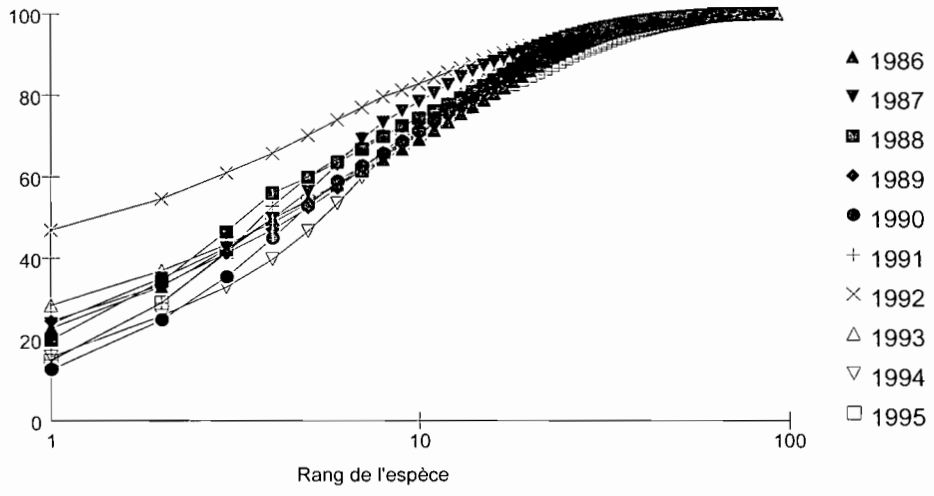


FIG. 2. — *Variations temporelles des dominances au Sénégal entre 1986 et 1995*
Trend of K-dominance in Senegal between 1986 and 1995.

Les analyses en composantes principales menées sur les taxons (biomasse exprimée en pourcentages) confirment ces résultats globaux et permettent de préciser les espèces qui interviennent dans les modifications de dominance.

L'A.C.P. met en relief (fig. 3) les espèces qui présentent des valeurs particulières et leur relation avec les années.
On peut ainsi noter que seuls quelques taxons contribuent de manière significative à la formation des axes 1 et 2, ce qui est révélateur de pourcentages élevés dans les stations.

La confrontation à la représentation des barycentres de modalités permet de préciser la correspondance avec certaines années. Les *Brachydeuterus auritus* apparaissent fortement dominants en 1992, 1993 et 1987.

Les *Chloroscombrus chrysurus* (et dans une moindre mesure *Galeoides decadactylus, Arius* spp., *Pteroscion peli.*) sont très présents en 1986, 1988, 1989 et 1994. L'année 1991 correspond à une expansion de *Pagellus bellottii bellottii* et *Trachurus trecae*.

Enfin les années 1995 et 1990 ne sont pas marquées par des taxons spécifiques et sont caractérisées par une forte diversité.

La Guinée

LES INDICES

Tout comme précédemment, les corrélations à l'intérieur des familles d'indices sont très fortes (coefficient de corrélation supérieur à 0,9). Une analyse de variance menée sur le facteur « année » est significative pour tous les indices, mais les valeurs du coefficient de détermination restent très faibles (R^2 = 0,03). On peut noter que les valeurs moyennes (fig. 4), si elles présentent quelques variations d'ampleur limitée (valeurs de N2 et H' plutôt à la hausse avant 1990, puis à la baisse ensuite), demeurent relativement stables si l'on considère l'ensemble la période analysée. En fait, seul l'indice d connaît une baisse ponctuelle en 1989, le reste étant plutôt caractérisé par un certaine stabilité.

L'ÉVOLUTION DES DOMINANCES

Les courbes de k-dominance évoluent de manière cohérente avec les indices de diversité (fig. 5). Les années comprises entre 1985 à 1990 présentent des valeurs plus basses que les suivantes (seule l'année 1988 constitue une exception). La situation de l'année 1995 dans la partie supérieure du diagramme confirme bien la légère chute de diversité observée précédemment.

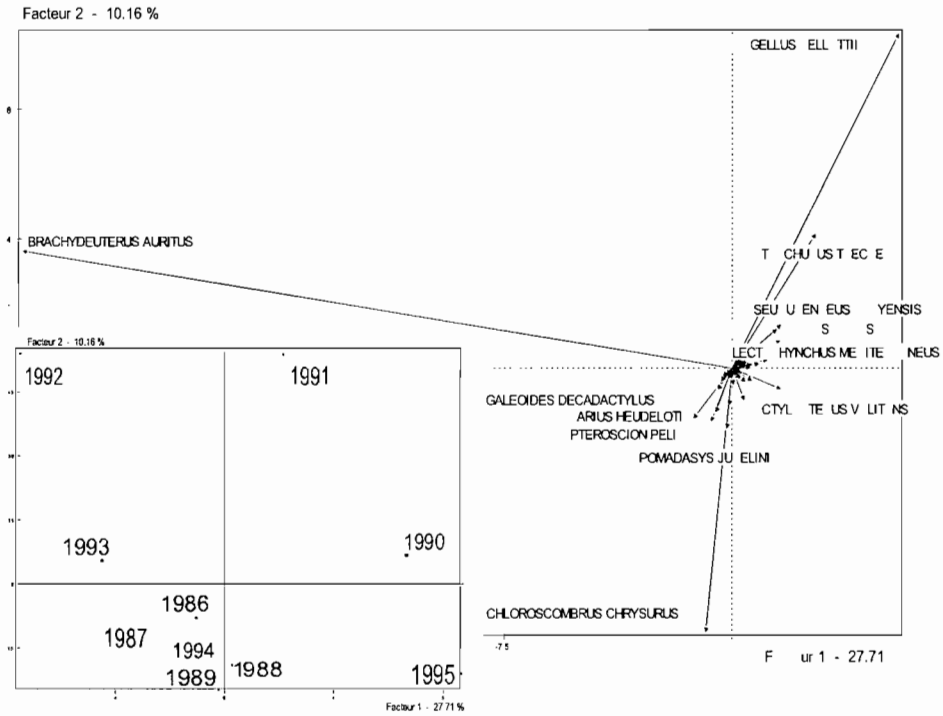


FIG. 3. — *A.C.P. sur les dominances au Sénégal entre 1986 et 1995 (modalités et espèces).*
PCA dominance in Senegal between 1986 and 1995 (species and years).

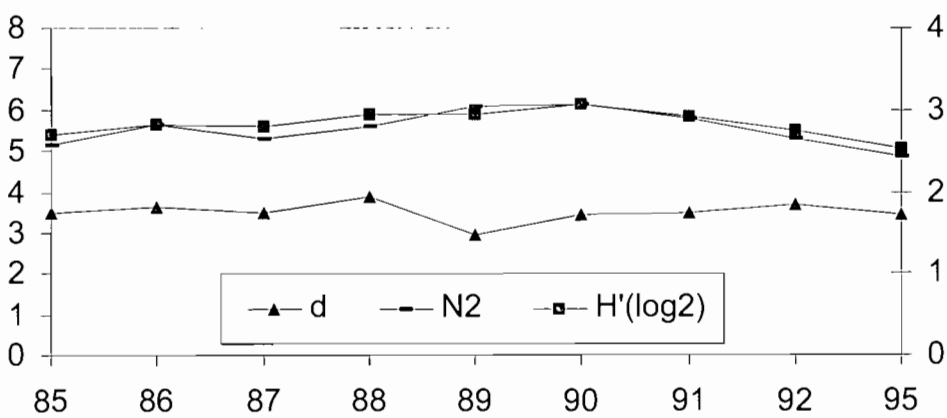


FIG. 4. — *Variations temporelles des indices d, H' et N2 en Guinée entre 1985 et 1995.*
Trends of the indices d, H' and N2 in Guinea between 1985 and 1995.

Les résultats de l'A.C.P. (fig. 6) présentent de fortes oppositions entre les groupes d'années, l'année 1995 se situant à part.

L'axe 1 oppose deux groupes temporels dont les espèces dominantes son différentes. Les trois premières années de la période sont caractérisées par de forts pourcentages de *Pagrus* spp. et de *Ephippion guttifer*, les années suivantes jusqu'en 1991 présentent des valeurs importantes de Scianidés et d'Aridés.

L'année 1995 présente un profil particulier dominé par les *Chloroscombrus* et les *Brachydeuterus*.

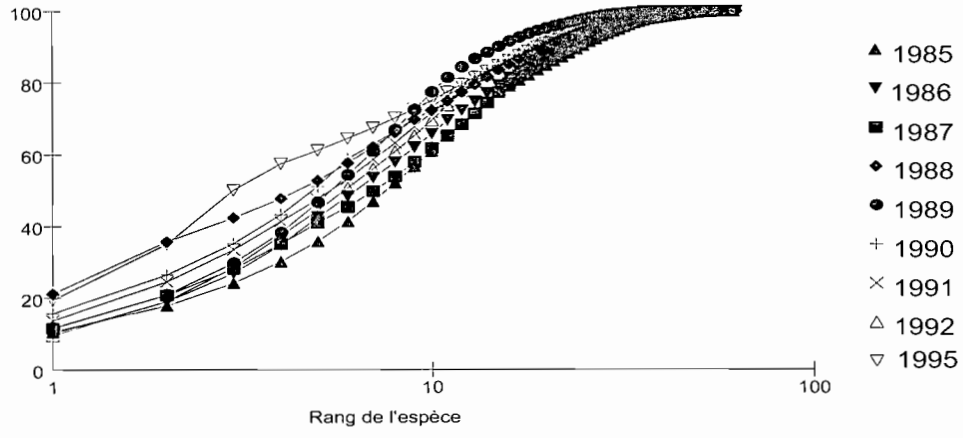


FIG. 5. — *Variations temporelles des dominances en Guinée entre 1985 et 1995.*

Trend of K-dominance in Guinea between 1985 and 1995.

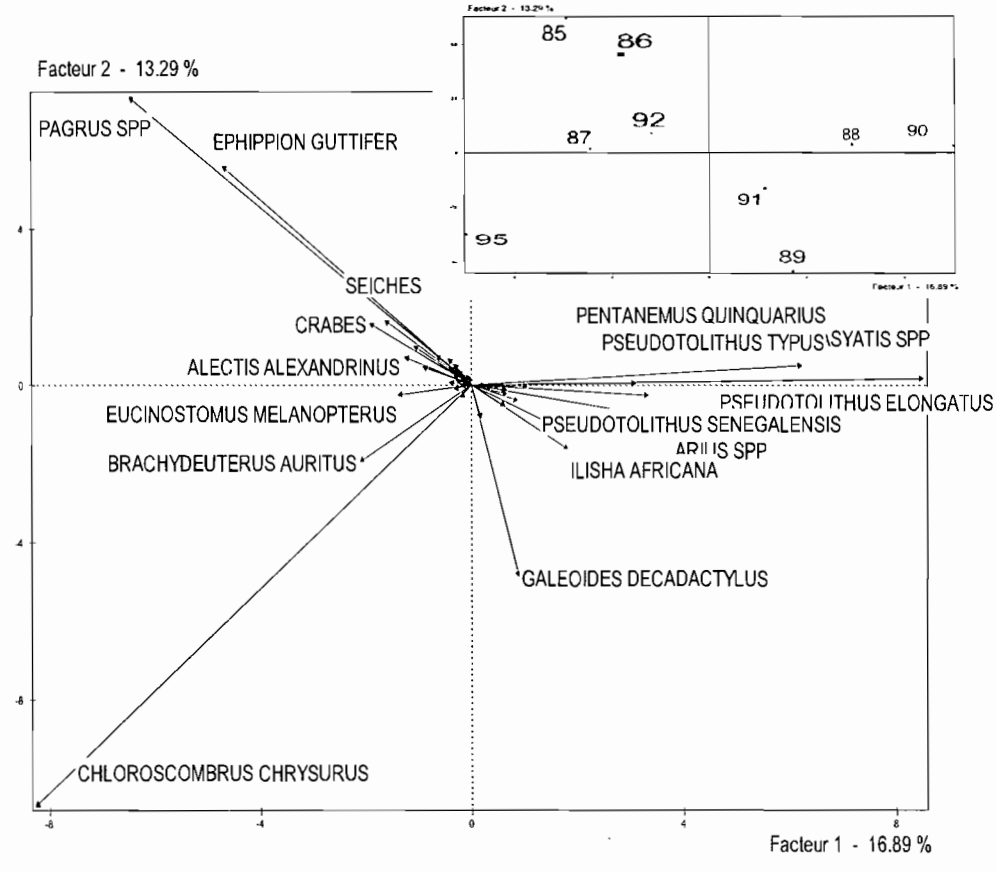


FIG. 6. — *A.C.P. sur les dominances en Guinée entre 1985 et 1995 (modalités et espèces).*

PCA of dominance in Guinea between 1985 and 1995 (species and years).

Discussion

Les différentes analyses menées sur les campagnes du *Louis-Sauger* au Sénégal montrent des résultats cohérents entre eux : la diversité connaît une période de stabilité jusqu'en 1993 et les deux années suivantes connaissent un faible accroissement.

En ce qui concerne les dominances, si l'ensemble de la série est relativement homogène (seule l'année 1992 présente un profil particulier), les distributions d'espèces connaissent de fortes fluctuations sans qu'une espèce ne s'impose particulièrement sur une longue durée et les taxons prépondérants différent en fonction des années considérées. L'année 1991 est associée aux *Pagellus bellottii bellottii* et *Trachurus trecae*. 1992 voit survenir une forte dominance des *Brachydeuterus auritus* ; les autres années correspondent aux *Chloroscombrus chrysurus*, *Galeoides decadactylus*, *Pteroscion peli*... Mis à part le fait que ces peuplements de la zone côtière sénégalaise sont dominés par les *Brachydeuterus auritus*, on ne remarque pas de structure pérenne ou qui se répète pendant un certain nombre d'années.

On ne remarque pas non plus d'évolution chronologique très claire des dominances. Autrement dit, la situation observée sur la période n'est pas celle d'un remplacement progressif d'un type de peuplement (avec son cortège d'espèces dominantes) par un autre (caractérisé par un cortège de dominances différent) Ce résultat est cohérent avec ceux obtenus par JOUFFRE *et al.* (2003), à l'échelon régional.

Le Sénégal, ayant subi une forte pression de pêche depuis plusieurs décennies, de nombreuses études dans le cadre monospécifique soulignent les changements qui ont pu intervenir dans la pêcherie, notamment sur les espèces à fortes valeurs commerciales (GASCUEL & THIAM, 1994 ; CAVERIVIÈRE, 1994 ; BARRY *et al.*, 2003 ; GASCUEL *et al.*, 2003 ; LAURANS *et al.*, 2003) ; pourtant, dans les résultats des analyses, nous n'observons pas de modifications profondes et stables du cortège faunistique. Ce résultat est d'ailleurs à mettre en rapport avec l'indice brut d'abondance totale tel qu'estimé par ces mêmes données de campagnes. Pour le Sénégal, en effet, les rendements moyens par traits standardisés (tabl. II), s'ils montrent des fluctuations très importantes d'une campagne à l'autre, ne révèlent pas de tendance significative sur la période considérée.

TABLEAU II

Capture moyenne par trait de chalut (kg/trait)

Mean catch of trawling operation (kg per haul)

ANNÉE	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Louis-Sauger	-	331	464	377	309	190	238	286	378	453	203
André-Nizery	257	278	238	250	280	224	200	173	-	-	146

Dans le cas de la Guinée, considérée comme à l'état de stock vierge jusqu'en 1985 (DOMAIN *et al.*, 1999), une baisse modérée de la diversité spécifique s'observe depuis 1991 ; elle s'accentue en 1995 mais conserve néanmoins des niveaux comparables à ceux du début de l'exploitation. Ces résultats sont cohérents avec ceux de LOBRY *et al.* (2003).

En termes de dominance, nous assistons à une succession de remplacements des taxons principaux. Les *Pagrus* spp. et *Ephipion guttifer* sont remplacés par les Ariidés et les Scianidés, 1995 voyant une arrivée massive des *Chloroscombrus* et des *Brachydeuterus*.

Par rapport aux variations de l'abondance totale, on observe une diminution progressive et assez nette de celle-ci (tabl. II).
Il semble donc que les peuplements anciens et reproductibles que l'on observait auparavant soient maintenant moins abondants et qu'ils soient dominés par les espèces des genres tels que *Brachydeuterus* et *Chloroscombrus*.

Le Sénégal et la Guinée semblent se trouver à des stades d'exploitation proches actuellement mais les campagnes analysées ne s'inscrivent pas dans la même perspective historique.

Dans le cas de l'*André-Nizery*, les premières années d'études montrent des peuplements stables soumis à une très faible exploitation ; dans la période la plus récente et en accord avec l'interprétation écologique de la dynamique des peuplements donnée par FRONTIER & PICHOD-VIALE (1991), nous voyons apparaître des espèces dominantes de faible taille et de longévité courte ; cette apparition présente des similitudes avec la situation décrite par BLANCHARD (2000) dans le golfe de Gascogne. Les campagnes menées au Sénégal par le *Louis-Sauger* montrent sans doute des populations qui ont déjà subi des perturbations importantes et qui présentent déjà ces caractéristiques de peuplement.

Tout semble donc se passer comme si, en début d'exploitation, l'écosystème voyait sa diversité diminuer (de manière modérée) et les peuplements évoluer (notamment en terme d'abondances).
Par la suite, malgré un accroissement de l'effort de pêche, les dominances des différentes espèces semblent fluctuer sans tendance et la diversité spécifique moyenne présente des caractéristiques de stabilité.

CONCLUSION

L'UTILISATION de plusieurs méthodes complémentaires permet d'avoir une vision large de l'évolution des communautés : les indices permettent d'observer les variations de la diversité spécifique et de la quantifier, les courbes k-dominance complétées par les analyses multivariées montrent les changements des dominances et les espèces qui en sont responsables. Les indicateurs retenus dans ce travail permettent de mettre en évidence les changements d'espèces au cours du temps. Dans le cas du Sénégal, soumis depuis de nombreuses années à une exploitation forte, le peuplement démersal semble indiquer une instabilité des structures et des profils d'espèces assez erratiques d'une année à l'autre, tandis que la diversité globale serait relativement stable.
En Guinée, le peuplement ancien semble en voie d'être remplacé par des espèces présentant les mêmes caractéristiques (longévité courte, stratégie démographique, petite taille) qu'au Sénégal. Cette évolution de début d'exploitation se traduirait par une perte de diversité.

Ces résultats vont dans le sens d'une certaine résilience des écosystèmes considérés. Ils doivent cependant être considérés avec prudence, surtout ceux relatifs à la diversité et à son caractère relativement stable.

S'il est difficile en effet de juger dans l'absolu d'une valeur de diversité, cela est d'autant plus vrai lorsqu'il s'agit de juger de son amplitude de variabilité. Ainsi le caractère relativement stable de la diversité tel qu'observé dans cette étude — surtout pour le Sénégal mais aussi (à un degré moindre) pour la Guinée — pourrait être la conséquence d'un manque de sensibilité des indices et des méthodes d'échantillonnage utilisés. Nous rejoignons sur point certains éléments de la discussion de LOBRY *et al.*(2003).

REMERCIEMENTS

Nous remercions les relecteurs anonymes
dont les remarques ont très largement contribué à améliorer la qualité du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY (M.) M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL, 2003. — « Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises », *in* CHAVANCE *et al.* (éd ;, 2004) : pp. 183-194.

BLANCHARD (F.), 2000. — « Une approche de la dynamique de poissons démersaux exploités : analyse comparée de la diversité spécifique dans le golfe de Gascogne (océan Atlantique) et dans le golfe du Lion (mer Méditerranée) », *Aquat. Living Resour.*, 14 : pp. 29-40.

CAVERIVIÈRE (A.), 1994. — « Comparaison sur une période de 20 ans (1972-1992) des indices d'abondance obtenus sur le plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage de fond », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : t. II, pp. 163-177.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement*, [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n° 15 Vol. 1.

CLARKE (K. R.) & R. M. WARWICK, 1994. — "Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, Plymouth, Plymouth Marine laboratory, 144 p.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd.), 1999. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, I.R.D.-C.N.S.H.B.

FRONTIER (S.) & D. PICHOD-VIALE, 1991. — *Écosystèmes: structure, fonctionnement, évolution*, Paris, Masson, 447 p.

GAERTNER (J. C.), 1997. — *Organisation des assemblages démersaux dans le golfe du Lion: structures spatiales et stabilité temporelle*, th. doct., univers. de la Méditerranée, Centre d'océanologie de Marseille, 139 p. + annexes.

GASCUEL (A.) & M. THIAM, 1994. — « *Évolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises : estimation par modélisation linéaire des P.U.E.* », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : t. II, pp. 191-213.

GASCUEL (D.), F. DOMAIN & P. CHAVANCE, 1997. — « L'exploitation de la communauté à sciaenidés de Guinée : un premier diagnostic sur l'état des stocks, par modélisation linéaire de l'abondance (1985-92) », *La surexploitation*, IIIe Forum halieumétrique, Montpellier, 1-3 juill 1997, session 2, « Identification et évaluation de la surexploitation ».

GASCUEL (D.), M. LAURANS, A. SIDIBÉ, & M.D. BARRY, 2003. — « Diagnostic comparatif de l'état des stocks et évolution d'abondance des ressources démersales, dans les pays de la C.S.R.P. » *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 205-222.

HILL (M. O.), 1973. — « Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences », *Ecology*, 54: pp. 427-432.

JOUFFRE (D.), G. DOMALAIN , D. THIAM, S. TRAORÉ., A. CAVERIVIÈRE, F. DOMAIN & C. INEJIH, 2004. — « Communautés démersales d'Afrique de l'Ouest 1987-1999 : Changements de répartition et de composition spécifique, observés par chalutages scientifiques. », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 261-280.

LAMBSHEAD (P. J. D.), H. M. PLATT & K. M. SHAW, 1983. — « The Detection of Differences among Assemblages of Marine Benthic Species Based on an Assessment of Dominance and Diversity », *J. Nat. Hist.*, 17: pp. 859-874.

LAURANS (M.), D. GASCUEL & M. BARRY , 2004. — « Évolution des abondances des principales espèces exploitées au Sénégal », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 195-204.

LOBRY (J.), D. GASCUEL & F. DOMAIN 2003. — « La biodiversité spécifique des ressources démersales du plateau continental guinéen : utilisation d'indices classiques pour un diagnostic sur l'évolution de l'écosystème », *Aquat. Living Resour.*, 16 : pp. 59-68.

MARGALEF (R.), 1958. — « Information Theory in Ecology », *Gen. Systematics*, 3 : pp. 36-71.

MILLER (M. J.), 1995. — « Species Assemblages of Leptocephali in the Sargasso Sea and Florida Current », *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 121: pp. 11-26.

ROCHET (M. J.) & V. M. TRENKEL, 2003. — « Which Community Indicators Can Measure the Impact of Fishing? A Review and Proposals », *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 60: pp. 86-99.

SHANNON (C. E.) 1948. . — « A Mathematical The

Size Spectra Analysis of Demersal Fish Communities in Northwest Africa

— Article —

Analyse des spectres de taille des communautés de poissons démersaux en Afrique du Nord-Ouest

— Article —

Djiby THIAM [1], Sory TRAORÉ [2], François DOMAIN [3], Seco Sadibo MANÉ [4], Carlos MONTEIRO [5], Ebou MBYE [6] & Kim A. STOBBERUP [7]

1. — Biologiste halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye
Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra)
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

2. — Biologiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B).
[*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*]
B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

3. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.)
[*Research Institute for Development–National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*]
B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

4. — Ingénieur informaticien, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA),
[Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied Fisheries Research*],
avenida Amilcar-Cabral 12, CP:102 Bissau (Guinée Bissau).

5. — Ingénieur halieute, Institut national de développement des pêches (I.N.D.P.),
[*National Institute for Fisheries Development*], C.P. 132 Mindelo, San Vicente (Cap-Vert).

6. — Biologiste, chercheur, *Fisheries Department* (FD),
Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment
Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement],
6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie).

7. — Halieute, chercheur, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR),
[Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*],
av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

ABSTRACT

THE present study is a contribution to ongoing research on size spectra analysis in a tropical setting, taking advantage of numerous surveys that have been undertaken in the Northwest African region. Data on numbers and weights of fish caught during trawl surveys, available for Cape Verde, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau and Senegal, were compiled and standardised in order to construct size spectra slopes and intercepts. The isometric growth model ($W=0.01xL^3$) was used to construct the size spectra and these were tested for significant effects of factors such as area, depth, and time. Focus was placed on change over time and a trend of increasing intercept and steeper decreasing slope of the size spectra regression was observed for Cape Verde and, less clearly, for Guinea-Bissau. Longer time series were available for Guinea and SeneGambia where fishing intensity appears to have increased. Surprisingly, in these cases, there was no trend over the study period. Instead, intercepts and slopes of the size spectra regression appear to show natural variability in the size structure of demersal fish communities over time.

Key words

Size spectra — Northwest Africa — Spatial and temporal structure

RÉSUMÉ

LA PRÉSENTE étude est une contribution aux recherches en cours sur les analyses de spectres de taille dans un contexte tropical en utilisant les nombreuses campagnes d'évaluation menées dans la région nord-ouest Africaine. Les données numériques et pondérales des poissons capturés lors de campagnes d'évaluation par chalutage au Cap-Vert, en Gambie, en Guinée, en Guinée Bissau et au Sénégal ont été compilées et standardisées dans le but d'estimer les pentes et ordonnées à l'origine des spectres de taille. Le modèle de croissance isométrique ($Z=0{,}01xL^3$) a été utilisé pour construire les spectres de taille qui ont été testés pour des effets significatifs de facteurs tels que la zone, la profondeur et le temps. Un accent particulier a été porté sur les changements en fonction du temps et une tendance croissante des ordonnées à l'origine et décroissante des pentes a été observée sur les spectres de taille du Cap-Vert et moins clairement pour la Guinée Bissau. Des séries temporelles plus longues étaient disponibles pour la Guinée et la Sénégambie où l'intensité de pêche semble avoir augmenté mais, étonnamment, dans ces cas aucune tendance ne s'est dégagée sur la période d'étude. En revanche, la régression des ordonnées à l'origine et des pentes des spectres de taille semble montrer une variabilité naturelle dans la structure des tailles des communautés de poissons démersaux au cours du temps.

Mots clés

Spectres de taille — Afrique du Nord-Ouest
Structure spatiale et temporelle

INTRODUCTION

IN RECENT years, an intensive field of research has been to determine the effects of fishing on marine ecosystems from a global or broad perspective. Quantitative ecosystem indicators can be considered appropriate and feasible for this type of approach. Also, many of these indicators provide a comprehensive bridge between different scientific disciplines, including the ecological, environmental and fisheries perspectives, and constitute a more efficient way to communicate results for management purposes (CURY & CHRISTENSEN, 2001 [1]).

Efforts have gone into the development of these new complementary management tools, which may prove useful for improving the current state of fisheries resources. Numerous aggregate indices or ecosystem indicators have been proposed, for example those based on size structure, biomass, diversity, richness, and trophic structure (*e.g.* ICES 2002, 2001; BLANCHARD & BOUCHER, 2001; JENNINGS *et al.*, 2001; BIANCHI *et al.*, 2000; RICE, 2000; JENNINGS & KAISER, 1998; PAULY *et al.*, 1998). Current efforts are under way to develop the theory behind these indicators, considering changes in marine ecosystems (both states and processes), including the robustness and usefulness of these proposed indicators (CURY & CHRISTENSEN, 2001).

Applications of size structure analysis showed that exploitation has brought about change in size structure by decreasing numbers and biomass as well as mean size (HAEDRICH & BARNES, 1997). Other studies have added evidence in that changes in size structure may be related to fishing, observed as a steeper decreasing slope and increasing intercept of the size spectrum (BIANCHI *et al.*, 2000; GISLASON & RICE, 1998; RICE & GISLASON, 1996). Results from tropical regions are less conclusive due to the difficulty in obtaining consistent time series, but similar trends have been observed (*e.g.* BIANCHI *et al.*, 2000; GOBERT, 1994).

The present study is a collaborative effort within the context of the "Fisheries Information and Analysis System project (Siap)" covering the Northwest African region, including Cape Verde, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau and Senegal. Numerous trawl research surveys have undertaken in the region, which makes it possible to study the size structure of demersal fish communities and the possible effects of fishing over a period from 1970 to 1998. Thus, we hope to contribute to ongoing research in this field, contributing to existing knowledge for tropical areas in particular.

1. — Information available at: www.ecosystemindicators.org

MATERIAL & METHODS

ALL data used for the analysis of size spectra were obtained from demersal surveys carried out with the objective of assessing demersal resources. Senegal and Gambia are considered one region as the surveys were carried out by the same vessels. Survey methodology varied over time, both in terms of sampling strategy and area coverage, even when considering the same vessel. This is the case for surveys undertaken in Guinea and Guinea-Bissau, in particular. For example, the R/V *Nizery* surveys in Guinea covered depths ranging from 5 to 30 m, assessing resources available to the artisanal fisheries, but in 1992 to 1994 the area was expanded to depths of 225 m, considering the industrial fisheries. Also, the objective of the Guinea-Bissau survey in 1995 was to assess shrimp resources primarily, restricting the survey area to the northern shrimp fishing grounds. Various reports are available for in-depth information on survey design, sampling methodology, and ves-

sel/gear characteristics (*e.g.* DOMAIN & SIDIBÉ, 1998; MORIZE & DIALLO, 1997; MORIZE & DOUMBOUYA, 1997; IPIMAR & CIPA, 1996; THORSTEINSSON *et al.*, 1995; INIP & CIPA, 1993; INIP & LBM, 1992, 1990, 1989; DOMAIN, 1989; PALSSON, 1989), but an overview of the data is useful as this will explain the strategy adapted in terms of analysis (table I). The data available for the present study covers a period from 1970 to 1998, but the surveys were not carried out every year, for Cape Verde and Guinea-Bissau in particular. Also, vessel characteristics varied (table II).

TABLE I

Years for which survey data were available for the present study, considering region and the vessel used in that year

Années pour lesquelles des données de campagnes étaient disponibles pour la présente étude, en fonction de la zone et du navire utilisé l'année donnée

REGION	VESSEL	70	71	72	74	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	97	98
Cape Verde	*Fengur*																	
	Islandia																	
Guinea Bissau	*Capricórnio*																	
	Noruega																	
Guinea	*Antea*																	
	Nizery																	
SeneGambia	*L.-Sauger*																	
	L.-Amaro																	

TABLE II

Some characteristics concerning the different survey vessels

Quelques caractéristiques relatives aux différents navires de recherche

REGION	VESSEL	OVERALL LENGTH	ENGINE POWER	TRAWLER TYPE	HAUL DURATION
Cape Verde	*Fengur*	27m	565 Hp	Stern trawler	2 nm
	Islandia	22m	520 Hp	Stern trawler	2 nm
Guinea Bissau	*Capricórnio*	47m	1200 Hp	Stern trawler	30 min
	Noruega	48m	1500 Hp	Stern trawler	30 min
Guinea	*Antea*	35m	1284 Hp	Catamaran trawler	30 min
	Nizery	24m	800 Hp	Stern trawler	30 min
SenGambia	*L.-Amaro*	24m	350 Hp	Trawler/Seiner	30 min
	L.-Sauger	37m	800 Hp	Stern trawler	30 min

All surveys registered the total number and total weight caught by species and haul. Size measurements were undertaken, but often only for important commercial species. However, the two surveys undertaken in Cape Verde provided detailed information on the total number, total weight, and size measurements by haul for each species caught. Considering that size measurements were partial at best or completely lacking, the isometric growth model ($W = 0.01xL^3$) was used to construct size spectra. Average weights by species and haul were calculated, based data on total numbers and weights.

Size categories were determined to correspond to 10 cm intervals and the corresponding theoretical weight intervals were calculated from the isometric growth model (*e.g.* BIANCHI *et al.*, 2000).

Size spectra were constructed for each pre-defined factor, including Country/Region, Year, Season, Depth, and Area, in order to study the possible differences in size structure of demersal fish communities between the different levels or strata. For Guinea and SeneGambia, the areas were divided in three (north, central, and south) following the statistical divisions. Two areas were defined for Cape Verde (Boavista shelf and Sal island) and Guinea-Bissau (north and south). With regard to depth, a common division into three strata (< 40 m; 40-80 m; > 80 m) was applied to all the data. The definition of a wet and dry season was relevant only for the Guinean and SeneGambian data, where surveys attempted to cover both seasons. In the case of Cape Verde and Guinea-Bissau, surveys were undertaken once during the year, typically during the dry season.

TABLE III

Sampling intensity in number of hauls for some of the pre-defined strata and the raising factors applied. The raising factors attempt to standardise the area covered for each region, irrespective of vessel, assuming that trawl dimensions are about the same (see discussion on standardisation)

Taux d'échantillonnage en nombre de traits de chalut pour certaines strates pré-définies et facteurs d'extrapolation utilisés ; ces facteurs sont destinés à standardiser la superficie couverte pour chaque zone, sans tenir compte du navire, considérant que les dimensions du chalut sont sensiblement équivalentes (voir la discussion sur la standardisation)

REGION	VESSEL	YEAR	SURVEYS	NUMBER OF HAULS *by season* *dry*	*wet*	*by year*	RAISING FACTORS *by season* *dry*	*wet*	*by year*
Cape Verde	*Fengur Islandia*	1988	1			80			1,000
		1994	1			61			1,311
Guinea	*Nizery*	1985	2	81	80	161	1,963	2,863	
		1986	2	90	80	170	1,767	2,863	
		1987	1		79	79		2,899	
		1988	2	88	90	178	1,807	2,544	
		1989	2		151	151		1,517	
		1990	2	25	65	90	6,360	3,523	
		1991	5	145	229	374	1,097	1,000	
		1992	3	159	114	273	1,000	2,009	
		1993	2	110	123	233	1,445	1,862	
		1994	1		43	43		5,326	
		1995	1	96		96	1,656		
	Antea	1997	2	105	95	200	1,514	2,411	
		1998	1		90	90		2,544	
Guinea-Bissau	*Noruega*	1988	1			35			4,286
		1989	1			93			1,613
		1990	1			107			1,402
		1991	1			34			4,412
	Capricórnio	1995	1			77			1,948
SeneGambia	*L.-Sauger*	1986	1		105	105		1,048	
		1987	2	115	108	223	1,000	1,019	
		1988	1	107		107	1,075		
		1989	2	113	110	223	1,018	1,000	
		1990	1	110		110	1,045		
		1991	1	104		104	1,106		
		1992	1	110		110	1,045		
	L.-Amaro	1970	9	67	83	150	1,716	1,325	
		1971	2	36		36	3,194		
		1972	2	15	16	31	7,667	6,875	
		1974	1	22		22	5,227		

The procedures adopted for the standardisation of data included the calculation of catches and numbers by half an hour, exclusion of invalid or problematic hauls, exclusion of non-fish species (ex. cephalopods, crustaceans, but including sharks), and exclusion of pelagic fish species. Furthermore, as sampling intensity varied considerably per year, an approximate way of standardising this was to consider the number of hauls in each survey. Assuming that trawl characteristics and haul duration are the same over the years in each country, the number of hauls expresses an approximate area covered. Thus, in order to compare over different years, raising factors were calculated relative to the highest number of hauls carried out in a specific country/region, considering differences between seasons in the case of Guinea and SeneGambia (table III).

Analysis of Covariance (Ancova) was applied to all size spectra by country or region, implying a regression of the abundance in numbers as the dependent variable and length (expressed as interval midpoint-mid) as the independent variable, including the effect of factors such as Year, Season, Depth, and Area The specified models take into consideration the factor Year and an interaction term Year/Length (ln.mid), corresponding to the additive terms on the intercept and slope. Stepwise regression was used to identify the best model by removing redundant predictors (factors) based on the Akaike Information Criterion (AIC) (FARADAY, 2000). The relationship between abundance and length was made approximately linear by calculating the natural logarithm of both continuous variables, abundance and length interval midpoint, and eliminating the first length interval, corresponding to fish smaller than 10 cm. This first interval was eliminated, assuming that trawl selectivity is below 100 per cent for these sizes. Also, the last length interval was defined as a sum group, including all fish larger than 160 cm. Figure 1 shows a plot of the full data set, showing the inherent variability in the data.

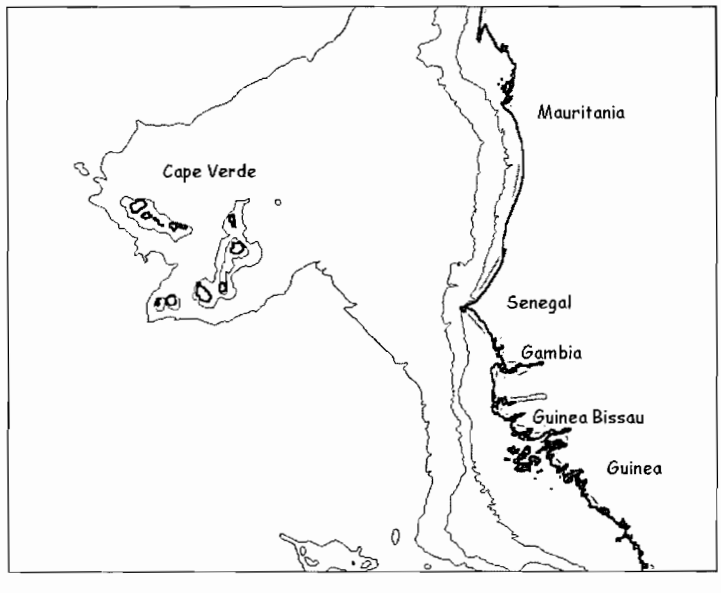


FIG. 1. — Map of the study area including the bathymetric lines corresponding to depths of 200 m, 1000 m, and 4000 m, respectively. Most trawl stations were situated in depths down to 200 m, although some hauls were undertaken in depths down to 500 m. Note the limited continental shelf in the Cape Verde Archipelago.

Carte de la région d'étude comprenant les courbes bathymétriques 200 m, 1 000 m et 4 000 m. La plupart des traits de chalut ont été effectués sur des fonds jusqu'à 200 m, même si quelques chalutages ont été pratiqués jusqu'à 500 m. À noter, dans l'archipel du Cap-Vert, l'exiguïté du plateau continental.

RESULTS

THE first step in the analysis was a validation of the isometric growth model by testing data from the two surveys undertaken in Cape Verde, in 1988 and 1994. As these two surveys provided the most detailed information, size spectra were constructed by using both the isometric growth model and the observed length measurements. The Anova test resulted in non-significant effects (F=0.644; Pr (>F)=0.42; n=168) due to the method used in constructing size spectra, whether it was based on actual length measurements or the isometric growth model for allocating individuals based on the average weight.

Table IV shows the Ancova results pertaining to Cape Verde. The significant relationship between abundance and length is seen as an intercept and slope that are significantly different from zero, which was expected. Of more interest is the fact that there was a significant Year effect, resulting in a higher intercept for 1994 regression line on size spectra (12.115+11.626). Also, the significant year/length interaction (ln.mid:year) resulted in steeper decreasing slope (-2.157-3.04) (fig. 2). The effects Depth and Area were found to be non-significant on the size structure of demersal communities (Pr > 0.05).

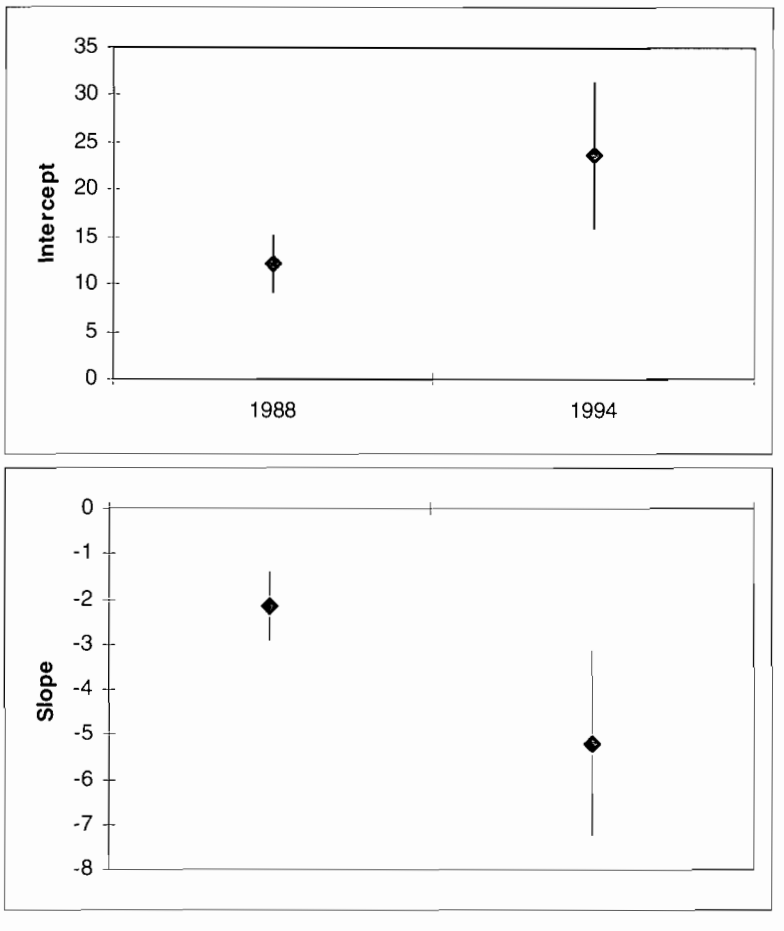


FIG. 2. — Plot of intercept and slope of the size spectra regressions over time for the Capeverdean data. Error bars represent ± 2 x standard errors.

Graphe de l'ordonnée à l'origine et de la pente des régressions sur les spectres de taille dans le temps pour les données du Cap-Vert. Les barres d'erreur représentent ± 2 x les erreurs standard.

TABLE IV

Regression coefficients of the Ancova model for Cape Verde. Area and Depth effects were disregarded, based on the AIC criterion in stepwise regression
*Significance codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1*

Coefficients de régression du modèle Ancova pour le Cap-Vert. Les effets Superficie et Profondeur ont été négligés, sur la base du critère A.I.C. dans une régression pas à pas
Seuils de signification des codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

COEFFICIENTS	ESTIMATE	STD. ERROR	T VALUE	PR(>|T|)	SIGNIF. CODES
Intercept	12,1147	1,5217	7,961	2,15E-11	***
ln.mid (Slope)	-2,157	0,3888	-5,548	4,82E-07	***
year1994	11,6257	3,5389	3,285	0,00159	**
ln.mid:year1994	-3,0397	0,9487	-3,204	0,00204	**

Residual standard error: 2.314 on 70 degrees of freedom; Multiple R-Squared: 0.4972, Adjusted R-squared: 0.4757; F-statistic: 23.07 on 3 and 70 DF, p-value: 1.706e-010.

The R software [1] was used for statistical analysis. A short note on the coding of qualitative predictors (factors) may be helpful for the interpretation of the Ancova results. The default "Treatment Coding" treats level one as the standard level to which all other levels are compared. R assigns levels to a factor in an alphabetical or numerical order by default (FARADAY, 2000). For example, the year 1988 is treated as the standard level in the Capeverdean data (and therefore not included in the analysis in Table IV as it is set to zero) against which the year 1994 is compared. Similar results were obtained in relation to Guinea-Bissau (table V). However, the effects of Depth were significant, seen as a significantly higher intercept in deeper waters (> 80 m) (Pr(>|t|) = 0.01), which indicates higher abundance. figure 3 shows that there was a trend for increasing intercept and decreasing slope over time, except for 1995. A different vessel was used in 1995, but the data was included in the analysis as the trawl characteristics were the same and haul duration was standardised.

1. — Software available at www.R-project.org

TABLE V

*Regression coefficients of the Ancova model for Guinea-Bissau. Area effects were disregarded, based on the AIC criterion in stepwise regression. Significance codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1*

Coefficients de régression du modèle Ancova pour la Guinée Bissau. Les effets Superficie ont été négligés, sur la base du critère A.I.C. dans une régression pas à pas.
Seuils de signification des codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

Coefficients:	ESTIMATE	STD. ERROR	T VALUE	PR(>|T|)	SIGNIF. CODES
Intercept	19,8851	1,7721	11,221	< 2e-16	***
ln.mid (Slope)	-3,9583	0,4624	-8,561	3,77E-15	***
year1989	1,8609	2,2135	0,841	0,4016	
year1990	5,5334	2,3232	2,382	0,0182	*
year1991	6,1227	2,5175	2,432	0,0159	*
year1995	0,9341	2,6777	0,349	0,7276	
depthbMedium	0,296	0,2898	1,022	0,3082	
depthcDeep	0,7577	0,2884	2,627	0,0093	**
ln.mid:year1989	-0,6008	0,57	-1,054	0,2932	
ln.mid:year1990	-1,4592	0,6064	-2,406	0,0171	*
ln.mid:year1991	-1,7415	0,6715	-2,593	0,0102	*
ln.mid:year1995	-0,4454	0,7175	-0,621	0,5355	

Residual standard error: 1.683 on 191 degrees of freedom; Multiple R-Squared: 0.7799, Adjusted R-squared: 0.7672; F-statistic: 61.52 on 11 and 191 DF, p-value: 0

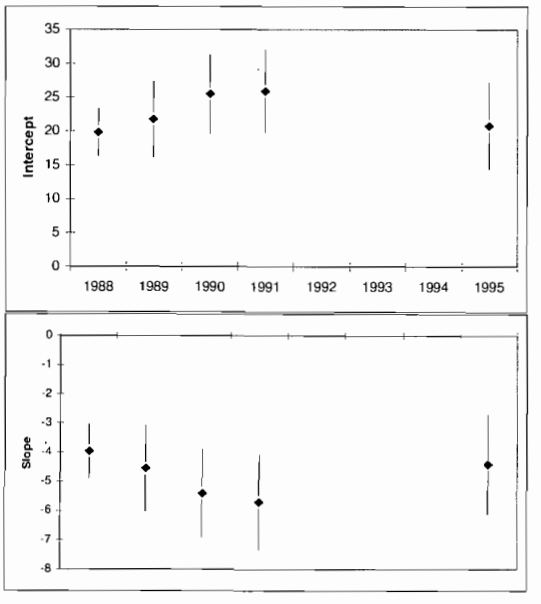


FIG. 3. — Plot of intercept and slope of the size spectra regressions over time for the Guinea-Bissau data. Constructed for shallow waters only (<40m). Error bars represent ± 2 x standard errors.

Graphe de l'ordonnée à l'origine et de la pente des régressions sur les spectres de taille dans le temps pour les données de la Guinée Bissau. Réalisé pour les eaux peu profondes seulement (< 40 m). Les barres d'erreur représentent ± 2 x les erreurs standard.

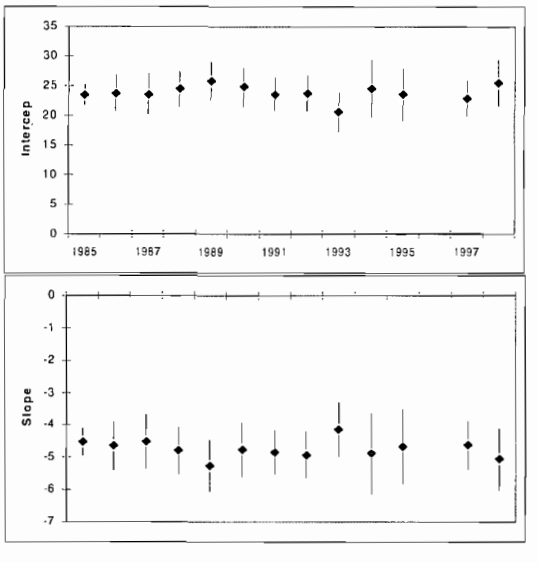


FIG. 4. — Plot of intercept and slope of the size spectra regressions over time for the Guinean data (includes shallow waters only; Area effects disregarded).
Error bars represent ± 2 x standard errors.

Graphe de l'ordonnée à l'origine et de la pente des régressions sur les spectres de taille dans le temps pour les données de la Guinée (comprenant les faibles profondeurs, effet Superficie non considéré). Les barres d'erreur représentent ± 2 x les erreurs standard.

TABLE VI

Regression coefficients of the Ancova model for Guinea.
*Analysis applied only to shallow depths. Significance codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1*

Coefficients de régression du modèle Ancova pour la Guinée
L'analyse s'applique seulement aux faibles profondeurs
Seuils de signification des codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

COEFFICIENTS:	ESTIMATE	STD. ERROR	T VALUE	PR(>|T|)	SIGNIF. CODES
Intercept	23,445437	0,874847	26,799	<2e-16	***
ln.mid (Slope)	-4,524633	0,213809	-21,162	<2e-16	***
year1986	0,331065	1,264126	0,262	0,7935	
year1987	0,147977	1,484387	0,1	0,9206	
year1988	1,02775	1,225465	0,839	0,4019	
year1989	2,390225	1,364241	1,752	0,0801	.
year1990	1,333525	1,426405	0,935	0,3501	
year1991	0,168755	1,066194	0,158	0,8743	
year1992	0,334269	1,187294	0,282	0,7784	
year1993	-2,8782	1,407545	-2,045	0,0412	*
year1994	1,09608	2,282375	0,48	0,6312	
year1995	0,071713	2,032586	0,035	0,9719	
year1997	-0,60124	1,258015	-0,478	0,6328	
year1998	2,088484	1,730884	1,207	0,2279	
areaNorth	-0,183117	0,109161	-1,677	0,0938	.
areaSouth	-0,216864	0,105032	-2,065	0,0393	*
ln.mid:year1986	-0,11965	0,312521	-0,383	0,7019	
ln.mid:year1987	-0,003846	0,363472	-0,011	0,9916	
ln.mid:year1988	-0,267231	0,296096	-0,903	0,367	
ln.mid:year1989	-0,730595	0,336123	-2,174	0,03	*
ln.mid:year1990	-0,231058	0,351059	-0,658	0,5106	
ln.mid:year1991	-0,324854	0,26278	-1,236	0,2167	
ln.mid:year1992	-0,400685	0,294603	-1,36	0,1742	
ln.mid:year1993	0,386219	0,361735	1,068	0,286	
ln.mid:year1994	-0,363242	0,586819	-0,619	0,5361	
ln.mid:year1995	-0,142146	0,528155	-0,269	0,7879	
ln.mid:year1997	-0,096652	0,313486	-0,308	0,7579	
ln.mid:year1998	-0,534241	0,426377	-1,253	0,2106	

Residual standard error: 1.297 on 842 degrees of freedom; Multiple R-Squared: 0.8568, Adjusted R-squared: 0.8522; F-statistic: 186.6 on 27 and 842 DF, p-value: 0

In the case of Guinea, the factors Year and Aera are mildly significant (Pr(F) < 0.05). Only shallow waters were included in the analysis as these depths (<40 m) were sampled consistently throughout the time period. Table VI shows that this is primarily a result of 1993, where a lower intercept resulted in a mildly significant effect (Pr(>|t|) = 0.04).

The interaction term length/year was not significant, which indicates that the size spectra regression lines can be considered parallel lines, most of them on top of each other, except for 1989. The effect of Area was not significant in the overall Anova model, but a mildly significant effect can be seen due to the southern area in Table VI (Pr(>|t|) = 0.04). Figure 4 illustrates this in a different way with no trend in the intercept or slope over time. It is interesting to note that in spite of including surveys undertaken by two different vessels, the R/V *Nizery* and R/V *Antea*, for the period 1985 to 1998, this did not result in any significant differences in the survey years 1997 and 1998, which were carried out by the R/V *Antea*.

Table VII shows the results for the SeneGambian data, indicating significant effects for all factors such as Year, Season, Area, and Depth, including the interaction term that influences the slope of the regression line on size spectra over time ($Pr(|t|) < 0.05$). These results show significantly higher abundance in the dry season, shallow waters, and in the northern area ($Pr(|t|) < 0.001$).

Time had a generally significant effect on the intercepts and slopes of the regression lines, but this is compared to the size spectra in 1970, which appears to be an anomalous curve (fig. 5).

The removal of 1970 data resulted in non-significant Year effects although the plots of intercepts and slopes indicate that there is in fact no clear trend over time. This is surprising as the data covers a period from 1970 to 1992, including two series of surveys by two different vessels, R/V *Laurent-Amaro* and R/V *Louis-Sauger*.

TABLE VII

Regression coefficients of the Ancova model for SeneGambia.
*Significance codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1*

Coefficients de régression du modèle Ancova pour la Séné-Gambie
Seuils de signification des codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

COEFFICIENTS:	ESTIMATE	STD. ERROR	T VALUE	PR(>|T|)	SIGNIF. CODES
Intercept	21,6359	0,7236	29,898	< 2e-16	***
ln.mid (Slope)	-4,7018	0,1856	-25,339	< 2e-16	***
year1971	-4,6883	1,3613	-3,444	0,000595	***
year1972	-3,0795	1,2761	-2,413	0,015971	*
year1974	-0,7997	1,7115	-0,467	0,640406	
year1986	-1,8482	1,2939	-1,428	0,153436	
year1987	-3,4011	1,0376	-3,278	0,001078	**
year1988	-3,6279	1,2301	-2,949	0,003253	**
year1989	-6,5002	1,0767	-6,037	2,14E-09	***
year1990	-2,4141	1,402	-1,722	0,085369	.
year1991	-2,9877	1,3273	-2,251	0,024584	*
year1992	-7,7839	1,386	-5,616	2,47E-08	***
seasonwet	-0,5069	0,1272	-3,984	7,21E-05	***
depthbMedium	-0,5204	0,1105	-4,709	2,80E-06	***
depthcDeep	-0,66	0,1144	-5,771	1,02E-08	***
areaNorth	0,5602	0,1262	4,44	9,90E-06	***
areaSouth	0,4121	0,1257	3,279	0,001073	**
ln.mid:year1971	1,3189	0,3629	3,634	0,000291	***
ln.mid:year1972	1,1321	0,3454	3,277	0,001081	**
ln.mid:year1974	0,5334	0,4561	1,17	0,242425	
ln.mid:year1986	0,8423	0,3345	2,518	0,011934	*
ln.mid:year1987	1,1086	0,2683	4,131	3,88E-05	***
ln.mid:year1988	1,0703	0,3178	3,368	0,000783	***
ln.mid:year1989	1,8093	0,2806	6,447	1,70E-10	***
ln.mid:year1990	0,748	0,3651	2,049	0,040731	*
ln.mid:year1991	0,7816	0,3508	2,228	0,026072	*
ln.mid:year1992	1,9515	0,3675	5,31	1,33E-07	***

Residual standard error: 1.543 on 1108 degrees of freedom; Multiple R-Squared: 0.6898, Adjusted R-squared: 0.6825; F-statistic: 94.76 on 26 and 1108 DF, p-value: 0

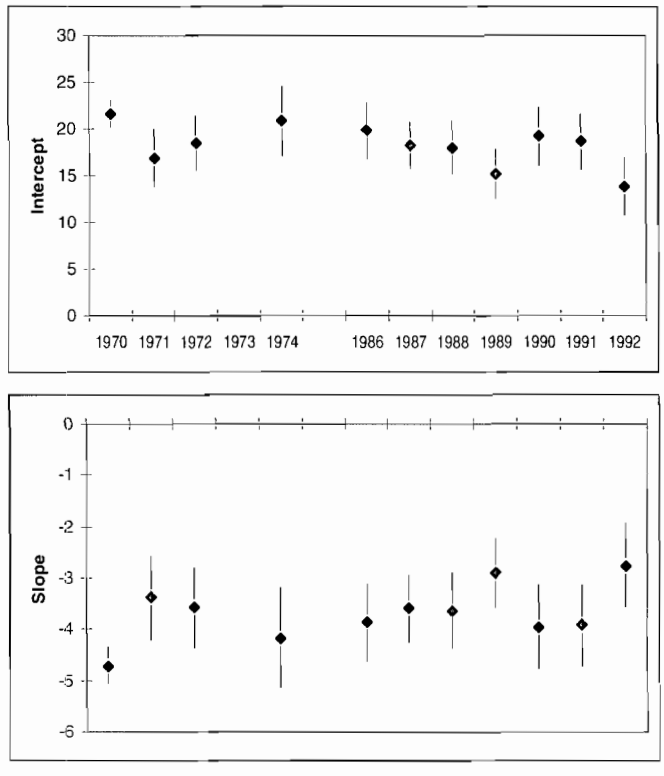


FIG. 5. — Plot of intercept and slope of the size spectra regressions over time for the SeneGambian data. Constructed for the central area in SeneGambia, for shallow waters, and during the dry season. Notice jump from 1974 to 1986 in the x-axis. Error bars represent ± 2 x standard errors.

Graphe de l'ordonnée à l'origine et de la pente des régressions sur les spectres de taille dans le temps pour les données de Séné-Gambie. Elaboré pour la zone centrale de Séné-Gambie, pour les faibles profondeurs et pendant la saison sèche. À noter l'absence de données entre 1974 et 1986 sur l'axe des x. Les barres d'erreur représentent ± 2 x les erreurs standard.

DISCUSSION

AN ANALYSIS was carried out on the estimated size spectra based on the isometric growth model. Ideally, actual length measurements are preferable, but the sampling methodology of many surveys included only length measurements of commercially important species. However, the two surveys undertaken in Cape Verde, which undertook extensive length measurements, made it possible to test for differences between the two estimation methods, namely size spectra based on actual length measurements or estimated by using average weight by species and allocating to length intervals according to the isometric growth model. Differences between these two methods were shown to be non-significant, which indicates that the isometric growth model is applicable when good length measurements are lacking (*e.g.* BIANCHI *et al.*, 2000).

The type of analysis that could be undertaken was determined by the available data. Survey objectives were generally to assess demersal resources,

but the methodology varied over time in terms of sampling strategy, area coverage, and vessel used. The data was often not balanced in terms of samples by factor level (Year, Season, Depth, Area) [table I], which made it necessary to carry out analysis on data subsets in order to obtain the necessary samples (hauls) by factor level. For example, the Guinean data subset included only shallow depths (< 40 m), which were consistently sampled over the time period 1985 to 1998. The Capeverdean data subset included only two areas, the Boavista shelf and Sal island, as these were sampled in both years, 1988 and 1994. Also, the dry season was better represented in terms of samples and the number of surveys varied over time in Guinea and SeneGambia (table III), analysis was applied to the full data set in these cases.

The data from the various countries/regions were analysed separately for various reasons such as problems in standardisation and the very strong differences in terms of exploitation as fishing intensity over time has been different for each country/region. Of course, we are assuming that the increase in catches is proportional to effort, but other studies deal with this issue explicitly (these proceedings; BARRY *et al.*; GASCUEL; SIDIBÉ *et al.*). One should also bear in mind that the present study covers what can be considered as three separate ecosystems, are distinct in terms of demersal fish assemblages and oceanographic conditions as well as climatic conditions (*e.g.* LONGHURST, 1998). For example, of importance is upwelling in the waters off Senegal, river run-off in the Guinean ecosystem, and the strong oceanic influence in the Cape Verde Archipelago. Furthermore, numerous studies indicate important spatial structure in demersal fish assemblages where factors such as the position of the thermocline and temperature differences across a depth gradient as well as bottom sediment type play an important role in defining the structure of this assemblages such as these (*e.g.* DOMAIN *et al.*, 1999; LONGHURST & PAULY, 1987; FAGER & LONGHURST, 1968).

The models that were used to explain the relationship between the abundance of individuals and length (transformed with the natural logarithm) can be considered successful, explaining 48 to 85 per cent of the variance (adjusted R^2 values) in the data depending on the region. Due attention was given to the distribution of model residual errors, which were generally slightly skewed normal distributions. However, we consider analysis of covariance to be a robust method, allowing slight deviations in terms of error distributions. The results indicate a strong relationship with higher abundance of the smaller individuals and linear decrease in abundance (transformed!) as a function of length or size, but this was expected. What is more interesting are the effects of the various predefined factors.

Depth had a significant effect on the size composition of demersal fish communities in Guinea-Bissau and SeneGambia. However, the results are contradictory, indicating higher abundance in deeper waters in Guinea-Bissau and higher abundance in shallow waters in SeneGambia. An explanation for this contradiction would require further study and may be related to a combination of physical factors such as upwelling and the position of the thermocline in relation to shelf topography (*e.g.* AMORIM *et al.*, this proceedings; BIANCHI 1992; LONGHURST & PAULY 1987). Depth had no effect in Cape Verde, which is consistent with another study concerning demersal fish assemblages in this region (STOBBERUP *et al.*, these proceedings).

Area had a significant effect on the size composition in SeneGambia, but not for the other countries. This may be related to the effects of seasonal upwelling, which are particularly strong in this area as observed through satellite images of seas surface temperature and productivity [1](*e.g.* TROADEC & GARCIA, 1979).
These upwelling effects are expected to play an important role, for the northern area in particular, leading to seasonal changes in demersal fish assemblages as a result of temperature changes and migration (*e.g.* DOMAIN, 1979).
The present study focuses primarily on the effect of time on size spectra in the region. Thus, the specified models take into consideration the factor Year and an interaction term Year/Length (ln.mid), corresponding to the additive terms on the inter-

1. — Images available from the European Joint Research Centre (www.jrc.it)

cept and slope, respectively. A trend of increasing intercept and decreasing slope was observed for Cape Verde and Guinea-Bissau, which is an expected result of increasing fishing pressure; larger individuals become increasingly scarce. However, the available information as well as the time period were limited. In the case of Guinea-Bissau, the trend breaks down with the inclusion of the 1995 size spectrum (fig. 3).

Longer time series were available for Guinea and SeneGambia, which make these data more appropriate for the study of possible changes in size spectra over time. The results show that Year had a significant effect, indicating that the regression line on size spectra shifted upwards or downwards. However, the interaction term was non-significant, which has bearing on the slope of the regression line. These results were presented in two ways, the results of the Ancova models as well as plots of intercepts and slopes following the procedure by BIANCHI *et al.* (2000). No trends were observed in the plots of intercepts and slopes for Guinea and SeneGambia (fig. 4 and 5).

Other studies involving size spectra have found a relationship between fishing intensity, where the intercept tends to increase and the slope decrease as fishing intensity increases (*e.g.* ICES, 2002; BIANCHI *et al.*, 2000; GISLASON & RICE, 1998; Rice & GISLASON, 1996). However, it is important to point out that these results are based primarily on high-latitude regions. Fishing intensity has indeed increased in the north-western African region, particularly for countries such as Senegal and Guinea, but this effect on the size spectra is not apparent in the present study. In fact, the increase in intercept and decrease in slope was observed for Cape Verde, where fishing intensity has been relatively stable over the period under study (INDP, 2001).

GISLASON & LASSEN (1997) showed that the rate of change of the slope under a given fishing pressure is inversely proportional to a weighted average of the von Bertalanffy growth parameter K of the constituent species. Considering that K values tend to be higher in tropical regions, which has implications in terms of size and size at first maturity (*e.g.* PAULY, 1998), the slope is expected to be less sensitive to changes in fishing (BIANCHI *et al.*, 2000). However, the present study indicates that change in size structure may not be a suitable indicator for the effects of fishing in tropical areas, following the same line of reasoning. The plots of intercepts and slopes appear instead to show natural variability in the system, which may be a result of numerous biotic and abiotic factors.

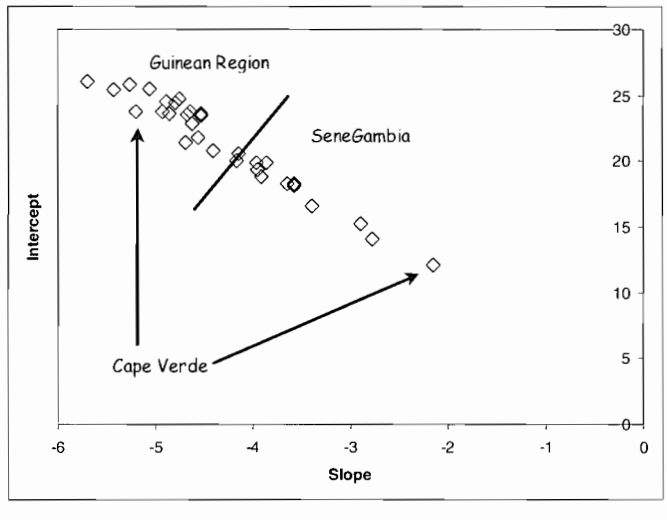


FIG. 6. — Plot of intercept against slope for some of the results (mostly shallow waters), identifying the geographic location of each point or group of points.

Graphe de l'ordonnée à l'origine par rapport à la pente pour quelques résultats (principalement dans les eaux peu profondes) indiquant la position géographique de chaque point ou groupe de points.

A plot of intercept and slope for the whole region results in a consistent pattern, analogous to the cross-system comparison presented in BIANCHI *et al.* (2000) [fig. 6]. Following the reasoning presented in BIANCHI *et al.* (2000), the intercept appears to reflect productivity and slope has been related to fishing intensity, despite intercorrelation. Figure 7 shows a pattern of higher intercepts and steeper negative slopes for the Guinean region compared to SeneGambia. Steeper negative slopes for SeneGambia would be more consistent with higher fishing intensity. However, it appears instead to show ecosystem characteristics such as the importance of the Guinean region as a productive nursery ground, Guinea-Bissau in particular, dominated by abundant small individuals. An apparent shift can be observed in Cape Verde, but this cannot be related to fishing intensity. However, migration was not considered in the present study and may be a determining factor in the region.

The confounding effects of different vessel/gears as well as sampling strategy over time may have lead to the present results. The whole time series was included for each country/region in the analysis of time effects, including data from surveys undertaken by different vessels.

However, it is interesting to note that the results indicate that the size spectra were comparable over time, irrespective of vessel, which implies that the lack of trend is not a result of standardisation procedure. For example, significant year effects did not show up in 1997 and 1998 for Guinea, when a different vessel carried out the surveys (R/V *Antea*). Also, the significant year effect in the SeneGambian data was the result of an anomalous size spectrum in 1970 despite the same vessel being used in the subsequent three years. The two time series for SeneGambia, referring to the two survey vessels R/V *L.-Amaro* (1970-1974) and R/V *L.-Sauger* (1986-1992), were comparable in terms of slopes and intercepts of the size spectra. Thus, the standardisation of data appears to have been successful, making it possible to compare over time, but some improvements could be made. Further, the incorporation of fishing intensity in the analysis would lead to more conclusive results on the effects of fishing on the size structure of demersal communities.

We consider it important to continue this line of study in order to determine the usefulness or not of size structure as an indicator of fishing effects as well as other proposed aggregate community indicators. If such aggregate indicators prove to be useful, their application is particularly convenient in tropical areas because of data limitations. In the case of Cape Verde and Guinea-Bissau, fishing intensity was relatively stable or less accentuated over the study period, but it was only in these cases that an increase in intercept and a decrease in slope were observed, which was an unexpected result. Changes have been related to fishing in several studies involving tropical areas and the present results should be verified by applying other proposed methods (*e.g.* JENNINGS *et al.*, 2001), considering issues such as the effect of migration and environmental factors.

ACKNOWLEDGEMENTS

WE WOULD like to thank Daniel PAULY and Gabriela BIANCHI for advice as well as Patrícia AMORIM and Ana MOREIRA, IPIMAR, for their help in preparing this paper.

The present study was made possible through the "Fisheries Information and Analysis System (FIAS-Siap)" project, funded by the European Commission, and the support of Moctar BÂ and Michael VAKILY.

Furthermore, the last author was supported by the European Commission through a Marie Curie Individual Fellowship.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

AMORIM (P.), S. MANÉ, & K. A. STOBBERUP, 2004. — « Demersal Fish Assemblages Based on Trawl Surveys in the Continental Shelf and Upper Slope off Guinea-Bissau », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004): pp. 281-298.

BARRY (M. D.), M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL, 2004. — « Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 183-194.

BIANCHI (G.), 1992. — « Study of the Demersal Assemblage of the Continental Shelf and Upper Slope off Congo and Gabon, Based on the Trawl Surveys of the RV "Dr Fridtjof Nansen" », *Marine Ecology Progress Series*, 85: pp. 9-23.

BIANCHI (G.), H. GISLASON, K. GRAHAM, L. HILL, K. KORANTENG, S. MANICKCHAND-HEILEMAN, I. PAYA, K. SAINSBURY, F. SANCHEZ, X. JIN & K. ZWANENBURG, 2000. — « Impact of Fishing on Size Composition and Diversity of Demersal Fish Communities », *ICES Journal of Marine Sciences*, 57: pp. 558-571.

BLANCHARD, F. & J. BOUCHER, 2001. — « Temporal Variability of Total Biomass in Harvested Communities of Demersal Fishes », *Fish. Res.*, 49: pp. 283-293.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. —*Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement*, [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. *Rapports de recherche halieutique* A.C.P.-U.E., n° 15 Vol. 1).

CURY (P.) & V. CHRISTENSEN, 2001. — « Quantitative Ecosystem Indicators for Fisheries Management », *in* IOC/SCOR Working group 119, ICES CM 2001/T:02, 9 p.

DOMAIN (F.) & A. SIDIBE, 1998. — *Rapport préliminaire de la campagne du N.O.* Antea, *20 sept.-1er oct. 1998*, Doc. C.N.S.H.B.-Orstom, 4 p. + annexes.

DOMAIN (F.), 1979. — « Les ressources démersales», *in* TROADEC & GARCIA (éd., 1979) : pp. 79-122.

DOMAIN (F.), 1989. — Rapport des campagnes de chalutage du N.O. A. *NIZERY* dans les eaux de la Guinée de 1985 à 1988, Doc. scient. Cent. Rech. Halieut, Boussoura (Conakry), 1989, 5, 81 p.

DOMAIN (F.), M. KEITA, & E. MORIZE, 1999. — « Typologie générale des ressources démersales du plateau continental », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 53-86.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd), 1999. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, I.R.D.-C.N.S.H.B., 393 p.

FAGER (E.W). & A. R. LONGHURST, 1968. — « Recurrent Groups Analysis of Species Assemblages of Demersal Fish in the Gulf of Guinea », *J. Fish. Res. Board. Can.*, 25 (7): pp. 1405-1421.

FARADAY (J.), 2000. — Practical Regression and Anova using R. Manuscript, 203 p.

GASCUEL (D.), 2004. — « Cinquante ans d'évolution des captures et biomasses dans l'Atlantique Centre-Est : Analyse par les spectres trophiques de captures et de biomasses », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 415-420.

GISLASON (H.) & H. LASSEN, 1997. — « On the Linear Relationship Between Fishing Effort and the Slope of the Size Spectrum », ICES CM 1997/DD: 05, 11 p.

GISLASON (H.) & J. RICE, 1998. — « Modelling the Response of Size and Diversity Spectra of Fish Assemblages to Changes in Exploitation », *ICES Journal of Marine Science*, 55: pp. 362-370.

GOBERT (B.), 1994. — « Size Structures of Demersal Catches in a Multispecies Multigear Tropical Fishery », *Fish. Res.*, 19: pp. 87-104.

HAEDRICH, R.L. & S. M. BARNES, 1997. — « Changes Over Time of the Size Structure in an Exploited Shelf Fish Community », *Fish. Res.*, 31: pp. 229-239

I.N.D.P., 2001. — *Boletim estatístico nº 9, Ano 2000, Dados sobre pesca artesanal, pesca industrial, conservas e exportações*, Mindelo, I.N.D.P., 111 p.

ICES, 2001. — *Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities*, ICES CM 2001/ACME:09 Ref: ACE, ACFM, DEG, 102 p.

ICES, 2002. — *Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities*, ICES CM 2002/ACE: 03 Ref: DEG, 102 p.

INIP & L.B.M., 1989. — *Campanha do NI "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau, Abril-Maio de 1988*, Relatório Técnico Científico, Lisbonne, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 18, 196 p.

INIP & L.B.M., 1990. — *Campanha do NI "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau, Março-Abril de 1989*, Relatório Técnico Científico, Lisbonne, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 30, 236 p.

INIP & L.B.M., 1992. — *III Campanha do NE "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Abril a Junho de 1990. Relatório Técnico Científico*, Lisbonne, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 63, 344 p.

IPIMAR & CIPA, 1993. — *IV Campanha do NE "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Maio a Junho de 1991. Relatório Técnico Científico*, Lisbonne, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 70, 381 p.

IPIMAR & CIPA, 1996. — *V Campanha do NI "Capricórnio" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Maio a Julho de 1995. Relatório Técnico Científico*, Lisbonne, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 23, 202 p.

JENNINGS (S.) & M. J. KAISER, 1998. — « The Effects of Fishing on Marine Ecosystems », *Advances in Marine Biology*, 34: 201-352.

JENNINGS (S.), M. J. KAISER & J. D. REYNOLDS, 2001. — *Marine Fisheries Ecology. Blackwell Science*, Oxford, 417 p.

LONGHURST (A. R.) & D. PAULY, 1987. — *Ecology of tropical oceans*, Academic Press, 407 p.

LONGHURST (A.), 1998. — *Ecological Geography of the Sea*, Academic Press, 398 p.

MORIZE (E.) & A. DIALLO, 1997. — *Rapport préliminaire de la campagne du N.O.* Antea, 27 sept.-8 oct., 1997. Doc. C.N.S.H.B.-Orstom, 6 p. + annexes.

MORIZE (E.) & A. DOUMBOUYA, 1997. — *Rapport préliminaire de la campagne du N.O.* Antea, 21 mars-2 avr., 1997, Doc. C.N.S.H.B.-Orstom, 6 p. + annexes.

PALSSON (O. K.), 1989. — *Random Stratified Survey of Demersal Fish Stocks in the Waters off Cape Verde*, Report of the survey in August 1988, 1989, Icelandic Intern. Develop. Agency, Mar. Res. Inst., Reykjavik, 45 p.

PAULY (D.), 1998. — « Tropical Fishes: Patterns and Propensities », *J. Fish Biol.*, 53 (Supplement A): pp. 1-17.

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN, J. DALSGAARD, R. FROESE, F. TORRES Jr., F., 1998. — « Fishing Down Marine Food Webs », *Science*, 279: pp. 860-863.

RICE (J.) & H. GISLASON, 1996. — « Patterns of Change in the Size Spectra of Numbers and Diversity of the North Sea Fish Assemblage, as Reflected in Surveys and Models », ICES, *Journal of Marine Science*, 53: pp. 1214-1225.

RICE, (J.) 2000. — « Evaluating Fishery Impacts Using Metrics of Community Structure », ICES, *Journal of Marine Science*, 57: pp. 682-688.

SIDIBÉ (A.), M. LAURANS, D. GASCUEL & F. DOMAIN, 2004. — « Évolution comparative de l'abondance des ressources halieutiques démersales en Guinée entre 1985 et 1998 », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 393-398.

STOBBERUP (K. A.), C. MONTEIRO & O. TARICHE, (2002). — « Demersal Fish Assemblages in the Cape Verde Archipelago: Changes over the Period 1981 to 1994 », Poster presented at the Symposium "Marine Fisheries, Ecosystems, and Societies in Northwest Africa: Half a Century of Change", 24-28 June 2002, Dakar (Senegal).

THORSTEINSSON (V.), V. M. S. MONTEIRO & E. O. ALMADA, 1995. — *Ground Fish Survey in the Waters off Cabo Verde 1994*, INDP/ICEIDA, Mindelo, 26 p.

TROADEC (J. P.) & S. GARCIA, 1979. — « Les ressources halieutiques de l'Atlantique Centre-Est », « Première Partie : Les Ressources du Golfe de Guinée de l'Angola à la Mauritanie », *F.A.O. Fisheries Tech. Pap.*, n° 186, Rome, F.A.O.

Exploration d'un modèle préliminaire de l'écosystème marin de la Guinée

— Article —

Exploration of a Preliminary Model of the Marine Ecosystem of Guinea

— Article —

Sylvie GUÉNETTE [1] & Ibrahima DIALLO [2]

1. — Biologiste, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia*
[Centre des pêches, université de Colombie Britannique]
2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

2. — Ingénieur biologiste, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.)
[*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002

RÉSUMÉ

LE DÉCLIN rapide de la biomasse de plusieurs espèces d'importance commerciale dans les eaux côtières guinéennes durant la période 1985-1998 pourrait être attribué à la surexploitation. Nous avons testé cette hypothèse en construisant un modèle écosystémique de la côte guinéenne pour l'année 1985 et en utilisant la routine Ecosim pour effectuer des simulations temporelles pour la période 1985-1998. La comparaison des séries temporelles de biomasse et de captures avec le résultat des simulations nous a permis d'évaluer dans quelle mesure le modèle reflète la réalité. Pour plusieurs des espèces commerciales, il a été nécessaire de supposer que la biomasse avait commencé à diminuer avant 1985. Ce résultat concorde avec le fait que les captures étaient très élevées avant 1985 en raison de la présence des chalutiers soviétiques qui avaient accès à une partie de l'aire de distribution des espèces côtières guinéennes. Pour d'autres espèces, comme les petits pélagiques et les sélaciens, le modèle explique mal la variabilité de la biomasse observée. La construction du modèle nous a également permis de cerner les limites de nos connaissances de l'écosystème et de la pêcherie et de suggérer de nouvelles voies de recherche.

Mots clés

Modélisation écosystémique — Impacts de la pêche
Surexploitation — Guinée

ABSTRACT

THE rapid decline of several commercial species in Guinea during the period 1985-1995 may be due to overexploitation. We tested this hypothesis by building an ecosystem model of the coast and using the Ecosim routine to do temporal simulations. The comparison between observed biomass and catch series and the results of the simulation was used to evaluate how the model accounts for the observed variations. For several commercial species it was necessary to assume that biomass had started its decline before 1985. This result is consistent with the knowledge that catches were high before 1985 due to the presence of soviet fishing boats which had access to a part of the spatial distribution of coastal species. For other species like the small pelagics and chondrichthyes, the model does not explain the observed trends very well. The construction of the model helped to identify the gaps in our knowledge of the ecosystem and the fishery, and led to suggestion of research topics.

Key words

Ecosystem Modelling — Guinea — Over-Exploitation

INTRODUCTION

LA CÔTE guinéenne est caractérisée par le plateau continental le plus large de la côte atlantique africaine (PEZENNEC, 1999). La zone, peu profonde (0-40 m), s'étend sur environ trente mille kilomètres carrés ; elle est fortement influencée par les apports d'eaux douces des dix grands fleuves et des rivières plus petites dispersées le long de la côte. La pêche artisanale s'est surtout développée après 1984 en Guinée tandis que la pêche industrielle s'est développée rapidement à partir de 1971. Les poissons côtiers, ceux qui fréquentent la zone peu profonde, considérés peu exploités jusqu'en 1985, ont vu diminuer leur biomasse et leur taille moyenne au cours des dix années suivantes (DOMAIN, 1999). Le présent travail vise à vérifier si la pêche a été suffisamment forte pour expliquer les diminutions d'abondance des poissons marins. À cet effet, nous avons construit un modèle écosystémique Ecopath pour l'année 1985 dont la description détaillée se trouve dans une autre publication (GUÉNETTE & DIALLO, 2003). Nous nous sommes ensuite servi de la routine Ecosim (WALTERS *et al.*, 1997 ; WALTERS, 1998) pour produire une simulation temporelle pour la période 1985-1998. Les simulations Ecosim ont été ensuite comparées avec les séries temporelles de captures et d'abondance. La confrontation des deux séries permet de vérifier dans quelle mesure le modèle reflète la réalité et d'identifier les problèmes.

TABLEAU I

Surface et profondeur moyenne par classe de profondeur pour la zone économique de Guinée

Area and mean depth by depth class for the economic zone of Guinea

CLASSE DE PROFONDEUR (M)	SURFACE (KM^2)	PROFONDEUR MOYENNE (M)
0-10	21 922	4
10-20	3 231	14
20-40	5 974	29
40-100	9 925	64
100-200	8 018	140
200-500	3 803	323
500-1 000	6 132	760
1 000-5 000	52 926	3 685
TOTAL	111 932	–

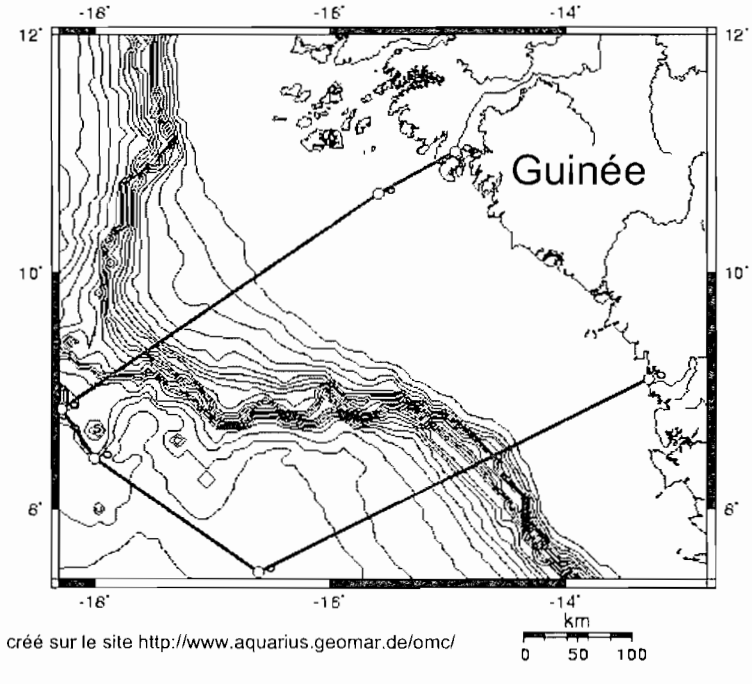


FIG. 1. — *Localisation de la zone considérée dans notre modèle des eaux guinéennes.*
Location of the area considered in the Guinean model.

MÉTHODES

LE MODÈLE présenté couvre les eaux au large de la Guinée sur une surface beaucoup plus grande que la zone économique exclusive de la Guinée. La surface considérée est d'environ cent douze mille kilomètres carrés dont seulement quarante-trois pour cent ont une profondeur de moins de deux cents mètres (tabl. I, fig. 1). Il diffère donc du modèle de la côte guinéenne récemment publié, qui ne représentait que le plateau continental de moins de deux cents mètres de profondeur (DIALLO *et al.*, 2002).

Le modèle Ecopath

Pour construire un modèle Ecopath, les espèces similaires du point de vue de leur degré de production, de leur régime alimentaire et de leur habitat sont regroupées en groupes fonctionnels. La biomasse nette d'un groupe fonctionnel est égale à la différence entre la production totale et la somme de la biomasse prélevée par les prédateurs et la pêche, l'accumulation de biomasse de ce groupe et la migration nette. L'équation principale d'Ecopath est fondée sur le principe de la conservation d'énergie et de biomasse :

$$B_i \,.\, P/B_i \,.\, EE_i = Y_i + \Sigma(Q/B_j \,.\, DC_{ji}) + BA_i + Nm_i \quad 1)$$

où :

B_i et B_j sont les biomasses des proies (i) et des prédateurs (j) ;

P/B_i est le ratio production par unité de biomasse, équivalent à la mortalité totale (Z) dans la plupart des cas (ALLEN, 1971) ;

EE_i est l'efficacité écotrophique c'est-à-dire la fraction de la production totale qui est utilisée par le système ;

Yi est la capture des pêcheries par unité d'espace et de temps ($km^{-2}.an^{-1}$) ;

Q/B_j est la consommation par unité de biomasse du prédateur j ;

DC_{ji} est la contribution de la proie i dans le régime alimentaire de j ;

BA_i est l'accumulation de biomasse de i (positive ou négative) ;

Nm_i est la migration nette (émigration moins immigration).

Groupes fonctionnels

Les données de campagnes soviétiques (KOUZMENKO & HABA, 1988) nous ont permis d'évaluer la biomasse du phytoplancton à 49 $g.m^{-2}$. La production totale tirée des bases de données SeaWifs (www.me.sai.jrc.it), a été estimée à 454,1 $gC.m^{-2}.yr^{-1}$ ou 4,086 g poids frais.$m^{-2}.an^{-1}$, en utilisant un facteur de conversion de 1 gC = 9 g poids frais (PAULY & CHRISTENSEN, 1995). Le ratio production/biomasse est donc égal à 84 $g.m^{-2}$.

La composition et la biomasse du zooplancton (Cerescor, Guinée) proviennent des travaux de KHLISTOVA & KEITA (1988) et de KEITA (1991). Le zooplancton a été divisé en deux groupes :

— les herbivores (groupe 41), qui incluent les copépodes, les cladocères et les larves d'invertébrés ;

— les carnivores (groupe 42), qui incluent les euphausides, appendiculaires et chaetognathes.

Les estimations de biomasse — de 86 $g.m^{-2}$, pour les herbivores, et de 79 $g.m^{-2}$, pour les carnivores — étant trop élevées par rapport à celle du phytoplancton, leur biomasse a donc été estimée par le modèle. Le P/B a été fixé à 40 an^{-1} pour le plancton herbivore, et 10 pour le carnivore (CHRISTENSEN, Fisheries Centre, U.B.C., *comm. pers.*). La valeur de P/Q a été fixée à 0,2.

Les organismes macrobenthiques incluent les bivalves, mollusques, polychètes, échinodermes, et crustacés autres que ceux qui sont inclus dans le groupe des crustacés. La biomasse du benthos a été estimée à 100-135 $g.m^{-2}$ (CHALOVENKOV & DIALLO, 1988) pour les strates 14-100 mètres de profondeur. À défaut de données plus précises, nous avons gardé la valeur de 120 $g.m^{-2}$ pour la zone 0-14 mètres, en supposant que la production y soit très grande. À titre d'exemple, les huîtres de palétuviers du littoral de la région de Conakry ont été estimées à 250-270 tonnes par kilomètre de côte (LE LOEUFF & ZABI, 1993). La biomasse de benthos décroissant rapidement vers les grandes profondeurs, nous avons utilisé une valeur de 12 $g.m^{-2}$

pour les fonds de plus de 200 mètres, ce qui résulte en une valeur globale de 59 g.m^{-2}. P/B a été estimé à 1,8 an^{-1} (LONGHURST, 1983), et Q/B à 25 an^{-1} (ABARCA-ARENAS & VALERO-PACHECO, 1993).

Le groupe des crustacés (groupe 39) inclut les espèces commerciales (langoustes, crevettes, et crabes) et non commerciales. Le P/B, fixé à 5,5 an^{-1}, et le Q/B, fixé à 20 an^{-1}, sont tirés du modèle d'une baie du Mozambique (DE PAULA E SILVA *et al.*, 1993). Les céphalopodes (groupe 38) regroupent les espèces commerciales (poulpe, seiche et calmar) ainsi que les espèces non commerciales. Les captures sont cependant dominées par les seiches (*Sepia* spp.). Les valeurs de P/B (2,5 par an) et Q/B (10 par an) proviennent du modèle des Açores (GUÉNETTE & MORATO, 2001).

Plusieurs espèces de baleines et de dauphins sont signalées le long des côtes de l'Afrique du Nord-Ouest mais la liste des espèces confirmées lors du premier atelier sur les mammifères marins (BAMY, 2000) est probablement incomplète. Nous avons supposé que la biomasse et la composition des espèces de la côte guinéenne sont semblables à celle du Maroc (STANFORD *et al.*, 2001). La biomasse des baleines à fanons (groupe 1) a donc été estimée à 0,03 t.km^{-2} et celle des dauphins (groupe 2) à 0,06 t.km^{-2}. Le P/B a été tiré des estimations de TRITES & HEISE (1996), soit 0,02 an^{-1}, pour les baleines, et 0,07 an^{-1}, pour les dauphins. Le ratio Q/B a été estimé à l'aide de la relation empirique de INNES *et al.* (1987) :

$R = 0,1 \cdot P^{0.8}$

où :

P est le poids individuel en kg

R la ration en kg.jour^{-1}.

Les valeurs de Q/B sont donc estimées à 4,7 an^{-1}, pour les baleines, et 11,3 an^{-1}, pour les dauphins. La composition alimentaire des mammifères marins est tirée de la description de PAULY *et al.* (1998).

Les tortues caouanne (*Caretta caretta*), verte (*Chelonia mydas*), olivâtre (*Lepidochelys olivacea*), imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et luth (*Dermochelys coriacea*) sont présentes dans la région et sont parfois capturées dans les chaluts. Toutefois dans le modèle, ce groupe n'est représenté que par *Caretta caretta*, la seule espèce pour laquelle nous ayons de l'information. Nous avons utilisé les valeurs de P/B (0,15 an^{-1}) et Q/B (3,5 an^{-1}) tirées de PAULY *et al.* (1993) pour les tortues de récifs.

Puisque nous n'avons aucune donnée sur les oiseaux océaniques, le groupe des oiseaux (groupe 4) représente uniquement les oiseaux de rivages. Leur abondance provient d'une campagne de dénombrement effectuée en décembre 2000 (OFFICE DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE, 2001). P/B a été fixé à 0,3 an^{-1} pour tenir compte de l'espérance de vie plus courte des petites espèces (CHRISTENSEN, U.B.C., Fisheries Centre, *comm. pers.*). Q/B a été calculé par la relation empirique $\log R = 0.293 + 0.85 \log W$ (NILSSON & NILSSON, 1976 *in* WADA, 1996) où R est la ration en g.jour^{-1} et W est le poids corporel en gramme (DUNNING, 1993 ; GIRARD, 1998). Le Q/B retenu est de 86,4 an^{-1} et la biomasse, de 0,49 kg.km^{-2}.

Poissons, groupes 5-37

Les poissons ont été subdivisés en trente-trois groupes à partir de leur taille, de leur régime alimentaire et de leur habitat (pélagique, côtier, démersal, grandes profondeurs). La communauté des poissons côtiers, se trouvant dans des eaux de moins de quarante mètres de profondeur a été séparée des autres poissons en raison de leurs affinités écologiques (DOMAIN *et al.*, 1999) et du fait que la pêche artisanale s'exerce principalement sur les espèces côtières. Certaines espèces comme les bars, les capitaines, l'ethmalose ont été considérées séparément en raison de leur importance commerciale (tabl. II).

Le régime alimentaire « prédateur » est dominé par les poissons et les céphalopodes, ce qui mène à un niveau trophique élevé (>3,5). Les poissons ayant un régime alimentaire « invertébrés » consomment surtout des invertébrés benthiques ou planctoniques. Le nom des groupes génériques des poissons suivra généralement la convention suivante : le premier terme définit l'habitat (ex. côtier, démersal, pélagique ou côtier pél.) ; le deuxième, leur taille (petit, moyen ou grand) ; le troisième, leur régime alimentaire (prédateurs ou invertébrés).

TABLEAU II

Liste des groupes fonctionnels de poissons du modèle
et des principales espèces incluses dans chaque groupe

List of functional groups for fish defined for the model and major species included in each group

N°	NOM DU GROUPE	ESPÈCES PRINCIPALES
5	sélaciens G prof	*Carcharhinus altimus, C. longimanus, Isurus oxyrhinchus, Prionace glauca, Raja clavata, Rhincodon typus, Sphyrna zygaena, Squalus acanthia, S. blainville, Torpedo nobiliana*
6	sélaciens G côtiers	*Carcharhinus limbatus, Dasyatis centroura, D. margarita, Galeocerdo cuvier, Gymnura micrura, Mustelus mustelus, Rhinobatos rhinobatos, Rhinoptera marginata, Rhizoprionodon acutus, Zanobatus schoenleinii*
7	sélaciens M prof	*Dipturus doutrei, Etmopterus polli, Galeus polli, Raja miraletus*
8	sélaciens M côtiers	*Dasyatis pastinaca, Mobula rochebrunei, Rhinobatos albomaculatus, Torpedo torpedo*
9	thons majeurs	*Istiophorus albicans, Katsuwonus pelamis, Makaira indica, Makaira nigricans, Thunnus alalunga, Thunnus albacares, Thunnus obesus, Xiphias gladius*
10	thons mineurs	*Orcynopsis unicolor, Scomberomorus tritor, Auxis rochei, A. thazard, Euthynnus alletteratus, Sarda sarda*
11	côtier pel G préd	*Albula vulpes, Alectis alexandrinus, Caranx* spp., *Chloroscombrus chrysurus, Elops lacerta, Hemicaranx bicolor, Lichia amia, Pomatomus saltatrix, Selene dorsalis, Sphyraena* spp., *Trachinotus* spp.
12	côtier pél P inv	*Engraulis encrasicolus, Hemiramphus brasiliensis, Ilisha africana, Sardinella aurita, S. maderensis*
13	Ethmalose	*Ethmalosa fimbriata*
14	pél G préd	*Ablennes hians, Alectis ciliaris, Coryphaena equiselis, C. hippurus, Megalops atlanticus, Mola mola*
15	pél P inv	*Cheilopogon* spp., *Decapterus punctatus, Scomber japonicus, Selar crumenophthalmus, Trachurus* spp.
16	Bars	*Pseudotolithus senegalensis, P. senegallus, P. typus, P. elongatus, P. epipercus, P. moorii*
17	gros capitaine	*Polydactylus quadrifilis*
18	côtier G préd	*Ephippion guttifer, Argyrosomus regius, Dentex canariensis, D. gibbosus, Epinephelus costae, E. itajara, Fistularia* spp., *Lutjanus* spp., *Psettodes belcheri, Trichiurus lepturus*
19	côtier M préd	*Batrachoides liberiensis, Bodianus speciosus, Gymnothorax mareei, Halobatrachus didactylus, Holacanthus africanus, Naucrates ductor*
20	Mâchoirons	*Arius gigas, A. heudelotii, A. latiscutatus, A. parkii*
21	Disques	*Ephippus goreensis, Chaetodipterus lippei, Drepane africana*
22	Mulets	*Acanthurus monroviae, Aluterus schoepfii, Liza dumerili, Liza falcipinnis, Liza grandisquamis, Mugil bananensis, Sarpa salpa*
23	petit capitaine	*Galeoides decadactylus*
24	côtier M inv	*Bothus podas, Cynoglossus* spp., *Diplodus puntazzo, Lethrinus atlanticus, Plectorhinchus macrolepis, Pomadasys* spp.
25	côtier P préd	*Citharus linguatula, Eucinostomus melanopterus, Monodactylus sebae, Pteroscion peli, Stromateus fiatola, Scorpaenoidae*
26	capitaine royal	*Pentanemus quinquarius*
27	côtier P inv	*Abudefduf saxatilis, Brachydeuterus auritus, Dicologlossa cuneata, Oblada melanura, Chromis chromis, Gerres nigri, Labrisomus nuchipinnis, Pegusa* spp. *Trachinus* spp.
28	dém G préd	*Epinephelus* spp., *Merluccius polli, M. senegalensis, Pagrus* spp., *Umbrina ronchus, Zeus faber, Congridae*
29	dém G inv	*Dactylopterus volitans, Echeneis naucrates, Sparus auratus, Umbrina canariensis*
30	dém M préd	*Chelidonichthys lucerna, Dentex macrophthalmus, D. maroccanus, Lophiodes kempi, Priacanthus arenatus, Rypticus saponaceus, Scorpaena elongata, Serranus cabrilla, Trachinus armatus*
31	dém M inv	*Mugil curema, Balistes* spp., *Boops boops, Chelidonichthys gabonensis, C.lastoviza, Pagellus bellottii, Plectorhinchus mediterraneus, Pseudupeneus prayensis*
32	dém P préd	*Antennarius pardalis, Apogon imberbis, Arnoglossus imperialis, Chlorophthalmus agassizi, Pontinus accraensis, Solitas gruveli, Uranoscopus polli*
33	dém P inv	*Antigonia capros, Ariomma bondi, Chilomycterus spinosus mauretanicus, Chromis cadenati, Sphoeroides spengleri, Stephanolepis hispidus, Syaciun micrurum, Synchiropus phaeton*

TABLEAU II (suite et fin ; *continuation and end*)

34	bathy G préd	*Alepocephalus rostratus, Bathysaurus ferox, Helicolenus dactylopterus dactylopterus, Hoplostethus mediterraneus, Lophius vaillanti, Nemichthys scolopaceus, Polyprion americanus, Pontinus kuhlii*
35	bathy P préd	*Astronesthes* spp., *Chauliodus schmidti, Eustomias* spp., *Sternoptyx* spp., *Stomias* spp.
36	bathy PM inv	*Bathypterois* spp.,*Nezumia* spp., *Scopelosaurus lepidus, Serrivomer* spp., *Trigla lyra*
37	Mésopélagiques	*Myctophidae divers, Benthosema glaciale, Cyclothone* spp., *Diaphus* spp.

La mortalité naturelle (M) a été calculée en utilisant l'équation empirique de PAULY (1980) :
$M= K^{0,65} . L\infty^{-0,279} . T^{0,463}$;
où :
K et L∞ (cm) sont les paramètres de la courbe de croissance de l'équation de von Bertalanffy,
T est la température moyenne annuelle de l'eau en degrés Celsius.

Le ratio annuel P/B (Production par unité de biomasse) est la somme des mortalités naturelle et par la pêche (F).

La consommation par unité de biomasse (Q/B) est dérivée de l'équation empirique de PALOMARES & PAULY (1989) :
$Q/B= 10^{6,37} . 0,0313T . W\infty^{-0,168} . 1,38^{P} . 1,89^{H}$;
où :
W∞ est le poids individuel asymptotique en grammes,
T est la température moyenne annuelle de l'eau modifiée d'après : T=1000 / (T°C +273,1),
où P est égal à 1 pour les poissons carnassiers et 0, pour les autres,
H est égal à 1 pour les herbivores et 0, pour les carnassiers.

La biomasse des poissons côtiers et démersaux a été tirée des données de campagnes expérimentales de chalutage effectuées sur le plateau de Guinée entre 1985-1998. À titre de première évaluation, un indice de rétention du chalut a été fixé pour les divers groupes en fonction de leur capturabilité d'après l'expérience personnelle de F. DOMAIN (C.N.S.H.B., Conakry, Guinée ; voir GUÉNETTE & DIALLO, 2003).
La biomasse est la somme des biomasses calculées par strates de profondeur divisé par l'indice de rétention :
$B = \Sigma capt_p * prop_p / \text{rétention} * nstat_p$ 2)
où :
B est la biomasse d'une espèce pour l'ensemble de la région étudiée en $t.km^{-2}$;
$capt_p$ est la biomasse capturée dans la strate de profondeur p en $t.km^{-2}$;
$nstat_p$ est le nombre de traits de chaluts effectués dans la strate de profondeur p ;
$prop_p$ est le ratio surface de strate sur la surface totale de la région considérée pour le modèle ;
la rétention est la probabilité que le poisson puisse être capturé et retenu dans le chalut, varie entre 0,1 et 0,8. Ces valeurs ont été fixées arbitrairement à la lumière des observations de François DOMAIN (*comm. pers.*)

Débarquements

Les débarquements de 1995 à 1998 proviennent des statistiques guinéennes pour la pêche artisanale et industrielle.
La pêche artisanale s'est surtout développée après 1984 en Guinée avec la fin de la Première République et la promotion de la pêche par divers projets de développement qui ont permis la construction d'infrastructures et la fourniture de bateaux et d'équipements (CHAVANCE, 1999).

L'utilisation croissante des moteurs a conduit à l'extension de la zone de pêche artisanale à des profondeurs de vingt mètres, voire quarante (CHAVANCE, 1999). Les captures de la pêche artisanale avant 1995 ont été reconstituées en se fondant sur les données de 1987-1989 (C.R.H.B., 1989 ; F.A.O., 1992 ; CHAVANCE & DOMALAIN, 1999).
Les captures de la pêche industrielle ont régulièrement augmenté entre 1971 et 1980, année où elles atteignent cent vingt-trois mille tonnes (fig. 2). Cependant, les rendements journaliers sont passés de 7-10 $t.jour^{-1}$, en 1971, à 3 $t.jour^{-1}$, en 1983-1987 (C.R.H.B., 1989). Pendant ces années, les Soviétiques sont les principaux pêcheurs industriels dans les eaux guinéennes.

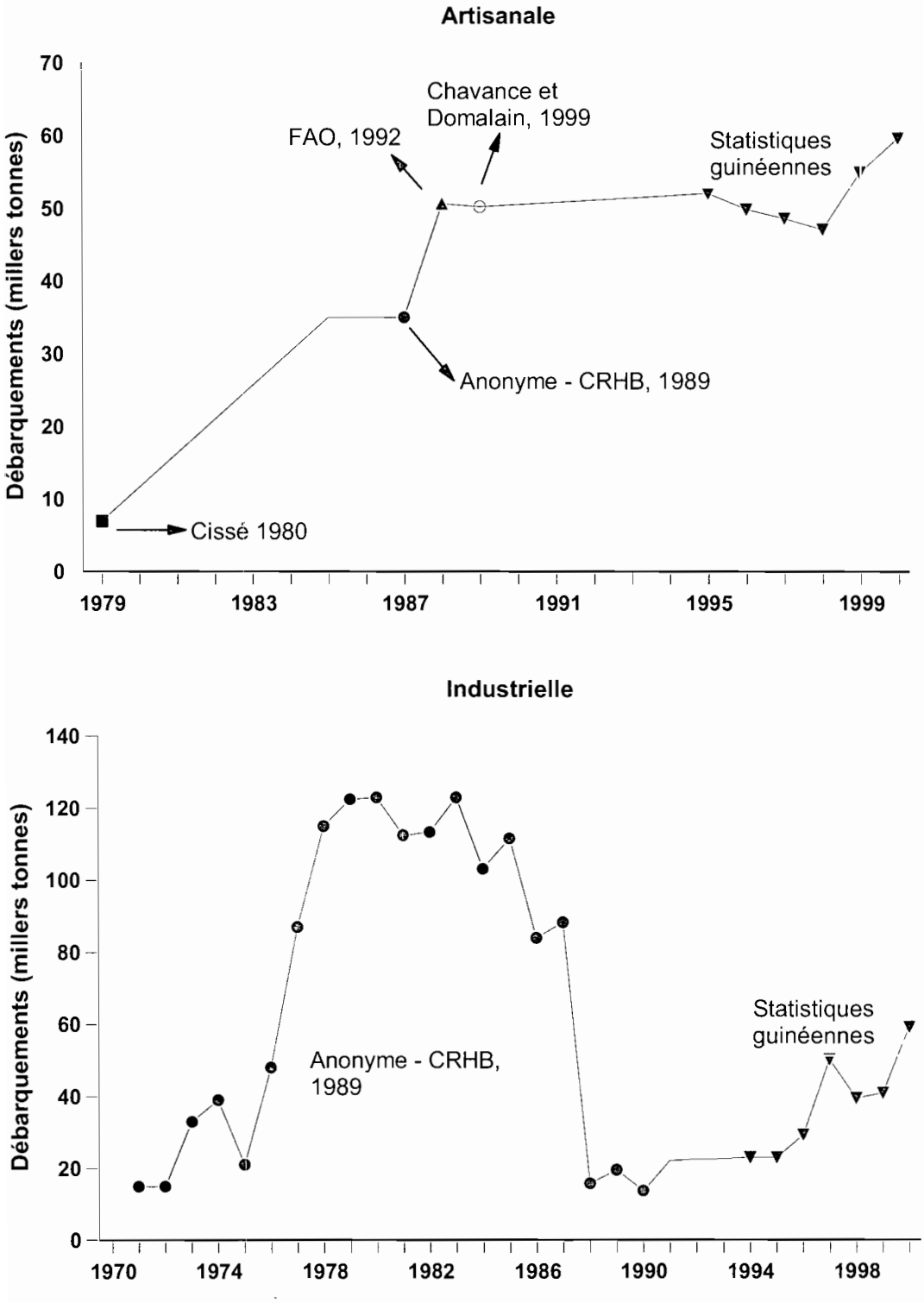


FIG. 2. — *Évolution des captures artisanale et industrielle au cours des trois dernières décennies.*

Changes of the small-scale and industrial fisheries catches in the last three decades.

TABLEAU III

Paramètres du modèle 1985 équilibré et ceux de la simulation. Les chiffres en gras représentent les paramètres estimés par Ecopath, les chiffres en italique et en gras soulignent les changements de production inclus dans les simulations. BA est l'accumulation de biomasse

Parameters of the balanced 1985 model and those of the simulation. Numbers in bold represent parameters estimated by Ecopath, those in bold italics show the changes in production included in the simulations. BA is the accumulation of biomass

	GROUPE FONCTIONNEL	MODÈLE ÉQUILIBRÉ				PARAMÈTRES APRÈS SIMULATIONS			
		Niveau trophique	Biomasse (t.km^{-2})	P/B (an^{-1})	EE	Biomasse (t.km^{-2})	P/B (an^{-1})	EE	BA
1	Baleines	3,98	0,031	0,02	**0,06**	0,031	0,02	0,06	
2	Dauphins	4,72	0,062	0,07	**0,13**	0,062	0,07	0,13	
3	Tortues	2,18	**0,295**	0,15	0,50	0,295	0,15	0,50	
4	Oiseaux	3,77	0,00043	0,3	**0**	0,00043	0,3	0	
5	Sélaciens G prof	4,54	**0,041**	0,29	0,50	0,059	0,2	0,50	
6	Sélaciens G côtiers	4,12	0,1	0,28	**0,79**	0,1	0,28	0,08	-0,02
7	Sélaciens M prof	4,49	**0,07**	0,42	0,50	0,07	0,42	0,50	
8	Sélaciens M côtiers	4,12	**0,097**	0,58	0,50	***0,081***	***0,45***	0,50	-0,01
9	Thons majeurs	4,48	**0,01**	0,94	0,50	0,01	0,94	0,50	
10	Thons mineurs	4,18	0,041	1,34	**0,75**	0,041	1,34	0,75	
11	Côtier pél G préd	4,07	0,15	0,93	**0,96**	0,15	0,93	0,96	
12	Côtier pél S inv	2,85	1,9	2,27	**0,94**	1,9	2,27	0,91	
13	Ethmalose	2,52	**0,928**	1,29	0,95	0,879	1,29	0,95	
14	Pél G préd	4,10	**0,067**	0,72	0,95	0,057	0,72	0,95	
15	Pél S inv	3,21	0,5	1,78	**0,94**	0,5	1,78	0,88	
16	Bars	3,96	0,62	0,97	**0,97**	***0,7***	***0,8***	0,99	-0,02
17	Gros capitaine	4,07	0,055	0,88	**0,99**	0,055	***0,85***	0,47	-0,025
18	Côtier G préd	3,98	0,32	0,52	**0,97**	0,32	0,52	0,94	
19	Côtier M préd	3,59	**0,084**	0,67	0,95	0,08	0,67	0,95	
20	Mâchoiron	3,69	0,35	0,86	**0,92**	0,35	0,86	0,77	-0,04
21	Disques	3,35	0,12	0,72	**0,98**	0,12	***0,6***	0,64	-0,035
22	Mulets	2,32	**0,615**	1,09	0,95	0,59	1,09	0,95	
23	Petit capitaine	3,82	0,3	0,97	**0,91**	0,3	***0,85***	0,87	-0,04
24	Côtier M inv	3,26	0,45	0,89	**0,95**	0,45	0,89	0,84	-0,015
25	Côtier S préd	3,78	0,095	1,78	**0,95**	0,095	1,78	0,86	
26	Capitaine royal	3,87	**0,132**	1,45	0,95	***0,236***	***0,7***	0,95	-0,02
27	Côtier S inv	2,92	1,5	1,07	**0,88**	1,5	1,07	0,84	
28	Dém G préd	3,89	0,1	0,51	**0,97**	0,1	0,51	0,51	-0,02
29	Dém G inv	3,13	**0,039**	0,54	0,95	0,033	0,54	0,95	
30	Dém M préd	4,01	**0,169**	0,74	0,95	0,152	0,74	0,95	-0,01
31	Dém M inv	3,26	**0,298**	0,73	0,95	0,286	0,73	0,95	
32	Dém S préd	3,81	**0,126**	1,78	0,95	0,119	1,78	0,95	
33	Dém S inv	3,17	**0,85**	1,06	0,95	0,795	1,06	0,95	
34	Bathy G préd	4,10	**0,057**	0,71	0,95	0,048	0,71	0,95	
35	Bathy S préd	3,75	**0,563**	0,8	0,95	0,542	0,8	0,95	
36	Bathy SM inv	3,56	**1,653**	0,37	0,95	1,59	0,37	0,95	
37	Mésopélagiques	3,23	3,36	2,72	**0,40**	3,36	2,72	0,39	
38	Céphalopodes	3,99	**0,799**	2,5	0,95	0,781	2,5	0,95	
39	Crustacés	2,97	**4,799**	5,5	0,95	4,572	5,5	0,95	
40	Benthos	2,17	63	1,8	**0,98**	63	1,8	0,97	
41	Zool G	2,82	**3,719**	10	0,80	3,62	10	0,80	
42	Zool S	2,00	**17,81**	40	0,60	17,63	40	0,60	
43	Prod. primaires	1,00	49	84	**0,80**	49	84	0,80	
44	Détritus	1,00	290	-	**0,56**	290	-	0,56	

La composition des captures des années 1984 à 1987 a été déduite à partir de trois sources :

— 1. les débarquements des bateaux étrangers à Las Palmas (F.A.O., 1992) qui excluent les captures soviétiques ;

— 2. les débarquements à Conakry, de la pêche artisanale avancée guinéenne (1989-1993) [DAMIANO, 1999] ;

— 3. la composition des captures soviétiques en territoire guinéen en 1984 (BOULGAKOV *et al.*, 1985).

Les captures soviétiques ont été calculées en soustrayant les débarquements des sources 1 et 2 de l'estimation des captures totales (C.R.H.B., 1989). En 1984, les captures soviétiques sont constituées de quarante et un pour cent de Sciaenidés (groupe 16), de vingt-cinq pour cent de capitaines (groupes 17, 23 et 26), de sept pour cent de mâchoirons (Ariidés, groupe 20) et d'autres espèces côtières (BOULGAKOV *et al.*, 1985) ce qui semble indiquer que les flottes soviétiques avaient accès à des zones de concentration de ces espèces, probablement dans les strates de profondeurs de 10-40 mètres, leurs bateaux ne pouvant exploiter les zones de moins de 8-10 mètres de profondeur (DOMAIN, 1999).

Simulations

Après que le modèle 1985 a été équilibré (voir paramètres, tabl. III), nous avons tenté de reproduire la série temporelle des biomasses des groupes les mieux connus. Nous avons considéré deux hypothèses pour recréer les biomasses et les captures observées. La première suppose que les captures déclarées reflètent assez fidèlement la réalité et que les captures élevées d'avant 1985 pourraient avoir amorcé une décroissance de la biomasse. La deuxième hypothèse suppose que les captures de la pêche industrielle de 1985-1998 pourraient avoir été sérieusement sous-estimées.

En effet, plusieurs chalutiers ont été observés à pêcher illégalement dans les zones côtières interdites (GUILAVOGUI & DOUMBOUYA, 2002) et on soupçonne que les captures illégales sont importantes (Jean Le Fur, C.N.S.H.B., Conakry, Guinée, *comm. pers*). De même, le système statistique du Centre national de surveillance des pêches du ministère des Pêches et de l'Aquaculture de Guinée comporte une rubrique « licence fantôme » au sein de laquelle se trouve rassemblée une flottille importante et non officiellement enregistrée dont l'activité n'est ni suivie ni connue.

Pour la première hypothèse, nous avons donc tenté de reproduire les séries de biomasses en ajustant le profil de mortalité par la pêche (F) en collant le mieux possible aux captures déclarées et en donnant si nécessaire une valeur négative au paramètre BA (accumulation de biomasse) du modèle. Pour la deuxième hypothèse, nous avons tenté d'ajuster la série des mortalités par la pêche en donnant la priorité à l'ajustement aux biomasses sans se préoccuper de surestimer les captures.

Les ajustements ont été effectués de façon à minimiser la somme des carrés d'écarts entre la série temporelle de biomasse observée et celle de biomasse simulée.

Nous avons également exploré la possibilité que la production (P/B) soit moins élevée en 1985, en raison de la plus grande proportion de gros individus à cette époque pour les bars, mâchoirons, petit ou gros capitaine, et pour le disque *Drepane africana* (DOMAIN, 1999).

RÉSULTATS

POUR les sélaciens côtiers, les deux hypothèses de travail (la sous-estimation des captures durant la période étudiée ou la décroissance d'avant 1985), pourraient être valides. Toutefois, l'évolution temporelle des sélaciens est généralement mal expliquée par le modèle (fig. 3). D'autre part, la série temporelle de biomasse du groupe des sélaciens moyen-côtiers peut augmenter ou diminuer d'un facteur de 3-5 d'une année à l'autre, ce qui semble douteux pour des poissons d'aussi faible

productivité et suggère plutôt que la capturabilité soit très variable. De même, les changements de biomasse des petits pélagiques et de l'ethmalose sont aussi mal représentés dans le modèle actuel (fig. 3).

Par ailleurs, il a été nécessaire de supposer que les captures étaient plus élevées au début ou avant la période étudiée. Dans le cas du gros capitaine par exemple, les deux scénarios permettent de reproduire la série temporelle des biomasses. Dans les deux cas, la valeur de P/B a été diminuée et les captures des années 1988-1998 auraient été suffisantes pour continuer à faire diminuer la biomasse. S'il faut en croire les débarquements déclarés pendant les années 1985-1998, la décroissance du petit capitaine implique qu'une forte décroissance avait débuté avant 1985 (BA= -0.04 $t.km^{-2}.an^{-1}$).

Le scénario selon lequel la biomasse des grands poissons démersaux (dém G préd) avait déjà commencé à diminuer avant 1985 (fig. 4 ; BA=-0.02 $t.km^{-2}.an^{-1}$) serait suffisant pour expliquer la décroissance de la biomasse. Ce scénario semble facile à accepter puisque les chalutiers avaient accès facilement au plateau continental des profondeurs 20-100 mètres déjà depuis le début des années soixante-dix et pourrait expliquer, au moins en partie, pourquoi les chalutiers ont tendance à venir pêcher illégalement plus près de la côte (GUILAVOGUI & DOUMBOUYA, 2002). Toutefois, rappelons que la série temporelle de biomasse est fondée sur les captures dans la zone 5-40 mètres et qu'on suppose ici que l'évolution dans cette zone est similaire à celle de la population dans la zone 40-200 mètres.

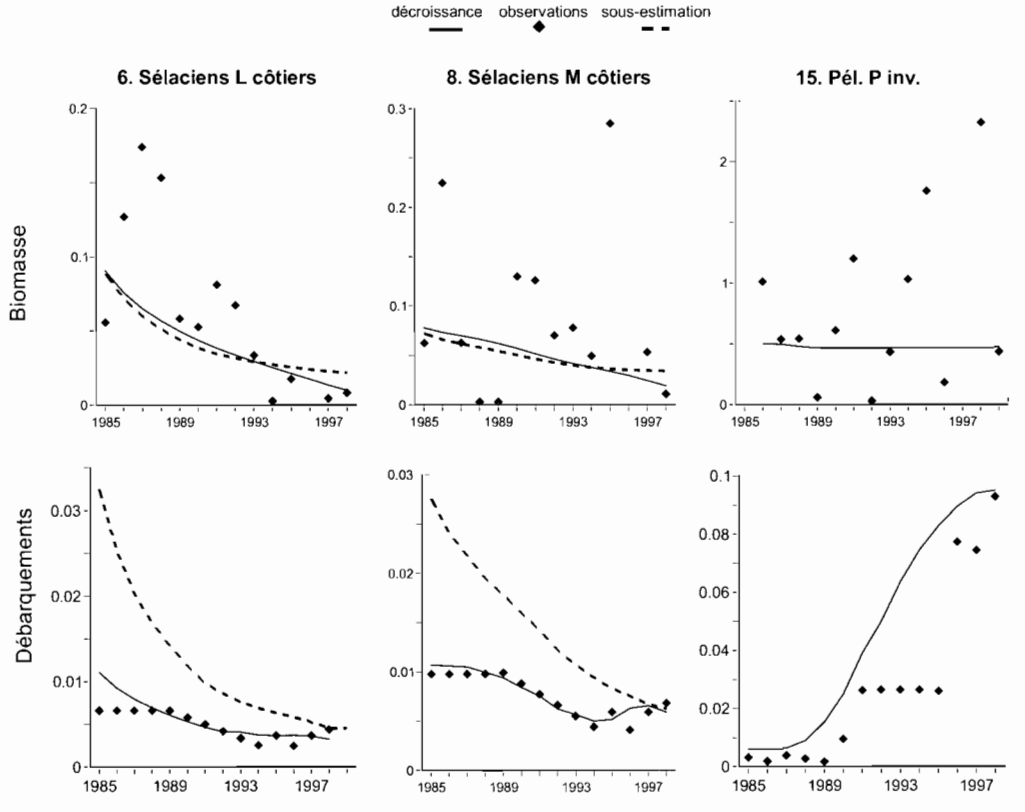


FIG. 3. — *Comparaison pour les sélaciens et les petits pélagiques, des captures et biomasses observées et simulées selon 2 scénarios 1. la décroissance de la biomasse a débuté avant 1985 (BA négatif, voir tableau 3) ; 2. les captures de la période étudiée ont été sous-estimées. Pour les petits pélagiques, seul le scénario qui suivait les captures plus ou moins fidèlement était possible.*

Comparison of catches and biomass observed and simulated for chondrochtyans and small pelagics according to 2 scenarios 1. decline of the biomass has started before 1985 (négative BA, see table 3); 2. catches for the study period have been underestimated. For small pelagics, only the scenario was possible which followed the catches more or less closely.

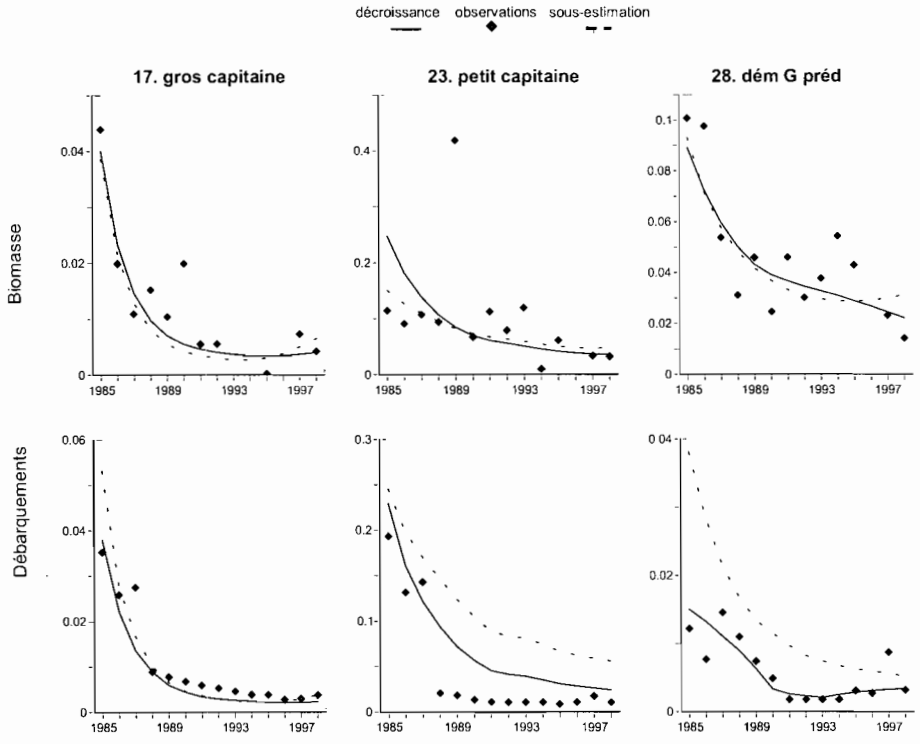


FIG. 4. — *Comparaison, pour les petit et gros capitaines et les grands poissons démersaux, des captures et biomasses observées et simulées selon deux scénarios (voir figure 3 pour les scénarios).*

Comparison of observed and simulated catches and biomasses for 2 scenarios for lesser and giant African threadfins and Large demersal predators (see figure 3 for details on scenarios).

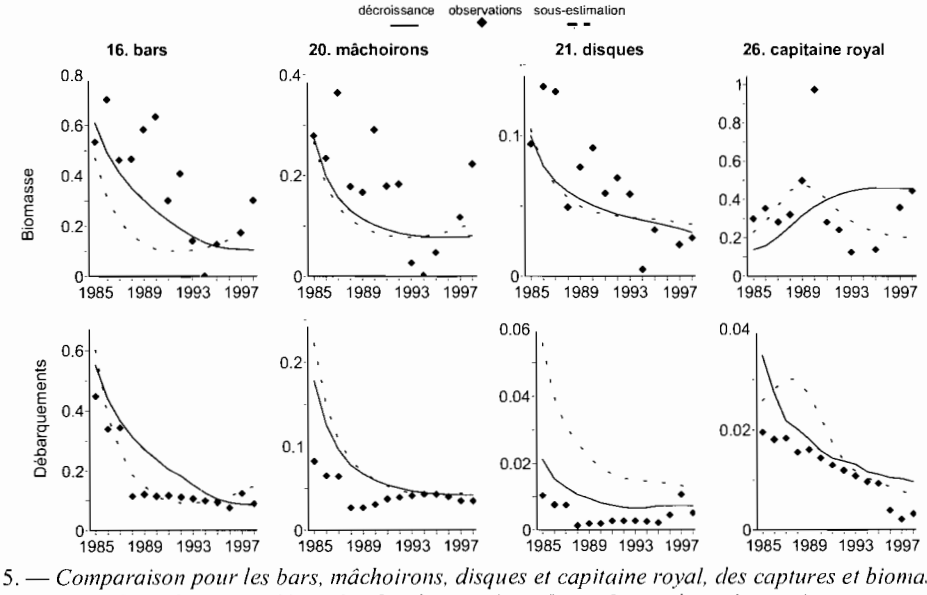


FIG. 5. — *Comparaison pour les bars, mâchoirons, disques et capitaine royal, des captures et biomasses observées et simulées selon 2 scénarios (voir figure 3 pour les scénarios).*

Comparison of observed and simulated catches and biomasses for croakers, African sicklefish, royal threadfin for 2 scenarios (see figure 3 for details on scenarios).

Dans le cas des bars et des mâchoirons, il faut également supposer qu'à tout le moins, les captures ont été sous-estimées avant 1987 (fig. 5). L'écart entre les biomasses observées et simulées pourrait être dû en partie à quelques années de recrutement élevé durant la période étudiée.
L'année de ces pics de recrutement varie en fonction des espèces au sein de groupes fonctionnels (DOMAIN, 1999). Le modèle actuel ne rendait pas très bien compte de la diminution de la biomasse des disques et du capitaine royal avant que la valeur de P/B soit diminuée de presque la moitié (tabl. III, fig. 5). Il faut noter que les captures déclarées sont très petites par rapport à leur biomasse et en conséquence, la mortalité par la pêche apparaît plutôt faible.

DISCUSSION

LES simulations Ecosim suggèrent que les débarquements de certaines espèces comme les bars, le gros capitaine et les « dém G préd », aient été suffisants pour causer la diminution de leurs biomasses à condition de supposer que les captures des neuf années antérieures à 1985 ont contribué à la réduction de la biomasse initiale (fig. 3). Étant donné la présence des bateaux soviétiques durant les années soixante-dix et les années quatre-vingt dans les eaux guinéennes et la composition des captures rapportées pour 1982-1984, il est possible que les captures de petit capitaine par la pêche industrielle, par exemple, aient été importantes avant 1985 et aient provoqué la diminution de la biomasse.

Dans le cas du petit capitaine, les résultats de la simulation suggèrent qu'il faille, en outre, que les captures des années 1985-1991 aient été plus élevées pour induire le déclin observé. Ces résultats ont été obtenus en diminuant la valeur de la production pour tenir compte du fait que la longueur moyenne des petits et gros capitaines et des bars a également décru entre les années 1985-1995.

En revanche, le modèle rend mal compte de l'évolution des biomasses d'autres espèces comme les petits pélagiques, les sélaciens, les disques et le capitaine royal. Puisque, à cette étape-ci, nous n'avons inclus aucun facteur environnemental susceptible d'influer sur le recrutement, il n'est pas surprenant que le modèle ne puisse expliquer les changements de biomasses des petits pélagiques, reconnus pour la grande variabilité de leur abondance reliée aux facteurs environnementaux.

Le modèle Ecopath/Ecosim présenté ici nous a permis de confronter les débarquements et les données de la dynamique des populations des principales espèces commerciales de la Guinée dans le contexte écosystémique. Il a également permis de compiler les données disponibles sur les divers compartiments de l'écosystème de la côte guinéenne. Toutefois, deux types d'incertitude entachent encore le modèle.

La première source d'incertitude provient des données de débarquements et notamment de ceux de la pêche industrielle illicite et non déclarée qui est certainement très significative en Guinée mais par nature difficile à corriger. Les rejets, qui sont aussi très importants en pêche industrielle devraient aussi être réexaminés. Ces deux facteurs pourraient sérieusement changer le comportement du modèle. Les captures élevées de la période 1970-1986 comparées à celles des années subséquentes reposent sur la reconstruction des captures et des informations partielles des espèces capturées par les pêcheurs soviétiques en 1982-1984 et les espèces débarquées aux Canaries durant les années quatre-vingt. Les captures de certains groupes fonctionnels ont été reconstituées au mieux de notre connaissance et plus spécialement pour les années antérieures à 1995. Par exemple, les débarquements de raies et de requins utilisés ici sont considérés préliminaires et devraient être révisés à la lumière de nouvelles informations de la part des observateurs. Les débarquements classés dans « autres poissons démersaux » ont dû être répartis dans les divers groupes fonctionnels en fonction de la probabilité de capturer les espèces commerciales

secondaires au cours des activités de pêche typiques. Cette répartition devrait être révisée en obtenant de plus amples informations auprès des observateurs en mer et aux ports. En complément, plus d'attention devrait être portée à la composition et au volume des rejets de la pêche industrielle avant et pendant la période à l'étude. Finalement, à la lumière des résultats actuels, il serait intéressant de revoir les valeurs de production calculées pour les divers groupes fonctionnels de poisson.

La deuxième source d'incertitude concerne les relations trophiques. Très peu de régimes alimentaires proviennent d'études locales et donc l'importance des diverses espèces locales comme les capitaines et l'ethmalose dans la composition alimentaire des prédateurs a dû être déduite en fonction des habitats et de la taille relative de la proie. Une recherche plus exhaustive de travaux locaux sur les habitudes alimentaires même qualitative constituerait une amélioration.

Les simulations que nous avons effectuées nous laissent supposer que la pêche industrielle de plusieurs espèces côtières ait été suffisamment importante avant 1985 pour amorcer le déclin de leur biomasse. Cette supposition est en contradiction avec la perception répandue à l'effet que la pêche industrielle des années soixante-dix ne capturait pas ou peu les espèces côtières de la communauté à Sciaenidés et que leur biomasse était pratiquement à son maximum en 1985 (DOMAIN, 1999). En raison des incertitudes sur les données, nous avons choisi d'examiner les deux hypothèses séparément afin d'évaluer les deux extrêmes bien qu'en réalité elles sont probablement concomitantes. Il serait intéressant de refaire la modélisation à la lumière de nouvelles données locales comme nous le suggérions plus haut, afin de confirmer ou d'infirmer ces conclusions.

Finalement, il serait intéressant d'inclure les facteurs environnementaux tels que l'indice de fortes pluies comme l'avait suggéré DOMAIN (1999). En effet, ces facteurs pourraient avoir une influence importante sur la survie des juvéniles de plusieurs espèces côtières et expliquer une partie appréciable des variations de recrutement et de biomasse. Pour ce faire, les groupes d'espèces concernées devraient être divisés en deux compartiments : les juvéniles et les adultes, et les indices environnementaux liés aux juvéniles.

REMERCIEMENTS

CETTE contribution du « Sea Around Us Project » n'aurait pas été possible sans le soutien du *Pew Charitable Trusts*, du projet Siap (Système d'information et d'analyses des pêches), du Fisheries Centre (U.B.C., Canada) et du Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B., Conakry, Guinée).
Nous tenons à remercier les personnes qui nous ont aidé à mener ce projet à terme en nous fournissant les données nécessaires et leur avis scientifique :

Steven MARTELL, Carl WALTERS, Reg WATSON et Sheila HEYMANS (Fisheries Centre), Jean LE FUR (I.R.D.) et Mohammed SOUMAH (C.N.S.H.B.), François DOMAIN (I.R.D.) et Charles RAYMOND HABA (Cerescor, Guinée).

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

ABARCA-ARENAS (L. G.) & E. VALERO-PACHECO, 1993. — « Toward a Trophic Model of Tamiahua, a Coastal Lagoon in Mexico », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 181-185.

ALLEN (R. R.), 1971. — « Relation Between Production and Biomass », *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 28: pp. 1573-1581.

BAMY (I. L.), 2000. — *Conservation et gestion des petits cétacés de la côte d'Afrique*, Rapport du premier atelier international sur les petits cétacés d'Afrique, Conakry, 8-12 mai 2000, 17 p. : pp. 9-12.

BOULGAKOV (N. P.), D. B. DIALLO & M. L. KABA, 1985. — *Les ressources en poisson de la zone économique exclusive guinéenne et les perspectives de leur exploitation*, République de Guinée, ministère du Développement rural, secrétariat d'État à la Pêche, Paris, Nathan, 77 p.

C.R.H.B., 1989. — *Réflexions du CRHB à l'occasion de la conférence nationale de la pêche du 31 août au 3 septembre 1989*, Centre de recherche halieutique de Boussoura, Conakry, 6 p.

CHALOVENKOV (N. N.) & M. B. DIALLO. 1988. — « Distribution spatiale de quelques groupes dominants d'animaux du fond marin dans le shelf de Guinée », *Bulletin Cerescor*, 4 : pp. 94-100.

CHAVANCE (P.) & G. DOMALAIN, 1999. — « Notes sur les captures et les efforts de la pêche artisanale maritime », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 277-293.

CHAVANCE (P.), 1999. — « Traits caractéristiques et évolution récente de la pêche artisanale », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 295-311.

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY (éd.), 1993. — *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*,

ICLARM Conference Proceedings, vol. XXVI, 390 p.

CISSÉ (M.), 1980. — Appendix 5, « Quelques informations sur la pêche maritime : les rendements de chalutage et la communauté des sparidés en Guinée », in *Report of the second ad hoc working group on coastal demersal stocks from Southern Mauritania to Liberia (Cecaf Statistical Divisions 34.3.1 and 34.3.3)*, Rome, F.A.O., vol. Cecaf/Ecaf, sér. 80/23, 101 p. : pp. 51-61.

DAMIANO (A.), 1999. — « La pêche artisanale avancée », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 199-209.

DE PAULA E SILVA (R.), M. I. SOUSA & A. M. CARAMELO, 1993. — « The Maputo Bay Ecosystem (Mozambique) », *in* CHRISTENSEN & PAULY (éd., 1993): pp. 214-223.

DIALLO (I.), I. CISSÉ & A. BAH, 2002. — « Modèle trophique du système côtier du plateau continental Guinéen », *in* PAULY *et al.* (éd., 2002) : pp. 73-86.

DOMAIN (F.), 1999. — « Influence de la pêche et de l'hydro-climat sur l'évolution dans le temps du stock côtier (1985-1995) », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 117-133.

DOMAIN (F.), M. KEITA & E. MORIZE, 1999. — « Typologie générale des ressources démersales du plateau continental », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 53-85.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd.), 1999. — *La pêche côtière en Guinée: ressources et exploitation*, C.N.S.H.B.-I.R.D. (Centre national des sciences halieutiques de Boussoura-Institut de recherche pour le développement), 394 p.

DUNNING (J. B. JR., éd.), 1993. — *CRC Handbook of Avian Body Masses*, CRC Press, Boca Raton, 371 p.

EREMEEVA (V. N., éd.), 1988. — *L'Océan Atlantique tropical : région Guinéenne*, Doumka (Ukraine), Académie des Sciences de l'Ukraine, Naoukova, 411 p.

F.A.O., 1992. — *Groupe de travail COPACE sur les ressources démersales du plateau et du talus continental de la Guinée et de la Sierra Leone (Conakry, 4-9 février 1991)*, Rome, COPACE/PACE/Sér., 91/54. 206 p.

GIRARD (O.), 1998. — *Échassiers, canards et limnicoles de l'ouest africain*, Office national de la chasse, Paris, 136 pp.

GUÉNETTE (S.) & I. DIALLO, 2003. — *Modèles préliminaires de la côte guinéenne pour les années 1985 et 1998*, Fisheries Centre Research Report, U.B.C., Vancouver, B.C.

GUÉNETTE (S.) & T. MORATO, 2001. — « The Azores Archipelago, 1997 », *in* GUÉNETTE *et al.* (ed., 2001): pp. 241-270.

GUÉNETTE (S.), V. CHRISTENSEN, & D. PAULY (éd.), 2001. — *Fisheries Impacts on North Atlantic Ecosystems: Models and Analyses*, Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada, vol. IX (4).

GUILAVOGUI (A.), J. LE FUR & A. DOUMBOUYA, 2002. — *Accès à l'espace et à la ressource: Compétitions et conflits entre la pêche artisanale et la pêche industrielle dans la Z.E.E. guinéenne*, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B), Conakry, Guinée, doc. sci., soumis, 21 p.

INNES (S.), D. M. LAVIGNE, W. M. EARLE, & K. M. KOVACS. 1987. — « Feeding Rates of

Seals and Whales », *Journal of Animal Ecology*, 56: pp. 115-130.

KHLISTOVA (L. M.) & A. KEITA, 1988. — « Zooplancton (Composition et Répartition) » *in* EREMEEVA (éd., 1988) : pp. 257-274.

KEITA (A.), 1991. — *Le zooplancton des eaux du shelf guinéen (composition, densité, biomasse et leur répartition spatio-temporelle)*, doct. th., Moscou, 145 p.

KOUZMENKO (I. V.) & C. R. HABA, 1988. — « Phytoplancton (Composition, répartition, production primaire et chlorophylle) », *in* EREMEEVA (éd., 1988) : pp. 234-256.

LE LOEUFF (P.) & G. S. F. ZABI, 1993. — « Revue des connaissances sur la faune benthique des milieux margino-littoraux d'Afrique de l'Ouest », 3e partie : « Discussion et Conclusion », *Revue d'hydrobiologie tropicale*, 26 (2) : pp. 127-137.

LONGHURST (A. R.) 1983. — « Benthic-Pelagic Coupling and Export of Organic Carbon from a Tropical Atlantic Continental Shelf - Sierra Leone », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 17: pp. 261-285.

OFFICE DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE, 2001. — *Mise en place d'un réseau de suivi de populations d'oiseaux d'eau en Afrique subsaharienne*, Office de la Chasse et de la Faune sauvage, Rapport de mission en Guinée 1-21 déc. 2000, contrat B7-6200/97 -16/VIII/ENV, 61 p.

PALOMARES (M. L.) & D. PAULY, 1989. — « A Multiple Regression Model for Predicting the Food consumption of Marine Fish Populations », *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 40: pp. 259-273.

PAULY (D.) & V. CHRISTENSEN, 1995. — « Primary Production Required to Sustain Global Fisheries », *Nature*, 374: pp. 255-257.

PAULY (D.), 1980. — « On the Interrelationships Between Natural Mortality, Growth Parameters, and Mean Environmental Temperature in 175 Fish Stocks », *Journal du Conseil International pour l'exploration de la mer*, 39: pp. 175-192.

PAULY (D.), A. W. TRITES, E. CAPULI & V. CHRISTENSEN, 1998. — « Diet Composition and Trophic Levels of Marine Mammals », *ICES Journal of Marine Science*, 55: pp. 467-481.

PAULY (D.), M. L. D. PALOMARES, & J. M. VAKILY (éd.), 2002.— *Mass-Balance Trophic Models of West African Marine Ecosystems*, Siap, document technique, vol. Siap/EP/DT/03.

PAULY (D.), M. L. SORIANO-BARTZ & M. L. D. PALOMARES, 1993. — « Improved Construction, Parametrization and Interpretation of Steady-State Ecosystem Models », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 1-13.

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN & N. HAGGAN (éd.), 1996. — *Mass-Balance Models of Northeastern Pacific Ecosystems*, Fisheries Centre of the University of British Columbia, Vancouver, BC, vol. IV (1), 129 p.

PAULY (D., éd.), 1998. — *Use of Ecopath with Ecosim to Evaluate Strategies for Sustainable Exploitation of Multi-Species Resources*, Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada, V6T 1Z4, vol. VI, n° 2.

PEZENNEC (O.), 1999. — « L'environnement hydro-climatique de la Guinée », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 7-27.

STANFORD (R.), K. LUNN & S. GUÉNETTE, 2001. — « A Preliminary Model of the Atlantic Coast of Morocco for the Mid-1980s », *in* GUÉNETTE *et al.* (ed., 2001): pp. 314-344.

TRITES (A.) & K. HEISE, 1996. — « Marine Mammals », *in* PAULY *et al.* (ed., 1996): pp. 51-54.

WADA (Y.), 1996. — « Marine Mammals and Birds », *in* PAULY *et al.* (ed., 1996): p. 71.

WALTERS (C. J.), 1998. — « Ecosim and Ecospace: Basic Considerations », *in* PAULY (ed., 1998): pp. 15-18.

WALTERS (C. J.), V. CHRISTENSEN & D. PAULY, 1997. — « Structuring Dynamic Models of Exploited Ecosystems from Trophic Mass-Balance Assessments », *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: pp. 139-172.

Changes in the Coastal Ecosystem of the Cape Verde Archipelago over the Last Two Decades: A Simulation Study Using Ecosim

— Article —

Changements dans l'écosystème côtier dans l'archipel du Cap-Vert pendant les deux dernières décennies : Une étude de simulation avec Ecosim

— Article —

Kim A. STOBBERUP [1], Vito M. RAMOS [2], Maria Lucília COELHO [3] & Karim ERZINI [4]

1. — Halieute, chercheur, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries (INIAP-IPIMAR)*, [Institut national de recherche sur l'agriculture et la pêche], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

2. — Biologiste, chercheur, Institut national de développement des pêches (I.N.D.P.), [*National Institute for Fisheries Development*], C.P. 132, Mindelo, San Vicente (Cap-Vert).

3. — Biologiste, chercheur, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries (INIAP-IPIMAR)*, [Institut national de recherche sur l'agriculture et la pêche], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

4. — Biologiste, chercheur, *Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve* (C.C.Mar), [Centre des sciences de la mer, université d'Algarve ; *Science Centre, Algarve University*], Campus de Gambelas, 8000-810 Faro (Portugal).

ABSTRACT

A MASS-balance trophic model was created to describe the coastal ecosystem of the Cape Verde Archipelago for the time period from 1981 to 1985, using available estimates on biomass and catches. This time period was characterised by predominantly artisanal fisheries and a low level of motorisation; the initial phase of a more intensive fishery development. Subsequently, a dynamic simulation model, using Ecopath with Ecosim, was used to simulate from 1986 to 2000, incorporating time series information on biomass, catches and catch per unit of effort. Using this approach, it was possible to detect problems in model specification such as incompatible biomass estimates for small pelagics and various demersal fish groups. Also, measures of fishing effort in fishing days or trips were considered unreliable, in particular for the artisanal fishery. Thus, the approach adopted was to fit the model to observed catch estimates by adjusting effort. A reasonable overall fit to time series of catches was obtained for 18 fish groups, using only three overall trends in effort and minor adjustments to fishing rate for yellowfin tuna. The observed decrease in abundance of important predators such as yellowfin and skipjack tuna resulted in decreased predation on neritic pelagic species and some demersal fish groups. Consequently, the model estimated a 13 per cent increase in biomass of coastal fish species from 1986 to 2000. Overall fish biomass, including pelagic migratory species, remained nearly constant (- 2%). However, some groups such as demersal predators, moray eels and jacks appear to show signs of overexploitation. Further research is necessary to gather supporting evidence for the simulation results.

Key words

Cape Verde — Marine ecosystem — Fisheries — Modelling

RÉSUMÉ

UN MODÈLE trophique d'équilibre de masse (Ecopath) a été créé pour décrire l'écosystème côtier de l'archipel du Cap-Vert pour les périodes de temps de 1981 à 1985, en utilisant des estimations disponibles pour la biomasse et les captures. Cette période de temps a été caractérisée principalement par la pêche artisanale et un niveau bas de motorisation ; la phase initiale du développement plus intensif de la pêcherie. Plus tard, un modèle dynamique de simulation (Ecosim) a été alors employé pour simuler de 1986 à 2000, incorporant l'information sur des séries de biomasse, de captures et de captures par unité d'effort. En utilisant cette approche, il a été possible de détecter des problèmes de spécification du modèle, comme des estimations de biomasse incompatibles pour les petits pélagiques et pour quelques groupes de démersaux. Également, des mesures d'effort de pêche en jours de pêche ou en marées ont été considérés incertains particulièrement pour la pêche artisanale. Ainsi, l'approche adoptée était d'adapter le modèle aux données observées de captures en ajustant l'effort. Un ajustement raisonnable a été obtenu pour les séries de captures de dix-huit espèces de poissons, en utilisant seulement trois tendances d'effort et des petits ajustements du taux d'exploitation pour le thon à nageoires jaunes. La diminution observée de l'abondance de prédateurs importants, tels que le thon à nageoires jaunes, et de bonites a eu comme conséquence la baisse de la prédation sur les espèces pélagiques néritiques et quelques groupes démersaux de poissons. En conséquence, le modèle a estimé une augmentation de treize pour cent de biomasse pour les espèces de poissons côtiers de 1986 à 2000. La biomasse globale de poissons, y compris les espèces pélagiques migratrices, est restée presque constante (- 2 p. cent). Cependant, certains groupes tels que les prédateurs démersaux, les murènes et les carangues semblent montrer des signes de surexploitation. Davantage de recherche est nécessaire pour confirmer les résultats de simulation.

Mots clés

Cap-Vert — Écosystème marin — Pêche — Modélisation

INTRODUCTION

THE current state of knowledge on the marine environment in Cape Verde includes numerous studies of a generally descriptive nature (fig. 1). In relation to fisheries, many studies and characterisations have been undertaken, including single species stock assessments of economically important species such as lobsters and scad mackerel (*Decapterus macarellus*) (*e.g.* ALMADA 1997; CARVALHO *et al.* 1999). The present study is part of current efforts to adopt an ecosystem approach to assess the direct and indirect effects of fishing (*e.g.* ICES, 2002; GISLASON *et al.*, 2000). This is particularly important in tropical environments that are characterised by artisanal, multi-specific fisheries that may exert strong fishing pressure on resources.

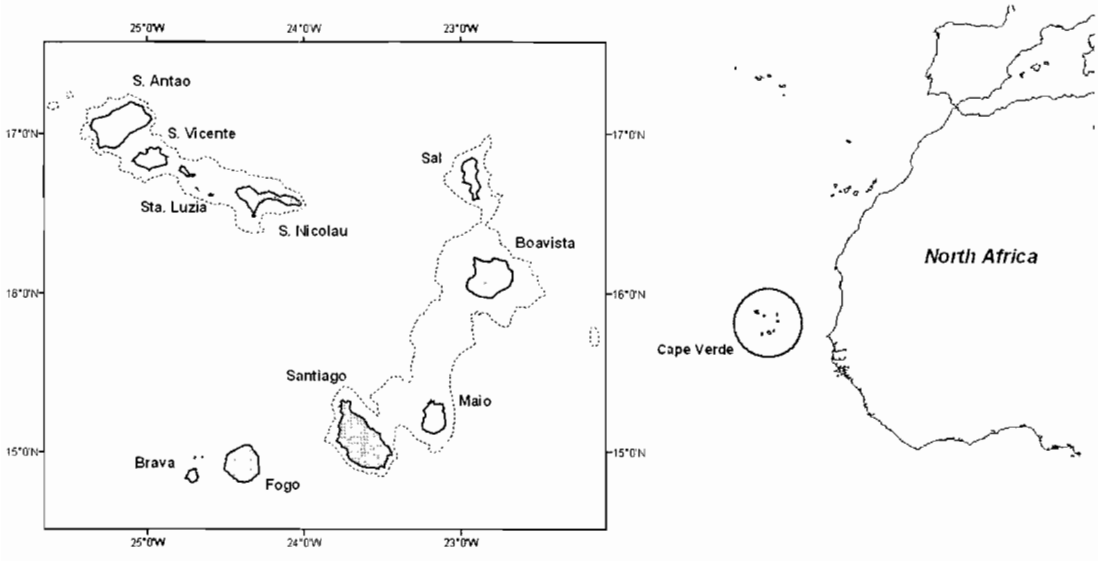


FIG. 1. — Map of the Cape Verde Archipelago indicating the relatively limited shelf area. Bathymetric lines indicate a depth of 1000 m. There is a natural division between north-western and eastern islands, which are separated by depths of approximately 3000 m.

Carte de l'archipel du Cap-Vert indiquant le secteur relativement limité du plateau. Les lignes bathymétriques indiquent des profondeurs de 1 000 m. Il y a une division normale entre les îles du nord-ouest et les îles orientales, qui sont séparées par des profondeurs d'environ 3000 m.

Previous efforts have been undertaken for Cape Verde using Ecopath with Ecosim to construct mass-balanced ecosystem models (STOBBERUP *et al.*, 2002; COELHO & STOBBERUP, 2000; STOBBERUP & COELHO, 2000). This is a powerful tool for creating ecosystem models, including the analysis of energy flows or cycling, comparison of these flows between different time periods in the same system or among similarly structured systems, and simulation studies incorporating time series observations (CHRISTENSEN *et al.*, 2001; WALTERS *et al.*, 1997, CHRISTENSEN & PAULY, 1993). In the context of the present study, we present developments in the Cape Verde model by introducing dynamic simulation studies for the period over the last two decades.

MATERIALS & METHODS

THE Ecopath approach was originally proposed by POLOVINA (1984) and has since been developed extensively (CHRISTENSEN *et al.*, 2001; WALTERS *et al.*, 1997; CHRISTENSEN & PAULY, 1993). Most importantly, Ecopath no longer assumes steady state, but instead bases parameterisation on an assumption of mass-balance over an arbitrary period, usually one year. Two master equations are defined for parameterisation, one to describe the production term and one for the energy balance of each group defined in the model. The first equation describes how the production term for each group can be split in components, which can be expressed simply as:

Production = catches + predation mortality + biomass accumulation + net migration + other mortality

A set of linear equations, one for each group in the model, are solved simultaneously, ensuring balance between energy input and output for all the groups, which can be expressed as:

Consumption = production + respiration + unassimilated food

The Cape Verde model considers the total area of the continental shelf system, assuming a homogeneous area of 5394 km^2. The oceanic waters between islands were not included as they were considered a different ecosystem. However, we assume interaction between the coastal and oceanic ecosystems through the foraging of oceanic and/or migratory species, following the recommendation by CHRISTENSEN *et al.* (2001). This was specified as an "import" of food in the diet matrix, which was estimated by assuming the proportion of oceanic species in the diet as import.

Twenty-seven ecological groups were defined, including small mammals, seabirds, turtles, 18 fish groups, 2 benthic invertebrate groups, zooplankton, 2 primary producers and detritus (tabl. I). The study by STOBBERUP *et al.* (2002) gives a detailed description of the creation of the Cape Verde Ecopath model, including sources of information as well as procedures in parameter estimation (available upon request). However, a brief description is included in the following.

Parameter estimation

Concerning the fish species included in the model, a total of 99 species were specified based on criteria such as their relative importance in trawl, handline, and longline surveys as well as in the fisheries. The aggregation into ecological groups was based on characteristics such as diet, habitat, common and maximum length, estimated trophic level and consumption. Biomass estimates for the more abundant demersal and neritic pelagic fish species were obtained from survey reports (MAGNÚSSON & MAGNÚSSON, 1985, 1987; MARQUES *et al.*, 1997; PALSSON, 1989; STROEMME *et al.*, 1981; THORSTEINSSON *et al.*, 1995).

Fish Consumption/Biomass Ratios (Q/B) were estimated using the empirical equation of PALOMARES & PAULY (1999). In the case of demersal fish, which are relatively well-sampled by trawl gears, the Production/Biomass Ratio (P/B) was estimated by assuming P/B equal to Z (total mortality), which applies under steady-state conditions (ALLEN, 1971). Natural mortality (M) was estimated using the empirical equation proposed by FROESE & BINOHLAN (2000). Fishing mortality (F) was estimated from F = Catch / Biomass (C/B), also under a steady-state assumption, when fish biomass estimates were available. Thus, total mortality can be calculated as Z = M + F.

Q/B and M were estimated for each fish species, in most cases, and a weighted average, based on biomass, was calculated for demersal fish groups. In the case of migratory/pelagic species, catch was used as a relative indicator of species abundance in each group and the parameters were weighted accordingly. For other groups, a simple average was calculated as the relative abundance of the constituent species is poorly known. The same procedure was used in estimating diet composition by fish group.

Fishbase 2000 (FROESE & PAULY, 2000) was an invaluable source of information for most fish species, including habitat, diet composition, common and maximum length, and von Bertalanffy parame-

ters L_∞ and W_∞, including the empirical relations given therein (Keyfacts). Local information on diet composition, in quantitative terms, was available only for *Decapterus macarellus* (ALMADA, 1997).

Table I shows that P/B and B were estimated by the model in many cases, because information was lacking for these groups. However, biomass was estimated for yellowfin and skipjack tuna, based on production estimates for Cape Verde given in the literature (HALLIER, 1999). These tuna species play an important role in the system as abundant predators, migrating through the system. Thus, it is essential to impose reasonable constraints in terms of biomass as this will have bearing on the model results.

When allowing the model to estimate P/B and B, the production/consumption (P/Q) ratio was assumed to be 0.1 and the ecotrophic efficiency (EE) was fixed, varying from 0.5 for top predators (and benthic algae), to 0.8 for highly migratory groups, and 0.9 for other groups, which were considered reasonable values in light of other studies (*e.g.* KITCHELL *et al.*, 1999; CHRISTENSEN & PAULY, 1993; POLOVINA, 1984).

For non-fish groups, local information is very limited and mostly of a qualitative nature. In order to tackle this problem, we assume that ecosystem characteristics in Cape Verde are similar to other tropical areas in terms of trophic functioning and community structure. Information for other groups was estimated using a number of references; phytoplankton (LONGHURST, 1998), benthic autotrophs (OPITZ, 1993), zooplankton (BRAUN *et al.*, 1982), benthic invertebrates (OPITZ, 1993; SILVESTRE *et al.*, 1993), seabirds (LE-GRAND, 1986; NAGY, 1987), and small mammals (BUNDY *et al.*, 2000; PAULY *et al.*, 1998; REINER *et al.*, 1996).

Fisheries statistics were available for the period from 1981 to 2000 (INDP, 2001), but estimates for the period 1981 to 1985 are not considered reliable (pers. comm. CARLOS MONTEIRO; Head of Fisheries Statistics Dept., INDP). This was the period of implementation of the statistical collection system and the high estimates given are the result of errors in extrapolation. An artisanal and an industrial fishery were defined in the model. Thus, the simulation studies included fisheries catch, effort and catch per unit of effort (CPUE) starting from 1986, which coincides with the creation of the National Fisheries Institute (INDP) in Cape Verde.

Simulation with Ecosim

Simulation with Ecosim consists of biomass dynamics expressed through a series of coupled differential equations, which are based on the first equation defined in the Ecopath base model (CHRISTENSEN *et al.*, 2001):

$$dB_i/dt = g_i \sum_j Q_{ji} - \sum_j Q_{ij} + I_i - (M_i + F_i + e_i)B_i$$

where dB_i/dt represents the growth rate during the time interval dt of group (i) in terms of its biomass, B_i, g_i is the net growth efficiency (production/consumption ratio), M_i the non-predation ('other') natural mortality rate, F_i is fishing mortality rate, e_i is emigration rate, I_i is immigration rate. The two summations estimates consumption rates, with the first expressing the total consumption by group (i), and the second the predation by all predators on the same group (i).

Ecosim was used to simulate the dynamics of the system, incorporating time series information on biomass, catches, and CPUE for a number of groups as well as effort by fishery for the period 1986 to 2000.

Ecosim simulates the effects of fishing and predation on each group in the system, including possible changes in food availability and the indirect effects of fishing or predation on other groups in the system.

Ecosim provides several options in relation to time series fitting, such as prey vulnerability parameters and forcing functions (CHRISTENSEN *et al.*, 2001; WALTERS *et al.* 1997). However, default settings were used for vulnerability parameters (0.3) and forcing functions were not applied as the main objective of the study was to determine whether the Cape Verde model was able to simulate biomass, catch and CPUE time series realistically with as few adjustments as possible.

TABLE I

Comparison of parameter estimates for the start (1986) and end (2000) of the simulation. The start parameters correspond to the model created for the period between 1981 to 1985, using available information that are indicated in bold underlined. See text for explanation on procedure adopted for simulating forward to 2000. (abbreviations: pel – pelagic; dem – demersal; O Demersal fish – other non-commercial demersal fish)

Comparaison des estimations des paramètres pour le début (1986) et la fin (2000) de la simulation. Les paramètres de début correspondent au modèle créé pour la période entre 1981 à 1985, en utilisant l'information disponible (valeurs en gras). Voir le texte pour l'explication sur le procédé adopté pour simuler jusqu'en 2000. (abréviations : pel - pélagique ; dem - démersal ; O Demersal fish – autres poissons démersaux, non commercialisés)

	TROPHIC LEVEL		BIOMASS (T/KM²)		PROD./ BIOM. (/YEAR)		CONS./ BIOM. (/YEAR)		ECOTROPHIC EFF.		FISHING MORTALITY	
Group name	*Start*	*End*	*Start*	*End*	*Start*	*End*	*Start*	*End*	*Start*	*End*	*Start*	*End*
Sea birds	3.7	3.8	0.020	0.021	**0.250**	0.264	**109.500**	114.329	0.50	0.59	0.049	0.094
Mammals	4.4	4.4	0.034	0.028	**0.100**	0.124	**11.790**	11.912	0.50	0.42	0.029	0.056
Billfish	4.3	4.3	0.083	0.064	**0.300**	0.313	**6.400**	6.404	0.80	0.77	0.024	0.047
Yellowfin	3.5	3.6	**1.803**	0.490	**0.800**	0.909	**11.493**	12.607	0.84	0.86	0.350	0.696
Predators pel	3.7	3.8	0.186	0.167	0.991	1.062	**9.911**	10.449	0.80	0.83	0.253	0.489
Skipjack	3.5	3.5	**0.457**	0.179	0.970	1.038	**12.500**	13.576	0.91	0.95	0.350	0.797
Small tuna	3.4	3.4	0.493	0.776	1.498	1.354	**14.978**	13.653	0.90	0.80	0.059	0.176
Jacks	3.5	3.5	0.250	0.230	0.475	0.476	**4.754**	4.894	0.90	0.93	0.044	0.132
Moray eels	3.9	4.0	0.149	0.095	0.280	0.346	**2.800**	3.071	0.90	0.83	0.061	0.181
Sharks pel	4.6	4.6	0.045	0.036	**0.100**	0.128	**2.668**	2.604	0.50	0.32	0.022	0.042
Bathydemersal	3.8	3.8	0.224	0.316	0.384	0.314	**3.844**	3.657	0.90	1.02	0.004	0.013
Sharks dem	3.7	3.6	0.137	0.126	0.260	0.264	**2.600**	2.602	0.90	0.89	0.007	0.022
Predators dem	3.7	3.8	**0.216**	0.123	**0.561**	0.679	**4.323**	4.863	0.90	0.87	0.153	0.455
O Demersal fish	3.1	3.1	**1.893**	2.179	**0.729**	0.713	**5.142**	4.994	0.87	0.83	0.001	0.003
Demersal fish	3.4	3.4	**1.456**	1.746	**0.561**	0.535	**5.759**	5.565	0.71	0.65	0.009	0.027
Small pelagics	3.0	3.0	**4.635**	5.260	1.111	1.075	**11.108**	10.751	0.97	0.96	0.048	0.143
Reef feeders	3.2	3.2	0.811	0.847	0.549	0.534	**5.494**	5.415	0.90	0.91	0.002	0.007
Sparids	2.7	2.7	**1.841**	2.178	**0.680**	0.647	**16.247**	15.643	0.72	0.65	0.004	0.011
Flyingfish	3.0	3.0	0.758	0.395	1.430	1.535	**14.300**	15.039	0.90	0.91	0.009	0.028
Herbivores	2.0	2.0	**0.968**	0.885	**0.585**	0.598	**15.863**	15.987	0.85	0.84	0.004	0.012
Turtles	2.8	2.8	0.139	0.089	**0.150**	0.215	**3.500**	3.716	0.50	0.46	0.043	0.128
Crabs/Shrimps	2.7	2.8	13.699	12.821	**1.600**	1.636	**10.000**	10.200	0.95	0.95	0.000	0.001
Benthos	2.1	2.1	33.280	34.512	**3.000**	2.966	**12.500**	12.371	0.95	0.95	-	-
Zooplankton	2.0	2.0	2.186	2.100	**63.440**	65.923	**280.000**	290.886	0.95	0.95	-	-
Phytoplankton	1.0	1.0	2.360	2.414	**285.000**	281.744	-	-	0.95	0.95	-	-
Benthic autotrophs	1.0	1.0	18.879	18.527	**13.250**	13.376	-	-	0.50	0.51	-	-
Detritus	1.0	1.0	1.000	42.574	-	-	-	-	0.66	0.66	-	-

RESULTS & DISCUSSION

THE period from 1981 to 1985 was chosen so that the model corresponds to the initial phase of a more intensive fishery development. Artisanal fisheries dominated at the time, consisting of small boats with or without outboard motors. Fish stocks were considered to be in their virgin state at the time (MAGNÚSSON & MAGNÚSSON, 1985, 1987). It was also during this period that a statistical collection system was established and the first systematic surveys were undertaken, providing estimates of fisheries catches and biomass for different fish stocks.

Considering the location of the Cape Verde Archipelago, the coastal areas are expected to have strong oceanic influence. The presence of many oceanic species is an example of this (REINER, 1996) as well as the fact that Cape Verde is in the migratory route of several tuna species (ICCAT, 2001). Migratory species such as yellowfin and skipjack tuna are important predators and constitute a major resource for the fisheries in Cape Verde, making it extremely important to deal with this issue in the model. We followed the recommendation by CHRISTENSEN *et al.* (2001), treating the migratory groups as part of the system, but obtaining part of their food outside the system (and/or the time spent outside the system). Another option would have been to estimate dispersal rates (immigration/emigration), which have not been studied in Cape Verde. Also, a problem in connection with the incorporation of dispersal rates in the model is that Ecopath will deal with flows as "density independent" as a constant proportion of immigration/emigration irrespective of the biomass, which is not realistic (CHRISTENSEN *et al.*, 2001).

There is considerable uncertainty attached to the specified model parameters. Q/B and M were estimated with empirical equations, which are generally applicable but do not account for local conditions. For biomass of demersal fish, only two estimates were available for the whole period. The results of the trawl surveys undertaken in 1984 and 1985 were used for the initial model, leaving one estimate for 1994 in the simulation study. This was further aggravated by the fact that the trawl survey in 1994 did not cover as large an area as the first survey. For small pelagics, consisting primarily of *Decapterus macarellus*, acoustic biomass estimates were available for 1981 and 1997. However, these estimates indicated a decrease from around 12 to 2.5 t.km^{-2}, which is questionable. Also, biomass estimates were not available for yellowfin and skipjack tuna, so these were based on production estimates for Cape Verde given in the literature (HALLIER, 1999). It was essential to impose reasonable constraints in terms of biomass, as these tuna species are important predators and are targeted by the fisheries.

The first attempts failed to adequately simulate the observed values for biomass, catch and CPUE. Available estimates of relative fishing rate over time showed modest increases and could not account for the observed catches. Furthermore, if fishing rate was increased, the biomass of tuna tended towards extinction. Thus, these initial simulations were used to identify problems and inconsistencies in the model given in STOBBERUP *et al.* (2002). The following gives a summary of the modifications undertaken:

- Previously, a large tuna group was defined, including yellowfin and skipjack. This was split into two groups in order to simulate differences in consumption and mortality as well as catches by the different fisheries. Also, more recent estimates for Q/B were available from KITCHELL *et al.* (1999);
- Only two fisheries were considered; artisanal and industrial. Originally, the artisanal fishery was divided into handline and seine/gillnet fisheries, but the quality of effort data for the seine fishery made this distinction senseless;
- The 1981 acoustic biomass estimate (12.05 tonnes per km^{-2}) for small pelagics appeared too high. Instead, a more reasonable estimate of 4.64 tonnes per km^{-2} was obtained from a recent stock assessment study (ALMADA, 1997);
- This reduction in biomass of small pelagics made it necessary to increase the import of

food in the model for pelagic/migratory species in order to provide sufficient food (table II);

— The original model was simplified by reducing the number of groups in an attempt to reduce uncertainty. Information on the original groups rays and flatfish was almost non-existent, so these were joined with demersal sharks and demersal fish, respectively. Also, several benthic invertebrate groups were joined to form one benthos group as the emphasis was placed on higher trophic level groups, fish in particular.

Estimates of diet composition were based on information given in the literature, preferably in other tropical areas. However, this diet information had to be standardised into major groups (*e.g.* fish, zooplankton, phytoplankton, polychaeta, etc.), which resulted in a base matrix with major food items. In practical terms, this could be integrated directly for the lower trophic levels as the model definition at this level maintains a similar separation into major groups. The balancing of the model and improvements to the simulation results were obtained by minor adjustments to the diet matrix (table II).

A different approach to simulation was thereafter adopted. Emphasis was placed on obtaining fits to the catch time series, in particular, as well as CPUE. This reasoning was based on the fact that statistical sampling programmes tend to provide better estimates of catch (lower variance) compared to effort as well as CPUE (BELLEMANS & MONTEIRO, 2000). Few biomass estimates were available and less emphasis was placed on fitting simulation results to biomass. The use of available estimates for relative fishing rate was abandoned and these were estimated by trial and error.

A reasonable overall fit to the time series of catches was obtained for the 18 fish groups by using three overall trends in relative fishing rate (Fig. 2). The trend estimated for the industrial fishery was similar to observed values, but increased slightly. This is reasonable as the industrial fishery is well sampled, at least in recent years, and the slight increase adopted can be interpreted as an increase in efficiency, which was not captured by measuring effort as fishing days. A tripling of relative fishing rate was estimated for the artisanal fishery, which was double the effort measured in fishing trips.

This appears to indicate that effort is not well sampled and is further aggravated by the fact that efficiency must have increased considerably with the motorisation of boats over time. Simulation results improved by assuming a doubling of relative fishing rate for migratory species, including large pelagic fish as well as small mammals. Thus, fishing pressure on coastal species was assumed to have increased more strongly. However, it was necessary to apply adjustments to fishing rate on yellowfin tuna separately in order to fit observed catch and CPUE.

Figure 3 shows the simulation results for important migratory species such yellowfin and skipjack tuna as well as pelagic predators. The resulting fits for both CPUE and catches are reasonable for all these groups. The decrease in CPUE of yellowfin and skipjack has been confirmed by ICCAT (2001) and was thus incorporated in the model. This decrease in abundance of important predators has important consequences on the modelling results as will be seen in the following.

Model estimates of biomass were poor (not shown). This is not surprising since these estimates were considered unreliable, with only two points available for the time period. It should also be noted that one estimate was used for the creation of the Ecopath model, leaving only one estimate for the fitting process in Ecosim.

The results of the fit to observed CPUE time series are shown in figure 4. These CPUE estimates were based on the artisanal fishery and they can not be considered as good indices of abundance.

The artisanal fishery is a typical multi-gear and multi-species fishery, which makes it difficult to obtain reliable indices of abundance from fishery data. On the other hand, the CPUE estimates for tuna species were considered more reliable as these are well-defined targets of the fisheries.

TABLE II

Diet matrix showing proportions in the diet for each prey item. Predators are arranged along the horizontal axis and prey items down the vertical axis
Import indicates the proportion of the diet that was assumed to be imported, the result of foraging outside the system
Only the 20 higher trophic level groups are shown in order to simplify the table

Matrice de composition alimentaire montrant les proportions dans le régime pour chaque type de proie. Les prédateurs sont disposés le long des axes horizontaux et les proies en bas de l'axe vertical. Import indique la proportion de l'alimentation d'un groupe importée de l'extérieur du système

	Prey \ Predator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Sea birds										0.013										
2	Mammals										0.006										
3	Billfish										0.150										
4	Yellowfin	0.006	0.100	0.150	0.021						0.052										
5	Predators pel	0.003	0.070	0.120							0.010										
6	Skipjack		0.040	0.040	0.010																
7	Small tuna	0.030	0.062	0.100	0.020	0.040					0.010										
8	Jacks	0.010	0.020			0.029					0.060			0.005							
9	Moray eels												0.080								
10	Sharks pel										0.010										
11	Bathydemersal									0.100			0.030	0.026							
12	Sharks dem										0.258										
13	Predators dem	0.005	0.010		0.001					0.042	0.040		0.050								
14	O Demersal fish				0.015	0.040			0.003	0.131		0.215	0.050	0.140		0.050					
15	Demersal fish	0.010	0.060		0.006	0.020			0.002	0.132	0.020	0.140	0.050	0.170							
16	Small pelagics	0.200	0.063	0.050	0.095	0.100	0.100	0.170	0.050		0.002					0.030					
17	Reef feeders								0.200	0.050		0.012	0.010	0.050		0.006			0.001		
18	Sparids	0.065	0.002		0.010	0.031			0.120	0.065			0.010	0.175		0.007			0.003		
19	Flyingfish	0.010	0.011	0.050	0.005	0.020		0.105													
20	Herbivores	0.005	0.002		0.001					0.100			0.030	0.030		0.029			0.004		
21	Turtles										0.037										
22	Crabs/Shrimps				0.046		0.150	0.130	0.125	0.250	0.041	0.443	0.345	0.154	0.320	0.417	0.008	0.284	0.292		0.002
23	Benthos				0.030		0.150	0.100	0.150	0.130	0.002	0.055	0.300	0.200	0.350	0.311	0.004	0.350	0.200		
24	Zooplankton	0.141		0.050	0.120	0.140	0.100	0.345	0.350		0.042	0.135	0.003		0.130	0.102	0.938	0.316		0.500	
25	Phytoplankton																				
26	Benthic autotrophs												0.010	0.050		0.048		0.050	0.500		0.996
27	Detritus												0.032		0.200		0.050				0.002
	Import	0.515	0.560	0.440	0.620	0.580	0.500	0.150			0.246									0.500	

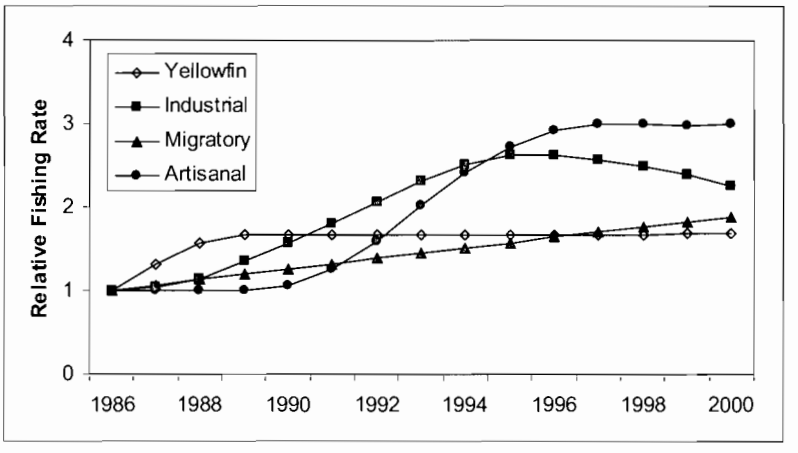


FIG. 2. — Trends in relative fishing rate used for simulating from 1986 to 2000. Apart from the artisanal and industrial fisheries, specific trends were used for yellowfin tuna and other large migratory species (Migratory) such as small mammals, billfish, pelagic predators, and pelagic sharks.

Tendances dans le taux d'exploitation relatif utilisé pour la simulation de 1986 à 2000. Indépendamment de la pêche artisanale et de la pêche industrielle, des tendances spécifiques ont été employées pour le thon jaune et les autres espèces migratrices (migrateurs) comme les petits mammifères, les poissons porte-épée, les prédateurs pélagiques, et les requins pélagiques.

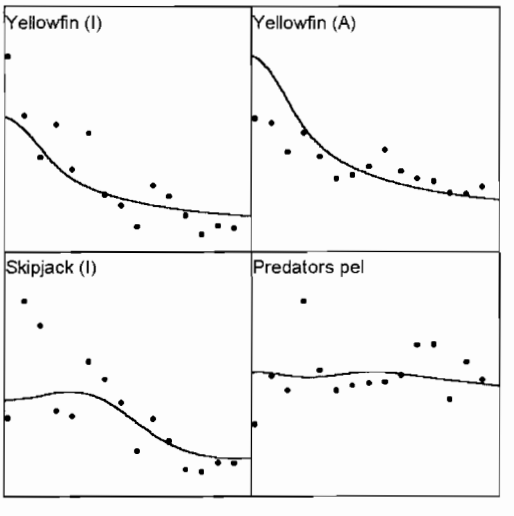


FIG. 3. — Comparison of simulated (lines) and observed (dots) abundance of important pelagic, migratory species such as yellowfin and skipjack tuna as well as pelagic predators (mostly *Acanthocybium solandri*). Catch per unit effort (CPUE) was used as the observed index of abundance.
In the case of yellowfin, both the artisanal (A) and industrial (I) indices are given.

Comparaison de l'abondance simulée (lignes) et observée (points) des espèces pélagiques et migratrices importantes telles que le thon jaune et les bonites aussi bien que les prédateurs pélagiques (surtout Acanthocybium solandri*).*
La capture par unité d'effort (C.P.U.E.) a été employée comme indice de l'abondance observée.
Dans le cas du thon jaune, les deux indices sont donnés : (A) artisanal et (I) industriel.

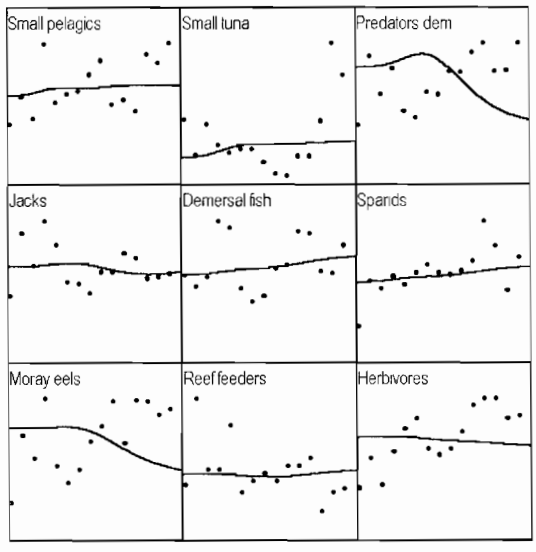


FIG. 4. — Comparison of simulated (lines) and observed (dots) abundance of groups for which survey biomass estimates were available. Dominant species in each group are as follows; Demersal fish – *Pomadasys* sp., *Priacanthus* sp., *Pseudupeneus* sp.; Other Demersal fish – *Antigonia capros*, *Dactylopterus volitans*; Herbivores – *Acanthurus* sp., *Scarus* sp., *Sparisoma* sp.; Small pelagics – *Decapterus macarellus*; Sparids – *Lithognathus mormyrus*, *Diplodus* sp.

Comparaison de l'abondance simulée (lignes) et observée (points) fondée sur des estimations de C.P.U.E. de la pêche artisanale. Abréviations : dem - démersaux. Les espèces dominantes par le groupe sont comme suit : Petits thons – Euthynnus alletteratus *; Prédateurs démersaux* – Serranidae *; Carangues* – Caranx *sp.*, Seriola *sp.*, Selene *sp.; Murènes* – Gymnothorax *sp.*, Muraena *sp. ; Poissons qui s'alimentent sur les récifs* – Myripristis *sp.*, Sargocentron *sp.*, Bodianus *sp.*

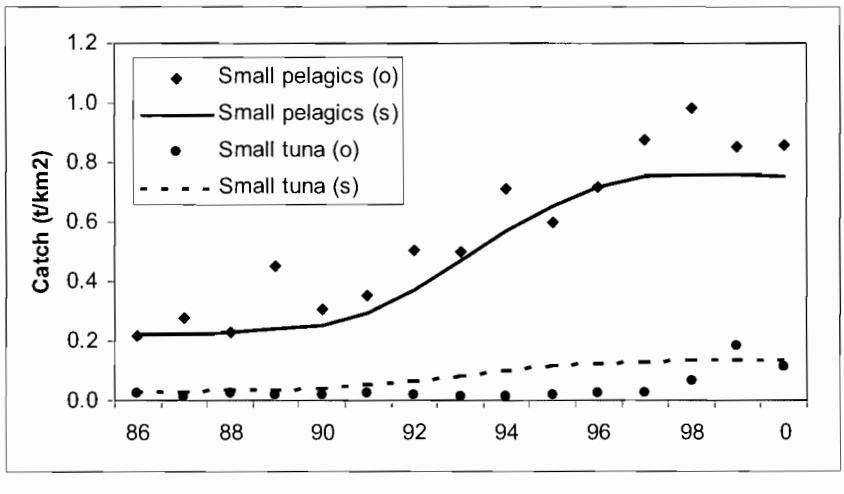


FIG. 5. — Comparison of simulated (lines) and observed (symbols) catches for Small pelagics and Small tuna. Abbreviations: (o) – observed; (s) – simulated.

Comparaison des captures simulées (des lignes) et observées (des symboles) pour les petits pelagiques et les petits thons. Abréviations: (o) - observé ; (s) - simulé.

In the case of simulated and observed catch estimates, good fits were obtained for small pelagics, which is an important prey group for tunas and other pelagics (fig. 5). The fit in terms of abundance was also reasonable for small pelagics (fig. 4).

The fit for small tuna was less satisfactory, but the trend is correct, showing increases in catch and biomass as a result of less predation from larger tuna (fig. 4 & 5). For various demersal groups, reasonable good fits were obtained for both catches and CPUE, particularly in recent years (fig. 4 & 6). The poor fit to observed catches in the early years was a frequent result for many demersal and coastal pelagic groups (fig. 6 & 7). It is difficult at this stage to determine whether this may have been an environmental effect or due to a relative increase in fishing rate.

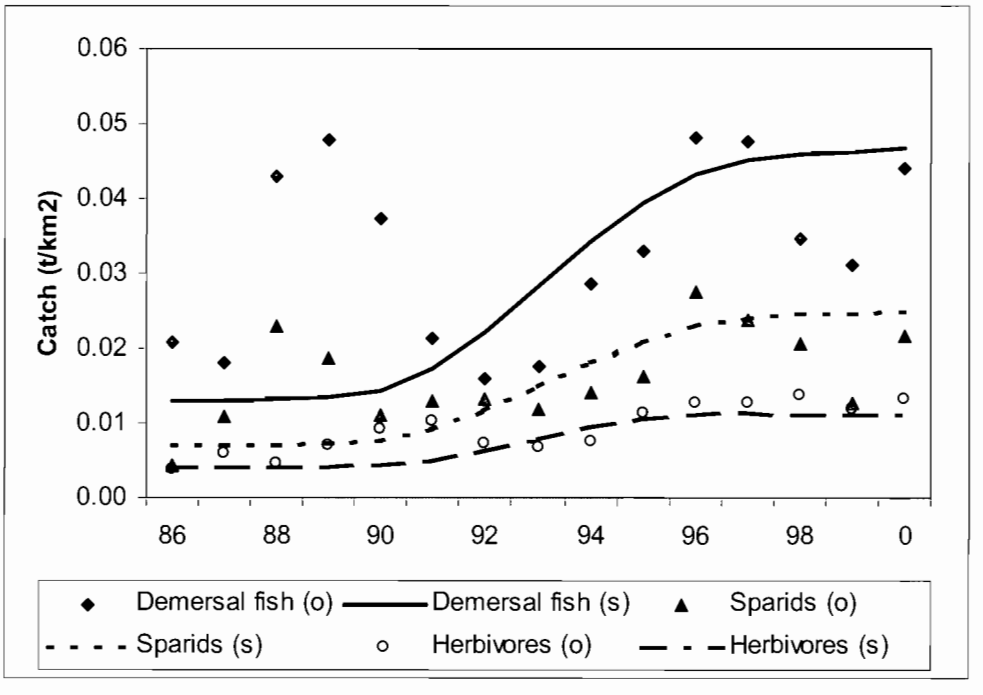


FIG. 6. — Comparison of simulated (lines) and observed (symbols) catches for Demersal fish, Sparids and Herbivores. Abbreviations: (o) – observed; (s) – simulated.

Comparaison des captures simulées (lignes) et observées (symboles) pour les poissons démersaux, les Sparidae et les herbivores. Abréviations : (o) - observé ; (s) - simulé.

A different pattern was observed for important commercial groups such as demersal predators and moray eels. The fit to observed catches was reasonable in the middle of the period, but tended to become poor in recent years, where observed catches were higher than simulated catches (fig. 7). At the same time, a strong decrease in simulated biomass was obtained. This may be an indication that these groups are being over-exploited (fig. 4).

A reasonable overall fit to time series of catches and CPUE was obtained for 18 fish groups, using only three overall trends in effort and minor adjustments to fishing rate on yellowfin tuna.

This approach was intentional in the sense that adjustments to relative fishing rate were kept to a minimum. The fit could easily be improved by modifying fishing rate for each species, but this would be unrealistic as it implies the existence of fisheries with very specific target species. In fact, both the artisanal and industrial components of Cape Verde fisheries can be characterised as multi-gear, multi-species fishery.

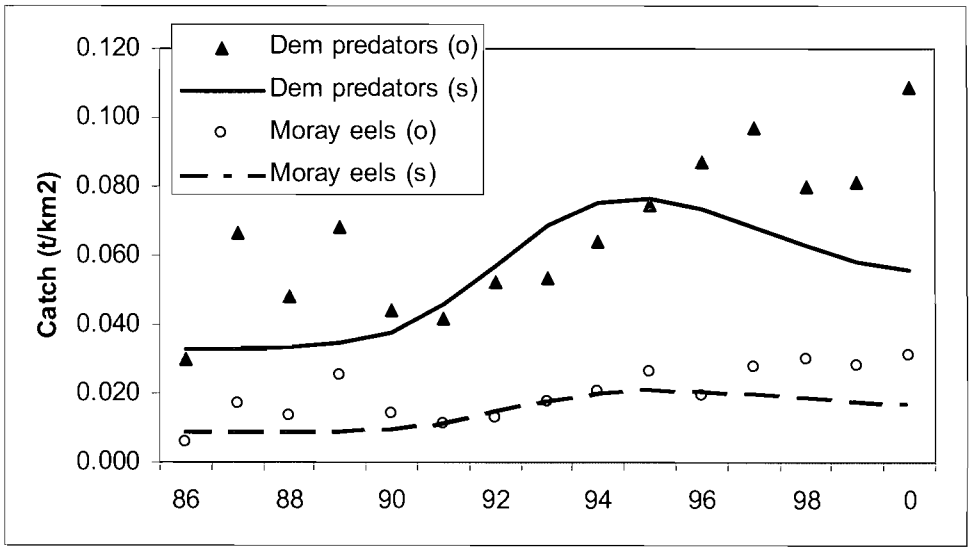


FIG. 7. — Comparison of simulated (lines) and observed (symbols) catches for demersal predators and Moray eels. Abbreviations: (o) – observed; (s) – simulated.

Comparaison des captures simulées (lignes) et observées (symboles) pour les prédateurs démersaux et les murènes. Abréviations : (o) - observé ; (s) - simulé.

The observed decrease in abundance of important predators such as yellowfin and skipjack tuna resulted in decreased predation on neritic pelagic species and some demersal fish groups. Consequently, the model estimated a 13 per cent increase in biomass of coastal fish species from 1986 to 2000. Overall fish biomass, including pelagic migratory species, remained almost constant (- 2%). On the other hand, relative fishing effort was assumed to have doubled or almost tripled over the time period from 1986 to 2000, but this resulted in only a 36 per cent increase in catches, from 6800 to 9200 tonnes. In fact, the official statistics indicate a total catch of 10800 tonnes in 2000, which means that relative fishing rate should be increased slightly in the simulation.

Previous assessments of potential catches (AUBRAY, 1977; DIOUF, 1992; MOAL, 1977), which range from 25000 to 56000 tonnes, appear to have been overly optimistic for demersal species, in particular. Catches show an increasing trend over the period from 1986 to 2000 with the introduction of more efficient vessels (industrial fleet) and increasing motorisation of artisanal vessels, but remained around 10000 tonnes. These assessments were based on production estimates from other areas, such as Senegal, and adjusted to consider the likely lower productivity in the Cape Verde Archipelago. A simple calculation based on the model results can be a good way of assessing potential catches.

Assuming the model estimate of 88000 tonnes standing fish stock biomass in 1986, a catch of 25000 to 56000 tonnes is equivalent to approximately 28 to 64% of standing stock biomass. But this simple calculation does not take into account the biomass of species that are of no commercial value. Although an upper limit of 56000 tonnes of potential harvest is too high, a doubling of catch appears to be feasible. However, the simulation studies have shown that fishing pressure increased considerably over the period from 1986 to 2000 without bringing about the expected increases in catch. Also, groups such as demersal predators and moray eels, which are high-valued commercial species, appear to have reached a level of overexploitation.

Further research is necessary in order to gather supporting evidence for the simulation results. Previous studies have indicated a decrease in biomass (MARQUES, 1999), but this is in conflict with the present study. This issue has to be resolved, including an in-depth revision of the fishery statistics

in Cape Verde. It would also be desirable to incorporate tuna completely by creating an oceanic model and linking this to the Cape Verde model. In this way, the tuna groups can be modelled explicitly without making assumptions on the amount of food imported or the time spent in the system.

ACKNOWLEDGEMENTS

WE WOULD like to thank Oksana TARICHE and Vanda M. MONTEIRO, at INDP, for providing information on surveys undertaken in Cape Verde; Carlos MONTEIRO for insight into the statistical collection system in Cape Verde; Michael VAKILY, Daniel PAULY, Villy CHRISTENSEN and Patrícia AMORIM for valuable advice. Also, we would like to thank INDP and IPIMAR for supporting this cooperative effort in the framework of the Siap project and the European Commission for providing a Marie Curie Individual Fellowship to the first author to pursue the present study.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

ALLEN (K.R.), 1971. — « Relation Between Production and Biomass », *J. Fish. Res. Board Can.* 28: pp. 1573-1581

ALMADA (E.O.), 1997. — *Life History of Scad Mackerel,* Decapterus macarellus *Cuvier 1833, in the Waters off the Cape Verde Islands.* Masters Diss. Haskoli Islands, Liffraediskor, Reykjavik; 57 p.

AUBRAY (R.), 1977. — *The Fishery of Cape Verde.* A Comprehensive Review. CILSS/Pêche/-77/Inf. 5: 27 p.

BELLEMANS (M.) & C.A. MONTEIRO, 2000. — *Revue du système statistique pour la pêche artisanale dans l'archipel du Cap Vert.* Rapport de mission, Projet Développement des Pêches au Cap-Vert, F.A.O./GCP/-CVI/033/NET; Mindelo, 18 p.

BRAUN (J.G.), F. REAL, J.D. de ARMAS, 1982. — « Production Studies in Canary Island Waters. Rapp », *P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 180: pp. 219-220.

BUNDY (A.), G.R. LILLY & P.A. SHELTON, 2000. — *A Mass-Balance Model of the Newfoundland-Labrador Shelf.* Canadian Tech. Rep. Fish Aquat. Sci. No. 2310: 157 p.

CARVALHO (E.M.), J. MORAIS & J. NASCIMENTO (éd.), 1999. — *Investigação e gestão haliêuticas em Cabo Verde.* Actas da reunião realizada em Mindelo, 10 a 11 de Dezembro de 1996, I.N.D.P., Julho de 1999, 252 p.

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY (éd.), 1993. — *Trophic Models of Aquatic Ecosystems.* ICLARM Conf. Proc. 26, 14-19.

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY, 1993. — *On Steady-State Modelling of Ecosystems.* In CHRISTENSEN & PAULY (1993).

CHRISTENSEN (V.), C. J. WALTERS & D. PAULY, 2001. — *Ecopath with Ecosim: A User's Guide,* February 2001 Edition, Fisheries Center, UBC (Canada) and ICLARM (Malaysia), 130 p.

COELHO (M.L.) & K.A. STOBBERUP, 2000. — « *Towards the Sustainable Exploitation of Fisheries Resources in Cape Verde* » in SUMAILA, CHUENPAGDEE & VASCONCELLOS (2000): pp. 82-91.

DIOUF (T.), 1992. — *Étude des ressources halieutiques et de leur niveau d'exploitation au Cap-Vert.* Rapport Final Sepia International.

FROESE (R.) & C. BINOHLAN, 2000. — « Empirical Relationships to Estimate Asymptotic Length, Length at First Maturity and Length at Maximum Yield Per Recruit in Fishes, with a Simple Method to Evaluate Length Frequency Data », *J. Fish Biol.* 56: pp. 758-773.

FROESE (R.) & D. PAULY (éd.), 2000. — *Fishbase 2000: Concepts, Design and Data Sources.* ICLARM, Los Baños, Philippines. 344 p.

GISLASON (H.), M. SINCLAIR, K. SAINSBURY & R. O'BOYLE, 2000. — « Symposium Overview: INCOrporating Ecosystem Objectives Within Fisheries Management », *ICES Journal of Marine Science*, 57: pp. 468-475.

HALLIER (J.P.), 1999. — « *Le potentiel thonier dans les Îles du Cap Vert* », *in* CARVALHO *et al.* (éd., 1999), pp. 46-75.

I.N.D.P., 2001. — *Boletim estatístico N° 9 - Ano 2000. Dados sobre Pesca artesanal, pesca industrial, conservas e exportações.* Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (I.N.D.P.), Mindelo, 111 p.

ICCAT, 2001. — *Report of the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS). International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT),* Report for the Biennial Period, 2000-2001, Part II (2001), Madrid, Spain, 204 p.

ICES, 2002. — *Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities.* 17 – 26 March 2002, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2002/ACE 03 Ref. DEG; 189 p.

KITCHELL (J. F.), C. H. BOGGS, X. HE & C. J. WALTERS, 1999. — *Keystone Predators in the Central Pacific. Ecosystem Approaches for Fisheries Management*, University of Alaska Sea Grant, Fairbanks, AK-SG-99-01: pp. 665-683.

LE GRAND (G. W.), 1986. — *Ornithological Bibliography of Cape Verde Islands (to 1985 Inclusive) - Bibliographie ornithologique de l'Archipel du Cap Vert (jusqu'en 1985 inclus).* Bol. Mus. Munic. Funchal 1986, vol. 38, pp. 120-129.

LONGHURST (A.), 1998. — *Ecological Geography of the Sea*, San Diego, Academic Press, 398 p.

MAGNÚSSON (J.) & J. V. V. MAGNÚSSON, 1985. — *ICEIDA/Cape Verde Islands Fisheries Project: Survey of Demersal Fish Resources in the Waters off Cape Verde Islands in May/June 1984.* II Report, Icelandic Intern. Develop. Agency, Mar. Res. Inst., Reykjavik, 72 p.

MAGNÚSSON (J.) & J. V. V. MAGNÚSSON, 1987. — *ICEIDA/Cape Verde Islands Fisheries Porject. Survey of Demersal Fish Resources in the Waters off Cape Verde Islands.* III Report: The survey in June/July 1985, Icelandic Intern. Develop. Agency, Mar. Res. Inst., Reykjavik, 78 p.

MARQUES (V.), A. PELIZ, P. LOPES, E. MONIZ, A. MORAIS, T. L. ROSA & E. ALMADA, 1997. — *Campanha de Oceanografia e Avaliação de Pequenos Pelágicos na Z.E.E. de Cabo Verde Julho 1997 - NI "Capricórnio".* Relat. Cient. Téc. Inst. Invest. Pescas Mar. Série Cooperação n° 4, Lisboa, 69 p.

MARQUES (V. M. S.), 1999. — « *Análise comparativa das campanhas de avaliação do potencial de demersais de pesca de arrasto nas águas de Cabo Verde* », in CARVALHO, MORAIS & NASCIMENTO (1999), pp. 125-136.

MOAL (R. A.), 1977. — *Assistance au développement des pêches maritimes aux îles du Cap-Vert (Programme global revisé et individualisé par île),* 2e et 3e missions : SCET International.

NAGY (K. A.), 1987. — « Field Metabolic Rate and Food Requirement Scaling in Mammals and Birds », *Ecol. Monogr.* 57(2): pp. 111-128.

OPITZ (S.), 1993. — « *A Quantitative Model of the Trophic Interactions. in a Caribbean Coral Reef Ecosystem* », *in* CHRISTENSEN & PAULY (1993), pp. 259-267.

PALOMARES (M. L. D.) & D. PAULY, 1999. — « Predicting the Food Consumption of Fish Populations as Functions of Mortality, Food Type, Morphometrics, Temperature and Salinity », *Mar. Freshwat. Res. 49*: pp. 447-453.

PALSSON (O. K.), 1989. — *Random Stratified Survey of Demersal Fish Stocks in the Waters off Cape Verde.* Report of the survey in August 1988, Icelandic Intern. Develop. Agency, Mar. Res. Inst., Reykjavik, 45 p

PAULY (D.), A.W. TRITES, E. CAPULI & V. CHRISTENSEN, 1998. — « Diet Composition and Trophic Levels of Marine Mammals », *ICES Journal of Marine Science*, 55: pp. 467-481.

PAULY (D.), M. L. PALOMARES & J. M. VAKILY (éd.), 2002. — *Trophic Models of Northwest African Marine Ecosystems.* Document technique n° 3 du Projet système d'information et d'analyse des pêches, Module Ecopath; N° PR 7 ACP RPR 730, Siap/EP/DT/03. November 2002, 147 p.

POLOVINA (J.J.), 1984. — « Model of a Coral Reef Ecosystem. Part 1: The Ecopath Model and Its Application to French Frigate Shoals », *Coral Reefs*, 3: pp. 1-11.

REINER (F.), 1996. — *Catálogo dos Peixes do Arquipélago de Cabo Verde.* Publ. Avulsas Inst.Port. Invest. Marit., Lisboa, n° 2, 1996, 339 p.

SILVESTRE (G.), S. SELVANATHAN & A.H.M. SALLEH, 1993. — « *Preliminary Trophic Model of the Coastal Fishery Resources of Brunei Darussalam, South China Sea* », in CHRISTENSEN & PAULY (1993), pp. 300-306.

STOBBERUP (K. A.), V.M. RAMOS & M. L. COELHO, 2002. — « Ecopath Model of the Cape Verde Coastal Ecosystem », *in* PAULY, PALOMARES & VAKILY (2002), pp. 17-34.

STOBBERUP (K.A.) & M. L. COELHO, 2000. — *A Preliminary Ecopath Model for Cape Verde: Steps Towards a Better Understanding of Local Ecosystem Dynamics.* Poster presented at the "Euroconference on Water and Life, Oceanography, Meteorology and Marine Resources", 25-28 May 2000, Vigo, Spain.

STROEMME (T.), S. SUNDBY, A. SAETERSDAL, 1981. — *A Survey of the Fish Resources in the Coastal Waters of the Republic of Cape Verde, November 1981.* Reports on surveys with the "*Dr. Fridtjof Nansen*", Institute of Marine Research, Bergen, 32 p.

SUMAILA (U. R.), R. CHUENPAGDEE & M. VASCONCELLOS (éd.), 1999. — *Proceedings of the INCO-DC International Workshop on Markets, Global Fisheries and Local Development*, Bergen, Norway, 22-23 March 1999. Brussels, ACP-EU Fish. Res. Rep., (7), 115 p.

THORSTEINSSON (V.), V. M. S. MONTEIRO & E. O. ALMADA, 1995. — *Ground Fish Survey off Cabo Verde 1994.* Icelandic Intern. Develop. Agency (ICEIDA), Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP), Reykjavk, November; 25 p.

WALTERS (C.), V. CHRISTENSEN & D. PAULY, 1997. — « Structuring Dynamic Models of Exploited Ecosystems from Trophic Mass-Balance Assessments », *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: pp. 139-172.

Dynamique du réseau trophique de l'écosystème sénégambien

— Article —

Mass-Balance Trophic Model of the Senegambian Ecosystem

— Article —

Birane SAMB [1] & Asberr Natoumbi MENDY [2]

1. — Halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye
Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra)
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*]
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

2. — Biologiste, *Senior Fisheries Officer* (*Research*), *Fisheries Department* (FD)
Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment
[Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement]
6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie).

Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002

RÉSUMÉ

LE PLATEAU continental sénégambien (0-200 m ; superficie d'environ 27 600 km^2) est situé entre les latitudes 15° N et 11° N en Atlantique Centre-Est ; il est saisonnièrement soumis à l'activité d'un upwelling actif de novembre à mai ; ce dernier induit une richesse faunistique importante qui fait l'objet d'une exploitation intensive par des pêcheries artisanale et industrielle ; il est donc important de gérer ce patrimoine et d'assurer l'exploitation durable de ces ressources. Les approches classiques ont toujours été mises en œuvre pour la gestion de ces pêcheries.

Cette étude se propose d'appliquer un modèle fondé sur les relations trophiques qui constituent la base dynamique des flux entre les groupes fonctionnels de l'écosystème sénégambien. Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont issues des publications récentes des années quatre-vingt-dix et des informations disponibles dans les institutions de recherche travaillant dans la sous-région. Les résultats de ce modèle Ecopath/Ecosim sont discutés et comparés à ceux obtenus dans d'autres écosystèmes. Les résultats de la simulation à l'aide d'Ecosim indiquent la nécessité de réduire l'effort de pêche, notamment celui de la pêche artisanale.

Mots clés

Sénégambie — Ecopath/Ecosim — Écosystème — Pêcherie — Modèle

ABSTRACT

THE Senegambian continental shelf (0-200 m; surface area = 27 600 km^2) lies between latitudes 15° N and 11° N in the Eastern Central Atlantic and is located in an area affected from November to May by an active upwelling system. The shelf supports a very rich fauna, which is extensively exploited by both the artisanal and industrial fisheries. This therefore warrants the assurance of sustainable exploitation of the resources. Classical research tools were in the past used to manage these important resources.

This study proposes the use of a model based on trophic relations between and within functional groups of the Senegambian ecosystem. The data originates from recent publications referring to the 1990s and information available from research institutions that worked in this region. The results emanating from the Ecopath with Ecosim model are discussed and compared with those obtained from studies conducted in similar ecosystems. The Ecosim simulations from indicate the necessity to reduce fishing effort, especially that of artisanal fisheries.

Key words

Senegambia — Ecopath/Ecosim — Ecosystem — Fisheries — Model

INTRODUCTION

DANS la zone sénégalogambienne, l'activité de pêche représente le premier secteur d'exportation et occupe une place prépondérante dans la fourniture de protéines animales pour une population en croissance rapide.

Les côtes sénégalo-gambiennes, qui bénéficient entre autres des courants océaniques froids qui descendent le long des côtes d'Afrique du Nord-Ouest (courant des Canaries), sont pourvues d'une faune marine diversifiée (652 espèces de poissons marins) qui fait l'objet d'une exploitation variée tant par la pêche artisanale qu'industrielle.

La pêche est devenue très vite le premier secteur de l'économie nationale ; elle occupe environ six cent mille personnes dont cent mille pêcheurs impliqués à quatre-vingt-dix pour cent dans la pêche artisanale ; elle contribue ainsi à la résorption du chômage et à la couverture des besoins des populations en protéines d'origine animale pour soixante-quinze pour cent.

L'importance socio-économique de la pêche et le rôle prédominant occupé par les pêcheries grâce à la forte contribution des captures justifient tout l'intérêt porté à cette étude qui fait suite au travail préliminaire déjà effectué sur le réseau trophique de l'écosystème sénégalo-gambien (DIOUF *et al.*, 2001).

Ce travail qui porte sur une approche dynamique de l'écosystème offre entre autres avantages la possibilité de valoriser les données variées acquises sur les différents composants de ce milieu.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCOSYSTÈME SÉNÉGALO-GAMBIEN

LA PÊCHERIE comporte une pêche artisanale et une pêche industrielle. Les principales ressources exploitées concernent les poissons pélagiques côtiers (sardinelles, chinchards, maquereau), les poissons pélagiques hauturiers (thons), les poissons démersaux, les céphalopodes (poulpe, seiche, calmar) et les crustacés.

La topographie du plateau (DOMAIN, 1976) se caractérise par une côte nord (entre Dakar et Saint-Louis) où le plateau est étroit et présente une forte pente au large ; la côte située au sud de Dakar, de pente douce, est beaucoup plus large.
Le déplacement saisonnier de l'anticyclone des Açores, de la dépression saharienne et de la zone intertropicale de convergence déterminent le balancement des alizés et donc la position et l'intensité des upwellings le long de la côte ouest-africaine.

En dehors des apports terrigènes des cours d'eau, les remontées d'eaux profondes ou upwellings côtiers, induits par les alizés en saison froide, constituent le mécanisme privilégié d'enrichissement des eaux (REBERT, 1978 ; ROY, 1992).

L'upwelling démarre sur le plateau continental sénégalais avec l'installation des alizés entre novembre et janvier ; il s'étend ensuite de la côte nord à la côte sud ; son intensité est maximale de mars à avril ; il est extrêmement côtier et maximal de février à avril.

Les fluctuations d'intensité de l'upwelling déterminent pour une large part l'importance des productions primaire et secondaire, conditionnant ainsi le niveau de recrutement des espèces, notamment pélagiques côtières (ROY, 1992).

MATÉRIELS & MÉTHODES

DANS cette étude, l'approche développée par CHRISTENSEN & PAULY (1992-b) sera utilisée ; elle l'a été par différents auteurs dans beaucoup de régions présentant des caractéristiques spécifiques, notamment MENDOZA (1993), JARRE-TEICHMANN & PAULY (1993) et MOREAU *et al.* (1993).

Il s'agira de modéliser un écosystème utilisant simultanément autant d'équations linéaires qu'il y a de groupes fonctionnels. Un groupe peut être défini comme une ou plusieurs espèces présentant des régimes alimentaires et cycles de vie similaires et ayant des habitats communs. Les groupes sont reliés les uns aux autres par des relations trophiques.

La relation suivante devra être vérifiée pour chaque groupe (i) : Production de groupe i = toute la prédation sur groupe i + pertes de biomasses non liées à la prédation + captures par pêches du groupe i + autres pertes de biomasses comme l'émigration.

La relation peut être traduite plus généralement par l'équation suivante :

$$Bi \cdot (P/B)i \cdot EEi = \Sigma\ (Bj \cdot (Q/B)j \cdot DCji) + Exi \qquad 1$$

Le paramètre Bi est la biomasse du groupe ou de l'espèce de proie (i).

Cette équation devient pour chaque groupe fonctionnel :

$$\text{Consommation} = \text{Production} + \text{Respiration} + \text{Nourriture non assimilée} \qquad 2$$

La consommation représente la quantité totale de nourriture ingérée dont une fraction est assimilable dans des proportions dépendant de la quantité et de la qualité de la nourriture ainsi que de l'âge du prédateur. La production peut être assimilée aux pertes de biomasses dues aux prédateurs, à la pêche, à l'émigration et à la contribution à la biomasse des détritus. Nous avons utilisé des routines incorporées dans les logiciels FishBase (www.-fishbase.org) et Ecopath (www.ecopath.org) pour estimer certaines valeurs nécessaires à l'équilibre du modèle CHRISTENSEN & PAULY (1992-a).

Données de base du modèle

DÉFINITION DE LA ZONE ET PÉRIODE

La zone couverte (fig. 1) comprend les plateaux continentaux du Sénégal et de la Gambie ; les espèces d'eaux profondes, comme les merlus, ne sont pas incluses dans le modèle. La superficie totale est de vingt-sept mille six cent kilomètres carrés. La saison choisie est celle de l'installation de l'upwelling côtier qui correspond à la période du mois de novembre à celui de juin.

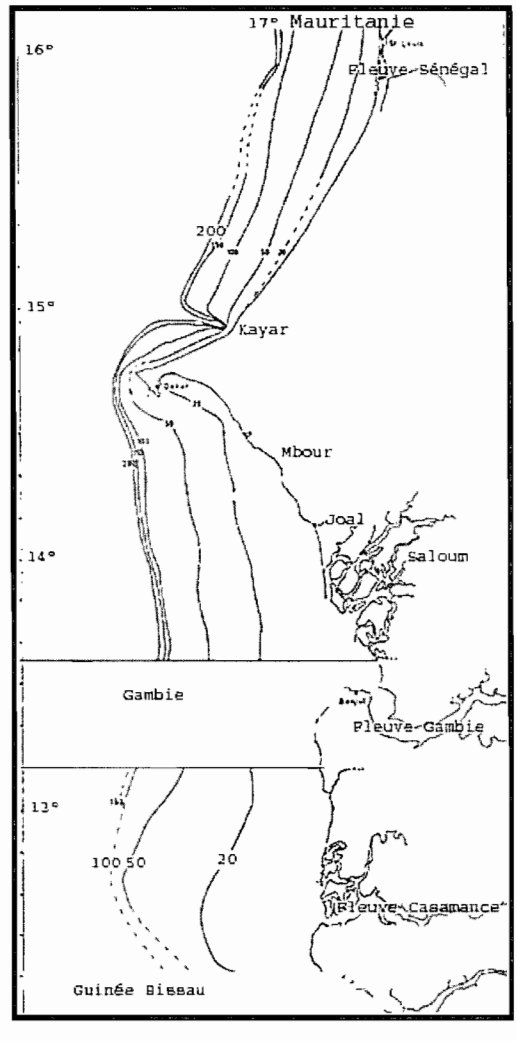


FIG. 1. — *Plateau continental Sénégalo-gambien.* Senegambian continental shelf.

TABLEAU I

Valeurs de biomasse, P/B et Q/B utilisées dans le modèle Sénégalogambien, les valeurs de EE, et P/Q obtenues par Ecopath et références

Biomass values, P/B and Q/B used in the Senegambian model, values of EE and P/Q obtained from Ecopath and references

NOM DE GROUPE	NIVEAU TROPHIQUE	BIOMASSE ($t.km^{-2}$)	PROD./BIOM. (an^{-1})	CONS./ BIOM. (an^{-1})	EE	PROD./CONS.	RÉFÉRENCES
Oiseaux marins	**3,8**	0,118	0,120	118,000	**0,000**	**0,001**	CRAWFORD *et al.*, 1991 ; JARRE-TEICHMANN *et al.*, 1998
Mammifères marins	**3,4**	0,039	0,047	17,265	**0,000**	**0,003**	NORTHRIDGE, 1984
Thonidés du large	**3,3**	2,540	1,600	4,769	**0,379**	**0,336**	C.R.O.D.T., 1997 ; Iccat, 1999
Thonidés cotiers	**3,3**	2,890	0,800	9,500	**0,389**	**0,084**	DIOUF, 1980 ; PAULY & MUNRO, 1984 ; PAULY, 1979 ; POSTEL, 1955 ; GOURIOU, 1993
Requins	**3,5**	0,290	0,905	3,516	**0,495**	**0,257**	SERET, 1981 ; PAULY, 1980 ; BRANSLETTER, 1987
Raies	**2,7**	0,112	1,000	6,000	**0,804**	**0,167**	SCHNEIDER, 1990 ; BRANDER & PALMER, 1985 ; OPITZ, 1993
Céphalopodes	**3,2**	1,087	1,900	11,700	**0,860**	**0,162**	OPITZ, 1993
Démersaux cotiers	**2,3**	4,696	1,200	6,000	**0,703**	**0,200**	SAETERSDAL *et al.*, 1995 ; PALOMARES & PAULY, 1998 ; FRANQUEVILLE, 1983 ; PAULY, 1997
Sardinelle ronde	**2,8**	8,594	1,540	20,200	**0,995**	**0,076**	SAMB, 1997 ; SAETERSDAL *et al.*, 1995 ; TORESEN, 1996 ; TORESEN, 1997 ; TORESEN, 1998 ; TORESEN & KOLDING, 1999 ; SAMB & PAULY, 2000 ; CAMARENA, 1986 ; SAMB, 1988 ; NIELAND, 1982 ; MEDINA-GAERTNER, 1985
Sardinelle plate	**2,8**	13,536	1,200	13,900	**0,941**	**0,086**	
Autres pélagiques	**2,8**	13,116	1,100	10,635	**0,938**	**0,103**	SAETERSDAL *et al.*, 1995 ; TORESEN, 1996 à 1998 ; TORESEN & KOLDING 1999 ; MAXIM, 1995
Zooplancton	**2,0**	20,636	58,356	274,805	**0,355**	**0,212**	TOURÉ, 1983
Meiobenthos	**2,1**	19,600	4,000	30,000	**0,959**	**0,133**	OLIVIERI *et al.*, 1993
Macrobenthos	**2,2**	93,000	1,200	10,000	**0,903**	**0,120**	OLIVIERI *et al.* 1993
Producteurs benthiques	**1,0**	10,500	15,000	-	**0,551**	-	JARRE-TEICHMANN *et al.*, 1998
Phytoplancton	**1,0**	82,014	138,189	-	**0,510**	-	VOITURIEZ & HERBLAND, 1982
Rejets	**1,0**	0,001	-	-	**0,000**	-	
Détritus	**1,0**	10,000	-	-	**0,160**	-	

Modélisation Ecosim

Définition des différents groupes

Les différents groupes ont été présentés (DIOUF *et al.*, 2001). En plus des rejets et détritus, le tableau I, tenant compte des informations disponibles, répertorie les groupes retenus dans le cadre de ce modèle, les différents paramètres utilisés et indique les sources.

La pêcherie dans la zone comporte un volet artisanal en perpétuel « développement » et une pêche industrielle renfermant une flottille étrangère opérant dans le cadre d'accords de pêche. Face à la raréfaction des ressources, la coexistence de ces types de pêcheries soulève fréquemment des difficultés en matière de gestion.

L'application de la routine Ecosim dans le modèle permet de définir des scénarios en matière de gestion et de visualiser les conséquences dans la pêcherie en terme d'abondance ou de déclin d'espèces ou de groupes. Dans le cadre de cette étude, les scénarios suivants sont explorés en relation avec les interrogations des parties intéressées :

— le gel de l'effort de pêche artisanal à son niveau actuel et un accroissement durant six ans de l'effort de pêche industriel jusqu'à ce qu'il atteigne le double de son effort de pêche actuel (scénario 1) ;

— le gel de l'effort de pêche industriel à son niveau actuel et un accroissement durant six ans de l'effort de pêche artisanal jusqu'à ce qu'il atteigne le double de son effort de pêche actuel (scénario 2) ;

— le gel de l'effort de pêche artisanal à son niveau actuel et une diminution durant six ans de l'effort de pêche industriel jusqu'à ce qu'il atteigne la moitié de son effort de pêche actuel (scénario 3) ;

— le gel de l'effort de pêche industriel à son niveau actuel et une diminution durant six ans de l'effort de pêche artisanal jusqu'à ce qu'il atteigne la moitié de son effort de pêche actuel (scénario 4) ;

RÉSULTATS

LA MISE en œuvre du modèle donne des résultats dont l'analyse permet de se rendre compte de la situation d'équilibre ; en effet, des ajustements sur les données d'entrée (biomasse, mortalité et composition alimentaire) ont été pratiqués jusqu'à l'obtention de valeurs EE (rendement écotrophique de chaque groupe) comprises entre 0 et 1.

Le tableau I présente les estimations de P/B, Q/B, EE et P/Q. Les valeurs du rendement écotrophique EE sont inférieures à 1 et indiquent l'équilibre du modèle. Certains groupes, notamment les requins et les pélagiques côtiers, ont des valeurs de EE élevées. Dans un écosystème exploité depuis des décennies, la plupart de la production est orientée vers la pêche quand elle ne sert pas à l'alimentation d'autres groupes (CHRISTENSEN & PAULY, 1992-a).

La plupart des groupes ont des valeurs du rapport production sur consommation P/Q comprises entre 0,1 et 0,3 et paraissent physiologiquement correctes. Ces valeurs sont encore plus faibles pour les prédateurs actifs comme les oiseaux et mammifères marins. Pour les besoins de l'équilibre du modèle, des ajustements ont été faits sur les pourcentages sans affecter la pertinence biologique des comportements alimentaires des différents groupes. L'essentiel de la consommation dans le système de l'upwelling sénégalo-gambien est associé aux petits pélagiques côtiers et au zooplancton ; cette observation est similaire a celle effectuées dans d'autres écosystèmes, notamment au Pérou, dans l'écosystème du Benguela et au nord-est du Venezuela (JARRE-TEICHMANN 1998 ; MENDOZA 1993).

La figure 2 présente les impacts directs et indirects entre les groupes. En effet l'impact se définit par l'influence de l'abondance d'une espèce sur une autre ou vice versa. Dans la plupart des cas, le

groupe a un impact positif sur la plupart des espèces qui s'alimentent à son détriment ; c'est le cas du zooplancton avec les pélagiques côtiers ; c'est également le cas des pélagiques hauturiers qui se nourrissent entre autres de sardinelles. Les groupes ont généralement des impacts négatifs sur eux-mêmes en raison de la compétitivité pour la ressource.

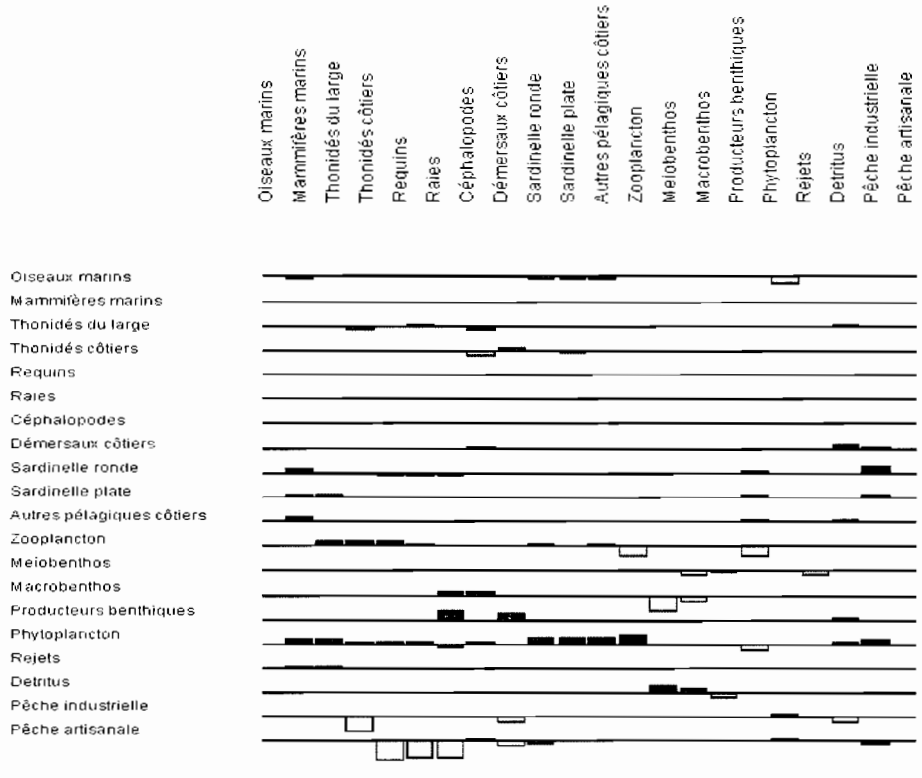


FIG. 2. — *Impacts trophiques entre les groupes du modèle Sénégalogambien.*
Trophic impacts between groups of the Senegambian model.

DISCUSSION & CONCLUSION

LE MODÈLE développé présente certaines fortes similitudes avec celui du Pérou (JARRE-TEICHMANN 1998). Les groupes phytoplancton et détritus se trouvent au niveau trophique 1, par définition. Au niveau 2,0-2,5 est localisé le zooplancton. Comme dans l'écosystème du Pérou, les pélagiques côtiers occupent le niveau trophique 2,5-3,0. En revanche, par rapport au Pérou, seuls les démersaux du large sont au niveau 3,5 ; les démersaux côtiers restant au niveau 3,0. Au niveau compris entre 3,5 et 4,0, se situent les grands prédateurs ; on y retrouve également les céphalopodes.

Le niveau trophique moyen des captures estimé par le modèle à 2,87 est encore bas par rapport à d'autres écosystèmes comparables.

Comme dans les écosystèmes à upwelling déjà décrits, l'essentiel de la biomasse et de la production se retrouve dans les groupes pélagiques.

Le flux le plus important est déterminé entre les interactions entre le phytoplancton, le zooplancton et les pélagiques côtiers si bien qu'on peut admettre que l'écosystème sénégalo-gambien est surtout régi par l'existence des sardinelles.

Le tableau II présente un résumé statistique permettant de caractériser l'écosystème sénégalo-gambien. La biomasse totale excluant les détritus est de deux cent soixante-douze tonnes par kilomètre carré avec, comme composante majeure, les sardinelles. L'écosystème sénégalo-gambien présente une forte productivité avec un rapport de la production primaire sur la respiration évaluée à 2,243 et un rapport production primaire sur biomasse estimé a 41,5 ; cette abondance de phytoplancton et de zooplancton constituant l'essentiel de la consommation des sardinelles est à prendre en compte pour expliquer le niveau d'abondance des sardinelles qui, malgré une importante exploitation, reste assez stable depuis de nombreuses années à l'échelon sous-régional.

TABLEAU II

Résumé statistique caractérisant le modèle de l'écosystème sénégalo-gambien

Statistic summary characterising the Senegambian ecosystem model

PARAMÈTRE	VALEUR	UNITÉ
Somme totale de consommation	7 786,559	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Somme totale des exportations	6 714,213	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Somme totale des flux respiratoires	4 776,719	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Somme totale des flux aux détritus	7 978,698	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Flux total du système	27 256,000	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Somme totale de la production	12 941	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Niveau trophique moyen des captures	2,77	–
Rendement brut (capture / p.p. nette)	0,001 479	–
Production primaire totale nette calculée	11 490,93	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Production primaire totale/respiration totale	2,406	–
Production nette du système	6 714,213	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Production primaire totale/biomasse totale	42,141	–
Biomasse totale/flux net	0,01	–
Biomasse totale (sans détritus)	272,681	$t \cdot km^{-2}$
Captures totales	16,99	$t \cdot km^{-2} \cdot an^{-1}$
Indice de correspondance ('connectance')	0,246	–

Le tableau III présente les résultats de la simulation sur une durée de dix années avec l'examen des différents scénarios déjà retenus. Il apparaît qu'une hausse combinée ou non de l'effort des deux types de pêcherie affecte principalement les démersaux côtiers, les thonidés du large, les raies et requins. L'abondance des céphalopodes et du groupe autres pélagiques est moins perturbée.

Dans le cas de baisse combinée ou non de l'effort, les captures totales accusent naturellement une baisse mais la biomasse des différents groupes, notamment les démersaux côtiers et sélaciens, ne présente aucun signe d'effondrement ; il est à remarquer une forte abondance des sélaciens dans le cas d'une baisse d'effort de la pêche artisanale.

Il semble en conséquence tout à fait indiqué de préconiser, dans le cas de cette pêcherie sénégalaise, une réduction de l'effort ou, tout au moins, d'éviter toute augmentation d'effort, en vue de permettre aux différents stocks actuellement menacés d'effondrement de recouvrer un niveau d'abondance acceptable.

La zone d'étude fait partie de l'écosystème nord-ouest africain sous influence du courant des canaries. Les travaux de JARRE-TEICHMANN (1998) sur la modélisation trophique de l'ensemble de la zone ont déjà mis en évidence l'importance et le rôle des poissons pélagiques, principalement la sardine, dans la structure trophique décrite ; toutefois, l'aire de distribution de la sardine ne concerne pas la zone sénégalo-gambienne où les espèces dominan-

tes sont les deux sardinelles ; aussi, cette étude met en évidence la structure trophique de l'écosystème sénégalo-gambien avec un rôle important occupé par les sardinelles aussi bien comme proies que comme espèces ciblées par les pêcheries.

La modélisation fait apparaître des similitudes avec nombre d'écosystèmes mais un niveau trophique bas des captures en considérant les estimations dans d'autres zones, comme l'écosystème du Pérou.

TABLEAU III
Définitions et résultats des différents scénarios
Definitions and results of different scenarios

SCÉNARIO	PÊCHE ARTISANALE	PÊCHE INDUSTRIELLE	BIOMASSE ET/OU CAPTURES EN DÉCLIN	BIOMASSE EN HAUSSE
1	Statu quo	En hausse	Raies, requins, thonidés large, démersaux côtiers	Sardinelle ronde, céphalopodes
2	En hausse	Statu quo	Raies, requins, thonidés large, démersaux côtiers, sardinelle ronde, Thonidés côtiers	Céphalopodes, autres pélagiques
3	En hausse	En hausse	Raies, requins, thonidés large, démersaux côtiers, sardinelle ronde, Thonidés côtiers	Céphalopodes, autres pélagiques, sardinelle plate
4	Statu quo	En baisse	Captures totales	Démersaux côtiers, thonidés large, requins et raies
5	En baisse	Statu quo	Captures totales	Démersaux côtiers, thonidés large, requins, raies, sardinelle ronde
6	En baisse	En baisse	Captures totales	Démersaux côtiers, thonidés large, thonidés côtiers, requins, raies, sardinelle ronde

Cette zone d'étude connaît une surexploitation de la plupart des espèces démersales côtières ; en matière d'aménagement, un report d'effort sur d'autres espèces comme les sardinelles, dont l'abondance et la relative stabilité sont régulièrement mises en évidence par des campagnes de prospection acoustique, doit être mieux analysé eu égard au rôle de ces espèces dans le maintien de la chaîne trophique ; de même, il serait judicieux d'assurer un suivi de cet effort en concertation avec les pays partageant cette ressource migratrice. Les résultats de la simulation indiquent qu'il est indispensable de réduire l'effort de pêche en vue d'éviter l'effondrement, voire l'extinction, de certaines espèces comme les poissons démersaux côtiers ; le scénario de la baisse de l'effort de la pêche artisanale est indiqué à titre illustratif (fig. 3, planche V hors texte).

Par ailleurs, il apparaît que ce modèle devrait être réactualisé au fur et à mesure de la disponibilité des données en matière d'évaluation des biomasses des espèces démersales ; de plus, ce travail suggère l'importance de collecter de nouvelles données et d'entreprendre des travaux en vue d'augmenter les groupes. Des investigations tenant compte du caractère migratoire de plusieurs espèces devront également être explorées.

REMERCIEMENTS

LES auteurs tiennent à exprimer leurs vifs remerciements à Daniel PAULY, Deng PALOMARES et Michael VAKILY pour l'aide apportée à la l'élaboration de ce document.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BRANDER (K.) & D. PALMER, 1985. — « Growth Rate of *Raja clavata* in the North East Irish Sea », *J. Cons. CIEM*, 42: pp. 125-128.

BRANSLETTER (S.), 1987. — « Age and Growth Validation of Newborn Sharks in Laboratory Aquaria with Comments on the Life Story of the Atlantic Sharpnose Shark », *Copeia* 2: pp. 291-299.

C.R.O.D.T., 1997. — *Bulletin statistiques des pêches*, doc. Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye.

CAMARENA LUHRS (T.), 1986. — *Les principales espèces de pélagiques côtiers au Sénégal : Biologie et évaluation des ressources*, th. univers. Bret. Occident., 188 p.

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY (ed.), 1993. — *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*, ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY, 1992-a. — *A Guide to the Ecopath II Software System (version 2.1)*, ICLARM software 6,72 p.

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY, 1992-b. — « Ecopath II : A Software for Balancing Steady-State Ecosystem Models and Calculating Network Characteristics », *Ecol. Modelling*, 61: pp. 169-185.

CRAWFORD (R. J. M.), P. G. RYAN & A. J. WILLIAMS, 1991. — « Seabird Consumption and Production in the Benguela and Western Agulhas Ecosystems », *S. Afr. J. mar. Sci.*, 11: pp. 357-375.

DIOUF (T.), B. SAMB & A. MENDY, 2001. — *Modélisation trophique de l'écosystème Sénégalogambien*, conférence Galapagos, déc. 2000.

DOMAIN (F.), 1976. — *Les fonds de pêche du plateau continental ouest-africain entre 17°N et 12°N*, D.S.P.-C.R.O.D.T., n° 61.

FONTENEAU (A.) & J. MARCILLE (éd.), 1993. — « Resources, Fishing and Biology of the Tropical Tuna in the Eastern Central Atlantic », *FAO Fish. Rech. Pap.*, 292, Rome, FAO, 354 p.

FRANQUEVILLE (C.), 1983. — *Biologie et dynamique de population des daurades (*Pagellus bellottii, *Steindacher, 1982) le long des côtes sénégalaises*, th. doct. État, univers. Aix-Marseille-II, 276 p.

GOURIOU (T.), 1993. — « The Environment in the Eastern Tropical Atlantic », *in* FONTENEAU & MARCILLE (ed., 1993): pp. 11-30.

ICCAT, 1999. — *Rapport de la période biennale 1998-1999*, 1re partie (1998), vol. I & II, version française, Madrid (Espagne).

JARRE-TEICHMANN (A.) & D. PAULY, 1993. — « Seasonal Changes in the Peruvian Upwelling Ecosystem », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 307-314.

JARRE-TEICHMANN (A.), 1998. — « The Potential Role of Mass Balance Model for the Management of Upwelling Ecosystems », *Ecological Applications*, 8(1), suppl., 1998: pp. S93-S103.

JARRE-TEICHMANN (A.), L. J. SHANNON, C. L. MOLONEY & P. A. WICKENS, 1998. — « Comparing Trophic Flows in the Southern Benguela to Those in Other Upwelling Ecosystems », *S. Afr. J. mar. Sci.*, 19: pp. 391-414.

MAXIM (C.), 1995. — « Horse Mackerel and False Scad Stock Assessment and Catch Projec-

tions », CECAF Division 34.1.3 & 34.3.1., *Sci. Mar.* 59(3-4): pp. 611-627.

MEDINA-GAERTNER (M.), 1985. — *Étude du zooplancton côtier de la Baie de Dakar et de son utilisation par les poissons comme source de nourriture*, th., univers. Bret. Occident., 141 p.

MENDOZA (J. J.), 1993. — « A Preliminary Biomass Budget for the Northeastern Venezuela Shelf Ecosystem », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 285-297.

MOREAU (J.), V. CHRISTENSEN & D. PAULY, 1993. — « A Trophic Ecosystem Model of Lake George, Uganda », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 124-129.

NIELAND (H.), 1982. — « The Food of *Sardinella aurita* (Val.) and *Sardinella eba* (Val.) off the Coast Senegal », Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 180: pp. 369-373.

NORTHRIDGE (S. P.), 1984. — « World Review of Interactions Between Marine Mammals and Fisheries », Rome, *FAO Fish. Tech. Pap.*, 251, 190 p.

OLIVIERI (R. A.), A. COHEN & F. P. CHAVEZ, 1993. — An Ecosystem Model of Monterey Bay, California, *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 315-322.

OPITZ (S.), 1993. — « A Quantitative Model of the Trophic Interactions in the Caribbean Coral Reef Ecosystem », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 259-267.

PALOMARES (M. L. D.) & D. PAULY, 1998. — « Predicting the Food Consumption of Fish Populations as Functions of Mortality, Food Type, Morphometrics, Temperature and Salinity », *Marine and Freshwater Research*, 49(5): pp. 447-453.

PAULY (D.) & J. MUNRO, 1984. — « Once More on Growth Comparison in Fish and Invertebrates », *Fishbyte*, 2(1): p. 21.

PAULY (D.), 1979. — *Gill Size and Temperature as Governing Factors in Fish Growth: A Generalization of Von Bertalanffy's Growth Formula*, Ber. Inst. Meereskd. Christian-Albrechts Univ. Kiel 63, 156 p.

PAULY (D.), 1980. — « On the Interrelationships Between Natural Mortality, Growth Parameters, and Mean Environmental Temperature in 175 Fish Stocks », *J. Cons. int. Explor. Mer*, 39(2): pp. 175-192.

PAULY (D.), 1997. — *Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques*, Toulouse, Cépadués, 288 p.

POSTEL (E.), 1955. — *Résumé des connaissances acquises sur les Clupéidés de l'Ouest Africain*, Rapp. Cons. Explor. Mer, 137 : pp. 14-17.

REBERT (J. P.), 1978. — *Variabilité des conditions de surface dans l'upwelling ouest-africain*, Symposium sur le courant des Canaries : upwelling et ressources vivantes, 102, 13 p.

ROY (C.), 1992. — *Réponses des stocks de poissons pélagiques à la dynamique des upwellings en Afrique de l'Ouest : analyse et modélisation*, th. doct., Paris, Orstom (coll. *Études et Thèses*).

SAETERSDAL (G.), B. SAMB, A. MENDY, D. BUCAL & M. TALEB SISI, 1995. — *Survey of the Pelagic Fish Resources off North West Africa Senegal-Gambia*, 7-16 Nov. 1995, NORAD-FAO-UNDP GLO 82/001, 16 p.

SAMB (B.) & D. PAULY, 2000. — « On Variability as a Sampling Artifact: The Case of *Sardinella* in North-western Africa », *Fish and Fisheries*, 1: pp. 206-210.

SAMB (B.), 1988. — « Seasonal Growth, Mortality, Recruitment Pattern of *Sardinella maderensis* off Senegal », *in* VENEMA *et al.* (ed., 1988): pp. 257-271.

SAMB (B.), 1997. — *Synthèse des évaluations récentes sur l'état des stocks de sardinelles, chinchards et maquereaux dans la zone nord COPACE*, doc. COPACE-F.A.O., 11e session du COPACE-F.A.O. sur l'évaluation des stocks, 24-26 sept. 1997, Accra (Ghana).

SCHNEIDER (W.), 1990. — *F.A.O. Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Field Guide to the Commercial Marine Resources of the Gulf of Guinea*, Prepared and published with the support of the FAO Regional Office for Africa, Rome, FAO, 26 p.

SERET (B.), 1981. — *Poissons de mer de l'Ouest africain : Initiation et documentation technique*, n° 49, Paris, Orstom.

TORESEN (R.) & J. KOLDING, 1999. — *Survey of the Pelagic Fish Resources off North West Africa*, Cruise report No. 11/98, 30 Oct.-9 Nov. 1999, Part I, Senegal-Gambia, NORAD-FAO-UNDP, 31 p.

TORESEN (R.), 1996. — *Survey of the Pelagic Fish Resources off North West Africa*, Part 3, Senegal-Gambia, 1-9 Nov. 1996, NORAD-FAO-UNDP GLO 92/013, 13 p.

TORESEN (R.), 1997. — *Survey of the Pelagic Fish Resources off North West Africa*, Cruise report No. 11/97, 4-12 Nov. 1997, Part I, Senegal-Gambia, NORAD-FAO-UNDP GLO 92/013, 14 p.

TORESEN (R.), 1998. — *Survey of the Pelagic Fish Resources off North West Africa*. Cruise report No. 11/98, 30 Oct.-9 Nov. 1998, Part I Senegal-Gambia, NORAD-FAO-UNDP, 14 p.

TOURÉ (D.), 1983. — « Contribution à l'étude de l'upwelling de la baie de Gorée (Dakar Sénégal) et de ses conséquences sur le développement de la biomasse phytoplanctonique », *Doc. Sci. C.R.O.D.T.*, n° 93.

VENEMA (S. C.), J. M. CHRISTENSEN & D. PAULY (éd.), 1988. — *Contributions to Tropical Fisheries Biology*, FAO-Danida Follow-up Training Course on Fish Stock Assessment in the Tropics, Denmark 1986, Philippines, 1987, Rome, FAO Fisheries Report No. 389.

VOITURIEZ (B.) & A. HERBLAND, 1982. — *Comparaison des systèmes productifs de l'Atlantique Tropical Est : dômes thermiques, upwellings côtiers et upwellings équatorial*, rapp. P.-V. réun. C.I.E.M., 180 : pp. 114-130.

Trends in Fish Biomass off Northwest Africa, 1960-2000

— Article —

Tendances de la biomasse des poissons du Nord-Ouest africain, 1960-2000

— Article —

Villy CHRISTENSEN [1], Patrícia Alexandra AMORIM [2], Ibrahima DIALLO [3], Taïb DIOUF [4], Sylvie GUÉNETTE [5], Johanna J. HEYMANS [6], Asberr Natoumbi MENDY [7], Mohamed Mahfoudh OULD TALEB OULD SIDI [8], Maria Lourdes D. PALOMARES [9], Birane SAMB [10], Kim A. STOBBERUP [11], Jan Michael VAKILY [12], Marcelo VASCONCELLOS [13], Reg WATSON [14] & Daniel PAULY [15]

1. — Écologue halieute, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

2. — Chercheur halieute, *Instituto português de investigação das pescas e do mar* (Ipimar), [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*] av. Brasilia, 1449-006, Lisbonne (Portugal).

3. — Biologiste, ingénieur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.), [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

4. — Biologiste des pêches, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye. Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

5. — Biologiste, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2204 Main Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

6. — Écologue, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

7. — Biologiste, *Senior Fisheries Officer* (*Research*), *Fisheries Department* (FD), *Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment*, [Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement], 6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie).

8. — Halieute, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

9. — Biologiste, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C (Canada).

10. — Halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

11. — Halieute, chercheur, *Instituto português de investigação das pescas e do mar* (IPIMAR), [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006, Lisbonne (Portugal).

12. — Halieute, chercheur, *Joint Research Centre of the European Commission, Institute for Environment and Sustainability* (JRC-IES), *Inland and Marine Waters Unit* (TP 272), [Centre commun de recherches de la Commission européenne (C.C.R.), Institut pour l'environnement et le développement durable, Unité des eaux continentales et maritimes], via Fermi, 21020, Ispra VA (Italie).

13. — Biologiste, chercheur, *Department of Oceanography, UFRG (Universitary Foundation of Rio Grande)*, Département d'océanographie, (Fondation universitaire de Rio Grande (FURG), av. Italia, Km 8, Carreiros, Caixa Postal 474, RS, 96201-900, Rio Grande (Brésil).

14. — *Senior research associate, Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

15. — Biologiste, directeur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada).

ABSTRACT

*WE ESTIMATE biomass trends for demersal and large pelagic fishes, (*i.e., *excluding small pelagic and mesopelagic fishes) based on 17 Ecopath models from Mauritania, Cape Verde, Senegal, The Gambia, Guinea-Bissau, Guinea, Sierra Leone and the open waters of the central east Atlantic, made to represent various time periods during the second half of the twentieth century. We use a published method developed for estimating fish biomass in the North Atlantic, and modify it to account for the specificity of West African fisheries and ecosystems. We show that, overall, fish biomass as defined here (*i.e., *excluding low-trophic level and small fishes) has declined over the forty-year period from 1960 by a factor of 13. An implication of our results is that further increase in fishing mortality in the region will not lead to increased catches but will only drive biomasses further down.*

Key words

Biomass decline — Ecosystem models — Ecopath — Fishing intensity

RÉSUMÉ

NOUS avons évalué les tendances de la biomasse des poissons démersaux et des grands pélagiques (c'est-à-dire après l'exclusion des petits pélagiques et des poissons mésopélagiques) sur la base de dix-sept modèles écosystémiques construits avec le logiciel Ecopath et représentant, pour différentes périodes de la deuxième partie du XXe siècle, les écosystèmes au large de la Mauritanie, du Cap-Vert, du Sénégal, de la Gambie, de la Guinée-Bissau, de la Guinée, de la Sierra Leone et du système océanique de l'Atlantique central. L'analyse de ces modèles a été effectuée à l'aide d'une méthode de spatialisation appliquée auparavant à l'Atlantique nord, et adaptée aux circonstances du Nord-Ouest africain. Notons que la biomasse de poissons définie ci-dessus n'a, en l'an 2000, qu'un treizième de sa valeur de 1960. Ceci implique qu'une augmentation de la mortalité par la pêche dans la sous-région ne pourra pas augmenter les prises et ne fera qu'accentuer le déclin de la biomasse.

Mots clés

Déclin de biomasse — Modèles écosystémiques — Ecopath
Intensité de pêche

INTRODUCTION

THIS contribution synthesises the results of the 'Ecopath module' of the FIAS/SIAP (Fisheries Information and Analysis System/Système d'information et d'analyse des pêches) project, devoted to the construction of ecosystem models for each of the major fishing areas in the countries of the sub-region covered by the Sub-Regional Fisheries Commission of West African States (SRFC), plus adjacent waters in Sierra Leone and off-shore.

In this synthesis, we concentrate on the change in biomass of demersal and large pelagic fishes, *i.e.*, we exclude small pelagic fishes (mainly sardinella and anchovies), whose environmentally-driven biomass fluctuations would tend to mask systematic, fishery-induced trends, and mesopelagic fishes, which occur only offshore in deeper waters and are not exploitable by current fisheries (GJØSAETER & KAWAGUCHI, 1980). The methodological approach used here is similar to that developed for studying temporal trends in the biomass of high-trophic level fishes (CHRISTENSEN *et al.*, 2003), and hence this methodology will be presented only in summary form, with some emphasis on the modifications required to adapt it to the conditions of Northwest Africa.

We concentrate on biomass because this is usually proportional to the catch per effort of fishing vessels, and thus directly impacts on their profitability. Thus, we shall abstain from discussing here the implications on the biodiversity of West African fish that a massive reduction in their biomass is likely to have.

MATERIALS & METHODS

Materials

TABLE I summarises the major characteristics of the mass-balance food web (Ecopath) models used here as starting point for this analysis. Most of these models were constructed during the course of the FIAS/SIAP project, by members of that project (PAULY *et al.*, 2002). However, some additional models were contributed through the *Sea Around Us* Project to ensure a wide and consistent coverage both spatially and temporally (PALOMARES *et al.*, 2004). We refer to CHRISTENSEN & PAULY (1992), CHRISTENSEN *et al.* (2000) and PAULY *et al.* (2000) for details on construction and interpretation of Ecopath models in general (see also www.ecopath.org). The spatially explicit primary production data used here originated as SeaWiFS data, as processed by the European Union's Joint Research Centre, in Ispra, Italy (HOEPFFNER *et al.* unpublished data), based on a model that incorporates estimated chlorophyll, photosynthetically active radiation, and sea surface temperature patterns (BEHRENFELD & FALKOWSKI, 1997). The data used here are average values for 1998.

An upwelling index was derived based on latitude and basin-specific temperature anomalies by ½ by ½ degrees of latitude and longitude. Depth information by ½ by ½ degrees of latitude/longitude was obtained from the Etopo5 dataset available on the U.S. National Geophysical Data Center's Global Relief Data CD www.ngdc.noaa.gov/products/ngdc_products.html. Spatialised fisheries catches by half-degree squares were obtained for the years 1950-1999 from the *Sea Around Us* Project database, and are based on the rule-based method developed by WATSON *et al.* (2001, 2004).

Methods

The methodology we have used to predict the biomass of fish draws on a combination of ecosystem modelling, information from hydrographic databases, statistical analysis, and GIS modelling (CHRISTENSEN *et al.*, 2003). The mapping of biomass changes were performed using a series of steps, as follows:

1 The 17 models of Table I were re-expressed on a spatial basis using ½ by ½ degree cells

(corresponding to 30 by 30 miles at the Equator) using the Ecospace program (WALTERS *et al.*, 1999). For each of the spatial models, the cells were distributed between habitats based on their mean depth. The following depth strata were used for all models: (1) <10 m; (2) 11-50 m; (3) 51-100 m, (4) 101-200 m; (5) 201-1000 m; and (6) >1000 m. These yielded estimates of biomass by Ecopath functional groups for each of the spatial cells covered by each model (tabl. I);

2 The biomass of different functional fish groups were re-expressed as a single value representing all fish with a trophic level of 3.0 or higher, excluding, however, the unexploited mesopelagics as well as the highly variable small pelagics (see above);

3 Multiple linear regression analyses were performed using S-Plus 6 (INSIGHTFUL CORPORATION, 2001). We used additive and variance stabilising transformation, (Avas) to decide how individual variables are best transformed to obtain linearity (fig. 1);

4 A multiple regression was identified which predicted fish biomass based on the year for which biomass was estimated, (log transformed) primary production in each half-degree cell, (log transformed) mean depth of each cell, distance from the coast (quadratic transformation), cell-specific average temperature at 10 meters depth in degrees Celsius, and catches of (i) medium demersals and (ii) large demersals. To prevent the records from models covering large areas from overwhelming those from other models, each of the records was weighted, in the regression analyses, by the inverse of the square root of the number of non-land cells in the model to which it belonged. From this, we extracted 5488 records based on the ½ by ½ degree spatial cells of the 17 ecosystem models in Table 1. Each of the records included estimates of fish biomass (trophic level ≥ 3.0), depth, primary production, and year of the model;

5 Using the regression, the biomass for each cell represented was predicted and plotted for 1960 and 2000, representing the extremes for the period covered;

6 As annual catches from 1960 and 2000 were available by ½ by ½ degree cells (see WATSON *et al.* 2001; 2004), a measure of fishing intensity was calculated for each cell as the ratio of its catch to its biomass. For a few areas (notably along coasts), the fishing intensity measure was smoothed by averaging over neighbouring cells.

TABLE I

Overview of the 17 ecosystem models used for estimating abundance trends in fishes of Northwest Africa. 'Spatial cells' indicate number of non-land ½ degree cells included in spatial model representations

Caractéristiques des dix-sept modèles écosystémiques utilisés pour estimer les tendances de l'abondance des poissons du Nord-Ouest africain. « Spatial cells » indique le nombre de cellules d'un demi-degré incluses dans chaque modèle

AREA COVERED	YEAR(S)	SPATIAL CELLS	FUNCTIONAL GROUPS	REFERENCE
Mauritania	1987, 1998	102	38	OULD TALEB OULD SIDI & GUÉNETTE (2004)
Cape Verde	1983	10	25	STOBBERUP *et al.* (2002)
Senegambia	1986	23	18	SAMB & MENDY (2002) DIOUF *et al.* (2002)
Gambia	1986, 1992, 1995	8	23	MENDY (2002)
Guinea-Bissau	1991	22	31	(AMORIM *et al.*, 2002)
Guinea	1985, 1998	18	32	DIALLO *et al.* (2002), GUÉNETTE & DIALLO (2004)
Sierra Leone	1964, 1978, 1990	12	44	HEYMANS & VAKILY (2002)
North Atlantic Ocean	1950, 1998	1100	38	VASCONCELLOS (2004)
Central Atlantic Ocean	1950, 1998	1460	38	VASCONCELLOS (2004)

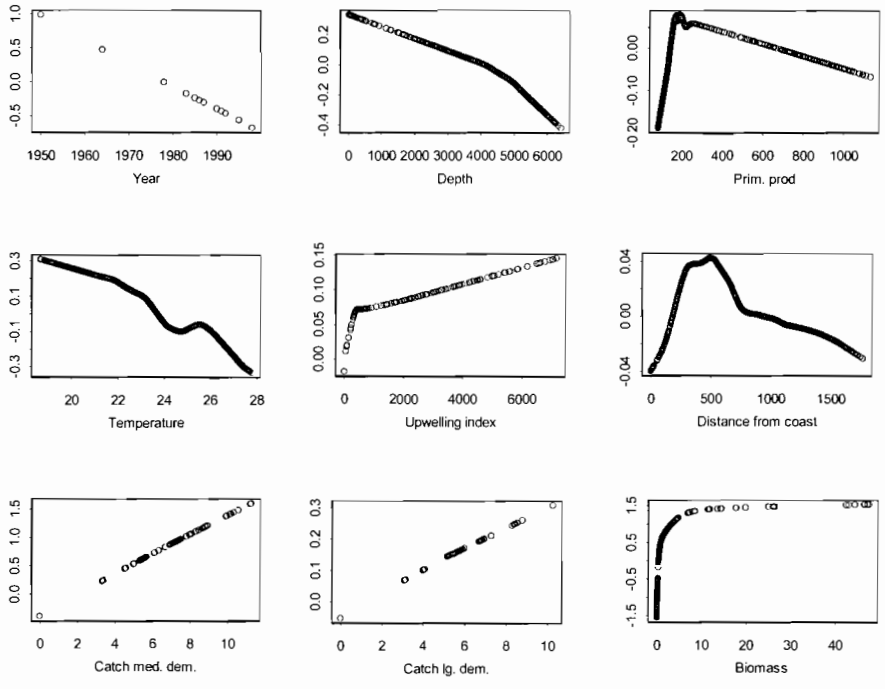


FIG. 1. — Avas transformations indicating how parameters (X-axis) should be transformed (Y-axis indicate biomass, linear scale) to linearise the individual parameters while considering their joint effects. These results indicate that logarithmic transformations are reasonable for depth (m), primary productivity (t km^{-2} $year^{-1}$), upwelling index, and biomass (t km^{-2}), a quadratic transformation for distance from coast (km), while no transformations are required for temperature (°C), and for catch of medium and large demersals (t km^{-2} $year^{-1}$).
The upwelling index was not used in the regression as its contribution was insignificant.

Courbes indiquant comment les variables (en X) de la régression multiple linéaire doivent être transformées pour assurer la linéarité de la biomasse (en Y), en tenant compte des effets conjoints de toutes les variables. Ces courbes démontrent que des transformations logarithmiques suffisent pour linéariser la profondeur (en m), la production primaire (t km^{-2} $année^{-1}$), l'index d'upwelling et la biomasse elle-même (t · km^{-2}), alors qu'une transformation quadratique suffit pour la distance de la côte (km). Aucune transformation ne paraît nécessaire pour la température (en degrés centigrades), et les prises de poissons de grande et moyenne tailles (t km^{-2} $année^{-1}$).
L'indice d'upwelling n'a pas été utilisé, son effet n'étant pas significatif.

RESULTS & DISCUSSION

TABLE II presents the parameter estimates for the multiple regression model used to predict biomasses off West Africa. For comparison, we present as figure 2 a plot of predicted versus observed biomasses. It is clear that there is a strong relationship: the regression model explains 94 per cent of the variance, this high value reflecting the fact that many pairs of models cover different periods, and document strong declines in biomass over time.

TABLE II

Parameters estimates and associated test statistics for multiple linear regression to predict the (log) biomass for fishes (trophic level ≥ 3.0) during the period from 1960 to 2000. Logarithmic transformations are used for primary productivity and depth, and a quadratic transformation for distance from coast. The variable are arranged after their t-value (i.e., relative standard errors), which correspond to standardised partial slopes (BLALOCK, 1972)
All parameters are highly significant with Pr(>|t|) < 0.0000005 for all cases

Paramètres et autres statistiques de la régression multiple linéaire utilisée pour prédire les (log) biomasses des poissons (niveau trophique ≥ 3,0) pour la période de 1960 à 2000
Des transformations logarithmiques sont utilisées pour la production primaire et la profondeur, et une transformation quadratique pour la distance à la côte.
Les variables sont ordonnées en fonction de leur valeur de t (c'est-à-dire en fonction de l'écart-type relatif), correspondant à des pentes partielles standardisées (BLALOCK, 1972)
Tous les paramètres sont significatifs, avec Pr(>|t|) < 0.0000005 dans tous les cas.

VARIABLE (UNIT)	ESTIMATE	STD. ERROR	T-VALUE
Intercept	104.25	0.52704	197.8
Year	-0.052437	0.00026	-197.6
Temperature at 10 m (°C)	-0.164374	0.00265	-61.9
Catch, med. demersals ($t \cdot km^{-2} \cdot year^{-1}$)	0.232355	0.00488	47.6
Catch, large demersals ($t \cdot km^{-2} \cdot year^{-1}$)	0.100082	0.00317	31.5
Primary production ($t \cdot km^{-2} \cdot year^{-1}$)	0.580376	0.02265	25.6
Depth (m)	-0.097444	0.00516	-18.9
Distance (km)	0.0004197	0.0000595	7.0
Distance^2 (km^2)	-0.0000003	0.0000000	-9.3

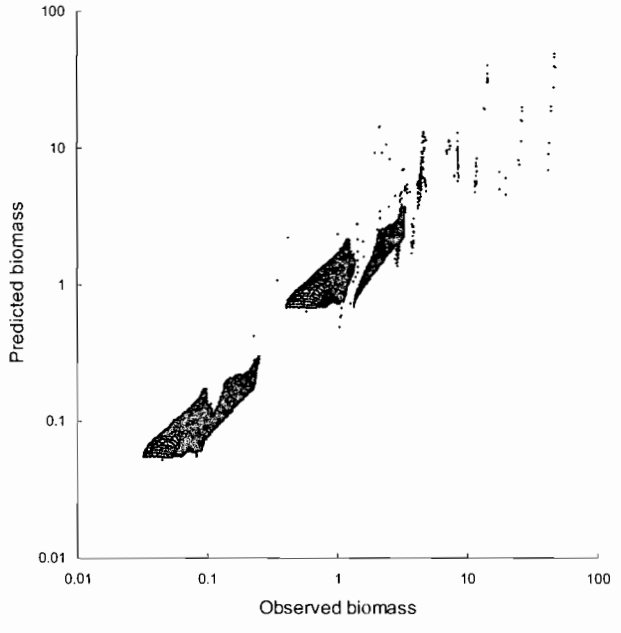


FIG. 2. — Plot of predicted versus observed biomass ($t \cdot km^{-2}$). The 'observed' values are from the spatialisation of Ecopath models described in the Methods section, while the predicted values are from the multiple regression documented in Table II. Note close fit along the 1:1 line.

Valeurs observées (modèles Ecopath spatialisés) et prédites (régression multiple du tableau II) obtenues d'après la méthode décrite plus haut. Notez la faible dispersion autour de la ligne du ratio 1 :1.

The predictions lead to the maps of biomass distributions presented in the two panels of figure 3 (plate VI), which jointly illustrate how the biomass of the larger fishes has declined in the last 40 years along the coast of West Africa. This figure thus both confirms and amplifies the impressions we may gather from assessments of individual stocks documented in other contributions included in this volume. Overall we find that fish biomass has declined by more than an order of magnitude over the forty years covered here.

Conversely, fishing intensity has increased dramatically (fig. 4, plate VI). Thus, by any standard models of fish population dynamics, the West African fisheries resources are overfished (*e.g.*, HILBORN & WALTERS, 1992). In such cases, the appropriate policy is to adjust (*i.e.*, reduce) fishing mortality such as to enable the resource to continue producing a flux of goods and benefits (fish for human consumption, income, foreign exchange, etc.). It is irrational, under such conditions, to add to the fishing fleets of the region, whether that capacity is local, regional, or from other continents: it does not matter to the fish who it is that catches them. The present study is preliminary; it builds on an array of ecosystem models all of which have considerable uncertainty associated with them. We have not sought to quantify the uncertainty associated with our results, but we would be very surprised if the strong trends in biomass decline and increase in fishing intensity that we find are overestimated. We have sought throughout to err on the side of being too cautious, and think we are likely to have underestimated the actual trends.

We intend to develop the methodology we have used for the present study further. This will be done by reconstructing biomass trends by functional groups or species based on biological, ecological and fisheries information. Also, we plan to break the analyses down to finer spatial and temporal scales.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr Nicolas HOEPFFNER for providing estimates of primary production. The African co-authors of this contribution wish to thank the FIAS/SIAP project for the support toward the construction of the Ecopath models used here, while the members of the *Sea Around Us* Project thank the Pew Charitable Trusts, Philadelphia for their funding. Also, Daniel PAULY acknowledges support from Canada's National Scientific and Engineering Research Council.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

AMORIM (P.), G. DUARTE, M. GUERRAA, T. MORATO & K. A. STOBBERUP, 2002. — « Preliminary Ecopath Model of the Guinea-Bissau Continental Shelf Ecosystem (NW-Africa) », *in* PAULY *et al.* (ed., 2002): pp. 73-90.

BEHRENFELD (M. J.) & P. G. FALKOWSKI, 1997. — « Photosynthetic Rates Derived from Satellite-Based Chlorophyll Concentration », *Limnology and Oceanography,* 42: pp. 1-20.

BLALOCK (H. M.), 1972. — *Social Statistics*, New York, McGraw-Hill.

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY, 1992. — « Ecopath II - A Software for Balancing Steady-State Ecosystem Models and Calculating Network Characteristics », *Ecological Modelling*, 61: pp. 169-185.

CHRISTENSEN (V.), C. J. WALTERS & D. PAULY (ed.), 2000. — *Ecopath with Ecosim: A User's Guide, October 2000 Edition*, Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, Canada and Iclarm, Penang, Malaysia. [Available online at www.ecopath.org].

CHRISTENSEN (V.), G. RECK & J. L. MACLEAN (ed.), 2002. — *Proceedings of the Inco-DC Conference Placing Fisheries in their Ecosystem Context. Galápagos Islands, Ecuador, 4-8 December 2000*, ACP-EU Fisheries Research Reports, Brussels, (12): vii-79 p.

CHRISTENSEN (V.), S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, C. J. WALTERS, R. WATSON, D. ZELLER & D. PAULY, 2003. — « Hundred-Year Decline of North Atlantic Predatory Fishes ». *Fish and Fisheries,* 4: pp. 1-24

DIALLO (I.), I. CISSÉ & A. BAH, 2002. — « Modèle trophique du système côtier du plateau continental Guinéen », *in* PAULY *et al.* (éd., 2002) : pp. 91-103.

DIOUF (T.), B. SAMB & A. MENDY, 2002. — « Trophic Modelliing of the Senegal-Gambian Upwelling System », *in* CHRISTENSEN *et al.* (ed., 2002): p. 63.

GJØSAETER (J.) & K. KAWAGUCHI, 1980. — « A Review of the World Resources of Mesopelagic Fish », Rome, *FAO Fisheries Technical Paper*, 193:151 p.

GUÉNETTE (S.) & I. DIALLO, 2004. — « Modèles préliminaires de la côte guinéenne pour les années 1985 et 1998 », *in* PALOMARES *et al.* (éd., 2004).

HEYMANS (J. J.) & J. M. VAKILY, 2002. — « Ecosystem Structure and Dynamics of the Marine System of Sierra Leone for Three Time Periods: 1964, 1978 and 1990 », *in* PAULY *et al.* (ed., 2002): pp. 109-120.

HILBORN (R.) & C. J. WALTERS, 1992. — *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty*, New York, Chapman and Hall.

INSIGHTFUL CORPORATION, 2001. — *S-Plus 6 for Windows Guide to Statistics*, vol. I, Insightful Corporation, Seattle, WA.

MACKENZIE (D.), 2002. — « African Fisheries on the Brink of Collapse », *New Scientist*, 175 (2351): 5.

MENDY (A.), 2002. — « A Trophic Model of the Gambian Continental Shelf System in 1986 », *in* PAULY *et al.* (ed., 2002): pp. 57-72.

OULD TALEB OULD SIDI (M. M.) & S. GUÉNETTE, 2004. — « Modèle trophique de la Z.E.E. mauritanienne: comparaison des deux périodes (1987 et 1998) », *in* PALOMARES *et al.* (éd., 2004).

PALOMARES (M. L. D.), J. M. VAKILY & D. PAULY (ed.), 2004. — *Fisheries Centre Research Report*, U.B.C., Marine Ecosystems of the Eastern Atlantic. [in press; update on www.fisheries.ubc.ca/publications/reports/fcrr.php]

PAULY (D.), J. M. VAKILY & M. L. PALOMARES (éd.), 2002. — « Modèles trophiques des écosystèmes marins nord-ouest africains / Trophic models of northwest African marine ecosystems ». Projet Siap, Module Ecopath, Document technique n° 3 (Siap/EP/DT/03), FIAS Project Coordination Unit, Conakry, Guinea. [Updated in PALOMARES *et al.* (éd., 2004).]

PAULY (D.), V. CHRISTENSEN & C. WALTERS, 2000. — « Ecopath, Ecosim, and Ecospace as Tools for Evaluating Ecosystem Impact of Fisheries », *Ices Journal of Marine Science*, 57: pp. 697-706.

SAMB (B.) & A. MENDY, 2002. — « Dynamique du réseau trophique de l'écosystème sénégambien en 1990 », *in* PAULY *et al.* (éd., 2002) : pp. 35-51.

STOBBERUP (K. A.), V. D. M. RAMOS & M. L. COELHO, 2002. — « Ecopath Model of the Cape Verde Coastal Ecosystem », *in* PAULY *et al.* (ed., 2002): pp. 17-33.

VASCONCELLOS (M.), 2004. — « Mass-Balance Models of the Central Atlantic Ecosystem, 1950s and 1990s », *in* PALOMARES *et al.* (ed., 2004).

WALTERS (C.), D. PAULY & V. CHRISTENSEN, 1999. — « Ecospace: Prediction of Mesoscale Spatial Patterns in Trophic Relationships of Exploited Ecosystems, with Emphasis on the Impacts of Marine Protected Areas », *Ecosystems*, 2: pp. 539-554.

WATSON (R.), A. GELCHU & D. PAULY, 2001. — « Mapping Fisheries Landings with Emphasis on the North Atlantic », *in* ZELLER *et al.* (ed., 2001): pp. 1-11.

ZELLER (D.), R. WATSON & D. PAULY (ed.), 2001. — *Fisheries Impact on North Atlantic Marine Ecosystems: Catch, Effort and National and Regional Data Sets*, Fisheries Centre Research Reports, 9(3). [available online at www.fisheries.ubc.ca]

Évaluation & diagnostic de quatre stocks de poissons démersaux côtiers en Guinée

— Note —

Assessment & Diagnosis of Four Demersal Coastal Fish Stocks in Guinea

— Note —

Aboubacar SIDIBÉ [1], Didier GASCUEL [2] & François DOMAIN [3]

1. — Biologiste halieute, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

2. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar) Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh) [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar). Department of fisheries science. Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

3. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*Research Institute for Development–National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*] B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

RÉSUMÉ

DES évaluations indirectes sont conduites par l'approche globale (modèle de production) et par l'approche analytique (biomasses et rendements par recrue), afin d'établir des diagnostics concernant l'état de quatre stocks de poissons démersaux en Guinée. L'effort de maximisation de la production à l'équilibre (f_{MSY}) est atteint pour le petit capitaine (*Galeoides decadactylus*), et le *bobo* (*Pseudotolithus elongatus*) ; il est dépassé pour le bar sénégalais (*P. senegalensis*) et le bar *nanka* (*P. typus*). Les rendements par recrue montrent que le régime d'exploitation actuel entraîne une pleine exploitation du *Galeoides decadactylus* et une surexploitation de croissance des trois autres espèces en Guinée. Toute diminution de l'intensité de pêche est susceptible d'entraîner une augmentation de la production totale par recrue.

Mots clés

Évaluation des stocks — Modèles globaux — Analyse des cohortes
Rendement par recrue — Ressources démersales — Guinée

ABSTRACT

STOCK assessments are conducted on four demersal fish stocks using surplus production and age structured models. The fishing effort required for Maximum Sustainable Yield is reached for Galeoides decadactylus *and* Pseudotolithus elongatus *and exceeded for* P. senegalensis *and* P. typus. *Yield per recruit analysis suggest a full exploitation for* Galeoides decadactylus *and growth overfishing for the other species. A decrease in exploitation rates could thus increase total yield per recruit.*

Key words

Stock assessment — Surplus production model — Age structured model
Yield by recruit — Demersal resources — Guinea

INTRODUCTION

LES poissons démersaux côtiers font l'objet d'une exploitation intense en Guinée et sont économiquement importants tant pour la pêche industrielle que pour la pêche artisanale ; cette exploitation est cependant récente et le système de suivi statistique des pêcheries n'a été mis en place qu'en 1995. Faisant suite à des travaux préliminaires sur le *bobo* (*Pseudotolithus elongatus*), les premières évaluations de l'état des stocks ont été réalisées dans le cadre du projet Siap ; elles s'appuient sur l'approche globale (SIDIBÉ *et al.*, 2003-a) et sur l'approche analytique (SIDIBÉ *et al.*, 2003-b).

On présente ici une synthèse de ces évaluations concernant quatre des principaux stocks côtiers : le *bobo*, le petit capitaine (*Galeoides decadactylus*), le bar *nanka* (*P. typus*) et le bar sénégalais (*P. senegalensis*).

DONNÉES & MÉTHODES

LES quatre espèces étudiées représentent trente pour cent des captures des poissons démersaux exploitées en Guinée, avec en moyenne quinze mille tonnes pêchées par an, dans la période 1995-1999. Les données statistiques de capture (débarquements et rejets) et d'effort de pêche proviennent du système d'enquête du Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B., Guinée). On travail ici sous l'hypothèse de stocks considérés spatialement et biologiquement isolés par rapport à ceux de la Guinée Bissau au nord et de la Sierra Leone au sud. Pour chaque stock, des captures commerciales sont estimées sur la période 1985-1994, sous l'hypothèse généralement admise de captures faibles en 1985 (DOMAIN, 1989) et d'un accroissement linéaire de 1985 à 1994. Un effort de pêche théorique est estimé à partir des prises par unité d'effort commerciales et des indices d'abondance issus des campagnes de chalutage scientifique (méthode *in* SIDIBÉ *et al.*, 2003-a). Le modèle global (modèle généralisé et modèle de Fox) est ajusté par les méthodes de pseudo-équilibre qui supposent un ajustement des biomasses à l'effort pondéré des années antérieures.

Les captures aux âges pour une cohorte moyenne 1995-1999 sont estimées par décomposition polymodale (sous contrainte de tailles moyennes à chaque âge conformes à la loi de croissance rappelée [tabl. I]) des effectifs capturés par classe de taille, pour la pêche artisanale et pour la pêche industrielle. Deux démarches sont mises en œuvre : une analyse de pseudo-cohorte en taille sous hypothèse d'équilibre (effort et recrutement constants) [JONES, 1983] et une analyse rectifiée de pseudo-cohorte en âge (LAUREC & SANTARELLI-CHAURAND , 1986 ; MESNIL, 1988) intégrant une variation de l'effort de pêche conforme à celle du modèle global.

TABLEAU I

Paramètres de croissance utilisés dans les travaux

Growth parameters utilised in the study

ESPÈCES	PARAMÈTRES			(AUTEURS)
	L∞ (cm)	K.an^{-1}	to (année)	
Gleoides decadactylus	74,00	0,161	- 1,63	(SAMBA, 1974)
Pseudotolithus elongatus	51,76	0,256	- 0,44	(LE GUEN, 1971)
Pseudotolithus senegalensis	52,70	0,350	- 0,65	(TROADEC, 1971)
Pseudotolithus typus	89,70	0,175	- 1,033	(POINSARD, 1973)

RÉSULTATS

LA SÉRIE des efforts de pêche théoriques, issue des données de captures reconstituées, met en évidence une augmentation très forte de la pression de pêche au cours de la décennie 1985-1995 (fig. 1). Depuis, les efforts de pêche seraient stagnants.

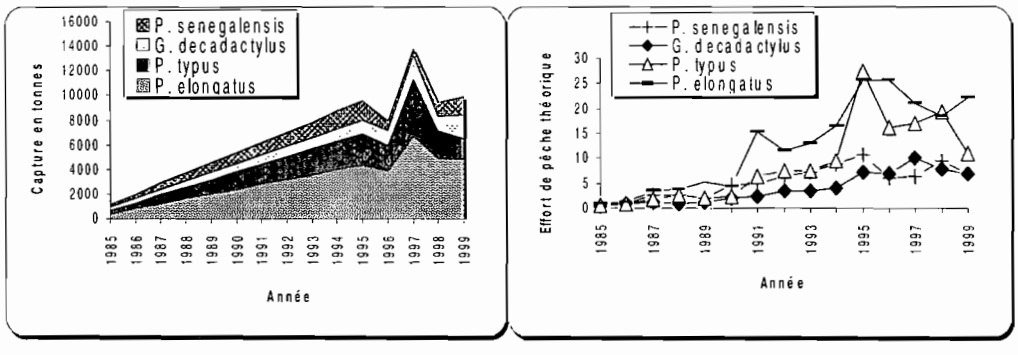


FIG. 1. — *Évolution des captures commerciales des quatre stocks (tonnes; source C.N.S.H.B. ; captures des années 1985-1994 reconstituées) et des efforts de pêche théoriques (ratios captures/indice d'abondance).*

Trends of commercial catches in four stocks (in metric tons; from CNSHB; catches are reconstructed for years 1985-94) and fishing theoretical efforts (ratio catches/abundance index).

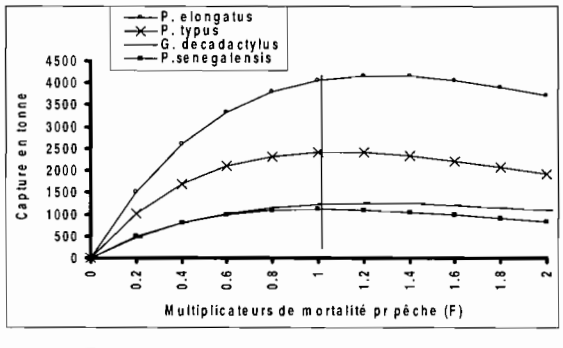


FIG. 2. — *Courbes de capture à l'équilibre en fonction d'un multiplicateur d'effort de pêche (Modèle de Fox).*

Equilibrium catch *versus* fishing effort multiplier (Fox Model).

Les résultats des modèles globaux (fig. 2) montrent que l'effort de pêche de maximisation (f_{MSY}) serait atteint chez le petit capitaine et chez le *bobo* ; il serait dépassé chez le bar *nanka* et le bar sénégalais. Concernant le modèle analytique, les courbes de rendement par recrue issues de l'approche en taille montrent que le régime d'exploitation actuel entraînerait une pleine exploitation du petit capitaine et une surexploitation des trois autres espèces en Guinée (fig. 3). La biomasse féconde actuelle estimée pour les quatre stocks est supérieure à dix pour cent de la biomasse féconde du stock vierge (fig. 4), qui est la valeur minimale généralement admise (GASCUEL, 1993) pour identifier un risque de surexploitation de recrutement. L'analyse rectifiée de pseudo-cohorte en âge, avec des séries d'efforts croissants, permet d'étudier l'impact de l'hypothèse d'équilibre sur les résultats. Dans cette analyse rectifiée, les niveaux maximaux de rendement par recrue sont plus élevés et les diagnostics,

plus pessimistes, mettent en évidence des surexploitations plus marquées. L'allure générale des courbes de rendements par recrue reste cependant proche de celle issue de l'analyse en taille. Les diagrammes d'exploitation artisanaux et industriels n'ont pas les mêmes potentialités chez les quatre stocks. Par ailleurs SIDIBÉ *et al.* (2003-b) montrent que le potentiel de la production artisanale est dépendant de l'exploitation industrielle et une diminution de l'intensité de pêche industrielle est susceptible d'entraîner une augmentation de la production par recrue artisanale.

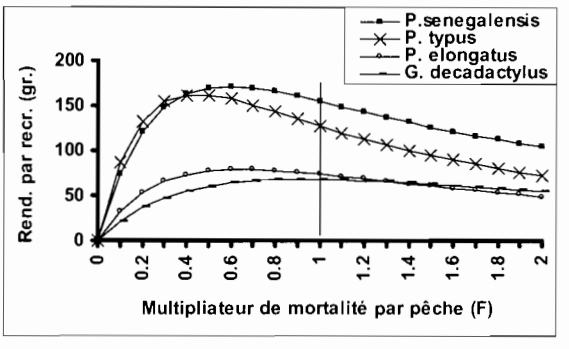


FIG. 3. — *Courbes de rendement par recrue en fonction de F totale.*

Yield per recruit model for the four stocks.

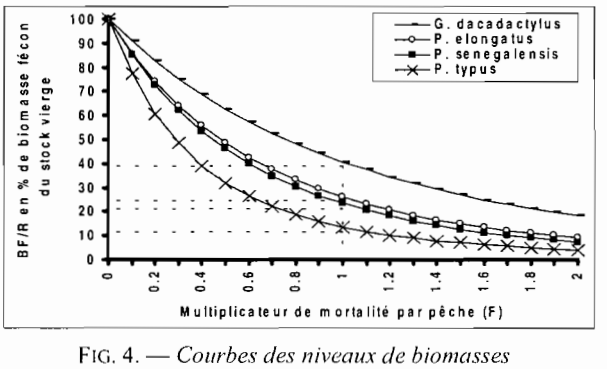


FIG. 4. — *Courbes des niveaux de biomasses fécondes en fonction de F totale.*

Stock spawning biomass model for the four stocks.

CONCLUSION

LES résultats issus des deux modèles (global et structural) se complètent. Les quatre stocks sont dans des situations qui vont d'une pleine exploitation à une nette surexploitation de croissance. Les efforts de maximisation des M.S.Y. (*Maximum Sustainable Yield*) et des rendements par recrue sont atteints ou dépassés. La pêche industrielle entraîne de nombreux rejets qui induisent une importante mortalité par pêche pour les jeunes individus ; elle ampute ainsi le potentiel de la production totale. Ces diagnostics s'appuient sur des données qui ont déjà quatre ou cinq ans ; peu d'éléments permettent cependant d'avancer que l'intensité de l'exploitation sur ces espèces aurait diminué depuis.

En particulier, la nouvelle campagne scientifique réalisée en 2002 met en évidence de nouvelles diminutions d'abondance (SIDIBÉ, 2003) ; il est donc logique de penser que la situation ne s'est pas améliorée aujourd'hui.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

DOMAIN (F.), 1989. — *Rapport des campagnes de chalutage du N/O* André-Nizery *dans les eaux de la Guinée de 1985 à 1988*, doc. scient. C.N.S.H.B., Guinée, 81 p.

GASCUEL (D.), 1993. — « Effort et puissances de pêche : redéfinition des concepts et exemple d'application », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 1993) : pp. 159-181.

JONES (R.), 1983. — « The Use of Length Composition Data in Fish Stocks Assessments (with notes on VPA and cohort analysis) », *FAO Fish. Circ.*, 734, 60 p.

LAUREC (A.) & L. SANTARELLI-CHAURAND, 1986. — *Analyse rectifiée des pseudo-cohortes : Analyse des cohortes à partir d'une année de structure démographique des captures ; correction des variations d'effort et/ou de recrutement*, Ifremer, laboratoire E.R.H.A.L., Nantes, 19 p.

LE GUEN (J. C.), 1971. — « Dynamique des populations de *Pseudotolithus* (*Fonticulus*) *elongatus* (Bowd, 1825). Poisson, Sciaenidae », *Cah. Orstom, sér. Océanogr.*, 9 (1) : pp. 3-84.

MESNIL (B.), 1988. — « Logiciels pour l'évaluation des stocks de poissons. Anaco : Logiciel d'analyse des données de captures par classe d'âge sur IBM PC et compatibles », F.A.O., *Doc. Tech. Pêche*, 101, suppl. 3, 78 p.

POINSARD (F.), 1973. — *Croissance des* Pseudotolithus typus *dans la région de Pointe Noire*, doc. scient. Centre rech. océanogr. Pointe-Noire, N.S., 20, 11 p.

SAMBA (G.), 1974. — *Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique d'un polynemidae ouest africain* Galeoides decadactylus *(Bloch)*, th. doct. 3e cycle, univers. Bordeaux-I, 114 p.

SIDIBÉ (A.), 2003. — *Les ressources halieutiques démersales côtières de la Guinée. Exploitation, biologie et dynamique des principales espèces de la communauté à Sciaenidés*, th. doct., Ensar, Rennes, France, 320 p.

SIDIBÉ (A.), D. GASCUEL & F. DOMAIN, 2003-b. — « Évaluation et diagnostic par l'approche structurale : application à quatre stocks de poissons démersaux de Guinée : *Galeoides decadactylus, Pseudotolithus elongatus, P. senegalensis* et *P. typus* », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003-b) : pp. 79-100.

SIDIBÉ (A.), Y. CAMARA, F. DOMAIN & D. GASCUEL, 2003-a. — « Évolution d'abondance et évaluation par le modèle global de l'état de quatre stocks de la communauté à Sciaenidés de Guinée », *in* GASCUEL *et al.* (éd., 2003-a) : pp. 3-17.

TROADEC (J.-P.), 1971. — *Biologie et dynamique d'un Sciaenidae ouest africain :* Pseudotolithus senegalensis *(V.)*, doc. scient. Centre rech. océanogr. Abidjan, 2(3) : 225 p.

Évolution comparative de l'abondance des ressources halieutiques démersales en Guinée entre 1985 & 1998

— Note —

Comparative Evolution of Demersal Fisheries Resources Abundance in Guinea Between 1985 & 1998

— Note —

Aboubacar SIDIBÉ [1], Martial LAURANS [2], Didier GASCUEL [3] & François DOMAIN [4]

1. — Biologiste halieute, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.), [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

2. — Écologue halieute, doctorant, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar) Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

3. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar) Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

4. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*Research Institute for Development–National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*] B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

RÉSUMÉ

L'ÉVOLUTION de l'abondance des ressources démersales de Guinée est analysée par ajustement d'un modèle du type G.L.M. (*Generalized Linear Model*) aux données des campagnes scientifiques de chalutage réalisées entre 1985 et 1998. Ces ressources connaissent des diminutions d'abondance importantes sur la période. Trois communautés écologiques de poissons démersaux sont concernées : la communauté à Sciaenidés, la communauté à Sparidés et la communauté à Lutjanidés. L'abondance des différents groupes trophiques diminue dans des proportions voisines. Les diminutions les plus fortes sont observées pour les principales espèces cibles.

Mots clés

Ressources démersales — Abondance — Communauté écologique
Chalutage expérimental — Modélisation linéaire

ABSTRACT

ABUNDANCE evolution of the demersal resources in Guinea is analysed using generalised linear models applied to data from the scientific trawl surveys carried out between 1985 and 1998. Abundances decreases through the period. Three demersal fish communities are concerned: Sciaenid, Sparid and Lutjanid. The abundance of the various trophic groups decreases in close proportions. The decrease is stronger for the major targeted exploited species.

Key words

Demersal Resources — Abundance— Ecological community
Trawl survey — Linear modelling

INTRODUCTION

LES statistiques de captures et d'effort de pêche ne sont disponibles en Guinée que depuis 1995.

En revanche, des campagnes scientifiques de chalutage ont été réalisées depuis 1985 ; ces données permettent d'analyser les changements d'abondance des ressources démersales, intervenus au cours de cette période marquée par un très important développement des pêcheries industrielles et artisanales.

MATÉRIEL & MÉTHODES

LES données proviennent de deux mille deux cent quatre-vingt-onze traits de chalut, réalisés entre 1985 et 1998, au cours de vingt-six campagnes scientifiques couvrant le plateau continental guinéen. Trois communautés de poissons démersaux sont considérées : la communauté à Sciaenidés avec trente-neuf espèces, la communauté à Sparidés avec vingt-neuf espèces et la communautés à Lutjanidés avec onze espèces. Des groupes trophiques par rapport au niveau trophique spécifique dans la chaine alimentaire (niv : 3,0-3,5 ; niv : 3,6-4,0 ; niv : 4,1-4,5) sont également définis à l'intérieur de chaque communauté.

Les méthodes d'analyse de variance sont utilisées ; l'effet des facteurs année, strate bathymétrique et spatiale, ainsi que leurs interactions sont testés. Un modèle linéaire est ajusté aux séries de captures par trait ; l'effet année est interprété comme étant un indice d'abondance annuel. Les analyses sont conduites par la procédure G.L.M. du logiciel R (IHAKA & GENTELMAN, 1996). Les résultats sont comparés aux indices d'abondance spécifiques, antérieurement estimés pour les principales espèces exploitées, à partir des données de campagnes et des P.U.E. (prise par unité d'effort) de la pêche industrielle (SIDIBÉ *et al.*, 2001).

RÉSULTATS

POUR la communauté à Lutjanidés, seuls les modèles à un facteur s'avèrent statistiquement significatifs (ann. I) ; les abondances sont très faibles et leur répartition spatiale ou leur évolution apparaissent peu cohérentes (fig. 1 et 2).

Pour les deux autres communautés, la modélisation conduit à estimer une série d'indices d'abondance (fig. 1) et un schéma de répartition bathymétrique (fig. 2) et spatial (fig. 3) moyen sur la période (interactions non-significatives).

La communauté à Sciaenidés connaît une baisse d'abondance importante, avec des niveaux très faibles en 1993-1994 ; cette tendance s'inverse ensuite avec l'augmentation des abondances en 1997-1998. Malgré une tendance à la hausse en 1993-1994, l'abondance de la communauté à Sparidés connaît également une baisse forte sur la période.

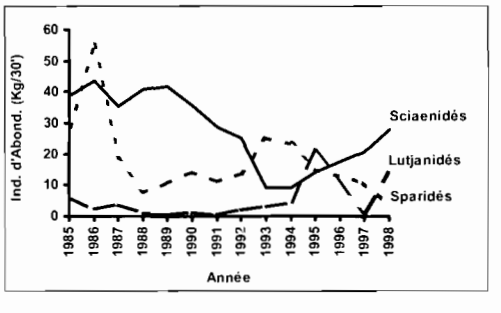


FIG. 1. — *Évolution annuelle des indices d'abondance des trois communautés entre 1985 et 1998.*

Annual evolution of the indices of abundance of the three communities between 1985 and 1998.

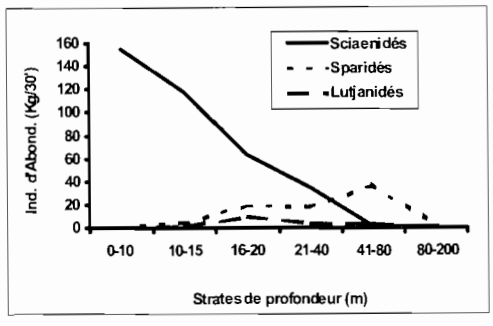


FIG. 2. — *Répartition bathymétrique des abondances des trois communautés en Guinée.*
Bathymetric distribution of abundances of the three communities in Guinea.

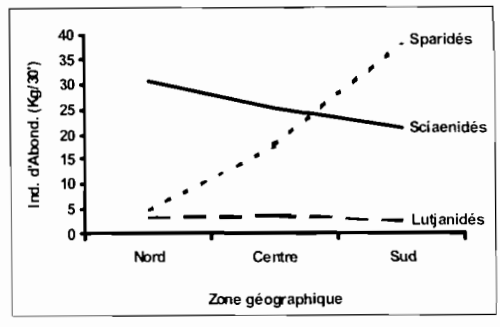


FIG. 3. — *Répartition géographique des abondances des trois communautés sur le plateau continental guinéen.*
Geographical distribution of abundances of the three communities on the Guinean contin ntal shelf.

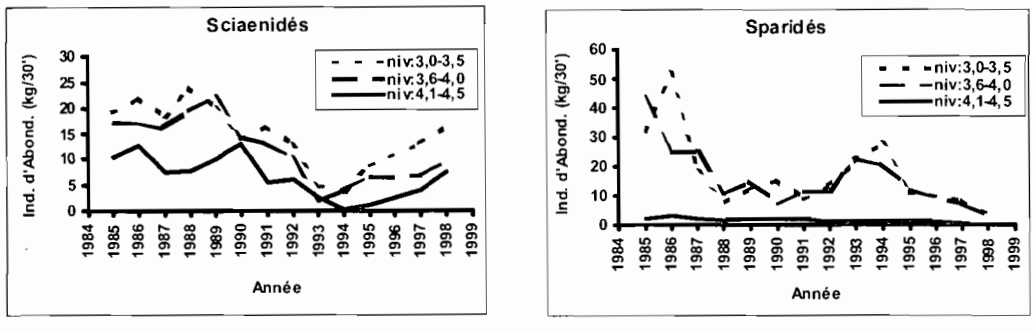


FIG. 4. — *Évolution des abondances par groupe trophique au sein de la communauté à Sciaenidés et de la communauté à Sparidés (niv. : niveau trophique).*
Evolution of abundances by trophic group within the Sciaenid community and the Sparid community (niv: trophic level).

Les Sciaenidés sont présents sur les fonds inférieurs à quarante mètres avec des abondances plus élevées dans la partie côtière, tandis que les Sparidés ont une répartition bathymétrique plus large avec un maximum d'abondance vers les fonds de quarante à quatre-vingts mètres (fig. 2). Contrairement aux Sciaenidés, les Sparidés sont plus abondants au sud qu'au nord du plateau continental (fig. 3). Les baisses d'abondance sont plus importantes au niveau spécifique qu'à l'échelon de la communauté écologique. Ce phénomène est observé dans la communauté à Sciaenidés ; par exemple, l'abondance du stock de mâchoirons (*Arius* spp.) ne représente en 1999 que vingt pour cent de son niveau de 1985 alors que celle de la communauté est de soixante-cinq pour cent (fig. 5).

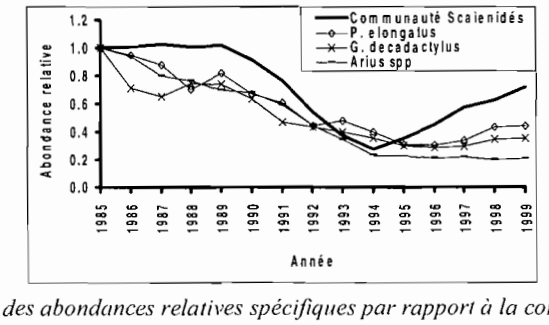


FIG. 5. — *Évolution des abondances relatives spécifiques par rapport à la communauté écologique.*
Evolution of specific relative abundances compared to the ecological community.

Discussion

Les espèces de la communauté à Lutjanidés sont surtout présentes sur des fonds durs et rocheux peu accessibles à l'engin d'échantillonnage ; cette répartition explique les difficultés rencontrées pour analyser leurs variations d'abondance.

Les Sparidés étaient déjà exploités en 1985 par la pêche industrielle. Depuis, cette pêche s'est fortement développée et surtout une importante pêche artisanale s'est mise en place ; parallèlement, l'abondance de la communauté a fortement décru.

La communauté à Sciaenidés, plus côtière, qui était considérée comme étant encore proche de l'état vierge en 1985, voit aussi son abondance décroître en même temps que la pression de pêche augmente ; les espèces de haut niveau trophique semblent ici les plus affectées (fig. 4), ainsi fort logiquement que les principales espèces cibles. Dans les années les plus récentes, l'augmentation d'abondance observée pour cette communauté pourrait traduire une diminution de la pression de pêche en zone côtière.

Conclusion

En une quinzaine d'années, l'abondance des ressources halieutiques démersales de Guinée a diminué de quarante à quatre-vingts pour cent, selon les espèces ou communautés écologiques. Ces résultats confirment et complètent les évaluations de stocks menées en Guinée (Sidibé *et al.*, présent document). Ils mettent en évidence l'impérieuse nécessité d'une maîtrise de l'effort de pêche, pour une exploitation durable des ressources démersales guinéennes.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

IHAKA (R.) & R. GENTELMEN, 1996. — « R: A Language for Data Analysis and Graphics », *Journal of Computation and Graphical Statistics*, 5: pp. 299-314.

SIDIBÉ (A.), Y. CAMARA, F. DOMAIN & D. GASCUEL, 2001. — « Évolution d'abondance et évaluation par le modèle global de l'état de quatre stocks de la communauté à Sciaenidés de Guinée », Siap-Analyse, *Doc. Tec.* 2 : pp. 13-26.

ANNEXE I

Résultat de l'ajustement du modèle G.L.M.

Result fitting the GLM model

COMMUNAUTÉ À SCIAENIDÉS						
Modèle : C.P.U.E.-Sciaenidés ~ ibat+zone+an, family=gaussian(log)						
	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)
NULL			2 290	6 310 518		
ibat	5	11 830 532	2 285	54 479 987	105,8	0,0000 ***
zone	2	442 415	2 283	54 037 571	9,9	0,0001 ***
an	12	3 272 906	2 271	50 764 665	12,2	0,0000 ***
COMMUNAUTÉ À SPARIDÉS						
Modèle : C.P.U.E.-Sparidés ~ ibat+zone+an, family=gaussian(log)						
	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)
NULL			1 656	10 365 109		
ibat	3	608 063	1 653	9 757 046	35,9	0,0000 ***
zone	2	367 726	1 651	9 389 320	32,6	0,0000 ***
an	6	99 085	1 645	9 290 235	2,9	0,0077 ***
COMMUNAUTÉ À LUTJANIDÉS (un seul facteur utilisé à chaque ajustement, cf.texte)						
Modèle : C.P.U.E.-Lutjanidés ~ ibat ; zone ; an, family=gaussian(log)						
	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)
NULL			2 256	4 498 605		
ibat	4	23 478	2 252	4 475 127	3,0	0,0190 ***
zone	2	417	2 254	4 498 189	0,1	0,9009 ***
an	12	47 469	2 244	4 451 137	2,0	0,0213 ***

Revue des connaissances sur l'environnement des ressources halieutiques de Guinée

— Note —

A Review of Knowledge on the Environment of Fisheries Resources in the Republic of Guinea

— Note —

Audrey COLOMB [1] & Jean LE FUR [2]

1. — Écologue halieute doctorante, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development–Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

2. — Modélisateur, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development–Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

RÉSUMÉ

DEPUIS les années cinquante, les organismes de recherche de différents pays ont contribué à l'étude du plateau continental de la Guinée. L'originalité du système guinéen par rapport au reste de l'Afrique de l'Ouest est révélée au fil des campagnes océanographiques et biologiques : exceptionnelle largeur du plateau, littoral à mangrove, situation hydrologique à l'interface du système sénégalo-mauritanien et du complexe du golfe de Guinée, forte influence des apports continentaux saisonniers sur la salinité des eaux côtières et l'enrichissement biologique.

Ainsi, la superficie des habitats peu profonds et peu salés est la plus importante de la sous-région. Malgré la présence limitée d'upwelling, la zone possède un niveau d'enrichissement biologique assez important grâce aux apports continentaux nutritifs et détritiques de la mangrove emportés en mer par les fleuves et les courants de marées.

Mots clés

Océanographie — Sédimentologie — Enrichissement biologique
Écosystème marin — Guinée

ABSTRACT

SINCE the 1950s, the research institutes of several countries have been studying the Guinean continental shelf. The originality of the Guinean system compared to other West African coastal regions appears through oceanographic and biological surveys: a wide continental shelf, mangrove swamps spread all along the coast, an hydrological situation at the interface between the Senegalo-Mauritanian system and the Guinean Gulf complex, a strong influence of the seasonal rains on coastal salinity and biological enrichment.

The surface of shallow and low-salinity habitats is the largest in the region. Despite the presence of a limited upwelling, this zone has a very high level of biological enrichment owing to the contribution, by the mangroves, of detritus and nutrients, spread over the shelf by rivers and tidal currents.

Key words

Oceanography — Sedimentology — Biological enrichment
Marine ecosystem — Guinea

INTRODUCTION

L'ÉCOSYSTÈME marin du plateau continental guinéen fait l'objet d'études depuis plus d'un demi-siècle. Les organismes de recherche de divers pays — Guinée, France, ex-U.R.S.S., Japon —, se sont succédé sur ce thème avec des protocoles et des sujets d'intérêt différents. À partir de cet ensemble diversifié de connaissances, ce travail propose une reconstitution de l'environnement *lato sensu* des ressources halieutiques : océanographie physique, sédimentologie et production primaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CETTE étude bibliographique repose sur la recherche et la mise en cohérence des diverses sources d'information disponibles sur l'écosystème guinéen : rapports, articles de revue, ouvrages.

RÉSULTATS

Milieu physique

LA GUINÉE est soumise à un régime tropical humide de transition ; son climat se caractérise par deux saisons très marquées : l'une chaude et sèche (novembre-mai), l'autre chaude et humide (juin-octobre). Durant la saison humide, les précipitations, les plus fortes de l'Afrique de l'Ouest côtière, atteignent quatre mille millimètres à Conakry (PÉZENNEC 1999).

Le plateau continental guinéen s'étend jusqu'à deux cents kilomètres au droit de la côte ; c'est le plus large d'Afrique de l'Ouest. Il descend en pente douce vers le sud-ouest, sauf au niveau de canyons sous-marins qui sont les paléo-vallées des fleuves côtiers guinéens (DOMAIN & BAH, 1999) [fig. 1].

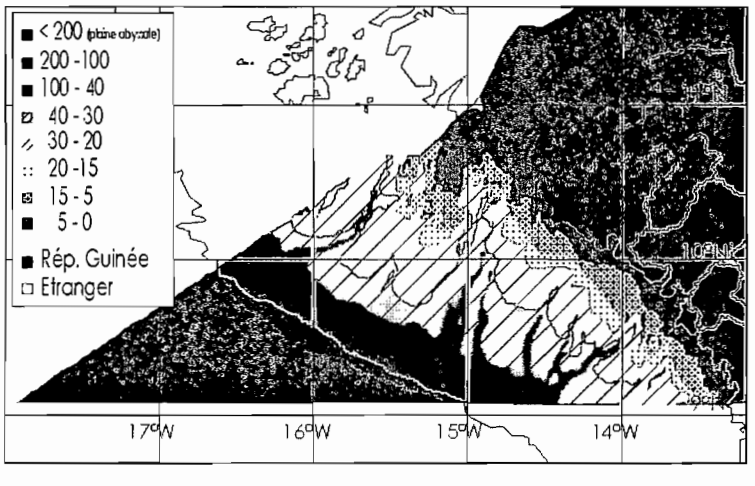


FIG. 1. — *Bathymétrie de la Z.E.E. guinéenne.*
Bathymetry of the Guinean EEZ.

La zone côtière est soumise à une dynamique estuarienne fortement influencée par la marée. Le littoral est bordé presque intégralement par une mangrove dense et élevée qui produit une très grande quantité de matières minérales et organiques. Les eaux côtières sont presque constamment turbides (RUE, 1993).

Hydrologie

CIRCULATION GÉNÉRALE

La zone économique exclusive (Z.E.E.) guinéenne se trouve à l'interface des systèmes hydrodynamiques sénégalo-mauritanien et du golfe de Guinée (ROSSIGNOL, 1973). En saison sèche, le plateau continental est recouvert d'une masse d'eau salée assez homogène, sans thermocline nette. Les eaux canariennes, froides et salées, descendent jusqu'au nord de la Z.E.E. en janvier-février. En fin de saison sèche et début de saison des pluies, les masses d'eau tropicale (chaude et salée) et guinéenne (chaude et dessalée) se partagent la surface du plateau. Pendant et après la saison humide, les eaux guinéennes occupent tout le plateau continental. Le large de la Z.E.E. est alors recouvert d'une masse d'eau profonde froide et salée surmontée entre vingt et quarante mètres de profondeur d'une masse d'eau chaude et dessalée (ROSSIGNOL, 1973).

MASSES D'EAU CÔTIÈRES

La circulation générale est cependant nettement dominée au niveau de la côte par les conditions hydroclimatiques locales. La force des marées et le débit des fleuves conditionnent la position d'une zone frontale de rencontre entre eaux douces et eaux de mer, ainsi que la sédimentation ou remise en suspension des matières produites par la mangrove.

Ainsi, une masse d'eau dessalée reste le long de la côte toute l'année, surmontant les autres masses d'eau (POSTEL, 1954). Son volume et sa superficie fluctuent selon la saison, et son épaisseur diminue vers le large (fig. 2). Son extension minimale correspond à celle des sédiments vaseux, tandis que c'est au-delà de son extension maximale que l'on trouve les fonds sableux. Entre les deux, dans la zone de balancement annuel, des sables vaseux s'accumulent (KEITA & KEITA, 1988) [fig. 3].

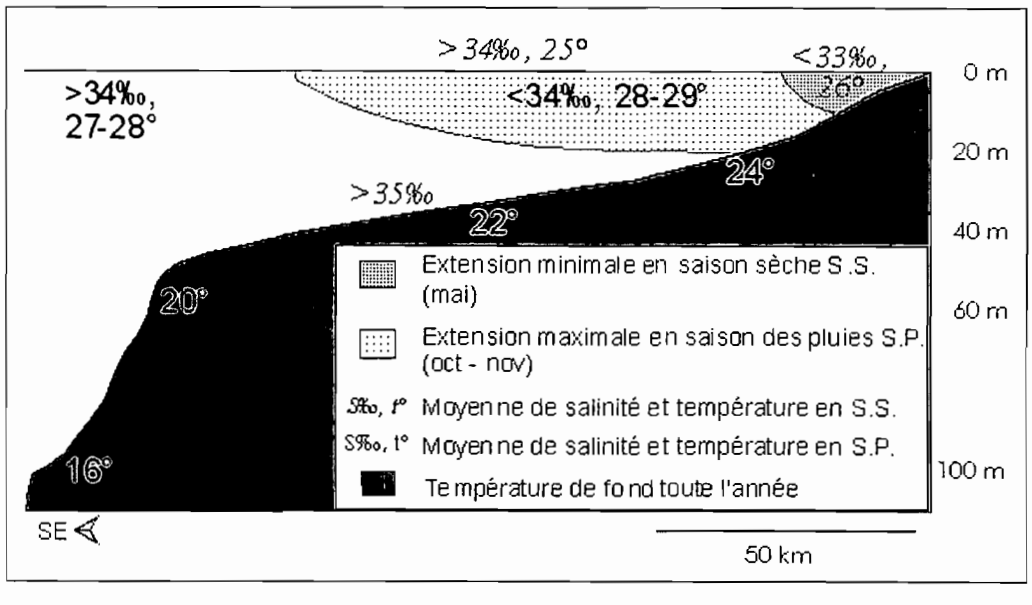


FIG. 2. — *Profil de l'extension de la couche d'eau chaude et dessalée due aux apports continentaux (d'après POSTEL, 1954 ; WILLIAMS, 1968 ; ROSSIGNOL, 1973 ; BOURDINE* et al., *1984 ; PÉZENNEC 1999).*
Profile of the expansion of the warm, low-salinity layer as a function of the seasonal variation of rainfall.

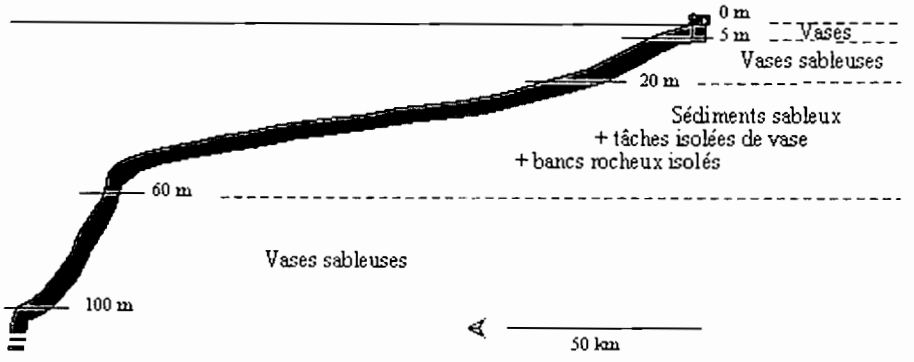


FIG. 3. — *Profil sédimentologique du plateau continental guinéen (d'après* DOMAIN & BAH, *1999).*
Profile of Guinean shelf sedimentology (after DOMAIN & BAH, 1999).

Enrichissement biologique

En saison sèche, dans le nord de la Z.E.E., la descente des eaux des Canaries et d'eaux d'upwelling, riches en éléments nutritifs, fertilise les eaux superficielles et favorise le développement du phytoplancton (PÉZENNEC, 1999).

En saison des pluies, la source d'enrichissement n'est plus océanique mais continentale. Les fleuves côtiers sont pauvres en matières minérales et organiques, mais ils ont un puissant effet mécanique de lessivage de la mangrove. Ils remettent en suspension les éléments nutritifs piégés dans les vases côtières, permettant une production primaire assez élevée (KEITA & KEITA, 1988 ; RUE, 1993) par rapport aux autres systèmes sans upwelling (BINET, 1983. De plus, ils ouvrent une seconde voie d'enrichissement avec l'apport massif dans la zone côtière de détritus qui peuvent nourrir certains organismes.

DISCUSSION

LE BALANCEMENT annuel des masses d'eau côtières et des marées semble tout d'abord déterminer la granulométrie du fond, de vaseux à sableux. De plus, la zone de faible salinité varie d'environ huit mètres de profondeur en saison sèche (moins de 33 p. mille), à environ vingt mètres en saison des pluies (moins de 34 p. mille). La superficie de cette zone est particulièrement étendue par rapport au reste de la sous-région. Le croisement des différentes caractéristiques physiques du milieu démersal côtier structure l'habitat des espèces démersales, et détermine donc leur répartition.

La richesse des mangroves combinée à l'action mécanique des fleuves et des marées conduit à un enrichissement biologique bien supérieur au niveau attendu dans une zone traversée de façon limitée dans l'espace et le temps par les eaux riches d'upwelling. L'élaboration d'un modèle de la productivité marine guinéenne devrait permettre de préciser le fonctionnement de cet écosystème.

REMERCIEMENTS

MERCI à L. BAMY, I. DIALLO, I. DIANÉ, F. DOMAIN, C. R. HABA, A. KEÏTA et à l'équipe « Programme Impact Garafiri », pour leur coopération. Ce travail fait partie du projet « Pêche écologique en Guinée » (C.E. B7-6200/99-03/DEV/ENV).

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BINET (D.), 1983. — « Phytoplancton et production primaire des régions côtières à upwellings saisonniers du Golfe de Guinée », *Océanogr. Trop.*, 18 (2) : pp. 331-355.

BOURDINE (J. G.), G. V. ZOUEV & B. KABA, 1984. — *Compte-rendu sur les résultats de recherches halieutiques obtenus lors de la campagne du N/S* Evrika, *menée dans les eaux de la République de Guinée du 12 mai au 4 juillet 1984*, Kaliningrad (U.R.S.S.), Inst. Atlant Niro, 49 p.

DOMAIN (F.) & M.O. BAH, 1999. — « Description des fonds du plateau continental », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 37-49.

DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO (éd.), 1999. — *La pêche côtière en Guinée: ressources et exploitation*, Paris, I.R.D.-C.N.S.H.B., 394 p.

KEITA (M. L.) & I. K. KEITA, 1988. — « Fronts et upwelling de la zone côtière dans la perspective de la rationalisation de l'exploitation des ressources halieutiques », *Bull. Cerescor*, 12 : pp. 23-29.

PÉZENNEC (O.), 1999. — « L'environnement hydroclimatique de la Guinée », *in* DOMAIN *et al.* (éd., 1999) : pp. 7-27.

POSTEL (E.), 1954. — « Le plateau continental guinéen et ses ressources ichtyologiques », *Bull. Ifan Série A.*, 16 : pp. 553-563.

ROSSIGNOL (M.), 1973. — *Contribution à l'étude du « complexe guinéen »*, Paris, Orstom, 143 p.

RUE (O.), 1993. — *Hydrodynamique des mangroves et enrichissement biologique littoral en Guinée*, rapport interne, Projet d'études côtières, Conakry, C.N.S.H.B., 2 p.

WILLIAMS (F.), 1968. — *Report on the Guinean Trawling Survey*, vol. II, Lagos, OAU-STRC, 238 p.

An Ecopath Model of the Sine-Saloum Delta Biosphere Reserve (Senegal)

— Note —

Modèle Ecopath pour une réserve de la biosphère : le delta du Siné-Saloum (Sénégal)

— Note —

Maria Concepcion VILLANUEVA [1], Luis TITO-DE-MORAIS [2], Jean-Yves WEIGEL [3] & Jacques MOREAU [4]

1. — Biologiste, thésarde, Institut national polytechnique de Toulouse
École nationale supérieure agronomique de Toulouse, Département des pêches continentales (I.N.P.T.-Ensat)
[*National Polytechnic Institute of Toulouse, High National Agronomic School of Toulouse, Department. of Inland Fisheries*],
B.P. 107, Auzeville-Tolosane 31326 Castanet-Tolosan, Toulouse (France).

2. — Biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.),
[*Research Institute for Development*]
B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

3. — Économiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D),
[*Research Institute for Development*]
B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

4. — Biologiste, chercheur, Institut national polytechnique de Toulouse
École nationale supérieure agronomique de Toulouse (I.N.P.T.-Ensat), Département des pêches continentales
[*National Polytechnic Institute of Toulouse, High National Agronomic School of Toulouse, Department. of Inland Fisheries*],
B.P. 107, Auzeville-Tolosane 31326 Castanet-Tolosan, Toulouse (France).

ABSTRACT

SINE-SALOUM (Senegal), an inverse hyper saline estuary, serves as an important resource of fish for local populations. In the last 20 years, annual catches have decreased (from 30,000 to 15,000 t) as has the diversity of species in the catch. Ethmalosa fimbriata, *a pelagic Clupeid, is increasingly dominating the estuary and, consequently, the fish landings. Ineffective fisheries management has contributed significantly to these declines while environmental degradation threatens the continued functioning of this ecosystem. The Ecopath with Ecosim programme has been used to characterise the current trophic state of the ecosystem and explore ecologically sustainable management.*

Key words

Ecopath — Trophic status — Sine-Saloum — Fisheries Management

RÉSUMÉ

LE DELTA du Sine-Saloum (Sénégal) présente un gradient de salinité inversé avec hyper-salinité à l'amont. Il offre une importante ressource piscicole aux populations locales. En vingt ans, les captures totales sont passées de trente mille à quinze mille tonnes et la diversité des captures a également baissé. *Ethmalosa fimbriata*, un Clupéidé pélagique, est devenu progressivement dominant. Des pratiques et un aménagement des pêches inadaptés ont amené ces déclins, également dus en partie à la dégradation de l'environnement qui fait courir à l'écosystème des risques écologiques réels. Le logiciel Ecopath avec Ecosim a été employé ici pour analyser les relations trophiques au sein de cet écosystème et pour explorer les possibilités d'un aménagement écologiquement durable de la ressource.

Mots clés

Sénégal — Siné-Saloum — Structure trophique — Ecopath
Aménagement

INTRODUCTION

WEST African estuaries, characterised by a high species diversity, are highly productive (ALBARET & DIOUF, 1994). Sine-Saloum (fig. 1) is located about 100 km south of Dakar (Senegal) and covers an area of 543 km². It is one of the country's most populated regions, with 10 per cent of this area inhabited by around 16 per cent of the country's total population many dependent on the natural resources of the area.

The inverse hyper salinity of the Sine-Saloum is an important factor affecting its biodiversity.

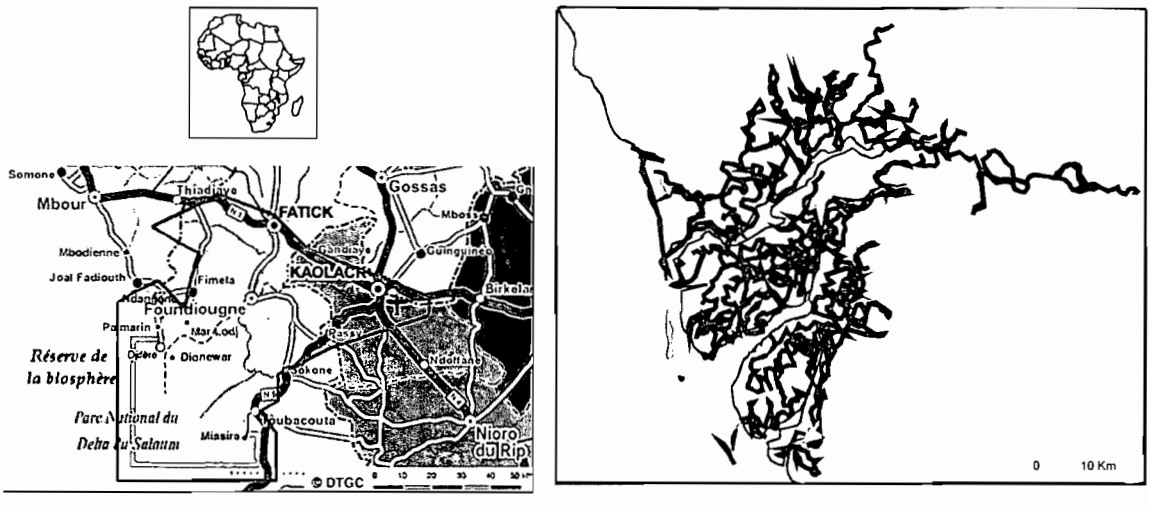


FIG. 1. — Map showing location of the studied area and the zone considered as Biosphere reserve of the Delta of Sine-Saloum. (Sources: http://www.au-senegal.com and Encarta).

Localisation du delta du Siné-Saloum, au sud de Dakar et du parc national du Delta (réserve de la biosphère).

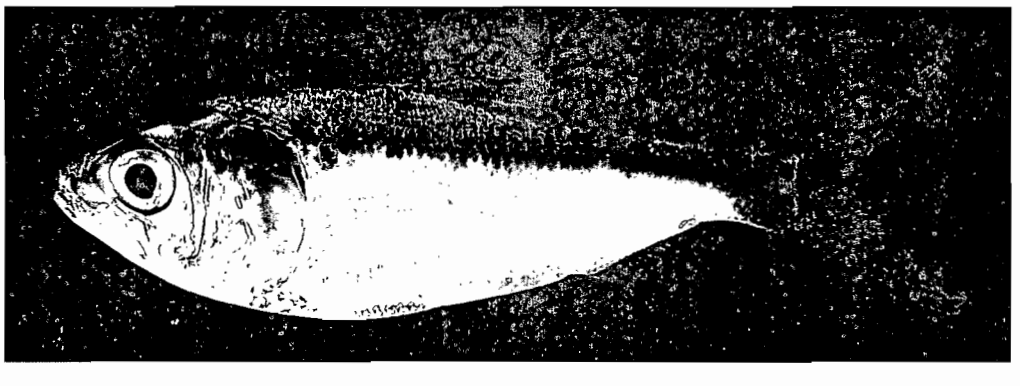


FIG. 2. — *Ethmalosa fimbriata*, a pelagic Clupeid, is the principle resource exploited in the Sine-Saloum estuary (photo by Guy Vidy).

Ethmalosa fimbriata : *Clupéidé pélagique et principale ressource exploitée au Siné-Saloum.*

This, notably, has affected the ecosystem and the catches of the fisheries (DIOUF *et al.*, 1998; BOUSSO, 1996; DIOUF, 1996). *Ethmalosa fimbriata* (fig. 2) now represents 80 per cent of the actual catch in 2000 (DEME *et al.*, 2000; 2001). Post-colonial fishing practices contributed significantly to the decline of catches both in numbers and diversity due to overexploitation, mostly by immigrating fishers (DIOUF *et al.*, 1998).

The aim of this contribution is to construct a preliminary food web model for the Sine-Saloum ecosystem, to describe its complex trophic structure and dynamics, and how their variations can affect the fisheries.

MATERIALS & METHODS

ECOPATH with Ecosim (EwE), described by CHRISTENSEN *et al.* (2000), and several contributors in this volume, was used to identify the trophic relationships and community structure in the Sine-Saloum estuary. Groups were mainly based on data by ALBARET and DIOUF (1994).

Existing data from field samples and various publications (UNESCO, 1982; 1985; BOUSSO, 1991; ALBARET & DIOUF, 1994; Bousso, 1994; DIOUF, 1996; DIOUF *et al.*, 1999; DEME *et al.*, 2001) on this ecosystem were utilised in order to build the model. A total of 38 groups were created (table I), based on species abundance and the structure of the trophic system (ALBARET & DIOUF, 1994; BOUSSO, 1996; DIOUF, 1996). Quantitative diet composition were not available, and thus qualitative information was used taken mainly from DIOUF (1996), Fishbase (FROESE & PAULY, 2000) and colleagues' personal communications. This preliminary Ecopath model was designed to investigate possible consequences to ecosystem health of further changes in fishing patterns and intensities.

The database used here, as well as the sources of any inputs, is available upon request from the first author (see also www.ecopath.org).

RESULTS & DISCUSSION

THE system's primary production/respiration ratio of 1.084 indicates that it is rich in organic materials from demineralisation and other active microbial processes (DIOUF, 1996).

The estimated biomass for each group (table I) seem to be reasonable but it should be emphasised that further studies are needed to improve the model. Estimated total annual biomass of fish groups considered is 37.7 $t.km^{-2}$ (table I).

The low system omnivory index of 0.146, with a connectance index of 0.184, is due to feeding specialisation by various fish groups. The fish assemblages are dominated by groups preying mainly on zooplankton, especially during the juvenile stages. Generally, estuarine food webs are driven by phytoplankton or detrital production (BLABER, 2000). For Sine-Saloum, the latter seems to be the case, due to the low primary production. The low primary productivity can be attributed to water turbidity, inefficient nutrient cycling and environmental degradation leading to reduced dissolved oxygen concentrations in the estuary (UNESCO, 1985; BLABER, 2000).

The trophic chain is short and flows mainly from detritus to higher trophic levels. The relatively high transfer efficiency (16 per cent) associated with these flows can be attributed to the low abundance of phytoplankton and of organisms grazing it.

The transfer efficiencies increase at higher trophic levels, which is related to the higher quality of the food being transferred.

TABLE I

Basic input and estimated parameters of the Ecopath model for Sine-Saloum. TL is the trophic level. Habitat area for each group is the fraction of the total area where biomass of species are concentrated. Biomass A pertains to biomass in this habitat area and B to biomass in total area. P/B is the production/biomass ratio, Q/B the consumption/biomass ratio Basic estimates calculated by the model are indicated in italics

Structure trophique du delta du Sine-Saloum telle qu'analysée par Ecopath : TL est le niveau trophique ; « Habitat area » désigne la fraction de la surface totale où le groupe considéré est concentré, la biomasse A est celle pour cet habitat et B celle comme une moyenne pour tout l'écosystème. P/B est le rapport Production/Biomasse, et Q/B est le rapport consommation/biomasse. Seules les valeurs en italiques ont été calculées par le logiciel

	GROUP NAME	TL	HABITAT AREA	BIOMASS A ($T.KM^{-2}$)	BIOMASS B ($T.KM^{-2}$)	P/B (Y^{-1})	Q/B (Y^{-1})	EE	GE
1	*Scomberomorus tritor*	*3.4*	0.50	*0.009*	*0.004*	2.520	12.60	0.950	*0.200*
2	*Elops* spp.	*3.3*	0.50	*0.021*	*0.010*	1.990	9.95	0.950	*0.200*
3	*Sphyraena* spp.	*3.3*	0.25	8.688	2.172	1.700	8.50	*0.176*	*0.200*
4	*Arius* spp.	*3.2*	0.50	2.544	1.272	2.655	17.70	*0.312*	*0.150*
5	*Polydactylus quadrifilis*	*3.5*	1.00	1.272	1.272	1.540	7.70	*0.079*	*0.200*
6	*Pseudotolithus elongatus*	*3.3*	1.00	1.800	1.800	1.680	8.40	*0.026*	*0.200*
7	Other *Sciaenidae*	*3.3*	1.00	*0.089*	*0.089*	1.650	8.25	0.950	*0.200*
8	*Psettodes/Citharichthys*	*3.3*	0.50	*0.166*	*0.0166*	1.980	11.00	0.950	*0.329*
9	*Galeoides decadactylus*	*3.2*	0.50	*2.150*	*2.150*	1.515	10.10	0.950	*0.150*
10	*Dasyatis* spp.	*3.1*	0.50	*0.075*	*0.037*	1.650	8.25	0.950	*0.100*
11	*Brachydeuterus auritus*	*2.7*	0.50	*0.019*	*0.010*	2.870	28.70	0.950	*0.150*
12	*Plectorhinchus/Pomadasys*	*3.2*	0.75	*1.558*	*1.168*	1.270	8.47	0.950	*0.150*
13	*Ilisha africana*	*2.9*	0.50	*2.444*	*1.222*	2.445	16.30	0.950	*0.150*
14	*Cynoglossus* spp.	*3.1*	0.50	*9.224*	*4.612*	1.200	8.00	0.950	*0.180*
15	*Chloroscombrus/Hemicaranx*	*3.3*	0.25	0.066	0.016	3.312	17.40	*0.935*	*0.150*
16	*Carangidae* (bentho-pelagic)	*3.3*	0.50	*0.718*	*0.359*	1.335	8.90	0.950	*0.150*
17	*Gerreidae*	*2.9*	0.50	*0.128*	*0.064*	3.075	20.50	0.950	*0.180*
18	Other *Carangidae*	*3.2*	0.50	0.224	0.112	2.407	13.37	*0.440*	*0.150*
19	*Ephippidae*	*3.0*	0.75	*0.013*	*0.010*	2.130	14.20	0.950	*0.150*
20	*Ethmalosa fimbriata*	*2.7*	0.75	23.543	17.657	2.685	17.90	*0.543*	*0.100*
21	*Sardinella maderensis*	*2.8*	0.50	0.203	0.102	3.390	33.90	0.950	*0.050*
22	*Mugilidae*	*2.4*	0.50	2.750	1.375	1.386	27.72	*0.692*	*0.051*
23	*Sarotheradon melanotheron*	*2.3*	0.60	2.100	1.260	1.275	25.20	*0.856*	*0.050*
24	*Tilapia guineensis*	*2.3*	0.50	1.800	0.900	1.030	20.60	*0.613*	*0.250*
25	Pelagic Shrimps	*2.3*	0.75	*4.674*	*3.505*	4.500	18.00	0.950	*0.250*
26	Littoral shrimps	*2.3*	0.25	*26.853*	*6.713*	4.500	18.00	0.950	*0.312*
27	Pelagic crabs	*2.7*	0.75	*7.409*	*5.557*	2.500	8.00	0.950	*0.312*
28	Littoral crabs	*2.1*	0.25	*3.576*	*0.894*	2.500	8.00	0.950	*0.312*
29	Cephalopods	*3.0*	0.50	*29.892*	*14.946*	2.500	8.00	0.950	*0.333*
30	Bivalves and Gastropods	*2.0*	0.50	*21.320*	*10.600*	3.000	9.00	0.950	*0.320*
31	Annelids and Polychaets	*2.0*	0.25	*26.530*	*6.633*	8.000	25.00	0.950	*0.314*
32	Zoobenthos	*2.1*	0.25	*32.853*	*8.213*	22.000	70.00	0.950	*0.333*
33	Pelagic zooplankton	*2.1*	0.50	*7.221*	*3.611*	50.000	150.00	0.950	*0.333*
34	Littoral zooplankton	*2.1*	0.50	*4.104*	*2.052*	50.000	150.00	0.950	*0.333*
35	Benthic algae	*1.0*	0.25	*50.000*	*12.500*	36.798	-	0.950	-
36	Pelagic phytoplankton	*1.0*	0.50	*6.810*	*3.405*	200.000	-	0.950	-
37	Littoral phytoplankton	*1.0*	0.50	*1.968*	*0.984*	365.000	-	0.950	-
38	Detritus	*1.0*	1.000	1.000	-	-	-	*0.863*	-

TABLE II

Estimated catch (t.km^{-2}) per group for each gear. Total annual catch estimated was 32.34 (t.km^{-2}), operating at a trophic level of 2.63

Captures annuelles (t.km^{-2}) estimées par groupe pour chaque engin. Le total est estimé à 32,34 t.km^{-2}. Le niveau trophique moyen des captures est de 2.63

	GROUP \ CATCH	DUGOUT	BEACH SEINE	ENCIRCLING GILLNETS	CAST NETS	FIXED GILL NETS	DERIVED GILL NETS	TRAWL LINES	SHRIMP NETS	TRAPS	OTHER GEARS	TOTAL CATCH
1	*Scomberomorous tritor*			0.005			0.005					0.01
2	*Elops* spp.										0.010	0.01
3	*Sphyraena* spp.		0.200	0.100		0.070	0.260					0.63
4	*Arius* spp.	0.110	0.120	0.010		0.140	0.140	0.040				0.56
5	*Polydactylus quadrifilis*		0.060	0.015		0.010	0.050		0.005			0.14
6	*Pseudotolithus elongatus*		0.010			0.010	0.050					0.07
7	Other *Sciaenidae* spp.		0.030			0.025	0.070		0.005			0.13
8	*Psettodes/Citharichthys*										0.010	0.01
9	*Galeoides decadactylus*					0.009			0.001			0.01
10	*Dasyatis* spp.										0.010	0.01
11	*Brachydeuterus auritus*										0.010	0.01
12	*Plectorhinchus/Pomadasys*				0.005	0.003			0.002			0.01
13	*Ilisha africana*								0.010			0.01
14	*Cynoglossus* spp.		0,005			0.003			0.001	0.001		0.01
15	*Chloroscombrus/Hemicaranx* spp.			0.020								0.02
16	*Carangidae (bentho-pelagic)*			0.010			0.060					0.07
17	*Gerreidae* spp.		0.010									0.01
18	Other *Carangidae* spp.		0.015	0.005								0.02
19	*Ephippidae* spp.		0.010									0.01
20	*Ethmalosa fimbriata*		0.560	22.250	0.015	0.300	0.050		0.005	0.010		23.19
21	*Sardinella maderensis*		0.006	0.002	0.002							0.01
22	*Mugilidae* spp.		0.375	0.010	0.150		0.040		0.005	0.010		0.59
23	*Sarotheradon melanotheron*		0.180		0.030	0.030	0.010			0.090		0.34
24	*Tilapia guineensis*		0,070		0.020	0.030	0.005		0.005	0.010		0.14
25	Pelagic Shrimps								1.050			1.05
26	Littoral shrimps								0.350			0.35
27	Pelagic crabs										0.010	0.01
28	Littoral crabs									0.100		0.10
29	Cephalopods										0.010	0.01
30	Bivalves and Gastropods									4.800		4.80
31	TOTAL CATCH	0.110	1.651	22.427	0.222	0.630	0.740	0.040	1.439	5.021	0.060	32.340
32	TROPHIC LEVEL	3.18	2.74	2.75	2.40	2.92	3.20	3.18	2.28	2.01	3.02	2.63

Various fishing gears, though mostly non-specific, are used to exploit faunal resources in the estuary, *Sphyraena* spp., *Arius* spp., *Ethmalosa fimbriata*, *Sardinella maderensis*, *Sarotherodon melanotheron*, shrimps and crabs (table II). As a whole, the fishery is operating at a trophic level of about 2.63. Total annual catch is 32.34 t.km^{-2} (17,560 t) which is slightly higher than what has been observed (15,370 t) by DEME *et al.* (2001). This may be due to unreported captures of less economically important animals or discards of non-marketable species not included in annual catches, as well as unrecorded export of substantial amounts to neighbouring countries such as Gambia.

TABLE III

Evolution of biomass of affected groups when fishing effort is increased by a factor of two, all gears combined

Évolution de la biomasse des groupes dont l'abondance est affectée par un doublement généralisé (sur 10 ans) de l'activité de pêche, tous engins confondus

GROUP NAME	Biomass (Start)	Biomass (End)	Biomass (S/E)	Catch (Start)	Catch (End)	Catch (S/E)	Value (Start)	Value (End)	Value (S/E)
Scomberomorous tritor	0.004	0.000	0.00	0.011	0.000	0.00	0.006	0.000	0.00
Elops spp.	0.010	0.002	0.22	0.011	0.004	0.36	0.002	0.001	0.36
Sphyraena spp.	2.150	1.683	0.78	0.714	0.916	1.28	0.750	0.961	1.28
Arius spp.	1.256	1.131	0.90	0.633	0.934	1.47	0.253	0.373	1.47
Polydactylus quadrifilis	1.268	1.341	1.06	0.160	0.277	1.73	0.271	0.470	1.73
Pseudotolithus elongatus	1.797	1.681	0.94	0.080	0.123	1.53	0.015	0.023	1.53
Other *Sciaenidae*	0.085	0.001	0.01	0.142	0.002	0.02	0.027	0.000	0.02
Psettodes/Citarichthys	0.083	0.102	1.23	0.011	0.023	2.01	0.002	0.004	2.01
Galeoides decadactylus	1.076	1.584	1.47	0.011	0.028	2.41	0.002	0.005	2.41
Dasyatis spp.	0.037	0.022	0.60	0.011	0.011	0.99	0.002	0.002	0.99
Brachydeuterus auritus	0.009	0.021	2.22	0.011	0.041	3.63	0.002	0.008	3.63
Plectorhinchus/Pomadasys	1.167	1.010	0.87	0.011	0.016	1.42	0.002	0.003	1.42
Ilisha africana	1.222	1.356	1.11	0.011	0.021	1.82	0.002	0.004	1.82
Cynoglossus spp.	4.614	4.973	1.08	0.011	0.020	1.76	0.002	0.004	1.76
Chloroscombrus/Hemicaranx	0.016	0.012	0.73	0.022	0.026	1.19	0.004	0.005	1.19
Carangidae (bentho-pelagic)	0.357	0.531	1.49	0.080	0.194	2.24	0.015	0.037	2.44
Gerreidae	0.064	0.067	1.05	0.011	0.020	1.72	0.002	0.004	1.72
Other *Carangidae*	0.112	0.148	1.33	0.023	0.050	2.17	2.068	0.009	2.17
Ephippidae	0.010	0.011	1.12	0.011	0.020	1.84	0.002	0.004	1.84
Ethmalosa fimbriata	17.021	10.685	0.63	25.580	26.314	1.03	2.068	2.127	1.03
Sardinella maderensis	0.102	0.150	1.48	0.011	0.028	2.42	0.002	0.005	2.42
Mugilidae	1.356	0.740	0.55	0.666	0.595	0.89	0.173	0.155	0.89
Sarotherodon melanotheron	1.249	1.062	0.85	0.386	0.537	1.39	0.145	0.202	1.39
Tilapia guineensis	0.896	0.809	0.90	0.160	0.236	1.48	0.060	0.089	1.48
Pelagic shrimps	3.481	3.511	1.01	1.194	1.972	1.65	1.492	2.465	1.65
Littoral shrimps	6.710	6.984	1.04	0.401	0.683	1.70	0.501	0.854	1.70
Pelagic crabs	5.593	11.210	2.00	0.012	0.038	3.28	0.002	0.007	3.28
Littoral crabs	0.892	0.909	1.02	0.114	0.191	1.67	0.022	0.036	1.67
Cephalopods	15.047	23.919	1.59	0.012	0.030	2.60	0.002	0.006	2.60
Bivalves and Gastropods	10.528	8.532	0.81	5.427	7.205	1.33	1.031	1.369	1.33

In most simulation runs with Ecosim, increased fishing pressure using cast nets cause a marked decline of the *Mugilidae*. Increasing fishing activity using any gill or shrimp nets showed negative effects to the biomass of *Sciaenidae* except for *P. elongatus* (table III). Increasing fishing pressure by a factor of 2 led to a dramatic decrease in the biomass of *Pseudotolithus* spp., *Elops* spp. and *S. tritor*. Other groups such as *Sphyraena* spp., *Arius* spp., *Dasyatis* spp., *Chloroscombrus* and *Hemicaranx* spp. *E. fimbriata*, as well as the bivalve and gastropod group showed progressive decrease in their biomass. The biomasses of *Brachydeuterus auritus*, *Galeoides decadactylus*, *Sardinella maderensis*, *Psettodes* and *Citharychthys* spp., *Ilisha africana* as well as the cephalopods increased due

to decrease of predation pressure and inter-specific competition among these groups.

Fish groups specialised in consuming molluscs, shrimp and other invertebrates showed negative responses in biomass only when the effort of gears capturing their preferred preys was increased.

Various scenarios were simulated using the fishing policy routine of Ecosim. Criteria considered were based on requirements outlined by DIOUF *et al.* (1998) regarding sustainable management strategies in agreement with the current fisheries legislation. The policy search routine, when set to favour ecosystem structure and net economic value suggested that fishing with gill nets heavily exploiting clupeid species, as well as targeting of shrimps and molluscs would lead to the best compromise.

CONCLUSION

THE trophic structure in the Sine-Saloum estuary is changing mainly from decline of fish stocks due to intensification of fishing activity and environmental degradation. Depletion of some groups due to increased catch and predation rates may allow consequential increase of biomass among other groups but will eventually lead to threats to ecosystem stability and resources sustainability.

Future management policies should consider resource conservation as such system serve as nursery grounds for many commercially exploited resources.

It should be noted that this is only a preliminary study, and that further investigations will be conducted in the near future. However comments will be greatly appreciated.

ACKNOWLEDGEMENTS

THE authors wish to thank Jean-Jacques ALBARET, Jean-Marc ECOUTIN and Guy VIDY (all with IRD, Dakar, Senegal), especially for scientific comments and suggestions and the rest of the staff involved in the project Rap (Réponses adaptives des poissons), spearheaded by Raymond LAË. We also thank Moustapha DEME (Researcher-CRODT), Omar SARR and Papa Samba DIOUF (Head-WWF, Senegal) for supplementary information.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

ALBARET (J. J.) & P. S. DIOUF, 1994. — « Diversité des poissons des lagunes et des estuaires Ouest-Africains », *in* TEUGELS *et al.* (éd., 1994): pp. 165-177.

BLABER (S.), 2000. — *Tropical Estuarine Fishes : Ecology, Exploitation and Conservation*, London, Blackwell Science, 372 p.

BOUSSO (T.), 1991. — *Exploitation des Stocks dans « L'estuaire » et les Bolongs du Sine-Saloum : Evolution depuis 20 ans*, document scientifique, C.R.O.D.T.-Isra, Sénégal, 29 p.

BOUSSO (T.), 1994. — *Ressource halieutique et système d'exploitation dans l'estuaire du Sine-Saloum (Sénégal)*, rapport scientifique chercheur associé, Isra-C.R.O.D.T., Sénégal, 24 p.

BOUSSO (T.), 1996. — *La pêche artisanale dans l'estuaire du Sine-Saloum (Sénégal) : Approches typologiques des systèmes d'exploitation*, th. doct., univers. Montpellier-II (France), 293 p.

CHRISTENSEN (V.), C. J. WALTERS & D. PAULY,. 2000. — *Ecopath with Ecosim: A User's Guide*, Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, Canada and ICLARM, Penang Malaysia, 130 p. (see also: www.ecopath.org)

DEME (M.), H. M. DIADHIOU & D. THIAM, 2001. — Effort de pêche, captures spécifiques et valeurs économiques des débarquements de la pêche continentale dans le fleuve Sénégal et au Sine Saloum, rapport scientifique, Isra-C.R.O.D.T.-U.I.C.N. (Union mondiale pour la conservation de la nature), Sénégal, 42 p.

DEME (M.), H. M. DIADHIOU & D. THIAM, 2000. — *Recensement des unités de pêche dans les zones géographiques du fleuve Sénégal et du complexe deltaïque du Sine Saloum en 1999*, rapport scientifique, Isra-C.R.O.D.T.-U.I.C.N., Sénégal, 131 p.

DIOUF (P. S.), 1996. — *Les peuplements de poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest : l'exemple de l'estuaire hyperhalin du Sine Saloum*, th. doct., univers. Montpellier, 267 p.

DIOUF (P. S.), D. THIAM, C. SENE, A. DIA, M. LY, N. NDIAYE, F. NGOM, K. SANE & M. FAYE, 1999. — *Combining Traditional and Modern Practices in Fisheries: Sine Saloum, Senegal. Contribution During the Wise Coastal Practices for Sustainable Human Development Forum*, July 1999. (available online at: http://www.csiwisepractices.org).

DIOUF (P. S.), M. D. BARRY & S. COLY, 1998. — *La réserve de la biosphère du delta du Sa-*

loum : L'environnement aquatique, Les ressources halieutiques et leur exploitation, Union mondiale pour la conservation de la nature (U.I.C.N.), 107 p.

FROESE (R.) & D. PAULY (ed.), 2000. — *Fishbase 2000: Concepts, Design and Data Sources*, Los Banos, Philippines, ICLARM, 344 p.

TEUGELS *et al.* (ed.), 1994. — "Biological Diversity in African Fresh- and Brackish, Water Fishes", *Ann. Mus. R. Afr. Centr., Zool.*, 275.

UNESCO, 1982. — *Atelier d'étude des mangroves et de l'estuaire du Saloum, Sénégal*, rapport final. Unesco, Sénégal, 175 p.

UNESCO, 1985. — L'estuaire et la mangrove du Sine Saloum : Résultats d'un Atelier régional Unesco-Comar tenu à Dakar, Sénégal, Unesco, Sénégal, 139 p.

Cinquante ans d'évolution des captures & biomasses dans l'Atlantique Centre-Est : Analyse par les spectres trophiques de captures & de biomasses

— Note —

Observed Changes in the Central-Eastern Atlantic over the Last 50 Years: An Analysis Using Catch & Biomass Trophic Spectra

— Note —

Didier GASCUEL [1]

1. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar)
Département halieutique, Unité propre de recherche Méthodes d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh),
[*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*]
65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

RÉSUMÉ

ON PROPOSE ici une démarche d'analyse de l'évolution d'un écosystème exploité, fondée sur l'étude des spectres trophiques de captures (S.T.C.) et de biomasses (S.T.B.). Ces spectres sont estimés en valeurs moyennes décennales, pour l'ensemble de l'Atlantique Centre-Est. Dans les années cinquante, cette zone est dans une situation proche de l'état vierge. Depuis, le développement de l'exploitation aurait conduit à une diminution par deux de la biomasse accessible. Entre les années soixante et quatre-vingt-dix, la baisse des biomasses semble être freinée par l'exploitation de ressources nouvelles et par une capacité de réaction de l'écosystème, liée à des effets de contrôle *top-down* dans les transferts trophiques.

Mots clés

Abondances — Captures — Évolution — Spectres trophiques
Approche écosystèmique

ABSTRACT

WE PROPOSE here an approach to analyse changes in aquatic ecosystems, based on catch trophic spectra (TS) and biomass trophic sprectra (BTS). Mean spectra are estimated by decade for the entire Eastern Central Atlantic. During the 1950s, this area was largely unexploited. Since, however, the development of fisheries has induced a two-fold decrease of fishable biomass. From the 1960s to the 1990s, the biomass decrease appears to have slowed down, partly due to exploitation of previously neglected species, and to an ecosystem response to the reduction of top-down control of the underlying food webs.

Key words

Abundances — Catches — Changes — Trophic spectra
Ecosystem approach

INTRODUCTION

LE MODÈLE écosystèmique de transferts trophiques (GASCUEL, 2001) constitue une voie d'approche synthétique pour analyser l'impact de la pêche à l'échelon global d'un écosystème (GARCIA, 2004).

Ce modèle est fondé sur une analogie avec un modèle monospécifique usuel, structuré par âge ; dans ce dernier, on étudie *in fine* la structure démographique d'une population et les transferts de biomasse d'un groupe d'âge au suivant ; le modèle écosystèmique est structuré non en âge mais par niveau trophique ; on analyse dans ce cas la répartition de la biomasse totale de l'écosystème entre les différents niveaux trophiques — c'est la notion de spectre trophique — et les transferts de biomasses d'un niveau trophique au niveau supérieur. Cette note s'inscrit dans la même démarche ; elle résume une première application des spectres trophiques à des données réelles. La zone de l'Atlantique Centre-Est, qui couvre les captures réalisées au large de l'Afrique de l'Ouest, est ici considérée comme cas d'application. Dans un premier temps, l'évolution des captures dans cette zone est analysée en construisant des spectres trophiques de captures ; on en déduit ensuite des spectres trophiques de la biomasse accessible ; ceux-ci permettent d'estimer la biomasse accessible totale, ainsi qu'un indice de pression de pêche à l'échelon de l'écosystème, et d'en retracer l'évolution depuis cinquante ans.

SPECTRES TROPHIQUES DE CAPTURES (S.T.C.)

LA ZONE de l'Atlantique Centre-Est couvre l'Afrique de l'Ouest, du Maroc au Congo (zone F.A.O. 34).

Les captures annuelles moyennes par niveau trophique sont estimées pour l'ensemble de cette zone, à partir des statistiques de la F.A.O. de 1950 à 1999 et des données de FishBase (FROESE & PAULY, 2000). Afin de rendre compte de la variabilité des niveaux trophiques de chaque espèce, la courbe des captures par niveau trophique est lissée (de manière assez empirique, un triple lissage sur trois points est ici adopté en partant des captures brutes par niveau trophique fractionnaire, avec un pas de 0.1 ; on montre aisément que le type de lissage retenu est sans grande conséquence sur la suite des résultats). Des courbes moyennes par décennie sont ensuite calculées (fig. 1).

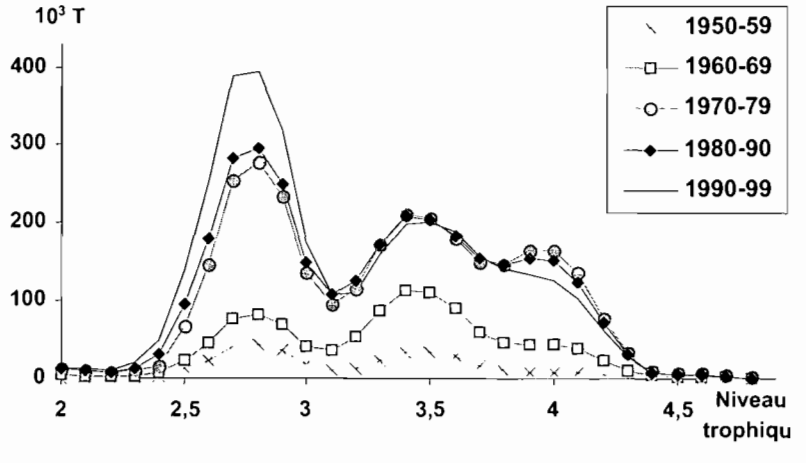


FIG. 1. — *Spectres trophiques des captures (S.T.C.) dans l'Atlantique Centre-Est : valeurs moyennes par décennie en milliers de tonnes.*

Catch trophic spectra for the Eastern Central Atlantic: mean values per decade in $t \cdot 10^3$.

Les spectres trophiques de captures (S.T.C.) ainsi obtenus permettent d'analyser de manière synthétique l'évolution de l'exploitation en Afrique de l'Ouest. À l'échelon de l'ensemble de la zone, les années cinquante correspondent quasiment à une situation vierge ; la capture totale n'excède pas quelques centaines de milliers de tonnes. La pêche se développe principalement dans les années soixante et les années soixante-dix ; elle concerne tous les niveaux trophiques, notamment les petits pélagiques (niveaux 2.6 à 3.0), les démersaux (autour de 3.4), et les thonidés (4.0 et plus). Depuis les années soixante-dix, la production dépasse 3,5 millions de tonnes, mais la croissance est ralentie et ne concerne plus que les bas niveaux trophiques, qui sont aujourd'hui majoritaires.

SPECTRES TROPHIQUES DE BIOMASSES (S.T.B.)

DANS un modèle de dynamique de population monospécifique, on déduit de la courbe des captures (exprimée en fonction de l'age ou de la taille) des coefficients de mortalité totale Z. Par analogie, on déduit ici du spectre trophique des coefficients de perte apparente de biomasse, entre niveaux trophiques. Ce coefficient est négatif dans les niveaux trophiques les plus faibles ; il traduit ainsi le transfert de biomasse depuis des organismes non exploitables vers de la biomasse accessible à la pêche. À l'inverse, le coefficient de perte est positif entre les niveaux trophiques supérieurs ; il traduit alors la diminution de biomasse du bas vers le haut de la pyramide trophique, liée aux dépenses énergétiques intervenant lors des transferts trophiques. Connaissant ces coefficients, et en partant par convention d'un indice de biomasse égal à un pour le niveau trophique 2 (producteurs secondaires), on en déduit la biomasse de chaque niveau trophique, en valeur relative (fig. 2) [1].

1. — Comme pour une analyse classique de la courbe des captures, ces estimations sont conduites sous une hypothèse d'équilibre (ici production secondaire et effort de pêche constants). Bien qu'on travaille sur des valeurs décennales moyennes, cette hypothèse n'est clairement pas respectée dans le cas présent. L'accroissement de l'effort de pêche peut notamment conduire à surestimer les biomasses des hauts niveaux trophiques. Les résultats doivent donc être analysés essentiellement en valeurs relatives, d'une décennie à la suivante, plus qu'en comparaison entre différents niveaux trophiques.

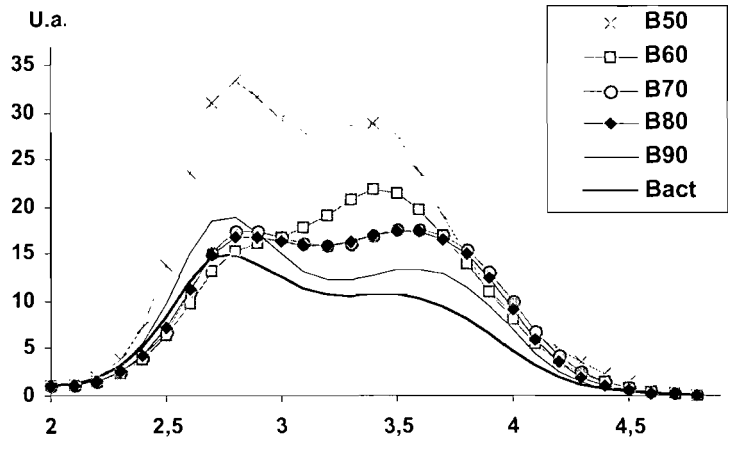


FIG. 2. — *Spectres trophiques de biomasses (S.T.B.) dans l'Atlantique Centre-Est : valeurs relatives moyennes par décennie (la valeur B90 correspond ici aux années 1990-1994, la valeur Bact aux années 1995-1999).*

Biomass trophic spectra for the Eastern Central Atlantic: mean values per decade in thousands of tons. (B90 corresponds to 1990-1994, Bact to 1995-1999).

Les spectres trophiques de biomasses (S.T.B.) sont un élément de diagnostic de l'état de l'écosystème considéré.

Les plus fortes biomasses accessibles à la pêche sont ainsi observées dans les années cinquante. Au cours des décennies qui suivent, ces biomasses diminuent pour la plupart des niveaux trophiques, par suite de l'impact de la pêche. Cette diminution de la biomasse accessible sous-estime néanmoins la diminution de la biomasse réelle ; en effet, le développement des pêcheries se traduit de toute évidence par l'exploitation de nouvelles ressources (expansion des pêcheries en profondeur ou vers le large, progrès technologique, commercialisation d'espèces nouvelles...). En particulier, on note une relative stabilité des biomasses des hauts niveaux trophiques (autour de 4.0). Ceci traduit un phénomène de compensation entre diminution des biomasses réelles et mise en exploitation de biomasses nouvelles, en liaison notamment avec l'expansion des pêcheries thonières vers le large.

Des années soixante aux années quatre-vingt, et jusqu'au début des années quatre-vingt-dix, on observe par ailleurs que la biomasse des niveaux trophiques 3.5 régresse fortement, tandis que celle des niveaux 2.5 à 3.0 stagne, voire augmente. Cette évolution pourrait traduire un effet *top-down* de contrôle des transferts trophiques, induisant une capacité de compensation écosystémique (CURY *et al.*, 2000 ; WORM & MYERS, 2003). La baisse d'abondance de prédateurs induirait ainsi une hausse d'abondance de leurs proies, contribuant en cela à une relative stabilité des biomasses totales (FROESE *et al.*, 2001 ; JENNINGS *et al.*, 2001). Dans les années les plus récentes, cet effet de compensation ne semble plus jouer et on assiste à une nouvelle baisse de la biomasse accessible pour tous les niveaux trophiques.

BIOMASSE ACCESSIBLE TOTALE ET INDICE D'EFFORT DE PÊCHE

DES S.T.B., on déduit un indice de biomasse accessible totale et un indice d'effort de pêche (ratio capture sur biomasse). Entre les années cinquante et aujourd'hui, la capture est multipliée par neuf et l'indice de pression de pêche par vingt-deux (fig. 3) ; corrélativement, la biomasse accessible est divisée par plus de deux ; compte tenu de l'exploitation de nouvelles ressources, ces valeurs ne peuvent ici aussi que sous-estimer la baisse de biomasse totale et l'accroissement réel de la pression de pêche à l'échelon de l'écosystème.

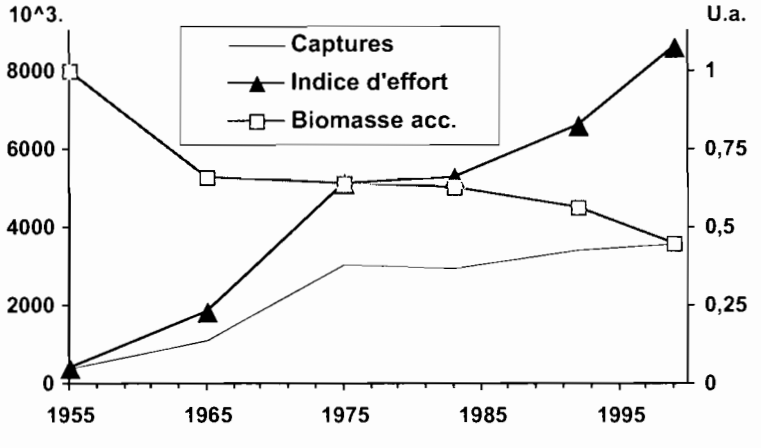


FIG. 3. — *Évolution des captures totales (milliers de tonnes), de la biomasse accessible (valeurs relatives), et de l'indice d'effort de pêche dans l'Atlantique Centre-Est.*
Total catch trends (relative values), and fishing effort in the Eastern Central Atlantic.

Dans les années récentes, la baisse de l'indice de biomasse s'accélère, ce qui semble traduire le fait qu'une limite a été atteinte, soit dans les capacités de compensation écosystémique évoquée ci-dessus, soit dans les possibilités d'expansion des pêcheries vers des ressources nouvelles.

CONCLUSION

LES résultats présentés ici doivent être considérés comme préliminaires et l'analyse devra être reprise, notamment à un échelon spatial plus pertinent. Ces résultats montrent principalement l'intérêt de la démarche de modélisation écosystémique des transferts trophiques ; plus particulièrement, les spectres trophiques de captures et de biomasses apparaissent comme des indicateurs utiles pour l'analyse de la dynamique des écosystèmes.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement* [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. des rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n° 15 Vol. 1).

CURY (P.), A. BAKUN, J. M. CRAWFORD, A. JARRE, R. A. QUINONES, L. J. SHANNON & H. M. VERHEYE, 2000. — « Small Pelagics in Upwelling Systems: Patterns of Interaction and Structural Changes in "Wasp-Waist" Ecosystems », *Ices Journal of Marine Science*, 57: pp. 603-618.

FROESE (R.) & D. PAULY, 2000. — *Fishbase 2000, Concepts, Design and Data Sources*, Iclarm, Los Baños, Philippines, 344 p.

FROESE (R.), U. PIATKOWSKI, S. GARTHE & D. PAULY, 2001. — « A Preliminary Comparison of the Trophic Structure of Some Large Marine Ecosystems », Ices conference, theme session on Use and Information Content of Ecosystem Metrics and Reference Points CM 2001/T: 07.

GARCIA (S. M.), 2004. — « A Review of the Ecosystem Approach to Fisheries », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004): pp. 507-522.

GASCUEL (D.), 2001. — « Un modèle écosystèmique structuré par niveau trophique : approche théorique de l'impact de la pêche sur la biomasse, la production halieutique et la dynamique des écosystèmes marins exploités », actes du Ve forum halieumétrique, *Halieutique : complexité et décision*, juin 2001, Lorient : pp. 87-110.

JENNINGS (S.), J. K. PINNEGAR, V. C. N. POLUNIN, & W. T. BOON, 2001. — « Weak Cross-Species Relationships Between Body Size and Trophic Level Belie Powerful Size-Based Trophic Structuring in Fish Communities », *Journal of Animal Ecology*, 70: pp. 934-944.

WORM (B.) & R. A. MYERS, 2003. — « Meta-Analysis of Cod-Shrimp Interaction Reveals Top-Down Control in Oceanic Food Webs », *Ecology*, 84 (1): pp. 162-173.

Détection de l'impact de la pêche sur les communautés démersales d'Afrique de l'Ouest par l'analyse multivariée sous contraintes

— Note —

Detection of Fishing Impact on Northwest African Demersal Communities Using Constrained Ordination

— Note —

Didier JOUFFRE [1], Gilles DOMALAIN [2], Sory TRAORÉ [3], Djiby THIAM [4], François DOMAIN [5] & Cheikh Abdallahi INEJIH [6]

1. — Biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

2. — Ingénieur bio-statisticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)–
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development–Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet , B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

3. — Biologiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B)
[*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

4. — Biologiste halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye
Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra)
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*]
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

5. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.)
[*Research Institute for Development–National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*]
B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).

6. — Biologiste, directeur du département des ressources vivantes
Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.
Centre national de recherche océanographique et des pêches)
[*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

RÉSUMÉ

CE TRAVAIL propose une modélisation de l'impact de la pêche sur les communautés démersales d'Afrique de l'Ouest par l'analyse canonique des correspondances. Malgré une structuration temporelle relativement faible des données et la prise en compte d'un effet pêche estimé de manière très grossière, on aboutit à des résultats cohérents et interprétables. Ainsi, il est possible de détecter un impact et d'identifier les espèces les plus concernées. La méthode semble donc prometteuse par rapport à l'objectif assigné. L'approche mériterait d'être poursuivie avec un modèle intégrant une variable pêche plus élaborée et, en particulier, spatialisée. Elle pourrait aussi être étendue à d'autres pays de la région ouest-africaine.

Mots clés

Poissons — Communautés — Afrique de l'Ouest — Modélisation
Impact de la pêche

ABSTRACT

A MODELLING of the impact of fishing on the demersal communities of West Africa is proposed using Canonical Correspondences Analysis technique. In spite of weak temporal structuring of the dataset and broad definition of the expressing fishing pressure, the model shows coherent results: It was possible to detect fisheries impact and to identify the most impacted species. This approach should thus be continued with a model integrating a better-defined variable for fishing pressure, including a spatial component. This approach could also be extended to other countries of the same West African region.

Key words

Marine Fishes — Communities — West Africa
Space-Time Structures — Fishing Impact

INTRODUCTION

DANS la problématique générale de l'aménagement des pêcheries, la prise en compte de la dimension écologique apparaît plus que jamais nécessaire. Les recherches halieutiques actuelles se réfèrent ainsi, de plus en plus, au cadre d'approche dit « écosystémique » (UNIVERSITY OF ALASKA SEA GRANT, 1999 ; ICES, 2000). La présente étude, en proposant un modèle qui intègre de manière explicite l'évolution multispécifique d'une ressource, s'inscrit dans ce contexte.

Plus précisément, l'objectif poursuivi ici est d'analyser la composition faunistique révélée lors des campagnes de chalutages scientifiques au moyen de méthodes factorielles sur variables instrumentales (SABATIER, 1985) dans le dessein de mettre en évidence, au sein de la variabilité totale observée sur les communautés démersales échantillonnées, la part imputable à un impact de la pêche sur ces communautés.

On présente ici un exemple d'application sur des données de campagnes de chalutages scientifiques réalisées au Sénégal de 1986 à 1995. À travers cet exemple, on cherche en particulier à évaluer les potentialités de la méthode par rapport à cette problématique et sur ce type de données. Dans cette application, le temps (ou plus précisément la chronologie des relevés exprimée selon un pas de temps annuel) est envisagé comme la variable instrumentale par rapport à laquelle on veut expliquer les changements observés sur la faune échantillonnée.

Dans la conception du modèle (et par la suite dans son interprétation), la variable instrumentale proposée est assimilée à un « effet pêche » trivial. Ce faisant, on admet l'hypothèse que sous l'effet de la pêche [1], les peuplements tendraient à s'éloigner de plus en plus de leur état initial « vierge » (ou état avant pêche). Sous cette hypothèse, la chronologie des relevés peut ainsi être utilisée, comme la traduction la plus simple, voire la plus grossière, de cet éloignement hypothétique des peuplements par rapport à leur état initial. Selon cette logique, la variable en question est assimilée, dans le modèle, à un « effet pêche » simplifié, et utilisée comme telle en l'absence d'une autre variable qui aurait permis une estimation plus précise du phénomène considéré. Il s'agit évidemment d'une approximation assez grossière mais considérée suffisante pour les besoins de la présente démonstration (ce point sera repris lors de la discussion).

1. — Et en particulier du maintien au Sénégal d'une pression de pêche importante sur toute la période considérée.

MATÉRIEL & MÉTHODES

Les données

LES données sont issues d'une série de campagnes d'échantillonnage scientifiques démersal réalisée au Sénégal et dont la liste est consignée dans le tableau 1 ; il s'agit de campagnes couvrant tout le plateau continental avec des stations (traits de chaluts) positionnées selon un plan aléatoire stratifié ; ces données sont aujourd'hui stockées dans la base nationale sénégalaise « TrawlBase » de Siap (logiciel First-Siap), à partir de laquelle nous avons extraits les informations utilisées ici. Nous avons utilisé les données de captures exprimées en biomasse (kg) par espèce ou taxon et par trait de chalut standardisé d'une demi-heure.

Le tableau 1 mentionne notamment le nom ou identifiant des campagnes tel qu'il figure dans la base nationale originelle et dans les travaux antérieurs qui s'y rattachent ainsi que dans la base TrawlBase où un descriptif plus complet de cet échantillonnage pourra être trouvé.

TABLEAU I

Liste des campagnes d'échantillonnage

List of the sampling surveys

N° CAMPAGNE	IDENTIFIANT ORIGINAL	DATE	NOMBRE DE STATIONS
1	LS1986-14	octobre 1986	105
2	LS1987-09	avril 1987	115
3	LS1987-17	octobre 1987	108
4	LS1988-06	mars 1988	107
5	LS1989-05	avril 1988	113
6	LS1989-12	novembre 1989	111
7	LS1990-02	mars 1990	111
8	LS1991-02	mars 1991	104
9	LS1992-03	avril 1992	110
10	LS1992-10	octobre 1992	112
11	LS1993-01	avril 1993	111
12	LS1994-03	mars 1994	109
13	LS1995-05	mai 1995	108
		TOTAL	1 424

La méthode

PRINCIPE DE LA MODÉLISATION

Le principe général de la modélisation par analyse factorielle sous contrainte est fondé sur la décomposition de l'inertie d'un tableau donné (multivariable à expliquer) entre ses parts explicable et non explicable par un autre tableau (contrainte[s] ou variable[s] explicative[s] ou encore variable[s] instrumentale[s]) ; chacune de ces parts fait ensuite l'objet d'une analyse fine de son inertie, soit la recherche de ses composantes principales. La richesse et l'originalité de ce type de méthodes découlent du fait qu'on peut analyser un tableau de départ (à expliquer) selon différents points de vue (explicatifs). Cette souplesse en fait un champ de modélisation bien adapté aux problématiques écologiques (TER BRAAK, 1986 ; CHESSEL *et al.*, 1987 ; CHESSEL & DOLEDEC, 1997 ; MARSHALL & ELLIOTT, 1998 ; PIET *et al.*, 1998),. La variable instrumentale peut en effet être issue de données échantillonnées ou être une variable hypothétique dont on veut tester l'effet, tel que c'est le cas ici.

La figure 1 permet de donner une représentation plus explicite du principe de ce type de modèle. Dans notre exemple, nous avons utilisé la version « analyse factorielle des correspondances » des analyses sous contrainte, méthode connue sous le nom d'analyse canonique des correspondances (*canonical correspondance analysis* ; TER BRAAK, 1986) ou A.F.C. sur variable instrumentales ou encore A.F.Cvi (CHESSEL & DOLEDEC, 1997).

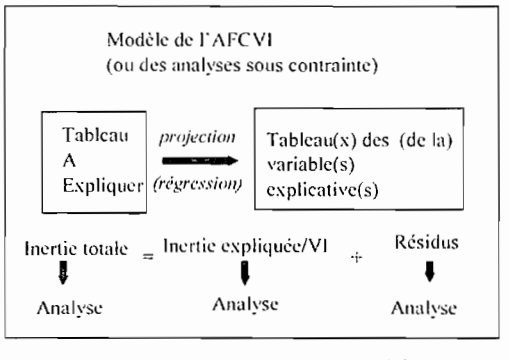


FIG. 1. — *Principe général de la modélisation.*
General principle of modelling approach.

Dans notre application, le tableau « à expliquer » (A) est celui des données faunistiques, soit un tableau croisant mille quatre cent vingt-quatre individus-lignes (les relevés ou traits de chaluts) avec cinquante variables-colonnes (pour des raisons de stabilité statistique des résultats, seuls les cin-

quante taxons les plus fréquents dans la série de campagnes analysée sont retenus ; ils représentent 86 p. cent de la biomasse totale). Le tableau dit « de variable instrumentale » (VI) est constitué d'une seule colonne (et 1 424 lignes) : c'est le vecteur chronologique (ou « effet pêche ») qui code chaque relevé selon son année de réalisation, de 1 (1986) à 10 (1995).

Au sein de la variabilité faunistique totale contenue dans le tableau A, le modèle sépare (et quantifie) la part expliquée de celle non expliquée par le facteur pêche (la part non expliquée = celle due à d'autres facteurs structurants + aléas) ; au sein de la part « expliquée », une analyse d'inertie complète est réalisée, comportant en particulier une décomposition de la part expliquée par chaque taxon ; ce modèle est comparé à celui de l'inertie du tableau de départ (tel qu'obtenu par A.F.C. classique [HILL, 1974] du tableau A).

MISE EN ŒUVRE

Après une transformation préalable des données en Log(x+1) l'analyse canonique des correspondances du tableau A a été mise en œuvre avec le logiciel ADE-4 (CHESSEL & DOLEDEC, 1997).

RÉSULTATS

L'ANALYSE préalable du tableau faunistique, par A.F.C. classique, montre clairement (fig. 2) que les effets temporels inter-annuels sont peu structurants (*Cf.*, dans le premier plan factoriel représentant 27 p. cent de l'inertie totale, la position quasi identique des neuf sous-nuages de relevés séparés selon la chronologie en année [fig. 2-a]). L'ordination correspondante des taxons (fig. 2-b) se fait avant tout sur des critères spatiaux, résultat détaillé et commenté par ailleurs (JOUFFRE *et al.*, 2004).

Ainsi, l'interprétation générale des trois pôles identifiables dans ce premier plan factoriel (fig. 2-a et 2-b) s'articule en grande partie autour d'un gradient bathymétrique avec :

— 1) en haut à gauche du plan, le pôle des stations les plus profondes associées aux espèces qui y ont été capturées ;
— 2) en haut à droite, le pôle opposé des stations moins profondes avec ses espèces associées ;
— 3) en bas et au centre, les stations de profondeurs moyennes avec les espèces qui sont soit ubiquistes soit inféodées à ce type de profondeurs intermédiaires.

Le tableau II montre la décomposition générale de l'inertie du tableau de faune telle qu'obtenue par l'analyse canonique des correspondances.

D'abord, on remarque que la décomposition globale de l'inertie est défavorable à une bonne explication par le « facteur-pêche » testé puisque l'inertie expliquée par cette variable instrumentale est seulement de 0,74 p. cent. Néanmoins, l'analyse des différentes composantes de cette part expliquée de l'inertie totale révèle une structure organisée et interprétable.

En effet, les plus fortes contributions spécifiques à cette explication se retrouvent généralement sur les principales espèces cibles de l'exploitation (poulpe, seiches, *Mustelus*...)., ce qui ne peut pas être le résultat d'un processus aléatoire

Par ailleurs, l'ordination des taxons sur le premier facteur de l'A.C.C. (fig. 3) conforte la cohérence du modèle produit en opposant les espèces dont la tendance sur la période est connue comme plutôt à la baisse, telles que *Epinephelus aenus* ou *Mustelus mustelus*, à celles plus stables ou ayant une tendance à la hausse, comme *Octopus vulgaris*.

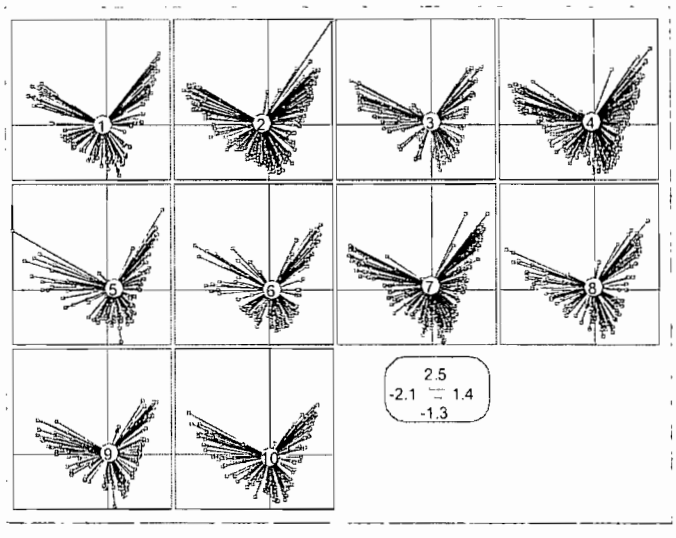


FIG. 2-a. — *A.F.C. du tableau initial. Projection des relevés dans le 1er plan factoriel (axes 1-2), présentation en multi-fenêtrage par an et représentation « en étoile » avec positionnement du centre d'inertie de chaque sous-nuage année (d'octobre [1] à mai 1995 [10]).*

AFC of the initial table. Projection of the sampling stations in the first factorial plan (axes 1-2), presentation multi-panel by year and star representation with position of the centres of inertia of each sub-cluster (from October [1] to May 1995 [10])

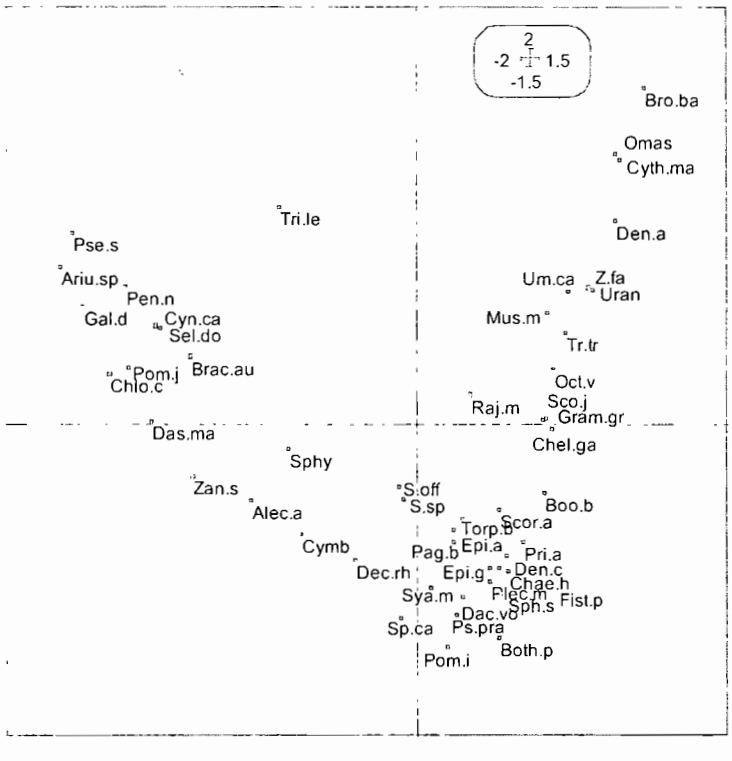


FIG. 2-b. — *A.F.C. du tableau initial. Projection des taxons dans le 1er plan factoriel (axes 1-2).*

AFC of the initial table. Projection of the taxa on the first factorial plan (axes 1-2).

TABLEAU II

Décomposition par taxon de l'inertie totale du tableau de faune (A)
en ses parts expliquée (A+) et non expliquée (A-) par la variable instrumentale.
Les taxons sont ordonnés par taux d'explication décroissant (ou rang d'explication)
Decomposition by taxon of the total inertia of the table of fauna (A)
in its explained (A+) by the instrumental variable and unexplained (A -) parts
Taxa are ordered by decreasing explanation (or explanation rank)

RANG	NOM DE L'ESPÈCE	IDENTIFIANT	A+%	A-%
1	*Octopus vulgaris*	Oct.v	0.0762	0.9237
2	*Scorpaena angolensis*	Scor.a	0.0440	0.9559
3	*Sepia* sp.	S.sp	0.0373	0.9626
4	*Mustelus mustelus*	Mus.m	0.0312	0.9687
5	*Priacanthus arenatus*	Pri.a	0.0258	0.9741
6	*Dasyatis margarita*	Das.ma	0.0205	0.9794
7	*Chelidonichthys gabonensis*	Chel.ga	0.0191	0.9808
8	*Epinephelus aeneus*	Epi.a	0.0187	0.9812
9	*Sepia officinalis*	S.off	0.0164	0.9835
10	*Dactylopterus volitans*	Dac.vo	0.0111	0.9888
11	*Plectorhynchus mediterraneus*	Plec.m	0.0108	0.9891
12	*Alectis alexandrinus*	Alec.a	0.0091	0.9908
13	*Sphoeroides spengleri*	Sph.s	0.0085	0.9914
14	*Citharus macrolepidotus*	Cyth.ma	0.0084	0.9915
15	*Selene dorsalis*	Sel.do	0.0084	0.9915
16	*Chaetodon hoefleri*	Chae.h	0.0076	0.9923
17	*Zeus faber*	Z.fa	0.0076	0.9923
18	*Penaeus notialis*	Pen.n	0.0068	0.9931
19	*Galeoides decadactylus*	Gal.d	0.0044	0.9955
20	*Ommastrephidae*	Omas	0.0043	0.9956
21	*Pseudotolithus senegalensis*	Pse.s	0.0039	0.9960
22	*Bothus podas*	Both.p	0.0036	0.9963
23	*Sphyraena* spp.	Sphy	0.0036	0.9963
24	*Grammoplites gruveli*	Gram.gr	0.0035	0.9964
25	*Cymbium* spp.	Cymb	0.0029	0.9970
26	*Raja miraletus*	Raj.m	0.0023	0.9976
27	*Sparus caeruleostictus*	Sp.ca	0.0022	0.9977
28	*Trachurus trecae*	Tr.tr	0.0016	0.9983
29	*Pomadasys jubelini*	Pom.j	0.0013	0.9986
30	*Epinephelus goreensis*	Epi.g	0.0012	0.9987
31	*Trichiurus lepturus*	Tri.le	0.0012	0.9987
32	*Pomadasys incisus*	Pom.i	0.0010	0.9989
33	*Pseudupeneus prayensis*	Ps.pra	0.0010	0.9989
34	*Dentex angolensis*	Den.a	0.0008	0.9991
35	*Torpedo bauchotae*	Torp.b	0.0008	0.9991
36	*Boops boops*	Boo.b	0.0006	0.9993
37	*Syacium micrurum*	Sya.m	0.0005	0.9994
38	*Brachydeuterus auritus*	Brac.au	0.0004	0.9995
39	*Decapterus rhonchus*	Dec.rh	0.0002	0.9997
40	*Pagellus bellottii*	Pag.b	0.0002	0.9997
41	*Cynoglossus canariensis*	Cyn.ca	0.0001	0.9998
42	*Fistularia petimba*	Fist.p	0.0001	0.9998
43	*Uranoscopus* spp.	Uran	0.0001	0.9998
44	*Zanobatus schoenleinii*	Zan.s	0.0001	0.9998
45	*Arius* spp.	Ariu.sp	0.0000	0.9999
46	*Brotula barbata*	Bro.ba	0.0000	0.9999
47	*Chloroscombrus chrysurus*	Chlo.c	0.0000	0.9999
48	*Dentex canariensis*	Den.c	0.0000	0.9999
49	*Scomber japonicus*	Sco.j	0.0000	0.9999
50	*Umbrina canariensis*	Um.ca	0.0000	0.9999
		TOTAL	0.0074	0.9925

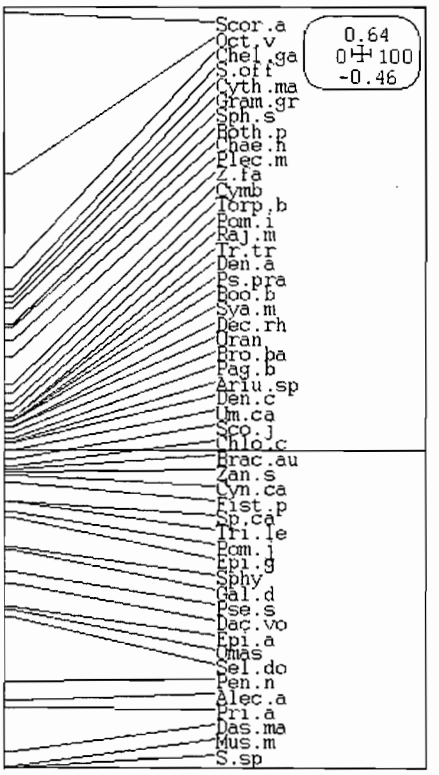


FIG. 3. — *Projection des taxons sur le 1er axe de l'A.C.C.*
Projection of of taxa on the first factorial plan of the ACC.

Si l'on admet l'hypothèse de départ, (celle d'un effet de la pêche se traduisant au cours du temps par un éloignement croissant des peuplements par rapport à leur état initial vierge), on pourrait donc voir dans ces contributions (tabl. II) et leur signe un indicateur relatif de cet impact de la pêche sur les différentes espèces échantillonnées, point de vue qui sera développé lors de la discussion.

DISCUSSION

À LA lecture des précédents résultats, une constatation s'impose : l'effet testé est très faiblement explicatif. Cela pose la question de savoir si la démarche est mauvaise ou si c'est réellement l'effet qui est faible. Un élément de réponse se trouve dans les résultats de l'A.F.C. simple (fig. 2). Celle-ci montre que la structure temporelle est dominée par d'autres structures (ou sources de variabilité) qui contribuent beaucoup plus qu'elle à la variabilité totale du peuplement échantillonné. Ce résultat très net, et étayé par d'autres travaux (JOUFFRE *et al.*, 2004), est (évidemment) imputable aux données. Il a cependant deux conséquences par rapport au modèle et à la démarche proposés. La première est que l'on se trouve ici confronté à une situation dans laquelle la recherche de structures s'exprimant dans le temps est difficile à mettre en évidence, car brouillée. La seconde est qu'une variable « explicative » strictement temporelle, quelle que soit sa structure (*i. e.* qu'elle soit li-

néaire comme ici, ou tout autre), ne peut contribuer que pour une part très faible à l'explication de la variabilité totale observée. Ces éléments conduisent à penser que le faible pourcentage d'inertie expliquée par la variable instrumentale testée ne peut pas être considéré, à lui seul, comme le diagnostic d'un défaut de pertinence de la démarche.

D'un autre côté, les résultats obtenus en aval de ce découpage général de la variabilité, autrement dit ceux qui s'intéressent à la description de sa part expliquée, ne peuvent pas être considérés comme totalement probants puisque fondés sur des bases statistiques faibles, en raison même du déséquilibre de ce découpage. La seule façon de les évaluer serait donc de rechercher s'ils sont cohérents (ou pas) avec ce que l'on connaît des peuplements en question. Autrement dit, retrouve-t-on dans ces résultats des éléments interprétables, en terme de différences observées selon les espèces et en se fondant sur notre connaissance de leur évolution et de leur statut par rapport à la pêche (cibles ou pas) ? La réponse semble être oui. D'une part, il est en effet apparu (tabl. II) que les plus forts taux d'explication concernaient tous des espèces cibles de la pêcherie ; d'autre part, au sein de ces espèces cibles, la méthode a su séparer (par ordination sur le 1er axe de l'A.C.C., fig. 2) celles qui présentaient une tendance « logique » à la baisse sur la période considérée, de celles qui montraient une tendance inverse plus « paradoxale », mais pourtant une tendance connue et explicable par la modification des équilibres interspécifiques engendrée par la pêche. Un cas typique du premier groupe est évidemment *Epinephelus aeneus* dont l'impact « négatif » de la pêche sur son abondance est très largement documenté (voir CAVERIVIÈRE, 1994 ; BARRY *et al.*, 2004 ; GASCUEL *et al.*, 2004). À l'opposé, *Octopus vulgaris* peut être considéré comme l'espèce la plus caractéristique du second groupe, dans le sens où son accroissement d'abondance (CAVERIVIÈRE, 2004), mais aussi son accroissement d'occurrence (JOUFFRE, 1998) et d'intensité de certains recrutements annuels (DIALLO *et al.*, 2002) ont été largement documentés et attribués à un effet indirect de la pêche (CAVERIVIÈRE, 2004).

Par conséquent, même dans un cas de faible variabilité expliquée, il y aurait une cohérence générale des contributions spécifiques au modèle par rapport à ce que l'on connaît de l'évolution du peuplement. C'est essentiellement pour cette raison qu'il est suggéré plus haut que ces contributions (et plus particulièrement la combinaison des taux spécifiques d'explications par la VI avec les coordonnées sur le premier axe de l'A.C.C.) pourraient fournir un indicateur relatif de cet impact de la pêche sur les différentes espèces échantillonnées.

Dans le cas présent, il est évident qu'il s'agit d'un indicateur très grossier, du fait même de la « simplicité » du modèle et de la variable instrumentale testée. Si l'on se focalise sur cet exemple, la méthode pourrait même apparaître excessivement compliquée pour des résultats assez limités en termes pratiques de détection d'un impact de la pêche. Cependant, les résultats présentés dans ce travail doivent être envisagés sous un angle plus général : celui d'un intérêt de la méthode par rapport à l'objectif assigné (soit une problématique halieutique).

De ce point de vue, deux éléments méritent d'être soulignés :

— 1) à travers la démarche envisagée, on dispose d'un cadre d'analyse qui autorise la complexification des hypothèses à tester en termes de variable instrumentale. La cohérence des résultats produits ici — dans un cas simple est maîtrisable en termes de résultats attendus, mais en même temps difficile en termes de conditions numériques pour son application [1] — encourage d'ailleurs à cette complexification. Ainsi, par rapport au modèle présenté, on peut espérer une amélioration très significative des résultats pratiques par l'introduction d'une composante spatiale dans la partie variable instrumentale. Cependant, pour rester dans le cadre d'une problématique d'impact de la pêche, les composantes spatiales à introduire doivent être choisies en conséquence. Par exemple, dans notre cas d'application, il est évident que si on avait introduit une variable spatiale telle que la bathymétrie, connue

1. — *Cf.* structure des données à expliquer par rapport à celle de l'effet testé.

comme très structurante des peuplements analysés (JOUFFRE *et al.*, 2004), le pourcentage d'inertie expliquée s'en serait certainement trouvé très fortement augmenté, mais au détriment de l'adéquation entre le modèle et notre objectif de départ. En restant dans le cadre de cet objectif, l'introduction de variables à composante spatiale mais fondées sur l'activité halieutique, telles que la répartition spatio-temporelle d'un indicateur d'effort de pêche et/ou celle de captures, serait en revanche envisageable. Ce type de variables spatio-temporelles est d'un accès relativement difficile, que ce soit à échantillonner ou à construire sur la base des statistiques de pêches disponibles, mais c'est évidemment vers elles qu'il faudrait tendre à l'avenir, si l'on veut pouvoir tirer partie du véritable potentiel de la démarche analytique en question ;

— 2) le type de démonstration tenté ici, celle de l'applicabilité de la méthodologie « analyse sous contrainte » à une problématique halieutique, semble utile dans le contexte des recherches actuelles dans ce domaine. En effet, si les cas d'application similaires (fondées sur des analyses canoniques des correspondances et d'autres méthodes sur variables instrumentales) sont relativement nombreux dans la littérature écologique (BIRKS *et al.*, 1996 ; PAVOINE *et al.*, 2003), ceux qui concernent l'écologie marine et les assemblages de poissons sont déjà plus rares. Surtout, ces études traitent quasi exclusivement de problématiques d'écologie générale, telles que la répartition spatiale des assemblages marins et/ou leur relation avec l'environnement (MARSHALL & ELLIOTT, 1998 ; PIET *et al.*, 1998 ; MARTINO & ABLE, 2003), mais pas de question d'intérêt halieutique *sensu stricto*. Par exemple, nous n'en avons identifié aucune s'attachant à l'analyse de l'impact de la pêche sur des communautés exploitées, sujet faisant pourtant l'objet d'un grand intérêt dans la littérature halieutique de ces dernières années (ICES, 2000).

CONCLUSION

MALGRÉ une structuration temporelle relativement faible des données et la prise en compte d'un effet pêche estimé de manière très grossière, on aboutit à des résultats cohérents et interprétables. La méthode semble donc prometteuse par rapport à l'objectif assigné. Un modèle introduisant une variable « pêche » plus élaborée mériterait donc d'être testé ; en particulier, une variable pêche spatialisée devrait conduire à une amélioration sensible des résultats produits [1], dans un contexte d'assemblages faunistiques fortement structurés sur le plan spatial (JOUFFRE *et al.*, 2004).

Par ailleurs, l'application de la même méthode aux données issues d'autres pays de la même région, en particulier de la Mauritanie et de la Guinée qui disposent de séries d'échantillonnages quantitativement comparables à celles du Sénégal, serait souhaitable dans une optique de comparaison intrarégionale.

1. — En terme d'explication des structures observées.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements sont adressés à tous les membres et partenaires du projet Siap avec une mention spéciale au Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.), pour avoir mis à notre disposition les données nécessaires à cette étude. Nous remercions aussi les référés anonymes, dont les nombreuses remarques ont contribué à améliorer la qualité du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BARRY (M.) M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL, 2004. — « Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 183-194.

BIRKS (H. B. J.), S. M. PEGLAR & H. A. AUSTIN, 1996. — « An Annotated Bibliography of Canonical Correspondence Analysis and Related Constrained Ordination Methods 1986-1993 », *Abstracta Botanica*, 20: pp. 17-36.

CAVERIVIÈRE (A.), 1994. — « Comparaison sur une période de 20 ans (1972-1992) des indices d'abondance obtenus sur le plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage de fond », *in* BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 163-177.

CAVERIVIÈRE (A.), 2004. — « Émergence de trois espèces des communautés démersales d'Afrique de l'Ouest (*Balistes carolinensis, Octopus vulgaris, Penaeus notialis*) Points communs et différences », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 223-242.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement* [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. des rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n° 15 Vol. 1).

CHESSEL (D.) & S. DOLEDEC, 1997. — *ADE Version 4 : HyperCard © Stacks and QuickBasic MicroSoft © Programme Library for the Analysis of Environmental Data. Manuel d'utilisation*, 8 fasc., URA CNRS 1451, univers. Lyon-I, 750 p.

CHESSEL (D.), J. D. LEBRETON, & N. YOCCOZ, 1987. — « Propriétés de l'analyse canonique des correspondances : Une utilisation en hydrobiologie », *Revue de Statistique Appliquée*, 35 : pp. 55-72.

DIALLO (M), D. JOUFFRE, A. CAVERIVIÈRE & M. THIAM, 2002. — « The Demographic Explosion of *Octopus vulgaris* in Senegal During the 1999 Summer », *Bulletin of Marine Science*. 71 (2): pp. 1063-1065.

GASCUEL (D.), M. LAURANS, A. SIDIBÉ, & M.D. BARRY, 2004. — « Diagnostic comparatif de l'état des stocks et évolution d'abondance des ressources démersales, dans les pays de la C.S.R.P. », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 205-222.

HILL (M.O.), 1974. — « Correspondence analysis : A neglected multivariate method », *Journal of the Royal Statistical Society*, C : 23 : pp. 340-354.

ICES, 2000. — « Ecosystems effects of fishing », Proceedings of an ICES/SCOR Symposium held in, Montpellier (France), 16-19 mars 1999, *ICES J. mar. Sci.*, 57 : pp. 465-792.

JOUFFRE (D.), 1998. — « *Octopus vulgaris* as a component of the benthic fauna of the NW African coast: A note on an investigation of species community organisation using multifactorial analysis », *S. Afr. J. mar. Sci*, 20 : pp. 93-100.

JOUFFRE (D.), G. DOMALAIN, D. THIAM, S. TRAORÉ., A. CAVERIVIÈRE, F. DOMAIN & C. INÉJIH, 2004. — « Communautés démersales d'Afrique de l'Ouest 1987-1999 : Changements de répartition et de composition spécifique, observés par chalutages scientifiques. », *in* CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 261-280.

MARSHALL (S.) & M. ELLIOTT, 1998. — « Environmental Influences on the Fish Assemblage of the Humber Estuary », *U.K. Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46[2]: pp. 175-184.

MARTINO, (E. J.) & K. W. ABLE, 2003. — « Fish Assemblages Across the Marine to Low Salinity Transition Zone of a Temperate Estuary », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56[5-6]: pp. 969-987.

PAVOINE (S.), A. B. DUFOUR, & D. CHESSEL, 2003. — *Canonical Correspondence Analysis, A Standard in Ecology, in International Conference on Correspondence Analysis and Related Methods (Carme 2003)*, M. Greenacre & J. Blasius (ed.), Barcelona, 63 p. http://pbil.univlyon1.fr/R/articles/arti112.pdf

PIET (G. J.), A. B. PFISTERER & A. D. RIJNSDORP, 1998. — « On Factors Structuring the Flatfish Assemblage in the Southern North Sea », *Journal of Sea Research*, 40[1-2]: pp. 143-152.

SABATIER (R.), 1985. — « Quelques généralisations de l'analyse en composantes principales de variables instrumentales », *Statistique et Analyse des Données*, 9 : pp. 75-103.

TER BRAAK (C. J. F.), 1986. — « Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis », *Ecology*, 67: pp. 1167-1179.

UNIVERSITY OF ALASKA SEA GRANT, 1999. — *Ecosystems Approaches for Fisheries Management (AK-SG-99-01)*, Fairbanks, University of Alaska Sea Grant, 752 p.

Improvements on the Guinea-Bissau Ecopath Model with an Exercise on Simulating the Effects of Fishing

— Note —

Améliorations du modèle Ecopath pour la Guinée-Bissau avec un exercice de simulation des effets de la pêche

— Note —

Patrícia Alexandra AMORIM [1], Gregório DUARTE [2], Virgínia PIRES [3], Miriam GUERRA [4], Telmo MORATO [5] & Kim A. STOBBERUP [6]

1. — Chercheur halieute, *Instituto National de Investigação Agrária e das Pescas* (INIAP-IPIMAR), [Institut national de recherche de l'agriculture et des pêches, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries*] av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

2. — Biologiste, chercheur, *Centro de investigação pesqueira aplicada* (CIPA) [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Research Centre Applied to Fisheries*], avenida Amílcar-Cabral, 12, C.P. 102, Bissau (Guinée-Bissau).

3. — Biologiste, chercheur, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA), [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied Fisheries Research*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102, Bissau (Guinée Bissau).

4. — Biologiste, chercheur, *Instituto National de Investigação Agrária e das Pescas* (INIAP-IPIMAR), [Institut national de recherche de l'agriculture et des pêches, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

5. — Biologiste, chercheur, *Departamento de Oceanografia e Pescas* (D.O.P.), *Universidade dos Açores* (U.A.Ç.), [Département d'océanographie et des pêches, université des Açores, *Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores*], PT-9901-862 Horta (Portugal).

6. — Halieute, chercheur, *Instituto National de Investigação Agrária e das Pescas* (INIAP-IPIMAR), [Institut national de recherche de l'agriculture et des pêches, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

ABSTRACT

An ECOPATH model was created for the Guinea-Bissau continental shelf and adjacent areas, considering a total of 31 ecological groups. This model considers the period between 1990 and 1993 because trawl survey information and fisheries statistics were both available for the specified period. An introduction to the model is given as well as a revision of catch estimates for the artisanal fishery and biomass of benthic groups, which were made available. This revision resulted in important changes in terms of biomass and mortality estimates for demersal and benthic groups, in particular. Subsequently, a possible fishing scenario was defined for the period from 1990 to 2000 and the simulation results are presented. This model is a valuable tool to gain understanding on the Guinea-Bissau ecosystem, considering data limitations. However, further efforts are considered necessary such as the improvement of fisheries data and a comparative approach to modelling, making use of existing models for neighbouring countries.

Key words

Guinea-Bissau — Ecopath with Ecosim — Temporal simulation
Fishing rates

RÉSUMÉ

UN MODÈLE Ecopath a été créé pour le plateau continental de la Guinée Bissau et la zone adjacente, prenant en compte un total de trente et un groupes écologiques. Ce modèle couvre la période entre 1990 et 1993 pour laquelle étaient disponibles des données de campagnes scientifiques de chalutage ainsi que des statistiques de pêche. Ce travail présente une introduction au modèle, ainsi qu'une révision des estimations de captures pour la pêcherie artisanale et de biomasse des groupes benthiques, qui ont été rendus disponibles. Cette révision a mené à d'importants changements en termes d'estimations de biomasse et de mortalité, surtout pour les groupes démersaux et benthiques. En conséquence, il a été défini un possible scénario de pêche pour la période de 1990 à 2000 et les résultats de la simulation sont présentés. Ce modèle est un outil important pour améliorer la compréhension de l'écosystème de la Guinée Bissau, si l'on tient compte des limitations des données. Cependant davantage d'efforts sont jugés nécessaires, tels que l'amélioration des données des pêcheries et une approche comparative à la modélisation, en utilisant des modèles existants pour des pays voisins.

Mots clés

Guinée-Bissau — Ecopath avec Ecosim — Simulation temporelle
Taux de pêche

INTRODUCTION

AN ECOPATH model for the continental platform and upper slope of Guinea-Bissau was developed in order to understand ecosystem dynamics in a multi-species context. A mass-balanced model was created in a previous study, using available information on biomass and the fisheries (AMORIM *et al.*, 2002). However, some improvements were considered necessary as more reliable information became available. Thus, a revision was undertaken, incorporating more reliable estimates of artisanal catches and biomass estimates for benthic groups.

MATERIALS & METHODS

THE modelling approach used in this study utilises the Ecopath with Ecosim software version 4.0 (CHRISTENSEN et al. 2000). The model covers a total area of 40186 km^2, located between 11° and 12° N and a total of 31 ecological groups were specified (table I) [data available from the authors; see also www.ecopath.org].

The main sources of information on demersal fish biomass were the Guinean/Portuguese cooperative surveys (INIP & CIPA 1993; INIP & L.B.M. 1992), but several other publications were used to specify parameters for other groups in the model (SAETERSDAL *et al.*, 1999; ALIÑO *et al.*, 1993; ARREGUÍN-SÁNCHEZ *et al.*, 1993; BROWDER, 1993; OPITZ, 1993; LONGHURST, 1983; BERRIT & REBERT, 1977).

In this study, biomass estimates for benthos groups were included, based on sediment samples of the Guinean/Portuguese surveys in 1990 and 1991 (INIP & CIPA 1993; INIP & L.B.M. 1992). A conversion factors were applied to account for the loss of weight in samples kept in formaldehyde taking into account the different benthos groups (RICCIARDI & BOURGET, 1998).
The revised estimates of artisanal catches were based on the study by THIAM (1993). Furthermore, in order to test the model, an exercise on simulating the effects of fishing was undertaken, using the Ecosim extension of Ecopath (WALTERS *et al.*, 1997). A possible scenario was specified for the last decade, based on available information on effort and assuming a decrease in fishing rate during the Civil War (1998).

RESULTS

A COMPARISON of the input parameters between the original and the new model is presented in table I, concerning Biomass, Production/Biomass (P/B), Artisanal landings and Ecotrophic Efficiency (EE) parameters.

Table II shows the changes in fishing mortality rates as a result of the revised catch estimates for the artisanal fishery. Fishing mortality decreased by about half for Pelagic predators, Benthic predators, Rays, Flatfish and Mullets, while a strong increase was observed for Benthic feeders, Phytoplanktivorous and Cephalopods.

The simulation scenario (fig. 1) presents the evolution of relative fishing rate during the last decade and the implications in terms of biomass for selected groups. However, the information on the evolution of fishing rate during this period was scarce. Thus, a gradual increase in fishing effort

from 1993 to 1998 was assumed based on the number of European industrial vessels fishing in Guinea-Bissau. Thereafter, the assumption was that fishing decreased as a result of the Civil War and a recent recovery to previous levels of fishing up until 2000. Table III presents the groups that suffered important variations in terms of biomass in the simulation.

TABLE I

Parameter estimates of the original model and in the present study, including Biomass, Production/Biomass (P/B), Artisanal landings and Ecotrophic Efficiency (EE). Values in bold were estimated by the model and underlined values indicate modifications undertaken in the present study

Estimation des paramètres du modèle original et de la présente étude, y compris la biomasse, production/biomasse (P/B), débarquements artisanaux et efficacité ecotrophique (Ecotrophic Efficiency) (EE). Les valeurs en gras ont été estimées par le modèle et les valeurs soulignées sont celles qui ont été modifiées pendant cette étude

N°	GROUPS	BIOMASS (T/KM^2)		P/B ($YEAR^{-1}$)		ARTISANAL LANDINGS ($T/KM^2/YR^{-1}$)		EE
		ORIGINAL	*NEW*	*ORIGINAL*	*NEW*	*ORIGINAL*	*NEW*	*NEW*
1	Marine mammals	**0.073**	**0.073**	0.100	0.100	0.001	0.001	0.500
2	Seabirds	**0.002**	**0.002**	5.400	5.400	0.000	0.000	0.500
3	Turtles	**0.033**	**0.033**	0.200	0.200	0.001	0.001	0.800
4	Billfish and marlins	**0.024**	**0.024**	**0.626**	**0.626**	0.000	0.000	0.800
5	Tuna	**1.059**	**1.059**	**0.956**	**0.956**	0.000	0.000	0.850
6	Pelagic sharks	**0.076**	**0.076**	**0.210**	**0.210**	0.002	0.002	0.500
7	Pelagic predators	0.735	0.735	0.616	0.548	0.073	0.023	**0.899**
8	Benthic predators	0.269	**0.631**	1.243	**0.496**	0.001	0.056	0.950
9	Demersal sharks	0.238	0.238	0.506	0.545	0.023	0.032	**0.734**
10	Groupers/Snappers	0.039	**0.078**	0.770	**0.427**	0.006	0.014	0.950
11	Rays	0.095	**0.200**	0.920	**0.391**	0.037	0.026	0.600
12	Benthos/Fish feeders	1.262	1.262	0.812	0.808	0.049	0.045	**0.969**
13	Sparids	0.731	0.731	0.570	0.573	0.007	0.009	**0.917**
14	Flatfish	0.354	**0.739**	1.165	**0.800**	0.000	0.001	0.950
15	Benthic feeders	3.190	3.190	0.942	0.958	0.007	0.058	**0.974**
16	Small pelagics	13.230	13.230	1.149	1.149	0.009	0.000	**0.889**
17	Squid	**1.523**	**1.869**	3.100	3.100	0.000	0.000	0.950
18	Phytoplanktivores	5.369	5.369	**0.981**	**1.291**	0.054	0.509	0.950
19	Mullets	0.150	**0.653**	**1.769**	1.000	0.148	0.364	0.950
20	Cephalopods	**2.984**	**0.962**	1.100	1.100	0.000	0.000	0.950
21	Gastropods/Bivalves	**5.708**	16.065	2.500	2.500	0.001	0.001	**0.822**
22	Shrimps	**0.875**	1.073	5.380	5.380	0.000	0.000	0.950
23	Crabs	**2.682**	9.066	2.800	2.800	0.000	0.000	**0.885**
24	Small crustaceans	**3.623**	0.820	7.010	7.010	0.000	0.000	**0.903**
25	Annelids	**6.932**	21.685	4.600	4.600	0.000	0.000	**0.936**
26	Echinoderms	**4.888**	1.352	1.200	1.200	0.000	0.000	**0.847**
27	Zooplankton	1.857	1.857	**71.547**	**81.803**	0.000	0.000	0.950
28	Phytoplankton	12.146	12.146	199.723	199.723	0.000	0.000	**0.159**
29	Benthic algae	**8.446**	**13.278**	13.250	13.250	0.000	0.000	0.800
30	Discards	-	-	-	-	0.000	0.000	**0.974**
31	Detritus	42.351	549.030	-	-	0.000	0.000	**0.153**

TABLE II

Estimates of fishing mortality rates (Artisanal and Industrial Fishery) in the original model and the present study. Values in bold indicate a change

Estimation des taux de mortalité par pêche dans le modèle original et dans la présente étude
Les valeurs en gras indiquent une modification

N°	GROUPS	FISHING MORTALITY RATE	
		ORIGINAL	*NEW*
1	Marine mammals	0.027	0.027
2	Seabirds	0	0
3	Turtles	0.062	0.062
4	Billfish and marlins	0.167	0.167
5	Tuna	0.109	0.109
6	Pelagic sharks	0.105	0.105
7	Pelagic predators	0.122	**0.054**
8	Benthic predators	0.502	**0.301**
9	Demersal sharks	0.214	**0.252**
10	Groupers/Snappers	0.256	**0.230**
11	Rays	0.558	**0.210**
12	Benthos/Fish feeders	0.177	**0.174**
13	Sparids	0.022	**0.025**
14	Flatfish	0.345	**0.166**
15	Benthic feeders	0.028	**0.044**
16	Small pelagics	0.023	**0.022**
17	Squid	0.001	**0.001**
18	Phytoplanktivores	0.010	**0.095**
19	Mullets	0.987	**0.558**
20	Cephalopods	0.041	**0.128**
21	Gastropods/Bivalves	0.001	**0**
22	Shrimps	0.104	**0.085**
23	Crabs	0.005	**0.001**
24	Small crustaceans	0	0
25	Annelids	0	0
26	Echinoderms	0.001	**0.002**
27	Zooplankton	0	0
28	Phytoplankton	0	0
29	Benthic algae	0	0

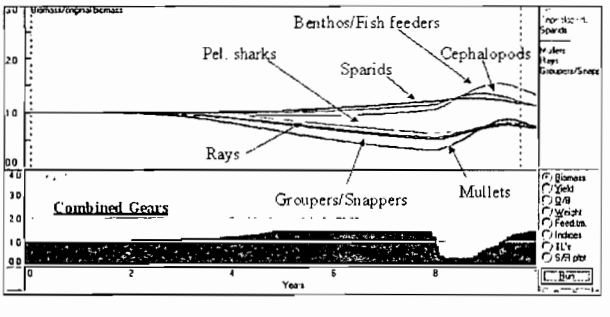


FIG. 1. — A possible Ecosim scenario for fishing in Guinea-Bissau during the 1990s. The upper part of the figure shows the result in terms of biomass for groups that experience important change. The lower part of the figure shows the assumed changes of fishing rate for combined gears during the period.

Un scénario possible d'Ecosim pour la pêche en Guinée Bissau pendant les années 1990. La partie supérieure de la figure montre les résultats en termes de biomasse pour les groupes qui ont subi d'importantes modifications. La partie inférieure de la figure montre l'évolution supposée du taux de pêche pour tous les métiers de pêche combinés pendant la période.

TABLE III

Groups experiencing important change in terms of biomass as a result of the Ecosim exercise
The values indicate percent change relative to the beginning of the period (early 1990s)

Groupes qui ont subi un important changement en termes de biomasse à l'issue de l'exercice avec Ecosim
Les valeurs indiquent le changement actuel relatif au début de l'étude (début des années 1990)

GROUPS OF SPECIES	BIOMASS (% OF VARIATION)
Benthos/fish feeders	+42
Cephalopods	+19
Sparids	+17
Pelagic sharks	-27
Groupers/Snappers	-25
Rays	-21
Mullets	-19

DISCUSSION

THE incorporation of biomass estimates for benthos groups resulted in major changes, leading to changes in the diet matrix in order to balance the model. It is interesting to note that the resulting estimates of diet composition were closer to the original, before undertaking adjustments in the preliminary model (AMORIM *et al.*, 2002). The meiobenthos group was eliminated from the original model, considering that the present groups (table I) characterise better the lower trophic levels. These groups have an important role as food for the higher trophic levels, fish in particular.

The production of detritus increased considerably, based on improved estimates of primary production (789 $gC \cdot m^{-2} \cdot year^{-1}$) (CHRISTENSEN, *pers. comm.*, based on SeaWIF data). As a result, the detritus production became able to sustain the requirements of the benthos groups.

More reliable estimates of artisanal catches became available, increasing the catches from 17000 to 46000 tons (THIAM, 1993), which is almost a triplication in relation to the first version of the model (AMORIM *et al.*, 2002). This resulted in large increases in catches of mullets and phytoplanktivorous (*Ethmalosa)* groups, in particular. The high catches of these groups were in conflict with low values of estimated biomass, leading to problems in balancing the model for groups such as Benthic predators, Groupers/Snappers, Rays and Flatfish. As a consequence, the model was allowed to estimate the biomass and P/B parameters for these groups. The catch estimates for the industrial fisheries were maintained, amounting to about 49800 t per year.

The fishing mortality of some groups decreased, in some cases as direct consequence of lower catch estimates. This was the case for Pelagic predators and, to a lesser extent, Benthos/Fish feeders. For Benthic predators, Rays, Flatfish and Mullets, the decrease in fishing mortality was the result of increases in biomass, estimated by the model. On the other hand, the increase in fishing mortality for Benthic feeders, Phytoplanktivores and Cephalopods was the consequence of higher catches.

The simulation results showed that the groups most sensitive to an increase in fishing rate were Pelagic sharks, Groupers/Snappers, Rays and Mullets. These are important target species in the artisanal fishery and the results indicate that these groups could be at the limit of over-exploitation. A slight increase in fishing rate could result in stock depletion. However, one should take into account that biomass for these groups were estimated by the model. On the other hand, biomass of Benthos/fish feeders, Cephalopods and Sparids increased over time as a result of lesser predation from groups such as Groupers/Snappers and Pelagic sharks.

CONCLUSION

ALTHOUGH the improvements made in the model of Guinea-Bissau have provided a better understanding of this region, some aspects still need to be revised.

In relation to catch estimates, the reestablishment of the statistical collection system in Guinea-Bissau, which is under way, is expected to lead to improved estimates for the fisheries in general. Another problem that remains unsolved is the scarcity of information on fisheries activities in the Bijagós Archipelago, which sustains a major part of the artisanal fisheries. Also, a comparative approach should be adopted, taking advantage of existing models for neighbouring countries. Considering the importance of spatial structure in demersal fish assemblages (AMORIM *et al.*, 2004), further efforts should address these issues in order to provide a tool for a better understanding of ecosystem dynamics and the effects of fishing in the Guinea-Bissau ecosystem.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

ALIÑO (P. M.), L. T. MCMANUS, J. W. MCMANUS, C. L. NAÑOLA, Jr. M. D. FORTES, G. C. TRONO & G. S. JACINTO, 1993. « Initial Parameter Estimations of a Coral Reef Flat Ecosystem in Bolinao, Pangasinan, Northwestern Philippinnes », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 252-258.

AMORIM (P.), G. DUARTE, M. GUERRA, T. MORATO & K. A. STOBBERUP, 2002. — « Modèle Ecopath du plateau continental de la Guinée-Bissau », *in* PAULY *et al.* (éd., 2002).

AMORIM (P.), S. MANÉ, & K. A. STOBBERUP, 2004. — « Demersal Fish Assemblages Based on Trawl Surveys in the Continental Shelf and Upper Slope off Guinea-Bissau », *in* CHAVANCE *et al.* (ed., 2004).

ARREGUÍN-SANCHEZ (F.), J. C. SEIJO & E. VALERO-PACHECO, 1993. — « An Application of Ecopath II to the North Continental Shelf Ecosystem of Yucatan, Mexico », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 269-278.

BERRIT (G. R.) & J. P. REBERT, 1977. — « Océanographie physique et productivité primaire », *in* BERRIT (éd., 1977) : pp. 1-60.

BERRIT (G. R., éd), 1977. — *Le milieu marin de la Guinée Bissau et ses ressources Vivantes*, Orstom.-Ministère de la Coopération, République française, 153 p.

BROWDER (J. A.), 1993. — « A Pilot Model of the Gulf of Mexico Continental Shelf », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 279-284.

CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement* [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXII-532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n° 15 Vol. 1).

CHRISTENSEN (V.) & D. PAULY (ed.), 1993. — *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*, ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.

CHRISTENSEN (V.), C. J. WALTERS, D. PAULY, 2000. — *Ecopath with Ecosim: A User's*

Guide, October 2000 Edition, Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, Canada and ICLARM, Penang, Malaysia, 130 p.

INIP & CIPA, 1993. — *IV Campanha do NE "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Maio a Junho de 1991*, Relatório Técnico Científico, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa, 70, 381 p.

INIP & LBM, 1992. — *III Campanha do NE "Noruega" nas águas da Républica da Guiné-Bissau de Abril a Junho de 1990*, Relatório Técnico Científico, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa 63, 344 p.

LONGHURST (A.), 1983. — « Benthic-Pelagic Coupling and Export of Organic Carbon from a Tropical Atlantic Continental Shelf-Sierra Leone », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 17: pp. 161-185.

OPITZ (S.), 1993. — « A Quantitative Model of the Trophic Interactions in a Caribbean Coral Reef Ecosystem », *in* CHRISTENSEN & PAULY (ed., 1993): pp. 259-267.

PAULY (D.), M. L. PALOMARES & J. M VAKILY (éd.), 2002. — *Modèles trophiques des écosystèmes marins nord-ouest africains/Trophic models of northwest African marine ecosystems*, projet Siap, Module Ecopath, doc. techn., n° 3 (Siap/EP/DT/-03).

RICCIARDI (A.) & E. BOURGET, 1998. — « Weight-To-Weight Conversion Factors for Marine Benthic Macroinvertebrates », *Marine Ecology Progress Series*, 163: pp. 45-251.

SAETERSDAL (G.), G. BIANCHI & T. STRØMME, 1999. — « The *Dr. Fridtjof Nansen* Programme 1975-1993. Investigations of Fishery Resources in Developing Regions. History of the Programme and Review of Results », *FAO Fish. Tech. Pap.*, No. 391, Rome, FAO, 434 p.

THIAM (D), 1993. — *Estatísticas da pesca artesanal 1993: Recenseamentos quadros e avaliação dos desembarques*, Bissau (Guinée- Bissau), Ministério das Pescas, D.G.F.P.A., 52 p.

WALTERS (C.), V. CHRISTENSEN & D. PAULY, 1997. — « Structuring Dynamic Models of Exploited Ecosystems from Trophic Mass-Balance Assessments », *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7: pp. 39-172.

PARTIE IV
SOCIO-ÉCONOMIE & GOUVERNANCE : DIAGNOSTIC & NOUVELLES APPROCHES

❖

PART IV
SOCIO-ECONOMY & GOVERNANCE: DIAGNOSIS & NEW APPROACHES

ARTICLES

CHERIF (A. M.) : pp. 443-454
▶ Histoire des pêcheries mauritaniennes :
La tension entre les aspirations nationales & les pressions internationales
History of Mauritanian Fisheries:
Tension Between the National Ambitions & International Pressures

FAILLER (P.), Ch. A. INEJIH, M. DEME & A. IDELHAJ : pp. 455-474
▶ Un quart de siècle de gestion des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest :
Enseignements & propositions
25 years of Cephalopod Fishery Management in West Africa:
Lessons Learnt & Recommendations

CATANZANO (J.) & H. REY-VALETTE : pp. 475-494
▶ Histoire des pêches, accords de pêche & politiques publiques en Afrique de l'Ouest
History of Fishing, Fishing Agreements & Public Policies in West African Countries

REY-VALETTE (H.) & S. CUNNINGHAM : pp. 495-506
▶ Interactions pêche artisanale & pêche industrielle dans l'histoire des pêches de l'Afrique de l'Ouest
Interactions Between Industrial & Artisanal Fisheries in the History of West Africa Fishery

GARCIA (S. M.) : pp. 507-522
▶ *A review of the Ecosystem Approach to Fisheries*
Une revue de l'approche écosystémique des pêches

Histoire des pêcheries mauritaniennes : La tension entre les aspirations nationales & les pressions internationales

— Article —

History of Mauritanian Fisheries: Tension Between the National Ambitions & International Pressures

— Article —

Ahmed Mahmoud CHERIF [1]

1. — Président de l'organisation non gouvemementale Pêchecops [*NGO (Non-Governmental Organization)*], rue 44111, B.P. 05, Nouakchott (Mauritanie).

RÉSUMÉ

APRÈS l'indépendance du pays en 1960, le gouvernement mauritanien, confronté à des besoins urgents de ressources financières pour le développement du nouvel État, se tourna vers les ressources minières et halieutiques, alors exploitées par des compagnies étrangères, sans aucune retombée locale. Pour le secteur de la pêche, ce fut le début d'une longue épreuve de force entre le gouvernement et les compagnies étrangères très réticentes à renoncer aux privilèges acquis sous le régime du libre accès. Au cours des quatre dernières décennies, la Mauritanie a adopté six politiques de pêches : la politique d'industrialisation (1960) ; la politique des licences de pêches (1972) ; la nouvelle politique des pêches (1979) ; la déclaration de politique de développement du secteur de la pêche (1987) ; la lettre de politique sectorielle (1995). La stratégie d'aménagement et de développement du secteur de la pêche et de l'économie maritime adoptée en 1998 et actualisée en 2001. La première de ces politiques visait, par l'extension des eaux territoriales et le développement des infrastructures portuaires, à inciter les armements étrangers à débarquer leurs captures à Nouadhibou. Un important complexe industriel fut construit. Un armement national fut constitué, mais son existence fut éphémère ; mais, en raison du refus des armements étrangers de débarquer leurs prises, les usines demeurèrent fermées faute de matière première. La politique des licences de pêche, était considérée comme une politique transitoire, de courte durée, visant à remédier aux distorsions héritées de la politique précédente (dettes, approvisionnement des usines) et à préparer le terrain pour une nouvelle politique sectorielle reposant sur des bases saines. Les résultats furent nettement en deçà des espoirs, de sorte que cette politique fut remplacée en 1979 par la nouvelle politique des pêches ; la principale décision de celle-ci fut la mauritanisation de toutes les captures réalisées dans la Z.E.E. mauritanienne qui avait été instituée en 1978 ; ses principaux résultats furent : la création du Centre national des recherches océanographiques et des pêches (C.N.R.O.P.) et la constitution d'un important armement céphalopodier national. La déclaration de politique de développement du secteur de la pêche était focalisée sur le renforcement du système national d'aménagement, avec comme principales mesures : la création d'une structure de surveillance autonome, sous la tutelle du ministère des Pêches ; la réduction de l'effort de pêche sur les démersaux, rendue urgente par l'état de surexploitation de ces stocks : arrêt des achats de chalutiers nationaux et éloignement des chalutiers étrangers. Parmi ses principaux résultats : un développement rapide de la pêche artisanale au poulpe, et un quasi-monopole des nationaux sur la pêcherie céphalopodière (chalut démersal sur le plateau continental). À partir de 1992, une politique incontrôlée de renouvellement de la flottille nationale, avec un accroissement anarchique du nombre de céphalopodiers nationaux et étrangers déboucha à nouveau sur la surexploitation des stocks céphalopodiers. Par la suite, malgré les objectifs proclamés dans ce sens par les politiques suivantes, cet état de surexploitation, persiste, maintenant la flottille nationale dans une profonde crise. Ainsi, l'histoire de la pêche mauritanienne a été marquée par des tensions permanentes entre les aspirations nationales visant à réaliser l'exploitation des ressources halieutiques de la Z.E.E. mauritanienne par des nationaux, et les pressions des intérêts étrangers visant à maintenir leur mainmise sur cette exploitation. En conclusion, on constate que, après plus de quatre décennies de tentatives de mauritanisation du secteur de la pêche, l'exploitation des ressources halieutiques de la Z.E.E. mauritanienne demeure largement dominée par les flottilles étrangères.

Mots clés

Politique de pêche — Politique des licences — Céphalopodiers
Affrètement — Politiques macroéconomique
Politique d'ajustement structurel

ABSTRACT

FOLLOWING Independence, in November 1960, the Mauritanian Government, faced with a strong need for financial resources to fund the development of the new country, decided to control the exploitation of the mining and fisheries resources, both which were exploited by foreign companies, without much benefit to Mauritanians. For the fishing sector, it was the beginning of a show of strength between the Mauritanian government and the foreign fleets, the latter being very reluctant to share the privileges they enjoyed when access to the fisheries resources was free and uncontrolled. During the last four decades, the Mauritanian Government adopted six fishing policies: Industrialisation Policy (1960); Licensing Policy (1972); New Fishery Policy (1979); Declaration of Sectoral Development Policy (1987); Sectoral Policy Letter (1995); and Strategy of the Development of the Fishing Sector, adopted in 1998, and implemented in 2001. The Industrialisation Policy attempted, by extending territorial waters and developing harbour infrastructures, to encourage the foreign fleets to their catches in Nouadhibou. A national small fleet was also created, but it was closed after a short time. A large industrial fishing complex was created in Nouadhibou, but because of the unwillingness of the foreign fleets to supply fish for processing, it remained closed. The Licensing Policy was considered as a transition aimed to mitigate the distortions left by the previous policy, and to create conditions for a sound development of the national fishing industry. The results were well below expectations. The key component of the New Policy was the 'Mauritanisation' of all fisheries in Mauritanian waters; the main result of this policy was the emergence of a large national fleet targeting cephalopods (i.e., Octopus*). The Declaration of Sectoral Development Policy was focused on establishing a fishery management system, with important components such as the creation of an autonomous entity, under the Ministry of Fisheries, for maritime control and surveillance, and the reduction of fishing pressure on demersal stocks, urgently required owing to overfishing, by stopping national investments and de-licensing of foreign fleets. This Declaration resulted of a strong development of the artisanal fishery for* Octopus*. From 1992, an uncontrolled investment policy meant to favour the national fleet opened the sector to new Mauritanian and foreign vessels targeting cephalopods, with an anarchic growth of the fleet leading to increased overfishing of the demersal stocks. The last government policies failed to remedy this situation, which led the national fishing industry into a deep crisis. In summary: the history of Mauritanian fisheries is shaped by a permanent conflict between national plans to increase the benefits from fisheries to Mauritanians, and foreign interests.*

Key words

Fishing policy — Licensing policy — Cephalopode fishery — Leasing
Structural Adjustment policy — Macroeconomic policy

INTRODUCTION

LES eaux mauritaniennes sont réputées pour leurs richesses halieutiques. Le tableau I en annexe résume l'état actuel de ces ressources. Bien que jusqu'à une période très récente inconnue de la quasi-totalité des mauritaniens, la pêche en Mauritanie est une activité séculaire ; Valentin Fernandès, chroniqueur portugais du XVIe siècle, décrit avec force détails les pêcheurs Aznegue Schirmeyros, ancêtres des pêcheurs traditionnels Imraguen du Banc d'Arguin, au nord-ouest du pays (CHERIF, 1975). Déjà, à cette époque, les pêcheurs Islenos des îles Canaries effectuaient des campagnes saisonnières de pêche au large des côtes sahariennes.

À la fin du XIXe siècle, une entreprise française installe un comptoir de pêche sur l'île d'Arguin, au nord-est du banc d'Arguin, qui avait abrité quelques siècles auparavant une base portugaise. À la faveur de l'instauration de l'ordre colonial français sur la Mauritanie au début du XXe siècle, les entreprises françaises montrent un grand intérêt pour la pêche au large de cette nouvelle colonie réputée pour sa richesse halieutique.

En 1906 et 1913, le naturaliste français, M. GRUVEL y effectue des campagnes exploratoires, afin d'évaluer les possibilités d'investissement pour les entreprises françaises de pêche. En 1925, deux autres naturalistes français, CHABANAUD & MONOD, publient la première monographie des poissons du cap Blanc (CHABANAUD & MONOD, 1927). Après la Seconde Guerre mondiale, d'importantes flottilles internationales de pêche arrivèrent dans l'Atlantique Centre-Est.

Lorsque la Mauritanie accède à l'indépendance en 1960, les ressources halieutiques au large de ses côtes sont exploitées par ces flottilles qui, opérant sous le régime du libre accès prévalent alors dans les pêcheries mondiales, ne laissaient aucune retombée au pays.

Les eaux territoriales étaient de trois milles marins, et les installations portuaires se réduisaient à un petit ponton destiné à recevoir les captures des artisanaux canariens ravitaillant des sécheries françaises installées au cap Blanc (Nouadhibou).

L'économie du pays était entièrement rurale, dominée par l'élevage exercé loin du littoral par une population alors à plus de quatre-vingts pour cent nomade.

Ne pouvant compter sur cette économie informelle pour se procurer les ressources dont il avait un besoin pressant pour asseoir son administration afin de pouvoir entamer la tâche ardue de développement du pays, le nouvel État dut se tourner vers le secteur minier naissant et la pêche.

Dès lors, asseoir son contrôle sur les importantes ressources halieutiques de ses côtes devenait un enjeu vital pour le pays.

La tâche était d'autant plus ardue que des puissants intérêts étrangers, habitués à exploiter sans contrôle ni partage ces ressources qui leur permettaient d'amasser d'importants profits, étaient déterminés à s'accrocher à leurs privilèges.

L'exposé sera centré sur l'évolution des pêches mauritaniennes, depuis l'Indépendance en 1960, marquée par une tension permanente entre la volonté nationale d'intégration du secteur à l'économie nationale et les pressions extérieures visant à préserver la domination des armements étrangers présents dans ce secteur.

PREMIÈRES TENTATIVES DE CONSTITUTION D'UNE INDUSTRIE NATIONALE (1960-1972)

DÈS le lendemain de son indépendance, pour pouvoir tirer profit de l'exploitation des abondantes ressources halieutiques de ses côtes, la Mauritanie eut recours à deux types de mesures :

— coercitives : extension des eaux sous juridiction mauritanienne pour couvrir les stocks halieutiques les plus importants ;

— incitatives : développement des infrastructures portuaires et de traitement des produits de la pêche, dans l'espoir d'attirer les flottilles vers le port de Nouadhibou, situé au cœur de leurs zones d'activité.

TABLEAU I

Synthèse des diagnostics et des recommandations de gestion des stocks halieutiques

Stock evaluations and recommendations for their management

RESSOURCES	CAPTURES COURANTES *	DIAGNOSTIC	POTENTIEL DE CAPTURE	EXCÉDENT D'EFFORT (2)	RECOMMANDATION DE GESTION
Céphalopodes					
Poulpe	20 000	Surexploitation	35 000 (21 000-40 000)	> 25 p. cent	Diminuer l'effort de pêche et ne pas augmenter la capture des jeunes ; Approche de précaution et encouragement des engins sélectifs
Seiche	≈5 000	Inconnu	≈10 000 *	Inconnu	
Calamar	≈2 000	Inconnu	≈6 000 *	Inconnu	
Poisson démersaux					
espèces du large	Inconnues	Probablement sous- à pleinement exploités	10 000 à 15 000	Probablement faible ou nul	Éviter tout accroissement rapide de l'effort
espèces côtières	Inconnues	Probablement pleinement à surexploités	inconnu (55 000 *)	Probable	Geler l'effort
Merlu	11 000	Probablement sous-exploité biomasse en hausse	> 13 000 (zone RIM)	Nul	Contrôler l'effort dans l'attente d'évaluations plus précises
Mulets	2 000-4 000	Fort accroissement de l'effort	Inconnu	Inconnu	Geler l'effort
Crustacés					
Crevettes profondes (*P. longirostris* et *Aristeus varidens*)	1 600	Probablement pleinement exploité	2 500*	Faible	Geler l'effort
Crevettes côtières (*P. notialis* et *P. kérathurus*)	1 000	Probablement pleinement exploitée	1 500*	Faible	Geler l'effort
Crabe (*Gerion.m*)	300		400 *	Nul	Geler l'effort
Langouste rose	200		800 *	Inconnu	
Langouste verte	100	Stock nord probablement en reconstitution	220 *	Faible	Attendre avant toute augmentation de l'effort
Praires:					
Venus rosalina	0		Pas exploitée	≤ 300 000	
Venus verucosa	0		Plus exploitée	500-1 000*	
Petits pélagiques					
Sardinelles	400 000	Biomasse en baisse (données acoustique)	750 000 (405 000 *)		Collaboration régionale
Chinchards (*Trachiurus trecae* et *T. trachurus*)	160 000	Biomasse en hausse (donnée acoustiques)	400 000 à 600 000 t (365 000 *)		Maintenir ou augmenter l'effort de 20 % supportable
Maquereau	53 000				
Sabre	81 000				
Thonidae (ICCAT)					
Albacore	1 500	Pleinement exploité	Stock atlantique		Geler l'effort et taille minimale
Listao	20 000 (1997)	Idem			néant
Patudo	2 500	Idem			Idem

Source : C.N.R.O.P. (1998). * En tonnes ; (1) En tonnes ; capture maximale équilibrée (MSY) ; *Nota* : ce potentiel ne peut être atteint qu'en fixant l'effort au niveau correspondant (fMSY), ce qui implique dans certains cas une diminution de l'effort) ; (2) Excédent de l'effort de pêche actuel pour atteindre le potentiel de capture (f 98-fMSY)/f98).

En 1972, les eaux territoriales étaient à trente milles marins, couvrant ainsi l'essentiel des stocks halieutiques. D'importants investissements en infrastructures portuaires d'accueil et en complexes de traitement des produits de la pêche avaient été réalisés à Nouadhibou.
Pour que ce complexe ne soit pas entièrement tributaire des armements étrangers pour son ravitaillement, une société nationale d'armement fut constituée et passa commande de plusieurs navires, financés sur emprunts bancaires avalisés par l'État.

La société nationale n'eut qu'une existence éphémère. Aussi, les armements étrangers, liés à des marchés spécifiques, ne s'étant pas intéressés aux usines de Nouadhibou, celles-ci connurent dès le départ des graves pénuries en matière première.

Pour parer aux graves conséquences économiques et sociales pouvant découler de la fermeture des usines, le Gouvernement dut prendre des mesures pour contraindre les flottilles étrangères à les approvisionner en poisson frais.

LE SYSTÈME DES LICENCES (1972-1979)

À PARTIR de 1972, les armements étrangers étaient contraints de négocier le droit d'accès avec la Mauritanie qui contrôlait l'essentiel des ressources halieutiques ; de son côté, celle-ci avait besoin de ces armements pour assurer l'exploitation de la ressource car le pays ne possédait pas de navires.

La Mauritanie va alors contracter des accords de pêche avec des nombreuses flottilles étrangères, dont les dispositions les plus communes comportaient :

— des licences de pêche accordées aux navires hauturiers du partenaire qui conservait l'entière propriété et la libre disposition des captures ;
— des contreparties matérielles et financières pour la Mauritanie : redevances de pêche, débarquement de poisson frais pour les usines, formation de marins, bourses d'études, fourniture d'équipements, assistance technique, statistiques de captures, etc.

Le premier accord de ce type, signé en 1964 avec l'Espagne prévoyait notamment la construction d'un complexe de traitement des produits de la pêche à Nouadhibou ravitaillé par un armement espagnol.

Au début des années soixante-dix, la flottille artisanale canarienne fournissait plus de soixante-dix mille tonnes de poisson par an aux usines de Nouadhibou (CHERIF, 1975).

Un accord signé en mars 1972 avec les armements privés japonais portait sur trente céphalopodiers congélateurs et une vingtaine de petits chalutiers pour fournir du poisson frais à des ateliers de congélation de Nouadhibou dans lesquels les Japonais avaient pris une participation.

L'arrivée des Japonais marquait le démarrage de la pêcherie céphalopodière centrée sur les stocks de poulpe de Dakhla et du cap Blanc, qui plaçait cette espèce en tête des cibles de la pêche démersale en Atlantique Centre-Est. Ils seront suivis par les pays d'Europe du sud comme l'Espagne.

Cette soudaine prépondérance du poulpe dans ces pêcheries avait eu à l'époque deux explications ; certains, comme l'Espagnol CABRERA, pensaient qu'il s'agissait d'un phénomène de substitution biologique, le poulpe remplaçant les poissons dont les stocks avaient fortement diminué du fait de la surexploitation ; d'autres l'attribuaient au fait que, en raison du prix élevé du poulpe sur le marché japonais, les pêcheurs s'étaient mis à cibler cette espèce, auparavant peu recherchée.

L'accord de 1974 avec l'U.R.S.S. va également révolutionner la pêcherie des petits pélagiques dans laquelle les chalutiers vont progressivement remplacer les senneurs : c'est que les chalutiers valorisaient mieux les captures, dont la plus grande partie va à l'alimentation humaine, alors que les prises des senneurs allaient essentiellement à la farine d'élevage.

Les années soixante-dix furent aussi marquées par d'importants événements de portées nationale, régionale et internationale :

— nationalisation des sociétés françaises exploitant les mines de fer du nord ;
— sortie de la zone franc et création de la monnaie nationale, l'ouguiya ;
— instauration d'une zone économique exclusive (Z.E.E.) de pêche de deux cents milles marins en 1978 ;
— accord de Madrid entre l'Espagne, la Mauritanie, et le Maroc, partageant le Sahara occidental sous occupation espagnole entre la Mauritanie et le Maroc ;
— aggravation du cycle de sécheresse qui avait commencé en 1968 ;
— au niveau international, la crise du pétrole avec la flambée des prix des carburants.

Ces événements vont provoquer des profondes mutations dans le pays :

— exode rural et sédentarisation massive des populations dans des nouvelles métropoles apparues sur le littoral ;
— paralysie de l'exportation du minerai de fer du fait de la guerre qui bloque la voie ferrée qui sert à acheminer les minerais de Zouerate vers le port de Nouadhibou ;
— déficits croissants des finances publiques, et des comptes extérieurs, dus au blocage des exportations, à l'accroissement quantitatif et en valeur des importations, et à la baisse des recettes budgétaires versées par les entreprises minières, etc.

L'objectif déclaré de la « politique des licences », était de préparer le terrain à l'intégration du secteur à l'économie nationale, considérée comme l'objectif ultime.

Cette politique montra vite ses limites, et, après une décennie d'application, aucun des bénéfices attendus n'avait été pleinement atteint :

— les recettes générées étaient insuffisantes pour financer les infrastructures de base nécessaires au développement du secteur ;
— la formation avait touché très peu de nationaux, et le savoir-faire acquis en matière de pêche était négligeable ;
— le niveau de connaissances sur les ressources était insuffisant ;
— les moyens de surveillance étaient restés trop faibles ;
— les usines demeuraient sous-approvisionnées.

Cependant, étant donnée la crise que traversaient les secteurs miniers et agricoles, le secteur de la pêche était devenu, malgré les distorsions qu'il traînait, le principal espoir en matière de recettes publiques, de devises et d'emplois.

LA NOUVELLE POLITIQUE DES PÊCHES (N.P.P. : 1979-1987)

ADOPTÉE en 1979, La nouvelle politique des pêches reposait sur les orientations suivantes :

— renforcement du système national d'aménagement ;
— mauritanisation des captures réalisées dans la Z.E.E. mauritanienne ;
— promotion d'un armement national, notamment de pêche fraîche, en priorité artisanal, pour approvisionner les industries locales ;
— constitution de sociétés mixtes avec des partenaires étrangers.

En application de la nouvelle politique des pêches, l'administration maritime fut érigée en ministère des Pêches et de l'Économie maritime (M.P.E.M.)

La législation conférait le libre accès aux navires mauritaniens, les étrangers devant être affrétés par des entités de droit mauritanien, dans le cadre de contrats standards conçus par le ministère des Pêches.
Les sociétés mixtes étaient constituées entre des entités publiques ou privées étrangères mauritaniennes.

Les privés mauritaniens investirent surtout sur les céphalopodiers congélateurs, alors que l'État orientait les sociétés mixtes vers des investissements intégrant navires et usines à terre.
La flottille céphalopodière nationale connut une croissance rapide, alimentée par la mauritanisation des navires étrangers de seconde main auparavant sous licence, et par les investissements des sociétés mixtes.
Pour renforcer la position des producteurs mauritaniens sur le marché extérieur, assurer le rapatriement des recettes d'exportation, et faciliter le recouvrement des taxes, le Gouvernement créa, en 1984, la Société mauritanienne de commercialisation du poisson, S.M.C.P., établissement public à caractère industriel et commercial (Epic) investi du monopole de la commercialisation des produits débarqués congelés.
Le Centre national des recherches océanographiques et des pêches (C.N.R.O.P.) inaugura sa série de groupes de travail sur les ressources, en novembre 1985, avec la participation de nombreux experts nationaux et étrangers.

Ces groupes de travail sont devenus des références pour tout ce qui touche à l'aménagement des pêches.

La nouvelle politique des pêches eut de profondes répercussions : l'abandon du système de licences provoqua le départ des armements de pêche fraîche qui approvisionnaient les usines de Nouadhibou et de certaines flottilles comme celle du Japon dont les armateurs ne voulaient pas du système d'affrètement ; la plupart des usines vont alors fermer.

En 1986, quatre-vingts pour cent des captures de céphalopodes et de démersaux côtiers étaient réalisées par la flottille nationale, d'importantes capacités de traitement avaient été mises en place et le secteur représentait près de vingt-cinq pour cent des recettes budgétaires et dix pour cent du produit intérieur brut.

Néanmoins, malgré ces progrès, le secteur recelait des faiblesses graves : vétusté de la flottille nationale, sous-utilisation des usines, faible développement de la pêche artisanale, insuffisance des apports à la balance des paiements, faiblesse des moyens de la recherche et de la surveillance, surexploitation des stocks les plus recherchés, etc.

Le Gouvernement dut donc adopter une nouvelle politique d'ajustement du secteur.

LA DÉCLARATION DE POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DU SECTEUR DE LA PÊCHE DE 1987

L'OBJECTIF principal de La Déclaration de politique de développement du secteur de la pêche de 1987 était de :

> *... promouvoir une exploitation rationnelle des ressources halieutiques de la Z.E.E. mauritanienne, permettant d'optimiser la rente économique et la valeur ajoutée nette tirées du secteur, tout en assurant la protection et la préservation des stocks et de l'écosystème marin...*
>
> (Déclaration des politiques de pêche, page 5)

Il y était dit notamment que :

> *... le niveau d'effort de pêche sera programmé et révisé annuellement, en fonction des données fournies par le C.N.R.O.P. sur l'état des ressources et des systèmes d'exploitation...*
>
> (Déclaration des politiques de pêche, page 5)

La déclaration annonçait des décisions importantes :

- comité consultatif sectoriel regroupant l'administration et les privés, chargé de donner au M.P.E.M. son avis sur le niveau de l'effort de pêche et sur sa meilleure utilisation ;
- structure de surveillance sous l'autorité du M.P.E.M. ;
- programmes renforcés de recherche et de gestion de la ressource ;
- refonte de la législation ;
- priorité à la maximisation de la valeur ajoutée nationale et à la pêche artisanale ;
- arrêt des autorisations de pêche aux céphalopodiers étrangers et suppression à terme de celles en cours ;
- pause dans les investissements nationaux en céphalopodiers.

Cette déclaration intervenait dans un contexte macro-économique marqué par la mise en place du premier d'une série de « programmes d'ajustement structurel » inspirés et financés par les institutions de Breton Woods: le programme de redressement économique et financier (Pref, 1985-1988), qui sera suivi du Programme de consolidation et de relance (P.C.R., 1989-1991), puis des « Documents cadres de politique économique » (D.C.P.E., 1991-2001).

Ces programmes d'ajustement structurel visaient les objectifs suivants :

— réduction de la taille du secteur public et amélioration de sa gestion ;
— élimination des distorsions des prix des divers secteurs de l'économie ;
— libéralisation accrue des échanges ;
— promotion de l'épargne intérieure dans les secteurs publics et privés.

Les instruments politiques utilisés dans le cadre de ces programmes d'ajustement structurel étaient les suivants :

— ajustement des taux de change, principalement au moyen d'une dévaluation ;
— politique de taux d'intérêt destinée à encourager l'épargne et une allocation judicieuse des ressources ;
— maîtrise de la masse monétaire et du crédit ;
— politique budgétaire destinée à réduire les dépenses publiques et le financement du déficit ;
— libéralisation des échanges et des régimes de paiement ;
— déréglementation des prix des biens et services et des facteurs de production.

Ces programmes d'ajustement structurel étaient une exigence des bailleurs de fonds.
En application de déclaration de politique de pêche, le premier accord avec l'Union européenne, signé en 1987, excluait les céphalopodiers.

L'allégement de l'effort de pêche céphalopodier permit une amélioration de l'état des stocks et une forte expansion de la pêche artisanale au poulpe avec les filières de pots, dont la production passa de dix-huit à dix-huit mille tonnes entre 1986 et 1993.

Ce développement était tiré par une demande soutenue du marché japonais qui payait des prix très rémunérateurs pour ces produits artisanaux.

Cependant, le vieillissement de la flotte céphalopodière va poser le problème de son renouvellement.

Le pays ayant perdu les facilités de crédit acheteur dans les pays occidentaux en raison d'une accumulation d'arriérés de dettes, c'est la Chine populaire qui offrit le financement grâce auquel les armateurs mauritaniens purent importer, à partir de 1992, des centaines de céphalopodiers ; mais ce renouvellement anarchique et incontrôlé déboucha rapidement sur de nouvelles surcapacités.

Aussi, le stock de poulpe se dégrada, les prises par unité d'effort passant de cent dix-sept kilogrammes par heure en 1993, à vingt-neuf kilogrammes en 1996 (COPACE, 1997).
Face à l'ampleur de la crise et sur insistance des bâilleurs de fonds, le Gouvernement dut adopter une nouvelle politique sectorielle.

LA LETTRE DE POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DU SECTEUR DE LA PÊCHE DE 1995

LA POLITIQUE de développement du secteur de la pêche était censée apporter des correctifs aux dysfonctionnements constatés dans le secteur :

— le surendettement bancaire : la pêche représentait trente-quatre pour cent du passif du système bancaire ;
— la vétusté de toute une partie de la flotte nationale ;
— l'insuffisance des moyens consacrés à la recherche scientifique ;
— la surexploitation des stocks cibles les plus recherchés.

Elle hiérarchisait ainsi les priorités :

— approfondir la connaissance et assurer la préservation et la protection des ressources halieutiques par une gestion et une surveillance rationnelle pour en garantir la pérennité ;
— faire du secteur de la pêche un des moteurs de la croissance du produit intérieur brut, en y maximisant la valeur ajoutée, grâce notamment à la transformation des produits et à la formation professionnelle ;
— maximiser les gains nets en devises ;
— assurer un niveau satisfaisant de recettes fiscales générées par le secteur en tenant compte de la nécessité de maintenir la rentabilité et la compétitivité de celui-ci.

Cependant, malgré le constat de surexploitation fait par le C.N.R.O.P. et repris par la lettre de politique sectorielle de 1995, le Gouvernement signa en 1996 un accord de pêche qui accordait des licences à une cinquantaine de céphalopdiers de l'Union européenne.

Or, de tous les bâilleurs de fonds, l'Union européenne était la plus critique en ce qui concerne la surexploitation des céphalopdes, allant jusqu'à introduire des clauses conditionnant l'utilisation des fonds Stabex par la prise de mesures concrètes de réduction des prises de juvéniles de poulpe.

Après la signature de l'accord, son attitude connut un changement radical : en 1997, l'Union européenne demandait à la Mauritanie de remonter le plafond de captures de juvéniles de poulpe autorisé pour ses bateaux !

La difficultés du secteur vont alors s'amplifier: c'est en 1998 que la S.M.C.P. réalisa le score historique d'exportation le plus bas depuis sa création.

STRATÉGIE D'AMÉNAGEMENT ET DE DÉVELOPPEMENT DU SECTEUR DE LA PÊCHE ET DE L'ÉCONOMIE MARITIME (1998)

POUR faire face à la crise, le Gouvernement adopta cette stratégie qui reprenait en les enrichissant les dispositions de la lettre de 1995 :

— préservation de la ressource ;
— intégration accrue du secteur à l'économie nationale ;
— promotion des produits d'exportation ;
— aménagement intégré du littoral et préservation de l'environnement et de l'écosystème marins.

Elle soulignait la surexploitation du poulpe, donnait la priorité à la valorisation locale des captures avant leur exportation et à la pêche artisanale, et elle annonçait des mesures de réduction de la flottille céphalopodière.
En application de ces dispositions, une pause fut décidée pour les investissements visant l'acquisition de nouveaux céphalopodiers par des nationaux.
Suite à la baisse drastique des captures, des dizaines de céphalopodiers en cours d'acquisition ont été retirés par les fournisseurs chinois, les mauritaniens n'ayant pas pu honorer leurs engagements.

Cette stratégie intervenait dans un contexte macro-économique plus favorable, les principaux indicateurs de l'économie mauritanienne étaient devenus positifs : croissance du produit intérieur brut (+ 3,5 à + 4,5 p. cent), budget et balance de paiements excédentaires, inflation maîtrisée etc.
Admise parmi les nations les plus lourdement endettées, la Mauritanie avait bénéficié d'allégements et de remises importantes de dettes.

Cependant, un des problèmes majeurs auquel fait face le Gouvernement est la pauvreté (supérieure à 50 p. cent de la population), que les mesures d'ajustement de l'économie ont aggravée.
La lutte contre ce fléau est devenue la priorité de la politique macro-économique de développement du pays pour les prochaines années fixée par le « Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté » (C.S.L.P.).

Adopté en janvier 2001, celui-ci a été préparé dans le cadre de l'initiative de réduction de la dette des « pays pauvres très endettés » (P.P.T.E.) à laquelle le pays a été déclaré éligible en mars 1999.

Les principaux objectifs du plan d'action du C.S.L.P. 2001-2004 sont :

— (i) d'assurer un taux moyen annuel de croissance supérieur à six pour cent sur la période ;

— (ii) ramener l'incidence de la pauvreté à moins de trente-neuf pour cent et celle de l'extrême pauvreté à moins de vingt-deux pour cent [1].

Les domaines prioritaires pour le C.S.L.P. 2001-2004 sont au nombre de cinq :

— développement rural ;

— développement urbain des quartiers périphériques des grandes villes et de principales villes secondaires ;

— éducation ;

— santé ;

— hydraulique.

1. — En 1996, le seuil de la pauvreté était de 53 841 UM par tête et par an et celui de l'extrême pauvreté de 40 709 UM.

Dans le domaine de la pêche :

> *... la stratégie est d'optimiser la rente économique tirée du secteur. Dans ce cadre, une attention particulière sera accordée à la gestion rationnelle de ressources halieutiques, dans une perspective de développement durable, avec le renforcement de la surveillance, et l'allocation de l'effort de pêche en fonction des niveaux permissibles définis par le C.N.R.O.P...*
>
> (C.S.L.P. : p. 25)

Les objectifs assignés par le C.S.L.P. pour la pêche sont :

— d'assurer une gestion rationnelle des ressources halieutiques dans une perspective de développement durable ;

— de renforcer l'intégration du secteur à l'économie nationale : encourager la transformation locale des produits et accroître sa contribution à l'économie nationale.

LA SITUATION EN 2002

LE SECTEUR de la pêche a connu des profondes mutations au cours des dernières décennies :

— institution de la Z.E.E. de deux cents milles marins, couvrant ainsi l'essentiel des stocks halieutiques ;

— constitution d'une importante flottille nationale qui permet au pays d'exploiter pleinement les ressources démersales du plateau continental de sa Z.E.E. ;

— un important complexe industriel de traitement a été réalisé à Nouadhibou, la capitale économique, siège du principal port de pêche du pays, et un autre à Nouakchott, la capitale politique ;

— le système d'aménagement des pêcheries a été fortement développé, tant au niveau de la recherche que de la surveillance ;

— les Mauritaniens ont accumulé beaucoup de connaissances et de savoir-faire sur la pêche ;

— d'importantes infrastructures portuaires ont été réalisées.

Cette évolution s'est déroulée dans un contexte national qui lui-même a connu d'importantes mutations.

Étant données les difficultés auxquelles sont confrontés les deux autres secteurs économiques les plus importants du pays, à savoir le secteur rural dont le potentiel de croissance est limité par des contraintes climatiques et les secteurs industriels et miniers, confrontés aux aléas d'un marché international défavorable, le rôle du secteur de la pêche en tant que moteur de l'économie nationale est appelé à croître.

Cependant, malgré les acquis considérables accumulés au cours de la période, le secteur recèle encore des graves faiblesses.

L'essentiel des captures réalisées dans la Z.E.E. demeure le fait des armements étrangers.

Malgré la persistance des surcapacités sur les céphalopodes, le pays continue de donner des licen-

ces de pêche à une importante flottille de céphalopodiers étrangers. On assiste à une baisse continue de la part de l'armement national dans les captures. Aussi, au lieu d'aller vers la réalisation de l'objectif d'intégration du secteur à l'économie nationale, la politique mise en œuvre par le Gouvernement, qui est différente de la politique officielle, risque de ramener le secteur vers la situation qui prévalait au moment de l'arrêt du système des licences en 1979.

CONCLUSION

LES politiques de pêche adoptées par la Mauritanie au cours des dernières décennies ont toujours eu comme objectifs majeurs de réaliser une exploitation rationnelle des ressources halieutiques de manière à :

— assurer une intégration du secteur à l'économie nationale ;

— tout en conservant les stocks à un niveau qui optimise leur productivité.

Malgré des progrès importants, ces objectifs sont loin d'être atteints. L'accord de pêche avec l'Union européenne constitue actuellement l'obstacle principal à l'assainissement de la gestion du secteur et à la mise en œuvre de la politique nationale de pêche. En effet, les pressions exercées par les Européens pour maintenir ou accroître les privilèges acquis par leurs armateurs font obstacle à l'application des mesures d'aménagement, telles que l'ajustement des capacités et certaines mesures technique qui auraient permis d'améliorer l'état des stocks. En réduisant les quantités disponibles pour la flottille nationale, les céphalopodiers de l'Union européenne accroissent l'extraversion du secteur. La pêche mauritanienne souffre encore de distorsions graves qui rappellent sous beaucoup d'aspects les défis auxquels elle était confrontée au début des années soixante-dix : un important complexe industriel sous-utilisé alors qu'une énorme flottille étrangère opère au large et débarque ses captures à l'étranger. On assiste au développement d'un système de licences à peu près similaire à celui appliqué durant les années soixante-dix, qui avait été abandonné après avoir conduit le secteur à l'impasse. La surexploitation du stock de poulpe, cible principale de l'armement national, expose cet armement à des risques sérieux de disparition. Les risques encourus sont d'autant plus importants que les mauritaniens ont investi d'importants capitaux dans le secteur ; la poursuite de cette politique de licences « nouvelle formule » exposerait à des risques réels de régression.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

C.N.R.OP., 1998. — *Évaluation des stocks et des pêcheries mauritaniens*, rapport du quatrième groupe de travail, Nouadhibou (Mauritanie), C.N.R.O.P., 7-13 déc. 1998.

CHABANAUD (P.) & TH. MONOD, 1927. — Les poissons de Port-Étienne, contribution à la faune ichthyologique de la région du cap Blanc (Mauritanie française), *Bull. Com. Étud. hist. scient. Afr. occid. fr.*, 1926, 9 : pp. 225-287.

CHERIF (A.), 1975. — *Contribution à l'étude de la pêche et des industries de la pêche en Mauritanie*, th. doct., médecine vétérinaire, Dakar, École inter-État des sciences et médecines vétérinaires.

Un quart de siècle de gestion des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest : Enseignements & propositions

— Article —

25 Years of Cephalopod Fishery Management in West Africa: Lessons Learnt & Recommendations

— Article —

Pierre FAILLER [1], Cheikh Abdallahi INEJIH [2], Moustapha DEME [3] & † Abdel IDELHAJ [4]

1. — Économiste, chercheur, *Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources, University of Portsmouth* (CEMARE), [Centre d'économie et de gestion des ressources aquatiques]
Locksway Road, Portsmouth, PO4 8JF (Royaume Uni).

2. — Biologiste, directeur du département des ressources vivantes, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P., Centre national de recherche océanographique et des pêches)
[*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

3. — Économiste, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.)
Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra),
[*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye Senegalese Institute for Agricultural Research*]
B.P. 2241, km 10, route de Rufisque Dakar (Sénégal).

4. — Biologiste, Directeur du département des ressources vivantes,
Institut national de recherche halieutique [*National Institute of Fisheries Research*],
2, Rue de Tiznit, Casablanca (Maroc).

RÉSUMÉ

LA GESTION des pêcheries céphalopodières en Afrique de l'Ouest s'est faite de manière mécanique depuis la création des zones économiques exclusives, en 1977, au Maroc, et, en 1978, au Sénégal et en Mauritanie. Les résultats obtenus au cours de ces vingt-cinq années sont pour ces trois pays peu satisfaisants du point de vue économique, social ou écologique. Le poulpe, fort tributaire des conditions de l'upwelling côtier, ne peut être géré qu'en tenant compte des facteurs écologiques. De plus, sa gestion doit être participative afin d'être efficiente.

Mots clés

Afrique de l'Ouest — Céphalopodes — Gestion — Pêche
Écologie — Historique

ABSTRACT

THE management of cephalopod fisheries in West Africa has been done in a mechanical way since creation of exclusive economic zones in 1977 by Morocco, and 1978 for Mauritania and Senegal. The results obtained during these 25 years are not very satisfactory from the economic, social and ecological points of view, for all three countries. The octopus, strongly dependent on coastal upwelling conditions, can be managed only by taking account of ecological factors. Moreover, its management must be participative in order to be efficient.

Key words

West Africa — Cephalopods — Management — Fishery
Ecology — History

INTRODUCTION

LES pêcheries de poulpe en Afrique de l'Ouest sont d'une importance majeure dans la constitution des résultats économiques des secteurs halieutiques nationaux et, dans une certaine mesure, des économies nationales. Leur émergence à la fin des années soixante-dix, en Mauritanie et au Maroc, et plus récemment, au Sénégal, au milieu des années quatre-vingt, a très vite bouleversé l'organisation des pêcheries démersales de ces trois pays de l'Afrique de l'Ouest, au point d'en devenir la pêcherie d'excellence [1] ; les exportations de poulpe, initialement limitées à un seul marché, le Japon, se sont peu à peu orientées vers le marché européen, moins exigeant sur la qualité et sur les tailles commerciales.

Face aux intérêts financiers en jeu [2], de nombreuses stratégies ont été déployées par les pêcheurs et les gouvernements, afin de tirer profit de cette opportunité économique. Si, dans un premier temps (décennie 1970), armateurs et gouvernements avançaient de concert en mettant sur pieds une flotte nationale afin de répondre à la demande du Japon, dans un deuxième temps (décennie 1980), les banqueroutes des armateurs et la pénurie de la ressource ont engagé les gouvernements à la rationalisation de la capacité de pêche tandis que les armateurs développaient un comportement opportuniste [3]. Pourtant, dans un troisième temps (décennie 1990), tant les acteurs publics que privés ont pris la mesure des échecs de politiques publiques aveugles [4] et de comportements privés de type « cavalier seul ». Aussi, de nouvelles idées articulées autour de possibles partenariats public-privé émergent des discussions qu'alimentent les plates-formes d'échange entre les utilisateurs de la ressource et les gestionnaires. Les déboires passés et le risque d'une catastrophe sont à ce titre davantage le ferment des velléités de coalition public-privé que tout autre souhait international issu du Code de conduite pour une pêche responsable. Toutefois, et par-delà les volontés de rapprochements évoquées, le modèle de gestion n'est pas remis en cause : tous, armateurs, pêcheurs et gestionnaires s'en prennent au mode de gestion mais pas à son applicabilité. Ainsi, pour certains, ce sont les défaillances du système de production lors de l'application des mesures qui sont au cœur de la problématique (qui nécessitent dès lors de nouvelles mesures correctrices), pour d'autres, c'est l'inadaptation du modèle au contexte (le modèle est bon en soi mais réclame des mesures d'accompagnement). Pour d'autres encore, ce sont les manques d'articulation entres les institutions, qu'ils qualifient de dysfonctionnement institutionnel (lorsque ce n'est pas de faillite institutionnelle) qui sont à la source des difficultés d'application des modèles de gestion. Dans ce dernier cas, sont mis en avant les problèmes d'information, d'exploitation des résultats de la recherche, de communication et d'allocation de mandats qui conduisent à la sous-optimalisation des résultats économiques (la rente halieutique des modèles bio-économiques de type Gordon-Shaeffer). En d'autres termes, le modèle est bon, c'est le contexte dans lequel il s'insère qui doit être changé pour répondre aux conditionnalités d'application de celui-ci !

Au cours des vingt-cinq dernières années, différentes mesures de gestion ont vu le jour, du gel des

1. — À un degré moindre pour le Sénégal.

2. — Ce sont en 2000 quelque quatre cents millions de dollars (USD) de recettes d'exportation pour le Maroc, cent millions pour la Mauritanie et vingt millions pour le Sénégal.

3. — Consistant principalement, au Maroc et en Mauritanie à investir dans les unités de pêche artisanale ou côtière, non soumises à des restrictions de pratiques.

4. — D'autant plus aveugles qu'elles n'étaient que les copies de politiques occidentales mises en place en Europe et aux États-Unis d'Amérique. Le rôle des consultants internationaux n'a pas été neutre dans la configuration des appareils de gestion des pays en développement avec un calque occidental. Comme l'a récemment souligné J. KURIEN (2002), l'application des méthodes du Nord au contexte du Sud sans aucune connaissance préalable des fonctionnements économiques et sociétaux des sociétés de pêcheurs n'a pas été remplie de succès ! R. HANNESSON (cité *in* KURIEN, 2002) exprime de sérieux doutes quant à la possibilité d'appliquer la méthode de gestion par les quotas individuels transférables (Q.I.T.) aux pays du Sud. Surprenant, de la part d'un partisan des Q.I.T. !

investissements au repos biologique en passant par les licences de pêche pour la pêche artisanale. Mais, le constat actuel est que toutes ces mesures n'ont jamais réussi à endiguer la chute importante des prises par unité d'effort : cent dix-sept kilogrammes par heure de pêche en 1992 à seulement vingt-neuf kilogrammes en 1996 pour le même chalutier mauritanien (LAMBOEUF, 1997). Alors de deux choses l'une : soit les mesures sont inappropriées et auquel cas il faut en repenser les fondements ; soit la gestion des céphalopodes ne peut se faire selon une approche mécanique qui consiste à gérer le stock et l'effort de pêche de l'année n+1 à partir de ce qui se passe aux années n-1, n-2 [1], etc. Il s'agit donc d'une double remise en cause, à la fois du modèle mécanique utilisé jusqu'à présent et des bases de la logique de la gestion (peu importe le modèle) qui pose la question de l'aménagement des pêcheries de céphalopodes faisant fi des variations des conditions écologiques du milieu).

Cette contribution présente vingt-cinq ans de gestion de pêche en Afrique de l'Ouest dans un environnement politique, économique et écologique changeant. Dans une première partie, est présenté un bref historique du développement des pêcheries céphalopodières en Afrique de l'Ouest. Les contextes actuels, tant nationaux qu'internationaux, dans lesquels évoluent aujourd'hui les pêcheries céphalopodières font l'objet de la deuxième partie afin de souligner l'impossible séparation du monde des pêches de celui de l'économie nationale des pays de l'Afrique de l'Ouest. La question de la durabilité de la pêcherie de céphalopodes, tant prônée dans toutes les enceintes de décisions, est traitée dans la troisième partie. Le repos biologique, figure emblématique de la gestion des pêcheries céphalopodières en Afrique de l'Ouest, est examiné sous l'angle de son intérêt et de ses performances dans la quatrième partie. Enfin, l'intérêt d'une gestion des pêcheries de céphalopodes à partir d'indicateurs écologiques pertinents constitue la cinquième partie sous la forme d'une amorce de réflexion pour un changement de paradigme. Le fil conducteur du présent article est l'évolution graduelle des modes de pensée autour de la question de la gestion. Les décideurs et entrepreneurs découvrent peu à peu la complexité d'une construction jusqu'alors livrée prête à l'emploi et estampillée simple d'application.

1 — Les données de l'année n'étant pas disponible avant n+1.

BREF HISTORIQUE DE DÉVELOPPEMENT

LA GESTION des pêches des pays de l'Afrique de l'Ouest prend véritablement forme avec le changement du droit de la mer et l'extension des juridictions nationales dont la convention de l'O.N.U. sur le droit de la mer (UNCLOS) a posé les derniers jalons en 1982.

Les ressources halieutiques situées jusqu'à deux cents milles de la côte, vont progressivement changer de statut, passant du régime de libre accès à celui de propriété de l'État côtier.

Ce droit souverain sur les ressources halieutiques dans la zone économique exclusive est assorti de l'obligation d'assurer une gestion rationnelle de ces ressources et le contrôle de mesures prises à cet effet [2].

Le Maroc a mis en place sa zone économique exclusive en 1977 ; la Mauritanie, en 1978 ; le Sénégal, en 1978.

2 — Chaque État côtier doit disposer des évaluations préalables des ressources de sa Z.E.E. et de sa propre capacité de captures. Le reliquat éventuel doit être mis à la disposition des pays tiers et ce dans des conditions qui restent à l'entière discrétion de l'État riverain.

Cette modification du droit de la mer va engendrer un changement sans précédent : les pays côtiers disposent dorénavant d'une richesse dont les droits d'exploitation leur sont alloués ; les pays développés doivent consécutivement adopter de nouvelles stratégies d'accès.

Parallèlement à l'application du nouveau droit de la mer, les politiques de développement des pays de l'Afrique commencent à accorder de l'importance à l'exploitation des ressources de la mer à partir de structures de production nationales. À ce titre, la pêche au poulpe a constitué le fer de lance du développement de la pêche en Mauritanie et, à un degré moindre, au Maroc (du fait de l'importance de la pêche à la sardine), marquant fortement l'organisation de l'ensemble du secteur de la pêche. Le rôle de l'État dans l'instauration d'une pêcherie nationale dans les deux pays est central : rapatriement des navires nationaux dans les ports nationaux (au lieu de Las Palmas), obligation de débarquement, mesures incitatives d'investissement, etc. Quelques années seulement ont suffi pour que les capacités de pêche et de transformation marocaines et mauritaniennes soient surdimensionées au regard de celles des ressources. Ainsi, avant même la fin de la décennie 1980, le gouvernement marocain tentait de juguler l'excroissance du secteur en gelant les investissements. Il faudra attendre une décennie de plus pour que son homologue mauritanien prenne la même décision au regard des déboires des navires glaciers d'origine chinoise et de l'allocation de droits de pêche aux navires européens à la fin de l'année 1995.

Pour les gouvernements respectifs du Maroc et de la Mauritanie, le développement des flottes nationales a correspondu, en sus de la nationalisation revendicative d'une exploitation de ressources sous propre juridiction, à la réalisation d'un dessein financier, en l'occurrence la captation d'une rente halieutique importante dans un contexte international de chute des prix des produits agricoles et minéraliers. Selon les schémas productivistes classiques de l'époque (période 1970-1980), la préférence dans la promotion étatique d'une flotte et d'infrastructures de conditionnement nationales a été accordée au développement d'une flotte moderne, qui ne pouvait être, dans l'idée des développeurs, qu'industrielle. À l'opposé, le Sénégal, disposant déjà d'une armada artisanale, a considéré la pêche aux céphalopodes et plus particulièrement au poulpe comme une opportunité à saisir. Cette opportunité a très vite pris place dans le calendrier de pêche et s'est inscrite, à la fin des années quatre-vingt, au titre d'une diversification des activités des pêcheurs, notamment pendant la morte saison, entraînant peu d'effets majeurs en termes de réorganisation ou d'adaptation des systèmes de production et de gestion [1]. Toutefois, les plus-values réalisées ont conduit, au tournant des années quatre-vingt-dix, à une prolifération des usines de conditionnement des produits de la mer.

Le mirage expansionniste et nationaliste des pêches ayant pris fin, le Maroc et la Mauritanie se sont attachés à mettre de l'ordre dans leur pêcherie respective. À coup de mesures de limitation de l'effort de pêche tous azimuts allant du maillage, au zonage, en passant par le repos biologique, le gel des investissements, les licences, etc., chacun a tenté d'endiguer le flot des céphalopodiers chaque jour plus nombreux. Toutes les mesures mises en place par le Maroc et la Mauritanie ont toutefois été mises en échec par des réactions adaptatives des pêcheurs et armateurs nationaux [2]. Ainsi, le gel des investissements au Maroc a été suivi d'un vaste développement de la pêche artisanale dans la région de Dakhla, et, aux tentatives de contrôle des activités de cette dernière (zones et engins), un essor sans précédent de la pêche côtière, jusqu'alors épargnée de toute mesure de contrôle relative à la capture de céphalopodes. Le caractère opportuniste des acteurs présents dans la pêcherie au moment de l'application de nouvelles mesures de contrôle de l'accès ou de ceux qui se situaient à la périphérie (essentiellement commerce) a été suffisamment

1 — À noter toutefois, comme le montre K. DAHOU & M. DEME (2001), que la pêche au poulpe a contribué à l'extraversion du secteur des pêches du Sénégal (de la même manière que la pêche des espèces démersales nobles destinées au marché d'exportation) en raison de la faiblesse relative des investissements et de la forte rentabilité des unités de production comparativement aux unités traditionnelles ciblant les petits pélagiques et les espèces destinées à la consommation locale.

2 — Sans pour autant éviter les banqueroutes de nombreux armateurs.

prononcé pour mettre en échec les tentatives de correction élaborées par l'État. Aussi les mesures de gestion de l'accès des pêcheries de céphalopodes ont-elles été, dans tous les cas de figure, des formes réactives entraînant de nouveaux mouvements adaptatifs intrinsèques et extrinsèques au secteur des pêches mais qui, de toute façon, ont engendré une réorganisation du système de production et des conditions d'accès à la ressource.

Il faut donc comprendre l'histoire des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest comme un projet de développement s'inscrivant dans la modernité [1]. Si le Sénégal échappe à ce schème de développement c'est bien parce que de nombreuses expériences de promotion de la pêche industrielle ont avorté et que la pêche artisanale s'est révélée suffisamment lucrative et bénéfique à l'économie nationale. À retenir toutefois que le développement dans les trois pays des pêcheries artisanales de céphalopodes s'est fait en marge ou sans le soutien des pouvoirs publics nationaux qui ne leur accordaient, jusqu'à tout récemment, qu'une oreille distraite. Plusieurs explications peuvent être avancées. Tout d'abord, la pêche artisanale, c'est la preuve de l'échec du développement en cela que l'on est resté à une phase jugée archaïque par les développeurs [2]. Ensuite, le prestige d'une administration se mesure à l'aune des résultats économiques du secteur qu'elle gère. Deux raisons suffisantes pour expliquer l'intérêt tardif manifesté à la pêche artisanale (par-delà les malversations possibles du fait de la proximité entre armateur et gouvernement).

1 — Au sens du triomphe de la technique sur la nature.

2 — Car pas d'accumulation du surplus pour passer à une nouvelle étape de développement qui est la pêche côtière ou semi-industrielle avant de passer à la phase ultime qui est la pêche industrielle.

CONTEXTES INTERNATIONAL ET NATIONAUX

LA LIBÉRALISATION croissante des économies des pays en développement devait aboutir à une amélioration significative à la fois de la productivité intérieure mais aussi de la compétitivité du pays sur les places marchandes internationales (NAVIE *et al.*, 1998). La mise en application de ce modèle de développement économique s'est traduite par l'élaboration de programmes d'ajustements structurels à la fin des années soixante-dix. Articulés pour l'essentiel autour d'une dérégulation économique croissante et d'un retrait prononcé de l'État des activités économiques et sociales, d'importants changements étaient inscrits aux agendas des gouvernements [3]. Toutefois, la mise en place massive de tels programmes d'ajustements s'est traduite par un déclin ou au mieux une stagnation des économies des pays en développement (SINGH & WAHMALI, 1998). Plus précisément, les programmes ont fragilisé les pans de l'économie orientés vers la production de biens à destination du marché intérieur. En revanche, les secteurs productifs tournés vers la satisfaction de la demande mondiale de biens primaires ont tiré parti de tels programmes (les produits forestiers, agricoles et halieutiques en particulier). En outre, les effets des programmes d'ajustements structurels sur le milieu naturel et les ressources naturel-

3 — Notamment :
— une diminution importante des barrières douanières qui protègent l'économie nationale de la concurrence internationale ;
— une élimination progressive des subventions et du contrôle des prix considérés comme contribuant à une distorsion des prix internes d'un certain nombre de biens et services ;
— une restructuration du système financier en insistant sur l'abolition du contrôle des changes et des mouvements de capitaux ;
— une privatisation des firmes détenues par l'État ;
— l'élimination du contrôle des investissements étrangers sur le territoire national ;
— la réduction du rôle de l'État, tant en ce qui concerne le fonctionnement de l'économie que de celui de la prise en charge de services sociaux.

les exploitables n'ont pas été neutres (KAIMOWITZ *et al.*, 1999 ; KESSLER & VAN DORP, 1998 ; MURADIAN & MARTINEZ ALIER, 2001). Ils ont été d'autant plus néfastes en Afrique que les exportations sont principalement composées de matières premières brutes, au contraire de l'Asie qui exporte principalement des produits manufacturés. Deux raisons à cela. La première parce que l'objectif des gouvernements est de maintenir la croissance du produit national brut à un niveau soutenu afin de satisfaire aux conditionnalités des institutions internationales de crédit. Ce faisant, ce sont les ressources naturelles, dont celles de la mer, qui font l'objet d'une exploitation soutenue, sans que leur conservation ne soit prise en considération [1] (FAILLER, 2001). La deuxième parce que l'exploitation des ressources naturelles à tout va, sans prendre en compte la santé des écosystèmes, ne peut, à terme, que conduire à une impasse.

Dans l'étau de l'ajustement structurel « nouvelle formule », qui tente de concilier le développement économique et les impératifs de réduction de la pauvreté, les secteurs des pêches en Afrique de l'Ouest font l'objet de maintes convoitises : recettes publiques (impôts, taxes à l'exportation, licences), emploi, devises fortes, secteur refuge, sécurité alimentaire, etc. L'obligation de résultats financiers immédiats dévolue aujourd'hui à ces pans de l'économie et en particulier aux segments qui ciblent les marchés d'exportation, invite tout naturellement les gouvernements à mettre l'accent sur leur développement plutôt qu'à chercher à rationaliser l'usage de leurs ressources halieutiques. La poursuite des accords de pêche avec l'Union européenne, en dépit des avis scientifiques négatifs, montre bien toute l'importance de l'économique et surtout du financier au mépris de l'écologique. Sur le plan pratique, cela se traduit notamment par un support plus ou moins fort aux exportations [2] en concomitance de l'application de mesures de limitation de l'accès aux ressources. Cela pose un problème de cohérence globale des politiques publiques nationales. Il ne se poserait pas si les mesures de support à l'exportation étaient destinées à améliorer la qualité ou à conférer une valeur ajoutée supplémentaire aux produits exportés. Mais les exportations se faisant à l'état brut, le jeu croisé des politiques publiques [3] (favoriser les exportations en l'état et diminuer l'effort de pêche) conduit à maintenir sinon augmenter la pression sur les systèmes écologiques. En résumé, le ministère de l'Économie veut toujours plus d'exploitation et d'exportation afin d'augmenter les recettes publiques pendant que le ministère des Pêches tente de juguler l'épidémie productiviste qui s'étend le long de ses côtes.

Sur un autre registre, mais tout aussi conséquent pour les économies nationales, se trouve le rôle central du Japon dans l'importation des céphalopodes et plus particulièrement du poulpe. Ainsi, pour une production mondiale qui gravite autour de trois cent mille tonnes au cours de la dernière décennie (fig. 1), le Japon en importe quelque cent mille tonnes en provenance pour l'essentiel du Maroc et de la Mauritanie (tabl. I). La dépendance très forte des pays de l'Afrique de l'Ouest vis-à-vis du Japon, quelque peu diminuée ces dernières années du fait de l'ouverture du marché européen [4], ne peut faire oublier la fragilité d'une telle situation de monopsone. Alors, si de nombreux espoirs sont formulés à l'endroit des secteurs des pêches des

1 — Pour preuve le document relatif au nouveau programme de facilité pour la réduction de la pauvreté et la croissance (F.R.P.C.) du Sénégal avec le Fonds monétaire international où la conservation des ressources est à peine mentionnée. Cette nouvelle facilité a pour objectif de soutenir les programmes destinés à renforcer de manière substantielle et continue la position de la balance des paiements et de contribuer à une croissance durable, qui conduise à des niveaux de vie plus élevés et à une réduction de la pauvreté. Si le titre de la facilité met au premier plan la pauvreté, elle apparaît comme une pièce rapportée à l'annonce des objectifs.

2 — Voir DAHOU & DÈME (2001) pour une analyse détaillée des mesures de support aux exportations de poisson au Sénégal.

3 — À noter également les inconsistances des politiques de développement du secteur des pêches dans chaque pays avec les politiques nationales de développement : les accords de pêche entrent en contradiction avec les objectifs sectoriels de création de richesse nationale, d'emploi, d'approvisionnement des marchés nationaux et de conservation de la ressource (FAILLER & LECRIVAIN, 2002).

4 — La Mauritanie exporte aujourd'hui vingt-cinq pour cent de sa production vers le Japon contre soixante-quinze pour cent en moyenne au cours de la période 1987-1994.

pays de l'Afrique de l'Ouest, il convient d'être plus que prudent, notamment lorsque le Maroc affiche, dans sa nouvelle politique des pêches, vouloir dépasser le million de tonnes de production annuelle (au lieu de 700 000 t) dont cent mille tonnes de céphalopodes ; ou encore lorsque la Mauritanie, tout comme le Sénégal, considère la pêche comme un secteur à fort potentiel, malgré les signes de faiblesse de la ressource, et continue à encourager son développement par l'ajout de nouvelles infrastructures à terre. Ainsi, les trois pays se trouvent encore dans l'ère productiviste qui a pu caractériser les plans de développement sectoriel [1] des années soixante-dix et quatre-vingt avec toutefois des écosystèmes affaiblis et amputés de quelques éléments naturels importants [2].

1 — Voir BREUIL & FAILLER (2003) pour une présentation détaillée des modes de planification sectorielle en Afrique de l'Ouest.

2 — Voir les communications des biologistes.

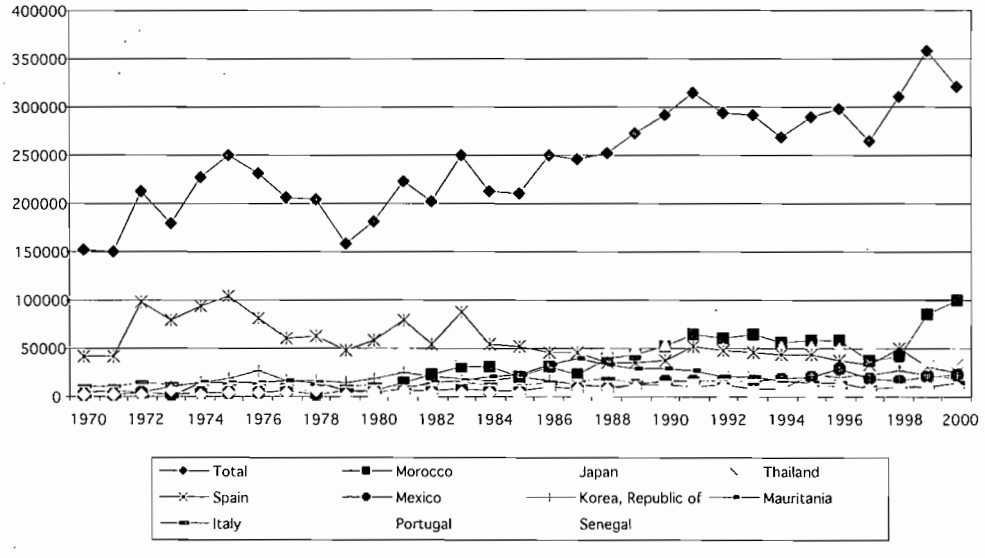


FIG. 1. — *Débarquements mondiaux de poulpe.*

World landings of octopus.

TABLEAU I

Principales origines et volumes des importations (tonnes) de poulpe au Japon
Source : F.A.O.

Main origins and quantities of octopus imports (t) in Japan

PAYS	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Maroc	47 870	55 252	41 600	49 125	44 259	33 685	36 213	52 767
Espagne	30 826	36 428	26 018	14 395	12 038	9 487	7 870	7 487
Mauritanie	32 174	30 883	26 052	25 921	22 976	20 992	18 612	24 784
Autres	11 900	8 558	12 104	8 457	17 206	14 892	14 592	18 210
Total	122 770	131 121	105 774	97 898	96 479	79 056	77 287	103 248

La prégnance de plus en plus forte des marchés internationaux sur les systèmes de production nationaux conjuguée aux assignations d'objectifs multiples de la part des gouvernements et instances internationales font qu'aujourd'hui les pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest ne peuvent être isolées à la fois du contexte international et du contexte national dans lequel elles jouent un rôle

grandissant face aux secteurs agricoles, miniers et forestiers agonisants pour la majorité d'entre eux. Dès lors, si l'on peut dire que la pêche au poulpe s'est développée selon des schémas relativement identiques en Mauritanie et au Maroc, les spécificités nationales, pas seulement économiques mais surtout sociales et culturelles ont contribué à leur donner des visages différents.

Au Maroc, la pêche aux céphalopodes, amorcée par les navires industriels, a subi au cours de la dernière décennie des changements importants avec l'entrée massive et non pressentie de pêcheurs artisanaux et côtiers qui réalisent aujourd'hui cinquante pour cent des cent cinq mille tonnes de prises totales, contre seulement quinze pour cent en 1994 (tabl. II).

TABLEAU II

Répartition des captures de poulpe (tonnes) au Maroc par segment de flotte
Source : I.N.R.H.

Distribution of octopus catches(t) in Morocco by segment of fleet

ANNÉE	CONGÉLATEURS MAROC	CONGÉLATEURS EUROPÉENS	PÊCHE ARTISANALE	PÊCHE CÔTIÈRE	TOTAL
1994	51 759	26 766	4 500	4 229	87 255
1995	52 812	14 474	8 000	3 190	78 477
1996	34 831	17 773	12 000	3 000	67 605
1997	25 900	10 764	13 000	2 500	52 164
1998	41 170	12 350	15 000	3 000	71 521
1999	52 881	15 000	27 000	4 000	98 881
2000	53 000	-	45 000	7 000	105 000

Ainsi, dans une pêcherie jugée en crise ces dernières années (*Cf.* le cercle surligné rouge, fig. 2), ont émergé des formes de production distinctes et complémentaires de celles déjà existantes.

L'explication de ce développement spectaculaire de la pêche artisanale se trouve tout d'abord dans le faible niveau d'investissement requis pour la mise en place de nouvelles unités de production de ce type, la faiblesse des coûts de production (proximité des zones de pêches), l'abondance d'une main d'œuvre à bas prix alimentée par des réseaux migratoires ainsi que la conformité des infrastructures à terre aux normes internationales de qualité (donc aptes à favoriser sans investissement supplémentaire l'accès aux marchés japonais et européens déjà fonctionnel).

Enfin l'existence d'une organisation sociale entièrement construite autour de cette activité complète cet ensemble de facteurs stimulant l'émergence d'une nouvelle composante dans la pêcherie. La non-reconduction des accords de pêche en 1999 avec l'Union européenne a sans aucun doute aidé le secteur à se reprendre en main ; mais pas, comme l'affichent les politiciens, en permettant aux nationaux de capturer ce que les navires communautaires pêchaient auparavant.

La relance de la production nationale est redevable au coup de pouce écologique bien plus qu'à n'importe quelle décision politique. L'upwelling le long des côtes du Maroc, qui suit un cycle d'une dizaine d'années, a été particulièrement de qualité les années 1999, 2000 et 2001, faisant remonter en flèche la production de poulpe ces mêmes années [1]. La preuve que la bonne tenue des résultats économiques repose sur le bon vouloir de la nature et non sur les desiderata des armateurs et des administratifs est que l'année 2002 a été très mauvaise, peu de poulpes, bien que toutes les conditions économiques étaient réunies pour dépasser le seuil des cent mille tonnes. L'upwelling n'était tout simplement pas au rendez-vous.

1 — Étant entendu l'étroite relation entre la qualité de l'upwelling et le développement du stock de céphalopodes (ainsi qu'une durée de vie de un an). Voir l'ouvrage de CAVERIVIÈRE, THIAM & JOUFFRE (2002) pour de plus amples explications.

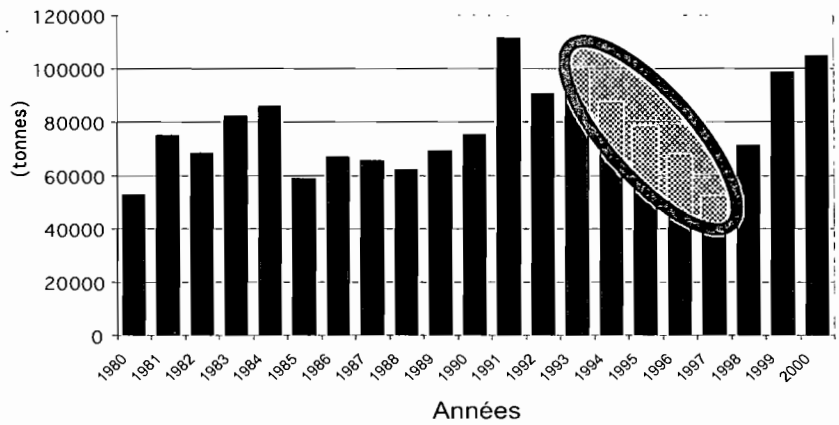


FIG. 2. — *Évolution des captures de poulpe au Maroc.*
Trend of Octopus catches in Morocco.

Tout comme le Maroc, la Mauritanie a arrêté de se bercer au rythme de la pêche industrielle nationale. Si la composante industrielle, sous la forme de glaciers et de congélateurs, réalise toujours les trois quarts de la production nationale, depuis octobre 1995 elle doit non seulement partager les stocks de poulpes avec la flotte européenne mais aussi avec une flotte artisanale en croissance soutenue au cours de la dernière décennie. Pour une flotte industrielle déjà moribonde, une telle obligation de fait risque fortement de compromettre son avenir.

TABLEAU III
Évolution des captures de poulpe (tonnes) de la Mauritanie (flottes nationales et étrangère)
Source : IMROP et S.M.C.P. pour données pêche artisanale 1999-2001.
Evolution of octopus catches (t) of Mauritania (national and foreign fleets)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Céphalopodiers européens	-	-	-	-	401	3 157	3 160	4 882	7 800	11 928	8 889
Céphalopodiers nationaux	15 475	28 540	22 333	17 762	20 764	15 031	10 415	8 010	10 251	11 253	10 869
Pêche artisanale	4 621	8 267	7 598	5 794	2 990	2 472	1 635	2 671	2 606	3 492	4 117
Autres	6 889	4 611	5 992	2 677	155	221	52	81	3	-	5
TOTAL	26 985	41 418	35 923	26 233	24 310	20 881	15 262	15 644	20 660	26 673	23 880

Mais ce qui marque sans doute le plus le paysage mauritanien c'est la Société mauritanienne de commercialisation du poisson (S.M.C.P.) qui se charge toujours de la commercialisation de la majeure partie du poulpe exporté.

Et cela malgré l'initiative de la Banque mondiale de libéraliser le commerce des produits de la mer en Mauritanie en organisant le retrait de l'État de la structure d'exportation. La privatisation partielle de la S.M.C.P. et la mise en place depuis 1995 de mesures de contrôle de l'accès sous forme d'une redevance a marqué en soi la fin d'un système unique de gestion par le contrôle des exportations via un organisme de commercialisation ; mais libéraliser n'équivaut pas toujours à améliorer, car en dépit de ces mesures néo-libérales, la Mauritanie a subi les mêmes diminutions des rendements par unité d'effort que le Maroc au cours de la décennie passée.

L'émergence d'un secteur artisanal spécialisé sur la capture des céphalopodes et le développement d'activités au sud du pays autour de Nouakchott et entre Nouakchott et Nouadhibou, sous forme de camps de pêche, relève des mêmes facteurs que ceux décrits dans le contexte marocain, tant d'un point de vue économique que de l'accès aux ressources et aux marchés. Ainsi l'émergence et le développement de la pêche artisanale correspondent à celui des structures de conditionnement à terre. De quelque pour cent en 1985, la part du congelé à terre est passée à plus de cinquante pour cent en 2001 (S.M.C.P., 2001) du fait des débarquements des piroguiers et des glaciers. Le développement de la pêche artisanale et côtière semble ainsi entraîner dans son sillage celui des infrastructures de transformation et de commercialisation à terre. Mais les deux modes de production doivent toutefois être considérés séparément en matière d'option de développement. Un différentiel de prix important existe entre la production qui provient des glaciers et celles des artisanaux : plus de mille dollars (USD) la tonne [1] qui s'explique par la meilleure qualité [2] des débarquements des poulpes capturés par les pots. Le facteur qualité qui transparaît dans les prix au débarquement montre bien à quel point une politique publique fondée sur l'amélioration de la qualité et non sur l'augmentation quantitative de la production est payante. Un simple calcul permet de prendre la mesure de ces propos : dix mille tonnes à mille dollars (USD) la tonne représentent dix millions de dollars de manque à gagner du fait de l'usage de moyens de production de masse et peu sélectifs [3].

Les accords de pêche avec l'Union européenne qui autorisent depuis octobre 1995 la pêche aux céphalopodes, jusqu'alors prérogative nationale, contribuent peu à la création de valeur ajoutée sectorielle ; mais, comme on a pu le mentionner plus haut, les accords de pêche sont partie intégrante d'une politique nationale de développement et se situent dès lors hors du champ d'action *stricto sensu* de la seule politique des pêches du pays. Le positionnement des accords de pêche hors du secteur de la pêche est aussi le lot du Sénégal malgré les tentatives d'établir quelques articulations entre la contrepartie financière et le développement ou l'aménagement des pêcheries nationales.

Plus spécifiquement, les céphalopodes, et surtout le poulpe au Sénégal, sont considérés par les pêcheurs artisanaux comme une ressource éphémère, à l'instar du baliste quelques années auparavant ou comme le *yet* (gastéropode), les ailerons de requin et la raie aujourd'hui. La majorité des pêcheurs se sont donc contentés à partir de 1986 de saisir cette opportunité qui, intervenant pendant la morte-saison, ne modifie que très peu leur calendrier de pêche. Ajoutée à la panoplie de métiers déjà existants, cette nouvelle activité de capture a quand même suscité un intérêt particulier en raison des prix de vente nettement supérieurs à ceux du poisson, même d'exportation. Si peu de changements notables ont été observés à l'échelon de la production, les secteurs de la transformation et de la commercialisation ont été, en revanche, affectés par l'émergence de cette nouvelle filière considérée à part de celle du poisson. Faisant intervenir de nouveaux acteurs au comportement affairiste, la filière du poulpe s'est pendant plusieurs années développée en marge des filières traditionnelles avant de fusionner à partir du milieu des années quatre-vingt-dix en raison de la pénurie de poulpe. D'une manière plus générale, le développement de la pêche au poulpe au Sénégal a contribué à l'extraversion du secteur des pêches. À telle enseigne que l'approvisionnement des marchés nationaux est aujourd'hui dépendant de celui des exportations : tout ce qui est de forte valeur commerciale et de bonne qualité est exporté, le reste se retrouve sur les étals nationaux.

Les stratégies de développement mises en place par les acteurs privés et publics en Afrique de l'Ouest en réponse à l'opportunité qu'a pu constituer le poulpe à un moment ou un autre ont tour à tour porté sur les moyens de production, les structures de conditionnement et enfin les mécanismes d'exportation pour la commercialisation. Les limi-

1 — Prix moyen pondéré de 2 328 dollars (USD) la tonne pour les glaciers contre 3 602 dollars (USD) la tonne pour les pots.

2 — Il existe un effet taille qui joue également en défaveur des glaciers puisqu'ils capturent d'avantage d'individus de petite taille que ne le font les artisanaux.

3 — À cela on pourrait ajouter le fait que les coûts de production à la tonne des glaciers sont largement supérieurs à ceux des artisanaux.

tations de l'accès appliquées depuis la fin des années quatre-vingt n'ont pas endigué le flot d'investissements déversé dans le secteur de la pêche et permis un ajustement de la capacité de pêche aux conditions changeantes de la ressource. Cela pose directement la question de la durabilité de la pêcherie de céphalopodes en Afrique de l'Ouest.

LA QUESTION DE LA DURABILITÉ DE LA PÊCHERIE DE POULPE

LA NOTION de développement durable [1] est apparue en 1987 avec la Commission mondiale sur l'environnement et le développement [2] (W.C.-E.D., 1987). Derrière cette notion se profilait en fait un changement radical de la façon de penser le développement. Articulée autour de la relation entre l'homme et la nature, cette notion mettait à jour l'impossibilité de séparer le développement économique des considérations environnementales, et montrait clairement que jusqu'à présent le développement économique ne faisait que dégrader l'environnement (avec, comme conséquence majeure, l'augmentation de la pauvreté). En filigrane se dessinaient ainsi les liens étroits entre la qualité de l'environnement et les potentialités à long terme de développement. Entraient également en lice, les notions de justice distributive et d'équité sociale rendant compte de la répartition des fruits du développement économique et de la participation des populations défavorisées à la vie sociale et politique ainsi qu'au processus de croissance.

Le concept de durabilité s'appuie donc sur trois piliers qui sont le développement économique, l'équité sociale et la préservation de la nature. Il s'agit donc de proposer une forme nouvelle de développement qui concilie à la fois la croissance économique, la juste répartition des fruits de cette croissance et cela dans un cadre respectueux de l'environnement. Le prélèvement des ressources ne devant pas, dans un tel contexte, conduire à une perte de la biodiversité qualitative et quantitative.

L'apparition du poulpe dans les eaux de l'Afrique de l'Ouest est souvent imputée à la disparition des Sparidés à cause d'une pêche abusive. Le propos n'est pas ici de présenter quelque thèse sur la substitution possible ou non entre les Sparidés et les poulpes. Tout au plus on peut prendre note de l'évolution inverse des captures de Sparidés et de poulpes par les navires japonais pêchant dans les eaux de la Mauritanie au cours de la période 1960-1975 (fig. 3).

L'émergence rapide de l'exploitation et la structuration d'une filière pour répondre à la demande d'un marché fort solvable ne reproduit pas les schémas observés pour les autres pêcheries en Afrique de l'Ouest (à l'exception peut-être de pêcheries crevettières artisanales comme en Casamance ou au Saloum).

S'il n'existe pas de paradoxe particulier à voir se développer une exploitation sur un potentiel de ressources biologiques aux dynamiques encore méconnues, il convient en revanche de se pencher sur le caractère durable d'une ressource d'émergence. Ne risque-t-elle pas de disparaître aussi soudainement qu'elle est apparue ? Le questionnement est d'autant plus important que les signaux donnés par les pêcheries ouest-africaines sont alarmants au regard de la durabilité.

1 — La notion de développement durable est précisée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Selon celle-ci, « le développement soutenable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». Mais les besoins du présent ne sont pas les mêmes pour tous, et les générations du futur peuvent être imaginées de plusieurs manières. Toutefois, une idée majeure s'impose : ne pas compromettre les capacités des générations futures à satisfaire leurs besoins, c'est préserver aujourd'hui la biodiversité et assurer sa conservation ; c'est aussi ne pas restreindre les possibilités d'évolution du monde vivant. Le développement durable de la société humaine et la conservation durable de la biodiversité ne devraient donc pas être incompatibles.

2 — Dénommée par la suite Commission Brundtland, du nom de la présidente du groupe qui a rédigé le rapport.

L'empressement suscité par le poulpe est en effet sans commune mesure avec ce qui a pu se passer dans le cas des autres pêcheries, démersales et à plus forte raison pélagiques.

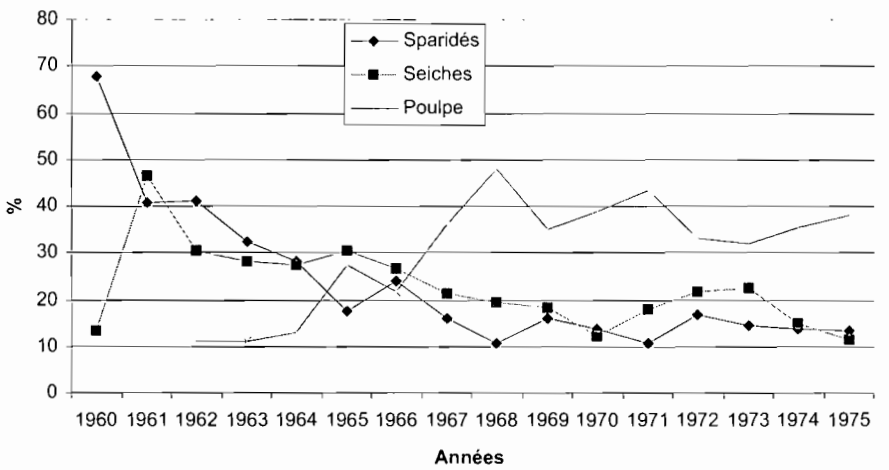


FIG. 3. — *Évolution des captures de Sparidés, seiches et poulpes des navires japonais en Mauritanie.*
Evolution of the catches of sparids, cuttlefish, and octopuses by Japanese vessels in Mauritania.

L'application [1] de la notion de durabilité aux pêcheries de poulpe fait apparaître tout d'abord que la pérennité de la ressource n'est en aucun cas un facteur pris en considération pour les acteurs de la filière. Le poulpe représente une opportunité à saisir avant qu'elle ne disparaisse ou que les autres ne puissent s'en emparer. La ressource constitue dès lors un objet d'enrichissement personnel.

Ensuite, il apparaît clairement que les efforts des administrations pour réguler la pêcherie de poulpe ne s'appuyaient que très peu sur le concept de développement durable en ce sens que la conservation de la ressource est avant tout un prétexte au maintien de la rente économique et que l'objectif d'équité sociale n'est en rien considéré dans les plans d'aménagement. La mise en place, à partir de 1992, d'une deuxième période de repos biologique au Maroc a, par exemple, été institué dans le cadre d'une stratégie commerciale vis-à-vis du Japon afin de jouer sur le cours financier du poulpe au moment où les stocks de poulpes sont à leurs limites inférieures au Japon. La négociation par la Mauritanie d'accords de pêche portant sur les poulpes alors que les niveaux de production étaient au plus bas en ce milieu de la décennie 1990 montre à quel point le concept du développement durable reste de l'ordre du discours.

De manière générale, la durabilité des pêcheries de poulpe en Afrique de l'Ouest est celle des institutions professionnelles et publiques davantage que celle de la ressource.

Ces institutions vont en effet perdurer en changeant l'objet de leur raison d'être (exemple des institutions de crédits, des associations professionnelles), mais sans pour autant contribuer à une gestion responsable de la ressource. Et comment pourrait-il en être autrement lorsque les institutions internationales appuient les stratégies de croissance des pays de l'Afrique sur l'exploitation de produits naturels et leur exportation en l'état ?

1 — Cet aspect a été analysé lors du programme de recherche en coopération INCO susmentionné.

LE PRINCIPE DU REPOS BIOLOGIQUE

LE PRINCIPE du repos biologique que l'on rencontre au Maroc, en Mauritanie et au Sénégal commence à être l'objet de discussions alors que tout questionnement sur ses effets était jusqu'à présent considéré comme discourtois. Inscrit maintenant aux groupes de travail [1] la question de la pertinence du repos biologique tente d'englober tant les aspects biologiques qu'économiques et sociaux.

De manière générale, le principe du repos biologique fait l'unanimité à cause de son caractère non discriminatoire, il peut à ce titre se parer du titre de mesure équitable ; mais le fait d'arrêter quelque trois cents navires pour les faire repartir au même moment pose un problème de concentration massive de l'effort de pêche sur des zones délimitées et pendant un laps de temps de plus en plus réduit : les prises par unité d'effort (P.U.E.), très fortes les premières semaines de pêche, déclinent rapidement, pour retomber à des niveaux équivalents à ceux d'avant le repos.

Ainsi, les bénéfices biologiques, essentiellement le gain de poids des individus pêchés se dissipent à un rythme très rapide : quelques jours ou quelques semaines suffisent pour que les chaluts engloutissent la majeure partie de la production annuelle à la fin du repos biologique.

La figure 4 présente, de façon schématique, le pourcentage de captures réalisé par les navires céphalopodiers à la suite des deux périodes de repos instaurées par le Maroc de janvier à avril et de septembre à novembre.

Environ quatre-vingts pour cent de la production est réalisée au cours du mois qui suit l'ouverture de la pêche [2]. Engorgement des structures de conditionnement, chute des prix, malgré le principe de prix plancher et de quota qu'a instauré le Gouvernement depuis 2000 : le bilan économique du repos biologique n'est pas satisfaisant.
Tout cela s'apparente étrangement à une course de Formule 1 où la bousculade de la ligne de départ cède peu à peu la place aux bris mécaniques et aux abandons.
La pêche au poulpe serait-elle en train de devenir une course à risque où seuls les plus performants vont pouvoir tirer leur épingle du jeu ? Et que faire des sept mille marins marocains débarqués pendant la période de repos et non pris en charge par les armements les sept mois du repos ?

Les perturbations engendrées par le repos biologique au Maroc vont dans le sens d'une fragilisation croissante de l'industrie de la pêche en obligeant les navires à rester à quai tout le temps du repos ; cela confine un segment important de la flotte à un rôle d'opportuniste en ne ciblant qu'une seule espèce au mépris du métier de pêcheur fondé sur la pluri-activité.

Le tableau IV présente pour le Maroc les augmentations successives des périodes de repos biologiques qui constitue ainsi une mesure de limitation temporaire de l'accès. Cela ne semble pas, pour autant, avoir résolu le problème central qui est celui de la gestion de l'accès et de l'effort de pêche qui s'exerce sur le poulpe.

L'augmentation progressive de la durée du repos depuis 1993 n'a pas en effet produit les résultats escomptés puisqu'il a fallu attendre 1999 pour que les captures de poulpe retrouvent les niveaux des années quatre-vingt.
À ce titre, il semble que l'upwelling constitue un facteur bien plus déterminant que le repos pour la reconstitution des stocks [3].

En termes de gestion, cela pose la question de la nécessité de la sophistication croissante de l'appareil de gestion comme solution à l'ajustement des capacités de production aux ressources (variations spatio-temporelles).

1 — Comme lors du VIe groupe de travail sur les stocks et l'aménagement des pêches en Mauritanie en décembre 2002 à Nouadhibou.

2 — Dont la plus grande quantité dans les deux premières semaines.

3 — Dans le cas d'un upwelling de bonne qualité.

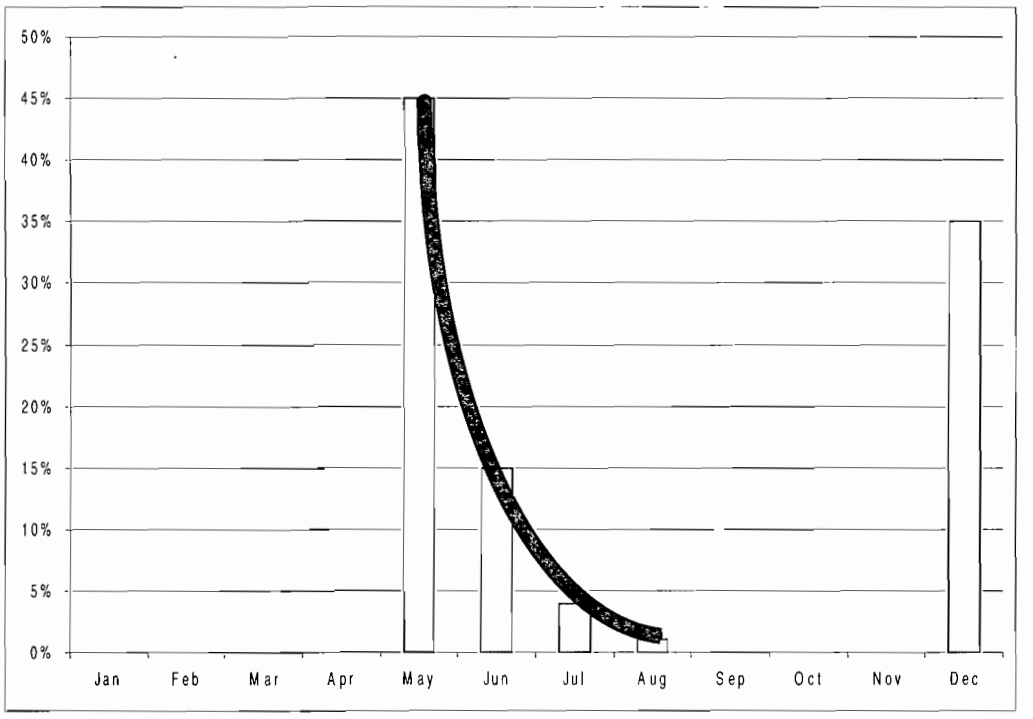


FIG. 4. — *Évolution schématique des captures annuelles avec un repos biologique de sept mois observé au Maroc.*

Schematic representation of catches, given "biological rest" of 7 months in Morocco.

TABLEAU IV

Périodes de repos biologique instituées par le Maroc
Source : I.N.R.H.

Periods of biological rest instituted by Morocco

ANNÉE	PÉRIODE	DURÉE	ZONE
1989	Octobre	1 mois	Cap Boujdour - Cap Blanc (26°10' - 20°50')
1990	Octobre	1 mois	Cap Boujdour - Cap Blanc (26°10' - 20°50')
1991	Octobre	1 mois	Cap Boujdour - Cap Blanc (26°10' - 20°50')
1992	Septembre	1 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
1993	Mai-octobre	2 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
1994	Mars-avril	2 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
	octobre	1 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
1995	Sept.-octobre	2 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
1996	Sept.-octobre	2 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
1997	Mars-avril Sep-octobre	4 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
1998	Mars-avril Sept.-octobre	4 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
1999	Mars-avril Sept.-octobre	4 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
2000	Février-mars-avril Sept.-octobre	5 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')
2001	Janvier à avril Sept. à novembre	7 mois	Cap Juby - Cap Blanc (28°00' - 20°50')

L'INTÉRÊT DE L'APPLICATION DE PRINCIPES DE GESTION FONDÉS SUR L'ÉCOLOGIE ET LA CONCERTATION

LA RÈGLE d'or est d'adapter la capacité et l'activité des flottes à la disponibilité de la ressource dans le temps et l'espace. L'abondance des populations de céphalopodes étant directement à mettre au compte de la qualité de l'upwelling [1] (fig. 5), puisque l'on observe une corrélation positive de 0,85 entre les deux variables, et non à celui de la qualité de la relation stock-recrutement, du fait d'une durée de vie sensiblement égale à un an, toute décision de gestion de l'effort de pêche doit considérer en premier lieu la qualité de la remontée des eaux riches en nutriment. Tout l'art de la gestion consiste alors à s'adapter aux spécificités naturelles.

Or, le raisonnement mécanistique qui prévaut actuellement et qui consiste à approcher la problématique de l'adéquation de l'effort de pêche à la disponibilité de la ressource en termes de moyennes inter-annuelles de l'effort et des stocks, conduit à supposer qu'une superposition de moyennes (stock et capacité de pêche) débouche sur une adéquation optimale de l'effort à la disponibilité de ressource.

Comment pourrait-il en être de la sorte, sachant que cela ne fonctionne même pas pour l'exploitation des stocks dits « stables » dans le temps (principaux démersaux côtiers) ! Et ce n'est pas dans l'absence de mesures idoines de gestion de l'accès ou dans la défaillance des institutions publiques de gestion qui faut rechercher les causes des faillites des systèmes de gestion centralisés traditionnels. Non, c'est tout simplement dans le raisonnement à la moyenne qui traduit la forte propension des gestionnaires et des producteurs (principalement industriels) à considérer l'avenir comme une donnée connue (selon les projections de moyennes).

Dans un tel contexte de myopie des systèmes de gestion, une structure de gestion concertée apporterait-elle des éléments de souplesse et d'adaptabilité de l'appareil de production à la variabilité spatio-temporelle de la ressource ? La gestion concertée c'est, avant tout, une nouvelle façon de penser l'efficience d'un système de gestion. Autrement dit, c'est aussi dans la recherche des gains économiques et sociaux qu'il faut percevoir un système de gestion. Les coûts de transaction augmentent considérablement à chaque mesure additionnelle mise en place pour corriger les précédentes ou tenter d'améliorer le système (fig. 6) en même temps que l'on assiste à une diminution de la biomasse et de pertes de niveaux trophiques.

À l'agrandissement de la pyramide inversée de gauche correspond l'érosion de celle de droite. La phase ultime étant la fermeture de la pêcherie lorsqu'il ne reste plus rien de l'écosystème ou que le fonctionnement de ce dernier a radicalement changé.

Le syndrome canadien [2] illustre à ce titre parfaitement la dynamique d'évolution des deux pyramides. À l'heure où de nombreuses pêcheries de pays développés affichent des coûts de gestion supérieurs aux gains économiques des activités de production, la question de l'adéquation des systèmes de gestion aux réalités économiques et écologiques est tout à fait d'intérêt ; mais la logique qui prévaut actuellement est la sophistication des mesures de gestion à mesure que la ressource se fait rare (ligne 6).En d'autres termes, on tente de préserver des ressources chaque jour moins abondantes et diverses à des coûts de plus en plus élevés. À ce titre, la gestion concertée semble particulièrement indiquée puisque, en confiant aux pêcheurs le soin d'organiser dans la pratique la régulation de l'accès à la ressource, c'est autant de coûts de gestion en moins et de gains opérationnels de la pêcherie.

1 — Voir l'ouvrage édité par CAVERIVIÈRE, THIAM & JOUFFRE (2002) à la suite du séminaire de Dakar en février 2000 concluant le programme de recherche poulpe en Afrique de l'Ouest conduit par l'I.R.D.

2 — Moratoire sur la pêche à la morue décidé en 1992.

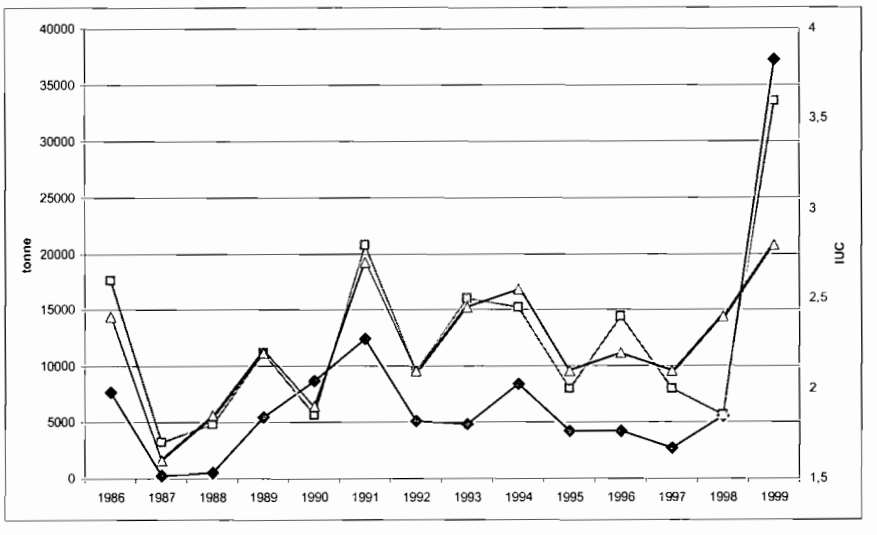


FIG. 5. — *Évolution des indices d'upwelling et des captures de poulpe au Sénégal (d'après* CAVERIVIÈRE, THIAM & JOUFFRE, 2002).

Relationship between upwelling index and octopus catches in Senegal. (after CAVERIVIÈRE, THIAM & JOUFFRE, 2002).

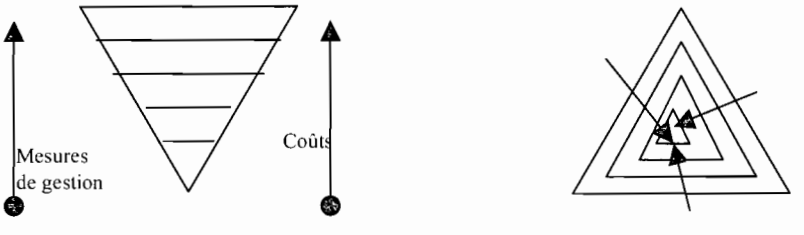


FIG. 6. — *Représentation schématique de l'inflation des mesures de gestion et de la diminution du capital écologique.*

Schematic representation of the inflation of management measures and the reduction of ecological capital.

La résistance de l'administration à la mise en place des processus de gestion concertée est d'autant plus forte qu'elle a l'illusion de détenir les clés de la réussite dans l'application centralisée de mesures de gestion conventionnelle et qu'elle pense perdre de sa légitimité en cédant une partie de ses prérogatives aux organisations de pêche. Ce n'est que lorsque la batterie de mesures est testée et que les résultats sont plus que décevants [1] que les questionnements apparaissent, sous la pression des groupes environnementalistes et de l'opinion publique, notamment. Sur un plan opérationnel, la séquence que devrait avoir une mesure de gestion fondée sur les considérations biologiques de la ressource :

1 pré-identification d'un niveau de stock potentiel en temps et lieu à partir des données d'indices combinées représentant la qualité de l'upwelling ;
2 confirmation et validation des indices d'upwelling par une série d'indices d'abondance biologiques (en rapprochant progressivement le pas de temps) ;
3 définition d'un niveau potentiel de captures ;
4 allocation du potentiel de captures entre les acteurs de la pêcherie ;
5 ajustement continu de l'effort de pêche au potentiel de capture.

1 — Destruction des écosystèmes, disparition des ressources, coûts supérieurs aux gains.

Une telle séquence suppose toutefois en amont une concertation de l'ensemble des acteurs pour la définition d'une vision commune (ce que devrait être la pêcherie dans 20 ans, par exemple) et une définition des principes et mécanismes d'allocation de la ressource entre les acteurs professionnels. Une fois les principes et mécanismes acceptés et reconnus de tous, il s'agit de rendre opérationnel l'accès aux ressources. Deux principes de base peuvent guider les opérateurs : pêcher mieux et plus longtemps, car le dilemme est ainsi posé :

— sur le plan économique, est-il préférable d'avoir une flotte de trois cents navires immobilisés sept mois qui pêchent soixante-quinze pour cent des captures annuelles dans les trois semaines qui suivent les périodes de repos biologiques et qui provoquent un effondrement des prix préjudiciable à l'industrie ou alors avoir une pêcherie qui fonctionne à l'année longue et qui obtient des prix de marché rémunérateurs ?
— sur le plan social, est-il préférable d'avoir plusieurs milliers de marins non dédommagés pendant les périodes de repos biologiques créant autant de situations de pauvreté ou des marins décemment payés pendant douze mois ?

Une organisation de l'activité de pêche permettant à tous les navires de pêcher, à tour de rôle par exemple (comme le faisaient certains navires espagnols au Maroc dans le cadre de l'accord de pêche), permet un maintien des prix de marché et favorise une production de qualité. Il y a bien entendu toutes les questions relatives à la sélectivité des engins, aux prises accessoires, etc., à régler.

Mais pour l'essentiel, si le leitmotiv de tous est de pêcher mieux, il est incontestable, et les exemples des pêcheries reconverties à des pratiques et à une organisation plus saines des activités de pêche le prouvent (par exemple, la lagune Aby en Côte-d'Ivoire), que la pérennité des écosystèmes s'en trouve renforcée. Si les bases informationnelles et surtout leur mise en synergie font actuellement défaut en Afrique de l'Ouest, les informations relatives à la qualité de l'upwelling existent et ne sont pas onéreuses, d'autant moins au regard des enjeux financiers de la pêcherie de poulpe. Aussi, dès à présent, plusieurs facteurs militent pour un système de gestion concerté de la pêcherie de céphalopodes :

— la disponibilité de la ressource ne pouvant être connue qu'en début de saison, seule la profession est en mesure d'adapter rapidement ses moyens de production en conséquence ; toute intervention, autre que la validation du processus d'ajustement en continue, est facteur de ralentissement et d'augmentation inutile des coûts de gestion ;
— le début de volonté politique d'associer les acteurs dans l'élaboration des mesures de gestion ; mais cela reste encore de l'ordre du discours : si les professionnels sont convoqués c'est tout d'abord à l'initiative du Gouvernement et c'est ensuite dans une large mesure pour cautionner les intentions gouvernementales ;
— la pression de plus en plus forte des professionnels pour être associés aux processus de gestion : leur avenir étant plus que menacé, ils veulent comprendre et tenter d'infléchir les politiques déployées en leur faveur, ce que seule une réelle participation à l'élaboration et à la mise en place des mécanismes de gestion peut garantir ;
— l'application grandissante des principes du code de conduite pour une pêche responsable de la F.A.O., qui promeut une participation active de la profession aux processus de décision.

En revanche, d'autres facteurs incitent à la prudence :

— l'absence, à l'échelon de l'État, de cohérence quant à la participation du secteur des pêches dans le processus de développement national (objectifs concurrents de recettes publiques, devises, lutte contre la pauvreté, approvisionnement des marchés nationaux, etc.) ;
— la relative inorganisation des secteurs des pêches dans les pays de l'Afrique de l'Ouest ;
— le caractère relatif de la représentativité des professionnels dans les structures de représentation ;
— l'absence actuelle de mesures de gestion confiées aux professionnels ;
— l'inexpérience des organisations de pêcheurs dans la formulation des politiques de gestion et dans la concertation.

Au total, l'efficience d'un système de gestion concerté de la pêcherie de poulpe fondé sur les considérations écologiques en Afrique de l'Ouest se traduirait par des gains de production notables, imputables au moindre gaspillage de ressources financières et humaines [1].

À l'échelon des institutions, la diminution des coûts de transactions liée à l'élaboration, à la mise en place des mesures de gestion et à la surveillance des activités professionnelles seraient également conséquentes, d'autant plus si l'exercice de la concertation se faisait à l'échelon sous-régional.

1 — On ne mentionnera pas ici le phénomène des rejets en mer du fait des captures accidentelles qui, à l'image de la pêche à la crevette, se revêlent plus qu'importantes dans un contexte de raréfaction des ressources du plateau continental.

CONCLUSION

L'HISTOIRE du développement de la pêcherie de céphalopodes en Afrique de l'Ouest s'apparente à celui des cultures de rente des années soixante. Le passage d'une agriculture autosuffisante à une agriculture de rente performante mais incapable de subvenir aux besoins alimentaires de la population nationale est en train d'être dupliquée dans le monde de la pêche. Nous revisitons un scénario écrit il y a vingt ans, scénario dont les résultats sont pour le moins décevants, tant sous l'angle de la sécurité alimentaire que sous celui des performances générales d'un modèle économique dont la survie dépend de l'extérieur (tant les intrants que les extrants). Les importations de plus en plus massives de boîtes de sardine par la Mauritanie et le Sénégal, afin d'alimenter les populations locales et, entre autres, les communautés de pêcheurs, témoignent déjà de l'ampleur du phénomène.

Les approches sectorielles de développement ou d'encadrement des activités de pêche en Afrique de l'Ouest se sont pour le moins révélées impropres à pérenniser l'exploitation des céphalopodes. Prégnance plus forte des marchés internationaux sur le fonctionnement des économies nationales, encouragement des exportations afin de satisfaire aux exigences des programmes d'ajustement structurel [2], autant de facteurs concourant à augmenter la pression sur les écosystèmes halieutiques. Si les résultats économiques, exprimés en termes de croissance du produit intérieur brut, semblent démontrer l'efficacité d'un tel modèle de développement, les pertes de potentiels halieutiques expriment quant à elles un glissement progressif vers une économie d'hypothèque où le capital naturel se compare à une peau de chagrin.

La gestion des céphalopodes aux échelons national et sous-régional doit s'appuyer sur la dynamique des écosystèmes. À ce premier principe, il convient de rajouter le deuxième qui est celui de la gestion concertée. D'une manière plus générale, la gestion concertée, aux échelons de la nation et de la région, doit se concevoir comme un mécanisme permettant d'augmenter considérablement la liberté de choix (outils, mécanismes, structures et institutions), qui est selon SEN (2000) la voie du développement durable.

2 — Sans pour autant encourager l'adjonction d'une valeur ajoutée quelconque.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BREUIL (C.) & P. FAILLER, 2003. — *Brochure sur la planification pour des moyens d'existence durables dans la pêche par l'utilisation de l'Approche pour des moyens d'existence durable (Amed) et du Code de conduite pour une pêche responsable*, (C.C.P.R.), P.M.E.D.P.-DfID-F.A.O., Cotonou, 42 p.

CAVERIVIÈRE (A.), M. THIAM & D. JOUFFRE (éd.), 2002. — *Le poulpe commun* Octopus vulgaris. *Sénégal et côtes nord-ouest africaines*, Paris, I.R.D., 385 p. (coll. *Colloques et séminaires*).

DAHOU (K.) & M. DEME, 2001. — « Accords de pêche, OMC et accès aux marchés d'exportation », *in* FAILLER (éd., 2001) : pp. 62-68.

FAILLER (P., ed.), 2001. — *The Impact of the EU Fishing Agreements on the African Fish Market Supply*, DfID Responsible Project/CEMARE WR, No. 1, Portsmouth (UK), CEMARE.

FAILLER (P.) & N. LECRIVAIN, 2002 — *Cohérence des politiques publiques liées au développement national, au secteur des pêches et aux accords de pêche : Maroc, Mauritanie, Sénégal, Ghana, Seychelles et Union européenne*, DfID Responsible Project CEMARE FR, n° 3, Portsmouth (U.K.), CEMARE, 89 p.

FAILLER (P.), 2000. — *Les pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest ; Durabilité et systèmes de régulation*, Programme INCO-Céphalopodes, Rapport de synthèse à l'intention de la Commission européenne, CEMARE (U.K.), 70 p.

FAILLER (P., éd.), 2001. — *The Impact of the EU Fishing Agreements on the African Fish Market Supply*, DfID Responsible Project/CEMARE WR, No. 1, Portsmouth (U.K.), CEMARE, 129 p.

KAIMOWITZ (D.), G. THIELE & P. PACHECO, 1999. — « The Effects of Structural Adjustment on Deforestation and Forest Degradation in Lowland Bolivia », *World Development*, 27 (3): pp. 505-520.

KESSLER (J. J.) & M. VAN DORP, 1998. — « Structural Adjustment and the Environment: The Need for an Analytical Methodology », *Ecological Economics*, 27 (3): pp. 267-281.

KURIEN (J.), 2002. — « People and the Sea: A "Tropical-Majority" World Perspective », *MAST*, vol. 1, No. 1: pp. 9-26.

LAMBOEUF (M.), 1997. — *Rapport du Groupe de travail ad hoc sur les Céphalopodes*, Tenerife (Espagne), 19-25 mai 1997, Rome, F.A.O., Copace/Pace, sér. 97/63, 103 p.

MURADIAN (R.) & J. MARTINEZ-ALIER, 2001. — « Trade and the Environment: from a 'Southern' Perspective », *Ecological Economics*, 36 (2): pp. 81-297.

NAVIE (L.), J. GILMAN & N. SINGH, 1998. — *Investing for Sustainable Livelihoods*, New York, UNDP, 50 p.

S.M.C.P., 2002. — *Bulletin annuel des statistiques*, Publication n° 24, Année 2001, 2002, Nouadhibou, 61 p.

SEN (A.), 2000. — *Un nouveau modèle de développement économique ; Développement, justice et liberté*, Paris, Odile Jacob, 256 p.

SINGH (N.) & S. WAHMALI, 1998. — *Sustainable Livelihoods Concept Paper*, New York, UNDP, 5 p.

WCED, 1987. — *Our Common Future*, Oxford University Press, 123 p.

Histoire des pêches, accords de pêche, & politiques publiques en Afrique de l'Ouest

— Article —

History of Fishing, Fishing Agreements & Public Policies in West African Countries

— Article —

Joseph CATANZANO [1] & Hélène REY-VALETTE [2]

1. — Économiste, co-directeur, Institut du développement durable et des ressources aquatiques (IDDRA) [*Sustainable Development and Aquatic Resources Institute*], 195, rue Saint-Jacques, 75005 Paris (France).

2. — Économiste, maître de conférence, université de Montpellier-I, faculté de sciences économiques, Espace Richter, B.P. 9606, 34054 Montpellier cedex 1 (France).

RÉSUMÉ

CET article se nourrit de plusieurs évaluations réalisées par les auteurs. Une première fois pour la Commission européenne puis pour le Sénégal, pays signataire d'accord avec l'Union européenne. Les données qui jalonnent cet article sont issues de ces travaux. Les auteurs tentent de rapprocher l'histoire des pêches des nouvelles conditions d'octroi de droits d'accès sous l'égide du nouveau droit de la mer et de la perception nationale du contrôle de l'accès, tout en attirant notre attention sur les carences des politiques publiques sectorielles. Ce rapprochement permet de mettre en évidence les ambiguïtés qui demeurent dans la perception des accords signés malgré les effets réels de ces accords et de faire ressortir les biais en matière de perception économique des accords de pêche tout en ouvrant sur quelques perspectives possibles d'évolution des accords par la voie notamment de coopérations à l'échelon sous régional.

Mots clés

Accords de pêche communautaires — Effets induits
Afrique de l'Ouest — Régulation de l'accès

ABSTRACT

THIS article is based on evaluations undertaken by the authors, for the European Commission, and for Senegal, a country which has an agreement with the European Union. The data used in the article are derived from this work. The authors attempt to draw together the history of the fisheries, the new conditions for the allocation of access rights under the new Law of the Sea and on national perceptions of access control, whilst drawing attention to the deficiencies in sectoral public policy. This approach highlights the ambiguities that remain in the perception of the agreements despite their undoubted impact and brings out the biases in the economic perception of fishing agreements whilst indicating how agreements might evolve, in particular through sub-regional co-operation.

Key words

European fishing agreements — Effects — West Africa
Access regulation

INTRODUCTION

LES accords de pêche s'inscrivent dans le prolongement de l'histoire des pêches ; ils perpétuent dans certains cas les situations rencontrées avant que les nouvelles délimitations des zones maritimes ne soient promulguées ; l'exploitation des ressources halieutiques était alors essentiellement le fait de flottes de pays développés.

Les accords de pêche traduisent un changement de contexte international au regard du droit maritime et ils révèlent l'inertie flagrante des politiques publiques de régulation du secteur des pêches ; ils contribuent souvent à une exploitation non durable des ressources halieutiques que facilite l'absence de prise de conscience par les politiques publiques de l'intérêt de ne pas laisser dilapider la rente halieutique.

Il existe un lien étroit entre les faits portés par l'histoire du dernier demi-siècle et les effets associés aujourd'hui au maintien des accords de pêche. On ne peut de ce fait analyser l'un sans l'autre.
Cet article s'appuie sur les travaux d'évaluation de ces accords internationaux ainsi que sur des communications antérieures (IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999 ; CATANZANO, 2000 ; CATANZANO, 2001 ; CATANZANO *et al.*, 2001) ; il vise à ouvrir des pistes de réflexion et de proposition pour une amélioration des politiques publiques nationales et régionales.

LA NOUVELLE DONNE INTERNATIONALE

LA REMISE en cause de l'ordre juridique établi autour du principe de liberté des mers et d'accès aux ressources commence au milieu du XXe siècle ; elle est ponctuée de phases de répit, celui qu'offrent les quatre conventions de Genève de 1958 [1], et de périodes de crises aiguës faites de la multiplication des législations nationales d'extension des zones nationales de pêche et des incidents de pêche qui s'y déroulent.

Le contexte général revendicatif du nouvel ordre économique international (Noei) du début des années soixante-dix est celui de la recherche de la souveraineté permanente sur les ressources naturelles.

Le premier paradoxe tient au fait que ce mouvement ne se double que très rarement de l'affirmation de politiques publiques cohérentes de gestion des ressources naturelles.

Dans ce contexte, les travaux de la IIIe conférence des Nations unies sur le droit de la mer en 1973 représentent un enjeu majeur [2].

Alors que les travaux de la conférence prennent fin en 1982, la notion de zone économique exclusive (Z.E.E.) s'impose très rapidement ; dès 1976, cette notion va modifier la donne dans les pêches mondiales [3].

1. — Entrées respectivement en vigueur le 30 septembre 1962 et le 20 mars 1966. Se reporter pour davantage de développement à la revue *Notes et études documentaires*, n° 4703-4704 du 28 janvier 1983, Documentation française.

2. — Pour l'anecdote et sans entrer dans ici dans le détail des superlatifs nombreux utilisés à propos de ce véritable chantier du droit international, on retiendra neuf années de travaux sur onze sessions, un record s'agissant du nombre d'États participants et signataires.

3. — Partie V de la Convention relative à la zone économique exclusive

D'une largeur qui peut atteindre jusqu'à deux cents milles marins, la zone économique exclusive va contribuer à la révision complète des conditions d'accès aux eaux jusqu'alors encore libres et dites de haute mer.

Les conférences internationales sur l'environnement (conférence des Nations unies sur l'environnement de 1992 et en particulier programme « Action 21 ») vont traiter d'autres effets liés à l'intérêt affirmé par la communauté internationale d'assurer la conservation et l'utilisation optimale des ressources biologiques de la mer [1].

Dès le début des années quatre-vingt la plupart des pays concernés par les accords de pêche vont emboîter le pas des États précurseurs et délimiter leur zone économique exclusive ; les conditions d'accès aux ressources se font de plus en plus contraignantes même si les conditions d'application des articles du chapitre V de la Convention ne sont pas pour autant toujours respectées ou possibles tant au plan matériel que politique. Beaucoup de pays en développement ne se dotent que progressivement des institutions nécessaires et cherchent encore les moyens techniques d'application réelles de leurs droits et devoirs [2]. Le Code de conduite de l'Organisation pour l'agriculture et l'alimentation (F.A.O) est approuvé dans les années quatre-vingt-dix et accompagne le mouvement international déjà amorcé [3].

1. — Les articles 61 à 64 relatifs respectivement à la « Conservation des ressources biologiques », à « l'exploitation des ressources biologiques », aux « stocks partagés » et aux « grands migrants » énoncent les principes de base pour (i) la définition d'objectifs et de moyens pour gérer les ressources, (ii) les conditions dans lesquelles selon sa politique nationale chacun des États est responsable de l'attribution de droits d'accès à ses ressources, (iii) les devoirs de chacun des États vis-à-vis du suivi et du contrôle du devenir de ses ressources.

2. — À titre d'illustration des changements en œuvre dans cette période on notera la création du ministère des Pêches maritimes au Maroc en 1980, l'affichage de la nouvelle politique des pêches en Mauritanie en 1979.

3. — *Code de conduite pour une pêche responsable.* F.A.O. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome 1995.

Pour mieux évaluer le changement nécessaire pour l'application de cette nouvelle donne juridique, il faut penser que les eaux situées au large de la Mauritanie et du Sénégal par exemple ont été fréquentées par plus de quarante pays de différents continents pendant les décennies soixante-dix et quatre-vingt. Les moyens de suivi et de contrôle nécessaires à l'application effective des articles 61 et suivants de la Convention sont encore hors de portée des économies en développement. Au-delà des intentions nationales, affirmées souvent dans les années quatre-vingt, et malgré le poids des enjeux économiques que représentent les ressources halieutiques, l'attribution de droits d'accès à des flottes étrangères se fait dans des conditions encore éloignées du schéma théorique et logique qu'énonce la Convention.

Le paradoxe économique de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer

D'un point de vue strictement économique, il est à noter que le principe de « surplus » sur lequel repose l'énoncé du droit de la mer par rapport à l'octroi de droits de pêche à des navires étrangers nie la possibilité de faire jouer la loi des avantages comparatifs. Tout se passe en réalité comme s'il y avait obligation et surtout avantage économique pour chaque pays d'exploiter soi-même ses propres ressources halieutiques. Alors que l'application de cette loi conduirait chaque État à juger préalablement et librement des avantages relatifs à l'exploitation par ses propres entreprises nationales en comparaison de ceux à attendre de l'octroi de droits d'exploitation à des entreprises étrangères. Cette attitude qui consiste à nier cette possibilité révèle la vision non économique ou du moins non commerciale appliquée à la fois aux ressources halieutiques et au secteur des pêches en particulier (pêches professionnelles).

La chose apparaît plus criante lorsqu'on travaille sur des pays où les traditions de pêche et de consommation des produits de la mer sont quasi inexistantes ou très marginales, limitées à quelques ressources spécifiques ; c'est le cas par exemple de la Mauritanie ; le cas du Sénégal est différent ; il est intéressant de noter que ce paradoxe contribue à maintenir certaines réticences dans le cadre des

négociations actuelles et surtout à maintenir les décideurs publics dans l'erreur au moment d'entamer des négociations.

Nier l'approche du développement sectoriel en termes d'avantages comparatifs (même relatifs) revient à dire que les ressources sont perçues d'abord — et, semble-t-il, essentiellement (pour ne pas dire exclusivement) — comme des ressources qui doivent contribuer directement à la satisfaction des besoins alimentaires des pays côtiers ; ceci quelles que soient leur nature et les préférences alimentaires nationales. La question de savoir s'il est plus pertinent — et *a fortiori* plus efficient — de faire ou de déléguer en matière d'exploitation halieutique n'est pas considérée. Les États sont perçus indifféremment comme ayant un intérêt majeur à développer leur pêcherie pour le propre intérêt direct de leur population alors qu'il faudrait se demander si, commercialement, en fonction des termes de l'échange et de la valeur de la rente halieutique, ils n'auraient pas davantage intérêt à contractualiser l'accès à leurs ressources. Dans ces conditions, il faudrait intégrer le coût de la recherche, des mesures de surveillance et de suivi qui contribuent à garantir les termes de l'échange.

Cette approche non économique (non commerciale) des accords de pêche suppose de reconsidérer le rôle de la pêche dans le développement économique général.

Dans la plupart des situations, et notamment au Sénégal, une partie des ressources satisfait aux besoins alimentaires directs des populations nationales et africaines ; la pêche représente (on devrait plutôt dire *représentait*), à travers sa composante artisanale, un secteur de savoir-faire national fort, dans un contexte d'opportunités rares. La pêche constitue également un facteur de structuration sociale et culturelle prégnant ; tout changement en termes d'analyse comparative des avantages de différentes options de politique publique sectorielle se traduira par un accroissement du développement, suite à la création d'opportunités nouvelles et à une meilleure captation de la rente halieutique.

Reste qu'à court terme la négation de l'approche économique bloque encore certaines représentations du problème et, de fait, certaines décisions politiques ; en effet, dans le cas de ressources qui concernent de plus en plus exclusivement les marchés internationaux et qui ont un effet important sur la structuration et les logiques d'exploitation même des pêcheries nationales « traditionnelles », cette logique commerciale est réfutée ; du fait de la contribution croissante de ces pêcheries artisanales à l'approvisionnement du marché extérieur, la contribution de ces pêcheries à la satisfaction des besoins alimentaires directs des populations nationales décline fortement et dangereusement dès lors que les droits de pêche sont négociés (aux étrangers pour les ressources nationales et à l'extérieur de leur zone économique exclusive pour leurs propres artisans) hors de logiques commerciales.

En réalité, les pays du Sud font peser sur leurs propres flottes les contraintes spatiales imposées par les nouvelles législations internationales et nationales alors que les pays du Nord, sous couvert de stratégies d'aide au développement, continuent à négocier des droits d'accès ; ce paradoxe tient lieu de référent en matière d'accord de pêche puisqu'on sait la difficulté encore — et ce indifféremment de la nature des ressources halieutiques concernées par les accords (petits pélagiques pour les marchés locaux ou grands pélagiques et démersaux pour les marchés européens ou asiatiques...) —, de promouvoir l'idée d'accord commercial fondé sur l'analyse réelle des avantages comparatifs.

L'histoire des pêches ramenée à l'histoire des conflits pour l'accès aux ressources

L'histoire des pêches tend à demeurer, sur tous les océans, l'histoire de conflits entre migrations internationales et délimitation de zones exclusives. Aujourd'hui, et notamment dans la sous-région, les flottilles artisanales subissent à leur tour les mêmes contraintes de déploiement que la pêche industrielle, qu'imposent les délimitations nationales.

En Afrique de l'Ouest, la présence étrangère est aussi un fait de l'histoire des pêches (caractère universel) qui se combine inévitablement à l'histoire de la colonisation (caractère spécifique) ; la présence de flottes étrangères se perpétue par le

biais de choix volontaires des États mais aussi par le fait des carences des politiques publiques d'aménagement des ressources et de la primauté des besoins économiques de court terme ; déficiences des politiques publiques et des institutions se conjuguent dans un contexte de raréfaction des ressources.

Si la faiblesse des politiques de régulation de l'accès demeure une caractéristique essentielle des politiques publiques dans la sous-région (CATANZANO & SAMB, 2000), celle-ci ne saurait à elle seule expliquer le maintien de la présence étrangère dans des eaux nationales ; par-delà l'emprise de l'histoire, les accords de pêche doivent être analysés dans le contexte de la surpêche, des surcapacités et des carences de régulation de l'accès ; à ce titre, ils sont des révélateurs sans concession des faiblesses des politiques publiques et des limites institutionnelles propres au secteur des pêches.

Au début de ce siècle, différentes formes de droits d'accès co-existent, qui permettent la continuité des activités de navires étrangers :

— les droits individuels attribués directement à des opérateurs étrangers privés sans intermédiation de leur État et selon des mécanismes d'octroi de licences au coup par coup, sans changement ou avec changement de pavillon du navire ; ces formes d'accord s'appuient sur des mécanismes de collusion entre opérateurs privés (étrangers et nationaux) quelquefois de façon à profiter des faiblesses des systèmes de régulation de l'accès ou à contourner les mécanismes de préférence nationale (système de prête-nom pour des pavillons de complaisance) ;

— les droits individuels attribués à des opérateurs privés sous couvert de conventions ou d'accords entre États (accords commerciaux ou accords de réciprocité) ; c'est la configuration sur laquelle se fonde notamment la politique commune des pêches dans les eaux communautaires ; cela coïncide avec une politique « régionale » des pêches ou une politique internationale spécifique pour des ressources particulières comme c'est le cas pour les stocks de grands pélagiques ou les stocks de baleines ; ces politiques s'appuient sur des commissions ou des institutions internationales qui énoncent les mesures de régulation (Iccat, conférence baleinière...) ;

— les droits négociés à l'échelon d'une communauté d'États (cas des accords dits européens) pour lesquels la négociation se fait sous l'égide d'une institution internationale chargée de représenter les intérêts des opérateurs économiques d'États membres d'une communauté internationale.

Les droits alloués à des sociétés privées étrangères traduisent souvent des besoins en matière de capacité d'investissement ou de capacité technique ; cela révèle aussi des faiblesses dans la politique de régulation de l'accès aux ressources en offrant des portes d'entrée dans les pêcheries nationales.

Les droits alloués par le biais d'accords entre États marquent dans la sous-région une volonté politique d'aller progressivement vers une harmonisation des conditions d'accès tout en palliant les faiblesses de chaque secteur national, notamment en matière de capacité de pêche industrielle.

En matière de pêche artisanale, comme les conditions d'accès sont encore mal régulées, ces accords constituent des niches d'opportunités propices au développement des surcapacités au sein même des pays d'Afrique de l'Ouest ; des conflits se développent dans un contexte de raréfaction des ressources ; la mobilité jusqu'alors admise des unités de pêche artisanale est remise en cause et dénoncée par les autorités nationales de pays aux Z.E.E. limitrophes (cas de conflits entre Sénégal et Mauritanie, Sénégal et Guinée).

Sur les droits alloués suite aux négociations avec un ensemble de pays (cas des accords de pêche signés avec l'Union européenne [1]) se focalise aujourd'hui l'essentiel des critiques (O.N.G., W.W.F., institutions professionnelles de pêche artisanale...) ; parce qu'ils ne font pas l'objet de protocoles de négociation concertés à l'échelon des

1. — Les accords de pêche communautaires (A.P.C.) désignent les accords signés entre la Communauté européenne et un pays tiers, visant à définir le niveau ainsi que les conditions d'attribution et d'utilisation de droits d'accès aux ressources halieutiques situées dans la Z.E.E. du pays tiers signataire.

pays de la sous-région et parce qu'ils sont inscrits dans des rapports de force inégaux plutôt défavorables aux pays africains, ces accords apparaissent pour beaucoup d'observateurs comme de simples opportunités d'exportation des surcapacités de pêche européennes.

L'activité des flottes européennes

L'Union européenne (U.E.) dans sa composition en 1999 occupe le troisième rang au regard des captures réalisées hors de sa propre zone économique exclusive ; si on se réfère à la deuxième moitié du XXe siècle, on constate que les pays qui, historiquement, ont développé le plus d'activités de pêche hors de leurs zones nationales sont : l'U.R.S.S. (à laquelle la Fédération de Russie a succédé), le Japon, l'Espagne, la République de Corée, la Pologne, Taïwan, le Portugal, l'Allemagne, enfin la France.

Les activités principales des flottes ouest-européennes se situent dans des régions de l'Atlantique Nord-Ouest, Centre-Est et Sud-Est et dans l'ouest de l'océan Indien ; ces zones d'activité paraissent réduites en comparaison des zones fréquentées par les flottes d'Asie et d'Europe de l'Est ; celles-ci, selon des stratégies d'expansion géographique longtemps globalement comparables, ont eu tendance à étendre leurs activités[1] ; les flottes européennes de l'Est sont traditionnellement des flottes spécialisées sur les petits et moyens pélagiques à faible valeur commerciale (sardines, sardinelles, chinchard...). Les flottes des pays d'Asie, considérées dans leur ensemble, ciblent, hors de leur zone économique exclusive, une plus large variété d'espèces ; parmi les espèces à haute valeur commerciale notées au titre de la concurrence européenne, on retiendra par exemple les thonidés et les céphalopodes [2].

Globalement, les captures européennes ne cessent de représenter une part de plus en plus réduite des captures mondiales ; de trente pour cent en 1950, elles ne représentent plus que vingt et un pour cent en 1960, quatorze pour cent en 1970, 12,5 pour cent en 1980, neuf pour cent en 1990, se situant en 1996 à peine au-dessus de huit pour cent ; entre 1950 et 1996, alors que les captures des pays non européens sont multipliées par sept en quantité, celles des pays européens (environ 7 millions tonnes) sont multipliées par un facteur inférieur à 2.

LES ACCORDS DE PÊCHE COMMUNAUTAIRES (A.P.C.)

L'acte de naissance officiel des accords de pêche communautaires est la résolution du Conseil de l'U.E. du 3 novembre 1976 (*Cf.* J.O. C105 du 07.05.1981), qui porte création, par la Communauté européenne, d'une zone de pêche étendue à deux cent milles au large des côtes de l'Atlantique septentrional et de la mer du Nord ; cette mesure de protection des intérêts de la Communauté européenne va obliger à la conclusion d'accords de pêche communautaires définissant :

— *(i)* les conditions d'échanges de droits d'accès (réciprocité) dans le cas de zones ou de stocks partagés ou mitoyens ;

— *(ii)* les conditions d'achat de droits d'accès dans le cas de zones d'exploitation totalement indépendantes (Z.E.E. de pays tiers *stricto sensu*).

Les accords de pêche communautaires mettent en œuvre les principes de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer, notamment ceux de sa partie V qui consacre la notion de zone économique exclusive [3]. Les accords de pêche communau-

1. — Analyse faite dans le rapport de W.W.F. intitulé " The Footprint of Distant Water Fleets on World Fisheries ", W.W.F., www.panda.org, 1998.

2. — Selon le classement par espèce des statistiques F.A.O. entre les années 1950 et 1994, les pélagiques (petits et moyens) représentent près de 35 p. cent des captures enregistrées sur la période, les thonidés avec 17,4 p. cent, et les autres espèces principales comme la morue 12,5 p. cent, les merlus 11,5 p. cent, la morue du Pacifique 11,2 p. cent, et les céphalopodes 8,1 p. cent.

3. — Sont pertinentes pour l'analyse des A.P.C., les dispositions des articles 61, 62, 63 et 64 de la Convention traitant de la conservation et de l'utilisation des ressources biologiques ainsi que des situations particulières des stocks adjacents ou de grands migrateurs. Les droits souverains des États côtiers sur les ressources halieutiques dans sa Z.E.E. sont assortis de l'obligation d'assurer une gestion rationnelle de ces ressources et le contrôle des mesures prises à cet effet. Chaque État côtier doit disposer des évaluations préalables des ressources de sa Z.E.E. et de sa propre capacité de captures. Le reliquat éventuel doit être mis à la disposition des pays tiers dans des conditions à l'entière discrétion de l'État riverain.

taires relèvent de la politique commune des pêches dont ils constituent l'un des volets.

Après l'accord signé avec les États-Unis d'Amérique en 1977, on assiste, au cours de la décennie quatre-vingt, à l'augmentation rapide des accords de pêche communautaires ainsi qu'à l'accroissement régulier des possibilités de pêche offertes aux pêcheurs communautaires (Sénégal, 1979 ; Guinée Bissau, 1980 ; Norvège, Suède, Îles Féroé, 1981 ; Canada, 1982 ; Guinée Conakry, 1983 ; États-Unis d'Amérique, 1984 ; Seychelles, 1984). Les adhésions de l'Espagne et du Portugal obligent à l'extension des accords de pêche communautaires, chacun de ces pays ayant des accords internationaux déjà signés qui tombent de fait sous le coup des responsabilités politiques de la Communauté européenne. Cette phase permet la poursuite des activités des flottes lointaines par la régularisation des pratiques antérieures dans le contexte de la création des zones économiques exclusives et des phénomènes d'exclusion qui l'accompagnent.

Plus d'une trentaine d'accords au total ont été signés dont plus de la moitié avec des pays d'Afrique et de l'océan Indien. La fin des années quatre-vingt-dix marque un tournant dans la politique des accords de pêche communautaires avec la fin des accords de pêche avec le Maroc mais aussi l'échec de ce que l'on a appelé les accords de deuxième génération [1].

Le budget communautaire consacré aux accords de pêche communautaires est passé de cinq millions d'euros en 1981 à trente-huit millions d'euros en 1987 puis cent soixante-trois millions d'euros en 1990, pour atteindre deux cent cinq millions d'euros en 1993 et près de trois cents millions d'euros en 1997 (avant la fin de l'accord avec le Maroc). Sur la période 1993-1997, mille cinquante-trois millions d'euros ont ainsi été engagés sur fonds communautaires au titre des accords de pêche communautaires. La contribution privée, qui s'ajoute à ces recettes des pays tiers, représente en moyenne dix-huit pour cent de la contrepartie versée ; sur le budget de la Commission européenne de 1998, le montant consacré aux accords de pêche communautaires est d'environ cinq pour cent de la dotation globale affectée à l'ensemble des actions extérieures de la Communauté européenne [2].

Parallèlement à cette évolution des coûts, on note dés le milieu des années quatre-vingts dix un rétrécissement de certains accords de pêche communautaires qui s'explique par des facteurs plus ou moins dépendants des préférences et des intérêts des États membres ou des pays tiers : chute de rendement sur certains accords de pêche communautaires et baisse des taux d'utilisation des autorisations octroyées, montée en puissance des flottes nationales des pays tiers, rééquilibrage des coûts venant en compensation des droits négociés...

L'existence d'accords de pêche communautaires n'interdit pas la conclusion d'accords privés parallèles ; dans ce cas, les signataires ne peuvent se prévaloir de l'accord de pêche communautaire et aucun accompagnement financier communautaire n'existe ; ni la responsabilité, ni les moyens propres de la Communauté ne sont engagés dans le cadre de ces accords privés. Les accords de pêche communautaires ne constituent pas une catégorie homogène d'accords ; les modes de compensation mis en œuvre permettent de les distinguer ; en outre, chaque accord de pêche communautaire est appliqué par référence à un protocole qui lui est propre et ce, à l'encontre des évolutions souhaitées par certaines institutions non gouvernementales (W.W.F., 2001).

Avec les pays tiers qui souhaitent concéder une part importante de l'exploitation de leurs ressources dans leur propre zone économique exclusive,

1. — Les A.P.C. dits de deuxième génération, dont l'accord avec l'Argentine constitue le meilleur exemple, reposent sur l'incitation à la création de sociétés mixtes susceptibles de développer leurs activités dans la Z.E.E. du pays tiers avec la garantie d'attribution d'un quota sur des espèces particulières mentionnées dans l'accord.

2. — Lorsqu'on compare ce pourcentage à la part que représente dans le budget 1998 l'instrument financier d'orientation de la pêche (Ifop) par rapport à l'ensemble des fonds structurels communautaires, soit 1,36 p. cent, on peut apprécier le poids relatif des interventions internationales en pêche.

sans réciprocité de droits d'accès, les accords de pêche communautaires se fondent sur le versement d'une *contrepartie financière* à charge du budget de la Communauté et des armateurs qui bénéficient des droits d'accès. L'ensemble des accords de pêche communautaires avec les pays africains et ceux de l'océan Indien entrent dans cette catégorie ainsi que l'accord avec le Groenland. L'objet principal de l'accord réside dans les autorisations de pêche octroyées (pour un certain nombre d'unités ou à un certain tonnage en tonneaux de jauge brute), distribuées par rapport à certaines pratiques de pêche ou ressources et zones à l'intérieur de la Z.E.E. du pays tiers ; une partie accessoire des accords de pêche communautaires est constituée de dotations pour des actions d'accompagnement de la coopération ou de contributions pour la dotation directe de services publics propres au secteur des pêches (recherche, formation, administration).

Les facteurs qui expliquent les accords de pêche

Du côté de l'Union européenne, les facteurs juridiques, ceux de politique internationale et l'Histoire vont jouer un rôle majeur dans le processus de développement des accords de pêche communautaires ; tout cela permet en réalité la poursuite des activités des flottes lointaines par la régularisation des pratiques antérieures dans le contexte de la création des zones économiques exclusives et des phénomènes d'exclusion qui l'accompagnent.

D'un point de vue économique, les facteurs qui vont peser dans le développement des accords de pêche communautaires avec les pays du Sud concernent :

— initialement des besoins d'approvisionnement du marché intérieur et des usines de transformation ; progressivement cet argument va perdre de son poids jusqu'à devenir dés les années quatre-vingt beaucoup plus contestable [1] ;

— les stratégies régionales et nationales relayées à l'échelon communautaire poussent au maintien des capacités de pêche, d'emplois et de revenus liés à des savoir-faire adaptés aux contextes des pêches et des marchés internationaux.

Pour ce qui est des facteurs sectoriels (P.C.P.), l'argument d'exportation des capacités de pêche européennes tient exclusivement au regard des incitations européennes destinées aux transferts de capacités depuis les eaux communautaires vers des pays étrangers ; mais cela se fait hors des accords de pêche communautaires et renvoie la responsabilité de gestion des capacités aux institutions publiques nationales [2] ; en effet, certains groupes industriels européens peuvent librement, et sans contribution financière de l'Union européenne, s'engager dans le développement d'unités de pêche adaptées aux ressources et aux eaux de pays tiers ; l'allocation de droits à des opérateurs privés reste toujours possible et l'origine des fonds des sociétés « nationales » en Afrique montrent les possibilités de transfert de capacité qui existent toujours hors des accords de pêche communautaires ; si, à court terme, la question demeure centrée sur les avantages comparatifs des flottes au regard des systèmes de subvention, à plus long terme, la question demeure bien celle du contrôle des capacités de pêche et d'ajustement de l'effort.

Du côté des pays africains, les mêmes facteurs politiques vont jouer un rôle majeur dans ce processus de développement des accords de pêche communautaires ; néanmoins s'ajoute à cela l'émergence de politiques sectorielles des pêches et d'administrations spécialisées ; cela accompagne la prise de conscience des États sur le potentiel

1. — En référence à l'ensemble des A.P.C. et si on considère toutes les ressources capturées en ne comptabilisant que le thon pêché dans les Z.E.E. (zone économique exclusive) de pays tiers, on arrive à un apport total net (moins les exportations hors du marché communautaire) qui avoisine les cinq pour cent du marché communautaire. Le chiffre peut atteindre dix à vingt pour cent pour des espèces comme les sardines et douze pour cent pour le poulpe (IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999).

2. — L'implication directe de cette stratégie est le soutien des sociétés mixtes puis la tentative de gestion d'accords dits de nouvelle génération dont l'Argentine est l'exemple le plus achevé avec dans ce cas effectivement un allègement de la capacité de pêche inscrite aux fichiers communautaires.

halieutique de leurs eaux mais, paradoxalement, la notion de potentiel économique (et notamment l'idée de la rente halieutique) reste absente des stratégies publiques, même si on peut considérer qu'une partie de la rente correspond aux recettes des accords de pêche ; les liens historiques et la présence continue des flottes européennes dans les eaux maintenant devenues nationales offrent des fondements naturels pour la préparation d'accords de pêche communautaires.

Les facteurs économiques vont être déterminants ; en se substituant aux accords bilatéraux entre États membres de l'Union européenne et pays du Sud, les accords de pêche communautaires augmentent significativement le niveau des recettes publiques en devises et offrent certaines garanties dans la conduite des relations internationales qui dépassent largement le cadre de la pêche. Les accords de pêche communautaires offrent un contenu qui n'est pas exclusivement commercial ; la politique internationale de l'Union européenne y trouve un moyen d'exprimer et d'agir en matière d'aide au développement ; cela pèse inexorablement sur la conduite des décisions nationales, hors des préoccupations du seul secteur des pêches. Les recettes tirées des accords de pêche communautaires créent inévitablement des phénomènes d'adhérence (difficulté de rompre avec les accords et l'habitude de recette fiscale qui leur est associé) voire progressivement de dépendance financière dans chacun des pays du Sud ; cela est plus ou moins important et le rapport des recettes des accords de pêche communautaires au budget national peut donner une indication sur ce point (plus de 15 p. cent pour la Mauritanie alors qu'il est de moins de 2 p. cent pour le Sénégal, *Cf.* IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999) ; dans ce contexte, les questions sectorielles peuvent passer au second rang dans la prise de décision.

Les pays africains, et plus particulièrement les membres de la Commission sous-régionale des pêches, disposent aujourd'hui de politiques sectorielles clairement affirmées ; les déclarations de politique sectorielle ne constituent pas un acte très ancien et cet acte tient essentiellement aux changements dans le contexte international. Cela tient encore à la spécificité du secteur des pêches dans les pays signataires d'accords, longtemps cantonné aux pêches côtières ou, du moins, à des formes de pêches plutôt artisanales dont l'existence et le développement ne nécessitaient pas des interventions publiques spécifiques ; le laisser-faire national s'accommodait aisément des régulations sociales nombreuses qui existent au sein des communautés locales (Kayar par exemple).

Les traditions de pêche dans certains pays n'ont pas conduit au développement de flottes industrielles nationales (Guinée, Gambie, Cap-Vert) ; lorsque cela a été exceptionnellement le cas (au Maroc par exemple ou au Sénégal et en Mauritanie), le partenariat avec des opérateurs étrangers a dominé dans ces tentatives de développement ; de fait, rares sont encore les pays qui peuvent prétendre techniquement à une pleine exploitation de leur potentiel halieutique (de ce point de vue, le Maroc est le pays le plus avancé), utilisant la totalité des aires de distribution des ressources dans leur zone économique exclusive et en haute mer pour les grands pélagiques ; cela s'explique en grande partie pour des raisons techniques, économiques et de marché.
Certains pays se rapprochent de cette possibilité : pouvoir choisir entre l'octroi de droits d'exploitation à des étrangers ou le développement d'une flotte nationale ; mais le fait de traiter cette question à l'échelon de plusieurs pays présenterait un intérêt supplémentaire et ouvrirait des possibilités nouvelles dans certains domaines. Jusqu'à la fin des années quatre-vingt-dix ce choix n'était pas possible et, de fait, les accords répondaient aux recommandations du nouveau droit de la mer : exploiter pleinement les ressources halieutiques de sa zone économique exclusive, soit directement, soit par concession de droits à des flottilles étrangères en référence au droit souverain des États de transférer à des étrangers les droits d'exploitation.

Dès lors que différentes options deviennent possibles, la question des accords est remise à l'ordre du jour, non plus simplement par le biais des revendications professionnelles des acteurs nationaux mis en concurrence avec des étrangers, mais aussi par intérêt stratégique des États ; la question est alors d'apprécier exactement les changements et les contraintes que peuvent induire l'un ou l'autre des choix : accords ou exploitation nationale.

Les effets induits par les accords de pêche communautaire en Afrique

Des effets sont associés aux accords de pêche communautaires que l'on mesure classiquement en termes de recettes ou de coûts publics, d'emplois ou de valeur ajoutée et d'effets sur les ressources (IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999) ; mais, à côté de ces effets quantitatifs, apparaissent d'autres effets, plus qualitatifs mais tout aussi importants (CATANZANO, 2000).

Les effets qualitatifs des accords de pêche communautaires sur les pays africains

Sans pour autant pouvoir dire que les accords de pêche communautaires en sont les seuls moteurs, on peut mentionner les contributions théoriques que les accords de pêche communautaires auraient dû avoir, compte tenu de l'orientation des flux financiers associés à leur signature ; cela concerne, entre autres, le renforcement :

— des pratiques de surveillance des pêches ;
— des moyens de recherche dans le domaine halieutique ;
— des capacités institutionnelles et administratives nationales ;
— de la place du secteur dans l'économie nationale par le biais des recettes publiques en devises ;
— des transferts de technologie et de savoir-faire dans le domaine des pêches (embarquement de marins) ;
— des projets d'harmonisation des réglementations des pêches.

À côté des effets théoriques, des effets réels négatifs sont liés à ces accords comme :

— l'accroissement des risques de surpêche ;
— le développement des concurrences sur zone et l'exacerbation des conflits ;
— rendre incohérents les plans et les discours nationaux sur l'aménagement ou le développement ;
— complexifier l'aménagement des pêches par l'existence de flottes étrangères ;
— rendre moins transparentes les procédures d'attribution de droits de pêche du fait des concurrences et des pressions internationales et du fait de l'inadaptation des systèmes d'aménagement (définition des formes de concession possibles, absence de règles d'allocation de ces droits d'exploitation) ;
— l'accroissement de la dépendance des administrations de tutelle et de recherche spécialisées vis-à-vis des bailleurs de fonds étrangers (financement par les recettes des accords de pêche communautaires d'activités des institutions de recherche ou de surveillance ou encore d'administration des flottes) ;
— l'accroissement de l'aspect discrétionnaire du pouvoir d'attribution des droits de pêche aux étrangers.

En termes de conséquences pour l'avenir des ressources dans la sous-région, on peut constater que les accords de pêche communautaires n'ont pas conduit — ou, du moins, pas incité — les pays du Sud à concevoir chacun dans son contexte propre des principes d'aménagement des pêches qui traitent de façon neutre, comme véritable partie prenante dans l'aménagement, un volume potentiel de droits qui peuvent être alloués à des flottes étrangères. Cela s'explique par des raisons d'ordre politique et technique.

Raisons d'ordre politique

La démarche qui consiste à prendre en compte, dans les politiques de régulation sectorielle, les droits de pêche accordés aux flottes européennes, via les accords de pêche, aurait pu venir à contre-courant des déclarations de politique sectorielle ; ces dernières prônent le plus souvent un développement des capacités de pêche nationales au détriment (et malgré la réalité des droits négociés ensuite) — ou en feignant d'ignorer — les concessions possibles à des flottes étrangères et les avantages économiques immédiats retirés de ces concessions ; cela conforte le diagnostic sur le fait que la notion de rente est absente du raisonnement des politiques publiques tout autant que la notion de régulation de l'accès.

Raisons d'ordre technique

Du fait de l'état des connaissances sur les ressources et sur leur dynamique qui a eu dans le passé — et qui continue d'avoir aujourd'hui — un effet limitant sur les possibilités réelles de planification de systèmes d'aménagement par contingentement (des facteurs ou des volumes de production ou par l'emploi d'une fiscalité cohérente) et donc par répartition.

Les accords de pêche communautaires n'ont pas suffit à accélérer significativement le rapprochement des États de la sous-région pour une approche concertée des négociations avec les instances européennes et les autres partenaires potentiels alors que le rapport de force en défaveur des États africains aurait dû les inciter à avancer plus vite dans cette voie.

Les autres effets des accords de pêche communautaires sur les pays africains

Les effets quantitatifs doivent être rapprochés des valeurs globales estimées des captures réalisées dans le cadre des accords de pêche communautaires du Sud, soit en moyenne entre 1993 et 1997 près de quatre cent quatre-vingt-cinq millions d'euros (tabl. I) ; dans le même temps, la contrepartie communautaire versée est de l'ordre de cent cinquante-cinq millions d'euros.
Un euro dépensé par l'Union européenne au titre des droits d'accès aux zones économiques exclusives des pays du Sud génère un chiffre d'affaires de trois euros ; si on déduit le financement des armateurs au titre des dépenses européennes (contrepartie et redevances), le facteur multiplicateur est alors égal à 2,6.

TABLEAU I

Contrepartie annuelle versée durant la période 1993-1997
par pays tiers pour les accords du Sud

Annual compensation paid by third countries for fishing access agreements in the "South" during the 1993-1997 period

PAYS TIERS	MOYENNE 1993-1997	PAYS TIERS	MOYENNE 1993-1997	PAYS TIERS	MOYENNE 1993-1997
Angola	10,75	Guinée	1,45	Maurice	0,46
Cap-Vert	0,48	Guinée Bissau	6,93	Mauritanie	28,56
Comores	0,28	Guinée équatoriale	0,16	Sao Tome	0,72
Côte-d'Ivoire	0,51	Madagascar	0,73	Sénégal	9,35
Gambie	0,29	Maroc	90,13	Seychelles	4,18

Source : IFREMER-CEMARE-CEP, 1999
En millions d'euros.

Ce chiffre d'affaires est largement généré par les prises espagnoles (82 p. cent du total) ; les Français par leur activité thonière, totalisent sept pour cent de la valeur débarquée, presque à égalité avec les Portugais. Concernant les pays tiers, sur cette période, la zone économique exclusive du Maroc, est à l'origine d'un peu plus de la moitié du chiffre d'affaires global réalisé, c'est-à-dire presque trois fois plus que la Mauritanie qui occupe la deuxième place. L'analyse par segment de pêche[1] confirme l'importance relative des céphalopodiers au Maroc (un cinquième du chiffre d'affaires global), des senneurs océaniques au Maroc (9,5 p. cent), et des chalutiers et palangriers de fond en Mauritanie (7,5 p. cent) ; viennent ensuite onze segments dont les productions en valeur sont comprises entre 5,4 pour cent et 2,5 pour cent et représentent globalement un peu plus du tiers de la valeur totale des prises (38 p. cent). L'ensemble constitué des

1. — On définira ici un segment comme étant un ensemble d'unités de pêche caractéristiques d'un mode d'exploitation ciblant généralement un type de ressources précises.

autres segments a un poids faible, qui ne dépasse pas 1,8 pour cent du total. Le rapport entre le coût des licences et le chiffre d'affaires permet d'approcher le degré d'impact sur la rentabilité et témoigne d'une importante hétérogénéité des résultats selon les segments ; cet indicateur varie sur la période 1993-1997 de deux pour cent à dix-sept pour cent ; son niveau n'est pas corrélé avec le type de licence (crevettiers, céphalopodiers...) mais plutôt avec le pays tiers (en référence au protocole propre à chacun des accords) ; il est plus élevé en Angola, en Gambie et en Guinée, quel que soit le segment (de 12 à 17 p. cent) ; en Mauritanie et au Sénégal, la part du chiffre d'affaires que représente les licences de pêche ne dépasse pas huit pour cent, ceci quel que soit le segment, sauf pour les flottilles démersales (10 et 11 p. cent).

Une part importante des fonds versés au titre des accords de pêche communautaires alimente les budgets publics des pays et contribue dans certains pays endettés à l'allégement de la dette publique (tabl. II).

TABLEAU II

Mode d'affectation des fonds communautaires et contraintes financières des pays tiers

Allocation methods used for community funds and financial constraints of third countries

PAYS TIERS	MODE D'AFFECTATION DES FONDS DE L'UNION EUROPÉENNE POUR LES ACCORDS DE PÊCHE COMMUNAUTAIRES	SITUATION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE DU PAYS
Cap-vert	Compensation financière par tranches, allocation scientifique par tranches, allocation formation à la demande	PNB/h élevé, DE/h élevée, APC/PIB faible
Gambie	Compensation financière par tranches, allocation scientifique par tranches, allocation formation à la demande	PNB/h faible, DE/h faible, APC/PIB faible
Guinée	Compensation financière par tranches, allocation scientifique à la demande (accord A), allocation formation à la demande	Faible PNB/h mais en progression, DE/h élevée, APC/PIB faible, BCo excédentaire
Guinée Bissau	Compensation financière par tranches, allocation scientifique par tranches, allocation formation à la demande	Très faible PNB/h et stabilité, DE/h élevée, APC/PIB élevé, BCo excédentaire
Mauritanie	Compensation financière par tranches, allocation scientifique par tranches, allocation formation par tranches (sauf accord A)	PNB/h faible, DE/h très élevée, APC/PIB important
Sénégal	Compensation financière par tranches, allocation scientifique par tranches, allocation formation à la demande (accord A)	PNB/h faible, DE/h élevée, APC/PIB faible

Source : IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999

DE (dette extérieure), BCo (balance commerciale), très faible P.N.B. par habitant (moins de 300 $ USD en 1995), faible P.N.B./h (moins de 639 $ US) soit la moyenne africaine 1995 selon la Banque mondiale (1997), P.N.B./h élevé (plus de 639 $ USD).

Progression, diminution ou stabilité du P.N.B./habitant : de 1990 à 1996.

DE/habitant très élevée (plus de 1 000 $ USD en 1995), élevée (plus de 460 $ US) : moyenne africaine 1995, selon la Banque mondiale (1997), faible (- de 460 USD). A.P.C. élevé par rapport au P.I.B. : supérieur à 0,5 p. cent, A.P.C. faible/P.I.B. : inférieur à 0,5 p. cent.

Dans certains pays, une partie des fonds sont néanmoins affectés au soutien ou au développement du secteur national de la pêche ; ceci fait suite à la programmation d'actions ciblées dans l'accord, ou sous la pression des responsables nationaux du secteur ou des organismes de recherche et agences de développement (Angola, Madagascar, Seychelles, Guinée...) ; dans quelques cas, là où la programmation se fait par le biais de la mise en place d'outils tels que des fonds pêche, leur gestion ne présente pas toujours une efficacité à la hauteur des attentes des partenaires socioprofessionnels.

Les effets économiques des accords de pêche communautaires et les emplois créés dans les pays tiers du Sud

En moyenne sur la période d'évaluation (1993-1997), on compte près de trois mille emplois embarqués par an dans les pays tiers, toutes flottes confondues ; quatre pays (Maroc, Côte-d'Ivoire, Sénégal et Mauritanie) sont particulièrement concernés et représentent à eux seuls 92,4 pour cent de l'emploi total direct dans les pays tiers (*Cf.* IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999).

Ces emplois de ressortissants de pays tiers sur les navires communautaires (ou faux emplois et vrais salaires dans quelques pays) permettent — sur la base d'un salaire de référence compris entre sept mille huit cent et dix mille neuf cent euros par an selon les pays — une distribution de revenus de l'ordre de quinze millions d'euros par an ; peu consommés lors des escales européennes, ces revenus bénéficient largement aux pays d'origine des marins [1]. Les redevances atteignent trente-deux millions d'euros (*Cf.* IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999) ; elles sont importantes au Maroc et en Mauritanie ; elles représentent également plus de un million d'euros pour l'Angola, la Guinée Bissau et le Sénégal. Enfin les droits et taxes portuaires, globalement faibles, s'ajoutent aux faibles sources de revenus de certains pays.

La part qui revient aux pays tiers dans le partage de la valeur ajoutée directe totale est de 21,1 pour cent soit environ soixante-trois millions d'euros en moyenne annuelle constitués pour soixante-deux pour cent de redevances, trente pour cent de salaires et sept pour cent de taxes portuaires ; la répartition par pays confirme en Afrique la place écrasante des accords de pêche communautaires avec le Maroc et la Mauritanie.

Aux effets en amont qui découlent des consommations intermédiaires des navires, s'ajoutent les effets en aval liés à la commercialisation et à la transformation des marchandises débarquées.

Pour la production indirecte en amont des flottilles thonières, les pays tiers les plus concernés sont ceux où les navires de pêche accostent pour effectuer des débarquements (ou des transbordements) et pour bénéficier de services à terre en cas d'escale technique ; deux pays en Afrique sont concernés : il s'agit essentiellement de la Côte-d'Ivoire et du Sénégal.

Avec une activité de trente-sept millions d'euros en 1997, les senneurs communautaires dans l'océan Atlantique génèrent une création de revenus de 7,8 millions d'euros en Côte-d'Ivoire (entretien et réparation, carburant, lubrifiant...) et de 1,5 million d'euros au Sénégal (manutention, vivres...).

L'évaluation de la valeur ajoutée dans les filières en aval des pays tiers porte essentiellement sur les effets des flottilles thonières ; Les thoniers qui pêchent en Atlantique débarquent une faible part de leurs captures dans les ports africains d'Abidjan et de Dakar.

Au total, c'est plus de 53,3 millions d'euros de valeur ajoutée indirecte moyenne annuelle qui sont créés dans les pays tiers à partir des accords de pêche communautaires ; cela représente environ quarante-six pour cent de la valeur ajoutée totale (directe et indirecte) réalisée localement [2].

L'activité des navires communautaires maintient indirectement six mille soixante-dix emplois (*Cf.* IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999) dans les pays tiers qui se répartissent de la façon suivante : 36,2 pour cent en Côte-d'Ivoire (conserverie et réparation), 21,4 pour cent au Sénégal (essentiellement conserverie), le reste concernant essentiellement Madagascar et les Seychelles pour les réparations et conserveries (tabl. III et IV) ; globalement, plus de quarante et un pour cent des emplois sont fournis par les activités de mise en conserves du thon et de fabrication d'emballages pour les conserveries ; les retombées des accords de pêche communautaires sur ces secteurs sont bien plus importantes encore

1. — Ces revenus sont dépensés hors filière pêche et ont eux-mêmes des effets secondaires sur les secteurs des biens de consommation, des services, des biens d'équipement, des loisirs... Il ne faut pas confondre ces effets secondaires à partir des revenus des marins avec les effets primaires indirects à partir de consommations intermédiaires des navires telles que l'avitaillement ou le transport des équipages. Même s'ils concernent les mêmes secteurs économiques, ces effets sont de nature différente (centres de décision, possibilité de substitution...).

2. — La V.A. par les conserveries est très faible pour plusieurs raisons :
— une partie importante des captures est transformée dans les pays membres ou transbordée à destination de pays tiers hors A.C.P. et non concernés par les accords ;
— la part du chiffre d'affaires des conserveries africaines a été retenue au prorata des captures réalisée dans les Z.E.E. des pays tiers ;
— le rapport « V.A./chiffre d'affaires » est faible dans ce secteur.

lorsque l'on considère l'ensemble des prises thonières ; onze mille huit cent emplois sont alors concernés au lieu des seuls deux mille quatre cent cinquante-neuf emplois considérés au prorata des captures en zone économique exclusive sur les captures totales.

TABLEAU III

Moyenne annuelle des valeurs ajoutées et des emplois générés par les A.P.C. du sud dans les pays tiers

Average annual value added and employment created in third countries in "South" fishing agreements

PAYS TIERS	V.A.D.	V.A.I.	TOTAL V.A.	EMPLOI DIRECT	EMPLOI INDIRECT	EMPLOI TOTAL
Angola	4 ,48	2,28	6,76	22		22
Argentine	11,1	8,30	19,40	540	811	1351
Cap-Vert	0,10	0,14	0,24			0
Comores	0,08	0,09	0,17			0
Côte-d'Ivoire	4,23	6,11	10,34	494	1 903	2 397
Gambie	0,05	0,02	0,07	1		1
Guinée	0,53	0,40	0,94	12		12
Guinée Bissau	3,15	1,66	4,82	53		53
Guinée équatoriale	0,10	0,50	0,59			0
Madagascar	0,55	3,24	3,79	50	1 318	1 368
Maroc	24,07	12,04	36,11	922		922
Maurice	0,04	2,66	2,70		160	160
Mauritanie	8,72	5,08	13,80	307		307
Sao Tomé	0,09	0,16	0,25			0
Sénégal	4,38	4,75	9,13	456	1 127	1 583
Seychelles	2,00	6,24	8,24	93	751	844
Total	63,69	53,67	117,36	2 951	6 070	9 021

Source : IFREMER, CEMARE, C.E.P., 1999.
En millions d'euros et unités pour l'emploi.

Les effets entraînés par l'activité des flottes communautaires dans les pays tiers sont de trois types :

— financier (contrepartie financière pour les accords de pêche communautaires du Sud ; compensation financière, aides à la coopération) ;
— économique (valeurs ajoutées directe et indirecte) ;
— socio-économique (emplois direct et indirect).

Au bénéfice des pays tiers concernés, l'activité des navires communautaires crée en moyenne annuelle une valeur ajoutée totale de près de cent seize millions d'euros, constituée pour cinquante-quatre pour cent de valeur ajoutée directe.

Les emplois maintenus dans ces mêmes pays sont estimés à neuf mille vingt et un ; un tiers environ sont des emplois directs.

En plus des effets liés à leurs propres accords, certains pays bénéficient de l'impact de l'activité des flottilles européennes sous accords de pêche communautaires dans d'autres pays du Sud ; c'est le cas pour les accords thoniers de la Côte-d'Ivoire et du Sénégal en Afrique de l'Ouest et des Seychelles et de Madagascar dans l'océan Indien.
Ces quatre pays, du fait du niveau de développement de la filière pêche sur leur territoire (conserveries, bases logistiques pour l'approvisionnement, équipements portuaires adaptés), se partagent la majeure partie des retombées de l'activité thonière.

TABLEAU IV

Moyennes annuelles du coût total et des valeurs ajoutées créées par accord

Average annual total costs and value added created by fishing agreement

ACCORD	COÛT TOTAL	VALEUR AJOUTÉE					
		GLOBALE	TOTALE	DIRECTE		INDIRECTE	
		ÉTATS MEMBRES ET PAYS TIERS	ÉTATS MEMBRES	ÉTAT MEMBRE ET PAYS TIERS	ÉTATS MEMBRES	ÉTATS MEMBRES ET PAYS TIERS	ÉTATS MEMBRES
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Angola	14,77	32,7	25,86	13,08	8,53	19,61	17,33
Cap Vert	0,57	1,34	0,72	0,42	0,13	0,92	0,59
Guinée	1,86	5,86	4,19	2,09	1,29	3,76	2,90
Madagascar	0,85	6,69	5,11	1,67	1,39	5,02	3,72
Maurice	0,49	0,77	0,39	0,23	0,09	0,54	0,30
Comores	0,35	2,75	1,97	0,71	0,53	2,04	1,44
Côte d'Ivoire	0,67	14,54	7,70	4,20	1,92	10,43	5,78
Gambie	0,39	0,15	0,08	0,07	0,02	0,09	0,06
Guinée Bissau	9,34	51,13	45,84	18,54	15,21	32,58	30,63
Guinée équatoriale	0,26	4,30	1,54	1,40	0,41	2,90	1,13
Maroc	107,93	471,18	435,07	162,29	130,93	314,28	304,24
Mauritanie	33,63	148,96	132,34	52,92	42,76	96,04	89,58
Sao Tomé	0,79	1,37	0,42	0,42	0,09	0,95	0,33
Sénégal	10,37	35,56	29,90	11,63	8,75	23,93	21,15
Seychelles	5,03	50,60	38,77	12,30	10,40	37,93	28,37

Source : IFREMER-CEMARE-C.E.P., 1999

En millions d'euros.

(1) Redevances + contrepartie

(2) Valeur ajoutée directe + V.A. indirecte

(3) Valeur ajoutée directe États membres + V.A. indirecte États membres

(4) Valeur ajoutée par les entreprises de pêche (États membres et pays tiers)

(5) Valeur ajoutée directe nette, des revenus des agents économiques des pays tiers (salaires, redevances, taxes et droits portuaires)

(6) V.A. dans la filière amont et aval pays tiers et États membres (transformation, réparation, achat de matériel de pêche, dépenses de carburant...)

Les effets de concurrence avec les flottilles nationales

La concurrence entre activités nationales et communautaires se faisait (cas du Maroc) — ou se fait encore — sentir dans le cadre des accords de pêche communautaires avec la Mauritanie et le Sénégal et les autres pays africains au sud du Sénégal ; ni la nature, ni les niveaux, ni les contextes propres à ces situations de concurrence ne sont semblables ; partout, d'un point de vue formel, la situation peut être considérée comme équitable entre nationaux et européens sous accords de pêche communautaires car, s'agissant des obligations afférentes aux opérateurs privés, une clause de non discrimination existe ; économiquement, les conditions d'équité sont écartées par les biais qu'introduit la politique commune des pêches en matière de soutien aux activités de pêche (Ifop notamment).

La concurrence entre flotte communautaire et nationales, peut trouver son origine dans des conflits déjà existants entre différentes composantes des flottilles nationales (entre pêche industrielle et pêches artisanales par exemple ou pêche des congélateurs et pêche réfrigérée) ; dans ces cas, les définitions techniques de zone d'activité suffisent rarement à apaiser les conflits entre flottilles, même si — et c'est fondamental — elles empêchent une radicalisation des conflits qui peut découler d'affrontements physiques sur zone. La réservation de zones à certains usages n'empêche

pas la compétition pour des ressources ciblées et des marchés semblables ; néanmoins, et en quelques cas, la diversité de taille des opérateurs profite à l'ensemble d'une filière et peut paraître bénéfique aux marchés des produits de pêches artisanales destinés eux aussi à l'exportation.

Dans le cas des ressources et des filières thonières, les concurrences directes sont exceptionnelles entre pays tiers et États membres ; elles ne peuvent prendre la forme que de concurrences entre intérêts nationaux d'États membres et de pavillons étrangers ; par le jeu des pavillons, ces concurrences se ramènent souvent à quelques intérêts peu nombreux. Le renforcement des institutions scientifiques et de suivi des activités thonières dans les zones d'exploitation fréquentées et liées aux accords de pêche communautaires se poursuit, soutenu par certains axes de la politique de coopération européenne, y compris les accords de pêche communautaires au titre d'actions spécifiques.
Les accords de pêche communautaires font partie intégrante de la politique commune des pêches et de ce fait certains avantages octroyés aux pêcheurs agissant sous accords de pêche communautaires, peuvent se « justifier », du fait d'une équité maintenue par rapport aux pêcheurs qui travaillent dans les eaux européennes ; cela explique en partie certainement la position européenne au regard des subventions ; mais dans le cas des accords de pêche communautaires plus qu'ailleurs, les avantages octroyés aux opérateurs privés communautaires constituent un facteur aggravant des distorsions de concurrence dans le cadre des relations internationales dès lors que l'on se trouve en situation de concurrence directe de flottes de pays tiers et de flottes communautaires (soutien aux investissements, à la modernisation ou aux structures de façon générale, aides compensatoires aux arrêts de pêche ou mesures de soutien des cours).

Les conditions et modalités des accords de pêche communautaires qui s'ajoutent aux effets

Du point de vue de la mise en œuvre des protocoles et du suivi des activités sous accords de pêche communautaires, l'analyse des situations et des comptes rendus des commissions mixtes de suivi des accords de pêche communautaires fait apparaître que de nombreuses voies d'amélioration sont réclamées. Ces améliorations portent notamment sur les échanges d'information entre les unités de pêche en activité (entrées, sorties, débarquement...) et les pays tiers au titre des obligations décrites dans les protocoles. Mais elles visent aussi celles entre les pays tiers et des États membres (via, selon les cas, la Commission au titre des obligations de déclarations de capture). Le coût du contrôle ou simplement du suivi précis de certains de ces points du protocole peut être rédhibitoire et expliquer les difficultés de correction de ces lacunes.
Les difficultés de suivi des activités réelles des flottes dans les zones économiques exclusives pour les pays tiers tiennent aussi aux limites des moyens de contrôle dont ils disposent ; il existe un décalage évident entre le niveau d'équipement requis pour contrôler le respect de certains des éléments contenus dans les protocoles et la réalité opérationnelle de certaines des unités de contrôle propres aux pays tiers ; dans ce domaine, la coopération entre Union européenne et pays tiers est plus délicate au titre d'une position qui mêle partenariat scientifique bilatéral et intérêts économiques contractuels également bilatéraux. La limite d'intervention des conventions régionales qui concernent les zones d'exploitation ajoute encore aux difficultés opérationnelles ; de ces difficultés, naissent des controverses sur les indications relatives à l'état des ressources exploitées.

POUR ALLER DE L'AVANT

LES accords de pêche communautaires ne ressortissent pas à une initiative récente et spontanée de la Communauté européenne mais résultent de la prise en charge à l'échelon des institutions européennes des échanges bilatéraux hérités des pratiques passées.

Les principaux effets du passage à une négociation européenne des droits d'accès aboutissent à un effet inflationniste des coûts d'accès (même si l'ajout du volet coopération et aide au développement rend difficile la comparaison effective de ces coûts), une centralisation des principes de négociation des droits, une mixité du contenu des accords reprenant différents volets de la politique européennes comme on l'a vu précédemment.

À l'échelon de la sous-région, la question des accords de pêche communautaires représente bien un dossier commun qui vient conforter l'utilité d'actions coordonnées déjà engagées et vient ouvrir d'autres possibilités de partenariat afin notamment :

— d'améliorer les connaissances relatives à l'état et aux dynamiques des ressources ;
— d'harmoniser des principes d'aménagement et des réglementations en vigueur ;
— de définir des principes de concession et d'adjudication de droits à des flottes étrangères ;
— de définir des modalités de contrôle et de suivi de l'utilisation de ces droits et des ressources ;
— de définir des termes de l'échange et de la forme contractuelle retenue ;
— de définir des principes tarifaires retenus et appliqués ;
— d'administrer des droits et leur ajustement en fonction des variabilités naturelles et/ou économiques et commerciales.

Pour être admise par chacun des États membres de la Commission sous-régionale des pêches, toute action en ce sens doit procurer un avantage significatif à l'échelon de chaque pays par rapport à la situation présente et l'avantage doit être conséquent à l'échelon global pour inciter au renforcement des coopérations (prenant en charge d'ailleurs tout ou partie des coûts de ces coopérations).

En 2002, force est de constater que la somme des avantages financiers individuels de court terme peut encore dépasser le montant financier qui résulterait d'une négociation collective ou en bloc. Cependant, les avantages escomptés à moyen terme, collectifs ou individuels par pays, en matière de conservation des ressources et d'efficience de l'aménagement dans la sous-région pourraient inverser ce rapport défavorable. Ce changement pourrait résulter par exemple de l'institution d'un principe d'accord qui implique tous les États de la sous-région et donc annule tout risque de rupture qui peut peser sur des stratégies indépendantes. La question associée à ce changement est de penser le mode de redistribution de ces recettes issues des concessions de droits à l'échelon de la sous-région.

D'autres avantages à terme pourraient résulter de plusieurs facteurs comme :

— une meilleure intégration des projets régionaux de développement de filières de production devant venir, le cas échéant, progressivement en substitution des flottes étrangères (par exemple sur les pêcheries pélagiques pour les marchés de la sous-région, ou le marché africain plus généralement, ou pour des espèces comme les céphalopodes pour les marchés extérieurs ou encore pour les grands pélagiques si des projets régionaux devaient voir le jour) ;
— une réduction plus rapide des coûts de contrôle et de suivi des activités sur zone sur la base d'une zone économique exclusive régionale ;
— une amélioration des principes de recouvrement des pénalités infligées aux acteurs hors la loi ;
— un ajustement concerté de l'offre de droits de pêche en fonction de l'état des ressources.

Dans la plupart des grands pays halieutiques de la sous-région, on peut considérer que des marges de manœuvre réelles pour augmenter les recettes tirées des accords de pêche existent du fait des contraintes européennes de court terme : régulation difficile des capacités de pêche, forte dépendance de régions européennes, notamment en Espagne et en France, faibles opportunités de report sur d'autres zones maritimes étrangères... Apprécier quantitativement ces marges demanderait une connaissance approfondie des effets associés à une option de non-conclusion d'accord ; le point d'équilibre est difficile à apprécier du fait de la mixité du contenu des accords de pêche communautaires actuels (partie commerciale et partie politique de coopération pour le développement) et des

conditions de contractualisation qui sont encore admises aujourd'hui et qui pourraient être révisées en cas de modification des conditions tarifaires ; ainsi, par exemple, les accords de pêche communautaires ne comportent aucune clause visant à contraindre l'État signataire à limiter l'octroi de droits à d'autres étrangers et donc à figer sur la période de l'accord de pêche communautaire le volume global de la capacité autorisée à pêcher dans la zone économique exclusive ; cela pourrait devenir une exigence dès lors que l'évaluation des ressources serait plus sérieusement utilisée pour définir le volume de droits attribuables et les modalités techniques de leur attribution ; d'autres exigences en matière de transparence pourraient également voir le jour et prendre place dans les contrats négociés.

Le fait d'aborder cette situation et d'entamer une réflexion à l'échelon d'un groupe de pays d'une même région maritime et donc avec des ressources communes, partagées ou simplement semblables (au regard des marchés), ne peut qu'améliorer les chances d'apprécier au mieux différents seuils de tarification possibles.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

BANQUE MONDIALE, 1997. — *African Development Indicators*.

CATANZANO (J.) & A. SAMB, 2000. — *Stratégie opérationnelle et programme d'actions prioritaires*, F.A.O. FI :TCP/SEN/8925, Rome.

CATANZANO (J.), 2000. — *Stratégie d'aménagement et de développement des pêches du Cap-Vert*, Doc. F.A.O.-TCP-CIV-0065, Déc.

CATANZANO (J.), 2001. — « Accords de pêche communautaires : Réflexions sur leur raison d'être et l'idée de leur régionalisation », *actes de l'Atelier de la C.S.R.P.*, Praia (Cap-Vert), nov. 2000.

CATANZANO (J.), E. G. DIEME, A. KANE, H. REY, 2001. — *Évaluation de l'accord de pêche entre la Communauté européenne et le gouvernement du Sénégal*, Rapport d'étape, déc.

IFREMER-CEMARE-CEP, 1999. — *Evaluation of Fishing Agreements Concluded by the European Community*, European Contract, No. 97/S 240-152919, 10.12.1997, 174 p.

J. O. C105 du 07. 05. 1981

W.W.F., 2001. — *Manuel de négociation des accords d'accès aux zones de pêche*, 133 p.

Interactions pêche artisanale & pêche industrielle dans l'histoire des pêches de l'Afrique de l'Ouest

— Article —

Interactions Between Industrial & Artisanal Fisheries in the History of West Africa Fishery

— Article —

Hélène REY-VALETTE [1] & Steve CUNNINGHAM [2]

1. — Économiste, maître de conférence, université de Montpellier-I, faculté de sciences économiques, Espace Richter, B.P. 9606, 34054 Montpellier cedex 1 (France).

2. — Économiste des pêches, Institut du développement durable et des ressources aquatiques (IDDRA) [*Sustainable Development and Aquatic Resources Institute*] rue Nivose, les Terrasses de Marianne, 34000 Montpellier (France).

RÉSUMÉ

L'HISTOIRE des interactions entre pêche industrielle et pêche artisanale est liée aux dynamiques de ces pêcheries, elles-mêmes fonction des représentations et idéologies en matière de développement économique et des formes de l'action publique. Plutôt qu'un inventaire des cas rencontrés en Afrique de l'Ouest, l'analyse s'efforce de faire ressortir la complexité des situations et des classifications. Plusieurs périodes sont ensuite déterminées en repositionnant les évolutions observées dans l'halieutique dans le champ plus large des dynamiques économiques, scientifiques et de croissance, de façon à faire ressortir les facteurs structurels déterminants. Enfin, il convient de caractériser non seulement le statut — concurrence ou complémentarité — et la nature de ces interactions mais aussi, dans une logique systémique et pour tenir compte des externalités qui caractérisent l'halieutique, l'échelle de régulation de ces interactions, qui conditionne les types d'instruments et les processus de décision et de mise en œuvre qui les régissent.

Mots clés

Pêche artisanale — Pêche industrielle — Gestion des pêches
Gestion intégrée du littoral — Conflits — Systémique — Gouvernance

ABSTRACT

THE history of interactions between industrial and artisanal fisheries depends on the dynamics of these fisheries. In turn, these dynamics depend on the representations and ideologies underpinning economic development and the nature of public action. Rather than presenting a list of West African cases, the analysis seeks to elucidate the complexities of different situations and classifications. A number of periods are then determined by positioning observed fisheries developments into the broader context of economic and scientific dynamics and of growth, in order to identify the principal structural factors. Finally, there is a need to characterise not only the status (competition or complementarity) and the nature of these interactions but also, from a systems viewpoint and to take into account the externalities that are typical of fishing, the regulatory scale of these interactions, which determines the kinds of instrument and the decision-making and implementation processes that manage them.

Key words

Artisanal fisheries — Industrial fisheries — Fishery management
Integrated coastal management — Conflicts — Systems analysis
Governance

INTRODUCTION

LA QUESTION des interactions entre pêches industrielle et artisanale constitue un objet complexe, dont l'histoire ne peut se comprendre, et ne peut être utile aux décideurs et gestionnaires, que si on l'examine à la lumière des représentations de la pêche industrielle ou artisanale qui vont se succéder en fonction des idéologies et des politiques publiques. Les très nombreux exemples d'interactions décrits par la littérature pour l'Afrique de l'Ouest ne pouvant être retracés ici, seule une classification fonctionnelle sera proposée à titre d'illustration de la diversité de la nature et du statut de ces interactions ; c'est ainsi qu'après avoir montré sa complexité et les diverses dimensions qu'elle recouvre dans l'halieutique, nous examinerons la dynamique des représentations et des politiques menées en faisant apparaître trois périodes structurantes qui conditionnent à la fois, la façon de poser cette question des interactions et les réponses qui peuvent être apportées.

Enfin, le point de vue sera étendu à la question de la régulation de ces interactions en fonction des systèmes d'organisation auxquelles elles renvoient, en montrant que l'élargissement de l'échelle introduit une problématique non plus *ex post* mais institutionnelle quant aux modes de gouvernance les mieux adaptés.

COMPLEXITÉ ET MISE EN PERSPECTIVE DE L'OBJET

LES interactions entre pêches artisanale et industrielle sont le plus souvent restreintes aux conflits et sont fréquemment renforcées par une opposition entre pêche nationale et pêche étrangère. Les conflits sont divers, liés aux migrations, aux marchés, à l'état des stocks et peuvent évoluer en fonction du niveau de développement des pêcheries.

La motorisation des unités artisanales accroît leur rayon d'action (de six à cinquante milles depuis les années 1950 au Sénégal ; LALOË & SAMBA, 1990) et par là les concurrences spatiales avec la pêche industrielle, mais elle est aussi pour partie, comme le souligne COUTY (1973) dans le cas de la Côte-d'Ivoire, une conséquence de la concurrence des flottes industrielles dans les zones côtières.

TABLEAU I

Classification fonctionnelle des interactions pêches artisanale et industrielle

Functional classification of interactions between artisanal and industrial fishing

	RELATIONS DE CONCURRENCE	RELATIONS DE COMPLÉMENTARITÉ
Ressource	Concurrence directe (stocks partagés) ou indirecte (pêcheries séquentielles)	Différence de sélectivité des engins et transbordement des captures accessoires
Espace	Gêne et obstruction au niveau des terrains de pêche avec des destructions d'engins artisanaux	Effet signal des bateaux industriels par rapport à la détection des stocks bateaux transporteurs ou remorqueurs de pirogues
Technologie	Gains de productivité pour la pêche industrielle liés au bénéfice des savoir-faire artisans	Transfert de savoir-faire améliorant la productivité et la sécurité de la pêche artisanale
Marché	Baisse des prix liée à l'importance des apports (pêche industrielle) ou à la faiblesse des coûts (pêche artisanale)	Effets de gamme liés à la complémentarité des apports (espèces ou taille) et des marchés (local et exportation). Infrastructures en aval partagées
Emploi	Attractivité de la pêche industrielle liée aux conditions sociales, de sécurité en mer, de régularité des revenus	Emplois mixtes dans les cas de saisonnalité des pêcheries
Crédit subvention	Effets d'éviction de la pêche artisanale	Accumulation du capital initial en pêche industrielle avant l'installation en pêche artisanale

Ces conflits fonciers préexistent à cette opposition pêche artisanale et pêche industrielle comme nous le rappelle CORMIER SALEM (2000) qui cite un texte de 1862 au Sénégal relatif à la régulation de compétitions foncières. La diversité des types d'interactions peut être organisée selon une classification fonctionnelle qui rende compte de leur sujet et de leur nature, selon qu'il s'agit de concurrence ou de complémentarité (tabl. I). L'approche est classique et peut être aisément documentée par les nombreux exemples évoqués dans la littérature, voire recensés systématiquement à des échelons régionaux ou nationaux (CHABOUD & CHARLES DOMINIQUE, 1991 ; CHABOUD, 1992 ; REY, 1993).

Sur le très long terme, CHAUVEAU (1991) témoigne d'une complémentarité avec un développement cumulatif à partir des foyers historiques et de l'histoire de la présence maritime européenne depuis le XVe siècle. Aujourd'hui encore, diverses analyses insistent sur les complémentarités adaptées à la diversité d'accessibilité des ressources (WEBER & FONTANA, 1983 ; CHABOUD, 1992) tandis que BRETON (1992), soulignant le caractère idéologique des approches dualistes, montre l'existence d'un continuum ; celui-ci explique le pluralisme des définitions et des critères de classification et les difficultés terminologiques quant aux notions d'industriel et d'artisanal. Les partitions, généralement appréhendées à partir de critères de taille et de mode d'organisation, font apparaître des catégories hybrides telles que la pêche artisanale modernisée ou la pêche semi-industrielle. De nombreuses flottilles sont difficiles à classer comme le signalent CHABOUD & CHARLES DOMINIQUE (1991) qui évoquent à titre d'exemple la flottille cordière au Sénégal ainsi que certaines unités ghanéennes pratiquant alternativement le chalutage et la senne tournante, ou lorsque le critère est celui du rayon d'action, certaines pêches artisanales migrantes qui recouvrent un territoire important. De même, la durée des sorties n'est pas un critère suffisamment discriminant et certains auteurs proposent des critères plus adaptés, tels l'origine des intrants et le niveau d'intensité capitalistique (WEBER & FONTANA, 1983). Ces difficultés classificatoires semblent toujours avoir existé, comme le note CHAUVEAU (1989) à propos des premiers bateaux européens relevant de la pêche artisanale en Europe et considérés comme industriels dans le contexte mauritanien sénégalais de l'époque... Au sein même de la pêche artisanale, l'ambiguïté concerne aussi la notion même de pêcheur du fait de la variabilité de l'activité et des statuts avec notamment l'existence de pratiques de pluri-activités ou d'activité de subsistance limitée à l'auto-consommation.

Outre la qualité des données qui ne permet pas toujours des diagnostics satisfaisants — en particulier pour la pêche artisanale souvent sous-évaluée —, la priorité donnée aux indicateurs halieutiques (prises et embarcations) limite les analyses alors que les hiérarchies traditionnelles entre la pêche artisanale et la pêche industrielle tendent à se complexifier du fait de l'accroissement des charges d'exploitation de la pêche artisanale, de la mondialisation des marchés et de l'apparition de nouveaux enjeux sociaux autour du travail décent, de la réduction de la pauvreté et de l'exposition aux risques (sécurité en mer...).

Ces oppositions industriel/artisanal dépassent le secteur halieutique, mais trouvent cependant dans ce secteur une acuité particulière du fait de l'importance des externalités qui renforcent et complexifient la compétition entre unités économiques et, par là, le besoin de régulation de ces interactions. Il apparaît notamment que les interactions entre pêche artisanale et pêche industrielle doivent être analysées à la lumière de la question plus générale des interactions entre engins actifs et engins passifs dont les conditions techniques d'occupation de l'espace sont souvent génératrices de conflits. À un échelon plus élevé encore, l'étude des conflits entre pêcheries montre que, tant leur importance que leurs modalités de résolution, varient selon qu'ils se situent au sein d'une même communauté de pêcheurs ou qu'ils mettent en scène des pêcheurs appartenant à des groupes ou des communautés sociales différentes ; en effet, de nombreuses régulations coutumières, le plus souvent informelles, s'inscrivant dans des réseaux d'inter-connaissance, voire familiaux, introduisent des principes d'équité et de partage tacite des ressources au sein de la communauté qui facilite la régulation de ces interactions dès lors qu'elles s'inscrivent au sein d'un même groupe social. Au total, on a une gradation du caractère conflictuel au fur et à mesure que l'on multiplie les différences :

conflits entre mêmes engins au sein d'un même groupe, conflits entre mêmes engins au sein de groupes sociaux différents et enfin conflits entre engins et groupes sociaux différents, avec *in fine* les nombreux conflits recensés en Afrique entre pêcheurs migrants et pêcheurs locaux (CHABOUD & CHARLES DOMINIQUE, 1991), qui trouvent souvent leur source hors des enjeux halieutiques.
On retrouve là les résultats des travaux récents de sciences sociales montrant que la gestion des ressources ne peut plus être dissociée de la gestion des rapports sociaux au sein des communautés qui exploitent ces ressources et que les comportements stratégiques des acteurs ne résultent pas seulement d'une adaptation à l'environnement, facteur longtemps privilégié. Il faut aussi mettre l'accent sur le rôle des institutions et des formes collectives d'action en tant que modalités de gouvernance locale pour l'accès à ces ressources (CHAUVEAU & JUL-LARSEN, 2000).

La régulation repose alors sur des accords sociaux (KALAORA, 2001) impliquant une condition d'adhésion à des normes partagée mise en exergue par BOUTRAIS (2000).

Dans le contexte actuel de gestion intégrée des ressources entre différents usages à l'échelon du littoral, les interactions pêche artisanale et pêche industrielle doivent être envisagées comme deux usages parmi d'autres et dont les intérêts peuvent être rapprochés, face aux autres acteurs.

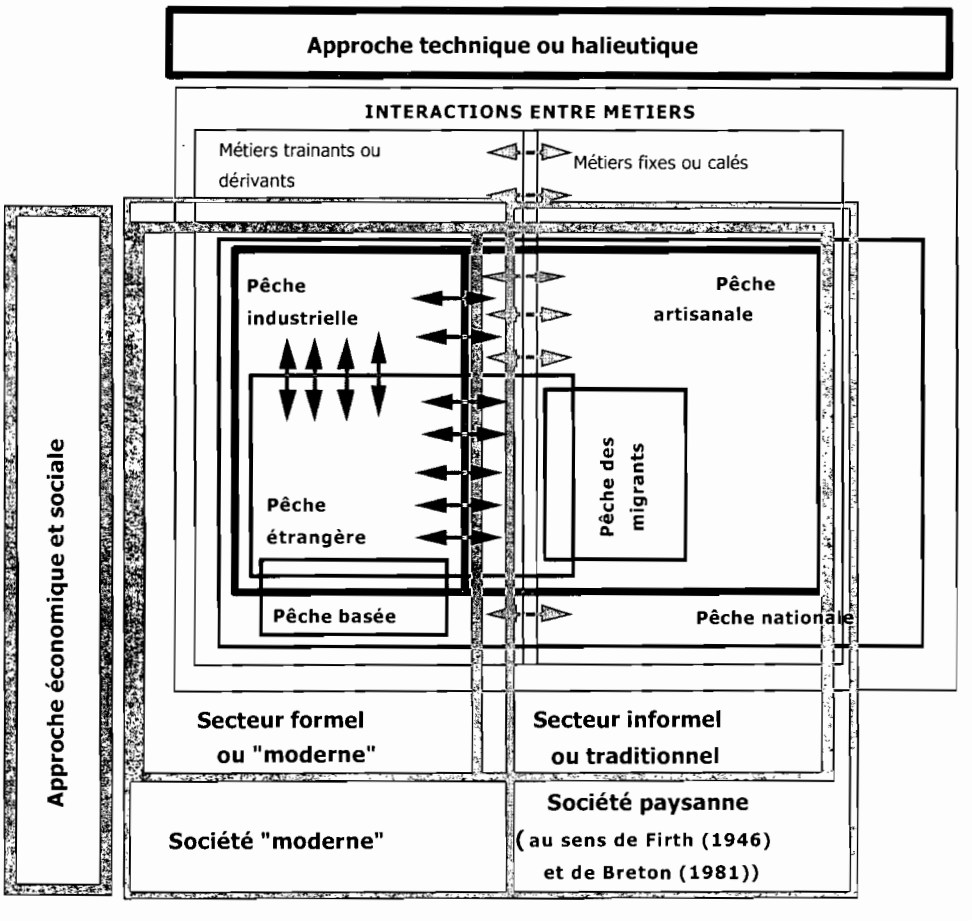


FIG. 1. — *Illustration de la complexité de l' « objet » interactions pêches artisanale et industrielle par l'enchevêtrement et la superposition des partitions.*

Illustration of the complexity of interactions between artisanal and industrial fishing resulting from mixing and superposing their differences.

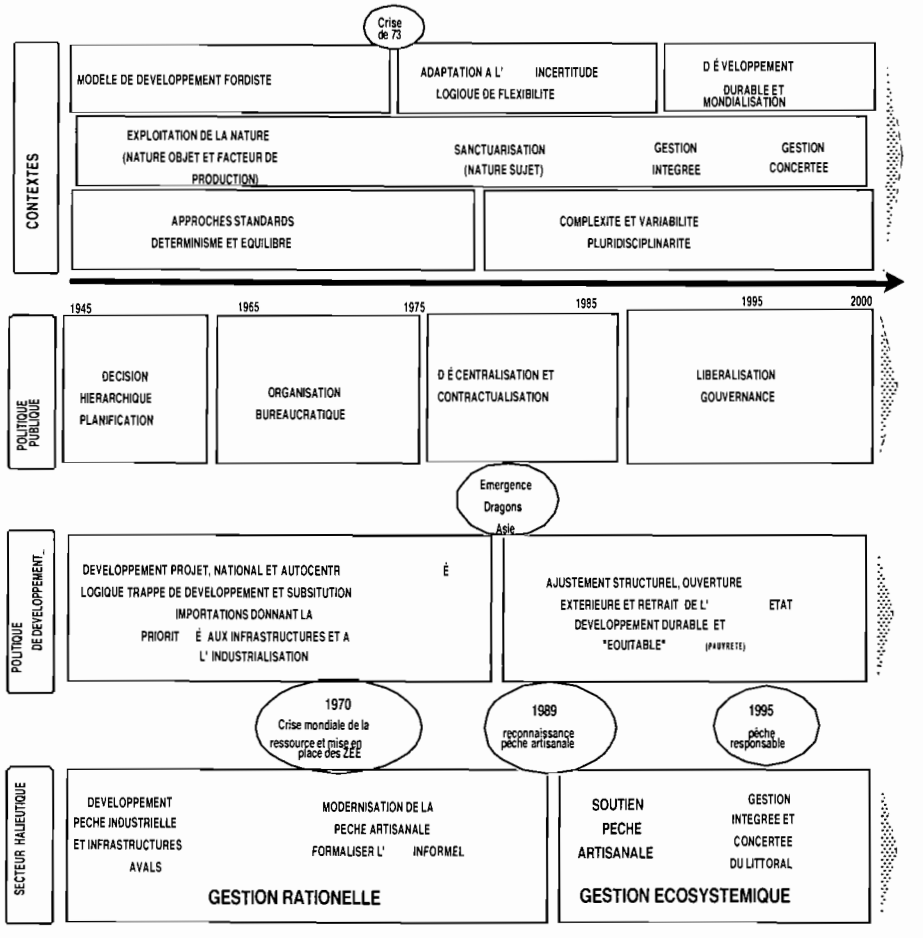


FIG. 2. — *Évolution des représentations des pêches industrielle et artisanale en fonction des dynamiques économiques, des politiques publiques et des paradigmes scientifiques.*

Changes in the representation of industrial and artisanal fishing as a function of economic dynamics, public policy and scientific paradigms.

INTERPRÉTATION DE LA DYNAMIQUE DEPUIS LES ANNÉES CINQUANTE

IL CONVIENT de replacer le débat relatif aux interactions entre pêches industrielle et artisanale dans une problématique plus large qui recoupe pour partie les débats anciens entre secteurs moderne et traditionnel, puis entre secteurs formel et informel..., problématique qui renvoie elle-même aux facteurs de croissance et aux politiques de développement qui ont évolués au cours du temps en fonction des paradigmes. Cette mise en perspective nécessite de relier l'évolution des contextes (économiques, scientifiques et environnementaux) avec la conception et la conduite de l'action publique d'une part et les politiques de développement et de coopération d'autre part (fig. 2).

Trois grandes périodes et logiques peuvent ainsi être mises en évidence, qui conditionnent les représentations et les actions en matière de gestion des interactions entre pêches artisanale et industrielle.

Du développement de la pêche industrielle à la modernisation de la pêche artisanale

Les années de 1960 à 1970 se caractérisent par un système de production dit fordiste fondé sur une logique productiviste et de soutien de la demande par l'État qualifié alors d'État « Providence ». L'objectif est la mise en valeur des forces productives aux échelons nationaux et dans un cadre de décision publique centralisée, instrumentée par la planification et les méthodes de rationalisation des choix publics et de management hiérarchique qui se développent alors.

Dans ce contexte, le secteur halieutique s'organise autour du paradigme de la gestion rationnelle et privilégie la pêche industrielle, facilement observable du fait de la centralisation des débarquements et de la disponibilité des données comptables et financières ; celle-ci se prête mieux à une privatisation des ressources et à une logique hiérarchique de décision du fait de la faiblesse relative du nombre d'unités. L'attention qui est alors portée à la pêche artisanale est justifiée par le fait qu'elle apparaisse comme un obstacle et une concurrence au développement de la pêche industrielle ; ainsi CHABOUD & CHARLES DOMINIQUE (1991) soulignent que les premières estimations de captures et de rendement de la pêche artisanale se sont faites dans le cadre de ressources partagées avec la pêche industrielle.

Jusqu'aux années quatre-vingt, il existe donc une dynamique globale moderniste qui conduit à un effet d'éviction généralisé aux dépens de la pêche artisanale. Tous les acteurs de l'environnement institutionnel et d'encadrement du secteur : administration mais aussi banques et sociétés de financement, orientent les aides vers la pêche industrielle ou la transformation de la pêche artisanale en vue de sa modernisation, voire de la création d'une pêche semi-industrielle. L'histoire des pêcheries industrielles européennes en Afrique de l'Ouest s'inscrit dans cette même logique nationale d'industrialisation et témoigne d'une dépendance par rapport à la dynamique des pêches et des marchés européens (difficultés de la pêche sardinière, puis thonière). Ces politiques de modernisation de la pêche artisanale se sont largement soldées par des échecs (FONTANA *et al.*, 1989 ; ANTONA et *al.*, 1991), comme dans les autres secteurs, donnant lieu à une critique de fond de ces politiques, à la fois par les économistes mais aussi par les anthropologues et les sociologues du développement et de l'innovation. On note une similitude des logiques de développement axée sur l'industrialisation en métropole et pour les territoires coloniaux due à un transfert de méthode et de logique entre le 1er plan français et le 1er plan de développement de l'Outre-Mer en 1947 (HUGON, 1991), qui sera appliqué à la pêche à la suite de la conférence des pêches maritimes de Dakar en 1948. Cette logique d'industrialisation s'inscrit dans la continuité des stratégies de mise en valeur et d'autarcie qui caractérisaient les politiques coloniales et que l'on retrouve dans la loi générale sur les pêches de 1911.

On peut faire ici un rapprochement avec l'évolution des représentations et des politiques relatives au secteur informel. Après deux décennies d'efforts de formalisation et de modernisation des

secteurs dits traditionnels ou informels, ceux-ci ont fait l'objet de politiques d'incitation et de soutien ainsi que de promotion des complémentarités entre formel et informel, ce dernier étant alors perçu comme un vivier d'entrepreneurs schumpétériens. La formalisation de l'informel et la modernisation de la pêche artisanale relèvent d'une même logique et s'inscrivent dans le paradigme de l'éradication des secteurs traditionnels comme contrainte au développement. On est dans l'esprit du sous-développement conçu comme un mécanisme de trappe du sous-développement et dans un contexte scientifique où les facteurs de croissance privilégiés sont le capital public et technique (COUSSY, 1991 ; FONTAINE, 1994 ; DAVIRON & LOSCH, 1998).

De la reconnaissance de la pêche artisanale à son soutien

La crise de 1973 induit un changement de représentation au profit des systèmes de production flexibles s'adaptant à la variabilité dans une logique d'économies de réactivité et non plus d'échelle) et créateurs d'emplois. Par ailleurs, la décentralisation et la contractualisation introduisent une pluralité de décideurs qui oblige parallèlement à revoir les modalités de l'action publique (REY-VALETTE, 2000). C'est la fin de l'aire des décideurs maximisateurs s'appuyant sur des experts spécialisés et des systèmes d'information standardisée et centralisée, qui étaient à la base des politiques interventionnistes et des économies planifiées, rupture que MUNIER & TERNY (1989) qualifient de crise de la prédictibilité et du calcul économique.

Dans l'halieutique, ce changement se traduit par une reconnaissance institutionnelle et scientifique de la pêche artisanale du fait de son adaptabilité et de son importance en termes d'emplois. Ainsi les recommandations en sa faveur se renforcent en même temps qu'est souligné le rôle important des aspects socio-économiques et institutionnels dans l'aménagement des pêches. Du point de vue scientifique, la pêche artisanale va constituer alors un objet de recherche et d'attention à part entière, adapté au contexte qui émerge en faveur des notions de complexité, de variabilité, d'adaptabilité et qui s'accompagne du développement des approches systémiques (CATANZANO & REY, 1997 ; REY *et al.*, 1997). Le colloque de 1989 (DURAND *et al.*, 1991) paraît constituer un repère de ce changement de représentation scientifique. Cependant, comme le souligne NGUINGUIRI (2000), cette « réhabilitation » de la pêche artisanale n'a pas supprimé la vision dualiste du développement et a conduit à remplacer l'opposition pêche industrielle et pêche artisanale par une partition entre pêche des migrants et pêche locale, que l'auteur qualifie de modèle « néo-dualiste », et que l'on peut généraliser à l'opposition pêche étrangère/pêche nationale qui tend ainsi à se renforcer.

Nouveaux enjeux et nouvelles représentations avec le passage à la gestion intégrée

Par la suite, les préoccupations environnementales de développement durable introduisent un souci de protection et de conservation des ressources et des actifs naturels, qui s'est traduit dans la pêche par le concept de pêche responsable. Il en résulte un élargissement des objectifs de l'aménagement des pêches, qui sont passés de la préservation de la ressource à une régulation écosystémique des systèmes halieutiques dans leurs composantes à la fois biologiques ou écologiques mais aussi économiques et sociales dans le cadre d'une gestion intégrée des systèmes littoraux. Ainsi, les années quatre-vingt-dix sont celles de la gestion intégrée, avec, dans un premier temps, l'optimisation de la capacité de charge des milieux en fonction de la mesure des impacts anthropiques des différents usages, puis la recherche des conditions de mise en œuvre d'une gestion concertée des usages au sens d'une « répartition raisonnable entre usages » (BARRAQUÉ, 1999).

Cet élargissement implique donc une multiplication des acteurs et des échelons d'interactions entre usages et usagers des ressources et des écosystèmes, entre espaces et entre communautés sociales... Il suppose aussi des changements institutionnels s'orientant vers une logique de subsidiarité et/ou de co-management. Cependant, les instruments traditionnels des politiques publiques, « s'appuyant sur une segmentation administrative des problèmes et sur une séquentialité des processus de décision » (AGGERI, 2000), s'avèrent peu

aptes à intégrer l'incertitude et la complexité nouvelle de ces politiques confrontées à la fois à la pluralité des objectifs et des acteurs et à la diversité des besoins et des représentations d'une société de plus en plus hétérogène. En outre, ces changements remettent en cause le monopole du savoir attribué à l'expertise, au profit de procédures de recherche-action ou plus généralement de démarches participatives (TESSIER & VAILLANCOURT, 1999) conduisant à des formes dites de « démocratie scientifique » (BLOY *et al.*, 1999).
Dans ce contexte, les interactions entre pêches artisanale et industrielle évoluent et tendent à devenir plus globales. Face aux objectifs de gestion non seulement intégrée mais concertée, la pêche artisanale comporte des atouts en termes de capital social et d'intégration dans les communautés locales où le pêcheur artisan représente à la fois une activité économique et un capital culturel. Il ne s'agit plus, comme on l'a déjà souligné, de formaliser l'informel, en l'occurrence ici la pêche artisanale, mais de renforcer ses capacités institutionnelles et de promouvoir des conditions de travail relevant de la notion de travail décent. La pêche industrielle quant à elle, peut apparaître comme génératrice d'effets d'encombrement du fait de sa concentration spatiale, mais aussi comme garantissant mieux les conditions sociales de ses emplois.

CONCLUSION

OUTRE les logiques et les conséquences (vision *ex post*), des interactions, la problématique actuelle de la gouvernance conduit à les analyser en fonction de la nature des conflits générés, de leurs modes de résolution, au sens des instruments et des incitations mobilisés mais aussi des procédures d'élaboration et de mise en œuvre de ces instruments (contrôle social, réglementation administrative, concertation, co-management...).. Pour ce faire, il convient d'étudier ces interactions en fonction de l'échelon auquel elles interviennent. Ceux-ci sont définis selon une logique systémique en termes d'emboîtement de sous-systèmes, obéissant à des processus de décision et de régulation régis selon des logiques organisationnelles spécifiques liées à leur niveau de complexité. En simplifiant, on peut retenir trois grands sous-systèmes : les unités de production, les systèmes productifs ou les systèmes littoraux.

Les externalités entre unités concernent essentiellement le partage de l'espace et de la ressource (directement ou indirectement pour les pêcheries séquentielles, telles celles du poulpe ou de la crevette souvent évoquées). Elles interviennent entre unités individuelles ou entre collectivités ou pêcheries et répondent aux conditions d'application des outils classiques de régulation de l'économie des pêches. Entre systèmes productifs, c'est plutôt l'accès aux facteurs de production (travail notamment), aux marchés et au crédit qui fait l'objet de rivalités ou de synergies avec des effets d'éviction (concurrence) ou de pôle de développement (complémentarité), qui relèvent de la régulation économique des filières de production. Enfin, les interactions en termes d'effets écologiques d'anthropisation des milieux liés à l'occupation démographique et économique des territoires, de compétition entre usages pour l'occupation du foncier, de compétition entre des fonctionnalités non marchandes des territoires ou des ressources, interviennent entre secteurs ou entre usages à l'échelon des systèmes littoraux. De par leur caractère de long terme, voire intergénérationnel, et indirect, ces interactions renvoient à des politiques globales d'aménagement et nécessitent de nouvelles pratiques de régulation collective. La logique s'apparente à un processus d'internalisation, que l'on pourrait qualifier d'« internalisation collective » au sens non plus de l'intégration verticale ou horizontale entre unités mais de la mise en place d'institutions de concertation réunissant une diversité d'acteurs entre lesquels il convient de construire collectivement une fonction d'objectif commune ; celle-ci doit être élaborée sur la base d'un consensus négocié dans le cadre d'une structure de gouvernance adaptée garantissant son adaptation continue à l'évolution des enjeux.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

AGGERI (F.), 2000. — « Quelle prospective et quelle gouvernance pour les politiques de développement durable ? », *in* HEURGON & LANDRIEU (éd., 2000) : pp. 275-287.

ANTONA (M.), M. GARRABE & H. REY, 1991. — « Identification des causes de défaillance dans l'analyse de projets : Application à l'étude de 14 projets pêches », *in* DURAND *et al.* (éd., 1991) : t. II, pp. 889-896.

BARRAQUÉ (B.), 1999. — *Présentation In Gestion négociée des territoires et des politiques publiques*, Paris, L'Harmattan (coll. *Espaces et Société*) : pp. 7-15.

BLOY (D.), K. DONNET & P. ROQUEPLO, 1999. — « Quelle contribution au débat public ? », *Problèmes politiques et sociaux. Science, démocratie et risques majeurs*, n° 823 : pp. 67-74.

BOUTRAIS (J.), 2000. — « Introduction. Gestion sociale locale », *in* GILLON *et al.* (éd., 2000) : pp. 147-152.

CATANZANO (J.) & H. REY, 1997. — « La Recherche halieutique entre science et action : réflexions sur fond de crise », *Nature, Science, Société*, vol. V, n° 2, avr.-juin : pp. 19-30.

CHABOUD (C.) & E. CHARLES DOMINIQUE, 1991. — « Les pêches artisanales en Afrique de l'Ouest : état des connaissances et évolution de la recherche », *in* DURAND *et al.* (éd., 1991) : t. I, pp. 99-139.

CHABOUD (C.), 1992. — « Les interactions et complémentarités entre pêche piroguière et pêche industrielle en Afrique de l'Ouest. Quelques aspects théoriques et exemples », communication, séminaire régional sur les pêcheries artisanales en Afrique de l'Ouest, *Méthodologie d'études, possibilités d'aménagement et de développement*. Centre national de recherche océanographiques et des pêches de Mauritanie, Nouadhibou, 25-30 avr., 29 p.

CHAUVEAU (J.-P.) & E. JUL-LARSEN, 2000. — « Du paradigme halieutique à l'anthropologie des dynamiques institutionnelles. Introduction », *in* CHAUVEAU *et al.* (éd., 2000) : pp. 9-85.

CHAUVEAU (J.-P.), 1989. — « Histoire de la pêche industrielle au Sénégal et politiques d'industrialisation », IIe partie, « L'essor thonier et les limites d'une politique nationale d'industrialisation de la pêche », *Cah. Sci. Hum.*, 25 (1-2) : pp. 259-275.

CHAUVEAU (J.-P.), 1991. — « Les variations spatiales et temporelles de l'environnement socio-économique et l'évolution de la pêche maritime artisanale sur les côte ouest-africaines. Essais d'analyse en longue période : XV°-XX », *in* CURY & ROY (éd., 1991) : pp. 14-23.

CHAUVEAU (J.-P.), E. JUL-LARSEN & C. CHABOUD (éd.), 2000. — *Les pêches piroguières en Afrique de l'Ouest : Pouvoirs, mobilités, marchés*, Paris, C.M.I.-I.R.D.-Karthala, 385 p.

CORMIER-SALEM (M. C.), 2000. — « Appropriation des ressources, enjeu foncier et espace halieutique sur le littoral ouest africain », *in* CHAUVEAU *et al.* (éd., 2000) : pp. 205-229.

COULON (C.) & D. C. MARTIN (éd.), 1991. — *Les Afriques politiques*, Paris, La Découverte.

COUSSY (J.), 1991. — « Économie et politiques de développement », *in* COULON & MARTIN (éd., 1991) : pp. 123-139.

COUTY (Ph.), 1973. — *Éléments d'économie des pêches appliqués à l'Afrique noire*, rapport, Orstom, 56 p.

CURY (P.) & C. ROY (éd.), 1991. — *Pêcheries ouest-africaines : Variabilité et changement*, Paris, Orstom, 525 p.

DAVIRON (B.) & B. LOSCH, 1998. — *Quelles stratégies sectorielles agricoles pour l'aide publique française ? Réflexions à partir des secteurs café-cacao africains*, rapport, Cirad-C.F.D., département des politiques et études, 74 p.

DUMAS (B.), C. RAYMOND & J. G. VAILLANCOURT (éd.), 1999. — *Les sciences sociales de l'environnement*, Presses de l'université de Montréal (Canada), 210 p.

DURAND (J.-R.), J. LEMOALLE & J. WEBER (éd.), 1991. — *La recherche face à la pêche artisanale*, symposium Ifremer-Orstom, Montpellier, 3-7 juill. 1989, Orstom, 1 070 p. (collection *Colloques et Séminaires*).

FONTAINE (J.-M.), 1994. — *Mécanismes et politique de développement économique: du « Big Push » à l'ajustement structurel*, Paris, Cujas.

FONTANA (A.), A. CAVERIVIÈRE, A. FONTENEAU & C. CHABOUD, 1989. — *Bilan et enjeux des pêches maritimes en Afrique de l'Ouest : Possibilités et pertinence des interventions*, rapport, Orstom, 85 p.

GILLON (Y.), C. CHABOUD, J. BOUTRAIS & C. MULLON (éd.), 2000. — *Du bon usage des ressources renouvelables*, Paris, I.R.D., 471 p. (coll. *Latitudes 23*).

HEURGON (E.) & J. LANDRIEU (éd.), 2000. — *Prospective pour une gouvernance démocratique*, colloque, Cerisy, L'Aube-La Tour-d'Aigues.

HUGON (P.), 1991. — « La pensée française du développement : Évolution et spécificité », *Revue d'économie politique*, 101 (2) : pp. 171-229.

KALAORA (B.), 2002. — « Sociologue en mission. Le cas de la gestion intégrée des zones côtières à l'île Maurice », *in* REY-VALETTE *et al.* (éd., 2002) : pp. 219-232

LALOË (F.) & A. SAMBA, 1990. — *La pêche artisanale au Sénégal : ressource et stratégie de pêche*, Paris, Orstom, 395 p. (coll. *Études et Thèses*).

LE LOEUFF (P.), E. MARCHAL & J. B. AMON KOTHIAS (éd.), 1993. — *Environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire*. t. I, *Le milieu marin*, Paris, Orstom, 588 p.

MUNIER (B.) & G. TERNY, 1989. — « Le calcul économique public », *Revue d'économie politique*, n° 99.

NGUINGUIRI (J. C.), 2000. — « La pêche des migrants : un modèle de croissance pour la pêche locale ? À propos du dualisme des théories du développement », *in* CHAUVEAU *et al.* (éd., 2000) : pp. 281-297.

REY (H.), 1993. — « L'économie des pêches maritimes ivoiriennes », *in* LE LOEUFF *et al.* (éd., 1993) : pp. 551-577.

REY (H.), J. CATANZANO, B. MESNIL & G. BIAIS, 1997. — *Système halieutique : Un regard différent sur les pêches*, Paris, Institut océanographique, 278 p.

REY-VALETTE (H.), 2000. — « Une lecture néo-institutionnelle du processus de décision dans les politiques publiques », séminaire Laser, *Outils des politiques publiques, Atelier décentralisation, libéralisation et nouvelles formes de gouvernance*, 29 sept. 2000, Montpellier, Faculté de sciences économiques, 20 p.

REY-VALETTE (H.), M. C. CORMIER SALEM, M. ANTONA & P. POINT (éd.), 2002. — *Environnement, politiques publiques et dynamiques littorales : Travaux et questions des sciences sociales*, Océanis, vol. XXVIII, (1-2), 348 p.

TESSIER (R.) & J. G. VAILLANCOURT, 1999. — « La mise en œuvre de nouveaux paradigmes en sciences sociales de l'environnement », *in* DUMAS *et al.* (éd., 1999) : pp. 17-31.

WEBER (J.) & A. FONTANA, 1983. — « Pêches et stratégies de développement : Discours et pratiques », comm., *Réunion stratégies de développement des pêches*, Rome 10-14 mai 1983, F.A.O., 11 p.

A Review of the Ecosystem Approach to Fisheries [1]

— Article —

Une revue de l'approche écosystémique des pêches

— Article —

Serge Michel GARCIA [2]

1. — Ce texte est une version abrégée d'une revue préparée pour la Consultation technique F.A.O. sur les approches écosystémiques de l'aménagement des pêches tenue à Reykjavik en octobre 2002 (GARCIA *et al.*, 2003).
This paper is an abbreviated version of a review document prepared for the FAO Technical Consultation on the Ecosystem-Based Fisheries Management held in Reykjavik in October 2002 (GARCIA *et al.*, 2003).

2. — Biologiste des pêches, directeur, *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO)
Fisheries Department, Fishery Resources Division
[Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture,
Département des pêches, Division des ressources de la pêche],
viale delle Terme di Caracallac, 00100 Rome (Italie).

ABSTRACT

ECOSYSTEMS are complex and dynamic and produce goods and services beyond those of benefit to fisheries. Because of their impact, fisheries need to be managed in an ecosystem context. The meaning of the terms "ecosystem management", "ecosystem-based management", "ecosystem approach to fisheries" (EAF), etc. are still not universally defined and are indeed progressively evolving. The rich set of international agreements of relevance for EAF contain a large number of principles and conceptual objectives that represent guidance and hurdles and altogether constitute a significant challenge for EAF development. They provide also the institutional foundations for EAF, and the Code of Conduct for Responsible Fisheries is particularly important in this respect. The experience in implementing EAF is still limited but the main issues are becoming familiar and FAO has recently developed preliminary guidelines. It is argued, in conclusion, that the future of the EAF and of fisheries depends on the way in which the two fundamental concepts of fisheries and ecosystem management will finally merge or collide.

Key words

Management — Ecosystem — Environment — Precaution — Indicators

RÉSUMÉ

LES écosystèmes sont des ensembles complexes et dynamiques qui génèrent des produits et des services allant au-delà de ceux dont bénéficie la pêche. À cause de son impact, la pêche doit être gérée dans son contexte écosystémique. Il n'existe encore pas de définitions universellement reconnues des termes « gestion de l'écosystème », « gestion fondée sur l'écosystème », « approche écosystémique des pêches » (A.E.P.), etc. et le sens de ces termes est encore en cours d'évolution. Le riche éventail des accords internationaux pertinents contient un grand nombre de principes et d'objectifs conceptuels qui sont autant de guides et d'obstacles et font du développement de l'A.E.P. un défi non négligeable. Ces accords fournissent également les fondations institutionnelles de l'A.E.P. et le Code de conduite pour la pêche responsable joue, en la matière, un rôle particulièrement important. L'expérience de mise en œuvre de l'A.E.P. est encore limitée mais les principales questions sont connues et la F.A.O. a récemment développé des lignes de conduites préliminaires. En conclusion, l'évolution future de l'approche et des pêches dépendra de la manière dont les deux concepts fondamentaux de gestion de la pêche et de l'écosystème se rejoindront ou entreront en collision.

Mots clés

Gestion — Écosystème — Environnement — Précaution — Indicateurs

INTRODUCTION

THE realisation of the need to exert some form of control over multiple uses of a sea area emerged during the late 20th century as a result of concerns over the health of the oceans, the regulation of human activities, the allocation of space, resources, rights and responsibilities, and the growing occurrence of related conflicts. In the process, the division of resources among nations (through the establishment of sovereign rights) seems to have been given priority over their conservation for future generations.

The process was accelerated by the 1950s technological boom, which increased dramatically the world's fishing capacity and the risk of contamination from naval accidents. This is illustrated by a number of catastrophic oils spills in the 1960s and 1970s, as well as by recurrent fish stocks collapses since the 1940s, culminating in the demise of the Atlantic Canadian cod in the 1990s. The effect has been an increasing societal concern about the sustainability of fisheries and their environment during the last five decades, culminating with the 1992 UN Conference on Environment and Development (UNCED) and the 2002 World Summit on Sustainable Development (WSSD). The FAO/Iceland Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem (REYKJAVIK, 2001) has opened the way to a more ecosystem-conscious approach to capture fisheries management, in line with existing international law, and as a complement to and evolution of conventional fisheries management. While the policy focus on this approach is new, its scientific bases are well established and its institutional foundations — already substantial — need improvement.

The document will successively address specific ecosystem issues related to ecosystem structure and degradation; the terminology used and the evolution of the paradigm during the last decade; the available conceptual objectives and guiding principles; the institutional foundations of the approach with a focus on the Code of Conduct and selected aspects of implementation. It ends up with a discussion on future developments.

ECOSYSTEM ISSUES

AN ECOSYSTEM can be defined as "a system of complex interactions of populations between themselves and with their environment" as well as "the joint functioning and interaction of these two compartments in a functional unit of variable size" (ELLENBERG, 1973; ODUM, 1975; NYBAKKEN, 1982; SCIALABBA, 1998). Humans form an integral part of the ecosystem from which they draw resources, services and livelihood.

While it may be considered at different geographical scales, from a grain of sand to the whole Earth, the relevant scale for the purpose of fisheries management is defined based on information about stocks, fishing operations and management processes and jurisdiction. Ecosystems can be described in terms of their four main compartments: (1) a biotic (living) compartment: target resources, associated and dependent species and the living habitat (seagrass, algal beds, corals); (2) an abiotic (non-living) compartment: topography, bottom types, water quality and local weather/climate; (3) a fishery compartment: capture, processing, trade, with a strong technological character; and (4) an institutional compartment: laws, regulations and organisations needed for governance. These components interact and are affected by: (i) non-fishing activities; (ii) the global climate and (iii) other ecosystems, usually adjacent, with which they exchange material and information. A simplified diagram of the interactions involved in an exploited ecosystem is given in figure 1.

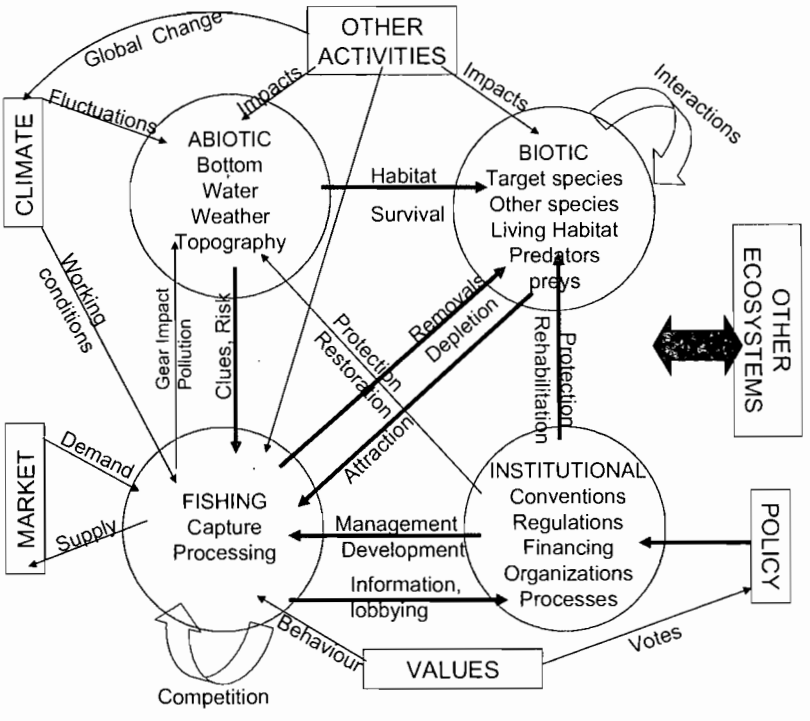


FIG. 1. — Simplified diagram of an ecosystem and its components.
Diagramme simplifié d'un écosystème et de ses composantes.

The functioning of the ecosystem is perturbed by natural environmental fluctuations (*e.g.* El Niño) which create uncertainty and risk for management. Fishing has direct effects on fished stocks' abundance, age and size structure, sex ratio, genetics, species composition, trophic chains and habitats (*e.g.* destructive fishing and pollution).

Overfishing has a major impact on target resources, with significant ecosystem, social and economic consequences. Aquaculture may damage coastal nursery habitats (*e.g.* mangroves) and contribute to contamination with food residues, waste, antibiotics, hormones, diseases and alien genetic material and species. Other industrial activities and urban centres release organic nutrients, toxic substances (*e.g.* polychlorinated biphenyls, tributyl tin paints, mercury, radioactive wastes, dioxin, oil and related substances), as well as plastic debris and human pathogens (*e.g.* cholera, salmonella). They result, *inter alia,* in eutrophication, harmful algal blooms (red tides), accidental death of animals through entanglement in (or ingestion of) debris; human diseases, and changes in sea-level, UV radiation and temperature, with impacts on primary productivity, including coral bleaching.

TERMINOLOGY

THE terms *ecosystem*, *approach*, and *fisheries* are defined in dictionaries and in the scientific literature but the sum of these is not enough to clarify the concept. Following on the Reykjavik Declaration, the Ecosystem Approach to Fisheries (EAF) is a fisheries governance framework taking its conceptual principles and operational instruments from conventional *fisheries management*, adding to them the relevant elements of *ecosystem management*. A number of expressions have al-

ready been used such as: *ecosystem-based fisheries management* (EBFM), *ecosystem approach to fisheries* (EAF), *environmental management*, *biodiversity management*, and *ecosystem approach* (in the Convention on Biological Diversity [CBD]). As modern fields of science-based governance, these concepts find their roots in the concept and well-grounded academic disciplines of *natural resources management* (NRM) or *wildlife management* (LARKIN, 1996; LACKEY, 1999) but have evolved quite different operational paradigms. The differences are briefly highlighted below.

Fisheries management, as practised since the early 1940s, is strongly based on ecosystem theory but focuses primarily on fishing activity and target resources [1]. In inland waters, where it developed earlier as an extension of *wildlife management* (LACKEY, 1999), it involves a substantial degree of direct intervention on the habitat, species composition, etc. In marine ecosystems, where direct intervention on the ecosystem is limited, it focuses on controlling fishing while observing proxies for the state of an otherwise opaque ecosystem and fugitive resource. It is defined as:

> *the integrated process of information gathering, analysis, planning, decision-making, allocation of resources and formulation and enforcement of fishery regulations by which the fisheries management authority controls the present and future behaviours of the interested parties in the fishery, in order to ensure the continued productivity of the living resources*
>
> FAO (1995)

Ecosystem management has been formally around at least since the introduction of conservation ethics by Aldo Leopold (CZECH, 1996) and was boosted by the 1972 Stockholm Conference on the Human Environment and the 1992 Unced Conference and Convention on Biological Diversity. It also derives from *wildlife management* and involves direct manipulation of the resources habitat and populations and human activity, with the view to optimising long-term returns to humans (LACKEY, 1999). In constant co-evolution with social values and priorities, it is science-based and geographically delimited. A universally accepted definition has yet to emerge (LACKEY, 1999). It is defined, for example, as:

> *the application of ecological, economic, and social information, options, and constraints to achieve desired social benefits within a defined geographic area and over a specified period*
>
> LACKEY (1999)

It is

> *a management philosophy which focuses on desired states rather than system outputs and which recognizes the need to protect or restore critical ecological components, functions and structures in order to sustain resources in perpetuity*
>
> CORTNER *et al.* (1994)

It aims at: (1) maintaining viable populations of all native species *in situ;* (2) representing, within protected areas, all native ecosystems types across their natural range; (3) maintaining evolutionary and ecological processes; (4) managing species and ecosystems over periods of time of sufficient duration to maintain their evolutionary potential, and (5) accommodating human use and occupancy within these constraints (GRUMBINE, 1994, cited by LARKIN, 1996). Table 1 summarises the comparison between ecosystem management and fisheries management.

The Ecosystem Approach to Fisheries (EAF) is a way of taking ecosystem considerations into more conventional fisheries management, in line with the Reykjavik Conference Declaration. The EAF is defined by WWF (2002) as:

> *an extension of conventional fisheries management recognizing more explicitly the interdependence between human well-being and ecosystem health and the need to maintain ecosystems productivity for present and future generations,* e.g. *conserving critical habitats, reducing pollution and degradations, minimizing waste, protecting endangered species". The "purpose of an ecosystem approach to fisheries is to plan, develop and manage fisheries in a manner that addresses the multiplicity of societal needs and desires, without jeopardizing the options for future generations to benefit from a full range of goods and services provided by marine ecosystems. An ecosystem approach to fisher-*

1. — It is sometimes referred to as Target Resources Oriented Management, T.R.O.M. (see F.A.O., 2003).

ies strives to balance diverse societal objectives, by taking account of the knowledge and uncertainties about biotic, abiotic and human components of ecosystems and their interactions and applying an integrated approach to fisheries within ecologically meaningful boundaries

FAO (2003)

All ecosystem-based approaches to management of economic activities "rely on similar precepts: the need for sound science, adaptation to changing conditions, partnerships with diverse stakeholders and organisations, and a long-term commitment to the welfare of both ecosystem and human societies" (KIMBALL, 2001).

TABLE I

Differences between fisheries and ecosystem management

Différences entre gestion des pêches et gestion des écosystèmes

CRITERIA	FISHERIES MANAGEMENT	ECOSYSTEM MANAGEMENT
Paradigm	Sector-based. Vertically integrated. Focusing on target resource and people.	Area-based. Holistic. Loosely cross-sectoral. Focusing on habitats and ecosystem integrity.
Decision-making	Science-based, top-down decision-making (evolving towards more participation). Aimed at "optimal fishing".	More participative decision-making, with stronger involvement of NGOs, advocacy science and the media to influence decisions. Aimed at "ecosystem health and integrity".
Global governance	A central role of FAO and Regional Fisheries Organisations.	Growing role of Unep and the Regional Seas Conventions.
Geographical basis	A process of overlapping and cascading subdivision of the oceans for allocation of resources and responsibilities	A progressive consideration of larger-scale ecosystems for more comprehensive management, *e.g.* from specific areas, to entire coastal zones and LMEs.
Stakeholder and political base	Narrow. Essentially fishery stakeholders. Progressively opening to other interests.	Much broader societal base of environment stakeholders with support from recreational and small-scale fisheries.
Global Instruments	1982 LOS Convention, UN Fish Stock Agreement and FAO Code of conduct.	Ramsar Convention, Unced and 1992 Agenda 21, CBD and Jakarta Mandate.
Measures	Regulation of human activity inputs (gear, effort, capacity) or output (removals, quotas) and trade.	Protection of specified areas and habitats including limitation or exclusion of extractive human activities.

PRINCIPLES

THE ecosystem approach to fisheries (EAF) is an extension of conventional fisheries management, recognising more explicitly the interdependence between human well-being and ecosystem health and the need to maintain ecosystems' productivity for present and future generations. The various forms of ecosystem-related management described in literature or adopted by States refer to a number of interrelated guiding principles or conceptual objectives. They are reviewed below, giving them a "short-hand" name for easy reference and with no ranking (for more comprehensive description and explicit references to agreed instruments, see GARCIA *et al.*, 2003):

— The *Resources Scarcity Principle* reminds that aquatic ecosystems resources are finite and often in short supply;

— The *Anti-Overfishing Principle* provides that States ensure that the maintenance of the living resources in the exclusive economic zone is not endangered by over-exploitation;

— The *Maximum Productivity Principle* provides that exploited populations do not fall below a level which ensures their greatest

net annual increase and that measures are designed to maintain populations of harvested species at levels which can produce the maximum sustainable yield, as qualified by relevant environmental and economic factors;

— The *Impact Reversibility Principle* requires restoring populations of harvested species at levels that produce the maximum sustainable yield. For those stocks that are accidentally over-fished, the fishery must be conducted in such a way that there is a high degree of probability that the stock(s) will recover to acceptable levels of abundance. Risks of changes to the marine ecosystem that are not potentially reversible over two or three decades must be minimised;

— The *Rebuilding Principle* complements the Impact Reversibility Principle by providing that, when stocks are accidentally over-fished, measures are designed to restore populations of harvested species at levels which produce the maximum sustainable yield, as qualified by relevant environmental and economic factors;

— The *Impact Minimisation Principle* complements the two above as keeping impacts at the lowest possible level may be an effective way to ensure the highest probability of reversibility. It provides that fishing operations are managed to minimise their impact on the structure, productivity, function and biological diversity of the ecosystem;

— The *Ecosystem Integrity Principle* states that the integrity of the ecosystem should be maintained, preserved and in any case be an explicit objective of management. In the CBD this implies: (i) maintenance of biodiversity at biological community, habitat, species and genetic levels; and (ii) maintenance of the ecological processes that support both biodiversity and resource productivity;

— The *Interdependence Principle* refers to the need to take account of the interdependence of stocks and provides that coastal States take into consideration the effects on species associated with, or dependent upon, harvested species, with a view to maintaining or restoring populations of such associated or dependent species above levels at which their reproduction may become seriously threatened. It often refers specifically to endangered, threatened or protected species;

— The *Institutional Integration Principle* provides that States ensure that an appropriate policy, legal and institutional framework is adopted to achieve the sustainable and integrated use of the resources, taking into account the fragility of coastal ecosystems and the finite nature of their natural resources and the needs of coastal communities;

— The *Uncertainty Principle* reminds that aquatic ecosystems are poorly known, complex, interconnected, dynamic, changing seasonally and, in the longer-term, modified by fisheries, aquaculture and other activities. As a consequence, ecosystems resilience and human impacts (including their reversibility) are difficult to forecast and hard to distinguish from natural changes. It is operationalised by the Precautionary Principle and the Precautionary Approach (see below);

— The *Compatibility Principle* requires that conservation and management measures established for the high seas and those adopted for areas under national jurisdiction are compatible in order to ensure conservation and management of the straddling fish stocks and highly migratory fish stocks in their entirety.

In addition, the ecosystem-related frameworks tend to refer to a number of overarching principles of sustainability and/or governance that are considered as pillars of sustainable development and of environmental policies (DOMMEN, 1993) and are listed below:

- The *Polluter-Pays Principle* provides that the polluter bears the cost of the measures needed to ensure that the ecosystem is and remains in an acceptable state,
- The *User-Pays Principle* states that all resource users should pay for the full long-term marginal social cost of the use of a resource and related services, including any associated treatment cost,
- The *Precautionary Principle* and its operational equivalent, the precautionary approach, provide that, where there are

threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty is not used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.

The above principles do not make much reference to human well-being, community livelihoods or food security. A number of "principles" are, however, progressively emerging in this area and are discussed below:

— The *Subsidiarity Principle* provides that decisions are taken at the lowest possible level of governance and is more and more often invoked, together with the recommendation to decentralise decision-making and to increase direct participation of stakeholders;

— The *People's Participation Principle* provides that the stakeholders are associated to the management process, in data collection, knowledge-building, option analysis, decision-making and implementation. It is a complement to the Subsidiarity Principle but is relevant even in centralised systems;

— The *Human Well-being Principle* is central to the concept of sustainable use and recognises that uses can only be sustainable if they are of value to human beings and contribute to their well-being;

— The *Equity Principle* provides that governance endeavours to establish and preserve inter-generational, intra-generational, cross-sectoral, cross-boundary and cross-cultural equity.

INSTITUTIONAL FOUNDATIONS

THE EAF does not represent a rupture with the past fisheries management paradigm but a new phase in a process of continuous evolution. While the term may not be present in international and national legislation, the underlying concepts appear in many of them and the EAF has an already agreed broad policy and legal foundation. The EAF is a way for fisheries to ensure their contribution to sustainable development, poverty alleviation and food security. The relation between EAF and sustainable development is illustrated by the closely related concept of *Ecologically Sustainable Development'* (ESD), defined as:

> *using, conserving and enhancing the community's resources so that ecological processes, on which life depends, are maintained, and the total quality of life, now and in the future, can be increased*
>
> COMMONWEALTH OF AUSTRALIA (1992)

The EAF finds its roots in two historical institutional processes directly related to the emergence of the concept of sustainable development:

— The 1972 *UN Conference on Human Environment* (Stockholm, 1972) dealt with the environmental aspects of natural resources management, stressing *"the right of Man to modify the environment for its development and the dangers behind the huge capacity developed to do so"*. It emphasised the need for people's participation, resources limitation, environmental degradation, demography, planning and management, institutions, role of science, and technology, international collaboration and equity;

— The 1982 *UN Convention of the Law of the Sea* (hereafter called the 1982 Convention) formulated the basis for conventional fisheries management and development. Its fisheries chapter only refers to "associated and dependent species" and the maximum sustainable yield. It provides that resources conservation measures are designed to maintain or restore populations of harvested species at levels that can produce the maximum sustainable yield, as qualified by relevant environmental and economic factors. Part XII of the Convention is dedicated to protection and preservation of the marine environment and under Article 192 provides that States have the obligation to protect and preserve the marine environment.

A number of international events and instruments have preceded, accompanied and followed the adoption of the 1982 Convention and Unced and have contributed to the progressive emergence of the EAF paradigm and requirements (for more details, see GARCIA *et al.*, 2003):

— The FAO Technical Conference on Marine Pollution and its Effects on Living Resources and Fishing (Rome, 1970);
— The FAO Technical Conference on Fishery Management and Development (Vancouver, 1973);
— The 1980 Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR);
— The World Commission on Environment and Development (WCED, 1984-87) and the "Brundtland Report" (WCED, 1987);
— The UN Conference on Environment and Development (Unced, 1992) and its Agenda 21;
— The Convention on Biological Diversity (CBD, 1992) and the Jakarta Mandate on Marine and Coastal Biological Diversity (1995);
— The 1995 UN Fish Stock Agreement (FSA);
— The 1995 Kyoto Declaration on the Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security;
— The 2001 Reykjavik Declaration on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem.

The progressive development of *eco-labelling* in forestry and, more recently, in fisheries is also a sign of the progressive strengthening of ecosystem principles in management.

The Code of Conduct

The 1995 Code of Conduct for Responsible Fisheries being recognised by FAO members as the most complete and operational reference for management, combining the requirements of fisheries and environmental conventions and instruments, any EAF guidelines produced by FAO will need to be in line with it. The Code contains a significant number of ecosystem-related provisions which, when considered together, give a good indication of the ecosystem principles, concerns and policy guidance already available in the Code for the development of an ecosystem approach to fisheries. These are as follows (terms used in the Code are in quotes):

— *Ecosystem and habitat protection*: The Code is elaborated "with due respect" for the ecosystem (Introduction). Recognising its transboundary nature (6.4), it provides that States should "conserve", "protect" and "safeguard" it (6.1; 6.6; 7.2.2d; 12.10), including from the impact of aquaculture (9.2) to keep its "integrity" (9.12). It promotes research (2.1), calling for an assessment of the impact of fishing, pollution, other habitat alterations and climate change (12.5). The Code provides for habitat protection (6.8; 7.2.2d) and "safeguard" (12.10) of critical habitats, requesting the rehabilitation of degraded ones (6.5; 7.6.10) and promoting research on the impact of their alteration on the ecosystem (12.5) as well as a prior assessment of the potential impact of new fisheries or introduction of new technologies (8.4.7; 12.11);
— *Role of environmental factors*: The Code states, in its Introduction, that it "takes account of" the environment. Its provisions promote its protection (2g; 6.5; 8.7). It promotes research on environmental factors (2j) and requires that such factors be taken into account in the "best scientific information available" (6.4) even when the scientific information available is inadequate (6.5). It provides that fishing be conducted "with due regard" for the environment (8.4.1) which should be monitored for impacts (10.2.4). It recognises, in line with the 1982 Convention, the qualifying role of environmental factors on the Maximum Sustainable Yield (7.2.1);
— *Environmental impacts of fisheries*: The Code provides that the impact of fisheries activities (including aquaculture and artificial reefs) should be minimised (6.7; 6.19; 8.9d; 9.1.5) and recommends the development of research on such impacts (8.11) for their assessment (9.15) and monitoring (9.15). It aims at "ecologically sustainable" activities (9.1.3). It promotes a reduction of pollution and use of chemicals (9.4), environmentally sound processing, transport or

storage (11.1.7), and calls for regulation of environmental impacts of post-harvest practices (11.1.2). The Code provides also for the prior impact assessment and monitoring of gear impact (12.11), the prohibition of destructive practices (8.4.2) and the development of environmentally safe gear. The Code also considers, albeit very briefly, the problem of sound or optimal use of energy (8.6; 11.8c);

— *Environmental impacts of other users and pollution*: The Code addresses itself also to other (non-fishery) users (1.2; 10.1.5) and acknowledges the impact of other human activities on fisheries. It recommends avoiding or settling conflicts (10.1.4; 10.1.5). It also recognises that their impacts should be assessed (7.2.3) and promotes the development of environmental research (8.4.8; 12.10). It provides that the negative effects of natural environmental factors are not exacerbated by fisheries (7.5.5) and calls for restoration of resources affected by other uses (7.6.10). It calls specifically for consultation with fisheries authorities before making decisions regarding the abandonment, in the aquatic ecosystem, of artificial structures (*e.g.* oil platforms). The Code calls for a reduction of pollution (7.2.2) through the development of waste disposal systems (*e.g.* for oil, garbage, decommissioned gear) in harbours and landing places (8.7.4; 8.9c). Dumping at sea from fishing vessels should follow the requirements of the Marpol Convention (8.7.4) for onboard incineration (8.7.2). Emissions into the atmosphere should be reduced (8.8), including those of exhaust gas (8.8.1) and ozone, phasing out of conventional cooling agents (chlorofluorocarbon and CFCs) (8.8.3) and use of alternative refrigerants (8.8.4);

— *Biodiversity and endangered species conservation*: The Code reflects "due respect" for biodiversity (Introduction). It promotes its maintenance (6.1), protection (7.2.2d), safeguard (12.10) and conservation (9.2.1), mentioning genetic diversity (9.2.1; 9.1.2), the need to minimise fisheries impact on biodiversity (9.2.1) and to develop research about fishing gear impact. The Code also recognises the existence of endangered species that need to be protected (7.2.2), minimising fisheries impacts on them (7.6.9);

— *Multispecies management*: The Code distinguishes between exploited and non-exploited species belonging to the same ecosystem, the target species on the one hand and "non-target" species or "dependent or associated" species (in accordance with the 1982 Convention) on the other. Regarding the latter, the Code promotes the study of their behaviour (12.10), their conservation (6.2; 6.5) even in the absence of adequate scientific information (6.5, precautionary approach), the taking into account of accidental fishing mortality (7.2.5), the assessment (7.2.3) and the reduction/minimisation of catches (7.2.2; 7.69; 6.6) or fisheries impacts (6.6; 7.2.2). The Code provides for conservation of populations structure (6.1), their rehabilitation in case of damage (6.3) and the analysis of the impacts on them of environmental factors (12). It also provides for the scientific study of the relations between populations (7.3.3);

— *Coastal areas*: They are one of the key geographical units for an ecosystem approach to fisheries management. The Code provides that they are protected (2g) and has one article entirely dedicated to the integration of fisheries into coastal areas management (1.1; 1.3; 6.9; 8.11.3; 10.2.4);

— *Selectivity, ghost fishing, by-catch, discards and waste*: Insufficient selectivity is a central ecological issue of fisheries connecting the use of fishing gears with the impact on target as well as non-target species, by-catch, discards and waste. The Code dedicates a whole section to the issue (8.5). It promotes the use of more selective gear (7.6.9; 8.4.5) and calls for more international collaboration in better gear development (8.5.1; 8.5.4), as well as for the agreement on gear research standards. The Code calls for minimising discards (12.10) and waste (6.6; 7.2.2; 7.6.9) including through reduction of dumping and loss of gear (7.2.2);

— *Risk, uncertainty and precaution*: The Code, in line with the Unced Rio Principle 15 and the 1995 Fish Stock Agreement,

deals with uncertainty, risk and precaution (7.5) and recommends the wide application of the precautionary approach to "preserve the aquatic environment" (6.5; 7.5.1), taking into account various uncertainties (7.5.2; 10.2.3), using reference points (7.5.3), adopting cautious measures for new fisheries (7.5.4) and avoiding to add pressure on a stock naturally affected by a negative environmental impact (7.5.5). The Code also recommends a scientific Prior Impact Assessment (PIA) before a new fishery is developed or a new technology is deployed (8.4.7; 12.11).

MAIN IMPLEMENTATION ISSUES

WHILE most of the Principles that might be considered for the architecture of EAF are generally acceptable, not everybody will totally agree with everyone of them, and much debate can be expected about them in a participatory, bottom-up, implementation. In addition, their practical implementation raises scientific and managerial challenges often incompatible with the human and financial resources available and, in some cases, with the economic value of the fisheries themselves. The main difficulty resides in the design of the operational management strategy and plan and in their implementation, in the transformation of agreed but fuzzy and potentially contradicting principles into a reasonable set of short-term and long-term objectives and a panel of practical measures. In the following sections, we will not dwell on the fisheries management planning and implementation process competently dealt with elsewhere (FAO, 1997; COCHRANE, 2002). We will look at some EAF implementation problems related to: (1) the information base; (2) the institutional set-up; (3) the policy and decision-making; and (4) the management measures. For each of these items we will discuss the issues and give some implications for implementation. Some of the issues are specific to EAF but many are indeed relevant for conventional fisheries management. They are nonetheless mentioned here because, if addressed and solved, they will defeat implementation.

Information Base

The information base available to analyse situations, propose policy and strategic options, and evaluate performance of the latter, is usually inadequate, due to poor data and insufficient research. Conventional statistics are of dubious quality, lacking accuracy and detail. Inventories of the main elements are lacking, *e.g.* of the main target, associated or endangered species; main stocks and exploited ecosystems; fisheries and fleets; sources of pollution; critical habitats and competing uses. Research is often insufficient too. There is usually no systematic monitoring of the main elements mentioned above (*e.g.* trophic structure; stock biomass; spawning potential; recruitment; fleet activity; habitat extension, river outflow, pathogens and harmful algae, chemical contamination). This makes it difficult to establish any meaningful systems of indicators. Sometimes, the potential cost of any decent monitoring may be unaffordable, particularly in developing countries. Means for recurrent research are often insufficient to deal with the new management approaches (*e.g.* adaptive management, co-management, habitat rehabilitation, risk management), test specific management tools (such as protected areas), develop more ecological fishing gear and practices and reduce post capture losses, genetic impact or the spreading of pests and diseases.

This increases uncertainty, leads to poor scientific advice, impedes performance assessment, reduces transparency of decision-making, opens the way to misinformation and unwarranted interpretations potentially hampering the needed public debate, impedes the analysis of natural variability and of human impacts, reducing forecasting capacity. The lack of impact assessment and performance assessment is particularly obvious. The adequacy of existing ecosystem models for credible option analysis is not yet conclusively demonstrated.

Institutional Set-up

The poor institutional set-up is largely responsible for the failure of conventional management: weak organisations, insufficient coordination, poor enforcement, unclear rights of use. We will not review all of them here and only stress a few of particular importance for an EAF:

— Laws and regulations for fisheries need to be modernised to take the ecosystem requirements more fully into account;
— Fisheries authorities need to be strengthened, expanding their mandate, improving the link with research, increasing litigation power, improving enforcement;
— Inter-sectoral planning and coordination must be improved, on an ecosystem basis, particularly when resources are shared between countries, jurisdictions or sub-sectors;
— Decentralisation of authority could be very effective, provided efforts are made to develop decision-making and enforcement capacity at lower levels of government;
— Higher levels of participation and transparency may help develop "ownership" of management schemes at community level;
— EAF management plans are a central requirement to formalise the approach and send to stakeholders a clear expression of the Government's willingness to act;
— Bilateral and international agreements are required to optimise management of shared and straddling fish stocks. This implies agreeing on resources allocation;
— Adjustments of institutional boundaries to ecosystem ones is usually needed as a significantly large number of transboundary stocks [1] straddle over the political jurisdictions (GARCIA & HAYASHI, 2000).

Policy, Decision-Making and Management

The present policy framework for conventional fisheries management varies greatly among countries but it generally needs improvement, even before any additional adjustment is considered to implement the EAF. These adjustments, without which no management approach can be effective, include for instance:

— An effective framework for fishing capacity control;
— More aggressive implementation of the precautionary approach;
— Introduction of market-driven incentives, including property and user rights;
— More active participation of stakeholders; Improved enforcement powers;
— Systematic performance assessment of national policies and management strategies;
— Better integration of sectoral development policies and planning.

In addition to these classical requirements for improved fisheries management, some more specific adjustments are required to better take account of ecosystem considerations:

— Formal adoption of the EAF framework;
— Elaboration of sectoral or sub-sectoral EAF guidelines;
— Diversification of the sector to increase its resilience;
— Re-focussing of research on understanding and forecasting ecosystem variability;
— Introduction of environmental economics in decision-making;
— Establishment of oversight mechanisms.

A classical criticism towards policy and decision-making is the lack of clarity and consistency in the objectives retained for fisheries. Defining objectives is likely to be even less satisfactory in ecosystem-based management, considering the "fuzziness" of some of the requirements and the exponential increase in possible options provoked by the additional number of parameters and stakeholders to be considered. The long set of "principles" reviewed earlier in this document provides a list of potential objectives and illustrates the problem.

A number of specific management measures will be needed to implement an EAF. Many are required in any case to improve the effectiveness of conventional management. Some are specific to the EAF framework:

— Rebuilding strategies for depleted stocks;

1. — More than 1500, according to CADDY (1997).

— Fishing capacity control and reduction schemes;
— Establishment of various forms of fishing rights;
— Stricter regulation of the introduction of alien species;
— Identification and promotion of good management practices;
— Protection of endangered species;
— Generalisation of Environmental Impact Assessment (EIA) procedures;
— Clarification of the role and implementation of Marine Protected Areas;
— Adoption of certification and eco-labelling schemes.

DISCUSSION & OUTLOOK

IT IS impossible to date accurately the process of development of an ecosystem approach to fisheries (EAF). It probably started with the beginning of the use of Nature by humans. In its formalised, modern form, it is a product of the 20th century (COUPER, 1992) and has developed inland before spreading into oceans, fuelled by concerns about pollution and, later, about fisheries impacts.

From an environmental angle, the process is one of inclusion of fisheries as an additional source of impact in the ecosystem governance. From a fisheries point of view, it is one of extension of the conventional concern about the fishers and the resources to other essential elements of the exploited ecosystem. On the one hand, *ecosystem management* has developed and maintained a body of (largely qualitative) knowledge on ecosystem structure and functioning. It is developing sets of sustainability indicators. It has tested management organisations, processes and instruments (*e.g.* protected areas) and re-discovered that people, their aspirations, costs and benefits, allocations and equity - with the potential conflicts they can generate — have to be taken into account. On the other hand, *fisheries management* has developed a body of (more quantitative) knowledge on population dynamics, interactions between fisheries and target resources, consideration of uncertainties in assessment and management and sustainability indicators. It has tested management institutions at all levels, has experienced 20 years of space allocation following the adoption of the 1982 Convention and re-discovered that maintaining associated and dependent species, as well as critical habitats and ecosystems' processes, is necessary.

Both sets of players have discovered that conflicts must be tackled and resolved equitably, that enforcement capacity must be improved, and both are testing the assumption according to which increased participation, decentralisation and transparency will improve management performance. With time, through scientific progress, recurrent failures, and under-growing pressure from developing environmental ethics, both paradigms are evolving towards a more balanced approach to ecosystem and human well-being. It is recognised that both needs are intricately inter-connected and that conflicts between users' requirements need to be addressed and resolved. It would therefore seem obvious that there is a need to join the paradigms but there are some difficulties on the way:

— The two paradigms are underpinned by two separate families of institutions, organisations and legal instruments and two types of scientists, similar in their academic background but different for the institutional system in which they operate. This creates the costly need for collaboration but also the political incentives to maintain identity. In other words, the institutions created as part of the solution may well become part of the problem in developing a joint paradigm;
— The two processes are different. Fisheries management is based on science applied through an administrative process that has shown strong inertia, reinforced by the inherent resistance to change of the sector, struggling with the direct practical, social, economic and political consequences of the change. It has been intensively tested for decades in all contexts. It has been used for

decades and its strong points and weaknesses are well known. Ecosystem conservation makes more use of public and legal pressure [1] organised by NGOs with an efficient use of the media. It is evolving rapidly, supported by a larger number of citizens with limited or no understanding of the costs of change to the sector and who often assume or perceive a zero cost to themselves. The difference in history and processes makes it more difficult for the two paradigms to "merge".

Both paradigms are confronted with the difficult and recurrent question of allocation of resources and wealth at societal and cross-sectoral level and are defied by the complexity of the "equity" question and the potential for conflict among a large and diversified group of stakeholders.

It is not easy to forecast how the evolution of the two paradigms will proceed[2]. It will probably depend on the evolution of the management paradigm in other sectors of natural resources management (water, forestry, waste, etc.). In any case, fisheries will most probably be considered from now on as one "environmentally degrading" industry among many others. During the next two decades, the process could evolve as:

1. A "violent" collision between "radicalised" paradigms, thrown out of balance by globalisation, violent conflicts between stakeholders, no reversal in overfishing and pollution trends [3] Public pressure will increase. Considering the respective political and electoral weights, fishermen could lose the conflict in many countries, particularly in the developed world, with very significant political, financial and cultural losses. Many fisheries may be closed, starting from the most environmentally "aggressive" ones. Whether this scenario would be favourable to small-scale (dispersed) or large-scale (vertically integrated) industries is not clear, despite the fact that small-scale fisheries are perceived as more ecological.
2. A smooth confluence between "compromised" paradigms, through much improved collaboration between existing institutions or the creation of new, integrated, ones. The fisheries stakeholders will need to effectively adopt a more ecosystemic and precautionary approach to development and management. The ecosystem stakeholders will need to realise that, in many areas, fishermen are an "endangered species" and that the needs of the related communities need to be taken into account. Both groups will need to admit that long-term benefits are real incentives only if the allocation issue is resolved. Both should also accept that, in the short term, the cost of change is overwhelming and that the challenge is to work out a transition acceptable to all.

A mix of the two scenarios is of course possible and most likely. Predictions and generalisations as to which scenario will prevail would be risky. While a range of positions exist in both paradigms and both include extremists, option 2 seems to be the one generally favoured by national governance but looked at reluctantly by a defying fishery sector.

In fisheries, the need to develop new approaches to management for better protection and long-term conservation of the resources while pursuing development objectives is now generally and formally recognised. The FAO/Iceland Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem (Reykjavik, October 2001) provided the opportunity for the fisheries policy-makers and the scientific community to review the functioning of the marine ecosystem, its properties, the impacts of fishing and other activities on it, the institutional issues and the basic principles of an Ecosystem Approach to Fisheries (EAF), an extension of conventional fisheries management with improved ecosystem considerations (FAO, 2003).

1. — Although legal pressure is rapidly growing in fisheries management as well.

2. —The 4th World Fisheries Congress (Vancouver, May 2004) will indeed focus on "Reconciling Fisheries with Conservation: the Challenge of Managing Aquatic Ecosystems, contributing to the process".

3. — After drafting this paper, it was discovered that the concept of "collision" had already been used referring to "policy train wrecks", collisions of economic enterprise and environmental preservation (FITZSIMMONS, 1994).

The international instruments already adopted by coastal and fishing nations, either specific to fisheries or of relevance to them, already include a wealth of provisions and guidance regarding considerations that, all combined and properly grouped, would constitute a good basis for description of EAF.

Many, if not all, of the EAF principles have already been adopted in theory, albeit not yet widely applied in practice, and are very intricately meshed into the Code of Conduct. This conclusion is reinforced by the fact that a number of principles described as part of the ecosystem approach in general are indeed also advocated (if not generally applied) principles of good practice in conventional fisheries management (*e.g.* those related to participation, decentralisation, subsidiarity, transparency, precaution, flexibility and adaptation).

The description of the operational side of the EAF equation, clarifying what is required or advisable, in terms of objectives, data and information (including indicators), assessments, decision-making processes, costs of operation, options and alternatives for policies and management with their pros and cons, dispute resolution, enforcement, etc., gives a picture of complexity, conflicts, transition costs and insufficient means. Immediately complying with all demands and expectations is beyond the economic capacity of most countries. EAF implementation will need to be stepwise and pragmatic. It will necessarily be selective, aiming at first priorities, according to means available. There is hardly any experience available to assist in selecting essential from secondary steps and it has to be accepted that the next two decades at least will be characterised by trial and error, hopefully in a coherent adaptive management approach.

BIBLIOGRAPHY OF SOURCES CITED

CADDY (J. F.), 1997. — « Establishing a Consultative Mechanism or Arrangement for Managing Shared Stocks Within the Jurisdiction of Coastal States », *in* HANCOCK (ed., 1997): pp. 81-123.

COCHRANE (K., ed.), 2002. — « A Fishery Manager's Handbook. Management Measures and Their Application », *FAO Fish. Tech. Pap.*, 424, 231 p.

COMMONWEALTH OF AUSTRALIA, 1992. — *The National Strategy for Ecologically Sustainable Development*, AGPS, Canberra. (http://www.ea.gov.au)

CORTNER (H. J.), M. A. SHANNON, M. G. WALLACE, S. BURKE & M. A. MOOTE, 1994. — *Institutional Barriers and Incentives for Ecosystem Management*, Issue Paper, University of Arizona, Water Resources Research Centre, 51 p.

COUPER (A. D.), 1992. — "History of Ocean Management", *in* FABBRI (ed., 1992): pp. 1-18.

CZECH (B.), 1996. — "Ecosystem Management is No Paradigm Shift - Let's Try Conservation", *Journal of Forestry*, 94 (1-6): pp. 17-23.

DOMMEN (E.), 1993. — *Fair Principles for Sustainable Development: Essays on Environmental Policy and Developing Countries*, Edward Elgar Publishing Limited, New Horizons in Environmental Economics, 170 p.

ELLENBERG (H.), 1973. — *Ökosystemforschung. Ziele und Stand der Ökosystemforschung*, Berlin.

FAO, 1995. — *Code of Conduct for Responsible Fisheries*, 41 p.

FAO, 1997. — Fisheries Management, *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*, 4, 82 p.

FAO, 2003. — The Ecosystem Approach to Marine Capture Fisheries, *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*, 4, (suppl. 1).

FABBRI (P., ed.), 1992. — *Ocean Management in Global Change*, Elsevier Applied Science.

FITZSIMMONS (A. K.), 1994. — « Federal Ecosystem Management: A "Train Wreck" in the Making », *Policy Analysis*, 217 p.

GARCIA (S. M.) & M. HAYASHI, 2000. — « Division of the Oceans and Ecosystem Management: A Contrastive Spatial Evolution of Marine Fisheries Governance », *Ocean and Coastal Management*, 43: pp. 445-474.

GARCIA (S. M.), A. ZERBI, C. ALIAUME, T. DO CHI, & G. LASSERRE, 2003. — « The Ecosystem Approach to Fisheries: Issues, Terminology, Principles, Institutional Foundations, Implementation and Outlook », *FAO Fisheries Technical Paper*, 443, 71 p.

HANCOCK (D., ed.), 1997. — *Taking Stock: Defining and Managing Shared Resources*, Joint Proceedings of the Australian Society for Fish Biology and the Aquatic Resources Management Association of Australia Workshop, Darwin, NT, 15-16 June 1997. Australian Society for Fish Biology, Sydney.

KIMBALL (L. A.), 2001. — *International Ocean Governance. Using International Law and Organizations to Manage Marine Resources Sustainably*, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK., The World Conservation Union, 123 p. + maps

LACKEY (R.), 1999. — « Radically Contested Assertions in Ecosystem Management », *Journal of Sustainable Forestry*, 9(1): pp. 21-34.

LARKIN (P. A.) 1996. — « Concepts and Issues in Marine Ecosystem Management », *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6: pp. 139-164.

NYBAKKEN (J. W.), 1982. — *Marine Biology: An Ecological Approach*, New York, Harper and Row.

ODUM (E. P.), 1975. — *Ecology*, New York, Rinehardt and Wilson.

SCIALABBA (N., ed.), 1998. — *Integrated Coastal Area Management and Agriculture, Forestry and Fisheries*, FAO Guideline, Rome, FAO, Environment and Natural Resources Service, 256 p.

WWF, 2002. — *Policy Proposals and Operational Guidance for Ecosystem-Based Management of Marine Capture Fisheries*. World Wide Fund for Nature Australia, 80 p.

CONCLUSIONS

❖

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS ADOPTÉES
PAR LES PARTICIPANTS AU SYMPOSIUM
À L'ISSUE DE LEURS TRAVAUX
pp. 525-528

CONCLUSIONS ADOPTED BY SYMPOSIUM PARTICIPANTS
AT THE CLOSE OF THEIR WORK
pp. 529-532

Conclusions adoptées par les participants au symposium à l'issue de leurs travaux

ÉVOLUTION DES PÊCHERIES ET DE LEURS PRISES

DEPUIS un demi-siècle, les flottilles de pêche tant artisanales qu'industrielles ont connu un développement considérable en Afrique de l'Ouest. Dans les pays de la C.S.R.P. [1]*, par exemple, le nombre de pirogues a été multiplié par six (de 3 000 à 18 000), tandis que la puissance motrice correspondante était multipliée par quatre cents. Les flottilles industrielles étrangères, qui ont souvent une origine très ancienne, ont également connu une très forte croissance, au moins jusqu'au début des années quatre-vingt-dix. À partir de cette période, elles ont été soumises à de très fortes restrictions de droit d'accès, tandis que s'accélérait, dans de nombreux pays, le développement de flottilles industrielles nationales.*

À cette croissance quantitative des flottilles, s'ajoutent des évolutions qualitatives dont les mots clés sont : progrès et mutations technologiques, diversification et spécialisation, expansion spatiale. Il résulte de ces évolutions un considérable accroissement de la pression réelle exercée sur l'ensemble des ressources halieutiques de l'Afrique de l'Ouest.

Parallèlement, le volume des captures a augmenté, atteignant actuellement 3,5 millions de tonnes pour l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest. La contribution de la pêche artisanale à cette production est très significative ; elle atteindrait par exemple quatre cent mille tonnes dans les six pays de la C.S.R.P. Cet accroissement global des captures masque cependant des situations contrastées. Dans plusieurs pays et dans plusieurs zones de production, les débarquements sont désormais décroissants, parfois de manière forte. De nombreuses pêcheries ont connu une chute de leurs captures.

La F.A.O. estime ainsi que trente-quatre pour cent des pêcheries sont actuellement en phase mature et trente-trois pour cent en phase sénescente. Ces chiffres confirment la dégradation rapide des situations observées en Afrique de l'Ouest. Certaines données récoltées par les flottilles étrangères montrent une diminution très importante de l'abondance des ressources démersales au cours de la période. Les campagnes scientifiques menées par l'Espagne indiquent par exemple que les rendements sur la côte saharienne passent de plus de deux mille kilogrammes par minute dans les années quarante à environ trois cents dans les années quatre-vingt-dix.

Cette situation rend plus indispensable que jamais l'existence de systèmes d'observation fiables des pêcheries. Les statistiques de la F.A.O. fournissent des informations précieuses, sur la longue période et à échelon large. Plus récemment, des systèmes nationaux se sont mis en place

1. — La Commission sous-régionale des pêches (C.S.R.P.) regroupe le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée Bissau, la Mauritanie et le Sénégal.

pour récolter les données plus précises, nécessaires au suivi des ressources et des exploitations. Ces systèmes nationaux doivent être confortés et leurs résultats capitalisés aux échelons sous-régional, régional et international.

IMPACTS DES PÊCHERIES SUR LES PEUPLEMENTS, LES BIOMASSES ET LES ÉCOSYSTÈMES

LES travaux conduits dans le cadre du projet Siap [1], visant à actualiser la situation des stocks, indiquent des situations de surexploitation, pour un ensemble varié de stocks mono-spécifiques choisis pour leurs représentativités écologique et halieutique. Même si les estimations de biomasse peuvent varier selon les méthodes utilisées, les tendances à la diminution restent très fortes et ceci même pour les espèces qui ne sont pas cibles des pêcheries. Elles atteignent moins soixante-quinze pour cent en quinze années au Sénégal et moins soixante-dix pour cent en dix années pour les Sciaenidés de Guinée.

L'étude des peuplements semble indiquer une instabilité des structures et des profils d'espèces plus erratiques d'une année à l'autre. La structure des peuplements apparaît ainsi fragilisée et semble entrer dans une dynamique imprévisible.

Les niveaux trophiques supérieurs sont ceux dont l'abondance accuse la plus forte diminution et le phénomène de pêche progressive vers les niveaux inférieurs de la chaîne alimentaire semble confirmé dans la zone d'étude par les résultats du projet Siap. Il est noté sur la période l'accroissement des abondances et/ou des prises de certaines espèces à vie courte ou appartenant à de bas niveaux trophiques.

Dans certains pays, il a été noté l'apparition d'espèces qui, malheureusement, n'offrent pas de substitut valable à des biomasses démersales abondantes. Si certaines de ces apparitions peuvent être associées à des modifications de l'environnement (par exemple, le baliste), d'autres peuvent être imputées à des modifications de relations trophiques liées à la pêche (mollusques, crustacés...). On semble passer d'écosystèmes contrôlés par la prédation à des écosystèmes contrôlés par l'environnement.

Cette évolution est particulièrement inquiétante pour les pêcheurs. Jusqu'à présent, ils ont pu reporter leur effort sur des ressources émergentes. On peut sérieusement craindre qu'après avoir surexploité les poissons, puis les céphalopodes et/ou les crevettes, on n'aboutisse prochainement à des écosystèmes très appauvris, incapables de supporter une exploitation durable conséquente.

SOCIO-ÉCONOMIE ET GOUVERNANCE : DIAGNOSTIC ET NOUVELLES APPROCHES

L'HISTOIRE des pêcheries ouest-africaines montre bien la complémentarité entre pêches artisanales et industrielles. C'est cette complémentarité qu'il conviendrait de considérer pour réguler

1. — Système d'information et d'analyse des pêches (Siap), un projet de la Commission sous-régional des pêches financé sur les ressources du VIIe Fonds européen de développement.

l'accès (non pas pêche industrielle contre pêche artisanale, étrangère contre nationale, mais l'ensemble). Les stocks de poissons démersaux côtiers étant manifestement surexploités, la conclusion d'accords de pêche à leur propos constitue sans doute un mauvais signe pour l'avenir.

L'opposition entre conservation et développement peut aussi être dépassée. La multifonctionnalité des pêches ouest-africaines qui remplissent des objectifs économiques (emploi, revenus), de sécurité alimentaire, et sont génératrices de devises confirme la complémentarité entre la conservation des ressources et la valorisation des produits : mieux gérer la ressource pour conserver des revenus conséquents.

Il s'agit de tenir compte de ces différentes fonctions et de croiser les représentations, donc d'intégrer la nécessité de développer un aménagement concerté, appuyé sur une recherche multidisciplinaire intégrée dans la société.

SESSION DE SYNTHÈSE

LES quatre intervenants représentant respectivement la profession (pêches industrielles et artisanales) une organisation de pêche sous-régionale et une organisation non gouvernementale confirment l'état de dégradation avancée de la plupart des stocks de la région. Cet état de dégradation est vivement perçu par la plupart des pêcheurs de la région.

Une réduction de l'effort global s'impose mais les modalités opératoires soulèvent des approches différentes pour veiller à l'équité et à la transparence, surtout pour les pêcheurs artisanaux souvent mal représentés dans leur grande diversité.

Pour améliorer la gestion, les notions de participation et de concertation dans les politiques nationales ont été rappelées mais celles-ci restent à améliorer à l'échelon régional. Certains outils comme les aires marines protégées pour conserver ou restaurer des ressources exploitables ont été cités mais des controverses subsistent encore à leur propos.

Les participants à la session internationale du Symposium ont pris connaissance des conclusions suivantes, élaborées lors de la session sous-régionale consacrée au projet Siap, et les ont explicitement approuvées.

LES ACQUIS DU PROJET SIAP

EN RECONSTITUANT de longues séries temporelles le projet Siap a pu montrer que, dans les pays de la C.S.R.P., a eu lieu une chute importante des biomasses des ressources démersales et que les effets de la pêche sur cette chute ne peuvent plus être mis en doute. Quelques espèces à vie courte (par ex. les céphalopodes) montrent cependant des évolutions différentes, mais, dans ces cas également, l'effet de la pêche est aussi évident et la surexploitation est souvent avérée.

Les biomasses actuelles des démersaux présentes dans les pays de la sous-région sont bien en dessous de celles qui assureraient une production élevée et durable. Les stocks des démersaux sont désormais à des niveaux d'abondance qui les rendent très sensibles aux effets environnementaux.

Le renforcement des collaborations sous-régionales et internationales par le projet Siap a permis de mettre en évidence ces faits de façon particulièrement claire et sans équivoque.

ET LEURS IMPLICATIONS

À UN niveau global, l'effort de pêche doit diminuer fortement au niveau de la sous-région, en particulier pour les ressources démersales, afin de retrouver des productions biologiques élevées et durables et de minimiser les risques d'effets négatifs de l'environnement.

Nous sommes conscients des implications socio-économiques que cette diminution signifie, mais il ne fait plus aucun doute qu'elle soit nécessaire.

Il est nécessaire de renforcer les capacités nationales et la collaboration sous-régionale et internationale (comme réalisée dans le projet Siap) afin de combler les lacunes scientifiques qui existent encore.

Pour maintenir et valoriser les données au niveau sous-régional et ne pas perdre les acquis du projet Siap, il est nécessaire de renforcer notamment les capacités de la C.S.R.P.

Dakar le 28 juin 2002

Conclusions Adopted by Symposium Participants at the Close of Their Work

THE EVOLUTION OF FISHERIES AND THEIR LANDINGS

FOR a half-century, both traditional and industrial fishing fleets have undergone considerable development in West Africa. In SRFC countries,[1] the number of pirogues, for example, has increased sixfold (from 3000 to 18,000), while corresponding motor power has multiplied by 400. Foreign industrial fleets, many of which have very old origins, also experienced sustained growth, at least until the early 1990s. From this time, they were subject to very tight restrictions in access rights, while the development of national industrial fleets accelerated in many countries.

Added to this quantitative growth in fleets are qualitative changes in key words: technological progress and transformations, diversification and specialisation, spatial expansion. From these changes follows a considerable growth in pressure exerted on the whole of fish resources in West Africa.

At the same time, the volume of landings increased, currently reaching 3.5 million tonnes for all of West Africa. Small-scale fishing's contribution to this production is significant, coming to 400,000 tonnes in the six SRFC countries, for example. This overall increase in catches masks, however, disparate situations. In many countries and production zones, landings are on the decline, sharp in some cases. Many fisheries experienced a drop in catches.

The FAO estimates that 34 p. cent of fisheries are currently in a mature phase and 33 p. cent in a senescent phase. These figures confirm the rapid deterioration of situations observed in West Africa. Some data collected by foreign fleets reveal a substantial reduction in the abundance of demersal resources over the period. Scientific campaigns led by Spain, for example, indicate that yields on the Saharan coast went from more than 2000 kg/60' in the 1940s to about 300 in the 1990s.

This situation makes reliable fishery observation systems more essential than ever. The FAO statistics provide precious information, from over a long period and across a wide scale. More recently, national systems have been put in place to gather more precise data, which is necessary to monitor resources and exploitation. These national systems must be reinforced and their results utilised on a sub-regional, regional, and international scale.

1. — The Sub-Regional Fisheries Commission (SRFC) groups Cape Verde, The Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Mauritania, and Senegal.

Fisheries' Impacts on Populations, Biomasses, and Ecosystems

THE work carried out in the Fias project, [1] geared toward updating stocks, reveal situations of overexploitation for a varied group of monospecific stocks chosen for their ecological and fishing representativeness. Even if these biomass estimates may vary with the methods used, the tendencies toward decline remain very marked, even for species not targeted by fisheries. They reach 75 p. cent in 15 years in Senegal and 70 p. cent in 10 years for croakers in Guinea.

The population study seems to point to an instability of species structures and profiles that is increasingly erratic from one year to another. Population structure thus appears weakened and seems to follow an unpredictable process.

Species abundance decreases most sharply among higher trophic levels, and the progressive fishing phenomenon towards lower food chain levels seems confirmed in the study zone by Fias project results. An increase in abundance levels and/or of catches of certain species that are short-lived or that belong to low trophic levels is noted over the period.

In some countries the emergence was noted of species that, unfortunately, do not serve as viable substitutes to abundant dermersal biomasses. Whereas this emergence could in some cases be connected to environmental changes (triggerfish, for example), others could be attributed to changes in trophic relationships tied to fishing (molluscan shellfish, crustacea, etc.). Ecosystems controlled by predation seem to shift to ecosystems controlled by the environment.

This evolution is particularly worrisome for the fishers. They have so far been able to transfer their efforts to emergent resources, but the fear is that after having overexploited fish, and then cephalopods and/or shrimp, they move next to very impoverished ecosystems that are unable to bear substantial, sustainable exploitation.

Socio-Economy and Governance: Diagnosis and New Approaches

THE history of West African fisheries clearly shows the complementarity between small-scale and industrial fishing, which must be taken into consideration in regulating access (not just industrial versus small-scale fishing, nor foreign versus national, but fishing as a whole). The conclusions of fishing agreements regarding coastal demersal fish stocks, which are being clearly overexploited, do not bode well for the future.

The opposition between conservation and development can also be transcended. The multifunctional nature of West African fisheries, which fulfil economic objectives (jobs, income), provide food security, and generate foreign currency, confirm the complementarity of resource conservation and product development: resource management conserves substantial revenue.

These different functions must be taken into consideration to nourish a concerted development, supported by multidisciplinary research that is integrated with society.

---

1. — Fisheries Information and Analysis System (Fias), a project of the Sub-Regional Fisheries Commission financed with resources from the 7th European Development Fund.

SUMMARY SESSION

THE four actors representing the profession — industrial and small-scale fishing, a sub-regional fishing organization, and a non-governmental organisation — confirm the state of advanced deterioration of most stocks in the region. This state of decline is deeply perceived by the majority of fishers in the region.

Reduced overall effort is in order, but the operative modalities give rise to different approaches toward equity and transparency, especially for small-scale fishers who are often poorly represented in their diversity.

To improve management, the concepts of participation and cooperation in national policies were affirmed, but these remain to be improved on a regional scale. Some tools, such as the Protected Marine Areas, for conserving or restoring exploitable resources were mentioned, but controversy over these remains.

The international Symposium session participants got acquainted with and explicitly approved the following conclusions, drafted during the sub-regional session devoted to the Fias project.

THE ACHIEVEMENTS OF THE FIAS PROJECT

BY PIECING together long temporal series, the Fias project was able to show that in SRFC countries, a substantial drop of demersal resource biomasses took place and that the effects of fishing on this drop could no longer be doubted. Some short-lived species (cephalopods, for example) show different patterns of change, but in these cases as well, the effect of fishing is obvious and overexploitation is often confirmed.

Current demersal biomasses occurring in countries of the sub-region are well below those that will secure high and sustainable production. Demersal stocks are, from this point on, at abundance levels that make them very sensible to environmental effects.

The Fias project's strengthening of sub-regional and international collaboration allowed for the highlighting of these facts in a particularly clear and unequivocal way.

AND THEIR IMPLICATIONS

FISHING efforts overall must sharply drop off at the sub-regional level, in particular for demersal resources, in order to recover high and sustainable biological production and to minimise the risks of negative effects on the environment.

We are conscious of the socioeconomic implications of this reduction, but there is no longer any doubt about its necessity.

National capacities, as well as sub-regional and international collaboration (as was achieved in the Fias project), must be strengthened in order to fill the scientific gaps that still exist.

To maintain and develop the data at the sub-regional level and to sustain the gains of the Fias project, the capacities of the SRFC, in particular, must be strengthened.

Dakar, June 28, 2002

HORS-TEXTES

❖

PLATES

PLANCHES HORS TEXTE
PLATES

PLANCHE I / PLATE I
Figure 1 & Figure 3
BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58
▶ Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries
GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

PLANCHE II / PLATE II
Figure 6
BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58
▶ Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries
GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

PLANCHE III / PLATE III
Figure 1 & figure 6
SOLIÉ (K.), A. MENDES ALMEIDA, D. BERTHIER, M. TANDSTAT,
P. A. AMORIM & A. M. CARAMELO : pp. 59-66
▶ Sig & Gestion des pêcheries dans la partie nord de l'écosystème du golfe de Guinée
GIS & Fisheries Management in the Northern Part of the Canary Current Ecosystem

PLANCHE IV / PLATE IV
Figure 2
WATSON (R.) : pp. 131-138
▶ *Mapping Marine Fisheries Catches of West Africa: 1950 to 2000*
Cartographie des prises halieutiques d'Afrique occidentale : 1950 à 2000

PLANCHE V / PLATE V
Figure 3
SAMB (B.) & A. N. MENDY : pp. 365-376
▶ Dynamisation du réseau trophique de l'écosystème sénégambien
Mass-Balance Trophic Model of the Senegambian Ecosystem

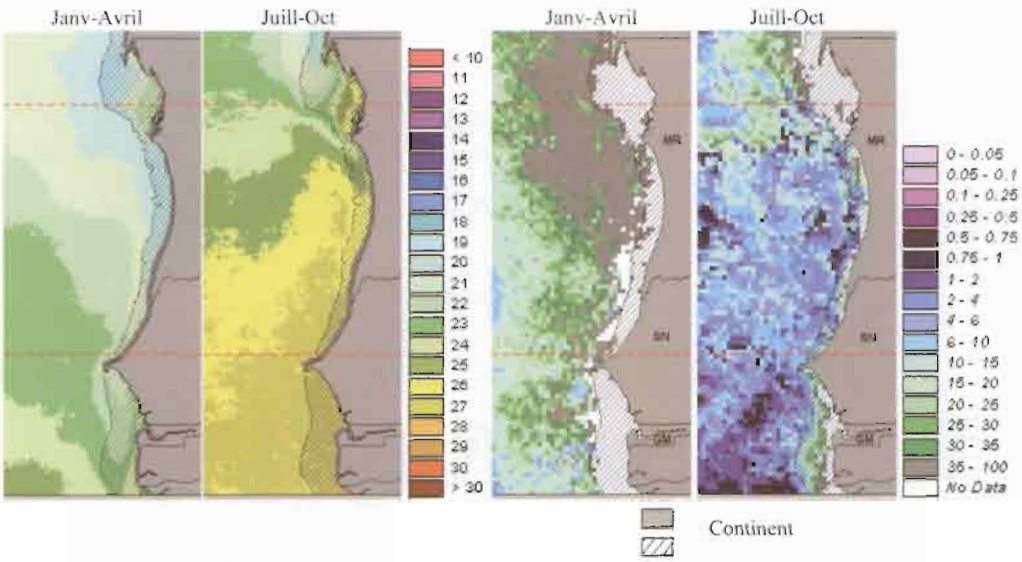
PLANCHE VI / PLATE VI
Figure 3 & Figure 4
CHRISTENSEN (V.), P. A. AMORIM, I. DIALLO, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. N. MENDY,
M. M. OULD TALEB OULD SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY,
M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY : pp. 377-386
▶ *Trends in Fish Biomass off Northwest Africa, 1960-2000*
Tendances de la biomasse des poissons du Nord-Ouest africain, 1960-2000

PLANCHE I / PLATE I

BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58

Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries

GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem



Distribution de la température de surface de la mer (en degrés C) 1998-1999 en saisons froide (janvier-avril) et chaude (juillet-octobre)

Distribution de la chlorophylle (en mg/m3) 1998-2000 en saisons froide (janvier-avril) et chaude (juillet-octobre)

FIG. 1. — *Température de surface de la mer et chlorophylle, par saison. Source : J.R.C./S.A.I., Ispra. Images traitées par G.R.A.S., Copenhagen.*
Sea surface temperature and chlorophyll, by season.

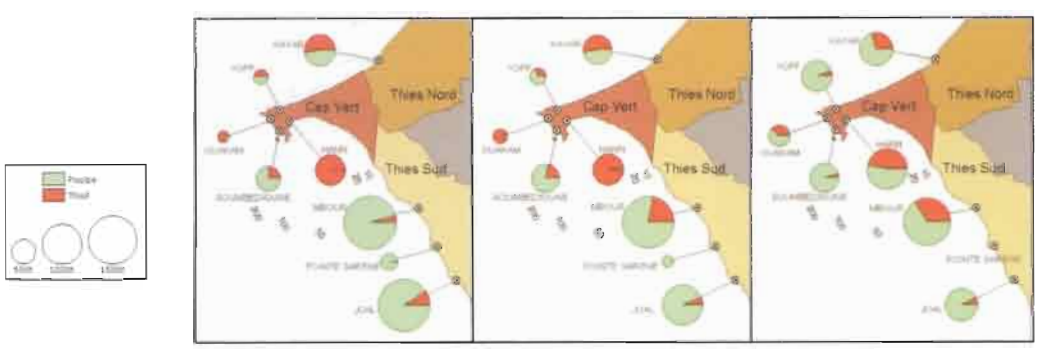


FIG 3. — *Proportion de poulpe et de thiof dans les captures de pêche artisanale (cumulées sur 3 ans) autour de la presqu'île du cap Vert. Source : C.R.O.D.T..*

Proportion of octopus and thiof in artisanal fisheries captures (summed on 3 years) around Cape Verde peninsula.

PLANCHE II / PLATE II

BEIBOU (E.), M. DIALLO, E. MBYE, D. BERTHIER, M. TANDSTAT & A. M. CARAMELO : pp. 51-58

Sig & Gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des Canaries

GIS & Fisheries Management in the Southern Part of the Canary Current Ecosystem

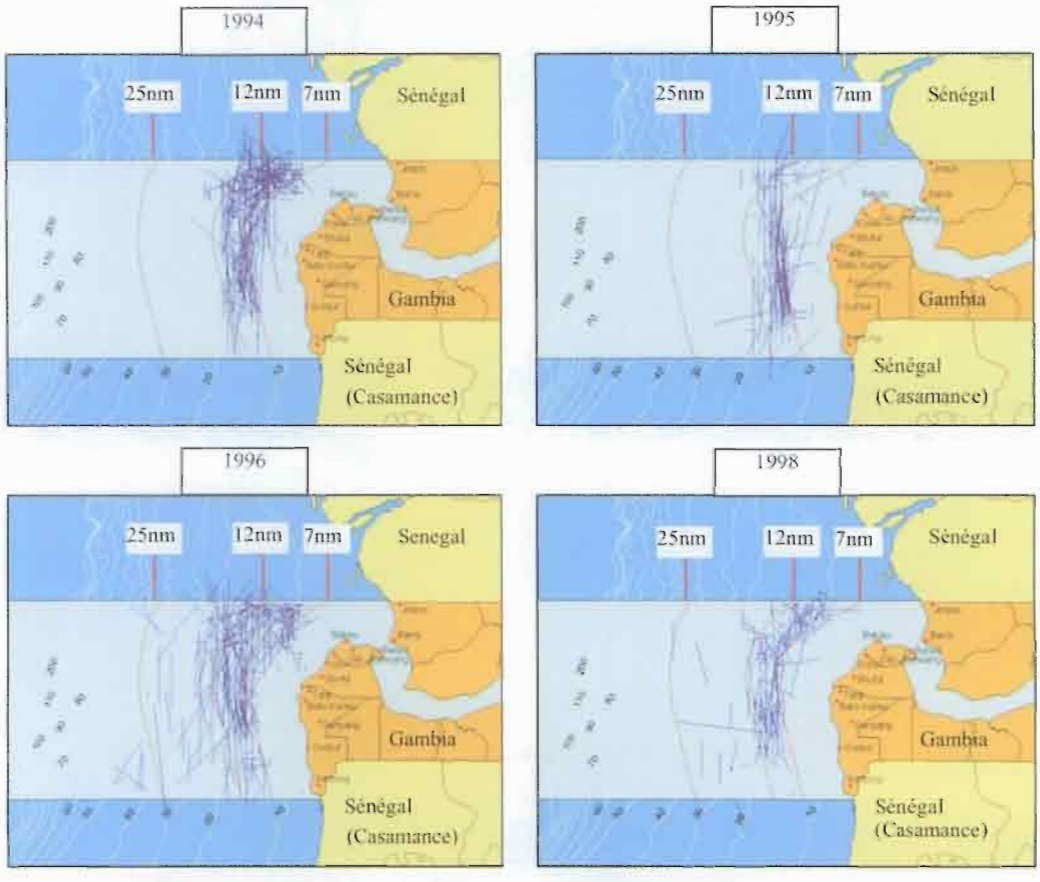


FIG. 6. — *Localisation de l'effort de pêche industrielle ciblant le petit capitaine (Galeoides decadactylus). Source : Department of Fisheries of the Gambia*

Localisation of industrial fishing effort targeting lesser African threadfin (*Galeoides decadactylus*)

PLANCHE III / PLATE III

SOLIÉ (K.), A. MENDES ALMEIDA, D. BERTHIER, M. TANDSTAT, P. A. AMORIM & A. M. CARAMELO : pp. 59-66

Sig & Gestion des pêcheries dans la partie nord de l'écosystème du golfe de Guinée

GIS & Fisheries Management in the Northern Part of the Canary Current Ecosystem

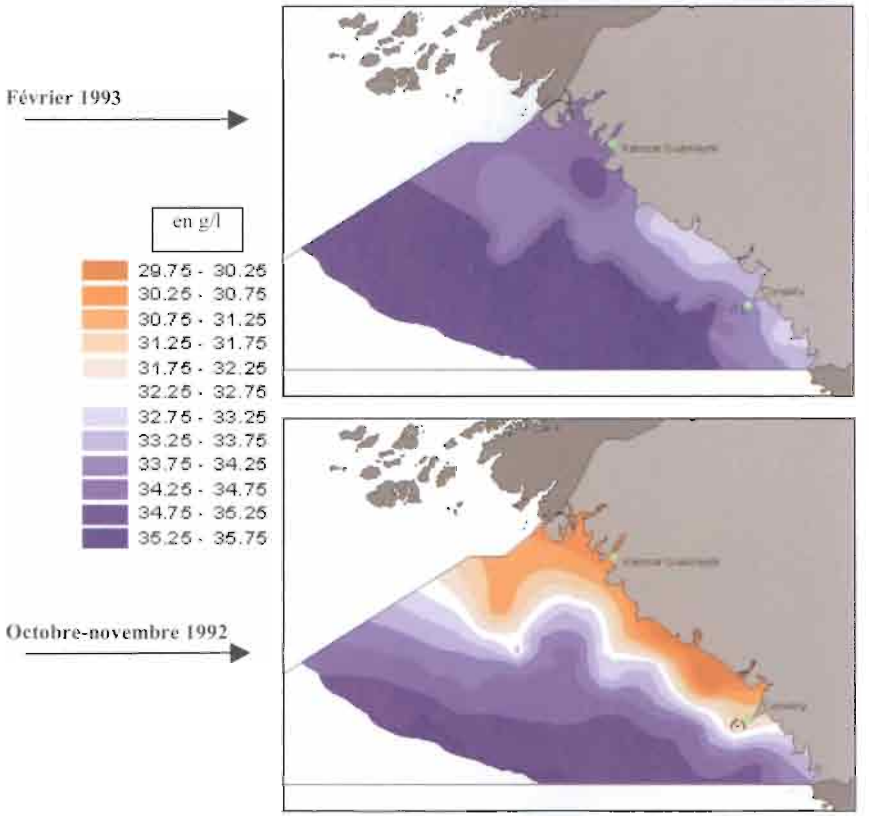


FIG. 1. — *Salinité de fonds du plateau continental de Guinée*
Source : Atlas des Pêches Maritimes de Guinée.
Bottom salinity on the Guinean continental shelf.

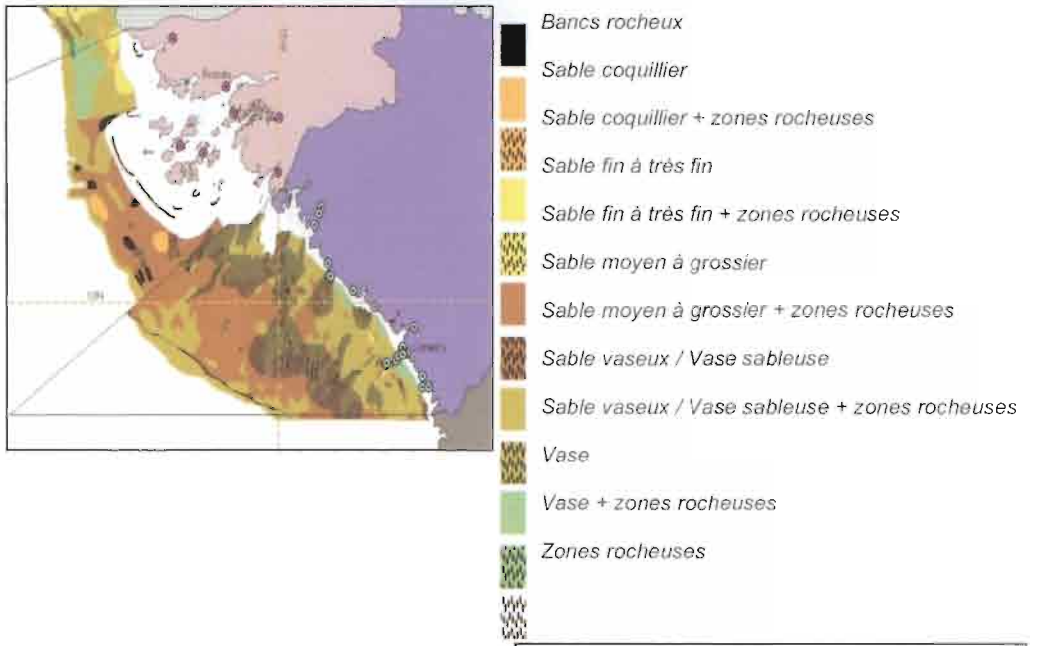


FIG. 6. — *Types de fonds sous-marins en Guinée et Guinée Bissau (source: DOMAIN)*
Source : types de fonds par DOMAIN (1980)
Sea bottom type in Guinea and Guinea-Bissau (source: DOMAIN).

PLANCHE IV / PLATE IV

WATSON (R.) : pp. 131-138

► *Mapping Marine Fisheries Catches of West Africa: 1950 to 2000*

Cartographie des prises halieutiques d'Afrique occidentale : 1950 à 2000

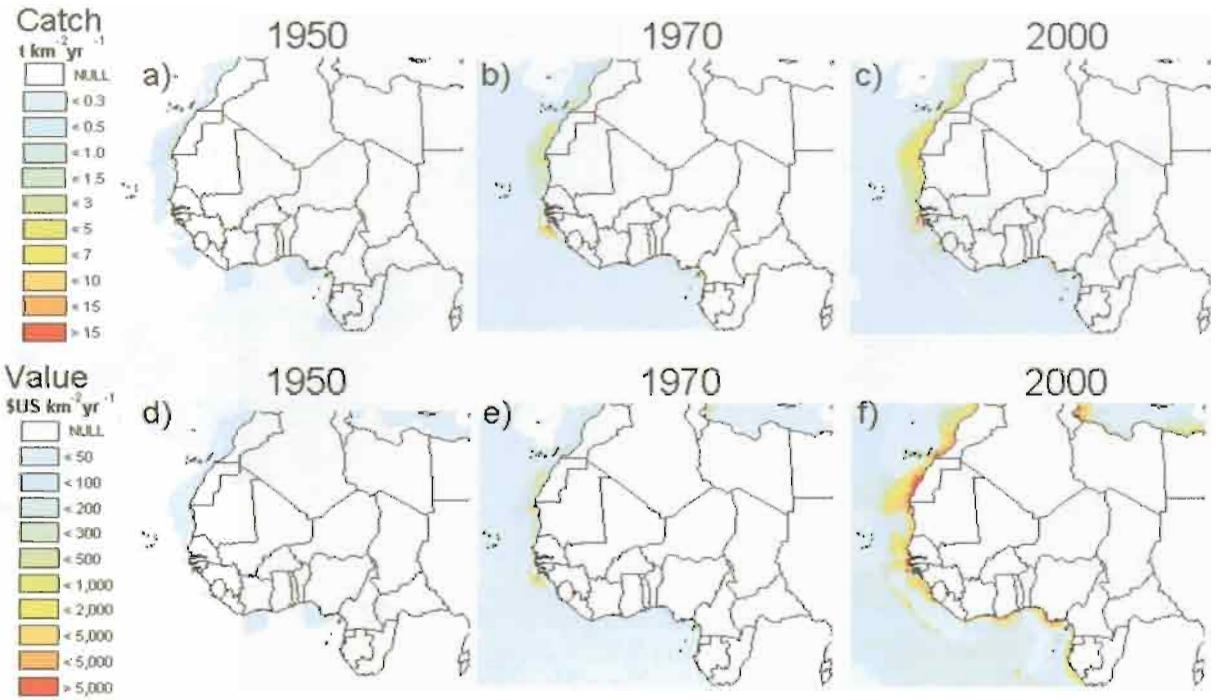


FIG. 2. — Catch rates (t.km^{-2}) (all taxa combined) based on spatial allocation of FAO fisheries data for a)1950, b)1970 and c)2000, and value rates (million $US km^{-2}) (all taxa combined) based on spatial allocation of FAO fisheries data for d)1950, e)1970 and f)2000.

Rendements (t.km^{-2}) [toutes espèces confondues] fondés sur une allocation spatiale des données de la F.A.O. pour a) 1950, b) 1970 et c) 2000 et les rendements en valeur (million de $US.km^{-2}) [toutes espèces confondues] fondés sur une allocation spatiale des données de la F.A.O. pour d) 1950, e) 1970 et f) 2000.

PLANCHE V / PLATE V

SAMB (B.) & A. N. MENDY : pp. 365-376

Dynamisation du réseau trophique de l'écosystème sénégambien

Mass-Balance Trophic Model of the Senegambian Ecosystem

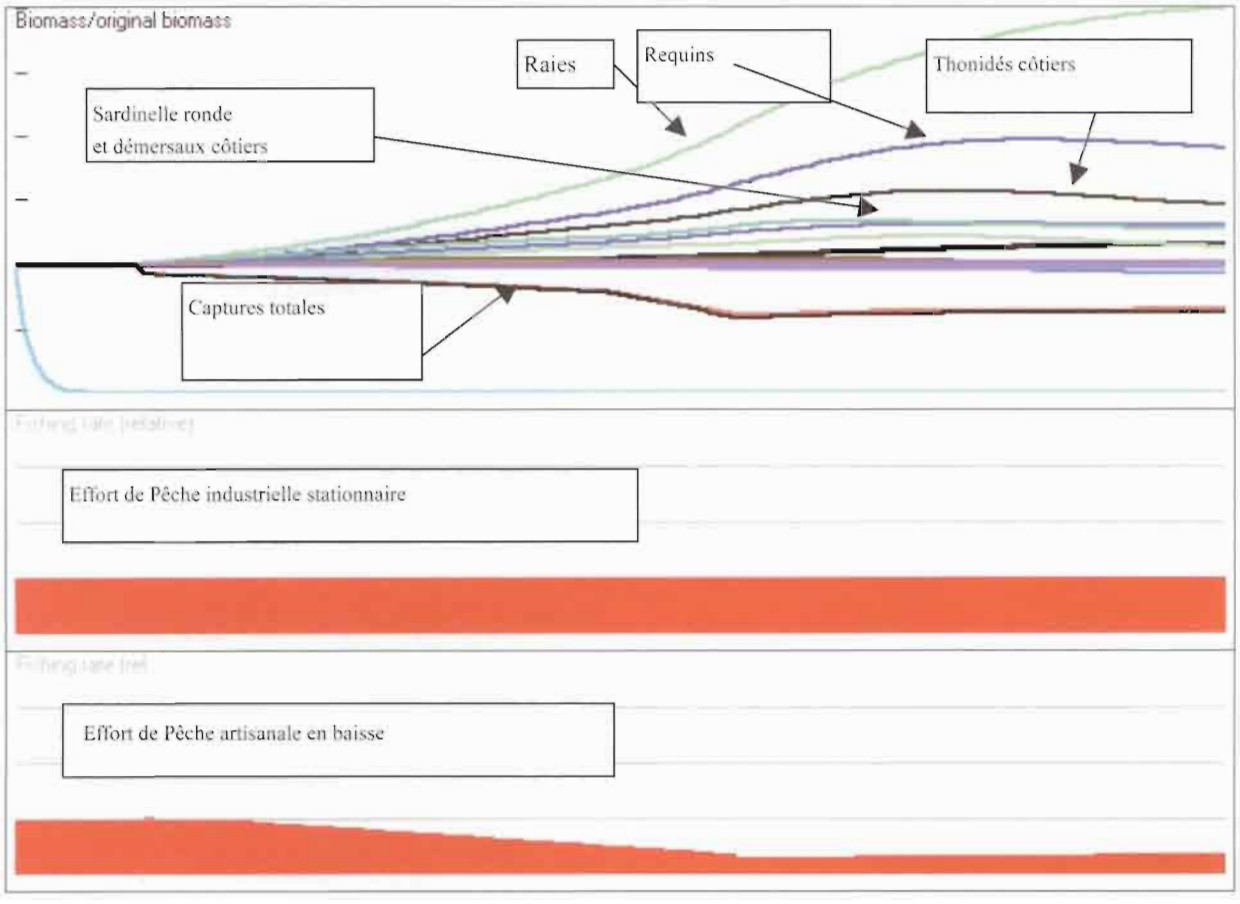


FIG. 3. — *Résultat de la simulation du scénario 1 (seul effort de pêche industrielle en hausse).*

FIG. 3. — Result from simulation scenario 1 (only industrial fishing effort increasing).

PLANCHE VI / PLATE VI

CHRISTENSEN (V.), P. A. AMORIM, I. Diallo, T. DIOUF, S. GUÉNETTE, J. J. HEYMANS, A. N. MENDY, M. M. OULD TALEB OuLd SIDI, M. L. D. PALOMARES, B. SAMB, K. A. STOBBERUP, J. M. VAKILY, M. VASCONCELLOS, R. WATSON & D. PAULY : pp. 377-386

Trends in Fish Biomass off Northwest Africa, 1960-2000

Tendances de la biomasse des poissons du Nord-Ouest africain, 1960-2000

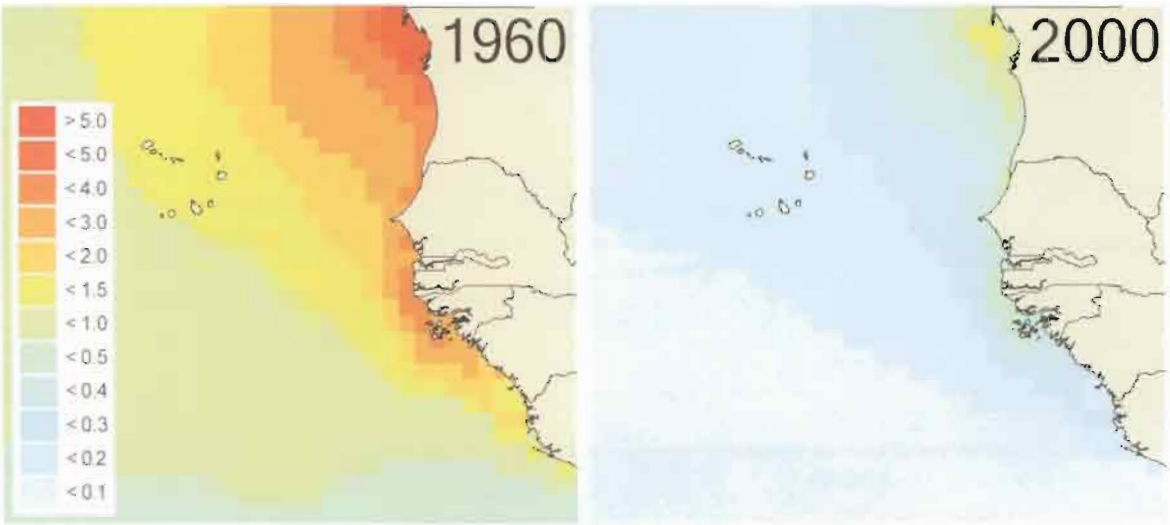


FIG. 3. — Biomass distributions for fishes (trophic level ≥ 3.0, excluding small pelagics and mesopelagics) off West Africa in 1960 and 2000. (The units in the legend are $t \cdot km^{-2}$). The distributions are predicted from a multiple linear regression that considers on year, log-transforms of depth and primary production, distance from coast, temperature and the catch of medium and large demersal fishes. Note that the high coastal concentrations in the early period have nearly completely disappeared.

Biomasse ($t \cdot km^{-2}$) des poissons du Nord Ouest Africain en 1960 et 2000 (poissons de niveaux trophiques ≥ 3,0, à l'exclusion des petits pélagiques et des espèces mésopélagiques). Ces distributions sont basées sur une régression linéaire multiple qui utilise l'année, la profondeur, la production primaire, la distance de la côte, la température et les prises de poissons de grande et moyenne tailles. Noter que les grandes concentrations côtières de 1960 ont disparu en 2000.

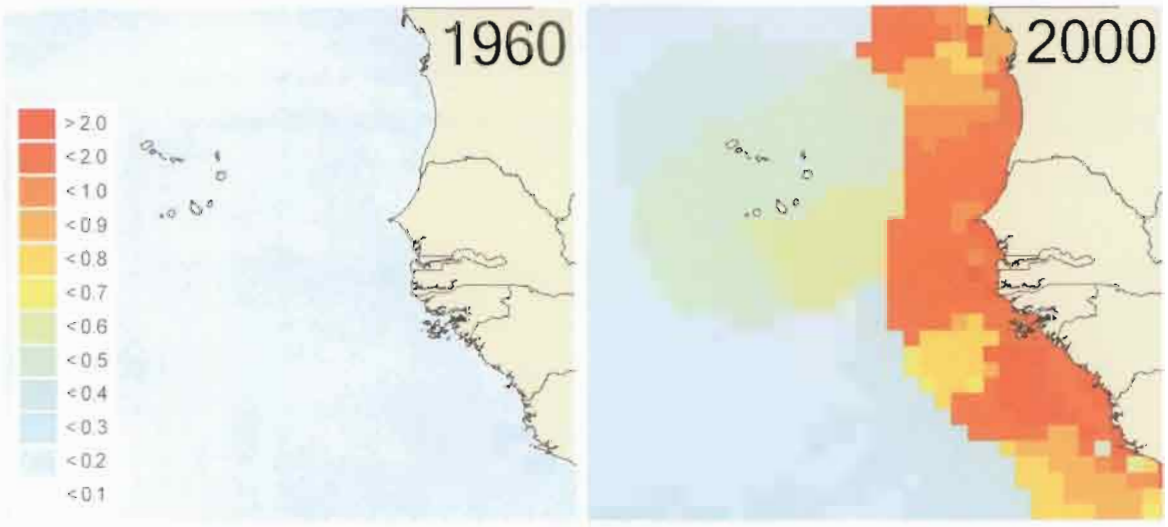


FIG. 4. — Fishing intensity (= catch/biomass ratio) for fishes (trophic level ≥ 3.0, excluding small pelagics and mesopelagics) off West Africa in 1960, and 2000. (The units in the legend are $year^{-1}$).

Intensité de l'exploitation annuelle (= quotient prises/biomasse) des poissons (niveaux trophiques ≥ 3,0, à l'exclusion des petits pélagiques et des espèces mésopélagiques) le long des côtes du Nord-Ouest africain en 1960 et 2000.

Gen. Gomes de Araújo, Ed. Vasco da Gama, Alcântara Mar, 1399-005 *Lisboa* (Portugal). **cribeiro@dg-pescas.pt**

SAMB (Birane), halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **bsambe@yahoo.fr**

SAMBA (Alassane), biologiste des pêches, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra) [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **asamba@CRODT.sn**

SHERIFF (Mohamed Fouad), halieute, chercheur, *Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Forestry & Marine Resources* [Département des pêches, ministère des Ressources agricoles, forestières et marines], 11 Old Railway Line, Youyi Building Brookfieds, Freetown (Sierra Leone).

SIDIBÉ (Aboubacar), biologiste halieute, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée). **asidibe@cnshb.org**

SOBRINO (Ignacio), biologiste, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O.) [*Spanish Institute of Oceanography*], Muelle de Levante (Puerto Pesquero), Aula del Mar, 11106, Apdo. 2609, Cadiz (Espagne). **ignacio.sobrino@cd.ieo.es**

SOLIÉ (Kopé), économiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée). **ksolie@cnshb.org.gn**

STOBBERUP (Kim A.), halieute, chercheur, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal). **karaujo@IPIMAR.pt**

TANDSTAD (Merete), fonctionnaire des ressources halieutiques [*Fishery Resources Officer*] *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO-FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Service des ressources marines], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). **Merete.Tandstad@fao.org**

THIAM (Djiby), biologiste halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra) [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **dthiam@CRODT.isra.sn**

THIAO (Djiga), ingénieur statisticien, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **dthiao@CRODT.isra.sn**, **dthiao@sunumail.sn**

THIBAUT (Loïc), ingénieur informaticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) [*Research Institute for Development*], B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **lthibaut@ird.sn**

TITO-DE-MORAIS (Luis), biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), [*Research Institute for Development*], B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **Luis.Tito-de-Morais@ird.sn**

TOUS (Philippe), ingénieur halieute, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **philippetous@yahoo.fr**

TRAORÉ (Sory), biologiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B), [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée). **traore.sory@caramail.com**

VAKILY (Jan Michael), halieute, chercheur, *Joint Research Centre of the European Commission, Institute for Environment and Sustainability* (JRC-IES), *Inland and Marine Waters Unit* (TP 272), [Centre commun de recherches de la Commission européenne (C.C.R.), Institut pour l'environnement et le développement durable, Unité des eaux continentales et maritimes], via Fermi, 21020 Ispra (VA), (*Italie*). **michael.vakily@jrc.it**

VASCONCELLOS (Marcelo), biologiste, chercheur, *Department of Oceanography, UFRG (Universitary Foundation of Rio Grande)*, Département d'océanographie, (Fondation universitaire de Rio Grande (Furg), av. Italia, Km 8, Carreiros, Caixa Postal 474, 96201-900 Rio Grande RS(Brésil).

VILLANUEVA (Maria Concepción), biologiste, thésarde, Institut national polytechnique de Toulouse, École nationale supérieure agronomique de Toulouse, Département des pêches continentales (I.N.P.T.-Ensat) [*National Polytechnic Institute of Toulouse, High National Agronomic School of Toulouse, Department of Inland Fisheries*], B.P. 107, Auzeville-Tolosane 31326 Castanet-Tolosan, Toulouse (France). **ching@ensat.fr**

WANG (Charles-Louis), statisticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*] avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).

WATSON (Reg), *Senior research associate, Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada). **r.watson@fisheries.ubc.ca**

WEIGEL (Jean-Yves), économiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D) [*Research Institute for Development*], B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **weigel@dakar.ird.sn**

WILLEMSE (Nico E.), biologiste, chercheur, *Department of Natural Resources & Conservation, University of Namibia* [Département des ressources naturelles et de la conservation, université de Namibie], Private Bag 13301 Pioneerspark, Windhoek (Namibie). **nwillemse@unam.na**

LECTEURS/*REVIEWERS*

AMORIM (Patrícia Alexandra), chercheur halieute, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal). **pamorim@IPIMAR.pt**

BÂ (Moctar), chef de projet, immeuble Air France, 103, avenue Peytavin, B.P. 14 141, Dakar (Sénégal). **moctar46@yahoo.fr**

BALGUERÍAS (Eduardo), halieute, chercheur, Instituto Español de Oceanografía (I.E.O.), Centro oceanográfico de Canarias, Carretera de San Andrés 45, 38120 Santa Cruz de Tenerife (Espagne). **ebg@ieo.rcanaria.es**

BARRY (Mariama Dalanda), halieute, chercheur en écologie marine, Institut sénégalais de recherche agricole–Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*] B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **maria_dalanda@yahoo.fr**

CATANZANO (Joseph), économiste, co-directeur, Institut du développement durable et des ressources aquatiques (IDRA) [*Sustainable Development and Aquatic Resources Institute*], 195, rue Saint-Jacques, 75005 Paris (France). **catanzano@iddra.org**

CAVERIVIÈRE (Alain), halieute, chargé de recherches, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)–Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*], avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **Alain.Caveriviere@mpl.ird.fr**

CHABOUD (Christian), économiste, chargé de recherche, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), B.P. 64501, 34394 Montpellier cedex 5 (France). **christian.chaboud@mpl.ird.fr**

CHAVANCE (Pierre), biologiste des pêches, directeur de recherche, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **Pierre.Chavance@ird.sn**

CHRISTENSEN (Villy), écologue halieute, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2204 Main Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada). **v.christensen@fisheries.ubc.ca**

CURY Philippe (Philippe), halieute, chercheur, Centre de recherches halieutiques méditerranéennes et tropicales (C.R.H.M.T.), avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **philippe.cury@ird.fr**

DAMIANO (Alain), assistant ingénieur halieute, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) [*Research Institute for Development*], B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **Alain.Damiano@ird.sn**

DIALLO (Mamadou), biologiste, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra) [*Oceanographic Research Centre*

Dakar-Thiaroye– Senegalese Institute for Agricultural Research], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque Dakar (Sénégal). **mlsdiallo@hotmail.com**

DIOP (Mika), biologiste des pêches, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **mika_sd@imrop.mr**

DIOUF (Taïb), biologiste des pêches, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye. Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **tdiouf@isra.sn**

DOMAIN (François), biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*Research Institute for Development–National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée). **fdomain@cnshb.org.gn**

DUCROCQ (Mathieu), halieute, chercheur, Fondation internationale du Banc-d'Arguin (FIBA), La Tour-du-Valat, Le Sambuc, 13 200 Arles (France). **ducrocq@tourduvalat.org**

FAILLER (Pierre), économiste, chercheur, *Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources, University of Portsmouth* (CEMARE), [Centre d'économie et de gestion des ressources aquatiques], Locksway Road, Portsmouth, PO4 8JF (Royaume Uni). **Pierre.Failler@port.ac.uk**

FERRARIS (Jocelyne), chargée de recherche, U.R.128-CoRéUs-I.R.D., Ephe, université de Perpignan, 52, avenue Paul-Alduy, 66860 Perpignan (France). **jocelyne.ferraris@ird.fr**

FONTENEAU (Alain), halieute, chercheur, Centre de recherches halieutiques méditerranéennes et tropicales (C.R.H.M.T.), avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **alain.fonteneau@ird.fr**

GARCIA (Serge Michel), Biologiste des pêches, directeur, *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) *Fisheries Department, Fishery Resources Division* [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Département des pêches, Division des ressources de la pêche], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). **serge.garcia@FAO.org**

GARIBALDI (Luca), *Fishery Statistician (Capture Fisheries)* [Statistician des pêches (Captures)] *Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO),* [Unité de l'information, des données et des statistiques sur les pêches (FIDI), Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). **Luca.Garibaldi@FAO.org**

GASCUEL (Didier), écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, Méthodes d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh) [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France). **dgascuel@roazhon.inra.fr**

GUÉNETTE (Sylvie), biologiste, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada). **s.guenette@fisheries.ubc.ca**

GUEYE (Ndiaga), directeur, D.P.M. Direction des pêches maritimes [Marine Fisheries Direction], 1, rue Joris, B.P. 289, Dakar (Sénégal). **ngueye@sentoo.sn**

INEJIH (Cheikh Abdallahi), biologiste, chef du département Exploitation et Aménagement, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P., Centre national de recherche océanographique et des pêches) [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **inejih_ca@hotmail.com**, **dvis@toptechnology.mr**

JOUFFRE (Didier), biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*] avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **jouffre@ird.fr**

KORANTENG (Kwame Abu), biologiste, chercheur, *Marine Fisheries Research Division*, [Division de la recherche sur les pêches maritimes], P.O. Box BT-62, Tema, (Ghana). **kwamek@africaonline.com.gh**

LALOË (Francis), statisticien halieute, chercheur, Institut de recherche pour le développement, université de Versailles–Saint-Quentin-en-Yvelines, Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement, unité mixte de recherche n°063 (I.R.D.-U.V.S.Q.), [*Research Institute for Development, Versailles-Saint Quentin en Yvelines University, Economy and Ethic Centre for Environment and Development, Mix research unity no.063 IRD-UVSQ*], B.P. 64501, 34394 Montpellier cedex 5 (France). **Francis.Laloe@mpl.ird.fr**

LE FUR (Jean), modélisateur, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development–Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*], avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **lefur@ird.fr**

MORAND (Pierre), statisticien, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **Pierre.Morand@ird.sn**

NAUEN (Cornelia), *Principal Scientific Officer, International S&T Cooperation (INCO), Research Directorate General* (D.G. R.T.D.), *European Commission* [Commission européenne], 8, Square de Meeûs, S.D.M.E. 1/20, B-1049 Brussels (Belgique). **cornelia.nauen@cec.eu.int**

PAULY (Daniel), biologiste, directeur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C (Canada). **d.pauly@fisheries.ubc.ca**

RAMOS (Ana), halieute, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O), [*Spanish Institute of Oceanography*], Puerto Pesquero S/N, Apdo 285, 29640 Fuengirola, Málaga (Espagne). **ana.ramos@ma.ieo.es**

REY-VALETTE (Hélène), économiste, maître de conférence, université de Montpellier-I, faculté de sciences économiques, Espace Richter, B.P. 9606, 34054 Montpellier cedex 1 (France). **rey@sceco.univ.montp1.fr**

RIBEIRO (Cristina), statisticien, chercheur, Direcção Geral das Pescas e Aquicultura (D.G.P.A.) [Direction générale des pêches et de l'aquaculture, *Fisheries and Aquaculture General Direction*], R. Gen. Gomes de Araújo, Ed. Vasco da Gama, Alcântara Mar, 1399-005 *Lisboa* (Portugal). **cribeiro@dg-pescas.pt**

SAMB (Birane), halieute, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **bsambe@yahoo.fr**

SAMBA (Alassane), biologiste des pêches, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra) [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **asamba@CRODT.sn**

SHANNON (Lynn J.), halieute, chercheur, Marine and Coastal Management, Private Bag X2, Rogge Bay, 8012 (South Africa). **Lshannon@mcm.wcape.gov.za**

STOBBERUP (Kim A.), halieute, chercheur, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal). **karaujo@IPIMAR.pt**

SUMAILA (Rashid), économiste, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C (Canada). **r.sumaila@fisheries.ubc.ca**

THIBAUT (Loïc), ingénieur informaticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) [*Research Institute for Development*], B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **lthibaut@ird.sn**

TITO-DE-MORAIS (Luis), biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), [*Research Institute for Development*], B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **Luis.Tito-de-Morais@ird.sn**

VAKILY (Jan Michael), halieute, chercheur, *Joint Research Centre of the European Commission, Institute for Environment and Sustainability* (JRC-IES), *Inland and Marine Waters Unit* (TP 272), [Centre commun de recherches de la Commission européenne (C.C.R.), Institut pour l'environnement et le développement durable, Unité des eaux continentales et maritimes], via Fermi, 21020 Ispra (VA), (*Italie*). **michael.vakily@jrc.it**

WATSON (Reg), *Senior research associate, Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada). **r.watson@fisheries.ubc.ca**

Ce volume a été composé en Arial et en Times.
Il a été entièrement mis en page
avec le logiciel Word.
La maquette est
une création
de Ch. H. A.
MASSON.
**
*

Commission européenne

EUR 21126 Pecheries maritimes,ecosystèmes et sociétés en Afrique de l'ouest: un demi-siècle de changement (Volume I-Brique)

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes

2005 — 592 p. — 21 x 29,7 cm

ISBN 92-894-7480-7

Prix au Luxembourg (TVA exclue): 15 EURO

Notice catalographique

Chavance (Pierre), Moctar Bâ, Didier Gascuel, Jan Michael Vakily & Daniel Pauly (éd.), 2004. - *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest: Un demi-siècle de changement* [Marine fisheries, ecosystems and societies in West Africa: half a century of change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, xxxii-532-xiv p., 6 pl. h.-t. coul., ISBN 92-894-7480-7 (coll. Rapports de recherche halieutique ACP-UE, n° 15).

Prix au Luxembourg (TVA exclue): 15 €

VENTE ET ABONNEMENTS

Les publications payantes éditées par l'Office des publications sont disponibles auprès de nos bureaux de vente répartis dans le monde.

Quelle est la marche à suivre pour acquérir l'une ou l'autre des publications?

Après vous être procuré la liste des bureaux de vente, vous choisissez le bureau qui vous intéresse et vous le contactez pour passer commande.

Comment vous procurer la liste des bureaux de vente?

- Soit vous consultez le site internet de l'Office http://publications.eu.int/
- Soit vous la demandez par télécopie au (352) 2929-42758 et vous la recevrez sur papier.

TITRES D'INTERÊT GÉNÉRAL

Commission européenne, 2005. Reconstituer nos écosystèmes marins pour préserver l'avenir. Symposium International sur les pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest: un demi-siècle de changement. Dakar, Sénégal, 24-28 Juin 2002, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes, 20 p., ISBN 92-894-9167-1 (également disponible en anglais)

Commission Sous-Régionale des Pêches, 2001. Déclaration de Nouakchott sur la pêche illicite, non déclarée et non reglémentée - www.csrp-afrique.org/documents/declaration.html

Des Clers, S. & C.E. Nauen (eds.), 2002. New concepts and indicators in fisheries and aquaculture. / Nouveaux concepts et indicateurs pour la pêche et l'aquaculture. / Nuevos conceptos e indicadores para las pesquerías y la acuicultura. Brussels, *ACP-EU Fish.Res.Rep.,* (13):73 p.

Failler, P., M. Bâ, A. Doumbouya et N. Lécrivain (eds.), 2002. Initiative de recherche halieutique ACP-UE. Compte-rendu du séminaire de travail: La recherche halieutique et le développement durable des ressources naturelles marines de l'Afrique de l'Ouest: quels enjeux? Conakry, Guinée, 24-26 septembre 2001. Bruxelles, Rapp.Rech.Halieut. *ACP-UE,* (11):160 p.

Zeller, D. and D. Pauly, 2004. The future of fisheries: from 'exclusive' resource policy to 'inclusive' public policy. In: H.I. Browman and K.I. Stergiou (eds). Perspectives on ecosystem approaches to the management of marine resources. *Marine Ecology Progress Series*, 274:295-298 www.seaaroundus.org/Journal/Zeller&Paulyresource-policy.pdf

KI-NA-21190-2A-C

Prix au Luxembourg (TVA exclue): 15€

Office des publications
Publications.eu.int

ISBN 92-894-7480-7

LISTES & LIENS

LISTS & LINKS

AUTEURS/*AUTHORS*

pp. III-XI

LECTEURS/*REVIEWERS*

pp. XII-XIV

AUTEURS/*AUTHORS*

AMORIM (Patrícia Alexandra), chercheur halieute, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal). **pamorim@IPIMAR.pt**

BARRY (Mariama Dalanda), halieute, chercheur en écologie marine, Institut sénégalais de recherche agricole–Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*] B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **maria_dalanda@yahoo.fr**

BEIBOU (Ely), ingénieur informaticien, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP) [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **Beibou.Ely@imrop.mr**

BERTHIER (Denis), ingénieur géomaticien, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO-FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Service des ressources marines, Division des ressources halieutiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie).

CAMARA (Sékou Balta), biologiste, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.), [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée). **Sekoubalta@yahoo.fr**

CARAMELO (Ana Maria), biologiste, chercheur [*Fishery Resources Officer*], *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Marine Resources Service, Fishery Resources Division* (FAO-FIRM) [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Service des ressources marines, Division des ressources halieutiques], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). **Ana.Caramelo@fao.org**

CATANZANO (Joseph), économiste, co-directeur, Institut du développement durable et des ressources aquatiques (IDDRA) [*Sustainable Development and Aquatic Resources Institute*], 195, rue Saint-Jacques, 75005 Paris (France). **catanzano@iddra.org**

CAVERIVIÈRE (Alain), halieute, chargé de recherches, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)–Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*], avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **Alain.Caveriviere@mpl.ird.fr**

CHAVANCE (Pablo N.), Ingénieur halieute, Agence de développement économique de la Nouvelle-Calédonie (Adecal) [*New Caledonia Economic Development Agency*], B.P. 2384, 98846 Nouméa cedex (Nouvelle-Calédonie) [*New Caledonia*] (France). **chavance@drn.province-sud.nc**

CHAVANCE (Pierre), biologiste des pêches, directeur de recherche, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **Pierre.Chavance@ird.sn**

CHERIF (Ahmed Mahmoud), président de l'organisation non gouvernementale Pêchecops [*NGO (Non-Governmental Organization)*], rue 44111, B.P. 05, Nouakchott (Mauritanie). **promoconsult.pechecops@caramail.com**

CHRISTENSEN (Villy), écologue halieute, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada). **v.christensen@fisheries.ubc.ca**

COELHO (Maria Lucília), biologiste, chercheur, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries (INIAP-IPIMAR)* [Institut national de recherche sur l'agriculture et la pêche], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal). **karaujo@ipimar.pt**

COLOMB (Audrey), écologue halieute doctorante, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development–Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*], avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **Audrey.Colomb@ifremer.fr**

CUNNINGHAM (Steve), économiste des pêches, Institut du développement durable et des ressources aquatiques (IDDRA) [*Sustainable Development and Aquatic Resources*], rue Nivose, les Terrasses de Marianne, 34000 Montpellier (France). **cunningham@iddra.org**

DAMIANO (Alain), assistant ingénieur halieute, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) [*Research Institute for Development*] B.P. 1386, Dakar (Sénégal). **Alain.Damiano@ird.sn**

DEME (Moustapha), économiste, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.), Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

DIA (Mamoudou Aliou), océanologue, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **madia@imrop.mr**

DIALLO (Ibrahima), ingénieur biologiste, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée). **ldiallo@cnshb.org.gn**

DIALLO (Mamadou), biologiste, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra) [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye– Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque Dakar (Sénégal). **mlsdiallo@hotmail.com**

DIOP (Mika), biologiste des pêches, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **mika_sd@imrop.mr**

DIOUF (Taïb), biologiste des pêches, chercheur, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye. Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre*

Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal). **tdiouf@isra.sn**

DOMAIN (François), biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.) [*Research Institute for Development–National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée). **fdomain@cnshb.org.gn**

DOMALAIN (Gilles), ingénieur bio-statisticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*], avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **Gilles.Domalain@ifremer.fr**

DUARTE (Gregório), biologiste, chercheur, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA) [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied to Fisheries Research*], avenida Amílcar-Cabral 12, C.P. 102, Bissau (Guinée-Bissau). **cipacr@hotmail.com**

ERZINI (Karim), biologiste, chercheur, *Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve* (C.C.Mar), [Centre des sciences de la mer, université d'Algarve ; *Marine Science Centre, Algarve University*], Campus de Gambelas, 8000-810 Faro (Portugal).

FAILLER (Pierre), économiste, chercheur, *Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources, University of Portsmouth* (CEMARE), [Centre d'économie et de gestion des ressources aquatiques], Locksway Road, Portsmouth, PO4 8JF (Royaume Uni). **Pierre.Failler@port.ac.uk**

FERNÁNDEZ (Lourdes), Biologiste, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O.), [*Spanish Institute of Oceanography*], Puerto Pesquero S/N Apdo 285, 29640 Fuengirola, Malaga (Espagne).

GARCIA (Serge Michel), Biologiste des pêches, directeur, *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) *Fisheries Department, Fishery Resources Division* [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Département des pêches, Division des ressources de la pêche], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). **serge.garcia@FAO.org**

GARCÍA (Teresa), biologiste, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O.), [*Spanish Institute of Oceanography*], Puerto Pesquero S/N Apdo 285, 29640 Fuengirola, Malaga (Espagne).

GARIBALDI (Luca), *Fishery Statistician (Capture Fisheries)* [Statisticien des pêches] *Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO),* [Unité de l'information, des données et des statistiques sur les pêches (FIDI), Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). **Luca.Garibaldi@FAO.org**

GASCUEL (Didier), écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, Méthodes d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh) [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of Fisheries Science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France). **dgascuel@roazhon.inra.fr**

GONÇALVES (Patrícia J.), biologiste, chercheur *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR) [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

GRAINGER (Richard), *Chief, Fishery Information, Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI)*, [Chef de l'Unité de l'information, des données et des statistiques sur les pêches (FIDI)], *Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO* [Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture], viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). **Richard.Grainger@fao.org**

GUÉNETTE (Sylvie), biologiste, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada). **s.guenette@fisheries.ubc.ca**

GUERRA (Miriam), biologiste, chercheur, *Instituto National de Investigação Agrária e das Pescas* (INIAP-IPIMAR) [Institut national de recherche de l'agriculture et des pêches, *National Research Institute for Agriculture and Fisheries*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

GUITTON (Jérôme), ingénieur informaticien, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar) Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh) [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of Fisheries Science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes cedex (France). **guitton@roazhon.inra.fr**

HEYMANS (Johanna J.), écologue, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C. (Canada). **s.heymans@fisheries.ubc.ca**

IDELHAJ († Abdel), biologiste, Directeur du département des ressources vivantes, Institut national de recherche halieutique (I.N.R.H.) [*National Institute of Fisheries Research*], 2, Rue de Tiznit, Casablanca (Maroc).

INEJIH (Cheikh Abdallahi), biologiste, chef du département Exploitation et Aménagement, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P., Centre national de recherche océanographique et des pêches) [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*, ex-CNROP], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **inejih_ca@hotmail.com dvis@toptechnology.mr**

JOUFFRE (Didier), biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.) Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*], avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **jouffre@ird.fr**

JÚLIO DOS SANTOS (Abel), halieute, chercheur, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA), [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Research Centre Applied to Fisheries*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102, Bissau (Guinée Bissau). **cipacr@hotmail.com sadibo@hotmail.com**

KORANTENG (Kwame Abu), biologiste, chercheur, *Marine Fisheries Research Division*, [Division de la recherche sur les pêches maritimes], P.O. Box BT-62, Tema, Ghana. **kwamek@africaonline.com.gh**

LALOË (Francis), statisticien halieute, chercheur, Institut de recherche pour le développement, université de Versailles–Saint-Quentin-en-Yvelines, Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement, unité mixte de recherche n°063 (I.R.D.-U.V.S.Q.), [*Research Institute for Development, Versailles-Saint Quentin en Yvelines University, Economy and Ethic Centre for Environment and Development, Mix research unity no.063 IRD-UVSQ*], B.P. 64501, 34394 Montpellier cedex 5 (France). **Francis.Laloe@mpl.ird.fr**

LAURANS (Martial), Écologue halieute, doctorant, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of Fisheries Science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes cedex (France). **laurans@roazhon.inra.fr**

LE FUR (Jean), modélisateur, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.), Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale [*Research Institute for Development–Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*], avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France). **lefur@ird.fr**

MANÉ (Seco Sadibo), ingénieur informaticien, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA), [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied Fisheries Research*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102, Bissau (Guinée Bissau). **sadibo@hotmail.com**

MARQUES (Vanda), halieute, chercheur, Institut National de Développement des Pêches (I.N.D.P.), [*National Institute for Fisheries Development*], C.P. 132, Mindelo, San Vicente (Cap-Vert). **vamarmont@hotmail.com**

MBYE (Ebou), biologiste, chercheur, *Fisheries Department* (FD), *Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment* [Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement], 6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie). **emmbye@yahoo.co.uk**

MENDES ALMEIDA (Amadeus), biologiste, chercheur, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA) [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied Fisheries Research*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102, Bissau (Guinée Bissau).

MENDY (Asberr Natoumbi), biologiste, *Senior Fisheries Officer* (*Research*), *Fisheries Department* (FD), *Department of State for Fisheries Natural Resources and the Environment* [Département des pêches, Département d'État pour les ressources naturelles et l'environnement], 6, Col. Muammar Ghaddafi Avenue, Banjul (Gambie). **gamfish@gamtel.gm, anmendy@yahoo.com**

MONTEIRO (Carlos), ingénieur halieute, Institut national de développement des pêches (I.N.D.P.) [*National Institute for Fisheries Development*], C.P. 132, Mindelo, San Vicente (Cap-Vert). **monteiro_carlos@hotmail.com**

MORATO (Telmo), biologiste, chercheur, *Departamento de Oceanografia e Pescas* (D.O.P.), *Universidade dos Açores* (U.A.Ç.), [Département d'océanographie et des pêches, université des Açores, *Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores*], PT-9901-862 Horta (Portugal).

MOREIRA (Ana), biologiste, chercheur, *Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar* (IPIMAR), [Institut portugais de recherche sur les pêches et la mer, *Portuguese Fisheries and Sea Research Institute*], av. Brasilia, 1449-006 Lisbonne (Portugal).

MOREAU (Jacques), biologiste, chercheur, Institut national polytechnique de Toulouse, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (I.N.P.T.-Ensat), Département des pêches continentales [*National Polytechnic Institute of Toulouse, High National Agronomic School of Toulouse, Department. of Inland Fisheries*], B.P. 107, Auzeville-Tolosane 31326 Castanet-Tolosan, Toulouse (France).

NDAW (Sidy), halieute, ingénieur, Direction des pêches maritimes, ex-Direction de l'océanographie et des pêches maritimes (D.P.M., ex-D.O.P.M.) [Oceanography and Marine Fisheries Direction], 1, rue Joris, B.P. 289, Dakar (Sénégal). **sidindaw@hotmail.com**

OULD TALEB SIDI (Mohamed Mahfoudh), halieute, chercheur, Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.), [*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie). **mahfoudhl@yahoo.fr**

PALOMARES (Maria Lourdes D.), biologiste, chercheur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C (Canada). **m.palomares@fisheries.ubc.ca**

PAULY (Daniel), biologiste, directeur, *Fisheries Centre, University of British Columbia* [Centre des pêches, université de Colombie Britannique], 2259 Lower Mall, V6T 1Z4, Vancouver B.C (Canada). **d.pauly@fisheries.ubc.ca**

PECH (Nicolas), statisticien, chercheur, équipe associée Biodiversité, université de Provence [*Biodiversity Associated Team, University of Provence*], 3, place Victor-Hugo, 13331 Marseille cedex 3, (France).

PIRES (Virgínia), biologiste, chercheur, *Centro de Investigação Pesqueira Aplicada* (CIPA) [Centre de recherche appliquée aux pêches, *Centre of Applied Fisheries Research*], avenida Amílcar-Cabral 12, CP:102, Bissau (Guinée Bissau). **cipacr@hotmail.com sadibo@hotmail.com**

RAMOS (Ana), halieute, chercheur, Institut espagnol d'océanographie (I.E.O), [*Spanish Institute of Oceanography*], Puerto Pesquero S/N Apdo 285, 29640 Fuengirola, Malaga (Espagne). **ana.ramos@ma.ieo.es**

RAMOS (Vito M.), biologiste, chercheur, Institut national de développement des pêches (I.N.D.P.) [*National Institute for Fisheries Development*], C.P. 132, Mindelo, San Vicente (Cap-Vert). **vitomelo10@yahoo.com**

REY-VALETTE (Hélène), économiste, maître de conférence, université de Montpellier-I, faculté de sciences économiques, Espace Richter, B.P. 9606, 34054 Montpellier cedex 1 (France). **rey@sceco.univ.montp1.fr**

RIBEIRO (Cristina), statisticien, chercheur, *Direcção Geral das Pescas e Aquicultura* (D.G.P.A.) [Direction générale des pêches et de l'aquaculture, *Fisheries and Aquaculture General Direction*], R.