

colloques

et

séminaires



Le poulpe
Octopus vulgaris

Sénégal et côtes nord-ouest
africaines

Éditeurs scientifiques

Alain Caverivière

Modou Thiam

Didier Jouffre

IRD
Editions

Le poulpe *Octopus vulgaris*
Sénégal et côtes nord-ouest africaines

Actes du colloque
Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye
14-18 février 2000

Le poulpe
Octopus vulgaris
Sénégal et côtes
nord-ouest africaines

Éditeurs scientifiques
Alain Caverivière
Modou Thiam
Didier Jouffre

IRD Éditions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Colloques et séminaires

Paris, 2002

Mise en page

Marie-Christine Pascal

Traduction

Daphnée Goodfellow

Fabrication

Catherine Plasse

Maquette de couverture

Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure

Catherine Plasse

Photo de couverture

« Poulpe *Octopus vulgaris*. Sénégal »,

IRD/A. Caverivière

Sauf mention particulière,
toutes les photos appartiennent à la photothèque
du programme Poulpe, IRD

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD Éditions, 2002

ISSN : 0767-2896

ISBN : 2-7099-1481-6

Remerciements

Le programme de recherche et le colloque sur « Le poulpe commun *Octopus vulgaris* du Sénégal et des côtes nord-ouest africaines » ont bénéficié du soutien financier direct du ministère des Affaires étrangères (France).

Les centres de recherche partenaires ont mis à disposition certains de leurs personnels scientifiques ainsi que des moyens (navire océanographique *Louis Sauger* du Sénégal, locaux du CRODT pour la tenue du colloque).

Les éditeurs remercient aussi très sincèrement :

— l'ensemble des intervenants qui ont permis le succès scientifique du programme de recherche et du colloque ;

— les chercheurs qui ont assuré la relecture et l'arbitrage des textes publiés dans ce document ;

— Marie-Christine Pascal qui a assuré l'important travail de mise en page des textes édités ici ;

— le personnel du service édition de l'IRD à Montpellier ;

— Nathalie Finot pour la mise au format et les retouches des cartes bathymétriques et sédimentologiques du Sénégal.

Liste des auteurs

Eduardo Balguerías Guerra, Centro Oceanografico de Canarias, Instituto Español de Oceanografía, Carretera San Andrés s/n, 38120 Santa Cruz de Tenerife, España, ebg@ieo.rcanaria.es

Abdellatif Boumaaz, Institut national de recherche halieutique (INRH), 2 rue de Tiznit, Casablanca, Maroc, boumaaz@inrh.org.ma

Christian Capapé, laboratoire d'ichtyologie, case 102, université Montpellier II, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France, capape@univ-montp2.fr

Alain Caverivière, Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale, IRD, rue Jean Monnet, BP 171, 34203 Sète cedex, France, caverivi@mpl.ird.fr

France-Lyse Clotilde-Ba, département de Biologie animale, faculté des Sciences et Techniques, BP 5005, université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, Sénégal

Famara S. Darboe, Fisheries Department, 6 Muamar Khaddafi Av., Banjul, Gambie, gamfish@gamtel.gm

Hervé Demarcq, IRD Research Associate at MCM and UCT M&CM, 5th floor, Private Bag X2, Rogge Bay, 8012, Cape Town, Afrique du Sud, demarcq@sfri.wcape.gov.za

Moustapha Dème, Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), BP 2241, Dakar, Sénégal, mdeme@crodt.isra.sn

Mamadou Diallo, Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), BP 2241, Dakar, Sénégal, mdiallo@crodt.isra.sn

Youssouph Diatta, département de Biologie animale, faculté des Sciences et Techniques, BP 5005, université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, Sénégal

Alassane Dieng, Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), BP 2241, Dakar, Sénégal, adieng@crodt.isra.sn

François Domain, Institut de recherche pour le développement (IRD), BP 1984, Conakry, Guinée, fdomain@eti.bull.net

Abdelmajid Dridi, Institut national de recherche halieutique (INRH), 2 rue de Tiznit, Casablanca, Maroc,
eboumaaz@inrh.org.ma

Pierre Failler, Cemare, university of Portsmouth, Locksley Road, Portsmouth, PO4 8JF, England,
pierre.failler@port.ac.uk, faillerp@hotmail.com

Massal Fall, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), BP 2241, Dakar, Sénégal,
mfall@crodt.isra.sn

Valérie Faure, Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale, IRD, rue Jean Monnet, BP 171, 34203 Sète cedex, France,
valerie.faure2@libertysurf.fr

Didier Gascuel, département halieutique, École nationale agronomique de Rennes (Ensar), 65 route de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France,
dgascuel@roazhon.inra.fr

Cheikh Abdellahi Ould Inejih, Centre national de recherches océanographiques et des pêches, BP 22, Nouadhibou, Mauritanie,
Inejih_ca@hotmail.com

Didier Jouffre, Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale, IRD, rue Jean Monnet, BP 171, 34203 Sète cedex, France,
jouffre@mpl.ird.fr

Sophie Lanco, département halieutique, École nationale agronomique de Rennes (Ensar), 65 route de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France,
sophielanco@hotmail.com

Martial Laurans, Département Halieutique, Ecole Nationale Agronomique de Rennes (ENSAR), 65 Route de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France,
laurans@roazhon.inra.fr

Asberr N. Mendy, Fisheries Department, 6 Marina Parade, Banjul, Gambie, gamfish@gamtel.gm

Catalina Perales-Raya, Centro Oceanografico de Canarias, Instituto Español de Oceanografía, Carretera San Andrés s/n, 38120 Santa Cruz de Tenerife, España,
cpr@ieo.rcanaria.es

Modou Thiam, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), BP 2241, Dakar, Sénégal,
mthiam@crodt.isra.sn

Liste des référés

Edouardo Baiguerias,

Nicolas Bez,

Alain Caverivière,

Hervé Demarcq,

Mamadou Diallo,

François Domain,

Pierre Failler,

Valérie Faure,

Alain Fonteneau,

Didier Gascuel,

Didier Jouffre,

Francis Laloë,

Sophie Lanco,

Martial Laurans,

Frank Lhomme,

Frédéric Ménard,

Monique Simier,

Modou Thiam,

Sommaire

Avant-propos	15
Synthèse des résultats	17
<i>Summary of results</i>	29

Biologie

Expériences de marquages du poulpe <i>Octopus vulgaris</i> au Sénégal	41
F. Domain, A. Caverivière, M. Fall, D Jouffre	
Croissance du poulpe <i>Octopus vulgaris</i> au Sénégal. Compléments d'informations et comparaison régionale	59
D. Jouffre, A. Caverivière, F. Domain	
Discrimination et description morphométriques du poulpe commun (<i>Octopus vulgaris</i> , Cuvier 1997) des côtes sénégalaises	71
M. Fall, S. Ndiaye	
Le régime alimentaire de <i>Octopus vulgaris</i> et de ses prédateurs potentiels devant le Sénégal	87
Y. Diatta, F. L. Clotilde-Ba, C. Capapé	
Éléments du cycle de vie du poulpe <i>Octopus vulgaris</i> des eaux sénégalaises	105
A. Caverivière	

Poulpe et environnement

Environnement et variabilité des populations de poulpes <i>Octopus vulgaris</i> en Afrique de l'Ouest	129
V. Faure	
Indices d'abondance du poulpe commun et intensité de l'upwelling côtier au Sénégal	143
A. Caverivière, H. Demarcq	

Distribution et pêcheries

- Fréquences de poids des poulpes capturés par la pêche artisanale sénégalaise (1996-1998) 159
M. Diallo
- Rentabilité économique et financière des pêcheries céphalopodières artisanales sénégalaises 169
M. Dème
- Synthèse du programme Inco. Programme de recherche européen en coopération relatif à l'aménagement des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest 189
P. Failler
- Note* : L'explosion démographique du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal pendant l'été 1999 213
M. Diallo, D. Jouffre, A. Caverivière, M. Thiam
- Note* : *Cephalopod Fisheries in the Gambia* 219
F. S. Darboe, A. N. Mendy

Modélisation - Dynamique

- Estimation of a standardized index of abundance of Octopus (O. vulgaris) from the Senegalese's artisanal fishery (1989-1994)* 223
M. Diallo, M. Ortiz
- Abondance des céphalopodes et structure démographique du poulpe commun dans le sud du Maroc 233
A. Boumaaz, A. Dridi
- Les pots à poulpes : un danger pour la ressource ? 247
D. Jouffre, C. Inejih, A. Caverivière
- Application d'un modèle global avec effet de l'environnement au stock de poulpe du Sénégal. 255
M. Laurans, D. Gascuel, A. Caverivière
- Niveaux d'exploitation des stocks de poulpes du Sénégal de 1996 à 1999 et tailles minimales de captures. Une évaluation par modélisation analytique 269
D. Jouffre, S. Lanco, D. Gascuel, A. Caverivière

Evaluation par modélisation analytique des effets de périodes de fermeture de la pêche du poulpe au Sénégal.	297
D. Jouffre, S. Lanco, D. Gascuel, A. Caverivière	
Résumés des communications orales.	317
<i>Abstract of the oral communications</i>	323
Résumés	329
<i>Abstracts</i>	339
Annexes.	351

Avant-propos

Cet ouvrage relate les travaux présentés lors du colloque sur « Le poulpe commun *Octopus vulgaris* du Sénégal et des côtes nord-ouest africaines » qui a eu lieu au Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) du 14 au 18 février 2000.

Le colloque clôturait un important projet de recherche régional dont la Coopération française (ministère des Affaires étrangères) a assuré le financement de 1996 à 2000. Il associait principalement des scientifiques de la zone d'étude (Gambie, Sénégal, Mauritanie, Maroc) à des chercheurs français (IRD, Ensa de Rennes) et espagnols (Institut espagnol d'océanographie). Ce programme de recherche a été initié, avec l'appui des institutions spécialisées des pays partenaires, pour développer les connaissances sur la biologie et la dynamique d'une espèce d'une grande importance quantitative et commerciale au large des côtes nord-ouest africaines, et dans l'espoir de pouvoir ensuite mieux organiser son exploitation dans le cadre d'une pêche durable. Les travaux effectués et présentés lors du colloque étant encore le plus souvent sous une forme non publiable, la parution de l'ouvrage en a été quelque peu retardée et quelques communications sont sous forme de résumés. Ce délai a été mis à profit pour rédiger une synthèse bilingue des principaux résultats (français-anglais) dont les éditeurs espèrent qu'elle sera facilement lisible, même par des non-spécialistes.

Synthèse des résultats

(Les auteurs cités renvoient aux communications contenues dans le présent ouvrage).

Le poulpe commun *Octopus vulgaris* est apparu en grandes quantités à la fin des années 1960 dans les prises des chalutiers opérant devant les côtes sahariennes. Une première explosion démographique a été notée au Sénégal pendant l'été 1986, les prises ont ensuite varié largement d'une année sur l'autre, de moins de 5 000 à plus de 15 000 t, jusqu'à la très forte explosion démographique de l'été 1999, avec une prise annuelle approchant les 40 000 t. Les explosions démographiques ont aussi touché la Gambie et la Guinée-Bissau. Plus au Nord, au Maroc et en Mauritanie, dans une zone qui a pu représenter environ la moitié des captures annuelles mondiales de poulpes, l'espèce montre de moins grandes variations interannuelles mais les prises et surtout les rendements ont connu une diminution sensible pendant la décennie 1990. Le poulpe commun est actuellement une ressource essentielle de la pêche dans une vaste zone qui s'étend du sud Maroc à la Guinée-Bissau, la pêche étant elle-même une ressource de premier plan pour ces pays.

Malgré cette importance, les caractéristiques biologiques de l'espèce étaient jusqu'à récemment encore assez mal connues, en particulier celles dont la connaissance est un préalable à des recherches sur les meilleures conditions de pêche pour une exploitation durable de la ressource. Un programme de recherche sur ces problématiques a été réalisé de 1996 à 2000, en partenariat avec des institutions de recherche européennes et africaines. C'est le résultat de ces recherches qui est exposé dans le présent ouvrage. Cet ouvrage traite particulièrement du cas sénégalais où la plupart des recherches ont été effectuées et où la pêche artisanale du poulpe prédomine parfois sur la pêche industrielle, mais les résultats dans ce pays sont dans leur ensemble transposables aux autres pays de la région.

Caractéristiques biologiques et écologiques

Octopus vulgaris a une très large distribution et est rencontré des fonds très côtiers à 400 mètres de profondeur au moins. Dans la région, son abondance maximale se situe entre 15 et 100 m (Diallo, Diallo et Ortiz, Boumaaz et Dridi). Il se trouve sur tous les types de fond : rocheux, sableux, vaseux, mais les zones de plus grande abondance correspondent à des sédiments de sables fin à grossier, avec une teneur élevée en carbonates. Cette préférence serait liée à un facteur alimentaire (Caverivière). Dans les zones de sable et sable-vaseux, des observations en plongée ont montré que les poulpes occupent des terriers dont la profondeur et le diamètre sont fonction de la taille de l'occupant. Le creusement d'un terrier apparaît offrir une excellente protection au poulpe qui ne le quitterait que pour s'alimenter et se reproduire. Des migrations de moyenne ou grande amplitude, du nord au sud ou inversement, n'existeraient pas au niveau des juvéniles et adultes, d'après les 1 200 recaptures de poulpes marqués au Sénégal et le mouvement des pêcheries. Au Sénégal, deux sous-populations semblent coexister, l'une côtière et l'autre plus profonde (Caverivière). L'examen des caractéristiques morphométriques n'a pas permis de différencier les poulpes du Nord de Dakar de ceux du Sud (Fall et Ndiaye), la méthode est cependant peu discriminante.

Le poulpe paraît avoir une alimentation de type opportuniste. Au Sénégal, des observations en plongée devant Dakar et la Petite Côte ont montré de nombreuses coquilles de mollusques bivalves récemment consommés devant presque chaque abri de poulpes (Caverivière). Le fait que les fortes abondances de poulpes se trouvent sur les fonds sableux et sablo-vaseux riches en coquillages et très pauvres en autres proies potentielles conforte l'idée que les bivalves (praires, amandes, venus, etc.) sont la proie préférentielle sur les fonds côtiers. D'autres études réalisées dans la région (Diatta *et al.* ; Dieng et Bakhayokho ; Rodriguez Pino et Balguerías) indiquent une alimentation dominée par les petits crustacés. Cependant, ces dernières études sont effectuées à partir des contenus stomacaux, méthode qui aurait l'inconvénient de minorer de façon importante la part des mollusques dans l'alimentation. En effet, seule la chair du mollusque est ingérée et est rapidement digé-

rée, elle n'inclut pas de partie dure pouvant laisser une trace plus durable comme pour les crustacés et les poissons. Il est avéré que le poulpe est aussi cannibale.

Les poulpes sont aptes très tôt à se reproduire, dès 260 g pour certains mâles, plus tardivement pour les femelles, à partir de 500 g. Les pontes ont lieu toute l'année, mais deux périodes principales sont généralement reconnues (Caverivière ; Dieng et Bakhayokho) dont l'importance pourrait varier entre le Sud et le Nord de la région, une période en hiver et une autre en fin de saison chaude qui prédominerait au Sénégal.

La femelle du poulpe pond des œufs oblongs d'environ 2 x 1 mm qui sont réunis en cordons fixés par une sécrétion de la femelle sur un substrat dur qui est souvent le toit d'un abri, d'où la nécessité pour elle de trouver ce type d'abri (fonds rocheux essentiellement). Les grosses femelles ont plus d'œufs que les petites et leur nombre moyen est estimé à 200 000. Dès que la ponte est commencée, la femelle ne quitte plus l'abri et ne se nourrit plus. Elle garde, « ventile » et nettoie souvent les cordons d'œufs par des mouvements d'eau propulsés par son siphon. Le temps passé entre la ponte et l'éclosion des œufs dépend de la température de l'eau de mer ambiante. Au Sénégal (Caverivière), les durées de vie embryonnaire observées surviennent dans un intervalle de 15 à 87 jours (27 °C-17 °C). L'éclosion des œufs libère des larves peu différentes de l'adulte qui vont entamer une vie en pleine eau où elles font partie du zooplancton. Les femelles meurent généralement juste après la ponte, très amaigries, parfois après un délai de quelques jours. Des observations en bassin d'élevage montrent que la perte de poids peut commencer deux semaines avant la ponte et qu'à la mort cette perte peut atteindre 50 % du poids maximal atteint par la femelle. Les mâles perdent également du poids et meurent à peu près en même temps que les femelles qu'ils ont fécondées. Ces morts post-reproductives sont inéluctables car les mécanismes physiologiques qui conduisent à la reproduction sont aussi à l'origine du déclenchement de la sénescence.

À l'éclosion les larves ont un poids de 1,4 mg. La durée de la vie larvaire dépend, elle aussi, de la température et en élevage la vie benthique sur le fond commence 33 à 54 jours après la naissance (27 °C-21 °C), la vie planctonique pourrait atteindre 3 mois dans les

eaux froides en limite de distribution. La colonisation du fond a lieu à environ 0,2 g, soit 125 fois le poids à la naissance. Le jeune est alors similaire à l'adulte et passe progressivement d'une nourriture planctonique à une nourriture benthique. C'est un prédateur actif de petites proies variées où les petits crabes domineraient.

La croissance du poulpe commun a été étudiée au Sénégal à partir d'élevages en bassin et surtout de données provenant d'individus recapturés en mer après avoir été marqués et relâchés (Domain *et al.*). Près de 6 000 individus ont été marqués et environ 1 200 recapturés par la pêche artisanale et les chalutiers. Les études concernent des individus dont les poids se répartissent entre un minimum de 50 g et un maximum un peu supérieur à 5 kg. La croissance est très variable d'un individu à un autre (Caverivière ; Jouffre *et al.*, p. 59), elle est de type exponentiel jusqu'à la période d'amaigrissement qui précède la mort. Les femelles grossiraient nettement plus vite que les mâles en saison froide. À partir d'une durée moyenne de 90 jours entre l'éclosion et le poids de 50 g et la prise en compte de la grande variabilité de la croissance individuelle, les plus gros poulpes rencontrés au Sénégal (5 kg pour les femelles et 6-8 kg pour les mâles, et cela très rarement) seraient âgés de 12 à 14 mois. Perales-Raya *et al.* confirment la courte durée de vie des femelles. La périodicité des pics d'abondance saisonniers et la mortalité post-reproductive conduisent à un cycle de vie de l'ordre d'un an.

L'augmentation d'abondance du poulpe au sud Maroc, Mauritanie, puis Sénégal, a été mise en relation, sans preuve irréfutable, avec la diminution de certains de ses prédateurs comme les sparidés et les serranidés. Dans le cadre du programme, une étude a été menée au Sénégal sur le régime alimentaire des prédateurs potentiels du poulpe (Diatta). Les estomacs de 847 prédateurs potentiels, contenant de la nourriture et appartenant à 55 espèces différentes, ont été examinés. Seuls 15 poulpes (juvéniles et restes) ont été trouvés chez 10 espèces. Il apparaît que les prédateurs sont de grande taille et les poulpes consommés des juvéniles. La prédation sur le poulpe semble donc faible et 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 par l'homme.

Les causes des variations de l'abondance

Les variations interannuelles d'abondance du poulpe en Afrique du Nord-Ouest ont été supposées être en relation avec des facteurs de l'environnement, en particulier ceux ayant une influence sur la survie des larves et juvéniles. Le stade larvaire est très généralement le stade le plus critique dans le développement d'une population et pour le poulpe commun ce stade représente une durée importante du cycle de vie. Les larves du poulpe seraient soumises, particulièrement en zone d'upwelling, à d'importantes variations de leur taux de mortalité, dont les principales causes sont la disponibilité alimentaire, les contraintes physiques comme la turbulence et la dispersion des larves, la prédation. Elles partageraient en cela le sort des larves de poissons pélagiques avec qui elles ont des ressemblances : elles ont à peu près la même taille, vivent dans le même milieu et auraient la même alimentation.

La survie des larves dépendrait en grande partie des caractéristiques de l'upwelling côtier. Sur les côtes nord-ouest africaines, l'intensité des remontées d'eaux froides à la côte (upwelling) dépend de la force des vents alizés locaux. Ces remontées sont le principal élément structurant de l'hydroclimat en induisant un apport en sels minéraux dans la zone superficielle éclairée, permettant ainsi une production planctonique importante, base de la chaîne alimentaire et source d'enrichissement biologique.

Il a été recherché (Caverivière et Demarcq) l'existence de relations entre les captures annuelles de poulpes au Sénégal, réalisées essentiellement en été, et l'intensité de l'upwelling de l'hiver précédent, dont un index a été calculé à partir de la force et de la direction des vents au niveau de la principale zone de pêche. Les coefficients de corrélations entre les prises, qui sont de bons indices de l'abondance, et l'intensité de l'upwelling provenant des vents alizés qui soufflent de novembre à mai au Sénégal, sont positifs et très élevés (probabilité supérieure à 999/1 000 qu'une telle relation existe bien), et plus particulièrement pour le cœur de la saison d'upwelling, de janvier à mars. L'intérêt pratique de l'étude est qu'il serait possible de prédire plusieurs mois à l'avance l'importance du recrutement du poulpe, très variable d'un été à un autre. Les études menées pour la Mauritanie et le sud du Maroc (Faure) sont moins concluantes car,

quoique l'upwelling y soit plus intense, les variations hydroclimatiques sont plus faibles qu'au Sénégal. L'importance du Banc d'Arguin et de la rétention côtière à son niveau est soulignée.

Les causes des variations de l'abondance des populations de poulpe, et en particulier des explosions démographiques qui se produisent certains étés au Sénégal, peuvent maintenant être mieux cernées.

– Une femelle de poulpe pond en moyenne 200 000 œufs qu'elle protège et ventile, leur assurant ainsi un fort taux de viabilité. Rappelons qu'en gros, pour qu'une population, ici de poulpe, soit en équilibre numérique d'une année sur l'autre, il suffit que la ponte d'une femelle soit à l'origine de seulement deux poulpes (un mâle et une femelle) qui se reproduisent avec succès.

– Le cycle de vie est court, un an, avec des croissances rapides et une mort post-reproductive des mâles et des femelles. Ainsi, il n'y a pas de chevauchement des générations, toute la pêche d'une année portera sur des individus arrivés dans la pêcherie (recrutés) cette même année, principalement pendant l'été au Sénégal. Ils sont alors issus de la période maximale de ponte qui a lieu en septembre-novembre.

– Comme pour beaucoup d'espèces, les phases larvaire et juvénile sont des périodes critiques, particulièrement la première. La phase larvaire est relativement longue pour le poulpe commun et se passe en pleine eau ; la mortalité y est énorme. Cette mortalité larvaire sera plus ou moins importante suivant les conditions du milieu environnant : nourriture disponible, dispersion plus ou moins importante par les courants hors des zones habitables par les juvéniles et adultes, etc. Des périodes d'upwelling marqué sont favorables par l'apport de nourriture qu'elles induisent. Les larves de poulpe ont une capacité de nage élevée qui leur permettrait de surmonter la dispersion de la nourriture induite par la turbulence qui augmente avec la violence du vent. La dispersion des larves par les courants provoqués par le vent au-delà des zones propices serait limitée dans les zones de pêche au poulpe situées au large de la Petite Côte sénégalaise et du Banc d'Arguin mauritanien, qui sont aussi des zones de rétention côtière (les cellules de circulation d'eau limitent la dérive vers le large). Donc, selon les conditions hydrologiques rencontrées par les larves, la quantité de juvéniles qui en sont issus peut être très variable d'une année sur l'autre.

– Seuls de gros prédateurs sont capables de manger du poulpe et leur nombre a été fortement réduit du fait de la pêche intensive dont un des effets bien connu est de diminuer très fortement la proportion des individus âgés. Auparavant, ces prédateurs pouvaient jouer un rôle régulateur sur la population de juvéniles quand ceux-ci étaient particulièrement nombreux.

Dynamique des populations, pêcheries et mesures d'aménagement

La dynamique des populations exploitées peut être étudiée par plusieurs méthodes. La plus précise, dite dynamique analytique, est aussi celle la plus difficile à mettre en œuvre car elle demande au préalable la connaissance de nombreux paramètres. Il s'agit en particulier de la croissance, et plus précisément de la structure des captures en fonction des âges. Un autre paramètre important est le coefficient de mortalité naturelle (M), qui correspond à la proportion dans un temps donné de tous les décès dus à d'autres causes que la pêche. Cette connaissance est difficile à estimer, en particulier pour les céphalopodes. Pour le poulpe commun des côtes Nord-Ouest africaines, il a été fait appel à une technique particulière adaptée aux espèces très fécondes et à durée de vie courte. Elle est basée sur le nombre d'œufs viables et la durée de vie moyenne. On obtient (Jouffre *et al.*, p. 269) une valeur mensuelle de M voisine de 0,25 en ce qui concerne la période correspondant à la phase exploitée (du 5^e mois à la mort), ce qui se traduit par un taux de survie de 22,3 % à 6 mois et 5 % à 12 mois en l'absence de pêche. Ces taux paraissent a priori faibles, ils sont cependant bien en accord avec la biologie de l'espèce et les estimations de la mortalité totale (mortalité naturelle + mortalité due à la pêche). Des études de sensibilité permettent de tester les effets d'autres valeurs de M sur la dynamique des populations. Indiquons tout de suite qu'en dehors d'un intervalle des valeurs de M allant de 0,1 à 0,3, l'incohérence des résultats conduit au rejet des valeurs. Une valeur $M = 0,1$ correspond à un taux de survie de 30,1 % à 12 mois, ce qui n'est guère compatible avec ce que l'on sait maintenant de la biologie de l'espèce, sauf à augmenter fortement la valeur de M pour les derniers âges (mortalité post-reproductive).

Le modèle analytique de type Thompson et Bell, qui permet des simulations des effets de fermetures de la pêche et de tailles ou poids limites de captures, a été mis en œuvre au Sénégal sur une base mensuelle (Jouffre *et al.*, p. 269 et p. 297) pour les structures détaillées (distributions de poids des captures mensuelles) de 4 années de données de pêche (1996-1999) qui ont montré des exploitations très différentes, en particulier l'année 1999 avec l'explosion démographique de l'espèce. Les structures en poids sont transformées en structures démographiques en âge à partir du modèle de croissance *in situ* du poulpe du Sénégal de Domain *et al.* (cf. Jouffre *et al.*, p. 59).

Sur le plan de la dynamique générale du stock, le modèle permet d'estimer le recrutement (entrée des jeunes dans la pêcherie) annuel moyen sur la période à 90 millions d'individus, avec un minimum de 35 millions en 1997 et un maximum de 220 millions en 1999. Ce recrutement intervient principalement au printemps, mais il apparaît plus ou moins étalé selon les années. La biomasse varie saisonnièrement : elle atteint généralement son maximum en juillet (soit un niveau proche de 11 000 t, moyenne de la période analysée) et son minimum en octobre (soit 3 000 t). On observe en particulier des biomasses exceptionnelles en été 1999, jusqu'à plus de 30 000 t en juillet.

Avec le coefficient de mortalité naturelle de référence (0,25) les valeurs de production attendue en fonction de l'effort de pêche présentent une allure générale assez similaire d'une année sur l'autre, et ce en dépit d'une grande différence dans les niveaux de production maximum atteints (voisins de 5 000 t en 1997 et de 40 000 t en 1999). On constate que la production obtenue avec l'effort observé est proche de la production maximale de l'année. On se trouve chaque fois en situation proche de la pleine exploitation, voire de légère surexploitation. Tout se passe donc comme si les pêcheurs adaptaient en permanence le niveau d'effort exercé sur la ressource en fonction de l'abondance de celle-ci, soit un effort toujours suffisant pour tirer un bon parti du recrutement de l'année mais jamais disproportionné par rapport à la ressource disponible. Sous les autres hypothèses de M , les conclusions précédentes restent globalement valides, à la différence près que pour un niveau de mortalité M faible (0,1) les diagnostics tendent vers une situation de sensible surexploitation. Dans ce cas, les niveaux de production seraient légèrement supérieurs si l'effort était ramené à 40 % des efforts réalisés.

Ceci est à rapprocher d'une analyse du stock par un modèle global avec effet de l'environnement (Laurans *et al.*) sur la période 1986-1999. Pour les années récentes, hormis 1999, les efforts observés seraient dans l'ensemble supérieurs de 50 % à ceux correspondants aux productions optimales. L'abondance et la capture peuvent être modélisées simplement à partir de l'effort de pêche et d'une mesure du vent hivernal traduisant l'intensité de l'upwelling. Ainsi, la production exceptionnelle de l'année 1999 est corrélée à un upwelling de forte intensité et à un effort de pêche modéré dû aux difficultés de stockage et aux bas prix pratiqués (Diallo *et al.*). L'abondance de l'année 1999 est très correctement prédite, même lorsque cette année exceptionnelle est exclue du jeu de données sur lequel se fait l'ajustement. La valeur de la capture maximale soutenable peut atteindre près de 50 000 t lorsque l'upwelling est très intense et seulement 4 000 t lors des années d'upwelling faible.

L'intensité de l'effort de pêche local, en particulier de la pêche artisanale, peut être très élevée comme le montre des taux de recapture de poulpes marqués compris entre 40 et 50 % en certaines zones (Domain *et al.*).

Des mesures d'aménagement de la pêche au poulpe ont déjà été prises par les principaux pays pêcheurs de la région, il s'agit principalement de tailles/poids limites de capture et surtout de périodes de fermetures de pêches, aussi appelées « périodes de repos biologiques », instaurées d'abord au Maroc (Boumaaz et Dridi) puis en Mauritanie et finalement au Sénégal¹. Ces mesures ont été prises de manière empirique dans le but principal de protéger les juvéniles et/ou le potentiel de reproduction. Au Sénégal, comme indiqué un peu plus haut, leurs effets peuvent être maintenant scientifiquement estimés pour la période 1996-1999.

Dans un premier temps, des correctifs sont apportés aux mortalités par pêche pour les périodes où il y a eu des fermetures pour estimer une situation de référence « sans fermeture » (Jouffre *et al.*, p. 297).

¹ Au Sénégal, fermeture de la pêche du poulpe du 4 au 20 juillet 1996, du 1er juin au 15 juillet 1997, et en 1999 une fermeture localisée à la région de Mbour (Petite Côte, au sud de Dakar) du 24 juin au 10 juillet.

La comparaison entre la situation observée lors des années à fermeture et la situation de référence indique qu'il y a peu de différence entre les niveaux de biomasse et de production annuelle, en particulier pour l'année 1997 où la période de fermeture a été la plus longue.

Des simulations de fermetures d'un à trois mois, dont le début est fixé du mois de mai au mois de septembre, ont été réalisées pour les quatre années étudiées par annulation des mortalités par pêche des périodes concernées. Les effets estimés de périodes de fermetures d'un mois sont toujours de peu d'impact quantitatif (gains et parfois pertes) sur la production globale de l'année. Des fermetures de deux mois ont des effets variables selon les années et les périodes. Avec la mortalité naturelle de référence ($M = 0,25$), la meilleure position pour une fermeture de deux mois serait le bimestre juillet-août. Mais, même dans ce cas, les avantages d'une telle fermeture restent très relatifs si l'on considère que pour deux années sur quatre (1997 et 1998) ces gains sont quasi nuls et que, pour les deux autres années (1996 et 1999), ils restent d'une ampleur relativement limitée (ne dépassant jamais 15 %). La valeur minimale des M testés (0,1), moins probable, conduit à des gains plus substantiels, allant de 17,5 à 40 %. On peut craindre cependant que les gains espérés de la production annuelle ne compensent pas forcément les effets négatifs de toute augmentation de l'irrégularité des débarquements, telle qu'induite par un arrêt de deux mois de la pêche dans une période aussi productive. Des fermetures de trois mois (avec $M = 0,25$) conduisent à la réduction du volume des gains de production potentiels estimés par rapport à celles de deux mois, ainsi qu'à l'augmentation des pertes possibles certaines années. Le modèle indique donc clairement qu'une fermeture de trois mois est trop longue.

Les simulations de poids minimaux de capture montrent des effets sur la production qui peuvent être très différents selon les années et les tailles minimales simulées. En prenant en compte cette variabilité ainsi que les incertitudes liées au modèle, la conclusion de l'étude est que l'instauration de tailles minimales n'implique pas la certitude d'une amélioration de la production.

Il a été effectué quelques simulations, pour un M de 0,25, explorant les possibilités d'une réglementation combinant des tailles minimales de pêche avec des fermetures de pêche. En résumé, si les

effets des deux mesures peuvent entrer en synergie au niveau de leur impact moyen sur la production annuelle, il n'a pas été possible d'identifier une combinaison de fermeture et de taille minimale dont l'impact positif sur la production soit à la fois significatif et *assuré* tous les ans.

Il est cependant important de noter que, quel que soit son niveau, chacune des deux mesures a des effets bénéfiques sur les indices de biomasse féconde (quantité des individus aptes à se reproduire, ici poulpes de 1 kg et plus). Ainsi une fermeture de deux mois en juillet et août conduit approximativement à un doublement de la biomasse féconde et donc du potentiel reproducteur du stock. Même s'il n'existe pas de relation avérée pour le poulpe entre biomasse féconde et recrutement², les mesures de fermeture et de taille limite, cette dernière désorganisant moins les activités de pêche, peuvent être envisagées comme mesures bénéfiques au maintien du recrutement dans une perspective d'approche de précaution.

Les mesures de fermeture de la pêche, surtout lorsqu'elles sont générales comme au Maroc et en Mauritanie, peuvent aussi être envisagées dans le cadre d'une réduction de l'effort de pêche, d'une régulation de la capacité de capture. Cet aspect à forte implication décisionnelle (haut responsable des pêches, gouvernement) doit en principe s'appuyer sur des données économiques et financières qui ne sont guère abordées dans cet ouvrage (Dème, Failler).

² Il est probable que cette relation ne puisse exister que pour des très faibles niveaux de biomasse féconde, compte tenu du grand nombre d'œufs viables émis par une femelle, dont la survie dépend essentiellement des conditions hydroclimatiques.

Summary of results

(Authors cited below refer to papers included in this work).

The common octopus *Octopus vulgaris* first appeared in large numbers in catches by trawlers off the Saharan coast at the end of the nineteen sixties. The first population explosion was observed in Senegal in the summer of 1986, after which catches varied considerably from one year to the next, from less than 5 000 t up to 15 000 t, up until the summer of 1999 when an even greater explosion occurred and the annual catch reached nearly 40 000 t. Similar population explosions were also observed in Gambia and Guinea-Bissau. Further to the north in Morocco and Mauritania, in an area that represents approximately half the world's octopus catches, inter-annual variations are lower but there was a marked decline in catches and to an even greater extent, in yields in the nineteen nineties. Currently the common octopus is an essential resource in the vast region that extends from southern Morocco to Guinea-Bissau, where fisheries themselves represent one of the main resources of these countries.

Despite this importance, until recently the biological characteristics of the octopus were not well known, and particularly those characteristics that need to be understood in order to determine optimum fishing conditions to ensure the sustainability of this resource. These problems were the subject of a research programme undertaken from 1996 to 2000 in collaboration with European and African research institutes, the results of which are presented in this work. Particular attention has been paid to Senegal where the majority of studies were carried out and where artisanal octopus fishing sometimes outweighs industrial fishing, but generally speaking the results obtained there can be transposed to other countries in the region.

Biological and ecological characteristics

Octopus vulgaris is very widely distributed and can be found at depths of at least 400 m close to the shoreline. In the study region

the highest densities are encountered at depths of between 15 and 100 m (Diallo, Diallo et Ortiz, Boumaaz et Dridi). The Octopus are found on different types of seabed, rocky, sandy, and muddy, but is most abundant in areas with fine to coarse sandy sediments containing high levels of carbonates. This preference is probably linked to diet (Caverivière). In sandy and sand-muddy zones, diving observations have shown that octopuses live in shelters whose depth and diameter depend on the size of the occupant. Digging a shelter apparently offers the octopus excellent protection and the animal only leaves it to feed and reproduce. According to the results of recapture of 1 200 tagged octopuses off Senegal and fishery observations, there is no medium or large-scale migration of adults and juveniles. Two sub-populations appear to co-exist in Senegal, one near the coast and the other in deeper waters (Caverivière). Examination of morphometric characteristics did not enable octopuses north of Dakar to be distinguished from those found in the south (Fall and Ndiaye), however the method used was not very discriminating.

The octopus appears to be an opportunist feeder. In Senegal, diving observations off Dakar and Petite Côte showed a large number of shells of recently consumed bivalve molluscs outside almost all octopus shelters (Caverivière). The fact that the largest numbers of octopus are found on sandy and sand-muddy sea beds that are rich in molluscs but poor in other potential prey lends support to the hypothesis that bivalves (clams, venus, arks, etc.) are the preferred prey in coastal waters. Other studies carried out in the region (Diatta *et al.*; Dieng et Bakhayokho; Rodriguez Pino et Balguerias) have shown the diet to be mainly composed of small crustaceans. However these studies were based on stomach contents, which has the disadvantage of considerably underestimating the percentage of molluscs in the diet, as only the flesh of the mollusc is ingested and rapidly digested, the hard parts are not ingested that could later be used for identification purposes as is true in the case of crustaceans and fish. Cannibalism has also been shown to exist in the octopus.

Octopus are capable of reproducing very early, from 260 g in some males, and a little later in females, from 500 g. Laying occurs throughout the year, but two main laying periods have been identified (Caverivière; Dieng et Bakhayokho) whose importance may vary in

the northern and southern parts of the region. One period occurs in winter and the other at the end of the hot season, the latter being the most important in Senegal.

The female octopus lays 2 x 1 mm oblong eggs strung together and attached by means of a secretion to a hard substrate, often the roof of a shelter, which explains the female's need to find a shelter of this type (usually in a rocky seabed). Large females lay more eggs than small; the mean number of eggs has been estimated at 200 000. As soon as the female has started to lay, the animal remains in its shelter and no longer feeds. It takes care of the strings of eggs, ventilating and cleaning them by directing a flow of water onto them with its siphon at frequent intervals. The length of the period between laying and hatching depends on the temperature of the surrounding seawater. In Senegal (Caverivière), the embryonic stage has been seen to last between 15 and 87 days (27° C-17° C). The larvae that emerge after hatching closely resemble the adult and immediately start life in the open sea where they form part of the zooplankton. The females generally die shortly after laying, occasionally after a period of a few days, and have undergone considerable weight loss at death. Observations in rearing tanks have shown that weight loss can start two weeks before laying and at death, may represent 50% of the maximum weight attained by the female. The males also lose weight and die at approximately the same time as the females they have fertilized. Post-reproductive death is inevitable as the same physiological mechanisms that lead to reproduction also trigger senescence.

At hatching the larvae weigh 1.4 mg. The length of the larval stage also depends on temperature and in artificial rearing conditions, benthic life starts 33 to 54 days after birth (27° C-21° C), the plankton stage could last 3 months in the cold waters at the outer limits of the distribution of the species. Colonisation of the seabed occurs at approximately 0.2 g, i.e. 125 times birth weight. At this stage the young resemble adults and progressively change from a plankton diet to a benthic diet. It is an active predator of various small preys, the majority being small crabs.

The growth of the common octopus was studied in Senegal in rearing tanks and also to a large extent using data after recapture of previously tagged and released individuals (Domain *et al.*). Almost

6 000 individuals were tagged and of these, around 1 200 were recaptured by artisanal fishermen and trawlers. The studies were carried out on individuals whose weight ranged from a minimum of 50 g to a maximum of a little over 5 kg. Growth varied considerably between individuals (Caverivière ; Jouffre *et al.* p. 59), and was exponential up to the period of weight loss preceding death. Females gain weight faster than males during the cold season. On the basis of an average of 90 days between hatching and reaching a weight of 50 g, and taking into account the marked variability in individual growth, the biggest individuals (5 kg for females and 6-8 kg for males, although this was very rare) found in Senegal were between 12 and 14 months old. Perales-Raya *et al.* have confirmed the short life cycles of females. The periods of seasonal abundance and post-reproductive mortality results in a life cycle of around one year.

The increase in the abundance of octopus in southern Morocco, Mauritania and later in Senegal, has been linked, though without direct evidence, to a reduction in some of its natural predators such as sea breams and groupers. Within the framework of the research programme, a study was carried out on the diet of potential predators of octopus in Senegal (Diatta). The stomach contents (including food) of 847 potential predators belonging to 55 different species were examined. Only 15 octopuses (juveniles and remains) were found in 10 different species. The predators were big and the octopuses eaten were juveniles. Predation of octopus thus appears to be limited, and in Senegal there is evidence that the number of large individuals of predator species has been considerably reduced over the last 20 years due to intensive fishing.

Causes of variations in abundance

Year to year variations in abundance of octopus in North-West Africa were presumed to be linked to environmental factors, particularly those that influence the survival of larvae and juveniles. The larval stage is usually the most critical stage in the development of a population and in the common octopus this stage is relatively long in proportion to the life cycle. Octopus larvae are subject to marked variations in mortality rate particularly in zone of upwelling. The main causes are the availability of food, physical constraints like

water turbulence and dispersion of the larvae, and predation. In this they share the fate of pelagic fish larvae with which they have certain similarities: they are approximately the same size, live in the same environment, and have the same diet.

The survival of the larvae is believed to depend to a large extent on the characteristics of the coastal upwelling. Along the coast of North-West Africa, the intensity of the upwelling of cold water depends on the intensity of the local trade winds. This upwelling is the principal structural element of the hydroclimate in that it induces an intrusion of mineral salts in the euphotic zone, which in turn results in the production of plankton that form the basis of the food chain and is the source of the biological enrichment.

A study was undertaken (Caverivière et Demarcq) to determine if a link exists between annual octopus catches in Senegal, the majority of which take place in summer, and the intensity of the upwelling that occurred the previous winter, and an upwelling index was calculated based on the force and the direction of winds in the main fishing zone. Correlation coefficients between catches, which are good indicators of abundance, and the intensity of the upwelling caused by trade winds that blow from November to May in Senegal, were positive and very high (the probability that such a link exists is 999/1000), particularly in the middle of the upwelling season, from January to March. The study is of practical interest because it means it would be possible to predict octopus recruitment, which varies considerably from one summer to the next, several months in advance. Studies carried out in Mauritania and in southern Morocco (Faure) were less conclusive, maybe because the hydroclimatic variations were less marked than in Senegal, even though the intensity of the upwelling is greater. The importance of the Arguin Bank and the coastal water retention that occurs in front of it was underlined.

At this point it is easier to identify the reasons for variations in abundance in octopus populations, and in particular for the population explosions that occur some summers in Senegal.

– A female octopus lays an average of 200 000 eggs which it protects and ventilates, thus guaranteeing a high rate of survival. It may be recalled that generally speaking, to ensure the numerical balance of a population – in this case the octopus – from one year to the next, it is sufficient if the eggs laid by one female result in only two octopuses (one male and one female) that in turn successfully reproduce.

– The life cycle is short - one year - with rapid growth and post-reproductive death occurring in both males and females. As a result there is no generation overlap and the entire catch in any given year solely comprises individuals that were available to the fishing (recruitment) the same year, mainly in summer in Senegal. These octopuses thus result from the main laying period from September to November.

– As is true in many species, the larval and juvenile stages are critical, particularly the former. The larval stage is relatively long and, in the case of the common octopus, is spent in the open sea. The mortality rate is extremely high, how high probably depends on environmental conditions, i.e. the availability of food, varying degrees of dispersion by currents beyond the zones that represent the habitat of juveniles and adults, etc. Periods of upwelling are favourable because they induce a good supply of food. Octopus larvae have well-developed swimming ability that should allow them to survive the dispersion of food due to turbulence, which increases with an increase in the force of the wind. Dispersion of larvae by the currents induced by the wind beyond the most favourable zones is probably limited in the octopus fishing zones off the Petite Côte in Senegal and the Arguin Bank in Mauritania, as these are also coastal retention zones (water circulation cells limit drift towards the open sea). Finally, according to hydroclimatic conditions met by larvae, the quantity of juveniles which of it result can be very variable one year on the other.

– Only big predators are capable of eating octopus and the number of these predators has been considerable reduced due to intensive fishing: one of the well-known effects of overfishing is a big reduction in the proportion of older individuals. Previously, these predators could have played a role in regulating the number of juveniles when these were particularly numerous.

Population dynamics, fisheries management

Several different methods can be used to study the dynamics of exploited populations. The most accurate method, named analytical modelling, is also the most difficult to apply because previous knowledge is required of numerous parameters, especially growth,

and more particularly the structure of the catch as a function of age. Another important parameter is the coefficient of natural mortality (M), which corresponds to the proportion – for a given period – of all deaths due to causes other than fishing. This coefficient is difficult to estimate especially in the case of cephalopods. A technique was used that is particularly well suited for the common octopus found off the coast of northwest Africa, which is a highly fertile, short-lived species; it is based on the number of viable eggs and mean life expectancy. This gives (Jouffre *et al.*, p. 269) a monthly value for M of around 0.25 for the period corresponding to the age that the octopus is fished (from the 5th month up to death), which results in a survival rate of 22.3% at 6 months and of 5% at 12 months in the absence of fishing. These rates may appear low, however they correspond to the biology of the species and to estimates of total mortality (natural mortality + fishing mortality). Sensitivity studies allow testing of the effects on population dynamics of other M values. It should be noted that outside the interval $M = 0.1$ to 0.3 , the incoherence of the results led us to reject the values. The value $M = 0.1$ corresponds to a survival rate of 30.1% at 12 months, which is hardly compatible with our present knowledge of the biology of this species, unless the value M is increased considerably in the last stages of life (post-reproductive mortality).

A Thompson and Bell model, which enabled simulations of the effects of fishing closure and of minimal size of capture (individual weight), was used in Senegal on a monthly basis (Jouffre *et al.*, p. 269 and p. 297) to analyse the detailed structure (weight distribution of monthly captures) for 4 fishing years (1996-1999). These years showed very different fishing patterns, especially in 1999, the year when there was a population explosion of the species. Weight structures were transformed into age structures using the in situ growth model for the Senegalese octopus developed by Domain *et al.* (cf. Jouffre *et al.*, p. 59).

With regard to the general dynamics of the stock, the model enabled mean annual recruitment (availability of young individuals for fishing) for the given period to be estimated at 90 million individuals, with a minimum of 35 million in 1997 and a maximum of 220 million in 1999. Recruitment occurs mainly in spring, but the length of the period varies with the year. Biomass varies with the season but

generally reaches its highest level in July (a level of around 11 000 t, the mean for the period under study), and its lowest in October (i.e. 3 000 t). Exceptionally high biomass values were observed in the summer of 1999, i.e. more than 30 000 t in July.

Using the reference coefficient of natural mortality (0.25), production values expected according to fishing efforts show a general trend that varies little from year to year, despite major differences in maximum production levels (around 5 000 t in 1997 and 40 000 t in 1999). Production based on the observed effort always appears to be close to maximum in a given year, approaching full exploitation if not over-exploitation. It is as if the fishermen constantly adjusted the level of exploitation to the abundance of the resource, in other words invested sufficient effort to capture a good proportion of the recruitment, but never disproportionate to the resources available. When other hypotheses for M are applied, the above conclusions are still generally applicable, except in the case of a low mortality rate ($M = 0.1$), when the diagnoses tend towards significant over-exploitation. In this case, production levels would be slightly higher if effort was reduced to 40% of the effort invested.

This can be compared with analysis of stock using a global model including the effect of the environment (Laurans *et al.*) for the period 1986-1999. For the most recent years, with the exception of 1999, observed effort generally appears to be more than 50% above that corresponding to optimal production. Abundance and capture can be quite simply modelled from fishing effort and the measurement of the winter wind that controls upwelling intensity. Thus, the exceptional abundance in 1999 corresponds to an intense upwelling and a moderate fishing effort due to storage difficulties and low market prices (Diallo *et al.*). The 1999 abundance is correctly forecast even when this exceptional year is excluded from the set of data used for fitting. Maximum sustainable yield can reach almost 50 000 t in years with an intense upwelling but only 4 000 t when the intensity of the upwelling is low.

The level of local effort, particularly in artisanal fishing, can be very high as shown by rates of recapture of tagged octopuses, between 40 and 50% in some areas (Domain *et al.*).

Major fishing countries in the region have already introduced measures for the improvement of octopus fishing. These measures generally comprise minimal size of capture (individual weight) but

chiefly fishing closures, also called "biological rest periods", which were initially introduced in Morocco (Boumaaz et Dridi), subsequently in Mauritania and finally in Senegal¹. These measures were introduced by rule of thumb with the main aim of protecting juveniles and/or reproductive potential. As previously mentioned, in Senegal the effects of these measures can now be scientifically measured for the period 1996-1999.

Initially, corrections were made to fishing mortality for the periods with closures in order to estimate a reference situation without closure (Jouffre *et al.*, p. 297). A comparison of the situation observed in years with closure and the reference situation shows that there is little difference between the level of biomass and of annual production, particularly in 1997 when the closure was longest.

Simulations of 1 to 3-month closures starting in May and ending in October were carried out for the four study years by eliminating fishing mortality for the period concerned. The effect of 1-month closure periods was seen to have little quantitative impact (gains and sometimes losses) on total annual production. 2-month closures have varying effects depending on the year and the period. Based on the natural mortality of reference ($M = 0.25$), the best period for a 2-month closure would be July-August. But even in this case, the advantages of a closure are very relative when one considers that in two years out of four (1997 and 1998) the gains are practically zero and that in the other years (1996 and 1999), they are limited (never above 15%). The minimum value for M tested (0.1), and the least probable, leads to more substantial gains of from 17.5 to 40%. However it is likely that expected gains would not necessarily compensate for the negative effects of an increase in the irregularity of landings induced by the introduction of a 2-month closure in such a productive period. 3-month closures (tested with $M = 0.25$) lead to a reduction in the volume of estimated potential gains in production in comparison with a closure of 2 months, combined with an increase in potential losses in certain years. The model clearly shows that a 3-month closure is too long.

¹ In Senegal, fishing closure for octopus extended from July 4 to July 20 in 1996, and from June 1 to July 15 in 1997. In 1999, closure was from June 24 to July 10, but was limited to the region of Mbour (Petite Côte, south of Dakar).

Simulations of minimal size (individual weight) of capture show that effects can vary considerably depending on the year and on the minimum weights simulated. Taking into account this variability as well as the uncertainties linked to the model, the conclusion of the study indicate that introducing minimum weights would not necessarily result in improved production.

Several simulations were conducted for a value of M of 0.25 to explore the effects of regulations combining minimal size of capture with fishing closure. In summary, if it is possible that the effects of the two measures are in synergy concerning their impact on annual production, it was not possible to identify a combination of closure and minimal size that would both have a significantly positive impact on production and be *guaranteed effective* every year.

However, it is important to note that, irrespective of their extent, each of the two measures does have beneficial effects on spawning biomass indices (the number of individuals capable of reproducing, in this case octopuses of 1 kg and over). Thus a 2-month closure in July and August leads to almost a doubling of the spawning biomass and consequently of the reproductive potential of the stock. Even if in octopus there is no proven link between spawning biomass and recruitment², introduction of closure and minimal size of capture - the latter having the least disturbing effect on fishing activities - can be envisaged as measures that are beneficial for recruitment in the context of a precautionary approach.

Closure, particularly when it is generalised, as is the case in Morocco and Mauritania, can also be envisaged in the framework of reducing fishing effort and regulating fishing capacity. This aspect requires decision-making at a high level (top-level fishing authorities, government) and should be based on economic and financial studies that are beyond the scope of this work (Dème, Failler).

² It is probable that this link could only exist in the case of very low levels of spawning biomass, given the large number of eggs laid by one female, the survival of which mainly depends on hydroclimatic conditions.

Biologie

partie 1

Expériences de marquages du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal

François Domain
Océanographe biologiste

Alain Caverivière
Biologiste halieute

Massal Fall
Docteur vétérinaire

Didier Jouffre
Biologiste halieute

Introduction

Le poulpe commun *Octopus vulgaris* est la plus importante des espèces de poulpes capturées dans le monde. La majeure partie des pêcheries est localisée à la côte nord-ouest africaine, du Sud-Maroc au Sénégal. Dans cette région les statistiques de la FAO estimaient à 118 000 t les captures réalisées en 1986, ce qui représentait alors approximativement 56 % des captures mondiales (Guerra, 1997). Au Sénégal le poulpe représente la plupart des années la principale source de revenus de la pêche. Cependant, malgré cette importance économique, on ne connaissait encore que peu de choses sur la biologie de cette espèce dans la région et notamment sur sa croissance. Pour lever ces incertitudes il a été décidé de mettre en place au Sénégal un programme d'étude par marquages des migrations et de la croissance du poulpe. La mise en œuvre d'une telle étude néces-

site de disposer d'une technique de marquage permettant de suivre les animaux marqués pendant une période suffisamment longue.

Précédemment, les expérimentations de marquages de céphalopodes ont essentiellement été menées au Japon, et on trouvera dans Nagasawa *et al.* (1993) une revue des différentes techniques utilisées. L'essentiel de ces travaux concerne cependant les seiches et les calmars. Chez *Octopus vulgaris*, Taki (1941) a été le premier à expérimenter plusieurs techniques de marquage. Il obtient les meilleurs résultats avec le tatouage du manteau par le bleu trypan qui reste identifiable au-delà de 6 mois. Plus tard le tatouage par brûlures a été également testé mais avec des résultats peu convaincants (Inoue *et al.*, 1952 et 1953 ; Itami, 1964). En 1986, Tsuchiya *et al.* expérimentent différentes techniques de marquages (marques à ancre, spaghetti, disques de Petersen, fil de nylon avec étiquette, tatouage par différents colorants) sur plusieurs parties du corps (tête, bras, manteau). Ici aussi les résultats sont décevants, les meilleurs étant également obtenus par tatouages avec différents colorants (bleu de méthylène, rouge neutre, rouge elissacine, safranine-T) qui restent identifiables plus de 2 mois. Cependant les conditions de mise en œuvre d'une telle technique, notamment les problèmes d'identification des individus marqués lors de leur recapture par les pêcheurs, ne permettaient pas de l'utiliser pour des opérations à grande échelle. Ceci nous a conduit à chercher à adapter à *Octopus vulgaris* d'autres types de marque, en particulier celles utilisées avec succès mais à petite échelle chez d'autres poulpes. Nous avons ainsi décidé de tester les marques de type « spaghetti » et les disques de Petersen utilisés avec des résultats satisfaisants par Kanamaru et Yamashita (1966 et 1969) chez *Paroctopus hongkongensis* pour les premières et par Robinson et Hartwick (1986) chez le poulpe géant du Pacifique, *Octopus dofleini*, pour les secondes. Nous présentons ici les résultats de ces expériences en bassins d'élevage puis en mer, ainsi que les conclusions que l'on peut en tirer sur l'hypothèse de migrations du poulpe au large du Sénégal et sa durée de vie. La croissance *sensu stricto* fait l'objet d'un article séparé (Domain *et al.*, 2000).

I Matériel et méthode

Mise au point de la technique de marquage

Deux principaux types de marques ont été utilisés : les marques de type « spaghetti cinch-up » et les disques de Petersen commercialisés par la société Floy Tag.

Les marques spaghetti sont constituées par un fil de nylon gainé de vinyle sur une certaine longueur, elles sont placées en traversant de part en part et horizontalement le 3^e bras gauche de l'animal dans sa partie la plus proche du corps. Les 3^e bras sont les plus gros et le côté gauche est choisi parce que le 3^e bras droit (bras hectocotyle) sert à la reproduction, de plus la visibilité de la marque par le poulpe est moins grande que si l'on utilisait les deux premières paires de bras. La marque numérotée est insérée au moyen d'un trocart et un système de fixation permet de joindre les deux bouts de la marque qui constitue alors un anneau passé au travers du bras. En outre deux disques de plastique souple portant le même numéro que la marque sont enfilés sur celle-ci de part et d'autre du bras marqué, afin de faciliter l'identification visuelle de l'animal.

Les marques de type disques de Petersen sont constituées de deux petits disques numérotés, en plastique jaune, d'un diamètre de 13 mm (ou 20 mm pour de gros poulpes). Ils sont percés en leur centre pour permettre le passage d'une fine aiguille de nickel. Les deux disques sont disposés sur la face dorsale et sur la face ventrale du troisième bras gauche dans sa partie la plus proche du corps et réunis par une aiguille qui traverse le bras de part en part et de bas en haut. Les disques sont maintenus en place d'un côté par la tête de l'aiguille et de l'autre par écrasement du métal à l'aide d'une pince et raccourcissement à la longueur voulue.

Kanamaru et Yamashita (1969) indiquent que la base du bras constitue le meilleur emplacement pour les marques ; cette implantation a également été retenue par Robinson et Hartwick (1986) chez *Octopus dofleini*.

Nous avons également testé la tenue de marques implantées sur le manteau. Dans ce cas la marque est placée sur la partie postérieure du manteau. Kanamaru et Yamashita (1969) indiquent en effet que pour l'espèce qu'ils ont étudiée et où la marque était fixée sur la partie latérale du manteau, le flux d'eau de la respiration agitait en permanence la marque et agrandissait ainsi l'orifice causé par son passage, avec pour conséquence une moins bonne tenue de celle-ci.

Quelques essais de marque de type ancre, implantées dans le bras ou le manteau à l'aide d'un pistolet spécial, ont aussi été utilisées et rapidement abandonnées.

Les marquages en mer

L'expérimentation en bassin a été suivie d'une campagne de validation en mer du type de marque retenu. Elle s'est déroulée à bord du navire de recherches *Louis Sauger* du 13 au 23 juin 1997, pendant la période de fermeture administrative de la pêche au poulpe décidée par la direction des pêches du Sénégal du 1er juin au 15 juillet. On avait ainsi l'assurance que les animaux marqués ne seraient pas recapturés immédiatement. A cette période de l'année, bien que les poulpes soient présents sur la plus grande partie du plateau continental, nous ne les avons trouvés en quantité suffisante pour des opérations de marquage intensif qu'à une profondeur de 110 à 120 m. Ils y sont surtout abondants dans les zones où la couverture sédimentaire est constituée de sable vaseux riche en débris coquilliers abritant une faune benthique abondante composée de lamellibranches (pectinidés), de gastéropodes (*Xenophora* sp.), de petits crabes et de petits pagures qui trouvent refuge dans les coquilles vides des gastéropodes. Après avoir été capturés par chalutage, les poulpes sont conservés quelques heures à bord dans des viviers d'eau de mer à circulation continue afin de pouvoir éliminer les individus les plus faibles. Comme ils ne possèdent pas de cavité gazeuse ils supportent sans inconvénient la différence de pression entre le fond et la surface. A cette époque de l'année la température moyenne est de 14 à 15 °C à 110 m et de 20 à 23 °C (Rebert, 1983) à la surface. Cette dernière température est celle des viviers où sont conservés sans dommage les poulpes, qui apparaissent ainsi comme des animaux capables de supporter également d'importants écarts de tempéra-

ture. Après le marquage, afin de protéger les animaux marqués d'éventuels prédateurs comme les dauphins ou les requins entre la surface et le fond, ils sont ramenés près du fond à l'intérieur d'une cage dont l'ouverture est déclenchée depuis la surface par l'envoi d'un messenger. Pour éviter que les poulpes ne s'agrippent aux parois du filet de la cage, l'intérieur de celle-ci a été tapissé d'une fine toile de moustiquaire plastifiée qui n'offre aucune prise aux tentacules. Les remises en liberté se font par groupes d'environ 50 individus. Elles n'ont pas été effectuées sur les lieux de captures car l'objectif de cette expérimentation était de tester la valeur des marques retenues et nous voulions nous donner toutes les chances pour que les animaux marqués soient recapturés. Les poulpes marqués ont ainsi été relâchés là où nous supposons que la pêche reprendrait après la fin de la période de fermeture administrative, c'est-à-dire sur les fonds de 25 à 30 m au SO et au nord immédiat de Dakar pour la pêche artisanale, ainsi qu'entre Kayar et Saint Louis à une profondeur de 70 m pour la pêche industrielle (fig. 1).

Une seconde campagne destinée à l'étude de la croissance en mer et des migrations a eu lieu du 24 février au 20 mars 1998. Lors de cette seconde campagne, dite par commodité de mars 1998, les marquages ont été effectués à des profondeurs de 75 et 110 m, d'une part au sud de Dakar et d'autre part au nord immédiat de la fosse de Kayar (fig. 1).

■ Résultats

Élevage des poulpes en bassin

L'élevage des poulpes en bassin ne présente pas de difficultés particulières, car ces animaux sont très résistants. Ceux de notre élevage ont été capturés à une profondeur de 110 m dans une eau dont la température était de l'ordre de 14 °C, avant d'être conservés plusieurs heures à 18-22 °C dans des viviers sur le pont du bateau, pour être enfin immergés dans les bassins où la température de l'eau avoisinait 21 °C, tout cela sans dommage apparent. De la même façon,

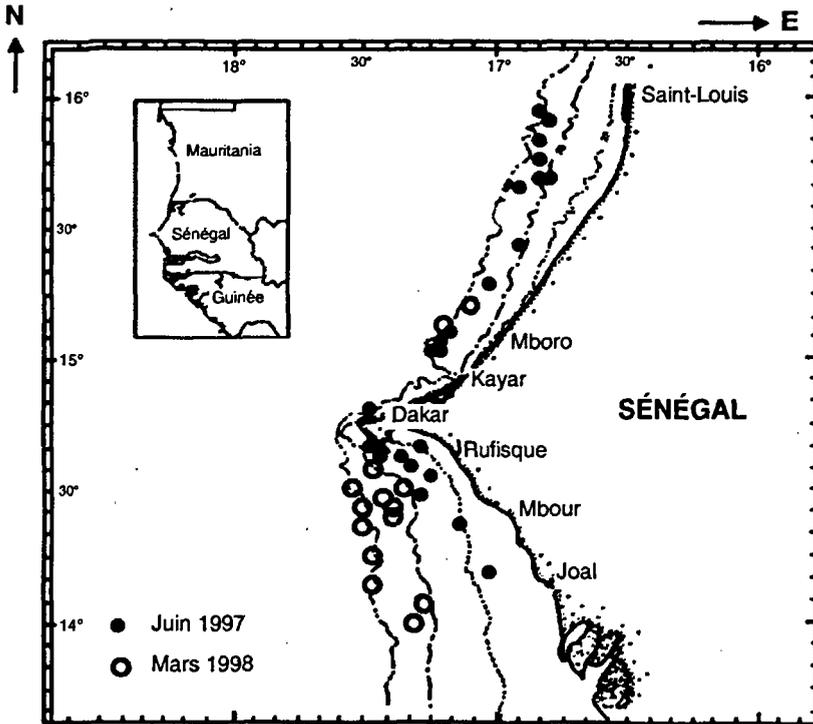


Figure 1

Position des captures et des remises en liberté d'*Octopus vulgaris* en juin 1997 et en mars 1998.

Position of captures and of releases of Octopus vulgaris in June 1997 and March 1998.

des écarts de salinité ne semblent pas non plus les affecter ainsi qu'en atteste leur absence de réaction à une dessalure accidentelle intervenue pendant l'élevage et qui a porté la salinité de l'eau à un minimum de 28 ‰ pendant 6 heures.

Les poulpes s'habituent vite à se nourrir de morceaux de poissons pour peu que ceux-ci leurs soient présentés individuellement et en mouvement. On constate en effet que les morceaux tombés sur le fond et demeurant de ce fait immobiles ne sont que rarement consommés par les animaux.

Des comportements agressifs de dominance se manifestant par des agressions des plus petits par les plus gros ont souvent été observés et on a constaté que les mâles paraissent se tolérer moins bien. Ces attaques peuvent se terminer par du cannibalisme.

La captivité ne paraît pas constituer un obstacle à la reproduction et nous avons ainsi pu observer plusieurs accouplements suivis de pontes deux mois plus tard.

Résultats des tests de marques

Expérimentation en bassins

Au total 145 marquages avec des marques de type spaghetti ou Petersen ont été effectués et on trouvera dans le tableau 1 les résultats concernant leur tenue. Certains poulpes ont été marqués plus d'une fois suite à des pertes de marques.

Pour les marques de type spaghetti, la durée moyenne de tenue est de 11,7 jours sur le bras et de 11,8 jours sur la partie postérieure du manteau. Sur 61 tests effectués sur le troisième bras gauche avec ce type de marque, 29 marques ont tenu plus de 10 jours et 6 plus de 20 jours.

Les marques Petersen ont une bien meilleure tenue puisque la moyenne est de 17,8 jours. Sur les 67 essais avec ce type de marque, 5 individus sont morts alors que leur marque tenait encore depuis respectivement 88, 65, 61, 59 et 38 jours. Les tenues ont dépassé 60 jours chez 4 individus et 30 jours chez 13 autres.

Dans de nombreux cas, on observe que très rapidement la plaie causée par la marque spaghetti s'agrandit. Lorsque les parois de la plaie atteignent le bord de l'organe marqué, la marque tombe. Cet agrandissement de la plaie favorise aussi l'arrachage des marques par les animaux eux-mêmes. Il semble que les marques du type spaghetti se prêtent plus à l'arrachage que le type Petersen car les poulpes ont alors la possibilité d'insérer l'extrémité de leurs tentacules sous les marques, ce qui leur donne une grande prise pour les arracher, n'hésitant pas alors à se mutiler profondément. Les marques Petersen tiennent mieux, car d'une part, en raison de sa finesse, l'aiguille qui relie

Type de marque	Ensemble des individus			Indiv. < 1 kg		Indiv. > 1 kg	
	Nombre indiv.	Moyenne	Maximum	Nombre indiv.	Jours (moy.)	Nombre indiv.	Jours (moy.)
Spaghetti (Bras)	61	11,7	39	32	10,6	29	13,0
Spaghetti (Manteau)	17	11,8	26	8	12,2	9	11,3
Petersen (Bras)	67	17,8	88	31	11,3	36	23,4

Tableau 1

Durée de tenue des marques en jours.

Number of days of tags stayed in place.

les deux disques est moins mutilante et on constate que les plaies autour de la marque sont moins importantes que pour les marques spaghetti. D'autre part, elles paraissent offrir moins de prise et les animaux semblent finir par s'habituer à leur présence. Il convient cependant de noter qu'un certain nombre de femelles ont pondu après le début de l'expérimentation des marques Petersen et qu'à partir de ce moment leur seule activité s'est réduite au soin aux œufs dans les abris où elles avaient déposé leur ponte. Il est ainsi possible que cette diminution d'activité ait contribué à une meilleure tenue des marques.

Qu'elles soient du type spaghetti ou du type Petersen les marques placées sur les bras paraissent mieux tenir chez les individus les plus gros. Ainsi, pour les marques spaghetti la moyenne de tenue est de 13,0 jours chez les individus de plus de 1 kg contre 10,6 jours pour ceux de moins de 1 kg. Ces valeurs sont de respectivement 23,4 et 11,3 jours pour les marques de type Petersen. Cette meilleure tenue pourrait provenir du fait que les individus les plus grands ont des bras plus gros, avec comme conséquence que les marques seraient alors plus difficiles à arracher. Ceci expliquerait ainsi les résultats satisfaisants obtenus au Canada chez *Octopus dofleini* et au Japon chez *Paroctopus hongkongensis* qui sont des espèces de plus grande taille qu'*Octopus vulgaris*. On peut aussi considérer que les animaux les plus grands sont aussi ceux qui sont les moins agressés. On a en effet observé plusieurs fois la présence de marques au fond du bassin après des bagarres entre deux poulpes, ce qui suggère que ces animaux peuvent s'arracher mutuellement leurs marques. Les mutilations importantes que l'on peut

observer parfois (bras partiellement ou totalement arrachés) ne seraient pas alors des auto-mutilations.

Dans ces conditions, les comportements agressifs, favorisés par l'élevage en milieu fermé où la possibilité de fuite est limitée, ont été considérés comme devant être beaucoup plus rares en milieu ouvert. Ainsi, compte tenu des résultats de l'expérimentation en élevage, il a été décidé de tester les marques du type Petersen en mer.

Validation en mer

Durant la campagne de validation des marques Petersen en mer, en juin 1997, 776 poulpes ont été marqués entre Kayar et Joal et 629 entre Kayar et Saint Louis soit un total de 1 405 individus (fig. 1).

Au total 73 recaptures ont été obtenues entre le 19 juillet et le 25 octobre 1997 (tabl. 2). Les taux de recapture ont été très variables selon les endroits où les animaux marqués ont été relâchés. Ainsi au nord de Dakar, sur les fonds du large fréquentés essentiellement par les chalutiers, les recaptures ont été insignifiantes en raison de l'absence d'activité de ces bateaux dans cette zone de juillet à septembre 1997. En revanche, au sud de Dakar et à son voisinage, là où la pêche artisanale est importante en été, le taux de recapture a dépassé 20 % pour trois lieux de marquage, avec une moyenne générale de 9,3 %. Les durées de liberté s'échelonnent entre 31 et 126 jours. 48,6 % des individus ont été capturés plus de 45 jours après leur marquage, 16,7 % plus de 60 jours et 7 % plus de 90 jours. Le dernier poulpe à avoir été recapturé l'a été au bout de 126 jours, il s'agit finalement de la seule recapture des poulpes marqués dans la zone Nord.

Tous les poulpes recapturés l'ont été sur leur lieu de marquage, et il n'a pas été observé de déplacements à cette période de l'année.

Pour ce qui concerne la tenue des marques, cette campagne de validation a confirmé la bonne tenue des disques de Petersen qui n'occasionnent que peu ou pas de lésions aux membres marqués. Compte tenu de l'ensemble de ces résultats, il a été décidé d'adopter ce type de marques pour l'étude de la croissance et des migrations du poulpe commun au Sénégal.

N° Stations marquage	Zone	Profondeur (m)	Nb poulpes marqués	Nb poulpes recapturés	% recaptures
1	Dakar et Sud	18	24	5	20,8
2	"	29	92	4	4,3
3-4	"	34-37	164	20	12,2
5	"	39	83	2	2,4
6	"	34	104	0	0
7	"	34	101	15	14,9
8	"	47	85	0	0
9	"	37	95	20	21,1
10	Nord Dakar	100	46	0	0
11	"	68	53	0	0
12	"	96	38	0	0
13	"	107	43	0	0
14	"	50	52	0	0
15	"	84	58	0	0
16	"	89	69	0	0
17	"	89	20	0	0
18	"	101	46	1	2,2
19 à 22	"	96-101	204	0	0
23	Dakar	64	28	6	21,4
Total			1405	73	

Tableau 2

Nombre et pourcentage de poulpes recapturés à la suite de la campagne de validation des marques du mois de juin 1997. Les données sont groupées quand les stations de marquage sont proches.

Number and percentage of recaptured octopuses after the tagging validation cruise in June 1997. Data combined when tagging stations are near each other.

Marquages en mer à grande échelle

Les résultats de la campagne de marquages qui s'est déroulée du 24 février au 20 mars 1998 sont consignés dans le tableau 3. Sur les 4 206 poulpes marqués 1 019 ont été recapturés, soit un pourcentage moyen de 24,2 %. Suivant les zones de marquage le pourcentage de

Zone	Nb individus marqués	Nb individus recapturés	% recaptures
Sud Dakar	328	136	41,5
"	78	0	0,0
"	233	27	11,6
"	66	18	27,3
"	536	103	19,2
"	606	299	49,3
"	68	11	16,2
"	185	9	4,9
"	22	3	13,6
Nord Dakar	192	0	0,0
"	1117	126	11,3
Sud Dakar	35	5	14,3
Sud Dakar	24	4	16,7
Sud Dakar	716	278	38,8
Total	4206	1019	24,2

■ Tableau 3

Nombre et pourcentage de poulpes recapturés à la suite de la campagne de marquages de mars 1998.

Number and percentage of recaptured octopuses after the March 1998 tagging cruise.

recapture varie de 0 à 49 %. La pêche artisanale est responsable à elle seule de 58 % de l'ensemble des recaptures sur l'ensemble des campagnes 1998 (tabl. 4).

Quand les marquages et les remises en liberté étaient effectués sur les lieux de pêche des pêcheurs artisans, sensibilisés par une campagne préalable d'information et motivés par la prime offerte, les premières recaptures ont été effectuées dès le lendemain du marquage. L'engin de pêche artisanale, la turlutte, étant l'objet d'une attaque de la part du poulpe, ceci indique que leur agressivité est peu perturbée par le stress que peut constituer l'ensemble de l'opération de marquage. Le nombre de jours de liberté varie de 1 à 177 jours soit un maximum de 5 mois et 27 jours, avec très peu de recaptures au-delà de 100 jours (fig. 2).

Type de pêche	Nb. d'individus recapturés	% recaptures
Pêche artisanale (ligne)	649	58,0
Pêche industrielle (chalut)	327	29,2
Navire de recherche (chalut)	134	12,0
Indéterminé	9	0,8
Total	1110	100

■ Tableau 4

Pourcentages de recaptures obtenus pour différents types de pêche en 1998.

Percentages of animals recaptured from different fishing operations during 1998.

L'évolution des taux de recapture en fonction du poids au marquage est représentée sur la figure 3. Entre 200 et 2 500 g, les taux sont assez stables autour de 30 %. Le taux est beaucoup plus faible, 10 %, pour les individus marqués de moins de 200 g. Cela pourrait provenir d'une résistance moindre aux opérations de marquage et au port de la marque, ou/et de la sélectivité de l'engin de pêche principal, la turlutte, qui serait moins « attaquée », du fait de sa taille, par les petits poulpes. Aucune recapture de poulpes marqués à 2 500 g ou plus n'a été effectuée. Ici, et bien que le nombre de gros individus marqués soit faible, il semble bien que ces poulpes étaient proches de leur fin biologique et qu'ils soient morts par sénescence peu après leur marquage.

■ Discussion - conclusion

Les résultats qui viennent d'être présentés permettent de formuler quelques remarques concernant la durée de vie de l'espèce et l'absence de migrations de grande amplitude.

Durée de vie de l'espèce

Sur près de 1 200 poulpes recapturés, toutes campagnes de marquage confondues, seuls 10 individus ont une durée de liberté entre

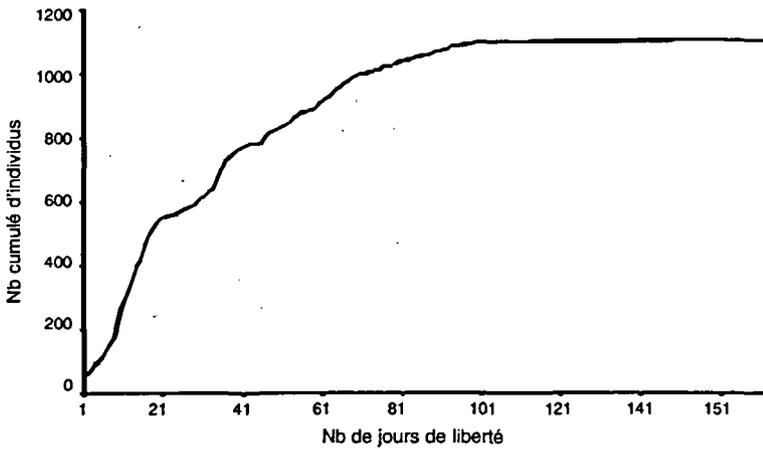


Figure 2

Nombre cumulé de poulpes recapturés par rapport au nombre de jours de liberté.

Cumulative number of recaptured octopuses according to the days of liberty.

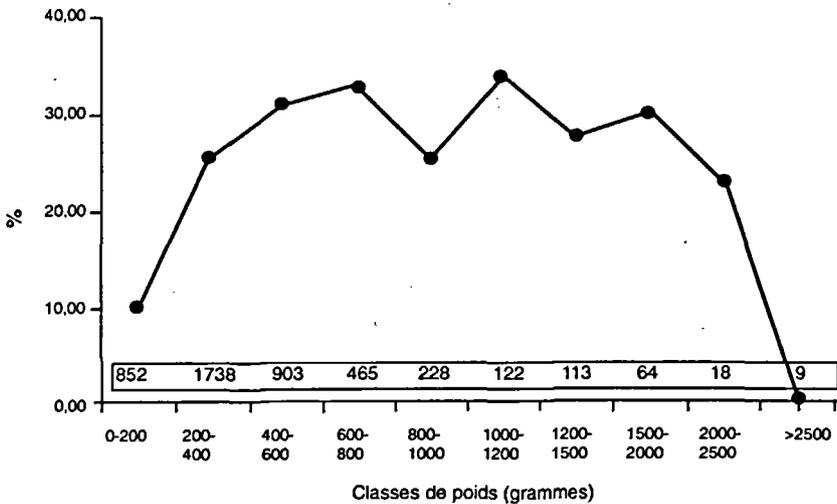


Figure 3

Evolution des taux de recapture en fonction du poids des poulpes au marquage (les valeurs dans l'encart au-dessus de la ligne des abscisses indiquent le nombre d'individus marqués par classe de poids).

Ratio of recapture according to the weight of the octopuses at the tagging time.

marquage et recapture qui dépasse 100 jours, avec un maximum à 177 jours. De ce fait, couplé avec des données biologiques, il est possible d'estimer que le cycle de vie de l'espèce est de l'ordre d'un an au Sénégal. En effet, ces 10 poulpes présentaient des marques en très bon état, bien visibles et comme faisant partie de l'animal lui-même (excellente cicatrisation de la blessure causée initialement par le marquage). Le faible nombre de poulpes recapturés au delà de 100 jours de liberté, indiquerait alors que la majorité des individus marqués ne peuvent atteindre une telle valeur du fait de leur mort naturelle. D'autre part, pour des raisons biologiques, et plus particulièrement pour les espèces qui montrent une importante variation de l'abondance saisonnière, l'été pour le poulpe du Sénégal, le cycle moyen de vie doit être une valeur annuelle entière. Les expériences de marquage et la mortalité post-reproductive maintenant bien connue pour les deux sexes du poulpe commun (Tait, 1986 ; Domain *et al.*, 1997) militent alors pour une durée de vie de un an et non de deux, hormis peut-être pour quelques individus. Les individus dont la durée de liberté est la plus élevée correspondent à ce schéma (tabl. 5), en partant de l'âge au marquage estimé de l'équation de croissance de Domain *et al.* (2000).

Absence de migrations de grande amplitude

Tant lors de la campagne de validation des marques au mois de juin 1997 que lors des marquages à grande échelle, tous les individus marqués ont été recapturés dans leur zone de marquage. Ainsi qu'il l'a été dit plus haut, l'essentiel des recaptures a été effectué par la pêche artisanale. Lorsqu'une pirogue capturait plusieurs individus marqués, il était fréquent qu'ils appartiennent à un même groupe d'individus relâchés ensemble, ce qui indique qu'ils sont restés groupés depuis le marquage. Ceci a été également observé dans le cas de la pêche industrielle où des individus qui avaient été marqués ensemble ont été recapturés par le même trait de chalut. Ce caractère sédentaire est encore montré par le fait que les campagnes de recaptures du navire de recherches sur les zones de marquages non soumises par la suite à un effort de pêche professionnel ont aussi permis de capturer des poulpes sur les lieux même de leur marquage (tabl. 6), en particulier dans la zone Nord.

Poids au marquage (grammes)	Age correspondant (mois)	Durée de liberté	Total (mois)
350	8	149 j. soit 5 mois	13
400	8	160 j. soit 5,5 mois	13,5
400	8	177 j. soit 6 mois	14

■ Tableau 5

Estimation de la durée de vie des individus avec les trois plus longues durées de liberté.

Assessment of the life expectancy for the three animals with the longer days of liberty.

On observe cependant une tendance à un rapprochement vers la côte au fur et à mesure de la croissance des individus comme le montre la comparaison entre les profondeurs moyennes de marquage et celles des recaptures (fig. 4).

Donc, dans aucun cas, il n'a été observé de mouvement de grande amplitude et il n'est pas possible de parler de migration chez *O. vulgaris* au large des côtes sénégalaises. Cette hypothèse paraît d'ailleurs confirmée par le fait que les pêcheries artisanales sont toujours très localisées et que cette espèce creuse des terriers pour s'y abriter, attestant par cela aussi d'un comportement plutôt sédentaire.

Zone	Profondeur (m)	Nombre marqués	Recaptures	%
3	113	233	1	0,4
4	113	66	1	1,5
5	110	536	17	3,2
6	77	606	26	4,3
11	110	1117	44	3,9
14	73	716	14	2,0
Total		3274		3,1

■ Tableau 6

Recaptures du navire de recherches en mars et avril 1998.

Recaptures of the Research Vessel in March and April 1998.

Au niveau régional les interactions entre les stocks de poulpes des différents pays, si elles existent, ne se situent donc pas au niveau de la phase adulte de la population mais plutôt à celui de la phase para-larvaire planctonique (1,5 à 2 mois). Pendant cette période les larves peuvent être transportées très loin de leur lieu d'éclosion par le simple jeu de courants, comme cela a déjà été observé dans la Manche par Rees (1950), Rees et Lumby (1954).

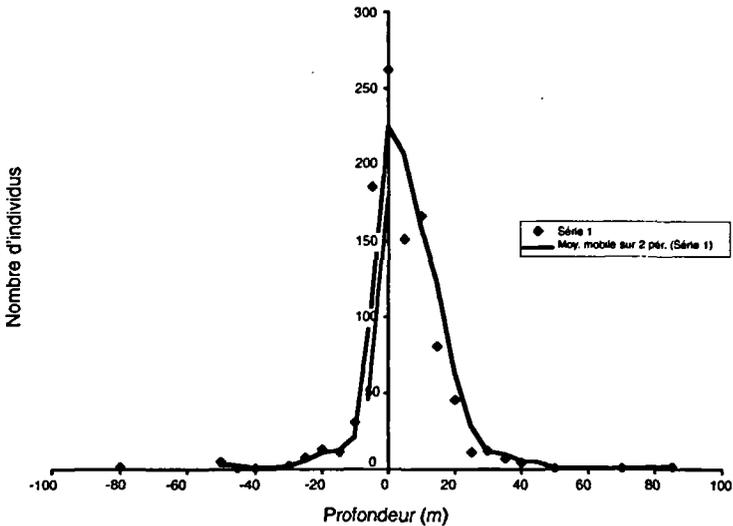


Figure 4

Différence entre la profondeur de remise en liberté des poulpes marqués et la profondeur de recapture. Les valeurs positives indiquent un rapprochement des poulpes vers la côte.

Difference between depth release of tagged octopuses and depth of recapture. Positives values means that octopuses get closer to the coast.

Bibliographie

- DOMAIN F., CAVERIVIÈRE A.,
DIALLO A., 1997 —
Note sur la croissance en poids
du poulpe (*Octopus vulgaris*) élevé
en bassin. *FAO, Copace/Pace*
Séries/97/63 : 78-80.
- DOMAIN F., CAVERIVIÈRE A.,
JOUFFRE D., 2000 —
Growth of Octopus vulgaris from
tagging in Senegalese waters. J. Mar.
Biol. Ass. U.K., 80 (4) : 699-706.
- GUERRA A., 1997 —
Octopus vulgaris : review of the world
fishery. In Lang M. A., Hochberg F. G.
(ed.) : *The fishery and market potential*
of Octopus in California, Washington,
Smithsonian Institution : 91-97.
- INOUE K., HAMAGUCHI A.,
LI A., 1952 —
Marking experiment of common
octopus. *Annu. Rep. Hyogo Pref. Fish.*
Exp. Stn., 50 p. (en japonais).
- INOUE K., HAMAGUCHI A., LI A., 1953 —
Preliminary mark-and-release
experiment of common octopus.
Annu. Rep. Hyogo Pref. Fish. Exp.
Stn., 50 p. (en japonais).
- ITAMI K., 1964 —
Mark and release study in the
octopus. *Aquaculture*, 12 (2) : 119-125.
- KANAMARU S., YAMASHITA Y., 1966 —
Results of tag-recapture surveys
of North Pacific giant octopus
in the northern Sea of Japan.
J. Hokkaido Fish. Exp. Stn.,
23 : 542-554 (en japonais).
- KANAMARU S., YAMASHITA Y., 1969 —
The fishery biology for the octopus,
« Mizu-dako » (*Paroctopus*
hongkongensis (Hoyle)). (I) Summer
movements in Onishika area of north-
western part of Hokkaido. *Bull.*
Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.,
35 : 178-197 (traduit en anglais par
Madelon Green Mottet).
- NAGASAWA K., TAKAYANAGI S.,
TAKAMI T., 1993 —
« Cephalopod tagging and marking
in Japan : a review ». In Okutani T.,
O'Dor (Ron) K., Kubodera T. (ed.) :
Recent advances in Cephalopod
Fisheries Biology, Tokyo, Tokai
University Press : 313-329.
- REBERT J.P., 1983 —
Hydrologie et dynamique des eaux
du plateau continental sénégalais.
Doc. Sci. Centre rech. océanogr.
Dakar-Thiaroye, 93, 186 p.
- REES W.J., 1950 —
The distribution of *Octopus vulgaris*
Lamarck in British waters. *J. Mar.*
Biol. Ass. U. K., 29 : 361-378.
- REES W.J., LUMBY J.R., 1954 —
The abundance of *Octopus* in the
English Channel. *J. Mar. Biol. Ass.*
U.K., 33 : 515-536.
- ROBINSON S.M.C.,
HARTWICK E.B., 1986 —
Analysis of growth based on tag-
recapture of the Giant Pacific octopus
Octopus dofleini martini. *J. Zool.,*
Lond., (A) 209 : 559-572.
- TAIT R.W., 1986 —
Aspects physiologiques
de la sénescence post-reproductive
chez Octopus vulgaris. Thèse doct.,
univ. Paris VI, 250 p.
- Taki I., 1941 —
On keeping octopods in an aquarium
for physiological experiments, with
remarks on some operative
techniques. *Venus*, 10 : 140-156.
- TSUCHIYA H., IKEDA F.,
SHIMIZU T., 1986 —
The study on octopus (*Octopus*
vulgaris Cuvier) resource in Tokyo
Bay-III. Experiment of marking
methods for octopus. *Bull. Kanagawa*
Pref. Fish. Exp. Stn., 7 : 45-53 (en
japonais avec titre en anglais).



Croissance du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal

Compléments d'informations
et comparaison régionale

Didier Jouffre

Halieute

Alain Caverivière

Biologiste halieute

François Domain

Océanographe biologiste

Introduction

Le modèle exponentiel de croissance *in situ* du poulpe *Octopus vulgaris* du Sénégal (Domain *et al.*, 2000) a été établi à partir de données de capture-recapture et donc de suivis d'accroissement de poids individuels. Ce type de suivi est réputé, dans le cas des poulpes, comme beaucoup plus fiable que les suivis indirects ou populationnels (Mangold, 1983). Partant du constat que ce modèle diffère assez radicalement des autres modèles *in situ* disponibles dans la région, tous établis sur des suivis indirects de fréquences de tailles ou de poids (Hatanaka, 1979 ; Guerra, 1979 ; Ariz, 1985 ; Dia, 1988 ; Inejih, 1991), il a paru opportun d'en discuter certains aspects et d'apporter quelques informations complémentaires par rapport à la description initiale proposée par Domain *et al.* (2000). Ceci dans le but de faciliter l'interprétation des données de croissance du poulpe et leur utilisation dans un contexte de gestion halieutique.

Variabilité individuelle de la croissance

À partir des mêmes données de marquages-recaptures qui ont servi à l'ajustement de la relation de Domain *et al.* (*op. cit.*), il est possible d'exprimer la variabilité inter-individuelle de la croissance en terme de variabilité des taux d'accroissement spécifiques (SGR ou Specific Growth Rate), grandeur indépendante de toute référence à une loi de croissance particulière et qui permet donc les comparaisons directes inter-populationnelles ou inter-spécifiques. Les données concernent les poulpes ayant eu un temps de liberté supérieur à 20 jours et un SGR positif (les raisons de ces choix sont discutées dans Domain *et al.*). La figure 1 présente les valeurs des SGR moyens individuels observés en mer en fonction de la taille des poulpes correspondants (poids moyens entre le marquage et la recapture). Les SGR montrent une très forte variabilité sur la quasi-totalité de la gamme des poids observés, soit de 100 à 1 700 g.

Expression en âge absolu de la croissance

Les relations de croissance du poulpe du Sénégal présentées dans Domain *et al.* (2000) sont exprimées en âge relatif selon la méthode de modélisation de Robinson et Hartwick (1986), où l'âge du plus petit individu de l'échantillon est défini comme âge zéro. Dans l'échantillon sénégalais le plus petit individu est un poulpe de poids frais égal à 50 g. En s'appuyant sur les données de la littérature, concernant les élevages de paralarves et de jeunes stades benthiques (Itami *et al.*, 1963; Van Heukelem, 1976; Mangold, 1983; Villanueva *et al.*, 1995; Caverivière *et al.*, 1999), Domain *et al.* (2000) estiment que le temps mis par un jeune poulpe pour atteindre le poids de 50 g doit être compris entre 3 et 5 mois. Pour simplifier, on suit l'hypothèse de Forsythe et Van Heukelem (1987), en accord

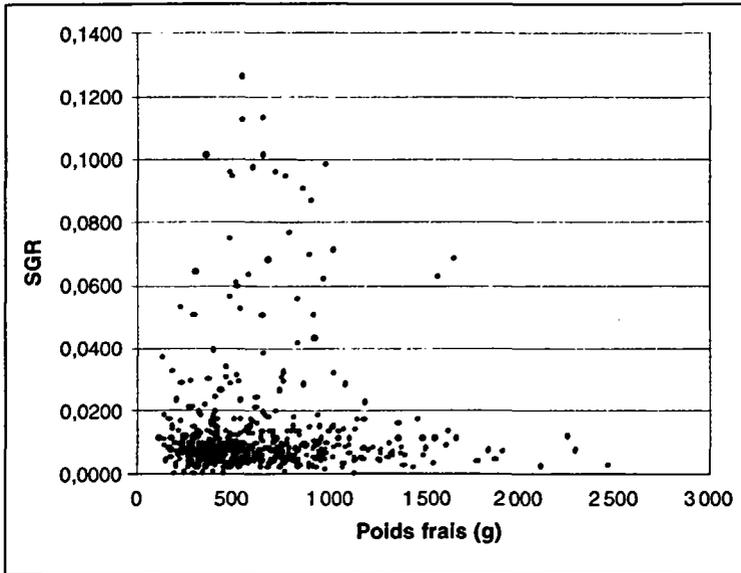


Figure 1

Taux d'accroissements spécifiques (SGR) en fonction des poids frais (g) des individus (mâles et femelles) marqués et recapturés sur le plateau sénégalais entre février 1998 et août 1998.

Specific growth rates (SGR) according to the fresh weights (g) of specimens (male and female) marked and recaptured off Senegal between February 1998 and August 1998.

avec la fourchette précédente, et il est considéré que l'âge absolu d'un poulpe de 50 g est égal à 90 jours.

Sous cette hypothèse, il devient possible d'exprimer en âge absolu les équations de croissance en âge relatif de Domain *et al.* (2000). Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Comparaison avec d'autres études

En utilisant la référence à un âge absolu, et en mettant en œuvre des conversions d'unité de mesure de la taille au sens large (i.e. les diverses mesures de poids ou de longueurs utilisées pour quantifier

Population concernée	Équation de croissance en âge absolu
1. Tous individus (<i>in situ</i>)	$W_t = \exp(0,0130(t + 210,22))$
2. Mâles (<i>in situ</i>)	$W_t = \exp(0,0107(t + 274,66))$
3. Femelles (<i>in situ</i>)	$W_t = \exp(0,0150(t + 170,61))$
4. Tous individus (bassin)	$W_t = \exp(0,0135(t + 200,75))$

■ Tableau 1

Expression en âge absolu des relations de croissance des poulpes du Sénégal. La numérotation correspond à celle des courbes de la figure 2.

Expression in absolute age of the growth equations for octopuses of Senegal. Classification corresponds to that of the curves of figure 2.

la croissance du poulpe) à partir de relations biométriques extraites de la littérature, il est possible d'exprimer les différents modèles de croissance régionaux du poulpe dans un même système d'unité, de façon à faciliter les comparaisons. C'est ce qui est fait dans le tableau 2, qui mentionne aussi la référence aux données utilisées lors des calculs de conversion.

À partir des données des tableaux 1 et 2, la comparaison graphique des différentes courbes de croissance théoriques d'*Octopus vulgaris* devient possible (fig. 2).

Discussion

Variabilité individuelle de la croissance

Dans leur étude sur le poulpe du Sénégal, Domain *et al.* (2000) ont déjà souligné la grande variabilité individuelle de la croissance, observée à la fois sur les données en élevage et *in situ*. Ce constat, par ailleurs courant chez les céphalopodes (Mangold, 1983; Forsythe, 1984; Forsythe et Van Heukelem, 1987), est envisagé dans l'étude de

Population concernée	Référence	Équation de croissance	Conversion LW
5. Méditerranée Tous individus (aquarium)	Forsythe et Van Heukelem (1987) d'après données de Mangold (1983)	Non fournie	
6. Afrique du Sud Tous individus (aquarium)	Forsythe et Van Heukelem (1987) d'après données de Smale et Bucham (1981)	Non fournie	
7. Côtes sahariennes (NO Afrique). Tous individus (<i>in situ</i>)	Guerra (1979)	$ML_t = 40(1 - \exp(-0.05(t-3.5)))$	$W = 0.365(ML)^{2.96}$ d'après Guerra (1981)
8. Méditerranée Tous individus (<i>in situ</i>)	Guerra (1979)	$ML_t = 30(1 - \exp(-0.06(t-3)))$	$W = 0.42(ML)^{2.917}$ d'après Guerra et Manriques (1980)
9. Côtes sahariennes (NO Afrique). Tous individus (<i>in situ</i>)	Pereiro et Bravo de Laguna (1981)	$ML_t = 32.15(1 - \exp(-0.38(t+0.36)))$	$W = 0.365(ML)^{2.96}$ d'après Guerra (1981)
10. Côtes sahariennes (NO Afrique) Femelles (<i>in situ</i>)	Pereiro et Bravo de Laguna (1981)	$ML_t = 24.5(1 - \exp(-0.51(t+0.32)))$	$W = 0.442(ML)^{2.918}$ d'après Guerra (1981)
11. Mauritanie (NO Afrique) Tous individus (<i>in situ</i>)	Dia (1988)	$ML_t = 25.49(1 - \exp(-0.94(t-0.13)))$	$W = 0.365(ML)^{2.96}$ d'après Guerra (1981)

ML = longueur du manteau en cm, t = âge en années, W = poids (g)

Tableau 2

Équations et données utiles pour une comparaison des études de croissance sur *Octopus vulgaris* dans un référentiel commun de temps (âge absolu en jours)

et de taille (poids frais non éviscéré en grammes).

La numération correspond à celle des courbes de la figure 2.

Equations and data used to provide a direct comparison between studies dealing with the growth of Octopus vulgaris, in a common reference frame of time (absolute age in days) and of size (fresh weight not eviscerated in grams).

Classification corresponds to that of the curves of figure 2.

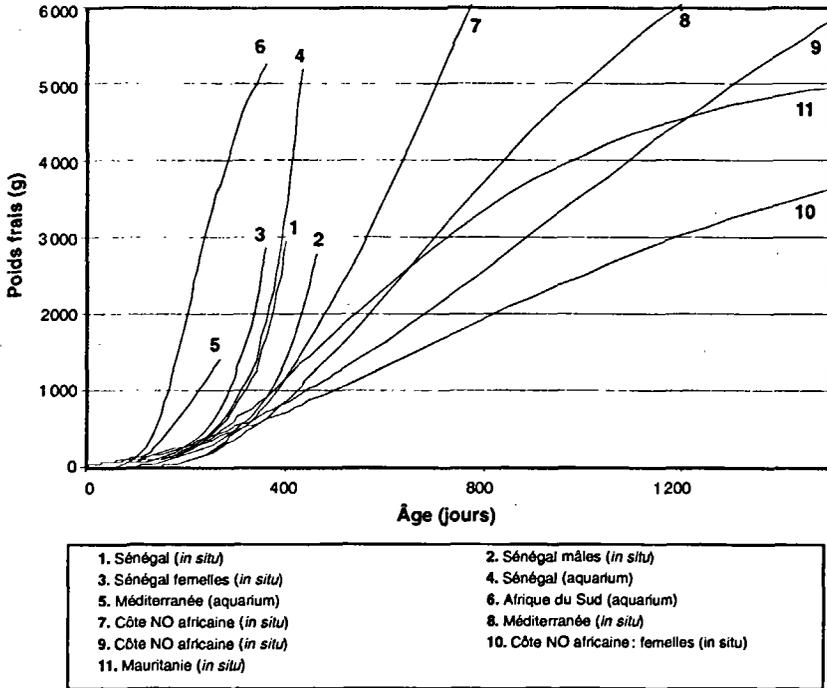


Figure 2
Comparaison graphique des courbes de croissance
de *Octopus vulgaris*.

Graphic comparison of several growth curves computed
for *Octopus vulgaris*.

Domain *et al.* comme une difficulté par rapport à un objectif de modélisation de la courbe de croissance. Indépendamment d'un tel objectif, la figure 1 permet de représenter cette grande variabilité chez *O. vulgaris*, et cela rejoint, dans une certaine mesure, l'observation de Mangold (1983) qui, s'adressant au niveau de l'espèce dans son ensemble (i.e. sur une base mondiale et non par rapport à une population particulière), note qu'il n'y pas de relation fiable, au niveau individuel, entre la taille et l'âge chez *Octopus vulgaris*. Cette variabilité a pour conséquence pratique la difficulté du choix de l'ajustement entre différentes courbes théoriques. La relation de croissance de type exponentiel, à laquelle les observations sénégalaises ont

conduit, est fondée sur l'absence de relation entre les taux spécifiques de croissance et la taille, mais c'est en quelque sorte un choix par défaut puisque la grande variabilité individuelle a rendu difficile la recherche d'une telle relation. Ce choix d'un modèle exponentiel doit donc être considéré comme « le moins mauvais » et on doit garder à l'esprit que la courbe ajustée traduit une évolution moyenne dont peuvent s'écarter grandement les individus. Cette évolution moyenne n'est cependant pas sans intérêt par les implications qu'elle peut avoir dans la modélisation analytique halieutique.

Différences entre les modèles de croissance disponibles pour cette espèce

La figure 2 a mis en évidence les différences importantes qui existent dans les modèles de croissance disponibles pour cette espèce, notamment au niveau sous-régional ouest africain. On remarque, d'une part, la diversité des lois théoriques sous-jacentes (exponentiel, logarithmique, von Bertalanffy) et, d'autre part, les très grandes différences dans les vitesses moyennes de croissance que ces courbes traduisent. La diversité des modèles est, au moins en partie, le résultat d'une difficulté méthodologique déjà discutée plus haut, à savoir celle du choix de telle ou telle loi lorsque l'on se trouve confronté à une grande variabilité inter-individuelle. Au-delà de cet aspect technique, la diversité des modèles peut s'expliquer aussi par une raison de fond, évoquée par Robinson et Hartwick (1986). Ces auteurs, ayant remarqué que différentes courbes ont été employées pour décrire la croissance des espèces de poulpes, estiment en effet qu'il n'y a pas de raison que la croissance d'un animal doive suivre une fonction mathématique particulière, dès lors que plusieurs facteurs tels que la nourriture ou la température peuvent la modifier. Nous partageons ce point de vue, et c'est pourquoi il nous semble illusoire de chercher à discuter des différents modèles sous-jacents à la figure 2 au-delà de la seule distinction fondamentale que nous y voyons, et qui sépare deux groupes principaux selon qu'ils sont asymptotiques (ceux de type von Bertalanffy en l'occurrence) ou non (les autres). Sur cette base, on remarque que notre étude présente la seule courbe de croissance en mer qui soit non asymptotique et qu'elle se rapproche des modèles de croissance observés uniquement

en bassin jusqu'alors (du moins pour l'espèce *Octopus vulgaris*, à notre connaissance). Un deuxième point est qu'en terme de vitesses moyennes de croissance, on a déjà signalé plus haut que les résultats de Domain *et al.* (2000) sont homogènes entre mer et bassin. On peut remarquer aussi qu'ils occupent une position intermédiaire par rapport à ce qui existait jusqu'alors relativement aux deux ensembles précédents. Nous interprétons ces points de la manière suivante: il n'y aurait pas une différence fondamentale dans la croissance d'*Octopus vulgaris* en bassin par rapport à ce qui se passe dans la nature. Les différences apparentes constatées jusqu'alors, en terme de lois de croissance suivies (asymptotique contre non asymptotique), proviendraient davantage de la méthodologie du suivi, c'est-à-dire suivi direct (comme en bassin ou par marquage) contre suivi indirect (analyses des fréquences de tailles) plutôt que de l'opposition bassin-mer. Le suivi indirect des tailles suppose des modes qui soient représentatifs de cohortes identifiables au cours du temps, ce qui dans le cas du poulpe est problématique puisque les cohortes sont diluées par la grande variabilité individuelle de la croissance et par la durée de la période de reproduction. De plus, les pics sur les histogrammes qu'on croit pouvoir identifier comme des cohortes ne peuvent être validés en raison de l'impossibilité de connaître l'âge de ces animaux. C'est pourquoi, nous partageons le point de vue de Mangold (1983) qui émet des doutes sur l'applicabilité de méthodes indirectes dans le cas de l'étude de la croissance du poulpe.

Par rapport aux études concernant d'autres zones que la zone nord-ouest africaine, on ne constate pas de différence fondamentale, en terme de loi générale, par rapport au modèle établi au Sénégal, mais simplement une différence dans les vitesses de croissance qui pourrait être interprétée comme une différence géographique. Cela doit cependant être considéré avec prudence compte-tenu de ce qui vient d'être dit plus haut sur l'ampleur de la variabilité individuelle qui peut agir sur la variabilité des résultats.

Conséquences en matière de dynamique des populations exploitées de poulpes

Les études de dynamique des populations à finalité halieutique (évaluation des potentiels exploitables et des efforts de pêches à

préconiser, etc.) nécessitent souvent le recours à des courbes de croissance ainsi qu'à des estimations de la durée de vie de la ressource considérée. Les résultats obtenus au Sénégal à partir de marquages-recaptures *in situ* et d'un suivi parallèle de la croissance en bassin apportent un éclairage nouveau à la dynamique des populations de poulpes de la côte nord-ouest africaine. Ils permettent :

– d'une part, de donner une nouvelle estimation à la hausse des vitesses de croissance *in situ* dans la zone, les rendant beaucoup plus proches des vitesses de croissance expérimentales obtenues sur cette espèce ailleurs dans le monde ;

– d'autre part, de conforter les conclusions de certains travaux qui estiment la longévité moyenne des individus de ces populations comme probablement voisine d'un an (Smale et Buchan, 1981 ; Nigmatulin et Barkovsky, 1992 ; Jouffre *et al.*, 2000 ; Balguerias, comm. pers.) et de remettre en question les longévités de deux ans et plus utilisées jusqu'à une période récente comme hypothèse de base lors des évaluations de stocks de la région (Sato et Hatanaka, 1983 ; FAO, 1987, 1995).

Bibliographie

ARIZ J., 1985 —

« Note sobre la edad y crecimiento del pulpo (*Octopus vulgaris* Cuvier 1797) del Atlantico Centro Oriental (25°N-22°N) ». In: *Actas del Simposio Internacional sobre las Areas de Afloresamiento mas importantes del Oeste Africano (Cabo Blanco y Benguela)*, Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona, Vol. II: 969-976.

CAVERIVIÈRE A., DOMAIN F.,

DIALLO A., 1999 —

Observations on the influence of temperature on the length of embryonic development in *Octopus vulgaris* (Senegal). *Aquat. Living Resour.*, 12 (2) : 151-154.

DIA M. A., 1988 —

Biologie et exploitation du poulpe Octopus vulgaris (Cuvier 1797) des côtes mauritaniennes.

Thèse doctorat 3^e cycle, université Bretagne occidentale, 164 p.

DOMAIN F., JOUFFRE D.,

CAVERIVIÈRE A., 2000 —

Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80 (4) : 699-706.

FAO, 1987 —

Rapport du troisième groupe de travail *ad hoc* sur l'évaluation des stocks de céphalopodes dans la région Nord du Comité des pêches pour l'Atlantique centre-

- est (Copace). FAO, Rome, *Copace/Pace Series 86/41*, 101 p.
- FAO, 1995 —
Évaluation des stocks et des pêcheries mauritaniennes. Voies de développement et d'aménagement. Rapport du troisième groupe de travail. CNROP, Nouadhibou Mauritanie, 20-26 novembre 1993. FAO, Rome, *Copace/Pace Series 95/60*, 114 p.
- FORSYTHE J.W., 1984 —
Octopus joubini (Mollusca: Cephalopoda): a detailed study of growth through the full life cycle in a closed seawater system. *J. Zool. Soc. London*, 202: 393-417.
- FORSYTHE J.W.,
VAN HEUKELEM W.F., 1987 —
« Growth ». In: Boyle P.R. (ed.): *Cephalopod life cycles, vol. II: Comparative reviews*, London, Academic Press: 135-156.
- GUERRA A., 1979 —
Fitting a Von Bertalanffy expression to *Octopus vulgaris* growth. *Investigacion Pesquera*, 43: 319-327.
- GUERRA A., MANRIQUES M., 1980 —
Parametros biometricos de *Octopus vulgaris*. *Investigacion Pesquera*, 44: 177-198.
- HATANAKA H., 1979 —
Studies on the fisheries biology of common octopus off the northwest coast of Africa. *Bull. Far Seas Fish. Research Lab.*, 17: 13-124.
- INEJH C.A., 1991 —
Estimation de la croissance et de la mortalité du poulpe (Octopus vulgaris, Cuvier 1797) en Mauritanie par analyse de la composition en taille des captures. Rapport de DEA., université Bretagne occidentale, Brest: 28 p.
- ITAMI K., IZAWA Y., MAEDA S., NAKAI K., 1963 —
Notes on the laboratory culture of the octopus larvae. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 29 (6): 514-519.
- JOUFFRE D., INEJH C., SIMIER M., 2000 —
« Cycle biologique du poulpe (*Octopus vulgaris*) au large du Cap-Blanc (Mauritanie) ». In: GASCUEL D., CHAVANCE P., BEZ N., BISEAU A. (éd.): *Les espaces de l'halieutique. 4^e forum halieumétrique*, IRD Éditions, Paris, coll. Colloques et séminaires: 264-267.
- MANGOLD K., 1983 —
« *Octopus vulgaris* ». In: Boyle P.R. (ed.): *Cephalopod life cycles, vol. I: Species Accounts*, London: Academic Press: 335-364.
- NIGMATULLIN C.M., BARKOVSKY A.E., 1992 —
Stock structure of *Octopus vulgaris* off Cap Blanc Region (Mauritania) and the hypothesis of its long-term fluctuation. *Internat. Council Explor. Sea* (ICES), *Shellfish Committee* (Abstract).
- PEREIRO A., BRAVO DE LAGUNA J., 1981 —
Dynamique des populations et évaluation des stocks de poulpes de l'Atlantique Centre-Est. FAO, Rome, *Copace/Pace series 80/18*, 57p.
- ROBINSON S.M.C., HARTWICK E.B., 1986 —
Analysis of growth based on tag-recapture of the giant pacific *Octopus dofleini martini*. *J. Zool. Soc. London*, 209: 559-572.
- SATO T., HATANAKA H., 1983 —
« A review of Assessment of Japanese distant-water fisheries for cephalopods ». In: Caddy J.F. (ed.): *Advances in assessment of world cephalopod resources*, FAO, Rome, Fisheries Technical Paper, 231: 145-180.

SMALE M.J., BUCHAN P.R., 1981 —
Biology of *Octopus vulgaris*
off the east coast of South Africa.
Marine Biology, 65: 1-12.

VAN HEUKELEM W.F., 1976 —
Growth, bioenergetics and life-span
of *Octopus cyanea* and *Octopus*

maya. PhD Dissertation, University
of Hawaii, 224 p.

VILLANUEVA R., NOZAIS C.,
BOLETZKY (v) S., 1995 —
The planctonic life of octopuses.
Nature, 377, 107 p.

Discrimination et description morphométriques du poulpe commun (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) des côtes sénégalaises

Massal Fall

Biologiste halieute

Saliou Ndiaye

Enseignant-chercheur

Introduction

Le poulpe commun (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) est un céphalopode dont l'exploitation par les pêcheries industrielle et artisanale du littoral sénégalais remonte aux années 1970 (Bakhayokho, 1980). Négligeables jusqu'en 1985, ses prises ont connu un essor considérable l'année suivante (9800 t) puis atteignent 19000 t en 1991, voire 37000 t environ en 1999 (Diallo *et al.*, 2001). Le programme « Recherches sur les pêcheries de céphalopodes benthiques et leur aménagement » (CRODT/IRD, 1996-2000) a été mis en place pour approfondir entre autres les connaissances sur la bioécologie du poulpe. Plusieurs aspects ont été étudiés, dont la biométrie menée pendant 18 mois à des fins de détermination de l'identité du stock de poulpes sénégalais. En gestion des pêches, l'unité de base qu'est le stock peut être définie de plusieurs manières : groupe de poissons suffisamment distinct pour qu'il soit considéré comme un système évolutif pouvant être géré (Larkin, 1972); fraction de population au sens génétique, le terme « stock » étant ici synonyme de population

(Laurec et Le Guen, 1981); description selon des caractéristiques géographiques générales auxquelles peuvent s'ajouter des frontières politiques pratiques, par exemple la zone économique exclusive de 200 miles (Chadwick, 1990). Au-delà de l'étude discriminante des poulpes de Kayar et Mbour, le présent travail tentera d'analyser, dans la mesure du possible, les rapports du stock de poulpes sénégalais avec ceux de la sous-région (Maroc et Mauritanie, notamment) et, *in fine*, discutera de la fiabilité des seuls éléments morphométriques pour séparer des populations de poulpes.

Matériel et méthodes

Matériel

Un échantillon de 841 poulpes a été collecté dans deux zones de débarquements de la pêche artisanale sénégalaise :

- a) Kayar, avec sa fosse sous-marine, situé sur la côte Nord où l'on note une suite de dunes et cordons littoraux, une dominance des fonds sablo-vaseux. La pêche y est pratiquée en toute saison, notamment en saison froide (novembre-mai) par les autochtones et les migrants en provenance de Saint-Louis ;
- b) Mbour, localisé sur la Petite Côte où, en pleine saison (juillet à septembre), l'effort atteint 800 sorties de pirogues par jour. La Petite Côte présente deux falaises sous-marines, des bancs et hauts fonds rocheux signalés de Dakar à Joal entre 30 et 60 m de profondeur, des fonds sableux depuis la zone côtière jusqu'à 40 m et de la Pointe de Sangomar au fleuve Casamance.

Le plus souvent, les poulpes ont été capturés par des turlottes (dans ce cas, des achats ont été faits au niveau des plages, à partir des pirogues y débarquant), exceptionnellement au large à l'aide d'un chalut lors des campagnes à bord du N/O *Louis Sauger*. Le matériel de mesure est composé d'un pied à coulisse de 100 cm à 0,5 cm près pour la mensuration des bras, d'un pied à coulisse de 25 cm à 0,1 cm près pour les autres mesures, d'une balance de précision de 6,3 kg à 0,1 kg près pour les poids. Les personnes affectées aux diverses manipulations sont au nombre de deux.

Méthodes

Collecte, traitement des poulpes

Le site de Mbour a été visité mensuellement, de mars 1997 à août 1998, soit 18 mois. Pour la même période, l'échantillonnage n'a pu avoir lieu à trois reprises à Kayar (juin et octobre 1997, mars 1998) pour cause de disponibilité de l'équipe de collecte. L'effectif est de 841 poulpes répartis comme suit : 326 à Kayar, 515 à Mbour (tabl. 1).

Périodes	Mbour	Kayar	Nombre	Engin de pêche
Mars 97	26	32	58	Turlutte
Avril 97	23	6	29	Turlutte
Mai 97	26	19	45	Turlutte
Juin 97	50	*	50	Chalut à Mbour
Juillet 97	46	10	56	Turlutte
Août 97	39	9	48	Turlutte
Septembre 97	28	24	52	Turlutte
Octobre 97	15	*	15	Chalut à Mbour
Novembre 97	12	10	22	Chalut à Kayar
Décembre 97	35	30	65	Turlutte
Janvier 98	27	51	78	Turlutte
Février 98	24	34	58	Turlutte
Mars 98	28	*	28	Turlutte
Avril 98	23	16	39	Turlutte
Mai 98	29	25	54	Turlutte
Juin 98	34	19	53	Turlutte
Juillet 98	25	17	42	Turlutte
Août 98	25	24	49	Turlutte
Total	515	326	841	

(* Absence de données)

■ Tableau 1
Caractéristiques principales
des échantillons mensuels de poulpes.

Main characteristics of monthly sampled octopuses.

Un poids moyen de 50 kg de poulpe a ainsi été collecté à chaque fois dans ces sites, sur la base du choix de la plus vaste gamme de poids possible (< 500 g, 500-1 200 g, 1 200-2 000 g, 2 000-3 000 g, > 3 000 g). Il n'a pas toujours été possible, lorsque cette diversité existait, d'avoir des effectifs équitables par classe. Sur les plages, les animaux ont été placés sous glace puis acheminés rapidement à Dakar avant leur congélation à -18 °C pendant 3 jours en moyenne. En mer, les poulpes sont directement congelés après leur capture. Dans chaque cas, les renseignements utiles sont dûment consignés (localité, date, engin de capture, etc.). La décongélation est mise en œuvre 15 heures environ avant le traitement des poulpes au laboratoire.

Variables étudiées

Elles sont au nombre de 18 : deux variables qualitatives, localité (LOC.I) et sexe (SX) et 16 variables quantitatives dont 5 concernent les tissus durs. Parmi les mesures des tissus durs, outre la longueur du stylet (STY), il y a deux distances par bec : AB et BF pour le bec supérieur, HG et GK pour le bec inférieur. Pour les autres tissus, on retiendra les mesures de poids, soit le poids frais (PF) et le poids éviscéré (PEV), les longueurs des 4 bras gauches¹ (LB1, LB2, LB3, LB4), la largeur (AM) et les longueurs ventrale (LVM) et dorsale du manteau (LDM), ensuite les longueurs du siphon (LS) et de la tête (LC). Toutes les variables mesurées sont illustrées sur la figure 1.

Méthodes analytiques et descriptives

Transformations initiales des variables

Les données brutes ont été employées telles qu'elles pour les régressions entre poids et entre tailles. En revanche, le double centrage additif sur les logarithmes (Yoccoz, 1993) a été utilisé en analyse factorielle discriminante (AFD) pour s'affranchir délibérément de l'effet taille qui est d'un intérêt limité dans le cadre

¹ La mesure est exceptionnellement faite à droite si le bras gauche est coupé ou régénéré.

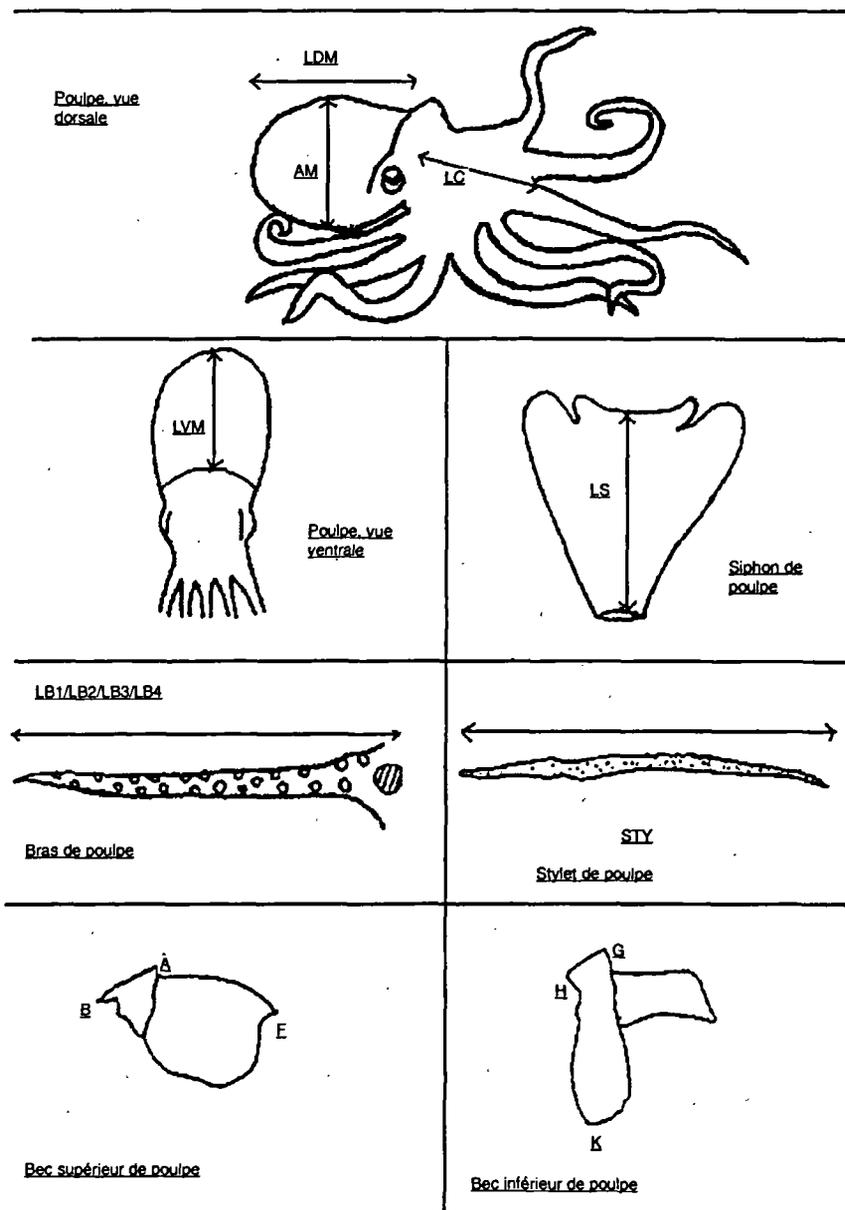


Figure 1
 Illustration des paramètres mesurés.
 Illustration of the measured parameters.

d'une séparation d'individus à partir de leurs variations de forme. En effet, les différences de forme donnent de meilleurs renseignements sur l'identité génétique des populations, leur homogénéité, leur origine et la présence de mélanges (Doledec *et al.*, 1997). Cette méthode consiste à retrancher la moyenne des valeurs logarithmiques, colonne par colonne (variables), ligne par ligne (individus). Nous avons retenu la fonction $\text{Log}(x + 1)$ préconisée par Auda *et al.* (1997).

Régression

En vue de la description biométrique des poulpes, les relations ont été étudiées par la classique technique de la régression linéaire : relation entre poids ($\text{PF} = a \text{PEV} + b$) et relation entre LDM et les autres variables de tailles Y, avec $Y = c \text{LDM} + d$. Quant aux relations taille-poids, elles sont du type $\text{PEV} = a (\text{LDM}^b)$ et $\text{PF} = c (\text{LDM}^d)$; ce qui donne respectivement après linéarisation : $\text{Log PEV} = \text{Log } a + b \text{Log LDM}$ et $\text{Log PF} = \text{Log } c + d \text{Log LDM}$ (Bookstein *et al.*, 1985).

Technique discriminante

Il s'agit de l'analyse factorielle discriminante (AFD) qui est en fait une extension de la régression dans le cas où la variable à expliquer est qualitative (variable de groupe), tandis que les variables explicatives restent quantitatives (Saporta, 1990). La méthode de régression retenue (pas à pas ou *stepwise*) procède par introduction ascendante des variables et ne s'arrête que si aucune variable supplémentaire n'amène une réduction suffisante de la variation résiduelle. Une même probabilité de 5 % est retenue pour l'introduction et le rejet d'une variable. La régression en *stepwise* serait de loin la meilleure technique, tant du point de vue de l'économie des moyens que de la précision numérique, selon Tomassone et Millier cités par Tranchefort (1974). Outil descriptif et décisionnel à la fois, l'efficacité de l'AFD peut être évaluée par les critères suivants (Lachaud, 1992) :

a) la statistique de Wilks (λ), rapport de l'inertie intraclasse à l'inertie totale, à minimiser, ainsi $\lambda \approx 0$ signifie que la variabilité totale est surtout attribuable aux différences intergroupes, $\lambda \approx 1$ revient à dire que les moyennes des groupes sont plutôt identiques ;

- b) le pourcentage de poulpes bien classés² (à majorer);
 c) le carré du coefficient de corrélation canonique (R^2) qui exprime la part de la variation totale imputable à la différence intergroupes.

Résultats

Discrimination

Le nombre de paliers est de 9, mais en réalité 5 variables explicatives seulement sont retenues, il s'agit dans l'ordre de LS, LDM, HG, PEV et AB. Les variables LB3 et LB1, d'abord introduites aux paliers 2 et 4, sont éliminées aux paliers 8 et 7 respectivement pour cause d'augmentation de la statistique de Wilks (tabl. 2).

Il n'y a qu'un seul axe discriminant pour lequel les coefficients de corrélation linéaires (R) de la variable discriminante avec l'ensemble des 16 variables initiales sont indiqués au tableau 3. A l'exception des variables de poids et des bras, toutes les autres variables ont des coefficients de corrélation positifs avec cet axe. Les plus fortes valeurs de R concernent le siphon, les becs et les poids; les plus faibles valeurs touchent, en gros, le manteau et les bras. La variable LC (tête) n'est pas corrélée avec cet axe discriminant.

La fonction globale de Fisher, notée Y , est définie comme suit: $Y = 1,481 \text{ PEV} + 1,012 \text{ LS} + 0,797 \text{ AB} + 0,629 \text{ HG} - 0,222 \text{ LDM}$. Elle donne $Y_K = -3,406 \text{ PEV} - 10,247 \text{ LS} - 4,922 \text{ AB} - 3,66 \text{ HG} + 3,378 \text{ LDM} - 0,810$ à Kayar et $Y_M = 2,161 \text{ PEV} - 6,605 \text{ LS} - 2,954 \text{ AB} - 2,442 \text{ HG} - 2,156 \text{ LDM} - 0,740$ à Mbour. Les moyennes des deux groupes sur la variable discriminante valent $-0,614$ à Kayar et $+0,388$ à Mbour. Le coefficient de corrélation canonique (R) est de 0,360,

² Ou, ce qui revient au même, pourcentage de poulpes mal classés (à minorer).

Étapes	Variables entrées	Variables sorties	Valeur de λ
Étape 1	LS		0.917
Étape 2	LB3		0.900
Étape 3	LDM		0.893
Étape 4	LB1		0.886
Étape 5	HG		0.881
Étape 6	PEV		0.874
Étape 7		LB1	0.876
Étape 8		LB3	0.879
Étape 9	AB		0.871

Tableau 2
Entrée des variables
selon la statistique de Wilks (λ).

*Entering of the variables
according to the value of the Wilks' statistics.*

Variables	Coefficient R	Variables	Coefficient R
LS	0.782	LB1*	- 0.255
AB	0.585	LB3*	- 0.248
HG	0.579	LB2*	- 0.236
HK*	0.521	STY*	0.194
BF*	0.495	LB4*	- 0.170
PF*	- 0.411	AM*	0.139
PEV	- 0.401	LDM	0.130
LVM*	0.287	LC*	0.045

Gras = variables discriminantes
* = variables non discriminantes

Tableau 3
Valeur du coefficient de corrélation R
entre la variable discriminante
et les variables de départ.

*Value of the correlation coefficient R
between the discriminating variable
and the initial variables.*

ainsi la proportion de la variation totale expliquée par la différence entre les deux groupes est de 13 % environ. La proportion de poulpes bien classés est la suivante : 66 % toutes populations confondues, 64 % à Kayar, 68 % à Mbour.

Que retenir au terme de cette analyse discriminante ? Certes, près de deux-tiers des poulpes sont globalement bien classés. Cependant, la valeur de la statistique de Wilks ($\lambda = 0,871$), très proche de 1, suggère plutôt que les populations de poulpes de Kayar et Mbour ne sont pas significativement différentes en terme de forme. Il s'y ajoute que la part de variation imputable à la différence entre les poulpes des deux sites est assez faible (13 %). Ces deux dernières considérations nous fondent à ne considérer qu'un seul et même stock dont la description biométrique suit.

Description biométrique

La description biométrique proposée ici s'inspire pour l'essentiel des travaux de Da Cunha et Pereira (1995), auteurs ayant travaillé dans des conditions similaires aux nôtres.

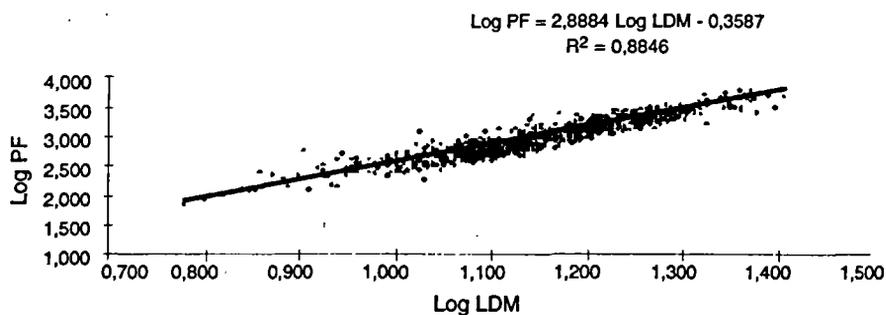
Relations de tailles

Comme indiqué dans le tableau 4, la LDM est estimée à partir des autres variables de taille (Y). Les probabilités attachées à la valeur de F sont toutes inférieures à 10^{-8} . En outre, le pourcentage d'explication des variations de la LDM par celles de chacune de ces variables dépasse 50 %, à l'exception notable de la variable du bec inférieur HG pour laquelle $R^2 = 0,45$.

Relations taille-poids

Ces régressions exponentielles sont définies comme suit : $PF = 0,4378 (LDM)^{2,8884}$, avec $R^2 = 0,8846$; $PEV = 0,382 (LDM)^{2,8947}$, avec $R^2 = 0,8772$. La valeur des coefficients b est inférieure à 3, ce qui traduit une allométrie minorante. Globalement, l'estimation des variables de poids par la LDM est satisfaisante : $R^2 \approx 88 \%$.

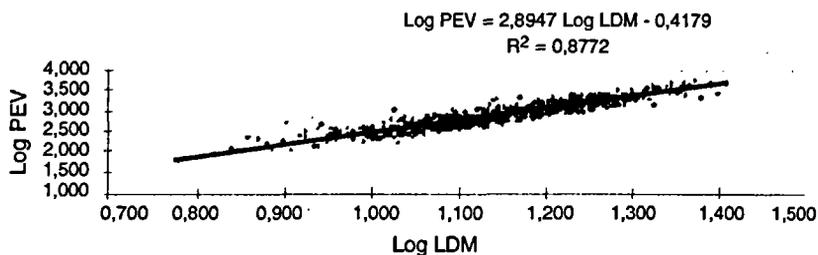
Après linéarisation, ces fonctions donnent respectivement : $\text{Log PF} = 2,8884 \text{ Log LDM} - 0,3587$ et $\text{Log PEV} = 2,8947 \text{ Log LDM} - 0,4179$ (fig. 2 et 3).



■ Figure 2

Relation taille-poids linéarisée entre PF et LDM.

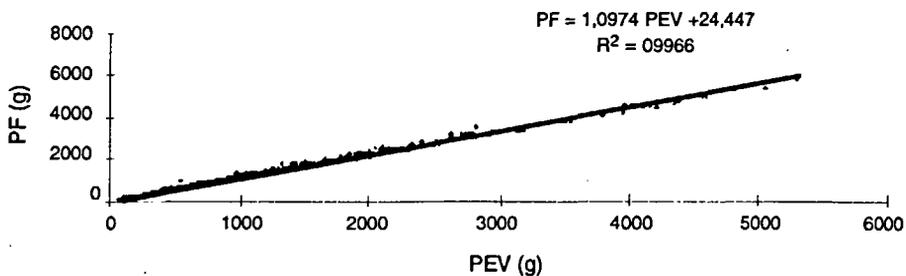
Linearized length-weight relationship between PF and LDM.



■ Figure 3

Relation taille-poids linéarisée entre PEV et LDM.

Linearized length-weight relationship between PEV and LDM.



■ Figure 4

Relation de poids entre PEV et PF.

Weight relationship between PEV and PF.

Variable Y	Coefficient a	Coefficient b	R2	F	Probabilité
LVM	0.65	0.15154	0.87	5727.3	< 10 ⁻⁸
LS	0.30	0.92184	0.77	2864.7	< 10 ⁻⁸
AM	0.73	-0.9229	0.90	7513.4	< 10 ⁻⁸
LC	0.62	-0.23605	0.71	2036.5	< 10 ⁻⁸
LB1	3.3	-4.5233	0.72	2175.8	< 10 ⁻⁸
LB2	3.5	0.57559	0.67	1719.0	< 10 ⁻⁸
LB3	3.5	-0.20799	0.71	2069.6	< 10 ⁻⁸
LB4	3.1	-1.9766	0.66	1612.2	< 10 ⁻⁸
STY	0.31	0.15326	0.72	2108.4	< 10 ⁻⁸
AB	0.039	0.20974	0.60	1265.4	< 10 ⁻⁸
BF	0.12	0.34087	0.77	2783.6	< 10 ⁻⁸
HG	0.036	0.055181	0.45	740.7	< 10 ⁻⁸
HK	0.087	0.19801	0.69	1831.1	< 10 ⁻⁸

Tableau 4

Valeurs des paramètres de la relation de taille $Y = a \text{ LDM} + b$ dans la population totale.

Values of the parameters of the length-weight relationship $Y = a \text{ LDM} + b$ in the population.

Relation poids frais-poids éviscéré

La relation entre les variables de poids est linéaire après ajustement ($PF = 1,0974 \text{ PEV} + 24,447$), comme en témoigne son coefficient de détermination très proche de 1 (fig. 4).

Discussion

Le choix du traitement d'animaux décongelés s'explique aisément par le fait que les poulpes vivants sont doués d'une étonnante élasticité faisant qu'ils peuvent s'étirer et se contracter à volonté : ce qui

se comprend du fait de leur nature d'invertébrés quasiment dénués de pièces dures, exception faite des becs, statolithes et stylets. Le travail à terre est de loin préférable, car le roulis dû aux vagues augmente l'imprécision des mesures en mer. De plus, la congélation de l'animal génère une meilleure résolution musculaire. Ce triptyque (poulpe fraîchement mort, congelé, traité à terre) est à notre sens la technique la plus appropriée pour les études morphométriques de ces espèces.

Différentes techniques factorielles ont été testées sur le poulpe commun du Sénégal, mais sans succès probant. Ainsi l'analyse en composantes principales (ACP), une fois l'effet taille contourné, a certes montré des différences dans la représentation des variables dans les deux sites, mais aucune discrimination nette des individus le long des nouveaux axes obtenus. Quant à la Classification Hiérarchique, si on pose k = nombre de groupes, a = variance intragroupes, b = variance intergroupes, on obtient des résultats forts décevants. Exemples : pour $k = 2$, on obtient $a = 73 \%$ et $b = 27 \%$; si $k = 14$, $a = b = 50 \%$; si $k = 98$, $a = 25 \%$ et $b = 75 \%$. De ces 3 exemples, seul le dernier paraît statistiquement satisfaisant, mais il est irréaliste car discriminant 98 entités !

Que dire des stocks sous-régionaux de poulpe ? Le Copace (Comité des pêches de l'Atlantique Centre-Est) considère l'existence de 4 stocks : devant le Cap Garnett, le Cap Blanc, Nouakchott et le Sénégal. Inejih (1991), en l'absence d'information contraire, émet l'hypothèse d'une seule et même entité en Mauritanie. Nigmatulin et Barkowski (1992) distinguent quant à eux deux groupes saisonniers au niveau du Cap Blanc, ayant un cycle de vie d'un an et occupant de façon étagée le substrat. Hatanaka (1979) dénote pour sa part trois stocks : à Villa Cisnéros, au Cap Blanc et à Nouakchott, leurs différences seraient visibles au niveau des saisons de pêche et des fluctuations annuelles des rendements. Notre approche, toute morphométrique, ne peut être comparée avec de telles études qui montrent une certaine disparité. Nous avons privilégié la démarche multivariée, contrairement à d'autres études qui ont cours dans la zone. Par ailleurs, il y a manifestement une absence d'harmonisation du mode de traitement des animaux (mesure sur des poulpes vivants pour les uns, morts et congelés dans notre cas et au niveau du Centre océanographique des Canaries, etc.) et dans le choix des

variables : s'il existe des variables classiques (PF, PEV, LDM, LVM, etc.), d'autres sont plus ou moins usitées (longueurs des bras par exemple), voire inédites (stylets dans la présente étude).

Il nous faut enfin conclure sur la question de la fiabilité de la seule morphométrie pour discriminer des populations de céphalopodes. Si ladite technique a fait ses preuves pour les calmars (Kristensen, 1982; Augustin et Grant, 1988; Voight, 1994; Boyle et Ngoile, 1993; Daly et Rodhouse, 1994; Pearce *et al.*, 1994 a et b), une revue des études spécialisées chez le poulpe montre, en revanche, des résultats assez mitigés. En effet, concluantes aux Açores par exemple (Da Cunha et Pereira, 1995), ces études le sont moins dans d'autres zones. Voight (1994) a ainsi tenté de discriminer en vain différentes espèces de poulpe, dont *Octopus vulgaris*. Les travaux de Warnke (1999), qui a étudié la nature des relations phylogénétiques reliant le poulpe commun de la Méditerranée et celui de l'Atlantique Centre-Est, ainsi que d'autres zones, en se basant sur une approche moléculaire et morphologique, sont également édifiants à ce propos. L'auteur conclut en ceci : i) il y a absence quasi totale à totale de différences génétiques si l'on compare les séquences d'ADN des spécimens en provenance de la France, de Lanzarote, de l'Afrique du Sud, de Tristan da Cunha, du Sénégal, du sud du Brésil et du Venezuela ; ii) il n'y a aucune différence significative quand on analyse leurs paramètres morphométriques, mais aussi la taille des œufs et le mode de vie des larves. Pour en revenir à Da Cunha et Pereira (1995), leur discrimination réussie mérite d'être relativisée car : i) ils soulignent d'eux-mêmes le caractère purement exploratoire de leur travail ; ii) la technique de transformation de leurs données (réduction logarithmique) n'a rien donné dans notre cas ; iii) leur effectif (54 individus) est faible par rapport au nôtre (841 poulpes).

La morphométrie, convenons-en avec Roper et Voss (1983), garde toute son importance en systématique des céphalopodes. Les inconvénients déjà évoqués (résultats mitigés, quasi absence de pièces dures, élasticité du corps) rendent cependant toute discrimination morphométrique de populations de poulpes assez discutable. De plus, notre expérience personnelle nous a édifié sur bien d'autres inconvénients comme les limites assez vagues des « landmarks » ou points caractéristiques (variable LC par exemple), les expansions

cutanées post-décongélation (sortes de « baves ») ajoutant à l'imprécision de la mesure de variables telles que LVM, LDM, AM, etc., la contractilité résiduelle et non négligeable des tissus (bras, manteau, et cela malgré les effets bénéfiques de la congélation), les biais introduits par la pluralité des opérateurs³ (remarquablement étudiés par Pearce *et al.*, 1994b). Toutes ces considérations nous poussent à préconiser le recours à une technique de discrimination plus efficiente pour cette espèce, à un approfondissement de l'approche génétique par exemple.

Remerciements

Nous exprimons notre totale reconnaissance à l'endroit de Mme Maria Fernandez del Mar du COC de Ténériffe, MM. Dieng, Dième et Touré du CRODT, pour leurs contributions à ce travail.

Bibliographie

- AUDA Y., CHAMPELY S., NDIAYE S., THILOULOSE J., 1997 —
Analyse multivariée. Initiation à l'utilisation du logiciel ADE-4. Dakar, 27 p.
- AUGUSTYN C.J., GRANT W.S., 1988 —
 Biochemical and morphological systematics of *Loligo vulgaris vulgaris* Lamarck and *Loligo vulgaris reynaudii* d'Orbigny Nov. Comb. (Cephalopoda: Myopsida). *Malacologia*, 29: 215-233.
- BAKHAYOKHO M., 1980 —
Pêche et biologie des céphalopodes exploités sur les côtes du Sénégal (12°20'N-16°03'N). Thèse doct. 3^e cycle, université Bretagne Occidentale, Brest, 119 p.
- BOOKSTEIN F.L., CHERNOFF B.C., ELDER R.L., HUMPHRIES J.M., SMITH J.R., STRAUSS R.E., 1985 —
 Morphometrics in evolutionary biology. *Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Special publication 15.*
- BOYLE P.R., NGOILE M.A.K., 1993 —
 « Population variation and growth

³ En toute rigueur, la même personne, dans le cas des céphalopodes en général et du poulpe en particulier, doit toujours faire la ou les mêmes mesures ; même si nous pensons qu'avec un effectif limité à deux personnes nous avons limité ce biais.

- in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) from Scottish waters ». In Okutani T., O'Dor R.K., Kubodera, T. (eds): *Recent advances in cephalopod fisheries biology*, Tokai university Press, Tokyo: 61-69.
- CHADWICK M., 1990 — « L'unité de gestion et la notion de stock ». In Brethes J. C., O'Boyle R. N. (ed.): *Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques*, Centre internat. explor. mer, Canada, vol. 1 : 31-41.
- DA CUNHA M.M., PEREIRA J. M.F., 1995 — *Octopus vulgaris* Cuvier 1797 from São Miguel (Azores) - a biometrical approach. *Açoreana*, suppl. 1995 : 297-311.
- DALY H.I., RODHOUSE P.G., 1994 — Comparative morphology of two sympatric *Pareledone* species from South Georgia. *Antarctic Science*, 6, 2 : 163-169.
- DOLEDEC S., CHESSEL D., PERSAT H., 1997 — *Analyses discriminantes. Fiche thématique 3.4, Documentation de la programmathèque ADE-4 « Analyses multivariées et expression graphique des données environnementales »*. Université Lyon 1, 27 p.
- HATANAKA H., 1979 — Studies on the fisheries biology of common octopus off the northwest coast of Africa. *Far. Seas Fish. Res. Lab.*, Bull. 17 : 13-124.
- INEJIH C.O., 1991 — *Estimation de la croissance et de la mortalité du poulpe (Octopus vulgaris Cuvier, 1797) en Mauritanie par analyse de la composition en taille des captures*. Mémoire de DEA d'océanologie biologique, univ. Bretagne occidentale, Brest, 29 p.
- KRISTENSEN T.K., 1982 — Multivariate statistical analysis of geographic variation in the squid *Gonatus fabricii* Lichtenstein, 1818 (Mollusca: Cephalopoda). *Malacologia*, 22 : 581-586.
- LACHAUD J.P., 1992 — *Introduction aux techniques d'analyse du marché du travail : 10 leçons de SPSSPC+*. Institut international d'études sociales, Genève, Document pédagogique EM/4/1992, 1re édition.
- LARKIN P.A., 1972 — « The stock concept and management of pacific salmon ». In Simon R. C., Larkin P. A. (eds) : *The stock concept of pacific salmon*. University of British Columbia, Vancouver, 231 p.
- LAUREC A., LE GUEN J.C., 1981 — *Dynamique des populations exploitées. Tome I. Concepts et modèles*. Centre national exploitation océans, Rapport scientifique et technique, 45 : 118 p.
- NIGMATULLIN C.M., BARKOVSKY A.E., 1992 — *Stock structure of Octopus vulgaris off Cap Blanc Region (Mauritania) and the hypothesis of its long-term fluctuation*. Internat. Council Explor. Sea (ICES), Shellfish Committee (Abstract).
- PEARCE G.J., HASTIE L.C., GUERRA A., THORPE R.S., HOWARD F.G., BOYLE P.R., 1994 a — Morphometric variation in *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris*: regional, seasonal, sex, maturity and worker differences. *Fisheries Research*, 21 : 127-148.
- PEARCE G.J., THORPE R.S., HASTIE L.C., BRIERLEY A.S., GUERRA A., BOYLE P.R., JAMIESON R., AVILA P., 1994 b — Geographic variation in *Loligo forbesi* in the Northeast Atlantic Ocean: analysis of morphometric data

and tests of causal hypotheses.
Marine biology, 119: 541-547.

ROPER C.F.E., Voss G.L., 1983 —
Guidelines for taxonomic
descriptions of cephalopods species.
Mem. Nat. Mus. Victoria, 44: 48-63.

SAPORTA G., 1990 —
*Probabilités, analyse des données
et statistique*. Editions Technip,
Paris, 493 p.

TRANCHEFORT J., 1974 —
*La régression. Application à
l'agronomie*. Bureau d'Études
statistiques de l'ITCF, Paris, 178 p.

VOIGHT J.R., 1994 —
Morphological variation in shallow-
water octopuses (Mollusca :

Cephalopoda). *J. Zool. Lond.*,
232: 491-504.

WARNKE K., 1999 —
*Diversität des artenkomplexes
Octopus cf. vulgaris Cuvier, 1797
in Beziehung zu seiner
verbreitung an der ost-
und Westküste Lateinamerikas*.
Diss. universität Bremen,
Shaker verlag Aachen,
D46, 133 p.

Yoccoz N.G., 1993 —
« Morphométrie et analyses
multidimensionnelles. Une revue des
méthodes séparant taille et forme ».
In Lebreton J. D., Asselain B. (éd.):
Biométrie et environnement.
Editions Masson, Paris : 73-99.

Le régime alimentaire de *Octopus vulgaris* et de ses prédateurs potentiels devant le Sénégal

Youssouph Diatta

Docteur 3^e cycle Biologie animale

France-Lyse Clotilde-Ba

Maître assistante

Christian Capapé

Maître de conférence

Introduction

Les céphalopodes occupent une place intermédiaire dans la chaîne trophique des écosystèmes marins car ils sont à la fois proies et consommateurs, et de ce fait ils nouent des relations alimentaires avec des espèces nombreuses et variées appartenant à différents groupes zoologiques. En effet, ils figurent parmi les proies préférentielles des grands poissons prédateurs, requins, raies, Serranidae, Carangidae, etc., mais ils consomment en grande partie des poissons de petites tailles et des crustacés.

L'explosion démographique du poulpe commun *Octopus vulgaris*, observée au large de la côte du Sénégal ces dernières années, pourrait être liée à une importante diminution par surexploitation des prédateurs naturels de l'espèce (Caverivière, 1990, 1994). L'espace laissé à cette espèce s'agrandit et devient moins concurrentiel. Pour mieux cerner ces questions, la stratégie la plus pratique et la plus convaincante demeure l'analyse des relations trophiques du poulpe commun, d'une part en tant que prédateur, d'autre part en tant qu'es-

pèce-proie, ce qui conduit à l'étude du régime alimentaire de ce céphalopode et de ses prédateurs potentiels, étude qui fait l'objet du présent article.

Matériel et méthodes

Matériel

Notre étude est fondée sur du matériel récolté au large de la côte du Sénégal de 1996 à 1998 inclus. Les observations ont porté sur 2 046 spécimens appartenant à trois groupes zoologiques : céphalopodes (459), éla-smobran-ches (237) et téléostéens (1 350). Ces spécimens ont trois provenances différentes, campagnes de chalutage, prospections sur des sites de pêches et achats.

Les déplacements sur les sites de pêche ont permis de récolter essentiellement des poissons éla-smobran-ches et téléostéens susceptibles de consommer le poulpe commun.

Méthodes

Chez *Octopus vulgaris*, nous avons utilisé comme paramètre la longueur ventrale du manteau, prise depuis l'ouverture du siphon jusqu'à l'extrémité postérieure du manteau. Le sexe est déterminé par l'examen macroscopique des gonades après dissection.

Les poissons de grande taille, de longueur totale supérieure ou voisine de 400 mm, ont été particulièrement recherchés. Ils ont été mesurés sur place à l'aide d'un mètre à ruban gradué en millimètre et pesés à l'aide d'un dynamomètre à ressort chargeant jusqu'à 25 kg et précis au centième.

La détermination des espèces est faite dans un premier temps à l'aide des fiches FAO réunies par Fischer *et al.*, (1981) et par Belleman *et al.*, (1988). Ces fiches ont le mérite et l'avantage de concerner la majorité des grands groupes zoologiques marins de nos

régions. Pour une détermination plus fine des traités d'ichtyologie ont été également consultés, principalement: Cadenat (1950), Blache *et al.* (1970), Cadenat et Blache (1981), ainsi que certains traités de carcinologie: Monod (1932, 1956), Holthuis (1952, 1991), Zariquiey-Alvarez (1968).

Quatre méthodes ont été utilisées pour étudier le régime alimentaire: une qualitative et trois quantitatives, ceci pour pallier aux inconvénients inhérents à chaque méthode. Pour la définition des paramètres, nous avons consulté les travaux de Hynes (1950), Hureau (1970), Hyslop (1980), Rosocchi et Nouaze (1987).

La méthode qualitative est un simple inventaire aussi complet que possible des aliments ingérés. On détermine les proies ingérées et on en dresse la liste. Cette méthode donne un aperçu général du régime alimentaire.

Les méthodes quantitatives permettent de connaître l'importance relative des aliments consommés (en nombre, volume, et masse) et de préciser d'éventuelles variations selon la saison, la taille, le sexe et la zone géographique.

Les méthodes quantitatives utilisées sont:

- la méthode d'occurrence ou de fréquence, qui permet de définir ainsi un indice de fréquence (I_f) de la proie ou d'occurrence (I_o); $I_f = (N_i/N') \times 100$ avec N_i = nombre d'estomacs contenant l'espèce; N' = nombre total d'estomacs non vides analysés;
- la méthode des nombres. Selon le degré d'identification des proies, i représentera une espèce, un genre ou un groupe, on parle plus généralement d'un item i . On définit alors un indice d'abondance, $C_n = (n_i/n) \times 100$, n_i = nombre d'individus de l'item i dans les estomacs, n = nombre total de proies recensées dans les mêmes estomacs;
- la méthode gravimétrique ou massique: $C_p = (m_i/m) \times 100$; avec m_i = masse totale de l'item i dans les estomacs d'un prédateur et m = masse totale des proies recensées chez le prédateur.

Hureau (1970) introduit le principe du coefficient alimentaire Q , qui tient compte à la fois de l'abondance et de l'importance en masse des espèces-proies; $Q = C_n \times C_p$. Le classement des espèces-proies ou groupes d'espèces-proies se fait selon les valeurs de Q : $Q > 200$ proies préférentielles, $20 < Q < 200$ proies secondaires, $Q < 20$ proies acci-

dentelles. Ces valeurs sont arbitraires, mais en accord avec l'importance relative des proies ingérées par les spécimens étudiés.

Les facteurs hydrologiques qui régissent le milieu ambiant sont conditionnés par deux saisons, chaude de novembre à mai et froide de juin à octobre.

■ Résultats

Analyse du régime alimentaire du poulpe commun

Les contenus gastriques de 459 individus ont été examinés, dont 261 en saison froide et 198 en saison chaude.

Saison froide

La longueur ventrale du manteau (LVM) des poulpes allait de 49 à 159 mm, la classe de taille modale était comprise entre 80 et 120 mm. Leur masse variait de 282 à 4960 g avec une classe de masse modale comprise entre 200 et 700 g.

Les coefficients de vacuité (Cv, pourcentage d'estomacs vides) sont relativement élevés pour les 125 mâles (Cv = 61,6) comme pour les 136 femelles (Cv = 55,9).

Les groupes zoologiques les plus consommés par *O. vulgaris* sont les crustacés, les poissons et les mollusques, avec des Cn respectifs de 88,5 et 4 %.

Les crustacés constituent les proies préférentielles du poulpe commun (Q = 3319). On a souvent identifié des œufs de brachyours (Cn = 69 et Q = 253). Les anomoures, avec la galathée *Munida* sp. (Cn = 11, Q = 17), et les brachyours (Cn = 10, Q = 218) sont également consommés. L'ingestion de la crevette *Penaeus* sp. paraît accidentelle (Q = 1,61). Les poissons étaient indéterminables (Q = 263). Les téléostéens (Q = 201) sont fréquents dans les contenus stomacaux (If = 30) avec, de surcroît, un important coefficient pondéral (Cp = 47). Les élasmobranches sont peu observés

($Q = 2,9$). La présence de larves de *Muraena* sp. semblerait accidentelle. Parmi les mollusques, proies secondaires avec $Q = 38$, les bivalves et les gastéropodes sont rares. Les céphalopodes ($If = 7$, $Q = 8,9$) sont peu fréquents. Des nématodes, et des annélides ont été accidentellement trouvés. Les poissons et l'ensemble des crustacés (brachyours, espèces indéterminées et pénéidés) prédominent dans les estomacs des individus de petite taille. La part des poissons diminue chez les individus de taille moyenne tandis que celles des galathées et des brachyours, à un degré moindre, augmentent et deviennent prépondérantes. Ces derniers sont majoritairement absorbés par les individus de grande taille.

Saison chaude

Les individus mesuraient de 22 à 170 mm de LVM, avec une classe modale allant de 60 à 100 mm. Les masses variaient de 74 à 5 800 g avec une classe modale allant de 70 à 500 g.

On a trouvé de nombreux estomacs vides parmi les 108 mâles et les 90 femelles examinés, les Cv sont respectivement de 45 et 51.

En saison chaude, *O. vulgaris* s'alimente également de crustacés (74 %), de poissons (10 %) et de mollusques (10 %).

Parmi les crustacés ($Q = 4 677$), l'espèce préférentielle est *Munida* sp. ($Q = 615$) dont l'If est de 20 et le Cp de 23. Il en est de même pour les brachyours et leurs œufs considérés comme proies préférentielles ($Cn = 23$, $Q = 394$). *Penaeus* sp., faiblement représentée dans les estomacs, est une proie accidentelle. Les poissons ($Q = 250$) constituent le second préférendum alimentaire du poulpe commun. Les murènes et les élasmobranches sont des proies accidentelles ($Q < 20$). Deux classes de mollusques sont représentées dans les contenus stomacaux. Les bivalves sont peu rencontrés et les céphalopodes ($Q = 57$) sont des proies secondaires même si un nombre important d'œufs est consommé. *Octopus vulgaris* se nourrit aussi d'autres espèces animales, nématodes et actinies, qui sont des proies accidentelles.

Les groupes zoologiques préférentiels consommés en saison chaude sont sensiblement les mêmes que ceux de la saison froide. Les brachyours ($Cn = 40$) et les galathées ($Cn = 27$) sont retrouvés en abondance dans les estomacs du poulpe commun. Il existe de

légères variations en fonction des tailles considérées. La consommation est moins importante chez les individus de petite taille où l'alimentation est essentiellement constituée de crustacés et galathées. Les jeunes individus de la classe au-dessus ont une intense activité prédatrice car le spectre alimentaire est très varié. Plus la taille du prédateur augmente, plus on assiste au phénomène de cannibalisme.

Analyse des contenus stomacaux des élasmobranches

Les contenus stomacaux de 237 spécimens ont été examinés, 201 pendant la saison froide pour 13 espèces et 36 estomacs en saison chaude pour 3 espèces. La taille des individus observés allait de 220 à 1 432 mm, leur masse de 189 à 11 000 g. Les Cv sont donnés pour toutes les espèces observées. En revanche, les contenus stomacaux ne concernent que les espèces ayant ingéré des céphalopodes.

Saison froide

Nous avons examiné les contenus gastriques de treize espèces: *Scyliorhinus cervigoni*, *Mustelus mediterraneus*, *Rhizoprionodon acutus*, *Squatina oculata*, *Rhinobatos rhinobatos*, *Torpedo (Torpedo) torpedo*, *T. (Tetronarce) bauchotae*, *Zanobatos schoenleinii*, *Raja (Raja) miraletus*, *Dasyatis margarita*, *D. margaritella*, *D. marmorata* et *D. tortonesei*. Le Cv de ces espèces varie de 0 à 78 %. Deux espèces seulement, *S. cervigoni* et *S. oculata*, avec 2 et 14 contenus stomacaux analysés, avaient *O. vulgaris* dans leur estomac.

Scyliorhinus cervigoni se nourrit de crustacés (Q = 2 868) et de poissons (Q = 274). Les céphalopodes (Q = 42) et les annélides (Q = 52) sont des proies secondaires. Un poulpe commun a été identifié dans l'estomac d'un individu.

Les contenus gastriques de *Squatina oculata* révèlent une abondance de poissons (Q = 2 073) et une présence moins importante de *Squilla* sp. (Q = 172) et de brachyours (Q = 85). Une seule espèce de téléostéen a pu être déterminée; il s'agit de *Solea senegalensis* avec Q = 112, proie secondaire. En revanche, *O. vulgaris* peut-être considérée comme une proie préférentielle (Q = 442).

Saison chaude

Le Cv demeure relativement peu élevé pour deux espèces, *Raja miraletus* et *Rhinobatos rhinobatos* (29 et 43 %), il l'est sensiblement plus pour la troisième espèce *Rhizoprionodon acutus* (60 %).

Analyse des contenus stomacaux des téléostéens

Au total, les contenus stomacaux de 1 350 téléostéens ont été examinés, 465 en saison froide et 885 en saison chaude. Pour l'ensemble de l'échantillon, la taille des individus variait de 350 à 1 600 mm et leur masse était comprise entre 450 et 16 500 g.

Saison froide

Trente-quatre espèces ont été observées pendant la saison froide: *Muraena helena*, *M. melanotis*, *Epinephelus aeneus*, *E. alexandrinus*, *E. fasciatus*, *E. guaza*, *Mycteroperca rubra*, *Pomatomus saltator*, *Rachycentron canadum*, *Alectis alexandrinus*, *Hypacanthus amia*, *Mugil cephalus*, *Coryphaena hippurus*, *Lutjanus agennes*, *Plectorhynchus mediterraneus*, *Pomadasys jubelini*, *Dentex canariensis*, *D. gibbosus*, *Diplodus cervinus*, *D. sargus cadenati*, *Pagrus auriga*, *P. caeruleostictus*, *Argirosomus regius*, *Pseudotolithus brachygnathus*, *P. senegalensis*, *Sphyraena afra*, *Polydactylus quadri-filus*, *Trichiurus lepturus*, *Scomberomorus tritor*, *Euthynnus alleteratus*, *Sarda sarda*, *Hyperoglyphe moselii*, *Scorpaena* sp. et *Zeus faber mauritanicus*.

Durant cette saison, les Cv fluctuent énormément, de 0 à 100 %, en fonction des espèces et du nombre d'observations réalisées.

Les contenus stomacaux d'*Epinephelus aeneus* révèlent une grande abondance de poissons. Les crustacés brachyours sont absorbés en moins grandes quantités. *Sardinella aurita* (Cp = 42, Q = 794) est l'espèce-proie préférée. *Octopus vulgaris* (Cn = 19, Q = 45) demeure une proie secondaire.

Rachycentron canadum consomme surtout des poissons (Q = 4 234) avec deux espèces préférentielles, *Sardinella maderensis* (Cp = 33,

Q = 553) et *Solea senegalensis* (Cp = 28, Q = 234). Les crustacés (Q = 484), les élasmobranches (Q = 118) et *O. vulgaris* (Q = 8,1) sont moins absorbés.

Les estomacs de *Lutjanus agennes* contiennent des poissons (Q = 7 226) dont la plupart n'ont pu être déterminés. Les espèces *Sardinella aurita* (Q = 133), *Decapterus ronchus* (Q = 105) et la seiche *Sepia officinalis* (Q = 65) sont fréquemment identifiées. Les captures de gastéropodes sont peu observées et sont probablement fortuites (Q = 0,2).

Les estomacs de *Pagrus auriga* contenaient des bivalves et des crabes indéterminés ainsi qu'un *O. vulgaris*.

Sarda sarda consomme des poissons (Q = 6 038), des crustacés (Q = 393) et des céphalopodes (Q = 3,8). Parmi les poissons, on remarque une nette prédominance de *Sardinella maderensis* (Q = 3 980). Parmi les crustacés, les Penaeidae (Q = 122) et *Munida* sp. (Q = 36) constituent des proies secondaires. Les céphalopodes ne sont en fait représentés que par un seul *O. vulgaris*.

Saison chaude

En cette saison, les contenus stomacaux de trente-quatre espèces ont été examinés : *Albula vulpes*, *Muraena helena*, *M. melanotis*, *Arius heudeloti*, *Cephalacanthus volitans*, *Epinephelus aeneus*, *E. alexandrinus*, *E. fasciatus*; *E. guaza*, *Mycteroperca rubra*, *Pomatomus saltator*, *Rachycentron canadum*, *Alectis alexandrinus*, *Campogramma glaycos*, *Caranx hippos*, *Hypacanthus amia*, *Seriola dumerili*, *Xiphias gladius*, *Mugil cephalus*, *Coryphaena hippurus*, *Lutjanus agennes*, *Plectorhynchus mediterraneus*, *Pomadasys jubelini*, *Dentex gibbosus*, *Pagrus caeruleostictus*, *Argirosomus regius*, *Pseudotholithus brachygnatus*, *Sphyræna afra*, *Trichiurus lepturus*, *Scomberomorus tritor*, *Euthynnus alleteratus*, *Polydactylus quadrifilis*, *Sarda sarda* et *Hyperoglyphe moselii*.

Les coefficients de vacuité (Cv) sont élevés pour certaines espèces et faibles pour d'autres. Ils varient de 0 à 100 %, consécutivement au nombre d'individus examinés et à un degré moindre à l'espèce elle-même.

Epinephelus aeneus consomme des poissons en abondance (Q = 6 946). Le spectre des espèces est relativement diversifié, toutefois celles qui n'ont pu être déterminées (Q = 2 780) sont, comme

en saison froide, largement dominantes. La seiche *Sepia officinalis* (Q = 125), demeure une proie secondaire. La présence de *Callinectes amnicola* (Q = 12) reste accidentelle dans les estomacs de l'espèce.

Rachycentron canadum se nourrit de poissons (Q = 3 034) qui sont abondants dans les contenus stomacaux, mais certains n'ont pu être déterminés. Les céphalopodes sont représentés par *S. officinalis* et par *O. vulgaris* (Q = 321 et Q = 66). Les crustacés (Q = 245) le sont également par deux espèces: *Callinectes amnicola* (Q = 148), proie secondaire avec un If de 6 % et *Penaeus kerathurus* (Q = 12) qui est une proie accidentelle.

Alectis alexandrinus ingère le mollusque *Sepia officinalis* (Q = 1 230), des crustacés (Q = 656) et particulièrement les crabes (Q = 478), des poissons (Q = 519). *Munida* sp. (Q = 4,5) et les bivalves (Q = 0,07) sont des proies accidentelles.

Coryphaena hippurus ingère des poissons (Q = 4 837) dont *Boops boops* (Q = 186) et des céphalopodes dont *S. officinalis* (Q = 186,31) et *O. vulgaris* (Q = 16,4).

Lutjanus agennes consomme des poissons (Q = 5 082), des crustacés (Q = 133) et des céphalopodes (Q = 58). Les poissons *Sardinella aurita* (Q = 48) et *S. maderensis* (Q = 9,2) et la seiche *S. officinalis* (Q = 24) sont des proies secondaires, *O. vulgaris* est une proie accidentelle (Q = 7,7).

Hyperoglyphe moselii consomme des poissons (Q = 4 655) avec une espèce préférentielle *Sardinella maderensis* (Q = 694). Elle broute aussi des algues (Q = 417). *Octopus vulgaris* reste une proie secondaire (Q = 64). Les crustacés (Q = 10) peuvent être considérés comme des proies accidentelles.

Euthynnus alleteratus consomme des poissons (Q = 9 655). On note une préférence pour *Sardinella aurita* (Q = 922) et *S. maderensis* (Q = 332). Les espèces proies indéterminées ont un fort coefficient (Q = 1 888). Un seul poulpe (Q = 1,1) a été trouvé.

Discussion

Le coefficient de vacuité du poulpe commun est significativement plus élevé en saison froide qu'en saison chaude, traduisant ainsi une

activité trophique sensiblement plus intense durant cette dernière saison. Hatanaka (1979) estime que l'activité trophique de ces animaux augmente considérablement en certains mois de la saison chaude, particulièrement au moment de la pré-reproduction.

Sanchez et Obarti (1993) ont également montré qu'au large de la côte méditerranéenne de l'Espagne, le poulpe commun s'alimente davantage en saison chaude que froide. Dans un environnement confiné et dans des conditions expérimentales bien définies, Mangold et Boletzky (1973) ont mis en évidence que l'activité trophique d'*O. vulgaris* s'accroît avec l'élévation de la température de l'eau. Cette augmentation de l'activité trophique en période chaude est liée à la physiologie de l'animal.

Les contenus stomacaux analysés en saison froide et en saison chaude ont permis de caractériser le régime alimentaire du poulpe commun sur le plan qualitatif. *Octopus vulgaris* consomme de façon préférentielle des crustacés puis des poissons et des mollusques. La forte présence d'œufs de brachyours dans l'alimentation en saison froide montre que les poulpes communs ont pu consommer des femelles ovigères qui se reproduisent en cette période de l'année.

Les téléostéens sont prisés par *O. vulgaris*, mais nous les avons trouvés fortement digérés et leur détermination était aléatoire. Des poissons cartilagineux ont été également trouvés dans les estomacs, mais en faibles quantités.

Un important phénomène de cannibalisme a été constaté. Il concerne davantage les grands individus (Caddy, 1983). Il peut résulter d'une compétition intraspécifique pour la conquête d'une proie, d'une femelle ou d'un territoire, ou plus simplement de la consommation de cadavres.

Nous n'avons pas observé de variations marquées des proies sur les plans qualitatif et quantitatif en fonction des saisons. On constate cependant que les bivalves et les annélides sont davantage consommés en saison froide. Les actinies ne sont rencontrées qu'en saison chaude. Ces variations ne portent que sur des groupes peu rencontrés dans les contenus stomacaux du poulpe commun, elles sont pratiquement négligeables.

En revanche, les variations liées à la taille des individus apportent davantage d'informations sur le comportement alimentaire du

poulpe commun. On constate que les individus de petite taille, donc juvéniles, se nourrissent davantage de poissons que ceux de grande taille et adultes. La capture des crustacés en général et des crabes en particulier nécessiterait de la part du poulpe commun une grande habileté et une expérience certaine.

Nos observations corroborent celles réalisées par d'autres auteurs en différents points du globe, des côtes occidentales (Hatanaka, 1979) ou méridionales (Smale et Buchan, 1981) de l'Afrique, et de la Méditerranée au large de l'Espagne (Nigmatulin et Ostapenko, 1976; Sanchez et Obarti, 1993) ou dans le golfe de Gabès en Tunisie méridionale (Ezzedine-Najai, 1993).

Le poulpe commun est un excellent prédateur, parfois opportuniste même en milieu régulé (Mangold, 1983). D'après Mangold-Wirz (1963), la masse de l'espèce peut doubler en une semaine lorsqu'il est convenablement alimenté. Toutefois, Boletzky et Hanlon (1983) précisent les difficultés observées dans l'élevage des céphalopodes, et plus particulièrement du poulpe commun, tant que le passage de la phase post-embryonnaire à la phase benthique ne s'est pas effectué.

Les estomacs des différentes espèces d'éla-smobran-ches étudiées sont souvent occupés, montrant ainsi qu'elles se nourrissent régulièrement en abondance relative. Le coefficient de vacuité est plus élevé chez les espèces observées en saison froide qu'en saison chaude, mais avec seulement 19 contenus stomacaux étudiés en saison chaude il est difficile de conclure sur ce point.

Pour la plupart des espèces d'éla-smobran-ches dont les contenus stomacaux ont été examinés, il existe une certaine diversification des groupes zoologiques et des espèces-proies ingérées. Ce phénomène paraît évident même si les poissons téléostéens et les crustacés constituent le fondement de leur alimentation. On peut en déduire que l'environnement biologique est riche et que les éla-smobran-ches sont des prédateurs opportunistes. Cette opinion est renforcée par la découverte dans les contenus stomacaux de stades larvaires, concernant soit des poissons, soit des crustacés. Cette présence peut également coïncider avec une période de « booms larvaires » qui surgissent plus ou moins fréquemment dans la région.

Dans nos observations, la part des céphalopodes en général et d'*O. vulgaris* en particulier est relativement restreinte. En effet, le

poulpe commun n'a été trouvé que chez deux élasmobranches seulement : *Scyliorhinus cervigoni*, espèce bathybenthique, et *Squatina oculata*, espèce mésobenthique. Les estomacs contenaient tout au plus un spécimen juvénile, le plus souvent des restes. Dans tous les cas, la masse était relativement faible par rapport aux autres proies trouvées dans les mêmes estomacs. Les indices alimentaires ont permis d'apprécier l'importance de cette espèce au point de vue fréquence, abondance, nombre et masse dans les différents contenus stomacaux. *Octopus vulgaris* semblerait une proie secondaire pour *S. cervigoni* et une proie préférentielle pour *S. oculata*.

Selon Capapé (1975 a), l'espèce voisine, la grande roussette, *Scyliorhinus stellaris* au large des côtes tunisiennes, consomme de façon préférentielle et régulière des poissons, des crustacés et des céphalopodes, dont des *O. vulgaris* ont été identifiés en quantités non négligeables.

Capapé (1975 b) rapporte que *S. oculata* des côtes tunisiennes capture essentiellement des poissons et des crustacés et accessoirement des céphalopodes.

Treize espèces ont été étudiées, mais elles sont loin de représenter l'ensemble des élasmobranches recensés au long de la côte du Sénégal où l'on compte, au minimum, une centaine d'espèces (Cadenat, 1950; Cadenat et Blache, 1981), parmi lesquelles certaines non citées dans ce travail seraient susceptibles de consommer des céphalopodes.

Chez les téléostéens, les coefficients de vacuité sont très voisins de la moyenne pour chaque saison et ne sont pas significativement différents. Différentes hypothèses pourraient expliquer ces valeurs élevées pour l'ensemble de l'échantillon. Il est plausible d'admettre que les différentes espèces observées ne s'alimentent pas régulièrement et en abondance, la nourriture recherchée ne serait pas disponible d'emblée. D'autres paramètres sont aussi à prendre en considération. Certaines espèces comme les Muraenidae ont des sucs digestifs très actifs et de nombreux spécimens séjournent quelque temps enserrés dans les mailles des filets. Ainsi, de nombreux spécimens ne recelaient qu'un liquide dans leur estomac, témoignage d'une digestion à son terme.

Dans leur immense majorité, les téléostéens se nourrissent d'autres téléostéens, de crustacés et céphalopodes. Les crustacés sont davan-

tage consommés par les espèces et/ou les individus de petite taille. Ce seraient des proies relativement faciles à capturer car peu mobiles.

Il existe un certain opportunisme dans les captures des proies consécutivement à leur abondance à une certaine période de l'année. Certaines pourraient être plus fréquentes en saison froide qu'en saison chaude et inversement, alors que d'autres apparaissent toute l'année.

Parmi les 37 espèces de téléostéens examinées, 8 avaient absorbé des *O. vulgaris*, ce sont : *Epinephelus aeneus*, *Rachycentrum canadum*, *Coryphaena hippurus*, *Lutjanus agennes*, *Pagrus auriga*, *Hyperoglyphe moselii*, *Euthynnus alletteratus*, *Sarda sarda*. Les *O. vulgaris* ingérés étaient de petite taille et souvent des restes ont été retrouvés. Leur masse était faible par rapport aux autres proies trouvées dans les mêmes estomacs.

Les indices alimentaires utilisés ont permis d'apprécier l'importance de cette espèce au point de vue fréquence, abondance, nombre et masse dans les différents contenus stomacaux. Parmi ces huit espèces, *E. aeneus*, *R. canadum* et *H. moselii* ($20 < Q < 200$) sont les plus grands consommateurs d'*O. vulgaris*. Sur un nombre total de 732 individus examinés, *O. vulgaris* a été retrouvé 13 fois, soit une fréquence de 1,8 %. Cette fréquence relativement faible pourrait être due à une préférence alimentaire, mais aussi à une répartition des espèces-proies dans le milieu ambiant.

Octopus vulgaris a un mode de vie plutôt benthique, celui de ses prédateurs est davantage diversifié. Certains sont épipélagiques comme *E. alletteratus*, *S. sarda*, *R. canadum*, *C. hippurus*, d'autres sont épibenthiques ou mésobenthiques comme *L. agennes*, *E. aeneus*, *P. auriga*, *H. moselii*.

D'autres paramètres, plus proches de l'éthologie, sont à prendre en considération. En effet, les poulpes maîtrisent l'art du camouflage et le poulpe commun trouve refuge dans des abris efficaces en milieu rocheux, comme sur les fonds meubles où il creuse des terriers (Caverivière, présent volume).

D'après Cadenat (1954), Longhurst (1960), Fagade et Olaniyan (1973), *Epinephelus aeneus* des côtes occidentales d'Afrique consomme presque exclusivement des poissons parmi lesquels on a

souvent identifié des Sparidae. Pour Rabarison Andriamirado et Caverivière (1989), les *E. aeneus* du Sénégal sont essentiellement ichtyophages, accessoirement carcinophages, mais capturent également des *Sepia* sp. Au large des côtes méridionales de Tunisie, Bouaïn *et al.* (1983) notent que les poissons représentent 83 % du poids des proies des contenus stomacaux de *E. aeneus*, les crustacés 15 %, et les mollusques 1,5 %, dont *S. officinalis*. On n'a pas identifié de céphalopodes dans les estomacs des autres *Epinephelus* spp. de notre échantillon, de notre région (Cadenat, 1954; Longhurst, 1960; Rabarison Andriamirado et Caverivière, 1989) ou du golfe de Gabès (Bouaïn, 1984). En revanche, Fischer *et al.* (1981) notent qu'ils font partie de leur nourriture.

C'est dans les estomacs de *Rachycentrum canadum* que nous avons trouvé le plus d'*O. vulgaris*, même si l'espèce affectionne les téléostéens et les crustacés. D'après Fischer *et al.* (1981), *R. canadum* se nourrit également de calmars. Ce serait donc le prédateur type de céphalopodes.

Cadenat (1954) écrit que *Coryphaena hippurus* capture des poissons de surface. Pour Fischer *et al.* (1981), l'espèce se nourrit de petits poissons et de calmars, corroborant nos propres observations.

D'après nos résultats, *O. vulgaris* est une proie accidentelle pour *Lutjanus agennes*. Fischer *et al.* (1981) notent que les Lutjanidae consomment des poissons et des crustacés; seule *Apsilus fuscus* de nos régions se nourrirait de céphalopodes.

Pagrus auriga capture des mollusques (Cadenat, 1954) et des céphalopodes (Fischer *et al.*, 1981). Nous avons retrouvé uniquement des crustacés chez *P. caeruleostictus*, cependant on ne saurait tirer une conclusion vue le très petit nombre d'observations. Les travaux de Rijavec (1973, *in* Caverivière, 1982) au Ghana montrent que son alimentation est variée avec des proportions importantes de poissons, céphalopodes, crustacés, échinodermes. Le même auteur révèle la présence de poissons et de céphalopodes chez *Dentex canariensis*. Nos données ont montré uniquement la présence de téléostéens dans les contenus stomacaux de ces deux espèces. D'après Fischer *et al.* (1981), les Sparidae se nourrissent de mollusques, mais la part des céphalopodes et du poulpe n'est pas encore clairement établie.

La présence d'*O. vulgaris* dans les estomacs de *Euthynnus alleteratus* et de *Sarda sarda* témoigne, une fois encore, de l'intérêt manifesté par les Scombridae pour les céphalopodes. Les calmars seraient les proies les plus prisées, mais il est plausible qu'ils puissent s'attaquer aux poulpes communs. Certains estomacs d'*Alectis alexandrinus* renfermaient des seiches *S. officinalis*. Rabarison Andriamirado et Caverivière (1989) ont réalisé une observation identique dans ce secteur. *Alectis alexandrinus* pourrait capturer le poulpe commun; ce dernier fréquente des biotopes analogues à ceux des seiches, animaux généralement benthiques. Parmi, les espèces de la famille des Carangidae, Fischer *et al.* (1981) mentionnent la présence de céphalopodes dans les estomacs des *Alectis* spp. et *Trachurus* spp. Meyer et Smale (1991) signalent qu'en Afrique du Sud, *Trichiurus lepturus* capture des céphalopodes. Rabarison Andriamirado et Caverivière (1989) notent qu'un Muraenesocidae assez fréquent dans nos régions, *Cynoponticus ferox*, est ichtyophage, mais s'attaque également aux crustacés et aux céphalopodes (*Sepia* sp., *Octopus* sp.). Les murènes pourraient constituer des prédateurs potentiels pour les poulpes communs qui affectionnent particulièrement les anfractuosités des rochers où ils aiment s'engouffrer et où vivent également ces poissons.

La connaissance de l'alimentation des espèces marines dans leur milieu naturel constitue une étape indispensable à la compréhension de leur biologie, de leur écologie et de leur éthologie, mais surtout elle met en évidence et elle résume l'activité prédatrice de ces espèces. Elle permet une meilleure compréhension des variations de croissance, de certains aspects de la reproduction, des phénomènes migratoires, de la recherche et la prise de nourriture, des phénomènes de compétition. L'étude des contenus stomacaux dans le temps concourt à révéler le rôle de l'espèce au sein du biotope et sa place dans la chaîne trophique.

Bibliographie

- BELLEMAN M., SAGNA A., FISCHER W., SCIALABBA N., 1988 —
Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Guide des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie (espèces marines et d'eaux saumâtres), Rome, FAO, 227 p.
- BLACHE J., CADENAT J., STAUCH A., 1970 —
Clé de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental (entre le 20e parallèle N. et le 15e parallèle S.). Paris, Orstom, coll. Faune trop. 18, 479 p.
- BOLETZKY S.V., HANLON R.T., 1983 —
 A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopods molluscs. *Mem. Nation. Mus. Victoria*, 44 : 147-187.
- BOUAÏN A., 1984 —
Moronidés et Serranidés (Poissons Téléostéens) du golfe de Gabès. Ecobiologie et halieutique. Thèse doct. d'Etat, univ. de Tunis, 393 p.
- BOUAÏN A., SIAU Y., QUIGNARD J. P., 1983 —
 Les mérours des côtes sud-est de la Tunisie. 2e partie : pêche. *La Pêche Maritime*, 1263 : 337-342.
- CADENAT J., 1950 —
 Poissons de mer du Sénégal. *Init. afr.*, 3 : 1-345.
- CADENAT J. 1954 —
 Note d'ichtyologie ouest-africaine. VII. Biologie - Régime alimentaire. *Bull. Inst. fr. Afr. noire*, sér. A, 16 (2) : 564-583.
- CADENAT J., BLACHE J., 1981 —
Requins de Méditerranée et de l'Atlantique (plus particulièrement de la côte occidentale d'Afrique). Paris, Orstom, coll. Faune trop. 21, 330 p.
- CADDY J. F., 1983 —
 « The cephalopods : Factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks ». In : *Advances in assessment of world cephalopod resources*. FAO fisheries technical paper, 231 : 416-452.
- CAPAPÉ C., 1975 a —
 Contribution à la biologie des Scyliorhinidae des côtes tunisiennes. IV. *Scyliorhinus stellaris* (Linné, 1758). Régime alimentaire. *Archs Inst. Pasteur Tunis*, 52 (4) : 383-394.
- CAPAPÉ C., 1975 b —
 Observations sur le régime alimentaire de 29 Sélaciens pleurotrèmes des côtes tunisiennes. *Archs Inst. Pasteur Tunis*, 52 (4) : 395-414.
- CAVERIVIÈRE A., 1982 —
Les espèces démersales du plateau continental Ivoirien. Biologie et exploitation. Thèse doct., univ. Aix-Marseille-II, 415 p.
- 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 1986. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. scient., 116, 42 p.
- CAVERIVIÈRE A., 1994 —
 « Le poulpe au Sénégal, une nouvelle ressource ». In : BARRY-GÉRARD M., DIOUF T., FONTENEAU A. (éd.) : *L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale sénégalaise*. Tome 2, Paris, Orstom, *Colloques et séminaires* : 245-256.
- EZZEDDINE-NAJAI S., 1993 —
 Biologie et pêche du poulpe *Octopus vulgaris* (Mollusque, Céphalopode) du golfe de Gabès. *Bull. Inst. Nat.*

Sci. Tech. Océanogr. Pêche,
Salammbô, 20 : 1-13.

FAGADE S. O., OLANIYAN C. I. O., 1973 —
The food and feeding interrelationship
of the fishes in the Lagos lagoon.
J. Fish Biol., 5 : 205-225.

FISCHER W., BIANCHI G.,
SCOTT, W. B., 1981 —
*Fiches FAO d'identification
des espèces pour les besoins
de la pêche. Atlantique centre-est ;
zones de pêche 34, 47 (en partie).*
Canada Fond de Dépôt. Ottawa,
ministère des Pêcheries et Océans,
165, pag. var.

HATANAKA H., 1979 —
Studies on the fisheries biology
of common *Octopus* off the northwest
coast of Africa. *Bull. Far. Seas Fish.
Res. Lab.*, 17 : 13-124.

HOLTHUIS L. B., 1952 —
Crustacés Décapodes Macroures.
*Expéd. océanogr. bel. eaux côt. Afr.
Atl. sud (1948-1949)*, 3 (2) : 1-88.

HOLTHUIS L. B., 1991 —
Marine lobster of the world.
FAO species catalogue. Vol. 13.
An annotated and illustrated
catalogue of species of interest
to fisheries known to date.
FAO Fish. Synop., 125 (13) : 1-276.

HUREAU J. C., 1970 —
Biologie comparée
de quelques poissons antarctiques
(Nototheniidae). *Bull. Inst. Océanogr.*
Monaco, 68 (1391) : 1-245.

HYNES H. B. N., 1950 —
The food of fresh water sticklebacks
(*Gasterosteus aculeatus* and
pygosteus pungitius), with a review
of methods used in studies
of the food of fishes.
J. Anim. Ecol., 19 (1) : 36-58.

HYSLOP E. J., 1980 —
Stomach contents analysis. A review
of methods and their application.
J. Fish Biol., 17 (4) : 411-429.

LONGRHURST A. R., 1960 —
A summary survey of the food of
West African demersal fish. *Bull. Inst.
fr. Afr. noire*, sér. A, 22 (1) : 276-282.

MANGOLD K., 1983 —
Food, feeding and growth
in cephalopods. *Mem. Nat. Mus. Vic.*
44 : 81- 93.

MANGOLD-WIRZ K., 1963 —
Biologie des céphalopodes
benthiques et nectoniques
de la mer Catalane. *Vie Milieu*,
13 (suppl.) : 1-285.

MANGOLD K.,
BOLETZKY (von) S., 1973 —
New data on reproductive biology
and growth of *Octopus vulgaris*.
Mar. Biol., 19 : 7-12.

MEYER M., SMALE M. J., 1991 —
Predation patterns of demersal
teleosts from the cape south and
west coasts of South Africa .
2. Benthic and epibenthic predators.
S. Afr. J. Mar. Sci. ; 11 : 409-442

MONOD T., 1932 —
Sur quelques crustacés de l'Afrique
occidentale française (liste des
Décapodes mauritaniens et des
Xanthidés ouest-africains).
Bull. Com. Et. Hist. Sc. Afr. occ. fr.,
17 : 456-548.

MONOD T., 1956 —
Hippidea et Brachyura ouest-
africains. *Mém. Inst. fr. Afr. noire*,
45 : 1-675.

NIGMATULIN C. M.,
OSTAPENKO, A. A., 1976 —
Feeding of *Octopus vulgaris* Lam.
from the Northwest African Coast.
ICES, C.M. K., 6 : 1-15.

RABARISON ANDRIAMIRADO G. A.,
CAVERIVIÈRE A., 1989 —
*Les régimes alimentaires
des prédateurs potentiels
de la crevette Penaeus notialis
au Sénégal.* Place trophique des
crevettes. Centre Rech. Océanogr.

Dakar-Thiaroye, CRODT, Sénégal,
Doc. Sci., 113, 79 p.

ROSECCHI E., NOUAZE Y., 1987 —
Comparaison de cinq indices
alimentaires utilisés dans l'analyse
des contenus stomacaux.
Rev. Trav. Inst. Pêches marit,
49 (3 et 4) : 111-123.

SANCHEZ P., OBARTI R., 1993 —
« The biology and fishery of *Octopus
vulgaris* caught with clay pots on the
Spanish Mediterranean ».

In: OKUTANI T., O'DOR R. K.,
KUBODERA T. (éds) : *Recent Advances
in Cephalopod Fisheries Biology*.
Tokyo, Tokai University Press: 477-487.

SMALE M. J., BUCHAN P. R., 1981 —
Biology of *Octopus vulgaris*
off the Coasts of South Africa.
Mar. Biol., 65: 1- 12.

ZARIQUIEY-ALVAREZ R., 1968 —
Crustaceos decapodos ibéricos.
Inv. Pesc., 32 : 1-510.

Éléments du cycle de vie du poulpe *Octopus vulgaris* des eaux sénégalaises

Alain Caverivière
Biologiste halieute

I Introduction

Octopus vulgaris est largement distribué dans les eaux côtières intertropicales et tempérées des trois océans, quoique des études récentes (Hochberg, 1997; Mangold, 1997) et en cours indiqueraient qu'il faudrait réserver l'appellation au poulpe commun de la Méditerranée et de l'Atlantique Est.

Dans l'Atlantique Est, la pêche du poulpe s'est développée dans les années 1960 au large du Sahara et plus récemment devant le Sénégal à partir d'une explosion démographique qui a eu lieu en 1986 (Caverivière, 1990, 1994). Depuis, les captures annuelles montrent une grande variabilité devant le Sénégal et ont pu dépasser quelquefois les 15000 t. L'espèce est souvent la première en termes de revenu à la production, et la pêche artisanale devance les captures de la pêche industrielle à partir de 1994.

L'importance du poulpe dans les pêches régionales et les incertitudes touchant certaines caractéristiques biologiques de l'espèce ont conduit à la mise en place d'un important programme de recherche en 1995. Ce programme a mis en œuvre des méthodes jusqu'alors peu ou pas utilisées dans les études sur la biologie et la dynamique d'*Octopus vulgaris*: le suivi par marquage-recapture de près de 1200 individus et de nombreuses observations sous-marines réalisées principalement par des plongées en scaphandre autonome.

Dans ce document qui se veut une synthèse des connaissances antérieures et de celles amenées par le programme sur le cycle biologique du poulpe, les résultats et observations des deux méthodes d'étude seront privilégiés.

■ Habitat et préférendum dans les eaux sénégalaises

Octopus vulgaris a une très large distribution et est rencontré au moins jusqu'à 400 m de profondeur, il peut être abondant dans des eaux allant de 14 à 29 °C, soit dans toutes les situations thermiques que l'on puisse rencontrer au large du Sénégal. Il s'accommode également bien de variations importantes de la salinité.

Il se trouve sur tous les types de fond : rocheux, sableux, vaseux, mais les zones de plus grande abondance correspondent à des sédiments de sables fins à grossiers, avec une teneur élevée en carbonates. Ces fonds, riches en coquillages, se rencontrent principalement près de la côte (5-30 m) devant la Petite Côte, ou plus au large (80-150 m) devant le Sénégal (Domain, 1977; Caverivière *et al.*, 2000). Cette préférence serait liée à un facteur alimentaire (Caverivière *et al.*, *op. cit.* et § Alimentation).

Dans les zones rocheuses, le poulpe occupe des abris sous les roches qu'il aménage avec des cailloux ou/et des coquilles vides pour une meilleure protection, bien que cet aménagement puisse aider à sa localisation. Dans les zones de sable et sable-vaseux, des observations *in situ* ont montré que les poulpes occupent des terriers dont la profondeur et le diamètre sont fonction de la taille de l'occupant (Caverivière, 1997). Quand le poulpe est présent, il observe les alentours en laissant juste affleurer ses yeux protubérants. Deux types de terriers ont été observés qui semblent dépendre de la nature du substrat. Dans le premier, à cheminée cylindrique et lisse, en cas de danger le poulpe plonge profondément dans le terrier en se retournant pour présenter ses tentacules qu'il peut garnir de débris de coquilles. Il est alors peu visible, même à l'aide d'une lampe puissante. Nous avons noté le cas où la cheminée laissant juste passer

l'avant bras d'un plongeur, le poulpe a été touché à 30 cm de profondeur (poids du poulpe évalué à 1,5 kg après extraction). Ces terriers sont souvent entourés de coquilles de bivalves (praires, amandes, venus, etc.), dont certaines très récentes que le poulpe aurait consommées quelque temps avant. Le deuxième type de terrier est de forme plus évasée et rempli de vieilles coquilles sous lesquelles le poulpe peut s'enfoncer rapidement. Il paraissait vraisemblable que le poulpe creusait lui-même le terrier qu'il occupait, une observation récente (octobre 1999) le confirme. Un poulpe, marqué et relâché sous le bateau juste avant une plongée de 30 minutes où des terriers du deuxième type ont été observés, a été vu au retour de la plongée dans un terrier manifestement en cours d'élaboration : faible profondeur de la cavité et seulement 4 vieilles coquilles ramenées des alentours (fond sableux à vieilles coquilles dispersées de quelques mètres). Le creusement d'un terrier apparaît offrir une excellente protection au poulpe qui ne le quitterait que pour s'alimenter et se reproduire.

I Stade embryonnaire

La femelle du poulpe pond des œufs oblongs d'environ 2 x 1 mm qui sont réunis en cordons. Ces cordons, qui mesurent en moyenne 8 cm, avec 90 à 160 œufs par cm (Mangold-Wirz, 1963), sont fixés par une sécrétion de la femelle sur un substrat qui est souvent le toit d'un abri comme nous l'avons observé à maintes reprises en plongée sur les fonds côtiers (10-40 m) au large de Dakar. Mangold-Wirz observe des pontes allant de 127 000 à 402 000 œufs en Méditerranée (6 femelles). Les grosses femelles ont plus d'œufs que les petites, et Takeda (1990) donne une relation liant la fécondité au poids de la femelle dans les eaux japonaises (120 000 œufs à 1 kg et 225 000 à 2 kg). Plus près du Sénégal, au large du Sahara, Idelhaj (1984) trouve par comptage d'ovocytes des fécondités allant de 85 000 à 240 000 œufs.

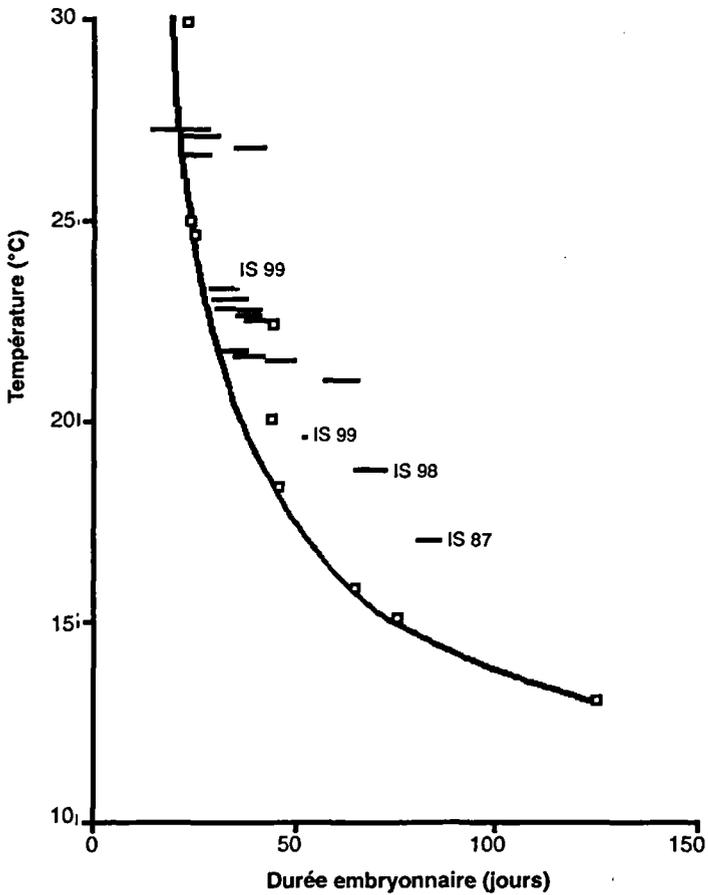
Dès que la ponte est commencée, la femelle ne quitte plus l'abri, qui est souvent sous une roche, qu'elle s'emploie à boucher et dissimuler au mieux en utilisant divers matériaux disponibles dans l'environnement immédiat (petites et moyennes pierres, vieilles coquilles, etc.).

La femelle « à ère » et nettoie souvent les cordons d'œufs par des mouvements d'eau propulsés par son siphon. Nous avons observé, comme Inoue (1951, cité par Takeda, 1990) que si les œufs ne sont plus nettoyés, après extraction de la femelle par exemple, ils meurent rapidement par asphyxie car vite recouverts de particules en suspension dans l'eau.

Il est bien connu que le temps passé entre la ponte et l'éclosion des œufs dépend de la température de l'eau de mer ambiante. Mangold (1983) a tracé une courbe utilisant les valeurs disponibles à l'époque et qui concernent des pontes observées en aquariums. Caverivière *et al.* (1999) reprennent cette courbe et ajoutent 16 nouvelles valeurs en provenance du Sénégal, dont les deux premières observations jamais réalisées en milieu naturel. La figure 1 présente les données de cette étude avec deux nouvelles observations réalisées *in situ*. Au Sénégal, les durées de vie embryonnaire observées surviennent dans un intervalle de 15-42 jours pour une température moyenne de 27 °C, 29-49 jours pour 22-23 °C, 57-65 jours à 21 °C et 80-87 jours à 17 °C.

■ Vie larvaire

L'éclosion des œufs libère des paralarves peu différentes de l'adulte (bras plus courts) qui vont entamer une vie en pleine eau. Nos observations montrent que la femelle peut transporter à l'éclosion les cordons d'œufs en dehors de l'abri quand celui-ci est très confiné (pots à poulpe), sans doute pour faciliter l'accès des paralarves à la mer ouverte. Comme chez d'autres espèces, l'éclosion des premiers œufs paraît déclencher rapidement celle des œufs proches, probablement par des phénomènes chimiques. À l'éclosion les paralarves ont un poids de 1,4 mg (Villanueva *et al.*, 1995). La durée de la vie larvaire dépend, elle aussi, de la température et, en élevage, la vie benthique sur le fond commence 33 à 40 jours après la naissance entre 23 et 27 °C (Itami *et al.*, 1963), après 47 à 54 jours à 21 °C (Villanueva *et al.*, 1995), la vie planctonique pourrait atteindre 3 mois dans les eaux froides en limite de distribution (Rees, 1950; Rees et Lumby, 1954).



■ Figure 1

Durée du développement embryonnaire d'*Octopus vulgaris* en fonction de la température.

Carrés et courbe d'après Mangold (1983).

Traits : observations faites au Sénégal en bassin et *in situ* (IS an).

Octopus vulgaris embryonic development time as a function of temperature.

Curve and spots according to Mangold (1983).

Bars correspond to Senegalese data in tank and *in situ* (IS year).

Juvéniles

La colonisation du fond a lieu à environ 0,2 g, soit 125 fois le poids à la naissance (Villanueva *et al.*, 1995). Avec la croissance des bras le jeune est alors similaire à l'adulte et passe progressivement d'une nourriture planctonique à une nourriture benthique (Mangold, 1983). C'est un prédateur actif de petites proies variées où les petits crabes domineraient.

Du début de la vie benthique à un poids de 50 g, il s'écoulerait de 50 à 90 jours d'après des données d'aquariologie compilées par Mangold (1983).

Nous avons observé en plongée à différentes périodes de l'année de tous petits poulpes (de 1 à 5 g), dans des coquilles vides, des pierres alvéolées, sur des fonds allant de 30 à 35 m. Ce n'est qu'à partir de 10 g que nous avons vu des poulpes dans des terriers creusés dans le sédiment.

Croissance

La croissance du poulpe commun a été étudiée au Sénégal à partir d'élevages en bassin et des données provenant des individus recapturés en mer après avoir été marqués et relâchés (Domain *et al.*, 2000). Les données de 629 individus marqués et recapturés ont été utilisées pour la croissance en mer, 71 individus ont été suivis pour l'étude de la croissance en bassin.

Les données de marquage-recapture sont les premières existantes au monde sur une large échelle, toutes espèces de poulpe confondues, qui permettent une étude correcte de la croissance en milieu naturel. Les changements de poids du poulpe ont été retenus car il a été noté par divers auteurs que la mesure de la longueur des individus est plus aléatoire chez ces animaux sans squelette, et dépend en partie de l'état de contraction musculaire.

Les observations faites en bassin confirment ce qui était déjà assez connu, que des individus élevés ensemble, de même sexe et de même poids de départ, peuvent montrer des croissances très différentes (Mangold et Boletzky, 1973 ; Smale et Buchan, 1981). Il y a une perte de poids avant la mort, qui peut commencer deux semaines avant la ponte chez les femelles et cette perte de poids peut atteindre 50 % du poids maximal atteint par elles (Caverivière *et al.*, 1999). Les mâles perdent également du poids et nous observons qu'ils meurent à peu près en même temps que les femelles qu'ils ont fécondées, ce qui était moins connu mais en accord avec les travaux de Tait (1986) qui tendent à montrer que la reproduction est sous le contrôle de la glande optique qui détermine aussi la sénescence.

Les données de croissance en bassin concernent des individus dont les poids se répartissent entre un minimum de 50 g et un maximum un peu supérieur à 5 kg. La croissance en mer concerne des individus allant de 100 g à 3 kg. Parmi plusieurs types d'équations testées, qui concernent les seules périodes positives d'accroissement en poids, le type exponentiel est le mieux adapté aux données, tant de bassin qu'en mer. La figure 2 représente les données de croissance en bassin, après synchronisation dans le temps des différentes courbes individuelles à partir de l'équation de croissance, pour un âge relatif zéro à 50 g. Cette figure, sans distinction de sexe car aucune différence significative n'a pu être montrée en bassin, permet une bonne visualisation de la variabilité individuelle de la croissance et de la perte de poids précédent le plus souvent la mort. L'importante variabilité des croissances individuelles est également montrée par les données de marquage-recapture en mer.

En élevage et en saison intermédiaire-chaude, la croissance des mâles et des femelles ne diffère pas significativement, mais en saison froide les femelles grossiraient nettement plus vite. Les croissances en mer et en bassin sont représentées sur la figure 3 pour un âge relatif zéro à 50 g, elles sont très proches l'une de l'autre. En âge absolu en mer, sans distinction de sexe et en prenant des valeurs correspondantes à celles d'Itami *et al.* (1963), 33-40 jours pour la vie larvaire après l'éclosion des œufs et 50 jours de vie benthique pour atteindre le poids de 50 g, soit 90 jours pour des températures

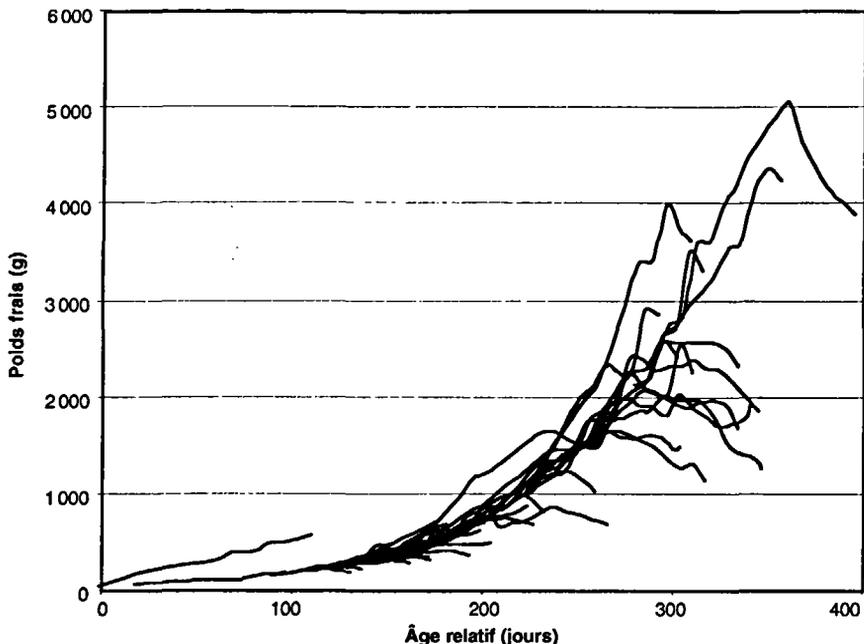


Figure 2
Évolutions individuelles du poids de poulpes élevés en bassin (cf. texte).
Evolution in weight for any Octopuses reared in tank.

voisines de celles des eaux sénégalaises, l'équation de la croissance pondérale est la suivante :

$Wt = \exp^{0,013(t + 210,22)}$ avec Wt le poids en grammes et t l'âge en jours.

À partir de cette équation, il est indiqué ci-dessous quelques poids moyens en fonction de l'âge en jours et en mois :

Âge	121 j	182 j	243 j	304 j	365 j	426 j
	4 mois	6 mois	8 mois	10 mois	12 mois	14 mois
Poids	74 g	164 g	362 g	800 g	1 768 g	3 908 g

D'après les courbes de croissance par sexe obtenues en mer au Sénégal (Domain *et al.*, 2000), les plus gros poulpes rencontrés au Sénégal, 5 kg pour les femelles et 6-8 kg pour les mâles et cela très rarement, seraient âgés de 14 à 18 mois. Prenant en compte la

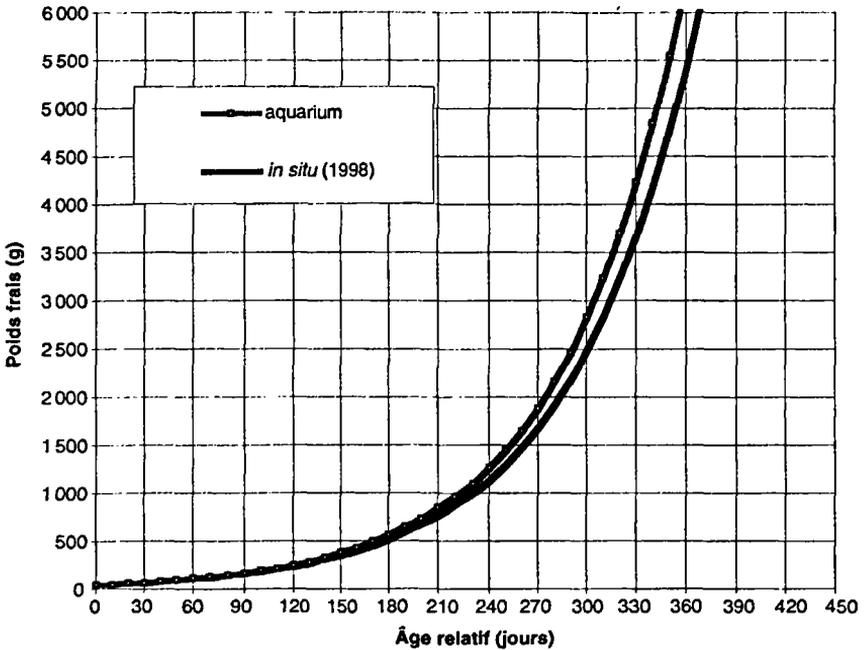


Figure 3

Courbes de croissance pour un âge théorique zéro à 50 g.

Growth curves from a theoretical age zero to 50 g.

grande variabilité de la croissance individuelle qui fait qu'un gros poulpe n'est sans doute pas plus âgé qu'un poulpe de poids nettement inférieur, ces auteurs ramènent la longévité à 12-14 mois. La périodicité des pics d'abondance composés très largement de petits poulpes et observés tous les étés, avec souvent d'énormes variations d'un été à l'autre, milite en faveur d'un cycle de vie de l'ordre d'un an. D'autres arguments militent en ce sens :

- sur près de 1 200 poulpes marqués et recapturés, le temps maximum de liberté a été de 117 jours et seulement 8 poulpes ont atteint 100 jours, leurs marques étant en excellent état, bien visibles et comme faisant partie du poulpe lui-même (pas de blessure due à la marque détectable);
- lors de l'extraordinaire explosion démographique de l'été 1999, il a été régulièrement visité en plongée un lieu (éboulis rocheux tom-

bant sur du sable) situé à la pointe Sud des Iles Madeleines toutes proches de Dakar. Fin août, début des observations, l'abondance des poulpes y était très grande, particulièrement à la lisière roche-sable où plus de 10 individus pouvaient être observés sur une surface de 5 à 10 m². De nombreux accouplements ont été observés et tous les pots d'une filière expérimentale posée en ce lieu étaient occupés. Fin septembre les poulpes étaient nettement moins nombreux et les pots occupés par des femelles surveillant leur ponte. En octobre et novembre l'abondance est encore bien moindre en dehors des pots. En décembre 1999 et en janvier 2000, seuls quelques rares poulpes sont observés et la grande majorité des pots sont vides. Durant toute la période d'abondance, les pêcheurs artisanaux ont été absents de la zone d'observations, occupés à la pêche du poulpe sur des fonds probablement encore plus riches. Ils ne sont donc pas responsables de la diminution d'abondance observée, qui ne serait pas due non plus à une migration (cf. *infra*: § Migrations). Cette diminution d'abondance proviendrait probablement de la mortalité post-reproductive qui décimerait rapidement la population.

Comme dans d'autres régions, on observe au Sénégal que les plus gros individus capturés sont en majorité des mâles. Il y a là une apparente contradiction avec une croissance similaire des deux sexes, ou même plus rapide pour les femelles, et une longévité comparable. Domain *et al.* (2000) concluent sur ce point que certains mâles (rares) pourraient avoir une longévité un peu supérieure à celle des femelles. Cela pourrait être parce qu'ils ne se sont pas reproduits où parce que la variabilité de la croissance des mâles est plus importante que celle des femelles.

Sex-ratio

Le sex-ratio peut varier selon les saisons et les profondeurs (Copace, 1997). Il est dans l'ensemble équilibré pour les tailles petites et moyennes, les mâles dominant dans les grandes tailles.

Reproduction

L'accouplement se fait à « distance » par le bras hectocotyle qui est le 3^e à droite. C'est un bras dont l'extrémité est légèrement transformée chez *O. vulgaris* et qui comporte une gouttière sur sa longueur. Le mâle cherche l'ouverture de la cavité palléale avec ce bras, puis l'orifice de l'oviducte. Le contact avec ce dernier déclenche le transfert des spermatophores émis dans la gouttière par le pénis. Ils vont cheminer jusque dans l'oviducte où ils vont éclater en libérant les spermatozoïdes. Quand la femelle pondra, les spermatozoïdes stockés féconderont les œufs au passage dans l'oviducte. La durée de stockage peut être importante puisque des femelles ont pondu des œufs fertiles 5 mois et plus après leur isolement (Pereiro et Bravo de Laguna, 1981 ; Mangold, 1983).

Les mâles sont aptes très jeunes à se reproduire, dès 260 g pour certains (Copace, 1997), les femelles plus tardivement. Nous avons parfois observé en plongée des femelles avec leur ponte qui ne devaient guère excéder 500 g.

Jusqu'à récemment, très peu d'observations directes ont été faites sur les périodes de ponte. Pour la région au nord du Sénégal, Hatanaka (1979) a pu récolter 27 pontes par chalutage de leurs abris, artificiels comme des conteneurs à huile, de vieilles bottes, etc., ou plus naturels comme de grandes coquilles vides. Les profondeurs ont varié de 15 à 94 m, sans concentration particulière. Par contre 23 des 27 pontes ont été récoltées en septembre-novembre. Les observations effectuées en plongée devant le Sénégal ont permis d'observer 78 pontes différentes de 1997 à 1999, certaines à plusieurs reprises. L'inspection régulière de filières de pots à poulpe mouillées en différents lieux autour de Dakar s'est montrée particulièrement utile sur ce sujet. Des pontes ont été vues tous les mois de l'année, mais deux périodes se distinguent :

- une période de fin septembre à début décembre, riche en pontes qui correspondent à des femelles de faible poids (environ 1 kg), vraisemblablement survivantes du pic d'abondance côtier de l'été. Elle est précédée par l'observation de nombreux poulpes dans les pots, avec souvent un autre poulpe sur le pot ou en dessous, appa-

remment des mâles cherchant à s'accoupler avec les femelles qui occupent des pots ;

- une période de février à début mai, moins riche, mais qui concerne des poulpes plus gros et qui semblent venir du large vers les fonds rocheux. Cette période correspond à la saison de pêche de Kayar (au nord de Dakar, où un canyon sous-marin s'approche très près de la côte) et à la nouvelle période de pêche artisanale profonde dans la région de Dakar.

Il a été noté que la femelle et ses œufs étaient mieux dissimulés en fin de période de ponte (il faut alors un œil très exercé pour les repérer en milieu naturel) qu'au début.

Alimentation

De nombreuses études ont porté sur l'alimentation du poulpe commun à partir de l'étude des contenus stomacaux. Son alimentation serait le plus souvent à base de crustacés¹, mais son caractère opportuniste a été mentionné à plusieurs reprises. Au Sénégal, une étude récente (Diatta, 2000) conduite par cette méthode indique les crustacés, suivis des poissons, comme proies préférentielles et les mollusques comme proies secondaires.

L'étude des contenus stomacaux aurait cependant l'inconvénient de minorer de façon importante la part des mollusques dans l'alimentation. En effet, seule la chair du mollusque est ingérée et est rapidement digérée, elle n'inclut pas de partie dure pouvant laisser une trace plus durable comme pour les crustacés et les poissons. Les observations en plongée devant Dakar et la Petite Côte ont montré de nombreuses coquilles de bivalves récemment consommés devant

¹ Seul Hatanaka (1979), pour la zone saharienne, trouve une alimentation côtière (16-26 m) dominés par les coquillages (45-61 %), suivis par les poissons (19-34 %), puis les crustacés et céphalopodes (20 % à eux deux).

presque chaque abri de poulpes. Le fait que les fortes abondances de poulpes se trouvent sur les fonds sableux et sablo-vaseux riches en coquillages et très pauvres en autres proies potentielles (sable nu, très rares poissons, aspect désertique) est un élément de nature à conforter l'idée que les bivalves (praires, amandes, venus, etc.) sont la proie préférentielle sur les fonds côtiers. Il semble même que le nombre de terriers dans une zone suive la distribution en taches des coquillages. Une autre observation en faveur de ce type d'alimentation, montre que même vivant près d'une barrière rocheuse, les poulpes se trouvent en majorité à la lisière roche-sable, profitant des cailloux pour au moins y adosser leurs terriers et restant proches du sable où se trouve la source principale de nourriture. De plus, même les poulpes ayant leur abri au sommet de la barre rocheuse se nourrissent en partie d'espèces de bivalves qui ne peuvent provenir que du fond sableux situé plus bas. Bien sûr, les observations en plongée peuvent surestimer la part des bivalves dont les coquilles récemment consommées sont bien visibles, alors que les carapaces de crabes par exemple peuvent être plus facilement emportées par le courant. Nous n'avons cependant observé qu'une seule fois une carapace près d'un terrier pour plusieurs centaines d'observations. Nous sommes donc persuadés, que même si les observations *in situ* exagèrent la part des bivalves, ceux-ci sont malgré tout la base de l'alimentation des poulpes sur les fonds côtiers du Sénégal.

Le taux de conversion de la nourriture est considérable et de nombreuses études en aquarium indiquent qu'il est de l'ordre de 50 % en poids vif pour une nourriture à base de crustacés (Mangold, 1997). On trouve souvent dans la littérature que le poulpe creuse un trou dans la coquille des mollusques bivalves à l'aide de son bec pour pouvoir les consommer ensuite. De nombreuses observations de coquilles de bivalves récemment consommés par des poulpes ont été effectuées au Sénégal, rares sont les coquilles ayant montré ces trous caractéristiques ou une détérioration de leur bordure qui aurait pu être faite par le bec d'un poulpe à ce niveau. La communauté d'un site Internet consacré aux céphalopodes ayant été interrogée à ce sujet, trois réponses nous sont parvenues qui indiquent que la première méthode utilisée par les poulpes est la force brute, ils utilisent leurs tentacules et ventouses pour déboîter les deux valves. Un correspondant indique que le déboîtement a lieu habituellement à la 4^e tentative, ce qui prend environ 15 secondes au total.

Le poulpe apparaît susceptible de faire des provisions. Nous avons observé à de nombreuses reprises plusieurs bivalves vivants à l'intérieur des pots. Si l'on suppose que les bivalves sont déterrés par les poulpes après avoir observé l'ouverture du siphon à la surface du sédiment, il est alors probable que la recherche de cette nourriture s'effectue plutôt de jour. Ceci est à rapprocher des résultats obtenus par Caverivière (1990) qui a étudié les rendements de près de 2 500 traits de chalut de 4 chalutiers lors de l'explosion démographique de l'été 1986. Les rendements de jour sont très significativement supérieurs à ceux de nuit, ce qui indique vraisemblablement une présence plus grande hors des terriers.

Il est bien connu que le poulpe est cannibale, et nous avons observé cela à plusieurs reprises en plongée et lors de l'élevage de poulpes en bassins. Ce phénomène se produit pour toutes les tailles (observé en bassin dès 50 grammes), mais serait plus marqué pour les gros individus. Il est vraisemblable qu'il soit plus important lors des explosions démographiques, comme celle observée durant l'été 1999 au Sénégal. La promiscuité et la raréfaction de la nourriture disponible doivent alors conjuguer leurs effets.

Prédateurs

L'augmentation d'abondance du poulpe au sud Maroc, Mauritanie, puis Sénégal, a été mise en relation, sans preuve irréfutable (Balguerías et Quintero, 1998), avec la diminution de certains de ses prédateurs comme les sparidés et les serranidés (Pereiro et Bravo de Laguna, 1981 ; Caddy, 1981 ; Gulland et Garcia, 1984 ; Caverivière, 1990). Une étude vient d'être menée au Sénégal sur le régime alimentaire des prédateurs potentiels du poulpe (Diatta, 2000). 176 estomacs de sélaciens contenant de la nourriture ont été examinés, appartenant à 13 espèces différentes. Seuls 3 poulpes (juvéniles et restes) ont été trouvés chez 2 espèces (tabl. 1). 671 estomacs de téléostéens contenant de la nourriture ont été aussi examinés, appartenant à 42 espèces différentes. Seuls 13 poulpes ont

Prédateurs	Estomacs examinés	Longueur totale (cm) du prédateur	Nombre <i>Octopus</i>	Poids (g) <i>Octopus</i>
<i>Scyliorhinus cervignoni</i>	2	51,2	1	0,09
<i>Squatina oculata</i>	14	113,1 - 91,4	2	251 - 126
<i>Epinephelus aeneus</i>	39	61,3 - 70,6	3	2,2 - 33 - 22
<i>Rachycentrum canadum</i>	28	79,3 - 92,5	2	6,2 - 108
<i>Coryphaena hippurus</i>	13	110,5	1	40
<i>Lutjanus agennes</i>	103	68,5 - 115,5	2	0,5 - 108
<i>Pagrus auriga</i>	1	37,1	1	2,5
<i>Hyperoglyphe moselii</i>	105	69,5 - 73,5	2	20 - 166
<i>Euthynnus alleteratus</i>	52	61,1	1	13
<i>Sarda sarda</i>	11	52,5	1	5

Tableau 1

Espèces étudiées par Diatta (2000) qui ont montré des poulpes *Octopus vulgaris* dans les contenus stomacaux.

Fish species studied by Diatta (2000) with Octopus vulgaris in stomach contents.

été trouvés chez 8 espèces. Il apparaît que les prédateurs sont de grande taille et les poulpes consommés des juvéniles. La prédation sur le poulpe semble donc faible et 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 par l'homme.

Il semble que les poulpes survivent souvent aux attaques des prédateurs, d'où un nombre important de poulpes vus avec des bras coupés. Nous n'avons observé qu'une seule fois une attaque sur un poulpe. Il s'agissait d'un poulpe d'1 kg environ qui se trouvait en dehors de son abri. Une murène (*Muraena melanotis*) de grande taille l'a attaqué à deux reprises, le poulpe s'étant mis en « boule » avec les bras protégeant sa tête. À la deuxième attaque, la murène a arraché un bout de tentacule et est partie. Ces murènes sont très communes sur les fonds rocheux côtiers du Sénégal.

I Migrations

L'abondance des poulpes durant les mois d'été pourrait provenir de mouvements migratoires. Plusieurs éléments de réponse ont été apportés au sujet de possibles migrations :

- l'existence de terriers profonds, apparemment creusés par les poulpes, est un élément en faveur d'une certaine sédentarité des individus. Ces terriers, calibrés à la taille du poulpe qui l'occupe et où celui-ci trouve un abri qui paraît sûr dans des zones nues, demandent sans doute un temps non négligeable pour être réalisés. Il est donc probable que le poulpe n'en change pas volontiers. Des observations par caméra sous-marine montrent un temps de résidence d'au moins 48 heures, malheureusement les observations n'ont pu être poussées au-delà ;

- quelques marquages de poulpes ont été effectués dans la zone côtière (fonds de 16-30 m en été). Les 9 poulpes recapturés l'ont été à proximité des lieux de marquage, dont 4 de 29 à 68 jours après celui-ci. D'autre part, près de 5 800 poulpes ont été marqués et relâchés dans des eaux plus profondes (80-120 m essentiellement) et près de 1 200 ont été recapturés par la pêche artisanale et la pêche industrielle. Dans presque tous les cas les poulpes ont été récupérés à proximité des lieux de marquage (Domain *et al.*, présent ouvrage). Le seul mouvement qui semble apparaître concerne des poulpes qui quitteraient le rebord du plateau vers les fonds intermédiaires en saison froide (pour la reproduction ?) ;

- l'occupation des zones de pêche dans le temps et l'espace par les pirogues cherchant le poulpe n'est compatible qu'avec un mouvement lent de l'espèce de la côte vers le large (Caverivière *et al.*, 2000), ou du sud vers le nord d'après les achats sur les plages d'une importante usine de la place.

I Existence de sous-populations ?

Le gros de la pêche du poulpe se fait en été sur les fonds côtiers, particulièrement par la pêche artisanale qui cible les petits poulpes issus

du pic de ponte de l'automne précédent. Cependant, de février à avril-mai, les chalutiers ramènent des quantités non négligeables de poulpes de zones plus profondes situées entre 80 et 130 m et plus particulièrement de la zone Nord. La pêche artisanale basée à Kayar cible aussi les poulpes en saison froide, ainsi que plus récemment, en zone profonde dans le sud de Dakar, la pêche artisanale basée à Soumbédioune (Dakar) et sur la Petite Côte. La recherche de poulpes pour des opérations de marquage par le N/O *Louis Sauger* a permis de déceler de fortes abondances dans ces zones de pêche qui ont pour caractéristiques d'être des fonds sableux riches en carbonates et coquillages (du genre *Xenophora* en particulier). De nombreux petits poulpes y ont été rencontrés en dehors de l'été (tabl. 2 et fig. 4) et le déplacement des modes semble indiquer qu'ils se développent sur ces fonds. Il pourrait donc exister deux sous-populations et ce serait les adultes de la sous-population profonde qui se déplaceraient quelque peu vers la côte en période froide pour la reproduction et la ponte (cf. § Reproduction). Compte tenu de la longue période larvaire de pleine eau et de l'importante dispersion quelle implique, il est probable que les juvéniles de poulpes accédant à la vie benthique

Dates	Zone	Profondeur	Nombre poulpes	Poids moyen	Mode (classe de 100 g)
13-17 juin 1997	Sud Dakar	104-112 m	724	639 g	500-600 g
18 au 18 juin 1997	Nord Kayar	115-118 m	629	810 g	500-600 g
13-14 nov. 1997	Nord Kayar	110-170 m	156	172 g	0-100 g
24 fév.-6 mars 1998	Sud Dakar	90-130 m	936	452 g	200-300 g
10 au 10 mars 1998	Nord Kayar	Autour 110 m	699	307 g	100-200 g
14 au 14 avril 1998	Sud Dakar	110 m	194	482 g	300-400 g
14 au 14 avril 1998	Nord Kayar	110 m	927	227 g	200-300 g
10 au 10 mai 1998	Nord Kayar	100-120 m	576	344 g	200-300 g
11 juin 1998	Sud Dakar	110 m	53	674 g	400-500 g

■ Tableau 2

Poids moyens et mode des poulpes *O. vulgaris* capturés en zone profonde lors des campagnes de marquage du *Louis Sauger* au nord et au sud de Dakar.

Mean weights and modes for O. vulgaris fished during R/V Louis Sauger tagging cruises in deep areas North and South Dakar.

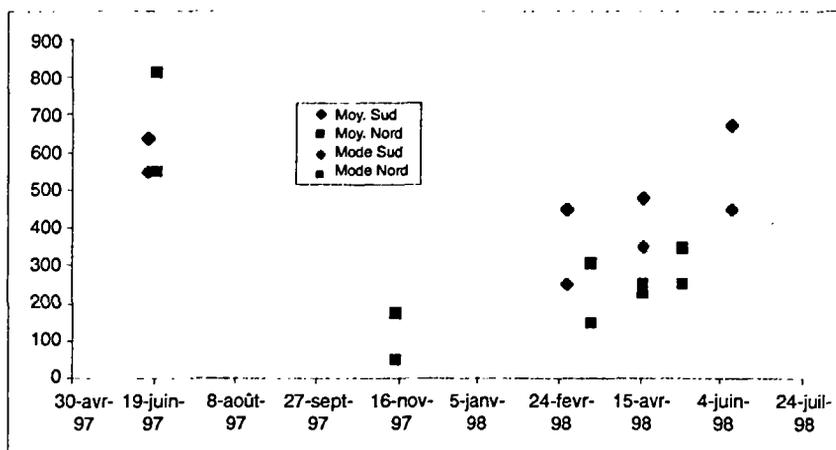


Figure 4

Poids moyens et mode des poulpes *O. vulgaris* capturés en zone profonde lors des campagnes de marquage du *Louis Sauger* au nord et au sud de Dakar.

Mean weights and modes for O. vulgaris fished during R/V Louis Sauger tagging cruises in deep areas North and South Dakar.

ne se développent que dans les zones favorables, en particulier du point de vue de la nourriture.

Conclusion

La capacité du poulpe *Octopus vulgaris* à creuser des terriers profonds dans les fonds meubles, phénomène encore peu ou pas connu, du moins à cette échelle, est un élément important pour comprendre sa large distribution sur ce type de substrat. Il s'agit en particulier de fonds sableux, riches en bivalves, d'où il tire l'essentiel de sa nourriture sur les fonds côtiers du Sénégal. Ces abris offrent apparemment aux poulpes une excellente protection tant qu'ils ne le quittent pas à la recherche de nourriture ou pour d'autres raisons.

La croissance est de type exponentiel et la durée de vie moyenne est de l'ordre de l'année, ce qui est confirmé par la reproductibilité plus ou moins importante de l'arrivée des jeunes recrues dans la pêche côtière en été (2 ans ou plus étant exclus).

La courte durée de vie et le nombre important d'œufs que chaque femelle est susceptible de pondre, œufs qu'elle protège et soigne, font du poulpe commun une espèce susceptible d'explosions démographiques brutales d'une année sur l'autre. Cela quand les conditions de l'environnement, en relation avec de forts vents alizés en saison froide précèdent la saison de pêche estivale (Caverivière et Demarcq, Laurans *et al.*, présent volume), sont favorables à la survie des larves et juvéniles. Ces explosions sont aussi favorisées par la diminution de la prédation sur les juvéniles et adultes. Seuls les gros individus des espèces prédatrices sont susceptibles de les consommer et ceux-ci sont en large diminution dans les eaux sénégalaises.

La mort des femelles est inéluctable après l'éclosion des œufs et elles sont inaccessibles à la pêche pendant la période de couvain. Les mâles qui se sont reproduits ne survivent guère aux femelles qu'ils ont fécondées.

Les conditions de survie des juvéniles, en particulier la nourriture disponible, semblent déterminer l'existence de deux sous-populations, une côtière et l'autre plus profonde, autour de la sonde 100 m de certaines zones. Ces deux ensembles se mélangeraient assez peu au niveau des adultes et juvéniles et auraient des dynamiques différentes.

Bibliographie

- BALGUERIAS E.,
QUINTERO M.E., 1998 —
*The origin of the Saharian fishery
for cephalopods.*
Ices CM 1998/M:33, 13 p.
- CADDY J.F., 1981 —
*Quelques caractéristiques
de l'aménagement des stocks
de céphalopodes au large
de l'Afrique de l'Ouest.* FAO,
Copace/Tech/81/37, 33 p.
- 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: 1-42.
- CAVERIVIÈRE A., 1994 —
« Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au
Sénégal : une nouvelle ressource ». *In*
BARRY-GÉRARD M., DIOUF T.,
FONTENEAU A. (éd.): *L'évaluation
des ressources exploitables
par la pêche artisanale sénégalaise.*
Paris, Orstom, coll. Colloques et
séminaires, t. II: 245-256.
- CAVERIVIÈRE A., DOMAIN F.,
DIALLO A., 1999 —
Observations on the influence
of temperature on the length
of embryonic development in
Octopus vulgaris (Senegal). *Aquat.
Living Resour.*, 12 (2): 151-154.
- CAVERIVIÈRE A., DIALLO M.,
DOMAIN F., JOUFFRE D., 2000 —
« Répartition côtière du poulpe
Octopus vulgaris sur la Petite Côte
du Sénégal et son exploitation
par la pêche artisanale ». *In*
GASCUEL D., CHAVANCE P., BEZ N.,
BISEAU A (éd.): *Les espaces de
l'halieutique.* Paris, Orstom, coll.
Colloques et séminaires: 269-283.
- Copace, 1997 —
*Rapport du groupe de travail ad hoc
sur les céphalopodes.* FAO,
Copace/Pace Séries 97/63, 103 p.
- DIATTA Y., 2000 —
*Le régime alimentaire du poulpe
commun, Octopus vulgaris
Cuvier, 1797 (Cephalopoda,
Octopodidae) et de ses prédateurs
potentiels au long de la côte
du Sénégal (Atlantique oriental
tropical).* Thèse 3e cycle biologie
animale, univ. Cheikh Anta Diop
de Dakar, n° 049, 136 p.
- DOMAIN F., 1977 —
*Carte sédimentologique du plateau
continental sénégalais. Extension
à une partie du plateau continental
de la Mauritanie et de la Guinée
Bissau.* Paris, Orstom, Notice
explicative 68, 17 p. + 3 cartes.
- DOMAIN F., JOUFFRE D.,
CAVERIVIÈRE A., 2000 —
Growth of *Octopus vulgaris* from
tagging in Senegalese waters. *J. Mar.
Biol. Ass. U.K.*, 80 (4): 699-706.
- GULLAND J.A., GARCIA S., 1984 —
« Observed patterns in multispecies
fisheries ». *In* MAY R.M. (ed.):
Exploitation of marine communities.
Dahlem Konferenzen 1984, Springer-
Verlag: 155-190.
- HATANAKA H., 1979 —
Studies on the fisheries biology
of common octopus off the northwest
coast of Africa. *Far. Seas Fish Res.
Lab.*, Bull. 17: 13-124.
- Idelhaj A., 1984 —
*Analyse de la pêche
des céphalopodes de la zone
de Dakhla (26 °N-22 °N) et résultats
des études biologiques effectuées
lors des campagnes du navire
de recherche IBN-SINA de 1980
à 1983.* Inst. Sci. Pêches Mar.
(Office national des Pêches
du royaume du Maroc),
coll. Travaux et Documents, 42, 34 p.

- ITAMI K., IZAWA Y.,
MAEDA S., NAKAI K., 1963 —
Notes on the laboratory culture
of the octopus larvae.
*Bulletin of the Japanese Society of
Scientific Fisheries*, 29 (6), 514-519.
- MANGOLD-WIRZ (K.), 1963 —
Biologie des céphalopodes
benthiques et nectoniques
de la mer catalane. *Vie et Milieu*,
suppl. 13, 285 p. + pl.
- MANGOLD K., 1997 —
« *Octopus vulgaris*: review of the
biology » In LANG M. A., HOCHBERG F.
G. (ed.): *The Fishery and market
potential of octopus in California*.
Washington, Smithsonian Institution:
85-90.
- MANGOLD K.,
VON BOLETZKY S., 1973 —
New data on reproductive biology
and growth of *Octopus vulgaris*.
Marine Biology, 19, 7-12.
- PEREIRO J.A.,
BRAVO DE LAGUNA J., 1981 —
*Dynamique des populations
et évaluation des stocks de poulpes
de l'Atlantique Centre-Est*. FAO,
Copace/Pace Séries 80/18, 57 p.
- REES W.J., 1950 —
The distribution of *Octopus vulgaris*
Lamarck in British waters. *J. Mar. biol.
Ass. U. K.*, 29: 361-382.
- REES W.J., LUMBY J.R., 1954 —
The abundance of *Octopus*
in the English Channel.
J. Mar. biol. Ass. U. K., 33: 515-536.
- SMALE M.J., BUCHAN P.R., 1981 —
Biology of *Octopus vulgaris* off
the East Coast of South Africa.
Marine Biology, 65: 1-12.
- TAIT R.W., 1986 —
*Aspects physiologiques
de la sénescence post-reproductive
chez Octopus vulgaris*. Thèse doc.,
univ. Paris-VI, 250 p.
- TAKEDA R., 1990 —
Octopus resources.
Mar. Behav. Physiol., 18: 111-146.
- VAN HEUKELEM W.F., 1976 —
*Growth, bioenergetics and life-span
of Octopus cyanea and Octopus
maya*. Ph. D. Dissertation, University
of Hawaii, 224 p.
- VILLANUEVA R., NOZAIS C.,
BOLETZKY (v) S., 1995 —
The planctonic life of octopuses.
Nature, 377: p. 107.

Poulpe
et environnement

partie 2



Environnement et variabilité des populations de poulpes *Octopus vulgaris* en Afrique de l'Ouest

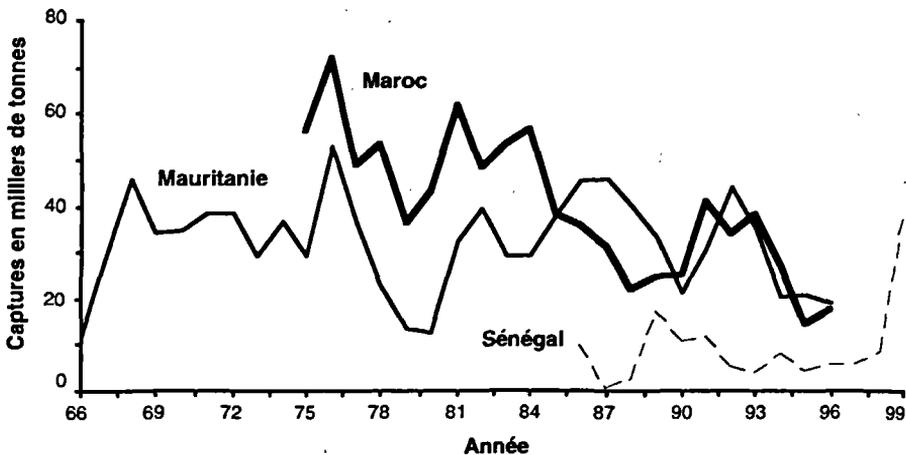
Valérie Faure
Écologue halieute

I Introduction

L'activité de pêche constitue une ressource économique primordiale pour la plupart des pays du Sud situés le long des zones d'upwelling. Ces zones sont des lieux de pêche traditionnels de petits pélagiques et de poissons démersaux, mais les populations de poulpe commun *Octopus vulgaris* se sont désormais largement développées dans certaines zones. En Afrique de l'Ouest en particulier, et plus exactement au Sud Maroc, en Mauritanie et au Sénégal, la pêche aux poulpes est devenue prépondérante et a ainsi remplacé certaines pêcheries démersales en déclin, comme celle des sparidés qui était pourtant largement dominante. Les pêcheries de céphalopodes se sont développées au large des côtes nord-ouest africaines vers la fin des années soixante, et plus récemment au Sénégal en 1986, alors que l'abondance des poulpes était en forte hausse et le contexte économique favorable (création de débouchés avec la forte valeur marchande d'*Octopus vulgaris* sur les marchés internationaux). Le poulpe constitue désormais l'une des principales ressources halieutiques de ces trois pays et l'Atlantique Centre-Est supporte ainsi les pêcheries mondiales de poulpes les plus actives (Sy-Moussa et Tchernikhov, 1985 ; Fernandez-Nunez *et al.*, 1996).

En contrepartie d'une forte abondance et d'une valeur économique élevée, les populations de poulpes présentent des fluctuations de grandes amplitudes (fig. 1) dont les conséquences peuvent être lourdes à tous les niveaux de la filière pêche (difficultés pour définir les stratégies de pêche, prévoir les capacités de traitement des usines ou encore définir des plans de gestion de la ressource).

La question de savoir comment gérer au mieux cette ressource devenait une préoccupation croissante pour les différents acteurs engagés dans son exploitation. Et ce d'autant plus que depuis une vingtaine d'années, les rendements et débarquements au large des côtes marocaines et mauritaniennes présentent une baisse significative (Copace, 1997). Mieux connaître la ressource devenait notamment essentiel car il existe un certain nombre de lacunes et incertitudes sur la biologie (reproduction, croissance), sur l'écologie (comportement migratoire) et sur la dynamique de ces populations ouest-africaines d'*Octopus vulgaris*, qui sont des paramètres



Source : CRODT pour le Sénégal, CNROP pour la Mauritanie et El Gharbi et Idelhaj (1986) pour le Maroc.

Figure 1
Évolution annuelle des captures de poulpes commun (*Octopus vulgaris*) en Afrique de l'Ouest.

Annual fluctuations of *Octopus vulgaris* catches in West-African waters.

clés des modèles de gestion. Le programme sur les céphalopodes benthiques dont les principaux résultats sont présentés dans cet ouvrage, a été mis en place pour répondre à cette demande. Le rôle des fluctuations de l'environnement physique et des interactions plurispécifiques sur la variabilité des populations de poulpes a ainsi fait l'objet d'une étude approfondie (Faure, 2000).

■ Environnement et prédation : deux hypothèses fondamentales

En général dans les modèles de dynamique des populations, les variations d'une ressource marine sont attribuées à des modifications des caractéristiques d'exploitation (stratégies des pêcheurs, effectif des flottilles, variations de l'effort...). Il a été cependant reconnu que l'impact anthropique est bien souvent insuffisant à lui seul pour expliquer les variations de la ressource et que l'environnement peut avoir un rôle fondamental. Chez *Octopus vulgaris* tout particulièrement, il y a de fortes raisons de penser que les fluctuations de l'environnement puissent être, au moins en partie, à l'origine de la variabilité des populations. Ces raisons viennent de certaines des caractéristiques biologiques principales de l'espèce : un soin maternel développé qui limite fortement la mortalité au stade des œufs, une phase planctonique relativement longue durant laquelle les larves sont particulièrement vulnérables aux conditions du milieu et enfin, une mort post-reproductive des parents qui limite la durée de vie du poulpe à 1 an-1 an et demi (Domain *et al.*, 2000). Ces caractéristiques, avec l'absence de chevauchement entre les générations, entraîneraient une forte sensibilité des populations aux fluctuations des paramètres physiques et biologiques du milieu (Boyle, 1990; Sanchez et Martin, 1993; Boyle et Boletzky, 1996). Le stade paralarvaire serait le stade le plus vulnérable (Saville, 1987; Villanueva *et al.*, 1995) et les variations de mortalité durant ce stade conditionneraient la production globale annuelle étant donnée que la biomasse du stock de l'année dépend presque entièrement d'un ou deux recrutements (Boyle et Boletzky, 1996).

L'environnement physique en zone d'upwelling est particulièrement instable dans le temps et dans l'espace (à l'échelle saisonnière et inter-annuelle) et il y a toutes les raisons de penser que cette instabilité puisse avoir des répercussions importantes sur le recrutement des poulpes et être à l'origine au moins en partie de leurs fluctuations. Ces zones étant de plus les lieux de pêche traditionnels de poissons démersaux, dont les sparidés et les serranidés, connus comme les principaux poissons prédateurs de poulpes, on ne peut exclure également l'hypothèse d'un impact du contexte plurispécifique. Aucune de ces deux hypothèses n'a pu jusqu'à ce jour être privilégiée dans les quelques études de l'apparition de la ressource au large du Sahara (Caddy, 1981, 1983 ; Bravo de Laguna, 1989), où la possibilité d'effets combinés des deux facteurs n'a d'ailleurs pas été exclue.

Les relations entre les évolutions des environnements physique et biologique et celles de l'abondance des poulpes ont été étudiées pour chacun des trois principaux stocks présents le long du littoral ouest-africain. Dans cette approche ont été intégrés les principaux processus théoriques développés sur les causes des variations de la mortalité des individus durant les premiers stades de vie, à savoir la disponibilité alimentaire (Cushing, 1975), les processus dispersifs (Sinclair, 1988 ; Lasker, 1975 ; Bakun, 1996) et la prédation (Bailey et Houde, 1989).

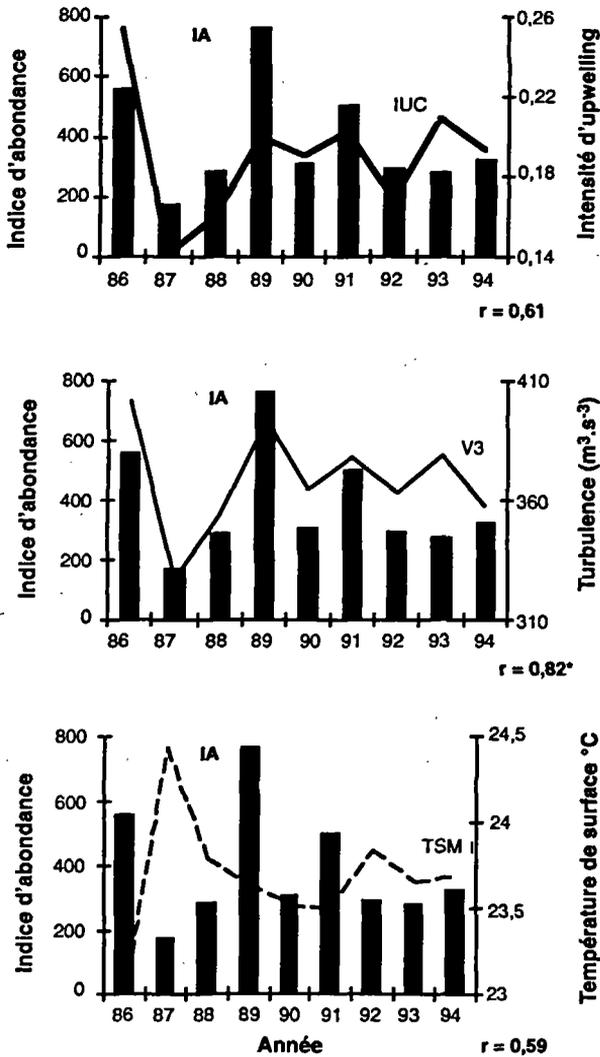
■ Un impact déterminant des fluctuations de l'environnement physique

Les variations d'abondance des populations de poulpes ont été étudiées à partir des statistiques de pêches commerciales, c'est-à-dire des débarquements, des prises par unité d'effort (données provenant du CRODT pour le Sénégal, du CNROP pour la Mauritanie et extraites de El Gharbi et Idelhaj, 1986, pour le stock de Dakhla), ou encore à partir d'indices d'abondance (Sandon, 1998).

Quatre indices environnementaux ont été retenus pour caractériser l'environnement physique. Il s'agit de la température de surface de

la mer (TSM), de l'intensité de l'upwelling côtier (IUC), de la turbulence (V3) et d'un indice de rétention côtière (IRC). Les méthodologies de calcul des trois derniers indices sont détaillées dans Faure (2000) et Demarcq et Faure (2000). Ces indices permettent d'appréhender les principaux processus hydroclimatiques que l'on suppose être déterminants sur la survie des larves de poulpe, tout comme pour la plupart des populations marines en zone d'upwelling (Bakun, 1996), c'est-à-dire respectivement: (1) le processus d'enrichissement (IUC) qui permet d'estimer la disponibilité alimentaire, (2) la température qui a des effets directs sur la reproduction, la survie des larves, la croissance et la durée des différentes phases du cycle de vie, (3) les processus de dispersion (V3) qui conditionnent notamment la disponibilité de la nourriture et enfin (4) le processus de rétention côtière qui est fondamental en maintenant les larves dans un habitat favorable. Les données environnementales proviennent, d'une part, de la base COADS (données mensuelles d'IUC, de V3 et de TSM depuis 1950 remises en forme par Claude Roy) et, d'autre part, du traitement des images du satellite Météosat (TSM et IRC depuis 1984) à une échelle spatio-temporelle plus fine (Demarcq et Faure, 2000).

Les relations entre les indices d'abondance des poulpes et les paramètres physiques ont été étudiées en confrontant les différentes séries temporelles puis explorées à l'aide de modèles additifs généralisés (Breiman et Freidman, 1985; Hastie et Tibshirani, 1990). Les résultats obtenus pour les zones de Dakhla et du Cap Blanc, non significatifs, ne sont pas discutés ici (pour plus de détail voir Faure, 2000), seules les relations très nettes observées pour la zone sénégalaise sont mises en avant. Les forts coefficients de corrélation laissent en effet clairement supposer que l'apparition massive de la ressource et la taille du stock de poulpes sont en grande partie déterminées par les conditions d'intensité de l'upwelling, de turbulence et de la température de la mer dans cette zone (fig. 2). L'indice d'abondance évolue globalement en phase avec l'intensité de l'upwelling côtier et l'indice de turbulence et en opposition avec la température de surface de la mer. Les années de forte production de poulpes se distinguent ainsi nettement par des caractéristiques environnementales bien spécifiques et opposées à celles observées de plus faible abondance. Une analyse des anomalies mensuelles environnementales (Faure, 2000) a cependant montré qu'une forte



■ Figure 2

Évolutions annuelles comparées d'un indice d'abondance (IA) du poulpe commun au Sénégal et de 3 paramètres environnementaux (IUC : Intensité d'upwelling côtier ; V3 : Turbulence ; TSM : Température de surface de la mer). Les coefficients de corrélation (r) sont précisés en bas à droite de chacun des graphiques.

Annual fluctuations of Octopus vulgaris abundance index (IA) in Senegal compared to those of three environmental parameters (IUC: Coastal upwelling intensity; V3: Turbulence; TSM: sea surface temperature). Correlation coefficients (r) are noted in the down right of each graph.

intensité d'upwelling n'était pas une condition suffisante mais que l'existence d'une continuité de la saison d'activité de l'upwelling était une condition essentielle pour maximiser le recrutement.

Les analyses réalisées à l'aide des modèles additifs généralisés suggèrent des relations variables en intensité et en forme pour les différents stocks considérés (tabl. 1). Au large du Cap Blanc et de Dakhla, les formes des relations témoignent d'un effet défavorable sur l'abondance des poulpes d'une intensification de l'upwelling et de la turbulence et d'une augmentation de la température de surface de la mer. Sur la Petite Côte (Sénégal Centre), les résultats avec les deux premiers paramètres sont inverses et sur la Grande Côte (Sénégal Nord) les relations sont en forme de dôme. Cette hétérogénéité spatiale des relations est à mettre en parallèle avec celle des processus environnementaux le long du littoral et notamment des différences d'intensité et de structure de l'upwelling. Sur la Petite Côte, l'enrichissement trophique croissant résultant d'une intensification de l'upwelling bénéficie aux populations de poulpes en assurant

Zones	Variables biologiques	Variables environnementales		
		IUC	V3	TSM
Dakhla	PUE	-	-	-
Cap Blanc	PUE	-	-	-
Grande côte	Captures totales	dôme	dôme	dôme
Petite côte	Captures totales	+	+	-

+ relation positive ; - relation négative

Tableau 1

Formes des relations obtenues par les modèles additifs généralisés entre les indices d'abondance des principaux stocks de poulpe en Afrique de l'Ouest et 3 paramètres environnementaux (IUC: Intensité d'upwelling côtier ; V3: Turbulence ; TSM: Température de surface de la mer).

Shapes of the optimal transformations from the generalized additive models considering the abundance indices of the main Octopus vulgaris West-African stocks as the dependent variable and three environmental indices as the predictor variables (IUC: Coastal upwelling intensity; V3: Turbulence; TSM: sea surface temperature).

une nourriture abondante aux larves et juvéniles. Au nord, l'inversion des relations traduit l'existence d'un seuil d'intensité au-delà duquel les processus environnementaux seraient limitants et souligne par conséquent la potentialité d'effets contradictoires des processus d'enrichissement et de dispersion inhérents au processus d'upwelling. De forts alizés dans ces régions limitent probablement le recrutement des poulpes en provoquant de lourdes pertes de larves par dispersion vers le large et par diminution de la disponibilité alimentaire consécutives aux processus dispersifs plus forts qu'au sud du Cap Vert. Cette possibilité d'un effet contradictoire d'un même facteur entre le nord et le sud du Cap Vert n'est pas paradoxale car de tels résultats ont déjà été décrits pour des populations de poissons de ces régions, notamment par la théorie de la fenêtre environnementale optimale (Cury et Roy, 1989 ; Faure et Cury, 1998).

■ Un compromis environnemental durant la phase paralarvaire : la clé de la variabilité du recrutement

Le stade paralarvaire étant particulièrement vulnérable (Boyle et Boletzky, 1996), les variations de la mortalité durant ce stade sont supposées être la principale source de variabilité de la taille du stock. Autrement dit, les conditions environnementales auxquelles sont soumises les paralarves sont les facteurs clés du déterminisme du recrutement de l'espèce. Afin de tester cette hypothèse, les relations entre les conditions environnementales rencontrées durant les périodes d'abondance de larves et l'importance des pics de recrutement consécutifs ont été étudiées pour la zone du Cap Blanc. L'essentiel de la production de poulpe de Mauritanie provient de cette zone au large du Banc d'Arguin, dont les caractéristiques environnementales particulièrement favorables, en font une zone privilégiée de reproduction de nombreuses espèces marines. Les détails de cette étude sont publiés dans Faure *et al.* (2000).

Les intensités des deux principaux pics annuels de recrutement (été et hiver) du poulpe ont pu être reliées aux conditions environne-

mentales observées au niveau du Banc d'Arguin 6 à 9 mois plus tôt, c'est-à-dire au moment de l'abondance maximale de larves (automne et printemps). Une forte rétention côtière apparaît comme un facteur clé durant la phase larvaire de printemps. Cette phase a en effet lieu à une période de forte turbulence et d'enrichissement maximal qui suit une saison de forte activité d'upwelling. La rétention côtière permettrait alors de limiter les processus dispersifs et par conséquent de réduire significativement la mortalité larvaire. Ce résultat souligne la forte incidence sur le recrutement des pertes de larves par dispersion vers le large durant la période d'activité de l'upwelling et confirme l'importance du processus de rétention côtière pour le recrutement des populations marines (Sinclair, 1988). L'intensité d'upwelling ne permettrait d'expliquer qu'en partie les variations du recrutement et essentiellement celles du recrutement estival provenant des éclosions d'automne. En cette période de début de saison d'upwelling, les conditions de rétention côtière et de turbulence sont faibles et le facteur trophique est alors le plus limitant. Les entrées d'eaux froides observées chaque année dans le banc à cette période, qui se traduisent par une diminution de l'indice de rétention qui est calculé à partir de gradient de température entre la côte et le large (Demarcq et Faure, 2000), enrichissent la zone et par conséquent favorisent le recrutement. Cette variabilité saisonnière des relations souligne une nouvelle fois l'importance d'un compromis entre les processus d'enrichissement trophique, de dispersion et de rétention côtière comme cela a pu être observé à l'échelle annuelle pour certaines populations de poissons pélagiques de zones d'upwelling (Cury et Roy, 1989) et conformément à la triade de Bakun (1996).

■ Un contexte plurispécifique favorable

Certains poissons démersaux présents en abondance au large des côtes ouest-africaines sont des prédateurs de poulpes et les variations d'abondance de ces espèces ont sans doute des répercussions sur le niveau des populations de poulpes. Les variations des indices d'abondance des sparidés (prédateurs de larves et juvéniles) et des

serranidés (prédateurs de juvéniles et d'adultes) au Sénégal (données de Gascuel et Thiam, 1993) sont étudiées parallèlement à celles des indices d'abondance des populations de poulpes calculés par les mêmes auteurs.

Un changement important de la composition spécifique de la communauté démersale a eu lieu au cours des années quatre-vingt, avec notamment une diminution des principales espèces de poissons prédateurs de poulpes (fig. 3). En 1986, année de l'explosion démographique du poulpe, la diminution est particulièrement drastique. La baisse globale de l'abondance des poissons démersaux et en particulier du pageot, prédateur de juvéniles de poulpes (Pereiro et Bravo de Laguna, 1980) qui dominait largement la communauté en termes d'abondance, a sans doute contribué à diminuer significativement la pression de prédation sur les poulpes, ce qui aurait pu avoir un effet initiateur de leur dévelop-

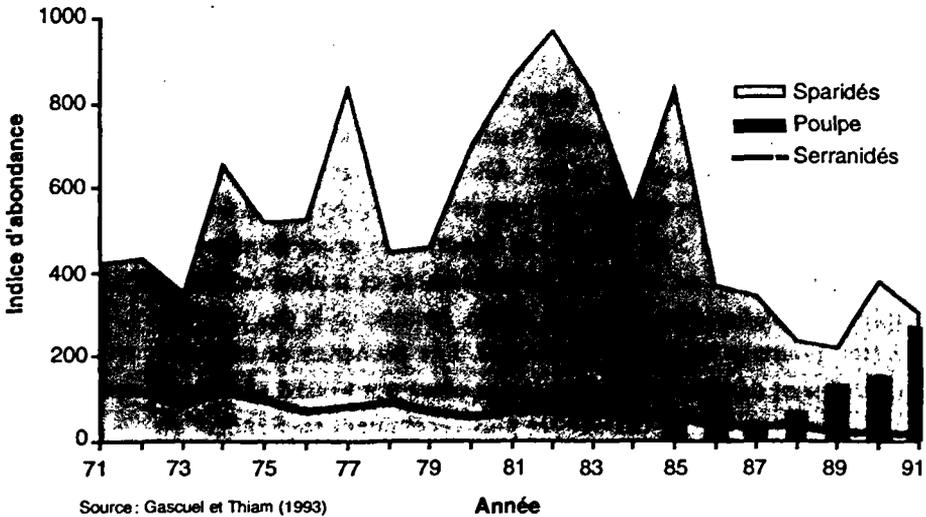


Figure 3

Évolutions annuelles comparées de l'abondance du poulpe et de ses principaux poissons prédateurs au Sénégal de 1971 à 1999.

Annual fluctuations of the abundance of octopuses and of their main predator fishes in Senegal from 1971 to 1999.

pement en masse. L'exploitation particulièrement intense et croissante des poissons prédateurs du poulpe sur la Petite Côte du Sénégal jusqu'au milieu des années quatre-vingt, ajoutée aux conditions d'habitat particulièrement favorables qui y sont offertes à ce dernier (fonds riches en coquillages dont le poulpe se nourrit (Caverivière, présent volume), zone de rétention côtière et forte productivité biologique), sont sans doute à l'origine de leur prolifération dans cette zone.

Les résultats des analyses exploratoires laissent également supposer que les fluctuations inter-annuelles d'abondance des serranidés et par conséquent de la pression de prédation sur les reproducteurs, seraient les plus déterminantes sur le niveau annuel des stocks.

Conclusion

Cette étude des fluctuations de l'environnement physique et du contexte plurispécifique n'apporte certes pas toutes les réponses au problème de la variabilité des stocks de poulpes en Afrique de l'Ouest, mais fournit des éléments essentiels de compréhension de leur dynamique spatio-temporelle. L'environnement serait un facteur clé de la variabilité des stocks, en particulier au Sénégal où de fortes relations abondance-environnement ont été mises en évidence. En ce qui concerne l'apparition massive de la ressource au large des côtes ouest-africaines, il semble qu'il n'y ait pas un événement prévalent mais un ensemble de circonstances favorables dont a pu bénéficier cette espèce largement opportuniste. L'hypothèse environnementale d'un effet seuil de l'intensité de l'upwelling associée à l'hypothèse d'interaction plurispécifique offre en effet un scénario cohérent pour comprendre la prolifération de cette espèce au large des côtes ouest-africaines (Faure, 2000). D'une part, l'exploitation intense des poissons démersaux dans ces régions serait à l'origine d'une réduction importante de la pression de prédation sur les populations de poulpes. D'autre part, des conditions environnementales propices auraient permis d'assurer un bon recrutement.

Les fluctuations environnementales (upwelling, turbulence, rétention côtière et température) ont permis d'expliquer en partie la variabilité inter-annuelle de l'abondance des populations de poulpe, leur répartition spatiale le long du littoral et leur stratégie saisonnière de reproduction (Faure, 2000). Le niveau du stock dépendrait essentiellement de l'état de l'équilibre entre les processus d'enrichissement trophique, de concentration et de rétention côtière durant le stade paralarvaire. Ce rôle déterminant des conditions environnementales sur le niveau du stock de poulpe a été confirmé récemment par l'explosion démographique considérable des populations qui a eu lieu au Sénégal l'été 1999 alors que des conditions exceptionnelles auraient été observées durant la saison d'upwelling (conditions proches de celles qualifiées d'optimales pour le recrutement dans nos analyses). La caractérisation de la variabilité de l'environnement physique à l'aide d'indices fiables et précis issus des traitements des images de champ thermiques satellites de la surface de la mer, a été d'une grande utilité en permettant de localiser et de quantifier dans le temps et dans l'espace le processus de rétention côtière qui était généralement évoqué comme un processus clé (Sinclair, 1988 ; Bakun, 1996) mais rarement quantifié.

Les variations d'une année sur l'autre de la pression de prédation sur les reproducteurs par les gros poissons tels les serranidés, pourraient également influencer l'abondance annuelle du stock de poulpes.

Même si de nombreuses caractéristiques biologiques distinguent le poulpe commun des poissons pélagiques, les facteurs clés du déterminisme du recrutement du poulpe sont finalement relativement semblables à ceux des principales populations de petits pélagiques de ces mêmes zones (Cury et Roy, 1989 ; Faure et Cury, 1998). Cette similitude résulte principalement de l'existence commune d'un stade larvaire planctonique dont la survie, très dépendante des conditions du milieu, est la principale source de variation du recrutement.

Bibliographie

- BAILEY K. M., HOUE E. D., 1989 — Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. *Adv. Mar. Biol.*, 25 : 1-82.
- BAKUN A., 1996 — *Patterns in the ocean. Ocean processes and marine populations dynamics.* California Sea Grant/CIB, 323 p.
- BOYLE P.R., 1990 — Cephalopod biology in the fisheries context. *Fish. Res.*, 8 (4) : 303-321.
- BOYLE P.R., BOLETZKY S.V., 1996 — Cephalopod populations : Definition and dynamics. *Phil. Trans. R. So., Lond.* : 985-1002.
- BRAVO DE LAGUNA J., 1989 — « Managing an international multispecies fishery: The Saharan trawl fishery for cephalopods ». In CADDY J. F. (ed.): *Marine invertebrate fisheries: their assessment and management.* New York, Wiley Interscience : 591-612.
- BREIMAN L., FRIEDMAN J. H., 1985 — Estimating optimal transformations for multiple regression and correlation. *J. Am. Stat. Ass. (USA)*, 80 (391) : 580-619.
- CADDY J. F., 1981 — *Quelques caractéristiques de l'aménagement des stocks de céphalopodes au large de l'Afrique de l'Ouest. Les pêches dans l'Atlantique Centre-Est.* Copace/Tech/81/37 (FR), 33 p.
- CADDY J. F., 1983 — « The cephalopods : Factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks ». In: CADDY J. F. (ed.): *Advances in assessment of world cephalopod resources.* FAO Fish. Tech. Pap., 231 : 416-452.
- Copace, 1997 — *Rapport du groupe de travail ad hoc sur les céphalopodes.* FAO, Copace/ Pace Séries 97/63, 103 p.
- CURY P., ROY C., 1989 — Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sc.*, 46 : 670-680.
- CUSHING D.H., 1975 — The natural mortality of the plaice. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 36 : 150-157.
- DEMARCO H., FAURE V., 2000 — Coastal upwelling indexes and associated indices derived from satellite SST. Application to *Octopus vulgaris* recruitment. *Oceanol. Acta*, 23 (4) : 391-408.
- EL GHARBI R., IDELHAJ A., 1986 — *Caractéristiques bio-économiques et évolution récente de la pêche marocaine aux céphalopodes.* Copace/Tech/86/73.
- FAURE V., CURY P., 1998 — « Pelagic fisheries and environmental constraints in upwelling areas : how much is possible? » In: DURAND M.H., CURY P., MENDELSSOHN P., ROY C., BAKUN C., PAULY D. (eds): *Global versus local changes in upwelling systems.* Paris, Orstom : 391-407.
- 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.* Thèse doc., univ. Montpellier-II, 403 p.
- FAURE V., INEJH C.A., DEMARCO H., CURY P., 2000 — Octopus recruitment success and retention processes in upwelling areas: The example of the Arguin bank (Mauritania). *Fish. Oceanogr.*, 4 (9) : 343-355.

- FERNANDEZ-NUNEZ M.M.,
HERNANDEZ-GONZALEZ C.L.,
RAYA C.P., BALGUERIAS E., 1996 —
Reproductive biology of *Octopus
vulgaris* Cuvier, 1797 from north-
western African coast (21 °N-26 °N).
ICES CM 1996/K:15.
- GASCUEL D., THIAM M., 1993 —
« Évolution de l'abondance
des ressources démersales
sénégalaises : estimation par
modélisation linéaire des PUE ». *In*:
BARRY-GÉRARD M., DIOUF T.,
FONTENEAU A. (éd.) : *L'évaluation des
ressources exploitables par la pêche
artisanale sénégalaise*. Paris,
Orstom éditions, Colloques et
séminaires, Tome 2 : 191-213.
- HASTIE T. J., TIBSHIRANI R. J., 1990 —
« Monographs on statistics
and applied probability 43 ». *In*
CHAPMAN & HALL :
Generalized additive model, 335 p.
- LASKER R., 1975 —
Field criteria for survival of anchovy
larvae: the relation between inshore
chlorophyll maximum layers
and successful first feeding.
Fish. Bull., 73: 453-462.
- PEREIRO J. A.,
BRAVO DE LAGUNA J., 1980 —
*Dynamique des populations
et évaluation des stocks de poulpes
de l'Atlantique Centre-Est*.
Copace/Pace Series, 18 : 57 p.
- SANCHEZ P., MARTIN P., 1993 —
Population dynamics of the exploited
cephalopod species of the Catalan
Sea (NW Mediterranean). *Scientia
Marina*, 57 (2-3): 153-159.
- SANDON Y., 1998 —
*L'effort effectif exercé sur le poulpe
(Octopus vulgaris) par la pêche
sénégalaise*. Mémoire Spécialisation
(halieutique), École Natio.
Sup. Agro. Rennes, 86 p.
- SAVILLE A., 1987 —
« Comparisons between cephalopods
and fish of those aspects of the
biology related to stock
management ». *In*: BOYLE P. R. (ed.):
*Cephalopod life cycles, vol. 2,
Comparative review: 277-290*.
- SINCLAIR M., 1988 —
*Marine populations: an essay
on population regulation
and speciation*. Seattle University,
Washington press, 252 p.
- SY MOUSSA H.,
TCHERNICHOV P.P., 1985 —
Influence des conditions thermiques
sur le rendement de la pêche
aux poulpes (*Octopus vulgaris*)
dans la région du Cap Blanc.
Bull. CNROP Nouadhibou, 13: 85-92.
- VECCHIONE M., 1987 —
« Juvenile ecology ». *In*: BOYLE P.R.
(ed.): *Cephalopod life cycles*, London
Academic press: 61-84.
- VILLANUEVA R., NOZAIS C.,
BOLETZKY S.V., 1995 —
The planktonic life of octopuses.
Nature, 77 : 106-107

Indices d'abondance du poulpe commun et intensité de l'upwelling côtier au Sénégal

Alain Caverivière
Biologiste halieute

Hervé Demarcq
Océanographe

Introduction

Des modifications d'abondance des populations de poulpe commun *Octopus vulgaris* en fonction des conditions du milieu sont supposées depuis longtemps, en particulier parce que les paralarves de cette espèce sont pélagiques.

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 et Houde, 1989) ressortent comme les principales causes de mortalité des populations marines à stade larvaire planctonique (Faure, 2000).

Les premières observations sur d'importantes variations d'abondance du poulpe commun sont synthétisées par Rees (1950) qui décrit les « infestations » de poulpe observées l'été 1900 sur les côtes anglaises de la Manche et dès 1899 en France (Finistère). Des infestations mineures seraient survenues devant Brighton en 1913,

1922 et l'été 1948. Les conséquences de l'infestation de 1922 auraient été désastreuses pour la pêche des mollusques et crustacés. Ils observent de bonnes conditions climatiques les années précédentes, hivers doux et étés chauds.

Rees et 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.

Plus près de nous, Sy et Tchernichkov (1985) ont étudié l'influence des conditions thermiques sur le rendement de la pêche des poulpes *Octopus vulgaris* dans la région du Cap Blanc (Mauritanie). Ils trouvent une bonne corrélation, pour la période 1968-1982, entre les années de bons rendements en poulpe et celles de forts upwellings. Leur méthode de travail a cependant été mise en question par la suite (Josse et Garcia, 1986).

Récemment, Demarcq et Faure (2000), Faure (2000), Faure *et al.* (2000) ont étudié l'influence de certains paramètres environnementaux sur les populations de poulpes de l'Afrique du Nord-Ouest. Les principaux résultats, qui ne prennent pas en compte les années les plus récentes, sont synthétisés par Faure (présent volume) et concernent l'équilibre entre les processus d'enrichissement trophique, de dispersion et de rétention côtière, durant la phase paralarvaire planctonique. Les relations avec l'efficacité du recrutement sont complexes et variables selon les régions et montrent que l'intensité des upwellings côtiers ou simplement la température de surface n'est pas forcément le facteur principal influençant le recrutement. Les processus physiques induisant des mécanismes de rétention côtière semblent parfois jouer un rôle prépondérant.

Des améliorations récentes sur la connaissance de la biologie du poulpe commun dans la région sénégalaise ont été obtenues, en particulier sur leur durée de vie (qui serait de l'ordre d'un an) et sur la période maximale de ponte (septembre-novembre) qui serait à l'origine des forts recrutements de poulpes observés près de la côte en été

(Domain *et al.*, 2000 ; Caverivière, présent volume). Ces avancées, ainsi que l'obtention de séries récentes sur les captures (incluant le très fort recrutement de l'été 1999) et l'environnement climatique, permettent de nouvelles analyses, présentées ci-dessous.

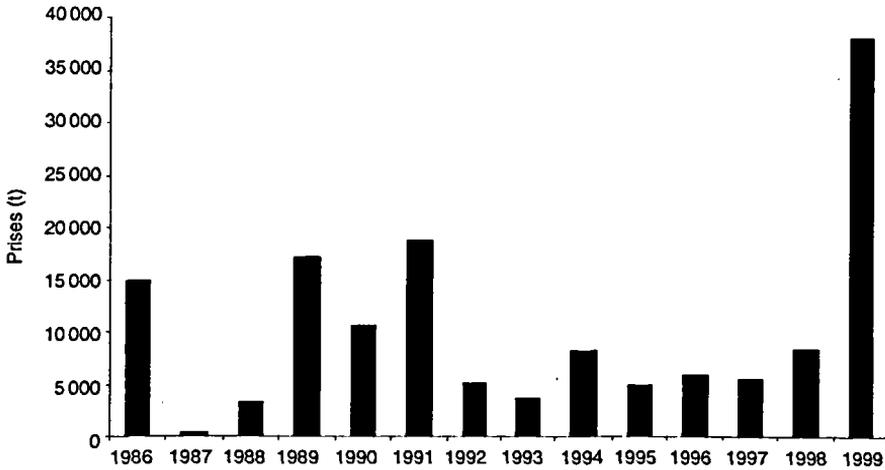
Un premier axe de l'étude a été d'examiner les relations entre la survie des paralarves pélagiques et certaines conditions du milieu. Cette phase pélagique est en effet critique pour l'espèce, son taux de survie conditionnerait l'efficacité du recrutement. Au Sénégal, les paralarves éclosent après un développement embryonnaire post-ponte de 15 à 50 jours en fin de saison chaude (Caverivière *et al.*, 1999). Leur vie pélagique est de 33 à 40 jours pour des eaux comprises entre 23 et 27 °C (Itami *et al.*, 1963), de 47 à 54 jours à 21 °C (Villanueva *et al.*, 1995). Elles sont donc supposées être particulièrement nombreuses dans le milieu de novembre à janvier.

Un deuxième axe concerne l'étude plus générale des corrélations saisonnières entre des indices d'upwelling côtiers en période hivernale et les captures annuelles de poulpes, réalisées principalement durant l'été suivant et considérées comme de bons indices de l'abondance (Faure, 2000).

Matériel et méthode

Les données de captures de poulpe (fig. 1) sont issues des statistiques compilées par le Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye pour la période 1986 (elles sont individualisées cette année-là des captures de céphalopodes) à 1996, des données de la direction de l'Océanographie et des Pêches maritimes pour 1997 et 1998, enfin de nos propres estimations à partir des relevés des principales usines de traitement pour l'année 1999.

Concernant les données environnementales, le vent local nous renseigne sur l'intensité des alizés, moteur de l'upwelling côtier au Sénégal. On ne s'attardera pas ici à définir et décrire les phénomènes de remontées d'eau froide à la côte, on se reportera aux travaux de Teisson (1983) et Roy (1991) pour le Sénégal. Il convient



■ Figure 1
Prises annuelles de poulpe (tonnes) devant le Sénégal.
Annual catches of Octopus (in metric tons) in front of Senegal.

seulement de noter que l'upwelling côtier est le principal élément structurant l'hydroclimat de cette région, en induisant un fort refroidissement côtier ainsi qu'un apport en sels minéraux, lequel détermine une production planctonique importante, base de la chaîne alimentaire et source d'enrichissement biologique.

Pour caractériser cet upwelling, nous disposons de 1961 à 1999 des relevés du vent à 10 m à la station de la météorologie nationale de Yoff (aéroport de Dakar). Ces relevés sont effectués toutes les 3 heures (en vitesse et direction).

Nous disposons aussi, de 1979 à 1999, du vent de surface du système Aviso (Archivage, visualisation, interprétation des données des satellites océanographiques) fourni par Météo France. Il s'agit des analyses opérationnelles issues du modèle du CEPMMT (Centre européen de prévision météorologique à moyen terme), à partir d'observations *in situ* et satellitales. Quatre valeurs des composantes méridiennes et latitudinales du vent sont calculées par jour pour une grille d'un degré de côté. Concernant les côtes nord (Grande Côte) et centre (Petite Côte) du Sénégal, où se déroule l'es-

sentiel de la pêche au poulpe, nous avons retenu respectivement les valeurs à 15 °N-18 °O et 14 °N-18 °O.

La comparaison des deux séries de données après lissage (vents moyens journaliers à Yoff et issus du modèle Aviso) est représentée sur la figure 2. Les deux séries divergent fortement après 1992, les données de Yoff montrant alors une nette décroissance, tendance que les données Aviso ne montrent pas. Les données de Yoff indiquent notamment que l'hiver 1999 se situerait dans la moyenne, alors que le premier auteur de cet article se souvient d'une période d'alizés violents et soutenus beaucoup plus en accord avec les conditions hivernales décrites par Aviso (de nombreux usagers de la mer interrogés confirment ces observations). Une visite à la station de la météo nationale n'a pas permis de déceler de modification notable de son environnement, comme de nouvelles constructions. L'Asecna (Agence pour la sécurité de la navigation aérienne) entretient une autre station météo à Yoff pour les besoins de l'aéroport. Les données de même type et

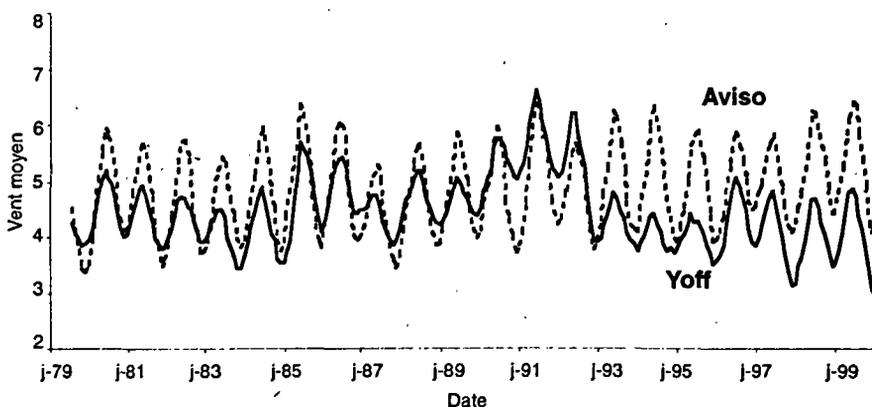


Figure 2

Comparaison des vents (moyennes mensuelles de 1979 à 1999) à la station météo de Dakar-Yoff et au point 14 °N-18 °O par le système Aviso de Météo France.

Comparison of the monthly wind speeds obtained from the meteorological station at Dakar-Yoff and those obtained from the Aviso model at the 14°N -18°W grid point, from 1979 to 1999.

	A) Asecna	B) Météo Nat.	Différence A - B
Janvier 1999	5,48	5,06	0,42
Février 1999	5,83	5,44	0,39
Mars 1999	6,79	6,30	0,49
Avril 1999	5,19	4,68	0,51
Mai 1999	4,30	3,49	0,81
Juin 1999	3,51	2,88	0,63
Moyenne	5,18	4,64	0,54

Tableau 1

Valeurs moyennes du vent (en $m.s^{-1}$) à 10 m aux stations météorologiques de l'Asecna et de la Météorologie nationale à Dakar-Yoff.

Mean wind speed (at 10 meters, in $m.s^{-1}$) obtained from the two meteorological stations at Dakar-Yoff: the Asecna station and at the National Meteorology station.

même fréquence que celles de la Météorologie nationale ne sont pas archivées sur support informatique, mais nous avons pu saisir 6 mois de données 1999 à titre de comparaison. Le tableau 1 donne les valeurs moyennes du vent en $m.s^{-1}$ pour les deux stations : il existe une différence systématique en faveur de l'Asecna, de $0,54 m.s^{-1}$ en moyenne pour les six mois. Un examen des valeurs journalières montre que ce sont surtout les intensifications du vent qui sont mal suivies par la station de la Météorologie nationale par rapport aux valeurs Asecna.

Un élément nous permettant de trancher entre les deux séries de données (station météo de Yoff ou données Aviso) est la comparaison directe d'indices d'upwelling côtier (IUC) calculables soit à partir du vent local, soit à partir de champs satellitaires de TSM (température de surface de la mer).

Un indice d'upwelling côtier peut tout d'abord être calculé à partir du transport d'Ekman dans laquelle la vitesse du vent est remplacée par sa composante parallèle à la côte.

$$IUC = r.Cd.V2 / 2.\Omega.\sin(\phi)$$

Avec :

V_2 = carré de la composante du vent parallèle à la côte

ρ = densité de l'air (0,0012 g par cm^3)

C_d = coefficient de rugosité de l'interface air/mer ($C_d = 0,0017 \cdot V(\text{m.s}^{-1}) + 0,006$)

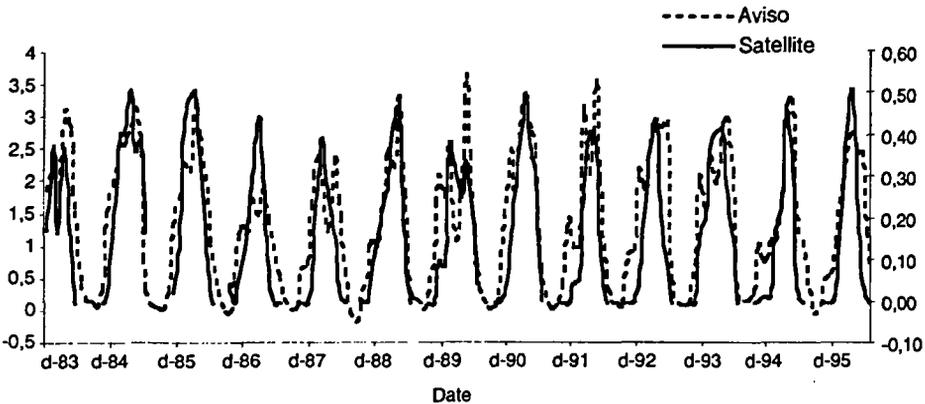
Ω = vitesse angulaire de rotation de la terre $7,9\text{E-}5$

ϕ = latitude du lieu considéré

Les données Aviso nous ont permis de calculer des IUC pour la Petite Côte (14°N-18°O) et la Grande Côte. Les évolutions sont similaires, avec des valeurs un peu plus élevées pour la Grande Côte, ce qui est conforme aux autres observations de vent.

Une autre manière de calculer des IUC est l'utilisation de la température de surface de la mer (TSM) fournie par les données satellitales et disponibles de 1983 à 1996 (Demarco et Faure, 2000). Cet indice original est basé à la fois sur la différence de température de surface entre la valeur la plus froide de l'upwelling (généralement près de la côte) et une valeur située immédiatement au large de l'upwelling, ainsi qu'à la température des eaux de remontée. Plus la différence côte/large est grande, plus la résurgence est importante. Cet indice est normalisé entre 0 et 1, ce qui permet sa comparaison entre des régions d'upwellings de caractéristiques différentes.

Les résultats des calculs d'IUC à partir des vents Aviso et des TSM satellitales sont représentés sur la figure 3 pour la Petite Côte sénégalaise et pour la période 1983-1996. Les deux séries se superposent d'une manière remarquable. Il est important de noter que ces deux types d'indices d'upwelling sont complètement indépendants de par les données qui les composent, dans un cas le vent local et un modèle physique, dans le deuxième cas, uniquement des données d'observations satellitales de la température de surface de la mer. Cette importante similitude d'évolution entre les deux séries nous a conduit à privilégier pour la suite de l'étude les indices issus des vents Aviso par rapport aux vents de la station de Dakar-Yoff de la Météorologie nationale, les IUC calculés à partir de l'information satellitale sur les températures n'étant malheureusement pas disponibles pour la période 1897-1999.



■ Figure 3

Indices d'upwelling côtier obtenus de 1984 à 1995 pour la Petite Côte du Sénégal à partir des données de vent du système Aviso au point 14°N-18°O et à partir des températures de surface de la mer relevées par satellite.

Coastal upwelling indices computed from the Aviso winds at 14°N-18°W compared with a satellite coastal upwelling index computed from satellite sea surface temperatures, between 1984 to 1995.

■ Résultats

Anomalies du vent

Nous avons étudié graphiquement les anomalies du vent, en particulier les accalmies de plusieurs jours des vents alizés, qui pourraient avoir un effet sur le taux de survie des paralarves planctoniques du poulpe, cela pour les périodes hivernales précédant les bonnes pêches de poulpe en été (captures annuelles > 10 000 t, soit les années 1986, 89, 90, 91, 94, 99) et les mauvaises (1987, 88, 92, 93, 95, 96, 97). La période novembre-janvier a été particulièrement examinée car elle est supposée la plus riche en larve de poulpes. Aucune relation n'a pu être mise en évidence pour cette période et

pour d'autres. De bonnes ou de mauvaises périodes de pêche estivale sont précédées de saisons de vent alizé qui présentent ou présentent peu de périodes d'accalmies.

Indices mensuels d'IUC

Des valeurs mensuelles d'IUC ont été calculées sur l'ensemble de la période des vents alizés de la Petite Côte (octobre à juin) pour les années présentant de bonnes prises estivales et pour les mauvaises (fig. 4), afin de comparer les niveaux d'intensité de l'upwelling ainsi que sa variabilité au cours de la saison d'alizés pour les 2 groupes.

Pour les 5 bonnes saisons retenues, l'évolution des valeurs mensuelles d'IUC de l'hiver précédent se présente en forme de dôme (sauf la saison 89-90 dont l'abondance estivale des poulpes est la plus mauvaise de la série retenue).

Pour les 5 plus mauvaises saisons à poulpe, les valeurs des IUC paraissent moindres et les écarts mensuels sont en moyenne plus importants que pour les bonnes saisons.

Indices saisonniers d'IUC

Des valeurs saisonnières d'IUC (pour 14 °N et la moyenne 14-15 °N) ont été calculées pour la période d'alizés marqués (décembre à avril) ainsi que pour le cœur de cette période (janvier-mars). La figure 5 représente l'évolution de ces valeurs à 14 °N-18 °O, ainsi que celle des captures de poulpe de la saison estivale suivante. Les coefficients de corrélation (tabl. 2) sont hautement à très hautement significatifs pour la période décembre à avril et très hautement significatifs pour la période janvier-mars. L'incorporation du mois de novembre (où les larves de poulpe sont pourtant supposées nombreuses) diminue un peu les coefficients, celle du mois de mai plus nettement (ce mois montre une grande variabilité en fin de période d'alizés et les remontées d'eaux froides à une période si proche du recrutement ne devraient guère avoir d'influence sur celui-ci).

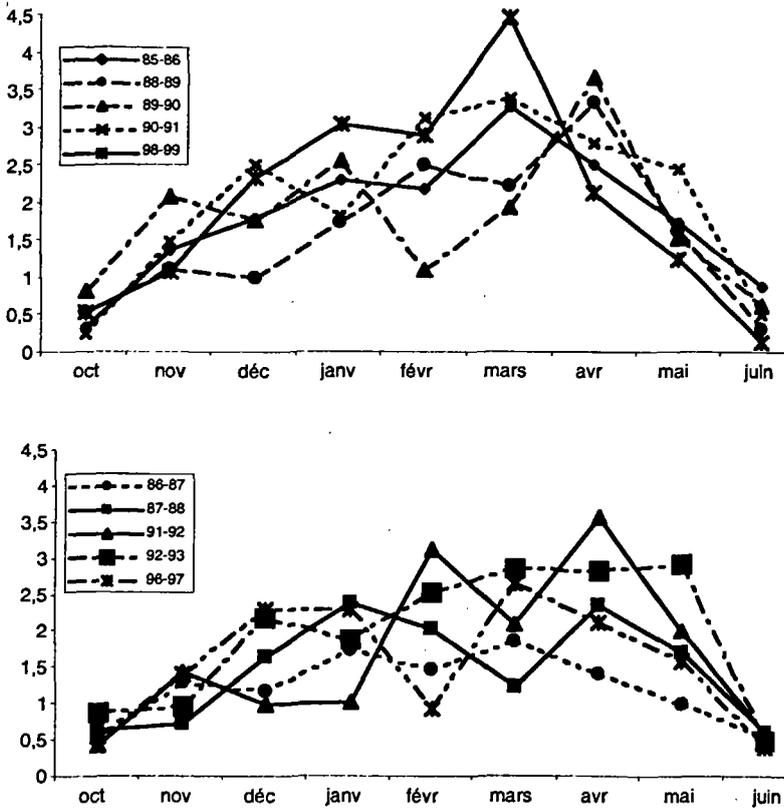


Figure 4

Évolution des indices d'upwelling côtier sur la Petite Côte du Sénégal pour les saisons d'alizés ayant précédé les meilleures prises estivales de poulpe (en haut) ou les plus mauvaises (en bas).

Coastal upwelling indexes for the « Petite Côte » Senegalese coast during the upwelling periods preceding the highest Octopus catches (top) and the lowest catches (bottom).

On notera que l'utilisation directe de la composante méridienne du vent (parallèle à la côte) donne des corrélations un peu plus faibles que l'IUC, par exemple 0,77 au lieu de 0,82 pour la dernière ligne du tableau, ce qui était prévisible.

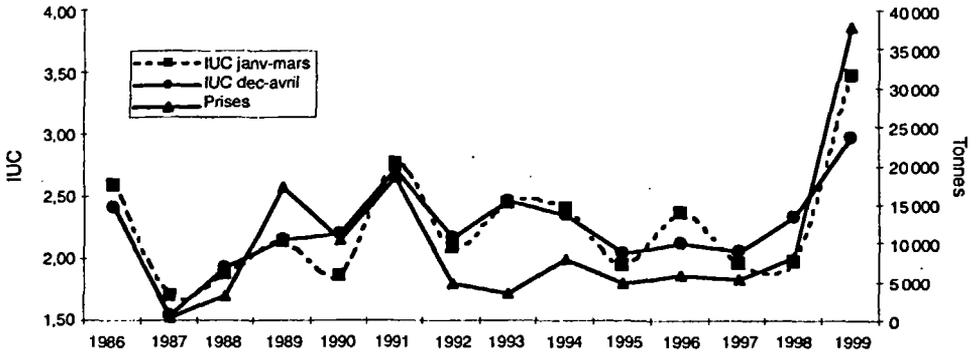


Figure 5
 Évolution des prises annuelles de poulpes (effectuées essentiellement en été) et des indices d'upwelling côtier calculés à partir des données de vent du système Aviso au point 14 °N-18 °O pour deux intervalles de la saison hivernale précédente.

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.

	14°N	Moy. 14-15°N
Décembre-avril	0,80***	0,77**
Janvier-mars	0,85***	0,82***

Seuils à 0,01 = 0,66** à 0,001 = 0,78***

Tableau 2
 Coefficients de corrélation entre les valeurs moyennes des indices d'upwelling côtier pour deux périodes de la saison d'alizés précédents la saison estivale de pêche et les captures de poulpe.

Correlation coefficients between coastal upwelling indices for two different upwelling periods (both preceding the summer fishing season of Octopus) and the Octopus catches.

Discussion - conclusion

Les corrélations obtenues entre les indices de l'upwelling côtier hivernal, calculés à partir des données de vent Aviso, et les prises en poulpe de la période estivale suivante sont très bonnes pour l'ensemble du Sénégal et plus particulièrement pour la Petite Côte. Comme pour les larves de poissons pélagiques (Curry et Roy, 1989; Roy *et al.*, 1992), le facteur trophique dépendant 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; Faure, 2000), vivent dans le même milieu (Faure, 2000) et auraient la même alimentation que beaucoup de larves de poissons. 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 est une zone de rétention côtière qui limite la dispersion des larves vers le large (Roy, 1991, 1998).

Que les meilleures corrélations soient obtenues pour la période janvier-mars, alors que les indications indirectes à partir de la biologie de l'espèce (Caverivière, présent volume; Domain *et al.*, 2000) conduisent à supposer une plus grande abondance des larves en début de période d'upwelling, pose cependant des questions. Le facteur trophique induit par l'upwelling jouerait-il aussi (surtout) sur les jeunes poulpes qui viennent de rejoindre le fond? La période de plus grande abondance larvaire ne serait pas celle que l'on croit? Ou encore le recrutement de l'été proviendrait-il de la seconde période de reproduction, hivernale (Caverivière, présent volume), dont les larves seraient présentes plus tardivement dans le milieu? Des observations régulières de ce milieu, données physico-chimiques, sur le plancton et les larves, seraient bien utiles pour tenter d'y répondre.

Bibliographie

- BAYLEY K.M., HOUDE E.D., 1989 — Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. *Adv. Mar. Biol.*, 25 : 1-82.
- BAKUN A., 1996 — *Patterns in the ocean: Ocean processes and marine populations dynamics*. Centro de Investigaciones biológicas del Nordeste, La Paz, Mexico and University of California, Sea Grant, San Diego, USA (ed.), 323 p.
- CAVERIVIÈRE A., DOMAIN F., DIALLO A., 1999 — Observations on the influence of temperature on the length of embryonic development in *Octopus vulgaris* (Senegal). *Aquat. Living Resour.*, 12 (2) : 151-154.
- CUSHING D.H., 1975 — The natural mortality of the plaice. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 36 : 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 : 295-354.
- CURY P., ROY C., 1989 — Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46 (4) : 670-680.
- DEMARCO H., FAURE V., 2000 — Coastal upwelling and associated retention indices derived from satellite SST. Application to *Octopus vulgaris* recruitment. *Oceanol. Acta*, 23 (4) : 391-408.
- DOMAIN F., JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., 2000 — Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80 (4) : 699-706.
- 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*. Thèse doc., univ. Montpellier-II, 403 p.
- FAURE V., INEJH C.A., DEMARCO H., CURY P., 2000 — Octopus recruitment success and retention processes in upwelling areas: the example of the Arguin bank (Mauritania). *Fish. Oceanogr.*, 9 (4) : 343-355.
- ITAMI K., IZAWA Y., MAEDA S., NAKAI K., 1963 — Notes on the laboratory culture of the octopus larvae. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 29 (6) : 514-519.
- JOSSE E., GARCIA S., 1986 — *Description et évaluation des ressources halieutiques de la ZEE mauritanienne*. FAO, Copace/Pace Séries 86/37: 310 p.
- MESNIL B., 1977.— *L'exploitation des céphalopodes. Situation et perspectives*. Informations ISTPM, 265, 21 p.
- REES W.J., 1950 — The distribution of *Octopus vulgaris* Lamarck in British waters. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 29 : 361-382.
- REES W.J., LUMBY J.R., 1954 — The abundance of *Octopus* in the English Channel. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 33 : 515-536.
- ROY C., 1991 — « Les upwellings : le cadre physique des pêcheries côtières ouest-africaines ». In : CURY P., ROY C. (éd.) : *Pêcheries ouest-africaines. Variabilité, instabilité et changements*. Paris, Orstom : 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: 89-98.
- ROY C., CURY P., KIFANI S., 1992 —
Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12: 135-146.
- SAVILLE A., 1987 —
« Comparisons between cephalopods and fish of those aspects of the biology related to stock management ». In : BOYLE P.R. (ed.): *Cephalopod Life Cycles. II: Comparative reviews*, London, Academic Press: 277-290.
- SINCLAIR M., 1988 —
Marine populations: An essay on population regulation and speciation. Seattle, Univ. Washington Press, 252 p.
- SY M. A., TCHERNICHKOV P.P., 1985 —
Influences des conditions thermiques sur le rendement de la pêche des poulpes (*Octopus vulgaris*) dans la région du Cap Blanc. *Bull. CNROP*, 13 (1) : 85-92.
- TEISSON C., 1983 —
Le phénomène d'upwelling le long des cotes du Sénégal : caractéristiques physiques et modélisation. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Arch. Scient., n° 123, 74 p.
- VILLANUEVA R., NOZAIS C., BOLETZKY (v) S., 1995 —
The planktonic life of octopuses. *Nature*, 377: p. 107.
- VILLANUEVA R., NOZAIS C., BOLETZKY (v) S., 1996 —
Swimming behaviour and food searching in planktonic *Octopus vulgaris* Cuvier from hatching to settlement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 208: 169-184.

**Distribution
et pêcheries**

partie 3

Fréquences de poids des poulpes capturés par la pêche artisanale sénégalaise (1996-1998)

Mamadou Diallo
Biologiste halieute

Introduction

Depuis son explosion démographique en 1986 (Caverivière, 1990), le poulpe est très recherché par les pêcheries artisanales et industrielles sénégalaises, et son exploitation ne cesse de prendre de l'ampleur. Ainsi, certaines années, le poulpe occupe la première place dans les débarquements des espèces benthiques. Les statistiques de débarquements augmentent fortement entre 1996 et 1998, passant de 6 010 à 8 360 t dans les résultats de la direction de l'Océanographie et des Pêches maritimes. Essentiellement limitée à la période chaude au début, la pêche s'est étalée au cours du temps jusqu'à couvrir toute l'année dans certains ports de pêche artisanale.

Les fréquences de poids de poulpes capturés par la pêche artisanale sénégalaise sont établies afin de caractériser leur évolution qualitative. De plus, les échantillons relevés peuvent être utiles à d'autres études (non abordées ici) concernant la durée des différentes phases de la reproduction et la croissance des individus. Enfin, l'analyse des fréquences de poids permet de disposer d'éléments indispensables à l'analyse des cohortes, base de la dynamique analytique des populations.

I Méthodologie

Les échantillons proviennent des poulpes débarqués entre 1996 et 1998 dans les ports de pêche artisanale les plus représentatifs en matière de débarquement de poulpe, ce sont Kayar (sur la Grande Côte au nord), Thiaroye (Cap Vert au centre), Mbour et Joal (sur la Petite Côte au sud). Ces zones se différencient par la morphologie et la sédimentologie du plateau continental. La côte située au nord de Dakar est caractérisée par un plateau continental étroit avec une forte pente au large, la côte au sud de Dakar présente un plateau continental beaucoup plus large avec une pente douce. Les fonds sablo-vaseux à vaseux dominant largement au nord, les fonds sableux sont importants entre Dakar et Joal où il existe également d'importantes zones rocheuses.

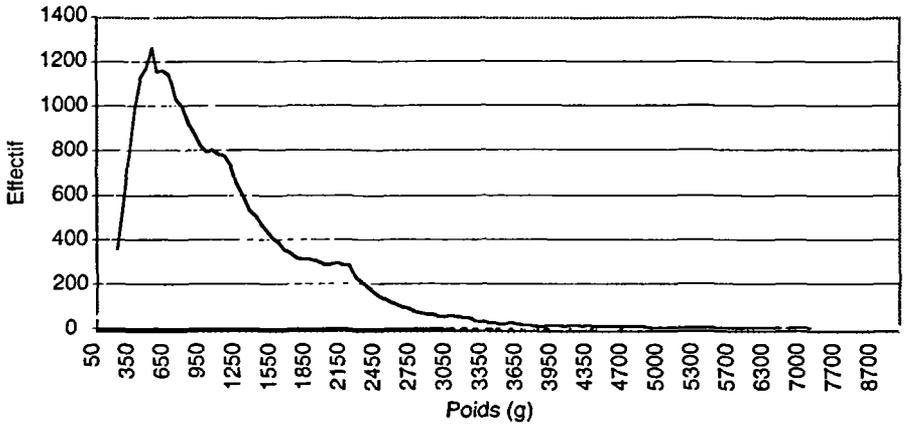
Les poulpes sont tous capturés avec la turlutte artisanale ; les pesées sont effectuées sur la plage à l'arrivée des pirogues. Si les prises de poulpe sont très importantes, un sous-échantillonnage aléatoire est effectué, sinon c'est toute la pirogue qui est échantillonnée. Dans tous les cas, les pesées sont très représentatives des captures. Lors de leur traitement, les données brutes sont ajustées par moyenne mobile.

I Résultats

L'évolution des effectifs en fonction des classes de poids (fig. 1) montre que les poulpes capturés par la pêche artisanale ont des poids en majorité inférieurs à 2 kg. L'échantillon global montre trois modes :

- un premier mode à 500 g, il concerne le plus grand nombre d'individus et est le mode le plus net ;
- le deuxième mode renferme des individus d'environ 1 kg ;
- le troisième mode se situe à 2 kg.

Ainsi, il apparaît que les individus de plus de 2 kg sont peu nombreux dans les captures et que la majorité pèse en moyenne 500 g.



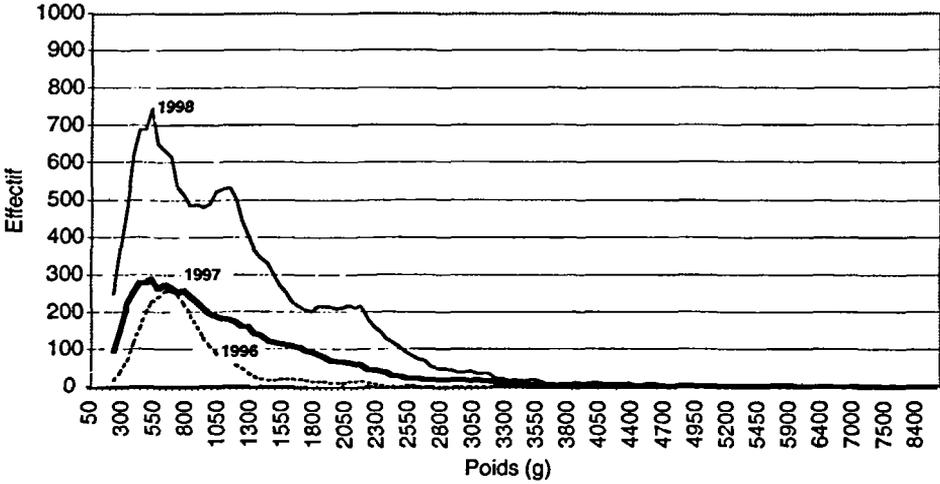
■ Figure 1

Évolution des effectifs de l'échantillon global en fonction des classes de poids.

Total number of individuals by class of weight.

Afin de déceler d'éventuelles variations (quantitatives et qualitatives) interannuelles, les courbes sont établies pour chaque année. L'évolution du nombre d'individus en fonction des classes de poids et selon les années (fig. 2) montre une nette augmentation des effectifs d'une part, et un certain gain de poids moyen d'autre part. Les tailles des échantillons augmentent très nettement entre 1996 et 1998 corrélativement aux débarquements de poulpe au cours de la même période. Les petits poulpes sont dominants quelle que soit l'année considérée; cependant l'année 1998, avec ses trois modes, montre que les individus semblent de plus en plus gros.

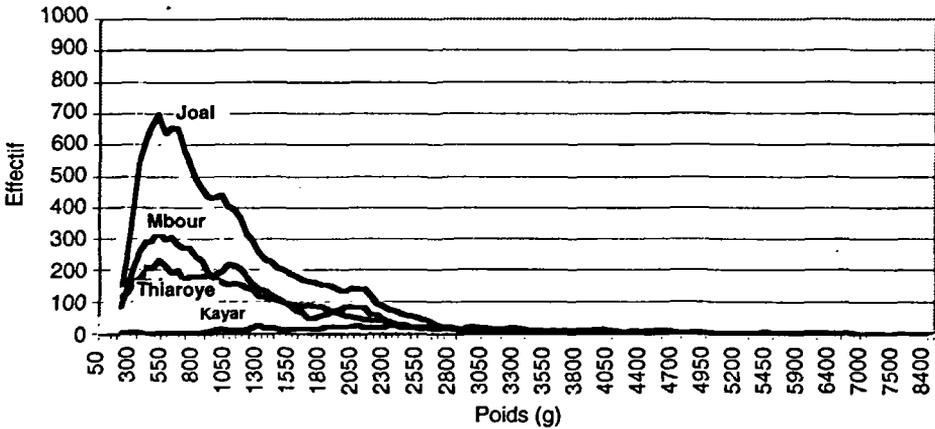
L'évolution des effectifs selon les zones de provenance (fig. 3) montre que l'essentiel des poulpes (en nombre) provient de Joal, viennent ensuite Mbour, Thiaroye et Kayar. La zone de Kayar se singularise avec des poulpes plus gros, se situant en majorité au-delà de 1,5 kg (il faut signaler que le plus gros poulpe échantillonné pesait 9,6 kg et a été débarqué à Kayar en 1998). À Thiaroye, les individus se répartissent en trois groupes: 500 g, 1,1 et 2,1 kg. Le mode à Mbour se situe à 500 g, cependant il y a un net étalement entre 900 g et 2 kg. La majorité des individus capturés à Joal pèse



■ Figure 2

Évolution des effectifs en fonction des classes de poids, par année tous ports confondus.

Number of individuals by class of weight, all landing sites by year.



■ Figure 3

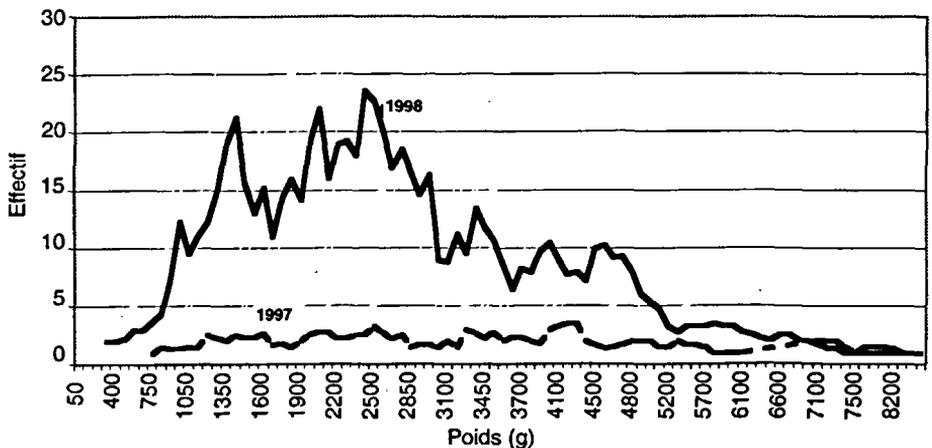
Évolution des effectifs en fonction des classes de poids selon les ports.

Number of individuals by class of weight and landing points.

moins de 1 kg, même si les individus autour de 2 kg sont assez représentés dans l'échantillon.

Des différences étant visibles selon la provenance des échantillons, des analyses sont faites sur le plan spatio-temporel. Les effectifs ont fortement augmenté à Kayar entre 1997 et 1998 (fig. 4). En majorité, les poulpes capturés ont des poids supérieurs à 2 kg. L'évolution des effectifs en fonction des poids à Thiaroye (fig. 5) présente deux modes en 1997 (500 g et 2 kg) et trois en 1998 (500 g, 1 kg et 2 kg). La situation à Mbour (fig. 6) montre une très grande majorité de poulpes de moins de 1 kg quelle que soit l'année considérée. A Joal (fig. 7), si l'évolution des effectifs en fonction des poids est unimodale en 1996, elle présente trois modes en 1998.

L'évolution mensuelle des poids moyens par zone de provenance en 1998 (tabl. 1 ; fig. 8) montre une nette différence entre Kayar et les autres ports. En effet, les poids moyens sont pratiquement toujours situés au-delà de 2 kg à Kayar et en deçà dans les autres ports. En moyenne, les poulpes de Kayar ont des poids qui se situent autour de 3 kg de mars à juin, ces poids atteignent 3,5 kg de juin à septembre et restent inférieurs à 2,5 kg d'octobre à décembre. Thiaroye



■ Figure 4

Évolution des effectifs annuels en fonction des classes de poids à Kayar.

Number of individuals by class of weight and by year in Kayar.

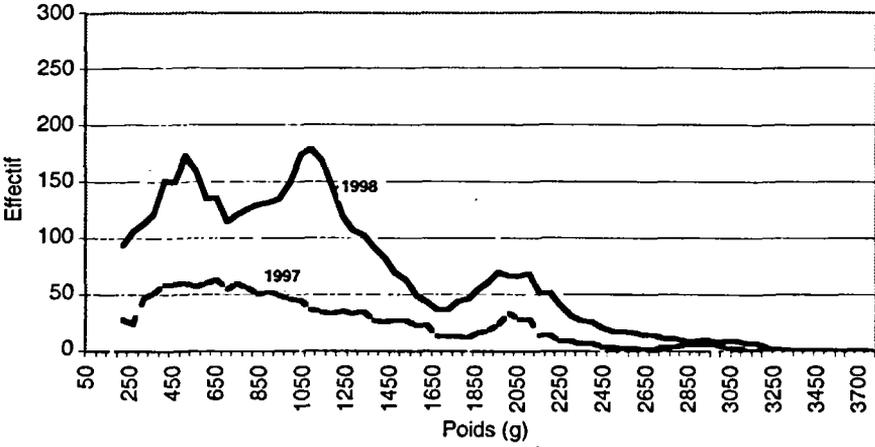


Figure 5
Évolution des effectifs annuels en fonction des classes de poids à Thiaroye.

Number of individuals by class of weight and by year in Thiaroye.

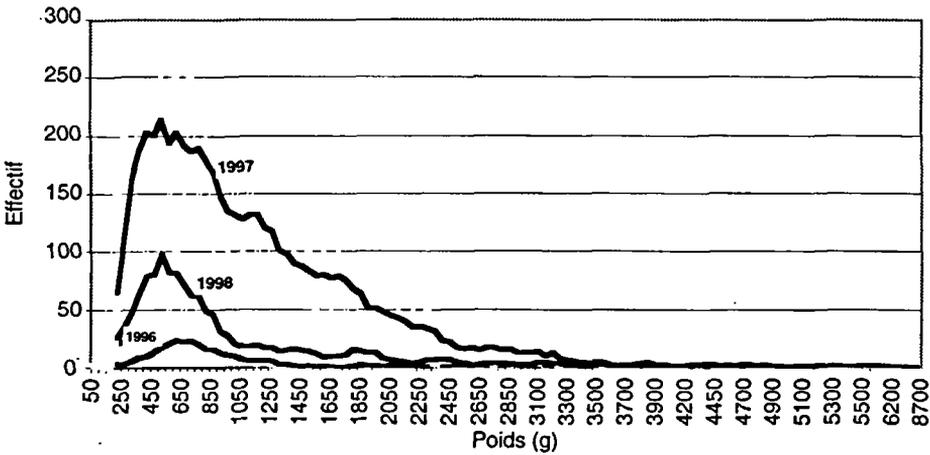


Figure 6
Évolution des effectifs annuels en fonction des classes de poids à Mbour.

Number of individuals by class of weight and by year in Mbour.

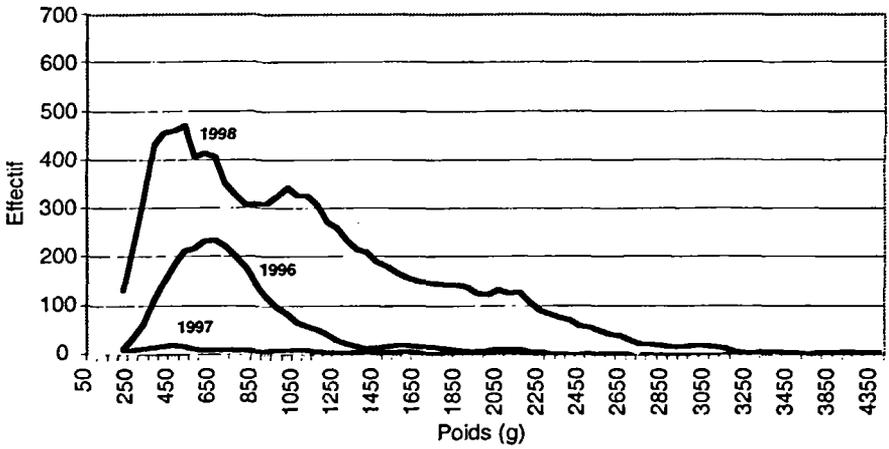


Figure 7
Évolution des effectifs annuels en fonction des classes de poids à Joal.

Number of individuals by class of weight and by year in Joal.

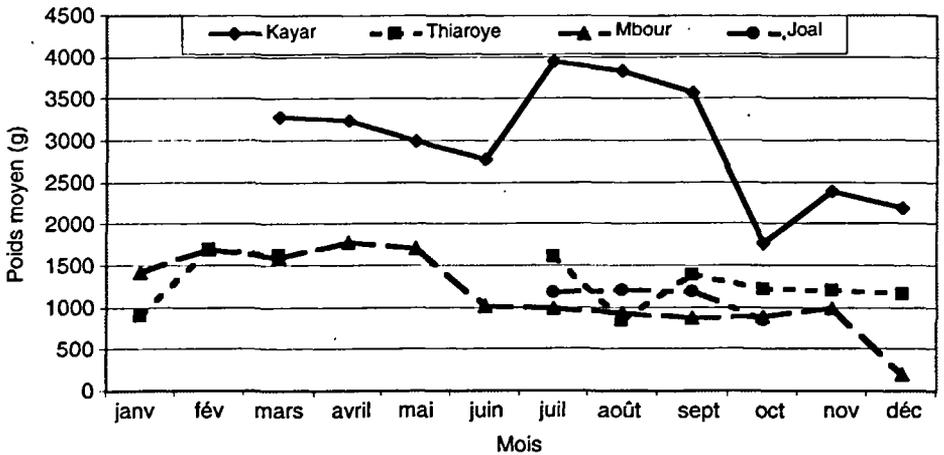


Figure 8
Évolution des poids moyens par zone et par mois en 1998.

Monthly mean weight evolution by zone in 1998.

	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Kayar			3293	3246	2994	2786	3957	3841	3572	1780	2400	2198
Thiaroye	909	1706	1623					826	1391	1238	1207	1174
Mbour	1432	1708	1607	1792	1723	1019	1000	932	883	893	988	200
Joal							1178	1207	1202	854		
Total	1195	1707	1978	2143	2017	1970	1200	1051	1309	1052	1474	1565

Tableau 1
Évolution des poids moyens mensuels (g) par port en 1998.

Monthly mean weight (g) by landing points in 1998.

et Joal montrent une évolution peu contrastée durant la période échantillonnée, juillet à octobre-décembre. La pêche est réellement annuelle à Mbour. Les poids moyens individuels sont supérieurs à 1,5 kg de janvier à mai, ils chutent à 1 kg de juin à novembre. La faiblesse du nombre d'individus de novembre à décembre ne permet pas de tirer un quelconque enseignement pour cette période.

L'analyse des variations des poids moyens individuels en fonction des profondeurs (fig. 9) ne révèle aucune tendance nette dans aucune des zones considérées. La profondeur ne semble pas avoir d'influence sur les poids des poulpes. Cependant, Kayar constitue un port à part. En effet, les poulpes y sont pêchés dans la zone côtière comme dans les autres ports ; mais ils y sont aussi pêchés beaucoup plus profondément, jusqu'à 150 m.

Discussion et conclusion

L'exploitation du poulpe par la pêche artisanale touche surtout les petites tailles, la majorité des individus capturés pèse moins de 2 kg. Cependant, il semble qu'il y ait un gain de poids entre 1996 et 1998 parallèlement à une hausse des débarquements. Cette situation pourrait découler d'une meilleure maîtrise des techniques de pêche par les pêcheurs qui auraient acquis plus d'expérience au point de pouvoir sélectionner les tailles selon la demande du marché.

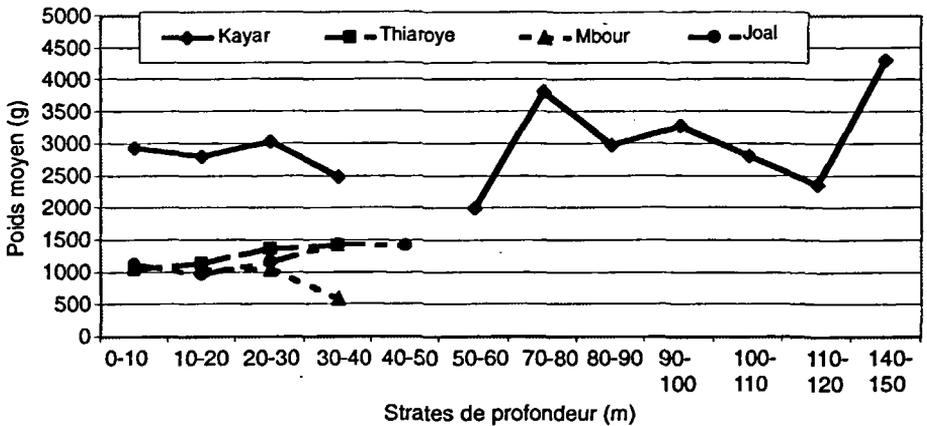


Figure 9

Évolution des poids moyens en fonction des strates de profondeur dans les différentes zones.

Mean weight evolution according to depth in the different areas.

L'augmentation de l'abondance de l'espèce, combinée à l'étalement de la saison de pêche, pourrait aussi être une cause. La conséquence de la tendance à l'augmentation des captures de poulpes est la forte explosion démographique observée en 1999 avec les perturbations qui en ont découlé (Diallo *et al.*, 2000).

Une nette différence est constatée au niveau des effectifs et des poids individuels du nord au sud. En effet, en partant de Kayar (au nord) à Joal (au sud) les poulpes deviennent de plus en plus nombreux et de plus en plus petits. Ces différences pourraient s'expliquer par la morphologie et la sédimentologie du plateau continental qui diffèrent entre le Nord de Dakar (Kayar) et le Sud. En effet, le poulpe est une espèce à croissance rapide (Domain *et al.*, 2000) avec des tailles très variables suivant les conditions du milieu (Boyle, 1987 ; Boyle et Boletzky, 1996).

La reproduction ayant lieu en mars-avril et en septembre-octobre (Bakhayokho et Dieng, à paraître ; Caverivière, présent volume), les chutes des poids moyens en juin et en fin d'année seraient consécutives à des recrutements de jeunes poulpes qui arrivent dans la

pêcherie. Par contre à Kayar au nord, les poids moyens sont plus élevés entre juillet et septembre. Il est alors possible que la pêche ait lieu sur un sous-stock différent de la côte Sud, comme supposé par Caverivière (présent volume).

Bibliographie

BOYLE P.R. (ed.), 1987 —
Cephalopod Life Cycles, Vol. II, Comparative Reviews. Academic Press, London, 441p.

BOYLE P.R., BOLETZKY S.V., 1996 —
Cephalopod populations: definition and dynamics. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, B, 351: 985-1002.

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 Recher. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci., 116, 42 p.

DIALLO M., JOUFFRE D.,
CAVERIVIÈRE A., THIAM M., 2000 —
The demographic explosion of Octopus vulgaris in Senegal during the 1999 summer. CIAC'2000 Internat. Symp., Millenium Cephalopod Conference on Cephalopod Biomass and Production, July 3-7 2000, univ. of Aberdeen, Scotland.

DOMAIN F., JOUFFRE D.,
CAVERIVIÈRE A. 2000 —
Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80 (4): 699-706.

Rentabilité économique et financière des pêcheries céphalopodières artisanales sénégalaises

Moustapha Dème
Économiste

I Introduction

La pêche maritime sénégalaise occupe environ 600 000 personnes, participant de la sorte à une création significative d'emplois et de richesse nationale (MPTM, 1998). Composante de taille de la politique publique d'autosuffisance alimentaire du Sénégal, la production halieutique couvre près de 75 % des besoins en protéines animales de la population nationale et cela à des prix modiques.

Les difficultés croissantes du secteur agricole, consécutives, entre autres, à des conditions pluviométriques défavorables, ont dès les années 1970 conduit les autorités publiques à s'intéresser au secteur de la pêche, alors perçu comme vecteur potentiel de redressement d'une balance commerciale en déficit chronique.

Pour un chiffre d'affaires global d'environ 200 milliards de F CFA en 1996, la pêche a généré une valeur ajoutée estimée à 62 milliards de F CFA, dont 60 % sur le segment de la capture et 40 % sur le segment de la transformation, soit au total 11 % du PIB primaire et 2,3 % du PIB total (MPTM, 1998).

En 1991, le poulpe comptait pour 21 % en volume (16 863 t) et 18 % en valeur (14 707 millions F CFA). En 1996, à peine 2 % des exportations concernent cette espèce (1 848 t).

I Problématique

La pêche des céphalopodes benthiques, et notamment du poulpe, est apparue à la fin des années 1960 le long des côtes mauritaniennes et marocaines. Au Sénégal, alors que l'exploitation de la seiche remonte aux années 1970, celle du poulpe se développe réellement à partir de 1986.

Plusieurs facteurs ont favorisé l'émergence puis le développement rapide de la pêcherie de poulpe au Sénégal (Dème *et al.*, 1998). On peut mentionner :

- une forte augmentation de l'abondance du poulpe au sud du littoral sénégalais ;
- l'existence d'un vaste marché d'exportation demandeur de fortes quantités ;
- la rapide capacité d'adaptation des pêcheurs artisans aux conditions d'exploitation du poulpe.

Ainsi, le poulpe est devenu une espèce très recherchée par les pêcheurs, principalement en zone côtière pendant la saison chaude où l'abondance est maximale. Il constitue certaines années l'espèce démersale dominante dans les débarquements de la pêche artisanale et industrielle.

L'étude de la rentabilité économique et financière de la pêcherie sénégalaise de poulpe rentre dans le cadre d'un programme de recherches visant à améliorer les connaissances concernant la biologie du poulpe, la dynamique et la structure des stocks, les relations entre cette espèce et son écosystème et les aspects socio-économiques liés à son exploitation et à sa commercialisation. Il s'agissait de fournir les éléments devant permettre une meilleure maîtrise des conditions de rentabilité des unités de pêche pour une optimisation des investissements du secteur, en :

- concernant les facteurs conditionnant la rentabilité financière des investissements ;
- appréciant les tendances et opportunités de la filière céphalopodière artisanale.

I Méthodologie

Les céphalopodes sont sujets aussi bien à une exploitation industrielle qu'artisanale. La pêche artisanale est exclusivement nationale tandis que la pêche industrielle est nationale (flottille basée à Dakar) et étrangère (flottille non basée à Dakar). En raison du peu de recherche spécifique du poulpe par les chalutiers, l'étude se limite à la pêche artisanale.

Deux questionnaires ont été confectionnés pour le suivi des unités artisanales de pêche céphalopodière :

- la fiche de renseignements sur l'unité de pêche recense au début du suivi les informations relatives aux caractéristiques des pirogues, des moteurs et des engins de chaque unité, le nombre de marins embarqués et à terre et le système de rémunération (part) pratiqué ;
- la fiche de suivi quotidien des unités de pêche consigne les informations relatives aux engins embarqués, aux captures, recettes et dons et aux dépenses engagées pendant la sortie.

Ces questionnaires ont été, dans un premier temps, testés et validés sur le terrain.

L'essentiel des captures de céphalopodes, poulpe en particulier, étant fait à Mbour, Joal et Kayar, les trois ports ont été retenus pour le suivi annuel des unités de pêche.

Suite aux séances d'information et de sensibilisation tenues dans ces ports et relatives aux objectifs du suivi et à la présentation des questionnaires, un échantillon suffisamment représentatif a été obtenu. Ainsi 25 unités de pêche ont été enquêtées à Mbour, 25 à Joal et 15 à Kayar. Le suivi étant annuel, les critères de sélection des unités de pêche étaient essentiellement le type de pêche généralement pratiqué (cependant toujours poulpe au moment du démarrage des enquêtes) et leur sédentarité.

Les enquêtes ayant débuté en août 1997 ont été clôturées en septembre 1998.

La flottille artisanale

Les poulpes sont très généralement pêchés à la turlutte qui est un engin spécifique et le seul utilisé pour sa recherche. Il s'agit d'une ligne à main terminée par un gros plomb de 200 à 400 g, de forme conique, dont la base est munie de 5 à 6 hameçons disposés en couronne. Le plomb est recouvert de matières colorées souvent argentées. Du sommet du plomb partent généralement de petites lanières brillantes. Sur la ligne au-dessus du plomb, deux séries de lanières colorées et brillantes découpées dans des sacs plastiques, de 25 à 50 cm de longueur, sont disposées en couronnes qui partent chacune d'un même point (Caverivière *et al.*, 2000).

Les unités de pêche artisanales qui pêchent le poulpe sont généralement caractérisées par une mixité turlutte et/ou ligne-seiche et/ou palangre et/ou casier et s'adaptent pendant l'année aux variations saisonnières des ressources (CRODT, 1994).

La ligne à main classique ou palangrotte, pour la pêche du poisson, est constituée d'un fil de nylon de diamètre et de longueur variables. Elle est munie en général de 1 à 5 avançons portant des hameçons. Le fil est lesté de plomb.

La ligne à seiche est une turlutte plus légère et plus simple que la turlutte à poulpe, plomb coulé dans du plastique rouge et pas de couronne de lanières.

Les casiers sont utilisés pour la pêche de la seiche. Les plus couramment utilisés ont une armature en fer de forme parallépipédique d'environ 1,20 m de longueur, 80 cm de hauteur et 80 cm de largeur ; ils comportent deux ouvertures circulaires, chacune placée sur un des côtés (opposés) du piège.

Les palangres comportent une ligne maîtresse faite de cordage ou de tresses bitumées, et lestée à chaque extrémité ; entre les extrémités, la palangre porte des avançons munis d'hameçons. La distance entre les avançons ainsi que la taille des hameçons dépendent des espèces ciblées. Les palangres utilisées par les pirogues dites « lignes normales » sont de dimensions plus petites à celles utilisées par les pirogues glacières à la ligne.

Lors du recensement national du parc piroguier de septembre 1997, il a été dénombré 546 pirogues faisant alors exclusivement du poulpe (CRODT, 1997).

Les acteurs de la filière

La capture, l'achat, la transformation et la commercialisation finale du poulpe sont le fait de trois types d'agents économiques dont les fonctions au sein de la filière sont relativement spécialisées. Ce sont les pêcheurs, les mareyeurs et les usiniers.

Les pêcheurs

En pêche artisanale, compte tenu de la diversité des engins à bord des pirogues, il est difficile de faire une catégorisation des pêcheurs de poulpe à partir des unités de pêche. En effet, les pêcheurs développent des stratégies consistant à pouvoir utiliser plusieurs engins à bord de leurs embarcations. Il est fréquent de voir une unité de pêche embarquer des engins ligne poisson, ligne seiche, ligne poulpe et casiers. Pour cette raison, la typologie se fera à partir des engins utilisés.

Les premiers pêcheurs qui ont contribué à l'émergence de la pêcherie de poulpe sont les ligneurs migrants saint-louisiens basés dans les ports de Mbour et de Joal. Par la suite, les Lébous de la Petite-Côte (Yenne, Nianghal, Toubab Dialao et Ngaparou) ont commencé à s'intéresser à l'exploitation du poulpe. À l'origine, les Lébous pratiquaient exclusivement les filets dormants (soles, cymbium, etc.) et les casiers à seiche. En 1992 ce sont les Nyominkas, utilisant traditionnellement les filets maillant encerclant, qui ont fait leur entrée dans la pêcherie. La campagne de poulpe de 1997 a enregistré l'arrivée massive de senneurs saint-louisiens.

Pour les pêcheurs migrants originaires de la Petite Côte, le poulpe a considérablement modifié leur calendrier d'activités. La saison de pêche s'étale maintenant sur toute l'année. L'exploitation du poulpe

a lieu surtout pendant l'hivernage, de juin à septembre, en remplacement de l'agriculture qui les occupait pendant cette période de l'année. On note une certaine tendance à la sédentarisation des pêcheurs. C'est aussi le cas, depuis 1992, pour les pêcheurs Nyominkas qui migraient en Casamance et en Guinée Bissau pour exploiter le requin (Dème *et al.*, 1998).

Les mareyeurs

Les mareyeurs constituent une catégorie professionnelle aux fonctions diverses : financement de la pêche artisanale, achat de poulpe sur les plages, conditionnement et transport vers les usines.

Les mareyeurs ont joué un rôle capital dans l'émergence et le développement des pêcheries artisanales de poulpe au Sénégal. Sans leur rôle d'intermédiation entre les industriels et les pêcheurs artisans, la pêche du poulpe n'aurait pas connu un tel succès. C'est par leur entremise que les usines japonaises sont parvenues à financer l'activité en mettant à leur disposition des fonds afin de les distribuer aux pêcheurs sous formes de crédit à l'équipement et/ou de préfinancement des sorties. Certains mareyeurs sous la couverture financière des usiniers se rappellent avoir eu à payer le manque à gagner des pêcheurs restés à quai pour confectionner les premières turlattes pour l'exploitation du poulpe.

Les usiniers

La plupart des usiniers, souvent en raison de leur situation financière, n'ont pas d'unité de pêche en propre. Pour leurs approvisionnements, ils font souvent appel aux mareyeurs. Sous leur impulsion, de nouveaux types de pêche artisanale sont apparus et ne se sont développés que pour l'exportation. C'est le cas de la pêche des seiches à la turlutte et au casier introduite par les industriels japonais. Ces derniers ont favorisé le développement de ce type de pêche à Mbour par la distribution des engins de pêche aux pêcheurs artisans. En contrepartie, ces derniers étaient tenus de leur vendre la totalité de leurs produits au prix convenu. Il s'établissait ainsi un contrat de quasi-intégration entre pêcheurs et usiniers, par l'inter-

médiaire de mareyeurs attirés. Pas moins d'une vingtaine de sociétés se sont lancées dans les exportations de poulpes jusqu'en 1991. En 1996, elles sont au nombre de 68.

La présence des usiniers et des mareyeurs assure une certaine durabilité de la pêche. Ils assurent le renouvellement de l'équipement de pêche et le financement des activités (crédits en début de campagne, fonds de roulement). L'utilisation de la glace et de camions frigorifiques permet aux pêcheurs de fréquenter des lieux de pêche de plus en plus éloignés, de rallonger la durée des sorties, et la présence permanente des mareyeurs dans les différents centres de débarquement permet la vente des produits quelle que soit l'heure de débarquement. Les usiniers et mareyeurs pensent courir moins de risque en finançant les pêcheurs de poulpe que ceux d'autres espèces. Les raisons avancées sont variables : les revenus importants générés par le poulpe, les pertes de matériel moindres (par exemple les casiers à seiche font l'objet de vols fréquents), et les cas de détournement de captures sont rares car le produit poulpe est totalement orienté vers les marchés extérieurs à partir de centres de débarquement limités. Toutefois, les stratégies adoptées par les différents agents de commercialisation montrent bien que ces derniers ne comptent pas exclusivement sur le poulpe. Ils procèdent à une diversification de leurs activités en commercialisant, entre autres, la sole, la seiche et la daurade.

I Caractéristiques technico-économiques des unités suivies

Une première caractéristique des unités de pêche suivies est leur fort niveau de sédentarisation. L'échantillon retenu a été suivi jusqu'à la fin de la période d'enquête, à l'exception de deux pirogues de Kayar qui se sont installées à Dakar en cours d'année.

Les caractéristiques technico-économiques des unités suivies sont résumées au tableau 1.

Tous ports confondus, la longueur moyenne des pirogues utilisées

Unités de pêche	Longueur de la pirogue (m)	Age de la pirogue (années)	Puissance du moteur (CV)	Age du moteur (années)	Taille équipage
Tous ports confondus					
Ligne poisson	6,5	6,7	13,9	4,8	4
Ligne-casier seiche	7,7	5,7	17,5	3,7	4
Palangre	7,7	3,1	16,7	3,9	4
Ligne poulpe	8,9	3,1	18,6	4,3	5
Kayar					
Ligne poisson	5,5	3,2	11,7	5,2	4
Ligne-casier seiche	4,7	1,7	10,0	2,7	4
Palangre	5,9	3,7	13,4	3,6	4
Ligne poulpe	5,4	3,0	14,0	1,0	5
Mbour					
Ligne poisson	6,8	3,2	13,6	4,0	4
Ligne-casier seiche	6,6	2,1	14,5	4,1	4
Palangre	6,6	2,4	14,0	3,4	4
Ligne poulpe	7,0	4,3	12,7	3,7	5
Joal					
Ligne poisson	8,0	14,4	17,3	4,8	4
Ligne-casier seiche	9,3	9,9	21,7	4,3	4
Palangre	11,1	3,8	24,0	4,9	4
Ligne poulpe	12,8	3,0	26,1	3,9	5

■ Tableau 1

Caractéristiques technico-économiques des unités de pêche suivies.

Technical and economical characteristics of fishing units.

pour la ligne poisson est de 7 m, contre 9 m pour les embarcations ligne poulpe et 8 m pour la ligne-casier seiche et la palangre. Cependant, il faut noter que la taille des embarcations est relativement plus longue dans le port de Joal.

Tous ports confondus, l'âge moyen des pirogues oscille autour de 6 ans pour la ligne poisson et la ligne-casier seiche, contre 3 ans

pour la palangre et la ligne poulpe. La tendance est cependant inverse dans le port de Joal.

Les puissances motrices des unités sont relativement faibles et varient entre 15 et 25 CV. À part la ligne poulpe et la ligne-casier seiche à Kayar, l'âge des moteurs varie entre 4 et 6 ans. Contrairement aux unités de senne tournante et de filets maillant encerclant, les moteurs ne sont pas soumis à une utilisation intensive, ce qui explique leur durée de vie relativement longue.

Éléments d'investissement et coûts associés

Les investissements de l'unité de pêche comprennent essentiellement l'achat de la pirogue, l'achat d'un moteur et l'acquisition des engins de pêche et accessoires.

Plusieurs facteurs influent sur le prix d'une pirogue : la taille, la qualité du bois utilisé et le lieu de construction.

Les moteurs sont détaxés et vendus à crédit aux pêcheurs membres d'un Groupement d'intérêt économique (GIE) par le Centre d'assistance, d'expérimentation et de vulgarisation pour la pêche artisanale (CAEP) ou les organismes privés de la place.

Les accessoires sont constitués essentiellement de réservoirs pour l'eau et le carburant, des cordages, des lampes, des couteaux, des seaux et des pagaies.

Le capital moyen investi est de 841 800 F CFA pour l'unité de ligne poisson, 1 142 400 F CFA pour l'unité ligne-casier seiche, 1 116 200 F CFA pour la palangre et 1 171 400 F CFA pour la ligne poulpe (tabl. 2). À part la ligne poulpe à Joal, les niveaux d'investissement sont cependant plus élevés à Mbour que dans les deux autres ports. Le moteur constitue l'investissement le plus lourd toutes unités confondues et compte pour pas moins de 60 % du capital investi.

Les coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation regroupent les charges fixes et les charges variables.

Unités de pêche	Pirogue	Moteur	Engins et accessoires	Total
Tous ports confondus				
Ligne poisson	315 577	514 232	11 970	841 782
Ligne-casier seiche	389 531	667 197	85 641	1 142 379
Palangre	393 594	692 666	29 847	1 116 119
Ligne poulpe	452 581	704 729	14 044	1 171 366
Kayar				
Ligne poisson	242 308	412 386	14 902	669 599
Ligne-casier seiche	125 000	371 667	65 833	562 510
Palangre	255 556	518 447	11 667	785 681
Ligne poulpe	244 643	406 093	8 104	658 852
Mbour				
Ligne poisson	280 000	751 800	5 400	1 037 203
Ligne-casier seiche	418 929	900 000	95 000	1 413 939
Palangre	386 786	850 500	20 543	1 257 841
Ligne poulpe	283 333	676 333	2 133	961 813
Joal				
Ligne poisson	456 875	531 250	11 313	999 441
Ligne-casier seiche	415 000	509 020	80 867	1 004 897
Palangre	542 222	621 367	62 500	1 226 101
Ligne poulpe	696 786	1 009 450	22 536	1 728 784

■ Tableau 2
Capital moyen investi par unité de pêche.
Average investment per fishing unit.

Les charges fixes

Il s'agit de coûts (tabl. 3) qui ne varient pas avec les changements de niveau d'activité des unités de pêche. Ils comprennent essentiellement l'amortissement de l'équipement et les « assurances ».

Pour la pirogue, une durée de vie économique de 8 ans a été retenue, contre 4 ans pour le moteur. Pour les lignes et les turlottes,

chaque pêcheur embarqué dispose de ses propres engins. D'une durée de vie économique relativement courte, les réparations et les amortissements des lignes et turlottes sont confondus car toute tentative de séparation risque d'occasionner une double comptabilité. Les coûts fixes moyens d'amortissement ont été calculés sur la base de la technique de l'amortissement linéaire.

Unités de pêche	Amortissement Pirogue	Amortissement moteur	Total amortissement	Assurances	Total
Tous ports confondus					
Ligne poisson	39 444	128 558	168 002	42 089	210 091
Ligne-casier seiche	48 691	166 799	215 490	57 118	272 608
Palangre	49 199	173 166	222 365	55 805	278 170
Ligne poulpe	56 572	176 182	232 754	58 683	291 473
Kayar					
Ligne poisson	30 288	103 096	133 384	33 479	166 863
Ligne-casier seiche	15 625	92 916	108 541	28 125	136 666
Palangre	31 944	129 611	161 555	39 284	200 839
Ligne poulpe	30 580	101 523	132 103	32 942	165 045
Mbour					
Ligne poisson	35 000	187 950	222 950	51 860	274 810
Ligne-casier seiche	52 366	225 000	277 366	70 696	348 062
Palangre	48 348	106 312	154 660	62 892	217 552
Ligne poulpe	35 146	84 541	119 687	48 090	167 777
Joal					
Ligne poisson	57 109	132 812	189 921	49 972	239 893
Ligne-casier seiche	51 875	127 255	179 130	50 244	229 354
Palangre	67 777	155 341	223 118	61 305	284 423
Ligne poulpe	87 098	252 362	339 460	86 439	425 899

Tableau 3

Coûts annuels moyens fixes supportés par les unités de pêche.

Annual fixed costs of fishing units.

Les « assurances » sont l'ensemble des dépenses supportées par les pêcheurs propriétaires dans le cadre de leurs croyances traditionnelles, pour d'une part s'assurer d'une bonne campagne de pêche et d'autre part se protéger contre tout accident en mer. Leur montant annuel est estimé à 5 % du capital investi.

Les charges variables

Il s'agit de coûts (tabl. 4) qui évoluent en fonction du niveau d'activité et de production des unités de pêche. Ils se regroupent essentiellement en cinq éléments : le carburant, la nourriture, l'appât, la glace, l'entretien et la réparation, ainsi que l'achat de petit matériel de pêche (cordes, ficelles, hameçons).

La consommation de carburant par marée est fonction de la puissance du moteur et de la distance à parcourir pour atteindre les lieux de pêche. Elle constitue le poste le plus important et compte, tous engins confondus, pour plus de 50 % des charges d'exploitation.

Les dépenses en nourriture de l'équipage, deuxième poste en importance, sont fonction du nombre de marins embarqués et du temps passé en mer.

De faibles quantités de glace sont embarquées. Son utilisation est d'ailleurs nulle pour les unités de ligne-casier seiche.

L'appât, utilisé par les seules unités ligne poisson et palangre, est constitué essentiellement de sardinelles achetées auprès des pêcheurs de sennes tournantes ou des mareyeurs. La turlutte utilise des leurres tandis que pour les casiers à seiche les pêcheurs font appel aux tiges de cocotiers.

L'essentiel des réparations supportées par les unités de pêche concerne les moteurs. Les montants relativement faibles, comparés à ceux supportés par les sennes tournantes et les pirogues glacières, s'expliquent par l'utilisation peu intensive du moteur et du caractère côtier de ces pêcheries.

Engins	Carburant	Nourriture	Appât	Glace	Réparations	Total
Tous ports confondus						
Ligne poisson	421 556	253 967	98 404	55 985	69 837	899 749
Ligne-casier seiche	494 006	149 627	0	0	22 753	666 387
Palangre	341 845	74 691	77 342	64 823	12 922	571 624
Ligne poulpe	725 448	279 411	0	32 350	52 356	1 089 605
Kayar						
Ligne poisson	356 754	310 754	90 062	9 608	59 802	826 979
Ligne-casier seiche	136 333	254 583	0	0	62 774	453 692
Palangre	124 750	49 667	19 917	4 806	17 566	216 706
Ligne poulpe	133 285	146 507	0	1 618	75 178	356 588
Mbour						
Ligne poisson	659 200	91 920	177 180	56 920	41 456	1 026 676
Ligne-casier seiche	832 207	173 507	0	0	30 736	1 036 450
Palangre	318 721	39 043	68 471	20 343	15 281	461 859
Ligne poulpe	5 427 795	1 331 917	0	39 950	138 256	6 937 818
Joal						
Ligne poisson	378 333	262 969	62 725	130 763	103 882	938 670
Ligne-casier seiche	249 887	106 347	0	0	7 299	363 533
Palangre	594 911	155 167	148 567	194 033	4 622	1 097 289
Ligne poulpe	309 964	186 800	0	66 536	6 133	569 433

I Tableau 4

Charges d'exploitation variables moyennes
des unités de pêche suivies.

Annual variable costs of fishing units.

I Rentabilité économique et financière

Revenus générés et rémunération des facteurs de production

Contrairement aux espèces commercialisées sur le marché local, où les pêcheurs n'ont qu'une idée très imparfaite du prix du poisson fixé généralement par négociation de gré à gré sans réelle confrontation d'un grand nombre d'offres et de demandeurs, pour le poulpe les prix au producteur font l'objet d'une intense négociation entre organisations professionnelles de pêcheurs, mareyeurs et usiniers. Cet équilibre des forces entre les différents acteurs de la filière est lié à l'émergence de fortes organisations professionnelles de pêcheurs au début des années 1990. Face au renchérissement des coûts des facteurs de production (filets, pirogues, moteurs) et des charges d'exploitation au lendemain de la dévaluation du F CFA (1994) et s'appuyant sur les mesures d'autorégulation qu'ils avaient su s'imposer pour réguler l'offre de pageot, ces organisations professionnelles ont pu négocier pour le poulpe un prix d'achat rémunérateur plus près du cours du marché international.

La rémunération des facteurs de production se fait à la part, le partage est réalisé entre pêcheurs et propriétaires des équipements après déduction du revenu brut des frais communs (carburant, appât, glace, nourriture et réparation). Le résultat brut de l'exploitation est alors réparti entre le travail et le capital équipement selon les modalités suivantes: une part pour la pirogue, une part pour le moteur et une part pour chaque membre d'équipage, soit 6 parts pour la ligne poisson, la ligne-casier seiche, la palangre et 7 parts pour la ligne poulpe.

Les recettes les plus importantes ont été enregistrées par les unités de ligne poulpe (3 963 800 F CFA) et les plus faibles par les unités de palangre (1 470 000 F CFA). Les unités de ligne-casier seiche et ligne poisson génèrent approximativement les mêmes niveaux de revenus (tabl. 5), aux alentours de 2 200 000 F CFA.

Le poulpe compte pour 73 % des recettes annuelles globales dégagées par les unités de pêche ligne poulpe, 13 et 9 % pour les unités

Engins	Poulpe	Seiche	Calmar	Total céphalopodes	Autres espèces	Total toutes espèces
Tous ports confondus						
Ligne poisson	213 387	55 521	0	268 908	1 998 494	2 267 402
Ligne-casier seiche	293 474	1 709 133	2 391	2 004 998	125 695	2 130 693
Palangre	5 569	11 373	0	16 942	1 453 088	1 470 030
Ligne poulpe	2 911 072	776 677	0	3 687 748	276 088	3 963 835
Kayar						
Ligne poisson	413 399	91 425	0	504 824	1 400 069	1 904 893
Ligne-casier seiche	122 850	756 137	0	878 987	356 555	1 235 542
Palangre	10 578	0	0	10 578	442 120	452 698
Ligne poulpe	594 538	28 331	0	622 870	387 083	1 009 953
Mbour						
Ligne poisson	33 575	34 524	0	68 099	3 487 140	3 555 239
Ligne-casier seiche	634 809	2 849 912	1 250	3 485 972	189 236	3 675 208
Palangre	5 929	25 996	0	31 925	1 674 218	1 706 143
Ligne poulpe	19 033 103	7 733 556	1 700	26 768 359	830 352	27 598 710
Joal						
Ligne poisson	750	10 300	0	11 050	2 040 532	2 051 582
Ligne-casier seiche	9 020	835 005	3 933	847 959	20 217	868 176
Palangre	0	0	0	0	2 120 075	2 120 075
Ligne poulpe	1 772 884	33 897	0	1 806 780	46 321	1 853 102

Tableau 5
Recettes moyennes générées par les unités de pêche suivies.

Fishery units' cash flow.

ligne-casier seiche et ligne poisson. Pour les unités de palangre, par contre, les revenus tirés de débarquement de poulpe sont quasi nuls (0,3 %). Les céphalopodes (poulpe, seiche, calmar) représentent à eux seuls 93 et 94 % des recettes générées par les unités ligne-casier seiche et ligne poulpe, pour 13 et 90 % des quantités débarquées. Les niveaux de captures relativement faibles de céphalopodes des unités de pêche ligne-casier seiche par rapport aux revenus générés

s'explique par les prix au producteur relativement élevés de ces produits, la seiche en particulier (1 913 F CFA le kg).

Les revenus nets de l'armateur, relativement nuls pour les unités de palangre (21 800 F CFA), sont substantiels pour ceux de la ligne poulpe (520 700 F CFA). La rémunération du facteur travail est relativement élevée pour ce même engin (2 062 000 F CFA), moyenne pour la ligne poisson et la ligne-casier seiche (911 000 et 976 000 F CFA respectivement) et faible pour la palangre (598 000 F CFA) (tabl. 6). Cela correspond à un salaire annuel moyen par pêcheur variant entre 412 400 et 149 600 F CFA (tabl. 7).

L'amortissement étant une dépense comptable n'entraînant aucune sortie d'argent, le calcul du revenu de trésorerie a été effectué en ne tenant compte que des sorties et des entrées d'argent. D'ailleurs ce revenu est plus tangible et plus significatif pour les armateurs artisans. Alors les revenus de capital des unités palangre passent de 21 800 F CFA à 244 200 F CFA. Les autres types d'unités ont aussi des hausses relativement substantielles.

Unité de pêche	Ligne poisson	Ligne-casier seiche	Palangre	Ligne poulpe
Chiffre d'affaires	2 267 402	2 130 693	1 470 030	3 963 835
Charges d'exploitation	899 749	666 387	571 624	1 089 605
Résultat net à partager	1 367 653	1 464 306	898 406	2 874 230
Revenu de travail (équipage)	911 769	976 204	598 438	2 062 022
Revenu du capital (armateur)	455 884	488 102	299 968	812 208
Coûts fixes	210 091	272 608	278 170	291 473
Revenu net amateur	245 793	215 494	21 790	520 735
Capital investi	841 782	1 142 379	1 116 119	1 171 366
Taux de rentabilité (%)	29 %	19 %	2 %	44 %
Délai de récupération (années)	3,5	5,3	5,1	2,2

Tableau 6
Compte d'exploitation par unité de pêche tous ports confondus.

Operating accounts of fishing units.

Unité de pêche	Ligne poisson	Ligne-casier seiche	Palangre	Ligne poulpe
Capital investi	841 782	1 142 379	1 116 119	1 171 366
Revenu net du capital	245 793	215 494	21 790	520 735
Revenu de trésorerie (capital)	413 795	430 984	244 155	753 489
Taux de rentabilité interne	29 %	19 %	2 %	44 %
Délai de récupération du capital investi	3.5	5.3	5,1	2.2
Revenu du travail (équipage)	911 769	976 204	598 438	2 062 022
Revenu annuel par pêcheur	227 942	244 051	149 609	412 404
Taille équipage	4	4	4	5
Coût de création d'un emploi	210 445	285 594	279 029	234 273
Valeur ajoutée nette	1 199 651	1 248 816	676 041	2 641 476
Valeur ajoutée/ Chiffre d'affaires (%)	52 %	58 %	46 %	66 %
Revenu du travail/ Valeur ajoutée (%)	76 %	78 %	88 %	78 %

Tableau 7
Principaux indicateurs économiques et financiers
par type de pêche.

*Major economical and financial indicators
for each fishery type.*

Rentabilité économique et financière des unités de pêche

Pour les études de rentabilité des unités de pêche suivies, il s'agit de reconstituer leur compte d'exploitation à partir des données du suivi. La prise en compte du système de partage du produit de la pêche a permis de déterminer les revenus du capital (propriétaire de l'unité de pêche) et du travail (pêcheurs embarqués), ce qui conduit aux calculs du taux de rentabilité interne, du délai de récupération du capital investi, du coût de création d'un emploi et de la valeur ajoutée moyenne générée (Dème et Diadhiou, 1990; Kébé et Dème, 1996).

Taux de rentabilité et décal de récupération du capital

Les gains nets moyens dégagés par les armateurs correspondant à des taux internes de rentabilité (TIR) de 29 % pour l'unité ligne poisson, 19 % pour l'unité ligne-casier seiche, 2 % pour l'unité de palangre et 44 % pour l'unité ligne poulpe (tabl. 7). Le TIR est le pourcentage du revenu net de l'armateur par rapport au capital investi. Les délais de récupération des capitaux investis sont de 3,5; 5,3; 5,1 et 2,2 ans respectivement. Le niveau moyen de rentabilité quasi nul des unités de palangre atteste que les recettes générées par cette activité sont à peine suffisantes pour assurer le renouvellement de l'équipement de pêche et couvrir le risque d'investir dans ce type de pêche. Ainsi, sur les 166 unités de palangre recensées en 1997 le long du littoral sénégalais, seules 12 sont actives dans les ports étudiés. Ce faible niveau de rentabilité pourrait peut-être s'expliquer par les faibles quantités de poulpe débarquées, comparativement aux autres unités du suivi.

Valeur ajoutée et création d'emplois

L'indicateur le plus pertinent pour évaluer la création de richesses d'une activité économique est le critère de valeur ajoutée. La valeur ajoutée nette est l'excédent du chiffre d'affaires sur les charges d'exploitation et le capital fixe (amortissements) consommés dans le processus de production. Elle est de 1 199 700 F CFA en moyenne pour l'unité ligne poisson, 1 148 800 F CFA pour l'unité ligne-casier seiche, 676 000 F CFA pour l'unité de palangre et 2 641 500 F CFA pour l'unité ligne poulpe (tabl. 7).

La valeur ajoutée nette, comptant pour plus de 50 % du chiffre d'affaires des unités de pêche, à l'exception des palangres (46 %), rémunère essentiellement le facteur travail jusqu'à concurrence de 76 % pour la ligne poisson, 78 % pour la ligne-casier seiche et la ligne poulpe, 88 % pour la palangre. Cette forte affectation de la valeur ajoutée à la rémunération du facteur travail est due au fait que les pêcheurs artisans ne sont pas assujettis au paiement de certaines taxes et redevances et que leurs investissements sont relativement modestes par rapport à la pêche industrielle.

Le coût moyen de création d'un emploi direct (capital investi/nombre de pêcheurs embarqués) est de moins de 300 000 F CFA, tous engins confondus. De nombreux métiers, comme dans toutes les pêcheries

artisanales, sont liés à l'existence de cette activité : mareyeurs, exportateurs, charpentiers, mécaniciens, etc.

Conclusion

La pêche au poulpe montre le signal d'un rapide processus de capitalisation dans les pêcheries. Grâce aux revenus tirés de cette activité, beaucoup de pêcheurs et mareyeurs ont pu disposer de nouvelles unités de pêche. D'autres ont réparé et remis à l'eau des pirogues qui n'étaient pas opérationnelles depuis longtemps.

Des enquêtes sur le terrain montrent que la deuxième alternative est la plus fréquente pour les raisons suivantes :

- la conception éphémère de la ressource poulpe par les pêcheurs n'incite pas ces derniers à construire systématiquement des pirogues neuves destinées à cette pêcherie ;
- la dévaluation du F CFA survenue en 1994 a occasionné un net renchérissement du bois et des matériaux de construction des pirogues.

La capitalisation dans la pêche du poulpe s'opère en deux temps. Il s'agit d'abord de mobiliser en début de campagne des moyens internes ou externes (fonds propres, mareyeurs, crédits bancaires) pour la remise à l'eau des pirogues inactives. Dans un second temps, les capitaux tirés du poulpe sont injectés dans les activités de pêche auxquelles s'identifient certaines communautés. Ainsi, il a été constaté que beaucoup de pêcheurs Nyominkas, à partir des revenus tirés du poulpe, ont investi dans les pêcheries de petits pélagiques côtiers par acquisition ou réparation de filets maillant encerclant. D'autant plus que chez ces derniers, comme le recrutement des équipages s'opère essentiellement dans le cercle familial et ethnique, les revenus tirés du poulpe participent largement à la promotion de toute la communauté.

Les effets induits de ce processus de capitalisation ne sont pas seulement positifs. Ils ont occasionné une augmentation de l'effort de pêche artisanal, déjà jugé excessif pour certaines espèces (surexploitation localisée des petits pélagiques côtiers de la Petite Côte du Sénégal), et augmenté les risques de conflits (à terre et en mer) entre les différents acteurs en compétition.

Bibliographie

- CAVERIVIÈRE A., DIALLO M.,
 DOMAIN F., JOUFFRE D., 2000 —
 « Répartition côtière du poulpe
Octopus vulgaris sur la Petite Côte
 du Sénégal et son exploitation
 par la pêche artisanale ».
In : Gascuel D., Chavance P., Bez N.,
 Biseau A (éd.): *Les espaces de
 l'halieutique*. Paris, IRD Éditions, coll.
 Colloques et séminaires : 269-283.
- CRODT, 1994 —
*Les pêcheries démersales côtières,
 artisanales et industrielles
 au Sénégal: analyses comparatives
 des aspects biologiques
 et socio-économiques :
 perspectives d'aménagement*.
 Rapport Groupe ABC-SEPIA, 95 p.
- CRODT, 1997 —
*Recensement national
 du parc piroguier
 et des infrastructures liées
 à la pêche*. Rapport CRODT,
 20 p. miméo.
- DÈME M., DIADHIOU A., 1990 —
*La pêche artisanale des pirogues
 de lignes en Casamance : aspects
 biologiques et socio-économiques*.
 Document Scientifique du CRODT,
 120, 28 p.
- DÈME M., DIALLO M.,
 GUEYE B., SALL A., 1998 —
*Présentation des pêcheries
 nationales : cas du Sénégal*.
 Document de travail Projet
 européen Inco « Gestion durable des
 ressources marines renouvelables »,
 41 p. miméo.
- KÉBÉ M., DÈME M., 1996.—
*Filière pêche artisanale : rentabilité,
 exportations et consommation locale*.
 Atelier de restitution « Impact de la
 dévaluation sur les revenus et la
 sécurité alimentaire au Sénégal »,
 Novotel-Dakar, 23 février 1996,
 Isra-Pase/ Institut du Sahel-Prisas,
 DT 96-02, 14 p.
- MPTM, 1998 —
*Plan directeur des pêches maritimes :
 analyse descriptive, politiques
 et stratégies*. Ministère de la Pêche
 et des Transports maritimes du
 Sénégal, vol. I, 100 p.

Synthèse du programme Inco

Programme de recherche européen
en coopération relatif à l'aménagement
des pêcheries de céphalopodes
en Afrique de l'Ouest

Pierre Failler
Économiste

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 1970 en Mauritanie et au Maroc et plus récemment au Sénégal au milieu des années 1980 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 pêche d'excellence¹. Initialement limité à un seul marché, le Japon, le poulpe a, peu à peu, obliqué vers le marché européen, moins regardant sur la qualité et sur les tailles commerciales.

Face aux intérêts financiers en jeu, de nombreuses stratégies ont été déployées par les pêcheurs et les gouvernements afin de tirer profit

¹ À un degré moindre pour le Sénégal.

de cette opportunité économique. Si dans un premier temps, armateurs et gouvernements avançaient main dans la main en mettant sur pieds une flotte nationale afin de répondre à la demande du Japon, dans un deuxième temps, 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. Différentes mesures ont ainsi vu le jour, du gel des 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 : 117 kg par heure de pêche en 1992 pour un chalutier mauritanien à seulement 29 kg en 1996 (Lamboeuf, 1997).

Dans un tel contexte, le programme de recherche Inco² a tenté tout d'abord, de comprendre les mécanismes et les logiques qui sous-tendaient le fonctionnement de la filière poulpe au Maroc, en Mauritanie et au Sénégal. Ensuite, les équipes en sciences sociales, articulées autour de l'économie, de la sociologie, du droit et de l'anthropologie, se sont efforcées de montrer les dynamiques des systèmes de régulation et notamment leurs effets en termes de développement durable des pêcheries de poulpe. Soutenu au plan national par les équipes en biologie qui travaillaient sur le poulpe, le programme Inco a réellement bénéficié d'une collaboration interdisciplinaire exemplaire.

Cette communication doit se lire, à la fois, comme une présentation des résultats du programme Inco, et comme une présentation du programme lui-même, de par les descriptions de ce qui en a été la trame³ et les étapes de travail. Il est constitué de six parties qui correspondent à six parties du programme de travail. La première partie est constituée de la description sommaire des pêcheries de poulpe dans

² Le programme associait le CRODT (Sénégal), le CNROP (Mauritanie), l'INRH (Maroc), le Cemare (Royaume Uni), l'IRD (France), et l'université de Perpignan (France).

³ Le texte reprend en partie la structure du document de synthèse à destination de la Commission européenne (Failler, 2000).

les trois pays. La seconde partie présente la trajectoire des pêcheries, assortie des principaux événements politiques, économiques, sociaux et biologiques qui sont pour une grande partie responsable de leurs profils actuels. La troisième partie montre dans quelle mesure les stratégies des acteurs tout au long de la « filière poulpe », pour obtenir l'accès à la ressource, au produit et au marché, façonnent ce secteur économique. La quatrième partie présente les schémas de flux de produits, d'information et de monnaie. La cinquième partie fait le point sur le concept de développement durable et son application aux pêcheries de poulpe. Et enfin, la sixième partie dresse, à l'aide d'éléments clés, un portrait des systèmes de gestion des pêcheries de poulpe au Maroc, Mauritanie et Sénégal.

I Description des pêcheries nationales

Les pêcheries nationales peuvent être succinctement décrites de la façon suivante :

- *Maroc* : la pêche aux céphalopodes, opérée depuis des navires industriels, subit des changements importants avec l'entrée massive et non pressentie (donc pas encore légiférée) de pêcheurs côtiers et artisanaux qui réalisent 35 % des 46 000 t de prises totales (année 1997). Ainsi, dans une pêcherie jugée en en crise, émergent des formes de production distinctes et complémentaires des formes déjà existantes. L'explication de ce développement se trouve dans : le faible niveau d'investissement requis pour la mise en place de nouvelles unités de production de ce type, les coûts de production peu conséquents (proximité des zones de pêches), mais aussi des infrastructures à terre conformes aux normes internationales de qualité (donc aptes à favoriser sans investissement supplémentaire l'accès aux marchés japonais et européens déjà fonctionnels). 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.

- *Mauritanie* : le passage d'une taxe à l'exportation à un droit d'accès marque la fin d'un système unique de gestion par le contrôle des

exportations via la Société Mauritanienne de commercialisation du poisson (SMCP). Initiée et soutenue par la Banque Mondiale, la politique de retrait de l'État s'est traduite par une privatisation partielle de la SMCP et par la mise en place depuis 1995 de mesures de contrôle de l'accès (sous forme d'une redevance). Malgré cela la Mauritanie subit les mêmes diminutions des rendements par unité d'effort que le Maroc. 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 d'accès aux ressources et aux marchés. Les modes d'encadrement de ces nouvelles composantes dans la pêche se différencient toutefois par de nombreux facteurs institutionnels et politiques.

- *Sénégal*: la ressource céphalopode est considérée par les pêcheurs artisanaux comme une ressource éphémère (à l'instar du baliste quelques années auparavant). Ils se contentent donc de saisir cette opportunité qui, intervenant pendant la morte saison, ne modifie que très peu leur calendrier de pêche. Ajoutée au développement déjà ancien de la pêche artisanale sénégalaise, cette nouvelle activité de capture prend dans le cas de ce pays un intérêt tout particulier susceptible d'enrichir par comparaison l'effet innovant suscité par ce nouveau produit, l'émergence de nouvelles filières dans un tissu commercial, social et institutionnel déjà fort développé par la pêche. En cela, il est intéressant de suivre la capacité et la spécificité associées à cette ressource par rapport aux filières traditionnelles.

Un certain nombre de points ont attiré l'attention des équipes du programme :

- Le principe du *repos biologique* et surtout son efficacité ont longtemps été discutés par l'ensemble des participants. Le fait d'arrêter pour repartir au même moment pour l'ensemble des opérateurs 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 PUE (prises par unité d'effort), très fortes les premières semaines de pêche, déclinent rapidement, pour retomber à des niveaux équivalents à ceux d'avant le repos. L'augmentation de la durée du repos (exemple du Maroc avec 4 mois de repos biologique) ne semble pas pour le moment conduire au rétablissement des stocks. Le repos

biologique constitue ainsi une mesure de limitation temporaire de l'accès. Cela ne résout pas pour autant le problème central de gestion de l'accès dans une vision globale de l'effort de pêche qui s'exerce sur ces ressources (flottes nationales et flottes étrangères, industrielles et artisanales). D'un point de vue de l'organisation à terre des activités amont et aval, ces mesures d'arrêt temporaire tendent à pénaliser non seulement les armements mais aussi les usiniers et autres maillons de la filière. Néanmoins, le principe d'arrêt biologique porte pour les acteurs professionnels (à juste titre ou non) des vertus particulières en terme d'équité. Cela rend cette mesure pour l'instant acceptable par l'ensemble de la profession. Cela explique sans doute sa généralisation aux trois pays.

- Les *stratégies d'achat du Japon* ont considérablement évolué ces dernières années. Le Japon, première destination des exportations, se voit aujourd'hui talonné de près par l'Europe, voire dépassé dans certains cas, géographiquement ou de façon saisonnière. Malgré cela, le Japon demeure la destination privilégiée des poulpes de grande taille, sélectionnés selon des normes commerciales encore distinctes des normes européennes (qualité de la chair, coloration...). La mise aux normes des usines de transformation de produits à destination de l'Europe constitue en soi une nouvelle forme d'immixtion dans l'organisation de la filière céphalopodes du Maroc, de la Mauritanie et du Sénégal.

- La présence dans les eaux nationales des trois pays de *flottes étrangères* constitue aux dires des représentants de la profession et de l'administration, un obstacle majeur à la mise en place de mesures de gestion de l'accès. Ils mettent en avant les passe-droits, les nombreux avantages et les faibles contraintes dont elles bénéficient. Toutefois, comme il l'a été souligné, les flottes étrangères représentent, en même temps qu'une source de devises non négligeable, une soupape de sécurité qui peut permettre de faire face à d'éventuels accidents de production. Cette présence étrangère est unanimement dénoncée par les milieux professionnels nationaux. Ceux-ci voient dans l'annulation de ces droits d'accès la façon directe de répondre aux exigences d'un retour à un niveau d'exploitation équilibré. Dans le même temps, il a été rappelé que l'éviction de cette flottille ne garantit en rien la mise en place d'une véritable régulation de l'accès (conflits internes aux flottilles nationales). Cela de fait n'est à considérer que comme une étape dans un

processus fondé sur un choix politique sectoriel de régularisation de l'accès et de la capacité de pêche. Ce choix politique en réalité dépasse amplement le cadre de la pêche et ne peut s'envisager que dans la perspective d'une réelle adaptation des conditions nationales de développement d'un secteur industriel (encadrement financier, technique, législatif, commercial...).

- *Le constat d'échec des politiques de gestion de l'accès* a été unanimement reconnu par tous les représentants de la profession ou de l'administration et les chercheurs présents. Tout le monde a également souligné que l'évocation systématique de la raréfaction de la ressource n'était plus acceptable en tant qu'explication de la crise subie. Il faut se tourner vers l'ajustement de la capacité de capture à la ressource en temps et en lieu. Si l'on sait actuellement ce qu'il faut faire, comment le faire est une autre chose.

■ Trajectoire des pêcheries et grille de « l'effet poulpe »

L'élaboration de trajectoires des pêcheries a permis de retracer les faits marquants d'ordres politique (extérieure et intérieure), administratif et juridique (réglementations qui affectent le déroulement des activités du secteur de la pêche), social (l'organisation dans ce domaine du secteur de la pêche et des activités connexes), économique (faits relatifs aux marchés locaux, nationaux et internationaux, aux enjeux de concurrence, aux systèmes productifs, etc.), biologique (état de la ressource, conditions de l'environnement marin, etc.), et divers comme les réalisations de projets, les études importantes réalisées, les développements technologiques, etc.

Ces canevas communs de présentation se sont révélés fort utiles. Tout d'abord, ils ont constitué un matériau d'échange entre les différentes disciplines. L'émergence des pêcheries a été perçue comme un processus complexe, initié il est vrai par le marché, mais mis en scène et façonné différemment selon les réceptacles économiques, sociaux et politiques propres à chacun des pays. Par exemple, la

volonté étatique du Maroc et de la Mauritanie de se doter de flottes nationales concurrentielles des flottes étrangères opérant dans leur Zone économique exclusive (ZEE) s'est traduite par une réglementation très en faveur de l'investissement national privé, une importante couverture des risques financiers associés à une telle entreprise, ainsi qu'à un aménagement progressif des droits d'accès à la ressource en faveur des nationaux.

Le poulpe en tant qu'espèce à fort potentiel commercial a eu pour principal effet de fortement marquer l'organisation du secteur de la pêche au Maroc et encore plus en Mauritanie, où la mise en place d'un système central de contrôle des exportations (SMCP) a constitué longtemps un mécanisme de régulation de la pêcherie. Le Sénégal, disposant déjà d'une armada artisanale, a inscrit l'opportunité du poulpe dans la 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. Toutefois, les plus-values escomptées ont conduit, au tournant des années quatre-vingt-dix, à une prolifération des usines de conditionnement des produits de la mer.

Mais tout cela n'est que la partie émergée de l'iceberg : les trajectoires des pêcheries montrent clairement que les instruments de contrôle de l'accès à la ressource mis en place par le Maroc et la Mauritanie ont chaque fois été mis en échec par des réactions adaptatives des pêcheurs et armateurs nationaux, sans pour autant éviter les banqueroutes. Ainsi, le gel des investissements au Maroc a été suivi d'un vaste développement de la pêche artisanale dans la région de Dakla, et, aux tentatives de contrôle des activités de cette dernière (zones et engins), un essor sans précédent de la pêche côtière, jusque lors 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 situent à la périphérie (essentiellement commerce) est suffisamment 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 sont-elles dans tous les cas de figure des mesures réactives qui entraînent de nouveaux mouvements adaptatifs in vitro ou ex vitro au secteur des pêches, mais qui de toute façon engendrent une

réorganisation du système de production et des conditions d'accès à la ressource.

Ensuite, la construction des trajectoires a, pour la première fois, permis d'avoir une lecture à la fois horizontale et verticale des événements inhérents au secteur de la pêche céphalopodière et de ceux ayant une influence quelconque sur lui. Il est apparu à cet égard que les informations détenues par les chercheurs en sciences sociales et naturelles du présent programme étaient parcellaires et requerraient des compléments issus des autres domaines de savoir, ou de domaines similaires mais de pays différents.

En sus de l'élaboration des trajectoires, un exercice récapitulatif a consisté à appréhender « l'effet poulpe » sur différentes variables et composantes du paysage maritime et économique des trois pays représentés. La grille obtenue (tableau 1) montre à quel point une ressource identique, exploitée en vue d'un même marché, pouvaient 1), selon l'existant et 2), selon les conditions et perspectives à venir, se traduire par des formes d'organisation de la production totalement différentes, et subséquentement par des conditions d'accès fort dissemblables.

■ Stratégies d'accès

Le travail relatif aux stratégies d'accès a permis de positionner les acteurs ayant un rapport avec l'activité de pêche aux céphalopodes. Les descriptions des relations entre acteurs ont porté à la fois sur l'enveloppe ou forme de la relation et sur la nature même de la relation et les stratégies en œuvre. Il a montré à quel point il était important de restituer toute relation dans son contexte économique et social afin d'en dégager tant le signifiant que le signifié qui s'y rattachent.

L'examen des relations a également été conduit de façon diachronique. Cet exercice a permis de révéler l'évolution dans le temps des relations entre acteurs, notamment à chaque modification des conditions d'accès et/ou de l'arrivée de nouveaux acteurs.

Ce travail, complété par l'étude des perceptions des acteurs face à l'opportunité que représente le poulpe, a permis de mettre en valeur quatre types d'accès :

- l'accès à la « ressource-poulpe » ;

Effet					
Effet territorial	Sénégal			X	
	Mauritanie	X			
	Maroc	X			
Développement pêche artisanale	Sénégal				X
	Mauritanie		X		
	Maroc		X	X	
Développement usines	Sénégal			X	
	Mauritanie			X	
	Maroc		X	X	
Développement Armement Industriel national	Sénégal				X
	Mauritanie	X			
	Maroc		X		
Exportation	Sénégal			X	X
	Mauritanie	X			
	Maroc			X	
Filère amont (avant exportation)	Sénégal				X
	Mauritanie		X		
	Maroc			X	
Investisseurs nationaux Tenir compte des différentes générations	Sénégal			X	
	Mauritanie		X (1)		
	Maroc		X		
Organisations professionnelles formelles	Sénégal			X	
	Mauritanie		X		
	Maroc			X	
Collectivités de pêcheurs	Sénégal				X
	Mauritanie			X	
	Maroc		X		
Valeur ajoutée pêche	Sénégal				X
	Mauritanie	X			
	Maroc	X			
Capacité institutionnelle 1) Administration, 2) surveillance 3) crédit	Sénégal			2, 1, 3	
	Mauritanie		3, 1	2	
	Maroc	3	1	2	
Gestion sectorielle (mesures techniques)	Sénégal		X		
	Mauritanie		X		
	Maroc		X		
Contrôle accès 1) zone de pêche, 2) ajout d'unités 3) migration et transferts, 4) accords de pêche	Sénégal			1	2, 3, 4
	Mauritanie	2	1(2), 4	3	
	Maroc		3, 2, 4	1	
Aide internationale	Sénégal				X
	Mauritanie		X		
	Maroc			X	
Services	Sénégal				X
	Mauritanie		X		
	Maroc		X	X	

.../...

Tableau 1
Grille comparative de « l'effet poulpe ». *Comparative grid of the "Octopus effect".*

Etat					
Opportunité et mobilité sociale (tenir compte de la trajectoire pour différenciation de phases)	Sénégal			X	
	Mauritanie		X		
	Maroc		X		
Apprentissage 1) « fabrication » de pêcheurs A-art et B-Ind 2) redéploiement de l'actif, savoirs techniques	Sénégal				1, 2 A B
	Mauritanie		1A (3)	1B, 2B	2A
	Maroc		1A(4),1B		2A, 2B
Représentation de la ressource halieutique 1) recherche, 2) administration 3) profession, 4) In ternie pêche artisanale	Sénégal		2	4, 3	1
	Mauritanie		2, 3, 4		1
	Maroc		2, 3, 4		1
Cogestion	Sénégal		X	X	
	Mauritanie	X			X X
	Maroc	X			X X
Emploi	Sénégal				X (5)
	Mauritanie		X		
	Maroc		X		
Recherche 1) Programmation, 2) Crédits, 3) Partenariat International (S/S) 4) Aide à la décision	Sénégal		1, 3, 4	2	2
	Mauritanie		2, 4	1, 3	
	Maroc		2, 4	1, 3	

(1) Avec mobilité sectorielle; (2) Conflit pêche artisanale/pêche industrielle; (3) A vérifier pour la pêche artisanale; (4) Origine migrants de l'intérieur; (5) En terme de temps d'occupation (D'après Catanzano et Failler, 1998)

■ Tableau 1 (suite)

Grille comparative de « l'effet poulpe ».

Comparative grid of the "Octopus effect".

- l'accès au produit que constitue le poulpe;
- l'accès au marché international;
- l'accès au financement public et privé.

L'étude des stratégies a permis de montrer non pas comment les choses sont, mais comment elles évoluent selon les changements institutionnels, conjoncturels, et donc en grande partie selon les changements informationnels vécus par les acteurs. Les notions d'anticipations rationnelles, de rationalité limitée, procédurale ou encore séquentielle, d'opportunisme, de hasard moral, de prise de risque, de capital social, etc., à l'honneur actuellement dans les sciences sociales ont été autant de concepts précieux pour aider à la construction des stratégies conçues par les acteurs. Au total, cet exercice a permis d'appréhender le fonctionnement de la pêcherie,

tant du point de vue des relations entre acteurs que de la perception que ces derniers peuvent avoir de leur environnement et des changements qui l'affectent.

À titre d'illustration, le tableau 2 montre les différents acteurs en présence dans la filière poulpe en Mauritanie pour deux périodes distinctes, 1980-1984 et à partir de 1996, ainsi que les relations qui les unissent. On constate tout d'abord une augmentation du nombre des acteurs entre les deux périodes de référence⁴. La structure de la pêcherie a ensuite évolué vers une complexification croissante, notamment par l'émergence de la pêche artisanale et de la flotte européenne à partir de 1995. L'accès à la ressource a donc, au fil du temps, fait l'objet d'une convoitise de plus en plus exacerbée, tant entre nationaux qu'entre nationaux et étrangers. L'accès au produit, au poulpe avant et après transformation, a également subi une évolution significative puisque les industriels et les commerçants tentent de s'accaparer du produit le plus tôt possible, entraînant des mouvements de quasi-intégration verticale de la filière. Enfin, l'accès au marché international, initialement restreint au seul marché japonais, fait aujourd'hui l'objet d'une ouverture européenne chaque jour plus marquée.

I Schémas de flux

Les schémas de flux ont eu pour objectif de montrer les formes et les contenus des circuits de produits (circuits de production, transformation et commercialisation), de l'information (prix, qualité, stocks japonais, etc.), de la monnaie (capitaux, revenus des activités, salaires, etc.).

⁴ D'autres schémas du même type illustrent l'évolution des acteurs en présence et de leurs stratégies à partir de l'émergence de la pêcherie de poulpe.

Accès Ressource		Accès Produit				Accès Marché		
Offre	Demande	Offre	Demande	Offre	Demande	Offre	Demande	
1980 - 1984	Production nationale industrielle	P1	Armement national	Usines	M1	Interméd. étrangers	Acheteur Japonais	
		P2	Usines	Intermédiaires étrangers	M2	Interméd. étrangers	Acheteur européen	
R1	Etat	Armement national						
		P3	Armement national	Armement national	M3	Armement national	Acheteur Japonais	
					M4	Armement national	Acheteur européen	
R2	Etat	Armement Coréen	P4	Armement coréens	Armement Coréen	M5	Armement coréen	Acheteur Japonais
						M6	Armement coréen	Acheteur européen
A partir de 1996	Production nationale industrielle	P1	Armement national	Usines	M1	SMCP	Acheteur Japonais	
		P2	Usines	SMCP	M2	SMCP	Acheteur européen	
R1	Etat	Armement national						
		P3	Armement national	Mareyeurs	M1	SMCP	Acheteur Japonais	
		P4	Mareyeurs	Usines	M2	SMCP	Acheteur européen	
		P2	Usines	SMCP				
R2	Etat	Armement chinois	P5	Armement chinois	Usines	M1	SMCP	Acheteur Japonais
			P2	Usines	SMCP	M2	SMCP	Acheteur européen
			P6	Unités de production	Usines	M1	SMCP	Acheteur Japonais
			P2	Usines	SMCP	M2	SMCP	Acheteur européen
R3	Etat	Unités de production						
		P7	Unités de production	Mareyeurs	M1	SMCP	Acheteur Japonais	
		P4	Mareyeurs	Usines	M2	SMCP	Acheteur européen	
		P2	Usines	SMCP				
R4	Etat	Armement européen	P8	Armement européen	Armement européen	M3	Armement européen	Acheteur européen
						M4	Armement européen	Acheteur Japonais

Tableau 2
Stratégies d'accès en Mauritanie
(1980-1984 et à partir de 1996).
*Access strategies in Mauritania
(1980-1984 and from 1996).*

Si les flux de produits ont été dans l'ensemble bien identifiés, les flux financiers et informationnels n'ont en revanche été appréhendés que trop sommairement. La difficulté d'accès aux informations de qualité et la complexité des flux font que bien souvent il a été très difficile de s'y retrouver et de présenter un schéma unique qui

reprenne toutes les situations observées⁵. Par ailleurs, le fait de penser la représentation du flux financier comme simple circuit inversé du flux de produits s'est révélé être une méprise puisqu'elle occulte, par exemple, le rôle central de l'État dans l'organisation financière de la filière céphalopode, ou encore celui de tierces personnes nullement engagées dans le processus de production (avance de capitaux). Sans compter, pour la pêche artisanale organisée en campement en Mauritanie et au sud du Maroc, la prise en charge par les armateurs de la vie communautaire des familles restées dans les villages ou les campements à l'intérieur du pays.

La représentation du flux informationnel a, de son côté, permis de rendre compte :

- des informations qui sont véhiculées par les différents moyens de communication (les prix étant à cet égard des vecteurs) ;
- de la capacité de leur réception par les acteurs, de la qualité de la transmission ;
- et enfin de l'existence de réseaux structurés.

Avoir en effet en tête que les acteurs arbitrent leurs décisions en fonction de l'information qui leur est transmise et du réceptacle qu'ils constituent est un truisme trop souvent oublié des chercheurs en sciences sociales qui enferment les acteurs dans des schémas décisionnels et de comportement préconçus où coûte que coûte il convient de faire rentrer la réalité de leurs décisions et comportements. Les figures 1-3 illustrent, pour le Maroc, les flux de produits, d'informations et monétaires⁶.

⁵ Mais comme l'intérêt de l'exercice était également de faire la démonstration qu'un ensemble de choses qui semblaient a priori connues et maîtrisées ne l'était en fait pas du tout et que le petit pan de connaissances cachait en fait de nombreuses incertitudes, ignorances et méconnaissances les plus diverses. Les chercheurs partenaires du Sud ont, lors de l'élaboration des flux, mesurés à quel point leur connaissance était parcelle et appelait à un approfondissement substantiel à partir du terrain.

⁶ Les explications quant aux différentes branches des flux et leur contenu sont données dans le document IncoF2, d'analyse des systèmes de régulation des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest.

Flux de production

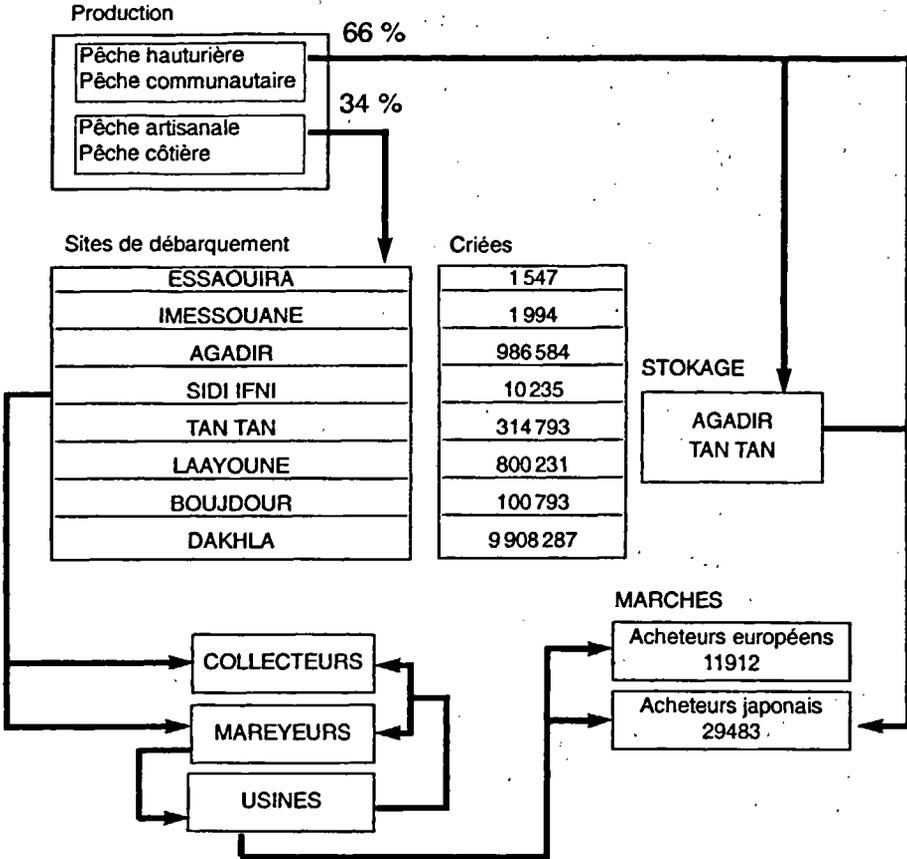


Figure 1
Flux de production de la pêcherie de poulpe au Maroc
(d'après Lamine, 1998).

*Production flows of the Moroccan Octopus fishery
(from Lamine, 1998)*

Flux d'information

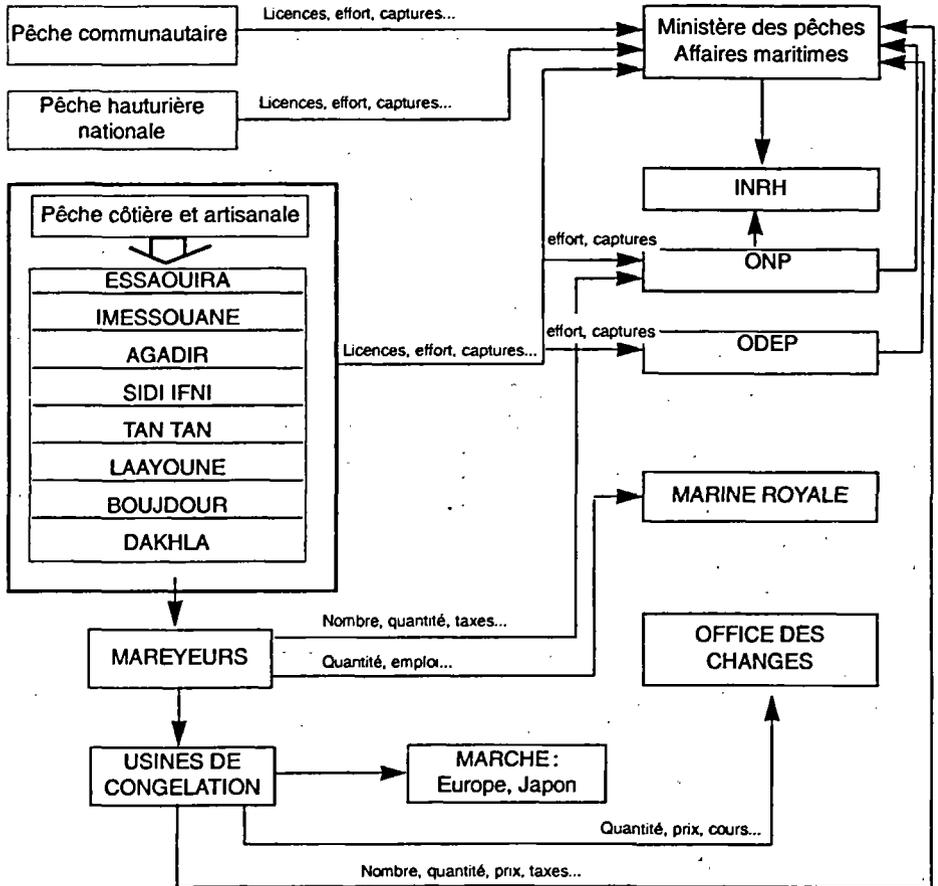


Figure 2
Flux d'information de la pêcherie de poulpe au Maroc
(d'après Lamine, 1998).

*Information flows of the Moroccan Octopus fishery
(from Lamine, 1998)*

Flux financiers

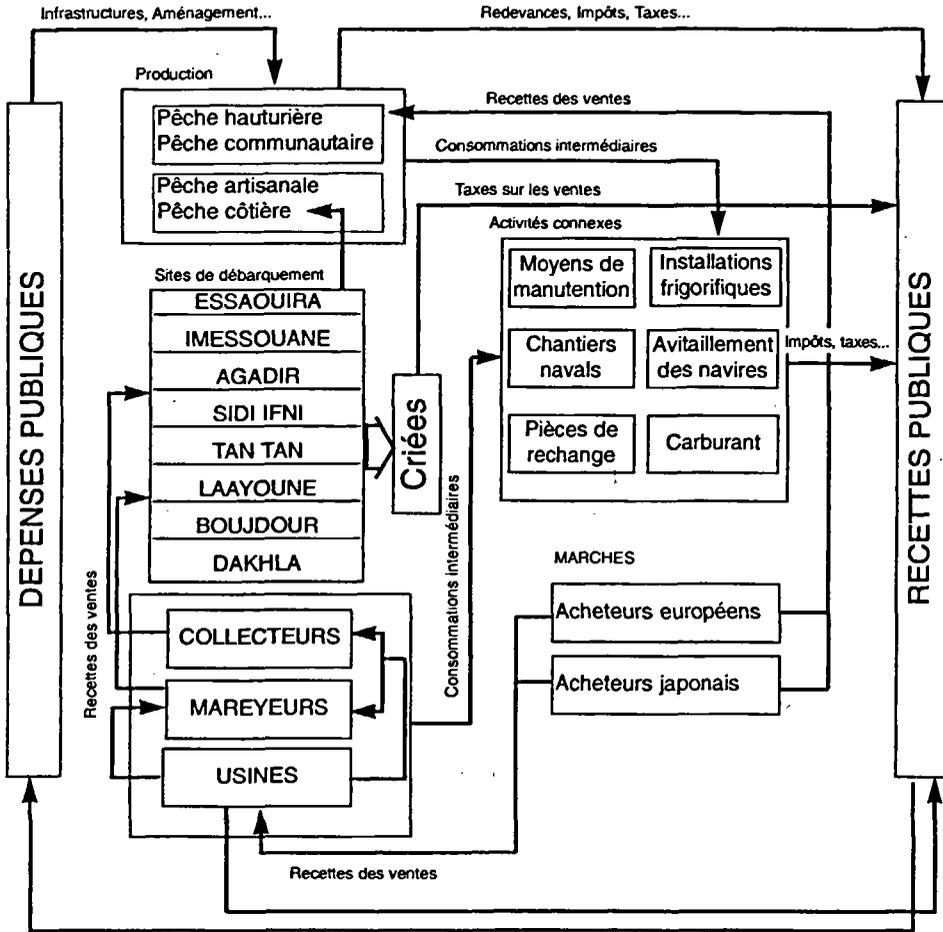


Figure 3

Flux financiers de la pêcherie de poulpe au Maroc
(d'après Lamine, 1998).

*Financial flows of the Moroccan Octopus fishery
(from Lamine, 1998)*

Le concept de durabilité appliqué à la pêche de poulpe

Le concept de développement durable

Il faut remonter à 1987, avec la Commission mondiale sur l'environnement et le développement⁷, pour voir émerger la notion de Développement durable⁸ (WCED, 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.

⁷ Dénommée par la suite Commission Brundtland, du nom des personnes qui rédigèrent le rapport.

⁸ 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.

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 alternative 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.

Durabilité et pêcheries de poulpe en Afrique de l'Ouest

Le poulpe constitue pour le Maroc, la Mauritanie et le Sénégal une des ressources marines les plus significatives en termes de création de richesses. L'émergence rapide de l'exploitation et la structuration d'une filière pour répondre à la demande d'un marché fort solvable ne reproduisent pas les schémas observés pour les autres pêcheries en Afrique de l'Ouest. S'il n'existe en fait 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. L'empressement à exploiter 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.

L'application de la notion de durabilité aux pêcheries de poulpe fait ressortir tout d'abord que la pérennité de la ressource n'est en aucun cas un facteur de considération pour les acteurs de la filière. Le poulpe représente une opportunité qu'il faut saisir avant qu'elle ne disparaisse et avant que les autres ne puissent s'en accaparer. La ressource constitue dès lors un objet d'enrichissement personnel. Ensuite, il est clairement apparu 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 conserva-

tion 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. Le 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.

I Analyse des systèmes de régulation de l'accès

L'analyse des systèmes de régulation des pêcheries de poulpe a en premier lieu consisté à identifier des signaux potentiellement associés à des « pertes de qualité » ou limites opérationnelles des régulations en place⁹.

Pour chacun de ces signaux, on a procédé à :

- l'identification de la nature réelle du signal ;
- la description de la nature des explications qui sous-tendent l'émergence de ce signal en référence à certains mots clef ;
- l'énoncé d'hypothèses associées à l'émergence du signal.

Par exemple, s'agissant de la nature du signal, il était convenu de ne pas s'arrêter au message véhiculé (dégradation de la ressource, diminution de la valeur des produits, etc.), mais d'en extraire la racine en tentant de comprendre dans le même temps ce qui relève d'une interprétation partielle ou erronée de ce qui relève d'une utilisation stratégique du message (exemple : interprétation à faire de l'arrêt biologique).

⁹ Le principe d'identification des signaux a été envisagé à partir d'un inventaire réalisé indépendamment, discipline par discipline. Sur cette base, il a été convenu de faire ressortir les signaux qui seront retenus comme support à l'analyse des limites des modes de régulation.

En deuxième lieu, l'analyse des systèmes de régulation a porté sur l'évaluation des modes de régulation associés aux signaux retenus et aux hypothèses formulées. Pour faciliter le repérage des modes de régulation à prendre en compte, leur documentation, ainsi que leur analyse pluridisciplinaire, quelques entrées ont été privilégiées¹⁰. Les quatre entrées utilisées se fondent sur une approche économique des relations et comportement et stratégies d'acteurs au sein du système halieutique. Il s'agit de :

- Agents
- Gouvernance
- Accès Ressources
- Information

Afin d'évaluer les modes de régulation en vigueur, on est parti du principe que l'identification des acteurs et l'analyse de leur rôle par rapport à une finalité bien décrite (économique, marchande, sociale, politique...) sont des éléments qui permettent de montrer la structuration de la filière. Ces agents développent ou subissent des formes d'échanges dont certaines rendent compte de ce que sont les modes de régulation et permettent également d'en repérer l'origine (spécifique au poulpe ou antérieure, nationale ou régionale, voire locale ou sectorielle et spécifique à une communauté de pêcheurs ou localité d'activité...).

Le travail réalisé sur les théories économiques des institutions (nouvelle économie institutionnelle, théorie des contrats, théorie des organisations, théorie de l'agence, théorie des droits de propriété, des communaux, etc.) a permis de mettre en exergue les mécanismes institutionnels qui participent pleinement ou accessoirement de la régulation. De même, l'introduction ou l'émergence de nouvelles institutions a pu correspondre à un signal à apprécier comme une modification d'un mode de régulation devenu obsolète.

L'entrée « agents » s'est appuyée sur le travail d'identification et de classification des agents réalisé au cours de la première partie du

¹⁰ N'ayant pas de vocation typologique particulière, chaque discipline avait le loisir, dès qu'elle en sentait le besoin, de les substituer par d'autres formules jugées plus adéquates et davantage porteuses de sens.

programme et a permis de déboucher sur l'analyse des modes de coordination et des actions collectives observés en fonction du contexte et des finalités particulières au moment de leur émergence. Une attention particulière a été portée aux relations entre secteur privé et secteur public et aux modalités particulières d'activation des institutions dans les deux sphères, publique et privée.

L'entrée « gouvernance », appréhendée grâce aux référents théoriques examinés auparavant, a permis de circonscrire avec finesse les modes d'organisation des activités du système productif et du système de régulation, ainsi que tous les ponts institutionnels formels ou informels qui peuvent être dressés entre ces deux sphères, habituellement considérées comme disjointes. Aussi, que ce soit par la classification du type de gouvernance entre contrat, hiérarchie et marché, les activités humaines autour de la pêche au poulpe sont apparues comme étant en perpétuelle recherche d'efficacité, sans que pour autant l'efficacité économique ne soit ici apparue comme le leitmotiv tant déclamé par les tenants de la rationalité pure. Au total, l'entrée gouvernance a eu le mérite de montrer que l'observation des institutions et leur catalogage n'étaient pas toujours aussi simples qu'il n'y paraissait au premier abord. En premier lieu parce que l'observateur se trouve devant un véritable dédale institutionnel dans lequel les systèmes de production et de régulation ont des rôles équivoques : tantôt par débordement voulu de leur cadre d'intervention, tantôt par effet involontaire. C'est par exemple, pour le premier cas, l'association des céphalopodiers marocains (ACM) qui entraîne, de par ses manifestations répétées auprès du gouvernement, des mesures de limitation de l'accès des pêcheurs dits artisanaux. C'est par ailleurs, pour le deuxième cas, la SMCP, l'organisme semi-étatique d'exportation de la production halieutique en Mauritanie, qui a contribué de façon plus que significative à la gestion de l'accès à la ressource par la politique des prix qu'elle entretenait (dissuasive ou persuasive).

La difficulté majeure de l'entrée gouvernance a toutefois résidé dans le fait que le travail est resté sur un plan très descriptif. Pour une raison très simple : le cadre théorique de l'économie des institutions et de tout ce qui se rattache de près ou de loin aux organisations ne comporte pas encore d'indicateur pour mesurer l'efficacité

de l'objet d'étude. Le détour par les coûts de transaction ne fait somme toute que retarder l'échéance sans apporter de solution au problème de la mesure. En cela l'analyse institutionnelle achoppe là même où l'analyse néoclassique tire sa vanité. Les limites d'un tel exercice n'ont toutefois rien enlevé à l'intérêt qu'il a pu susciter au sein des équipes nationales et disciplinaires. L'entrée gouvernance plus que tout autre constituait en elle-même une entrée fédératrice de l'ensemble des disciplines impliquées.

L'entrée par la question de « l'accès aux ressources » de la pêche, a permis de favoriser la prise en compte des éléments relatifs aux modes de régulation formels ou informels qui affectent tout ou partie des facteurs de production (selon le signal mis en évidence, ce sont les contraintes pesant sur les techniques ou leur utilisation qui ont été analysées, non pas au titre de leurs qualités théoriques mais au vu des conditions réelles de leur application). Cette troisième entrée, malgré un certain recouvrement avec les deux autres, présentait l'intérêt d'insister sur les éléments particuliers des régulations qui se fondent sur le développement de systèmes de contrôle de l'accès aux ressources. Ce point a ainsi conduit à une remise en perspective de l'analyse entamée de façon événementielle à partir de la trajectoire des pêcheries. Elle a également donné du sens aux réflexions conjuguées de chacune des disciplines (sociologie, anthropologie, droit et économie).

L'entrée « information », d'une nature particulière, a révélé des voies explicatives de comportement d'agents par rapport au mode de régulation en place (conséquences des asymétries informationnelles, gestion du risque, relations principal-agent, etc.). Cette entrée a permis de dépasser la simple description des flux informationnels pour procéder à une analyse des conditions réelles dans lesquelles se placent les acteurs au regard des modes de gestion. Que sait-on et de quelle façon l'information présente, divulguée ou non, connue ou non, explique en partie la structuration des relations et les actions de régulation ? L'interrogation a ici porté sur ce que sait également le responsable public des systèmes qu'il a à réguler et pas uniquement l'information au travers des finalités de l'acteur privé. Toutes les échelles relationnelles ont donc été considérées depuis les responsabilités de l'État, par exemple dans ses relations interna-

tionales, jusqu'aux relations internes à une communauté particulière de pêcheurs ou acteurs de la filière.

Conclusion

Le programme Inco relatif à l'aménagement des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest a clairement montré que les systèmes de production et de régulation étaient des systèmes extrêmement dynamiques, façonnés depuis l'extérieur par les forces des marchés japonais et européens, et de l'intérieur par les acteurs sectoriels et les institutions de régulation. Le concept de durabilité et le principe de précaution ne sont pas pour le moment inscrits sur les agendas des acteurs privés qui considèrent le poulpe comme une opportunité à saisir sans nécessairement développer des stratégies de long terme afin de concevoir des schémas d'exploitation pérennes.

La collaboration entre disciplines des sciences humaines avec comme pierre angulaire l'analyse institutionnelle a permis de dépasser les clivages disciplinaires et de porter un regard multiple sur la pêcherie de poulpe en Afrique de l'Ouest. L'apport de la biologie au travail en sciences sociales a été à ce titre fondamental en établissant un lien entre l'homme et la ressource. C'est par conséquent des échanges interdisciplinaires à renouveler.

Enfin, le programme, s'il a opéré un rapprochement significatif des instituts du Nord (IRD, Cemare et université de Perpignan) avec ceux du Sud (INRH, CRODT et CNROP), a également contribué significativement à renforcer la collaboration entre ces mêmes instituts de l'Afrique de l'Ouest. Par-delà les résultats obtenus, c'est certainement l'une des réussites de ce programme.

Bibliographie

CATANZANO J., FAILLER P., 1998 —
*Mémo compte rendu de la réunion
de Paris*. Programme Inco –
Céphalopodes, Ref. INCR5,
juillet 1998, 22 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,
Portsmouth, UK, 70 p.

LAMBOEUF M., 1997 —
*Rapport du Groupe de travail ad hoc
sur les Céphalopodes*. Rome, FAO,
1997, Copace/Pace Series 97/63,
103 p.

LAMINE M., 1998 —
*Schémas des flux de produits,
d'information et monétaires*.
Programme Inco – Céphalopodes,
Ref. INCMAE2, juillet 1998, 17 p.

WCED, 1987 —
Our Common Future,
Oxford University Press.

Note

L'explosion démographique du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal pendant l'été 1999

Mamadou Diallo

Didier Jouffre

Alain Caverivière

Modou Thiam

Introduction

Pendant l'été 1999, les côtes sénégalaises, en particulier devant la région centrale de la Petite Côte, ont été le théâtre d'une explosion démographique du poulpe commun *Octopus vulgaris*, explosion d'un niveau non encore vu auparavant. Cette espèce constitue une ressource de pêche d'un grand intérêt économique pour le Sénégal et l'Afrique du nord-ouest (Caverivière, 1990, 1994 ; Guerra, 1997 ; FAO, 1997).

Au Sénégal, la période de pêche principale des poulpes a lieu pendant la saison chaude (Caverivière, 1990, 1994) où l'augmentation de l'abondance de poulpe est perceptible dans les activités de pêche et les débarquements. Cependant, l'été 1999 a été particulier en raison d'une très forte augmentation des débarquements de poulpe comparativement aux captures des années précédentes pour la même période.

La présente étude décrit l'ampleur du phénomène, qui a complètement désorganisé le secteur halieutique sénégalais.

Ampleur du phénomène

Les débarquements mensuels de poulpe au Sénégal ont sextuplé en 1999 par rapport à la période 1996-1998 (fig. 1). À Mbour et à Joal,

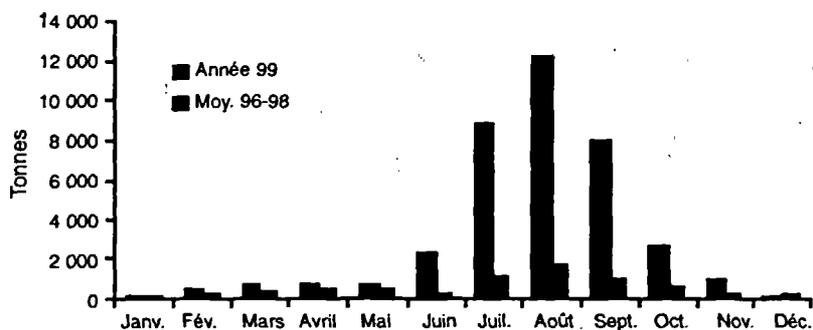


Figure 1
Évolution mensuelle des débarquements de poulpe pendant l'année 1999 comparée aux valeurs moyennes 1996-99.

Monthly evolution of the Octopus landings during 1999 compared with the average values 1996-98.

deux des principaux ports de la pêche artisanale, les captures de poulpe ont atteint des niveaux encore jamais atteints. Déjà à Mbour, entre janvier et février, les niveaux de prise étaient très élevés en 1999 comparés aux trois années précédentes. En juin et pendant la première quinzaine de juillet apparaît une augmentation très importante des prises de poulpe. La même situation a été observée à Joal avec un décalage de deux semaines. Les prises furent exceptionnelles en juillet et août (fig. 2), suivies d'une diminution brutale en septembre due à un désintérêt pour la pêche du poulpe. Après quoi, les débarquements de poulpe furent hauts jusqu'au milieu du mois d'octobre qui marque la fin de la saison chaude.

Conséquences

Devant une telle abondance, les mareyeurs commencent à verser de bas prix aux pêcheurs. Ainsi, de 1 300-1 400 F CFA le kilogramme de poulpe en mars-avril, les prix passent à 1 000 F CFA (environ 2 US \$) en juin, avant de chuter à 750 F CFA le 24 juin (fig. 3).

Face à une telle situation, les pêcheurs tentent de s'organiser et décident une période de fermeture de la pêche du poulpe du 24 juin au

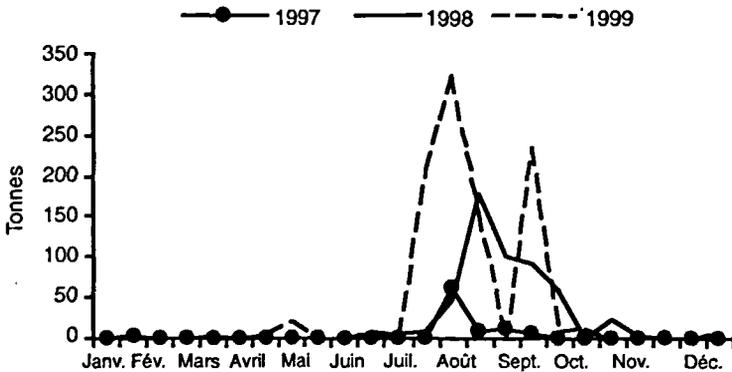


Figure 2
Débarquements de poulpe par quinzaine à Joal,
années 1997-1999.

Octopus landings per fortnight in Joal, years 1997-1999.

10 juillet 1999. La décision a été complètement respectée à Joal ; cependant des opérations de pêche ont été notées à Mbour.

Avec la réouverture de la pêche le 11 juillet, l'effort sur le poulpe, exprimé en nombre quotidien de sorties de pirogues visant l'espèce, est de 400 à Mbour et de 350 à Joal. Il est à noter que ce niveau d'effort sur le poulpe n'avait jamais été atteint auparavant (CRODT, données non publiées). Les temps de pêche habituels de plus de 7 heures passent à moins d'une heure. Les prises de poulpe sont si importantes que les mareyeurs proposent 250 F CFA du kilogramme. Les pêcheurs refusent et décident de rejeter le produit. Ainsi, les rejets de poulpe sont estimés à 62 t ce jour-là à Mbour. Les décharges de poulpe ont lieu sur les plages, les quais de débarquement et le long des routes.

On n'observe aucune pêche de poulpe les 12 et 13 juillet ni à Joal ni à Mbour. Le 14 juillet, l'effort de pêche atteint 419 sorties à Mbour et 339 à Joal. Les prix tombent encore et passent à 150 et 100 F CFA par kilogramme de poulpe. Alors à Mbour, sur une production estimée à 61 t, environ 40 t sont rejetées.

Les pêcheurs décident ensuite de s'organiser à nouveau en limitant l'effort quotidien de pêche par limitation de la pêche à deux sacs de poulpe au maximum (approximativement 150 kg) par pirogue.

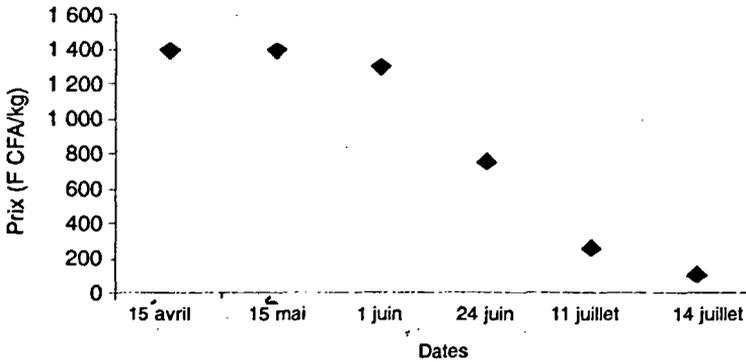


Figure 3

Évolution du prix du kilogramme de poulpe payé aux pêcheurs d'avril à juillet 1999 (l'axe des abscisses n'est pas homogène).

Evolution along the time of price paid to fishermen per kilogram of octopus in the year 1999 (abscissa axis is not homogeneous).

Le succès est réduit et les prix très bas induisent un désintérêt pour cette pêche ; l'espèce n'est pas recherchée pendant la deuxième quinzaine de septembre. La pêche au poulpe recommence en octobre et se termine alors avec la fin de la période de l'abondance.

De nouveaux comportements sont apparus pendant cette période :

- avec des prix très bas le poulpe entre dans la consommation locale, alors que jusqu'ici il était réservé exclusivement à l'exportation; les transformateurs locaux conçoivent de nouveaux produits à partir du poulpe ;
- l'administration des pêches tente de dialoguer avec les responsables des usines exportatrices pour essayer d'assurer un prix approprié aux pêcheurs et éviter une diminution trop forte du prix du poulpe à l'exportation.

Conclusion

Dans les eaux sénégalaises, l'exploitation du poulpe est caractérisée par une alternance de bonnes et faibles productions annuelles, ce phénomène est certainement lié à la variabilité du recrutement combiné avec la courte durée de vie de l'espèce.

L'année 1999 montre clairement qu'une bonne production n'implique pas des bénéfices significatifs pour les pêcheurs. Ils ont été les grands perdants de cette explosion démographique exceptionnelle et ils ont jeté des quantités significatives de poulpe en raison de la faiblesse des prix.

Les mareyeurs y ont sans aucun doute gagné. Ils ont eu la possibilité de prendre le poulpe près des pêcheurs, d'aller le vendre aux responsables d'usines de la pêche avant de revenir négocier un nouveau prix avec les pêcheurs. Les propriétaires des usines exportatrices ont sûrement été les plus grands gagnants, même si les prix à l'exportation ont accusé une certaine diminution.

Bibliographie

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 : 1-42.

CAVERIVIÈRE A., 1994 —

"Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal : une nouvelle ressource". In Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éd.) : *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, Paris,

Orstom, coll. Colloques et séminaires, t. II : 245-256.

FAO, 1997 —

Rapport du groupe de travail ad hoc sur les céphalopodes. FAO, Copace/Pace Séries 97/63, 103 p.

GUERRA A., 1997 —

"*Octopus vulgaris*: review of the world fishery". In M.A. Lang, Hochberg F.G. (eds): *Proceedings of the workshop on the fishery and market potential of Octopus in California*, Washington, Smithsonian Institution: 91-97.

Note

Cephalopod Fisheries in the Gambia

Famara S. Darboe

Asberr N. Mendy

In the Gambia, emphasis on cephalopods is mainly centred on the common octopus *O. vulgaris* and the cuttlefish *Sepia officinalis*.

It was not until in the mid-nineties when Fisheries Department, understanding the potential contribution this fishery can make to economy of The Gambia in terms of foreign exchange earnings, the socio-economic advancement of the fisherfolk and the possible reduction of pressure on the other demersal stock, decided to explore the possibility of developing a semi-industrial fishery targeting *Sepia* and *Octopus*.

Significant landings began in 1994 when some Gambian nationals and Senegalese fishermen collaborated in partnership at artisanal level to fish for cephalopods. Artisanal exploitation of cephalopods since then has not developed beyond this level.

However, industrial companies that purchase licences in the Gambia for other demersal fish species, land some volume of cephalopods (unseparated classes) in foreign ports. Only estimates of these landings are available.

Stock size

The Gambia is constrained with capacity to conduct independent resources surveys and therefore have to rely on data provided by subregionally-funded resources surveys such as those carried-out by R/V Dr. Fridtjof Nansen. The most recent of these was in 1995 when the MSY (Maximum Sustainable Yield) of the countries demersal stocks was estimated at 15-17 thousand metric tons. Of these, cephalopods constituted about 6% (940 tons).

Unfortunately it was experienced that during the period 1995-1999, cephalopod landings exceeded the estimated biomass, indicative of biomass underestimation. Particularly in 1999, a total of over 2,000 metric tons was landed resulting in market difficulties.

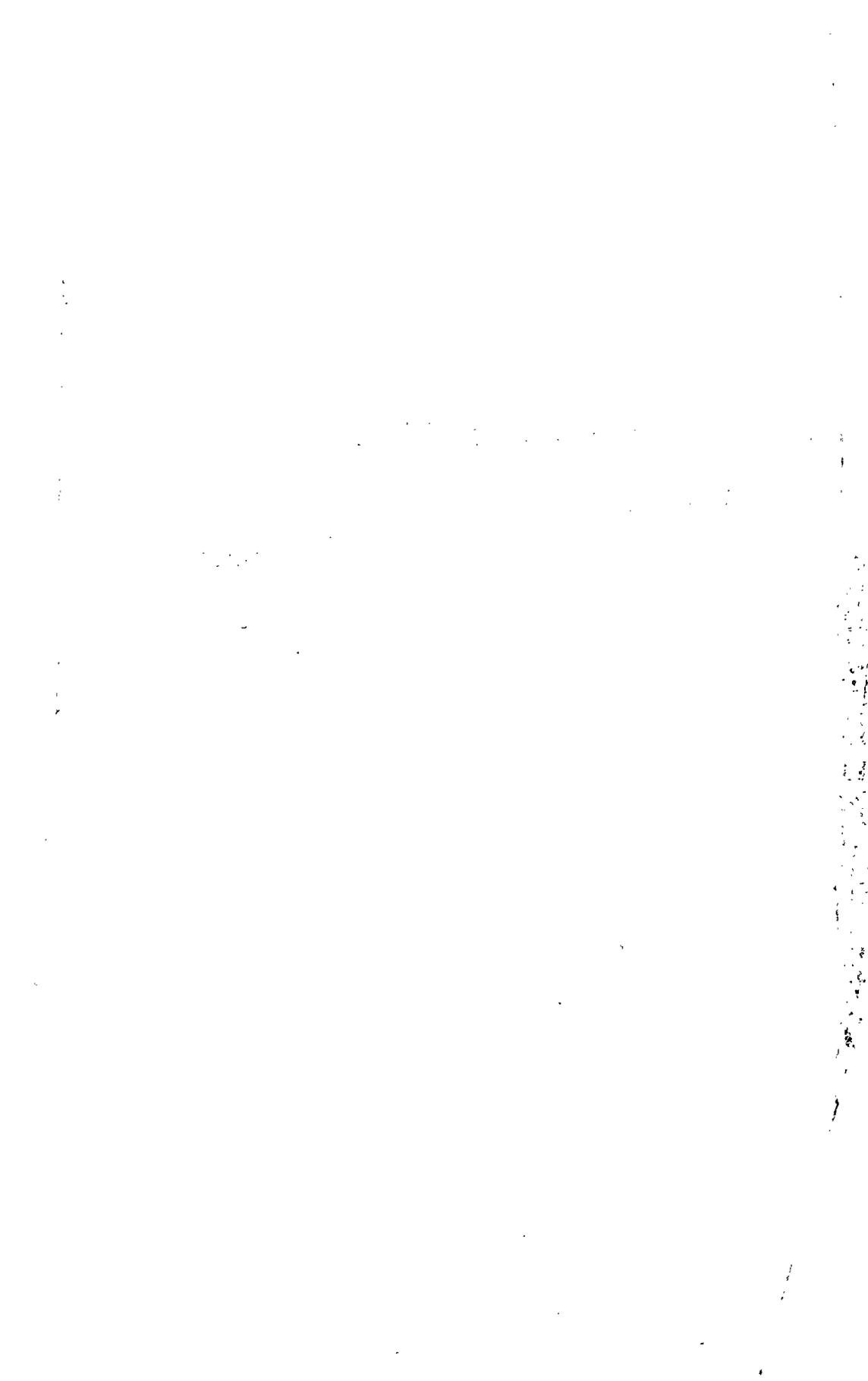
It goes without saying therefore that a regular comprehensive study of the stocks would be required as we enter the era of relatively developed cephalopod fisheries. With the forthcoming ADB funded project, some meaningful research work will be initiated on key fish species including octopus.

Fishery technique

Almost all cephalopods landed from Gambian waters were hauled by bottom trawls operated by industrial vessels. Trammel nets and traps catch most of artisanal landings. Studies in the efficiency and other aspects of these artisanal fishing gears would be useful exploitation and management strategy.

Modélisation, dynamique

partie 4



Estimation of a standardized index of abundance of octopus (*O. vulgaris*) from the senegalese's artisanal fishery (1989-1994)

Mamadou Diallo
Biologiste halieute

Mauricio Ortiz
Biologiste halieute

Introduction

The Senegalese octopus (*Octopus vulgaris*) fishery is relatively recent. This species first appeared in commercial landings in 1986 (Caverivière, 1990), and was established as an important commercial fishery in 1989 (Caverivière, 1994). Octopus off Senegal's coast are exploited both by artisanal (small-scale) and industrial fisheries. The main fishing gears are jigging hooks in the artisanal fishery and the bottom trawl for industrial vessels.

The octopus fishery is an inshore (coastal) fishery. According to government legislation, the fishing area for commercial vessels is 6 miles off the coastline. There is no restriction for artisanal boats, and this depends on their motor-power. They can fish the same grounds as the commercial vessels. The fishing depth range varies greatly from 10 to over 100 meters.

There are two main fishing seasons which vary depending on the geographical area. In northern Senegal, the main season lies between February and May, while in central and southern Senegal, the catches are highest from June to October.

The development of the octopus fishery was strongly dependent on the expansion of new international markets. The species became important first with the appearance of Asian and subsequently of European markets (Caverivière, 1990). Currently the entire octopus catches are exported to these two destinations (Dème *et al.*, 1997).

The main objective here is to present an analysis of annual indices of abundance based on catch and effort data collected from 1989 through 1994 for Senegalese artisanal fisheries exclusively.

Materials and Methods

Observers collected catch and effort observations at the main landing sites along the entire Senegal coast. Daily (Monday to Friday) and extrapolated (Saturday and Sunday) landings were then pooled in periods of two weeks. Thus, each catch data represents total biweekly landings by port, gear and species. Fishing effort is defined as the number of trips per boat during the same period. Senegalese artisanal fishery is multi-gear and multi-species. Primarily jigging hooks capture octopus. Other gears such as traps, hand-lines, long-lines, and gillnets also catch octopus, but as bycatch.

Three areas were defined taking into account the geographical proximity of the landing ports. The first area corresponds to the North with 3 landing ports, the second area to the Central part with 4 ports and the third to the South with 3 landing ports.

Four groups of gears were characterized based on the size of the catches, the type of the boat and whether they return to the landing port daily or not. The first group (gear LC) includes boats that fish for less than 12 hours, the fishermen using jigging hooks (for octopus) and traps. The second group (gear PL) also includes boats that fish for less than 12 hours, but the fishermen use hand-lines. The third group (gear PG) is composed of fishermen fishing for more than 48 hours,

using hand-lines, bottom long-lines and sometimes jigging hooks. All the other gears are included in the fourth group (gear AU).

For this analysis, only catch and effort data from the artisanal fishing units that capture octopus were considered. The dataset included a total of 2,237 observations from 1989 through 1994. Catch per unit of effort (CPUE) was estimated as total landings divided by the total number of fishing trips for each port and gear during the two-week periods.

Relative abundance of octopus was estimated using a Generalized Linear Model (GLM) approach. Briefly, observed log of catch rates ($\log\text{CPUE}$) were modeled as a function of fixed factors including year, area, season and gear type. The annual index was then estimated from the selected model as the year effect.

The regression procedure used determines a set of systematic factors that significantly explains the observed variability. The deviance difference between two consecutive models follows a χ^2 (Chi-square) distribution; this statistic was then used to test for the significance of an additional factor in the model ($\alpha = 0.05$). The number of degrees of freedom is equal to minus one the number of additional parameters estimated. Table 1 shows the deviance analyses for octopus catch rates ($\log\text{CPUE}$), only first degree interactions of systematic factors were considered. Final model factors and interactions were selected based on the proportion of total deviance explained by each factor/interaction and type III F test. The relative index of abundance was estimated as the least square means (LSMs) of the year factor from the selected lognormal GLM model. A back-transformation bias correction was applied to the estimated year-LSMs from the logarithm scale.

Results and Discussion

Figure 1 shows total octopus landings from 1986 to 1994. Higher catches occurred in 1989 (6,720 MT) and 1991 (8,160 MT). Total effort (i.e. number of boat-trips) per year has increased since 1989, to reach double in 1994 (fig. 2). The mean of catches per month

Model	Residual	Residual	Change in % of total	
	Df	deviance	Deviance	deviance
1	2236	11282		
Year	2231	11161	122	2.6%
Year+Area	2229	11046	115	2.5%
Year+Area+Season	2227	10484	561	12.1%
Year+Area+Season+Gear	2224	8446	2038	43.8%
Year+Area+Season+Gear+Year*Area	2214	8186	261	5.6%
Year+Area+Season+Gear+Year*Area+Year*Season	2204	8030	156	3.3%
Year+Area+Season+Gear+Year*Area+Year*Season+Year*Gear	2189	7890	140	3.0%
Year+Area+Season+Gear+Year*Area+Year*Season+Year*Gear +Area*Season	2185	7359	531	11.4%
Year+Area+Season+Gear+Year*Area+Year*Season+Year*Gear +Area*Season+Area*Gear	2179	6924	434	9.3%
Year+Area+Season+Gear+Year*Area+Year*Season+Year*Gear +Area*Season+Area*Gear+Season*Gear	2173	6628	296	6.4%
*Year+Area+Season+Gear+Area*Season+Area*Gear+Season*Gear	2208	7053		

Tableau 1

Deviance analysis of explanatory variables in the lognormal GLM model for the octopus artisanal fishery 1989-1994.

* Lognormal GLM selected model.

Analyse de déviance des variables explicatives avec le modèle GLM lognormal pour la pêche artisanale du poulpe, 1989-1994.

**Modèle sélectionné.*

(1989-1994) given in figure 3, shows that the main season occurs from June to October; an intermediate season and a low catch season occur from February to May and from November to January respectively. The distribution of catch by area is shown in figure 4. Figure 5 shows the distribution of catch by gear.

As expected, CPUE shows a highly skewed distribution. We checked that the logarithm transformation of CPUE really normalizes the distribution.

The maximum model (all factors and first-degree interactions) explained up to 41% of the total observed variability with a total of 63 parameters estimated (table 1). In this case all factors and inter-

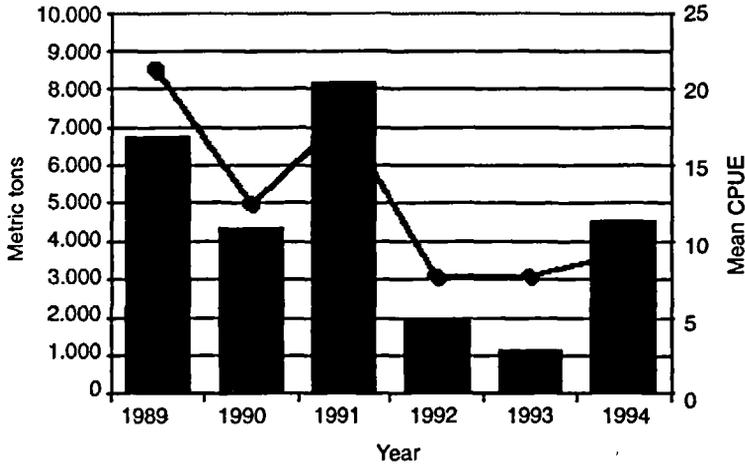


Figure 1
 Total annual catches of octopus by the Senegalese artisanal fishery and Catches Per Unit of Effort (CPUE) (kg per boat-trip) (bars = Catches ; curve = CPUE)

Prises annuelles de poulpes de la pêche artisanale sénégalaise et prises par unité d'effort (CPUE, kg par sortie). (barres = Prises; courbe = CPUE).

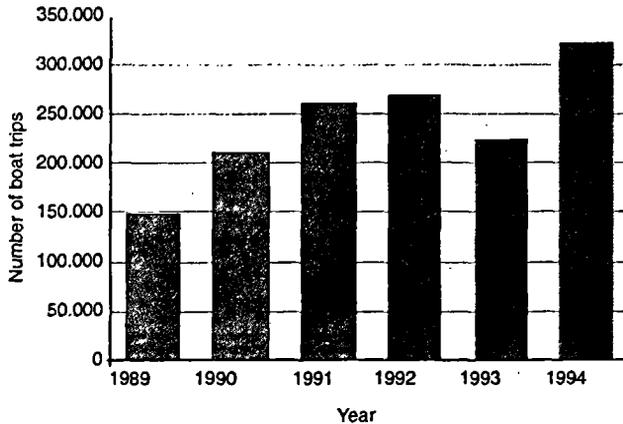


Figure 2
 Total fishing effort (number of boat-trips) by year of the Senegalese's artisanal fishery 1989-1994.

Efforts de pêche annuels (nombre de sorties) de la pêche artisanale du poulpe au Sénégal, années 1989-1994.

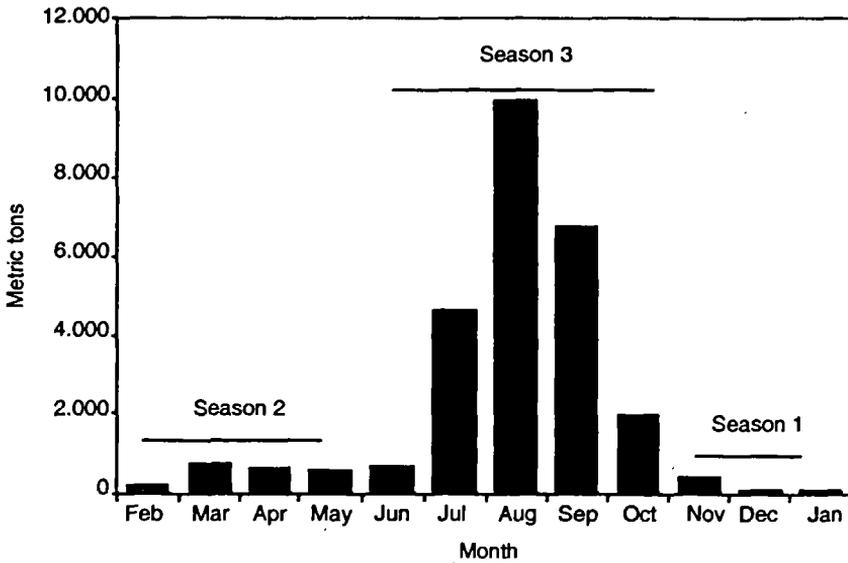


Figure 3
Distribution of octopus catches by month for the Senegalese's artisanal fishery 1989-1994.

Distribution des prises mensuelles de poulpe de la pêche artisanale, période 1989-1994.

actions were statistically significant, mainly due to the large number of degrees of freedom. However, the gear factor explained about 44% of the model's response. Season, area*season and area*gear interactions accounted for 9 to 12% of the model's response. The final model selected was:

$$\text{LogCPUE} = \text{Year} + \text{Area} + \text{Season} + \text{Gear} + \text{Area} * \text{Gear} + \text{Area} * \text{Season} + \text{Season} * \text{Gear}$$

This model explained 37.5% of the total observed variability (table 2), estimating on average 55% less parameters than the full model. Plots of residuals, standardized residuals and normalized cumulative residual plot (McCullagh and Nelder, 1989) confirm the adequacy of the model.

This result confirms the importance of the gear factor as found by Sandon (1998); the LC gear level includes jigging hooks, which

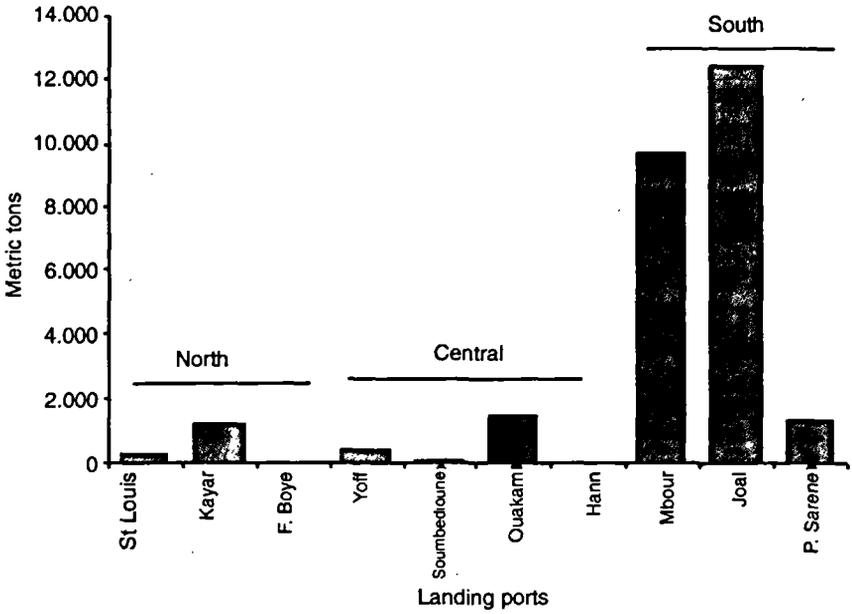


Figure 4
Distribution of octopus catch by geographic area for the Senegalese's artisanal fishery 1989-1994.

Distribution des prises de poulpe de la pêche artisanale par secteur géographique, période 1989-1994.

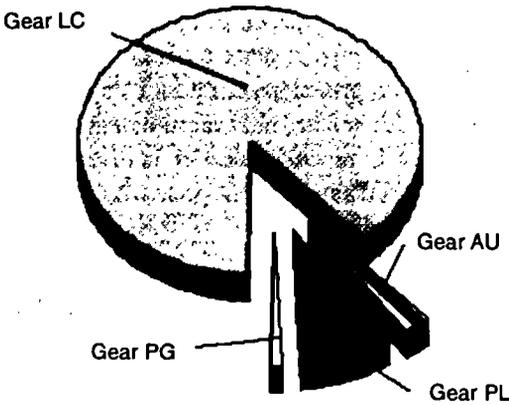


Figure 5
Percent distribution of octopus catches by types of fishing gears for the Senegalese's artisanal fishery 1989-1994.

Distribution (en pourcentage) des prises de poulpe de la pêche artisanale par type d'engin de pêche, période 1989-1994.

Summary of Fit			
Mean of response	0.1936	R-Square	0.3749
Root MSE	1.7873	Adj R -Sq	0.3669

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F Stat	Prob > F
Model	28	4229.2099	151.0432	47.2855	0.0001
Error	2208	7052.9726	3.1943		
C Total	2236	11282.1825			

Types III Tests					
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F Stat	Prob > F
Year	5	191.8090	38.3618	12.0095	0.0001
Area	2	109.5181	54.7591	17.1428	0.0001
Season	2	244.4379	122.2190	38.2618	0.0001
Gear	3	952.5231	317.5077	99.3988	0.0001
Area*season	4	385.8277	96.4569	30.1968	0.0001
Area*Gear	6	378.5081	63.0836	19.7489	0.0001
Season*Gear	6	306.2288	51.0381	15.9780	0.0001

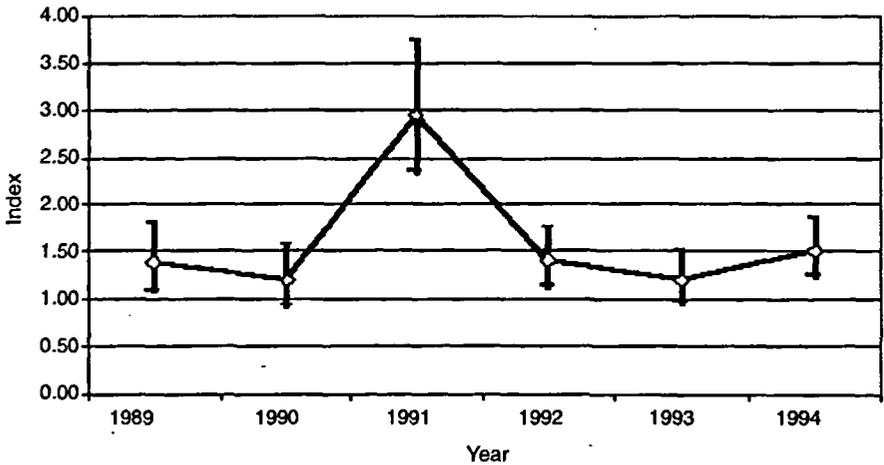
■ **Tableau 2**

Summary of fit, deviance table and type III F test for lognormal GLM selected model

Ajustement, tables de déviance et du test type III F pour le modèle GLM lognormal sélectionné.

directly target octopus. PG and PL gear levels include hand-lines and long-lines, which also capture octopus, but mainly as accidental catch. The season area interaction reflects the spatio-temporal distribution of the fishery. Off the North coast of Senegal, the major catch of octopus occurs from February through May, while in the central and southern regions, main catches occur from June through October.

The annual index of abundance shows a high value in 1991 compared to the rest of the time series (table 3; fig. 6). For the years 1992 to 1994, the estimated abundance decreased to an average comparable to the average of 1989 and 1990. Total octopus landings



■ Figure 6
Annual index of octopus abundance from artisanal fisheries
in Senegal.

Index annuels de l'abondance pour la pêche artisanale du poulpe.

Year	Index	CI low	CI upp
1989	1.39	1.08	1.80
1990	1.20	0.92	1.57
1991	2.96	2.35	3.72
1992	1.41	1.14	1.75
1993	1.20	0.96	1.50
1994	1.52	1.26	1.84

■ Table 3
Annual index of octopus abundance from artisanal fisheries
in Senegal.

Index annuels de l'abondance pour la pêche artisanale du poulpe.

decreased from a peak in 1991 with a slight increase in the last study year (1994), however annual fishing effort has increased substantially in the same period. This is shown in the overall decrease in the observed CPUE trend (fig. 1). This analysis suggests that ove-

rall octopus abundance has remained the same except for 1991. However, no definitive conclusions can be reached in part due to the short time series of the data. It is recommended that catch and effort analysis be carried out for the years after 1994, particularly as total effort shows an increasing trend.

Bibliographie

- CAVERIVIÈRE A., 1990 —
Etude de la pêche du poulpe (*Octopus vulgaris*) dans les eaux côtières de la Gambie et du Sénégal. L'explosion démographique de l'été 1986. *Cent. rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Scient.*, 116, 42 p.
- CAVERIVIÈRE A., 1994 —
« Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal : une nouvelle ressource ». In Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éd.) : *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*. Paris, Orstom, coll. Colloques et séminaires, t. II : 245-256.
- DÈME M., DIALLO M., GUEYE B., SALL A., 1997 —
Présentation des pêcheries nationales : cas du Sénégal. Gestion durable des ressources halieutiques, Projet européen Inco, 22 p.
- MC CULLAGH P., NELDER J.A., 1989 —
Generalized Linear Models. Chapman and Hall, 2nd Ed., 511 p.
- SANDON Y., 1998 —
*Effort effectif exercé sur le poulpe (*Octopus vulgaris*) par la pêche sénégalaise. Estimation et analyse*. Mém. Dipl. Agro. Approf., Option Halieutique. Ecole nat. supér. agro. de Rennes, 86 p.

Abondance des céphalopodes et structure démographique du poulpe commun dans le Sud du Maroc

Abdellatif Boumaaz
Biologiste

Abdelmajid Dridi
Biologiste

Introduction

La pêche des céphalopodes dans l'Atlantique Centre-Est est assez récente et son développement dans le Sud des eaux marocaines s'est intensifié à partir des années 1980.

Le suivi scientifique du stock du poulpe et des céphalopodes en général s'étendant entre le Cap Boujdor ($26^{\circ}10'N$) et Le Cap Blanc ($20^{\circ}50'N$), avec la ville de Dakhla au centre, constitue un programme prioritaire de l'Institut national de recherche halieutique. Une trentaine de campagnes de prospection par chalutage ont été réalisées depuis 1980 au moyen du navire de recherche *Charif Al Idrissi* à raison en principe de deux campagnes par an, respectivement au printemps et en automne, périodes au cours desquelles surviennent la reproduction et le recrutement du poulpe.

Ce programme de prospection, couplé avec l'analyse des rendements des chalutiers céphalopodiens, a permis de suivre la répartition spatiale des ressources et de leurs structures démographiques.

I Pêcheries de céphalopodes au Maroc

Au début des années 1960, la pêche chalutière de la zone Atlantique au sud du Maroc, entre le Cap Boujdor et Le Cap Blanc, s'est caractérisée par sa transition d'une pêcherie ciblant les poissons à une autre axée sur les céphalopodes (poulpe, calmar et seiche).

À l'origine, l'exploitation des céphalopodes a été essentiellement dominée par les flottilles espagnoles et japonaises, les rendements moyens journaliers se situaient aux environs de 10 tonnes. En 1969, une partie de la flottille japonaise a quitté les lieux de pêche. Malgré ce déplacement, l'effort de pêche a continué à augmenter rapidement avec l'arrivée de nouveaux bateaux coréens et plus tard marocains, et avec la modernisation de la flotte espagnole traditionnelle.

L'exploitation des céphalopodes par le Maroc a pris naissance à partir de 1973 avec 4 unités, pour atteindre 282 unités en 1990, date à partir de laquelle l'effectif s'est stabilisé.

Actuellement la flotte céphalopodière est constituée d'une flottille marocaine de 282 chalutiers congélateurs et d'une flottille espagnole composée en moyenne de 100 chalutiers. Cette dernière opère dans le cadre de l'accord de pêche entre le Maroc et l'Union Européenne, qui s'est achevé en décembre 1999. De plus, depuis 1990 une pêcherie artisanale composée actuellement de 3 000 barques s'est orientée vers l'exploitation du poulpe au moyen des pots (pouliers) et des turlottes. Parallèlement, une centaine des chalutiers côtiers basés dans les ports de Tan Tan et Laâyoune s'est spécialisée dans l'exploitation des céphalopodes entre Tarfaya (28 °N) et le sud du Cap Boujdor (26 °N).

Les débarquements des congélateurs marocains sont constitués de 60 à 80 % de céphalopodes au niveau desquels le poulpe en représente près de 70 %. Quant à la capture de la pêche artisanale, elle est constituée à 67 % de poulpe. En ce qui concerne la pêche démersale côtière, les débarquements des céphalopodes constituent environ 34 % des produits de la pêche et le poulpe représente 84 % de ces céphalopodes.

En fait, la composition des captures des chalutiers céphalopodiers a subi d'importantes modifications depuis le début de la pêcherie. Cette

évolution (fig. 1) permet d'identifier trois phases marquées par le degré de dominance des céphalopodes et du poulpe dans les captures :

- au début des années 1980, 60 % des captures sont constituées de céphalopodes au sein desquelles le poulpe représente 40 à 50 % ;
- en 1988-1994, les captures sont dominées par les céphalopodes à hauteur de 80 à 90 %, la part du poulpe atteignant 60 à 70 % ;
- la période 1994-1997 est caractérisée par une régression de la part des céphalopodes et notamment du poulpe, qui ne représente plus que 40 à 60 % des céphalopodes. Cette baisse de la contribution du poulpe est partiellement compensée par les prises des seiches et des calmars en 1997.

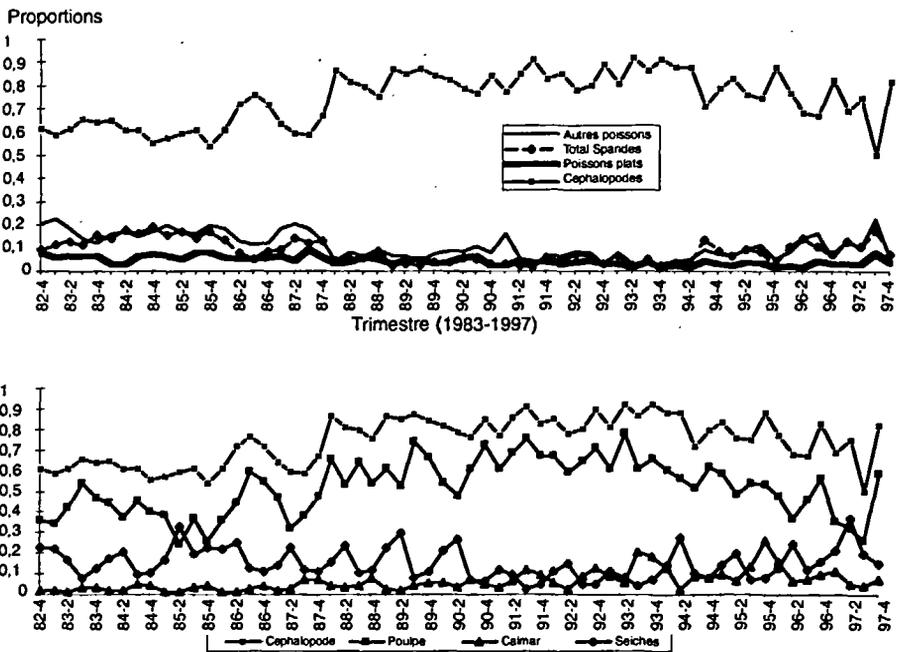


Figure 1
Proportions des captures trimestrielles par grands groupes (en haut) et pour le groupe des céphalopodes (en bas) des chalutiers céphalopodiers marocains.

Proportions of the quarterly catches by major groups (above) and by cephalopod items (below) for the Moroccan cephalopod trawlers.

Tendance de l'abondance du poulpe

Les résultats des rendements en poulpe obtenus lors des campagnes de chalutage 1989-1999 sont montrés sur la figure 2. Il s'agit des rendements par strate de profondeur pour les zones Nord et Sud

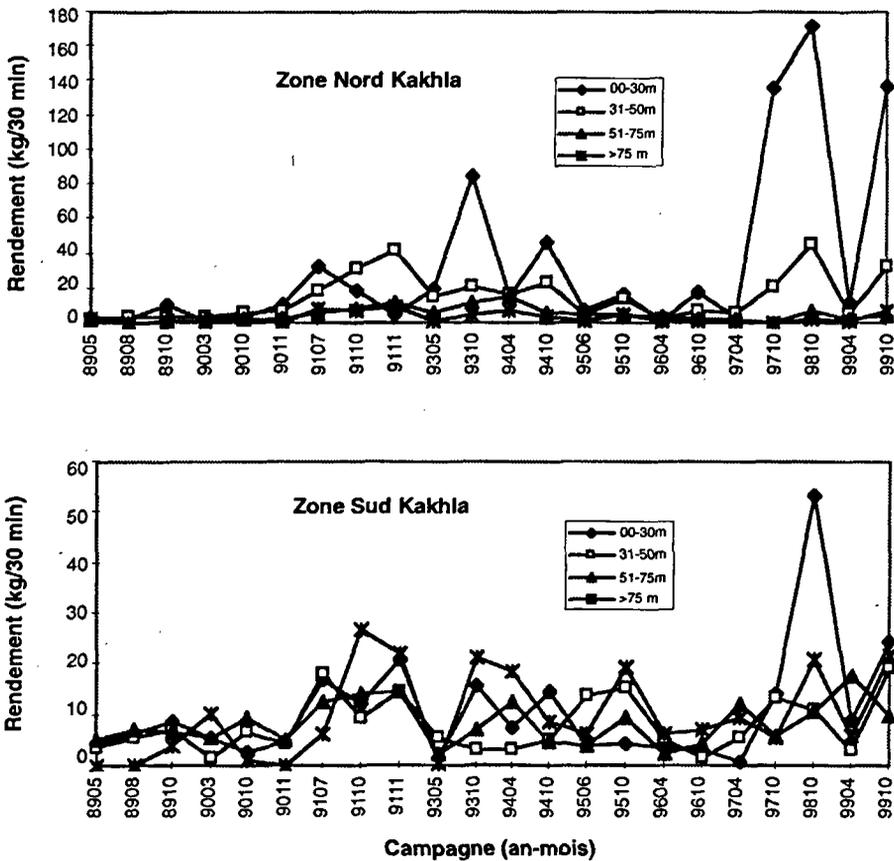


Figure 2
Évolution des rendements en poulpe par strate de profondeur.
Zone Nord et Sud Dakhla.

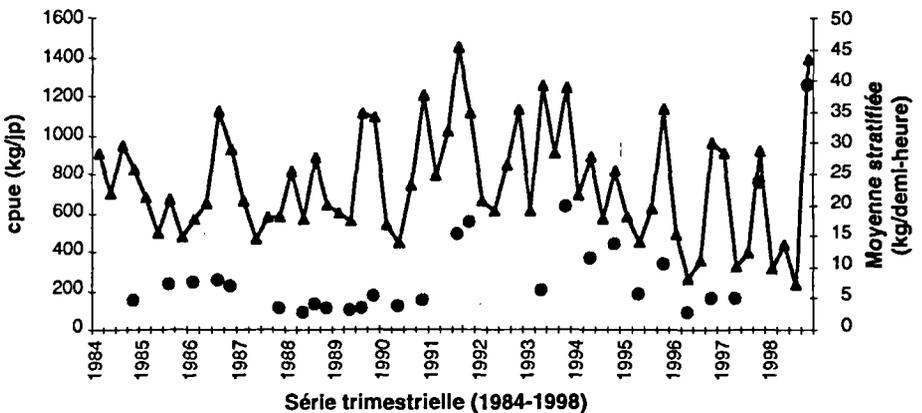
*Evolution of the octopus yields by layer depth.
North and South Dakhla areas.*

Dakhla. La méthodologie employée est décrite dans Boumaaz *et al.* (1997). Les rendements les plus élevés sont observés dans les eaux côtières, plus particulièrement au niveau de la strate 10-30 mètres de profondeur.

L'analyse des tendances est faite à travers les résultats des campagnes de chalutage et à travers l'évolution des rendements moyens trimestriels (cpue) des céphalopodiers marocains durant la période 1984-1999 (fig. 3).

L'évolution de ces indices montre une tendance similaire, ce qui permet de conclure que les campagnes de chalutage offrent un moyen direct pour l'appréciation du niveau d'abondance de ces ressources.

Cette évolution fait ressortir une forte variabilité saisonnière de l'abondance et de la production, se traduisant par une certaine spécialisation dans la stratégie de pêche de la flottille qui selon la saison, va s'orienter vers des zones différentes ou cibler d'autres espèces à forte abondance, notamment la seiche.



■ Figure 3
Évolution des rendements en poupe des céphalopodiers marocains (ligne) et des rendements stratifiés des campagnes de chalutage (pastilles).

Evolution of the octopus yields of the Moroccan cephalopod trawlers (line) and stratified means during the trawling surveys (spots).

Un autre fait marquant, est la tendance à l'augmentation du niveau de l'abondance depuis 1989, date à partir de laquelle des périodes de repos biologique ont été instaurées. Cet accroissement s'est maintenu jusqu'à 1993. À partir de 1994, la tendance est marquée par une chute continue du poulpe malgré l'accroissement de la durée du repos biologique. Cette chute est expliquée par le développement de deux nouvelles pêcheries : chalutiers côtiers et pêche artisanale.

L'évolution n'est pas homogène sur l'ensemble de la zone de pêche, la baisse de l'abondance est plus marquée au nord de Dakhla (fig. 4), ceci est expliqué par la concentration de l'effort de la pêche au niveau de cette zone.

La tendance à la baisse s'est poursuivie jusqu'à 1996, avec une situation devenue alarmante et ceci malgré l'arrêt de 7 mois de la flotte étrangère en 1995. Cela s'explique par une intensité de pêche excessive axée d'une part sur les juvéniles pendant le 4e trimestre de 1994 et d'autre part sur les adultes au cours du 1er et du 2e trimestre de 1995.

L'ouverture de la pêche pendant le 4e trimestre de 1995, a montré une grande exploitation de la croissance du stock du poulpe aussi bien par la flotte nationale qu'étrangère. Cette entrée massive de la flotte a dilapidé le gain de l'effet du repos biologique, ce qui s'est répercuté sur le stock du poulpe par une tendance négative tout au long de l'année 1996 et le début 1997.

Devant cette situation alarmante, un arrêt de pêche de quatre mois est appliqué, deux mois au printemps et deux mois en automne, à partir de 1997. Les deux mois du printemps ont pour rôle la préservation de la ponte du poulpe, des seiches et le recrutement des sparidés. Cette mesure a renforcé la reconstitution et la diversité des stocks exploités. Les deux mois d'automne ont pour rôle la protection du recrutement en petits poulpes.

Depuis 1997, les rendements des céphalopodes ont connu une amélioration, qui se reflète non seulement sur le poulpe mais aussi sur les autres espèces de céphalopodes. L'amélioration des rendements du poulpe résulte de l'effet cumulatif du prolongement du repos biologique, qui augmente la protection des géniteurs d'une part et, d'autre part, joue un rôle important dans le redressement du stock en diminuant l'effort de pêche.

La zone nord de Dakhla est caractérisée par des indices d'abondances élevés du poulpe impliquant une forte concentration des

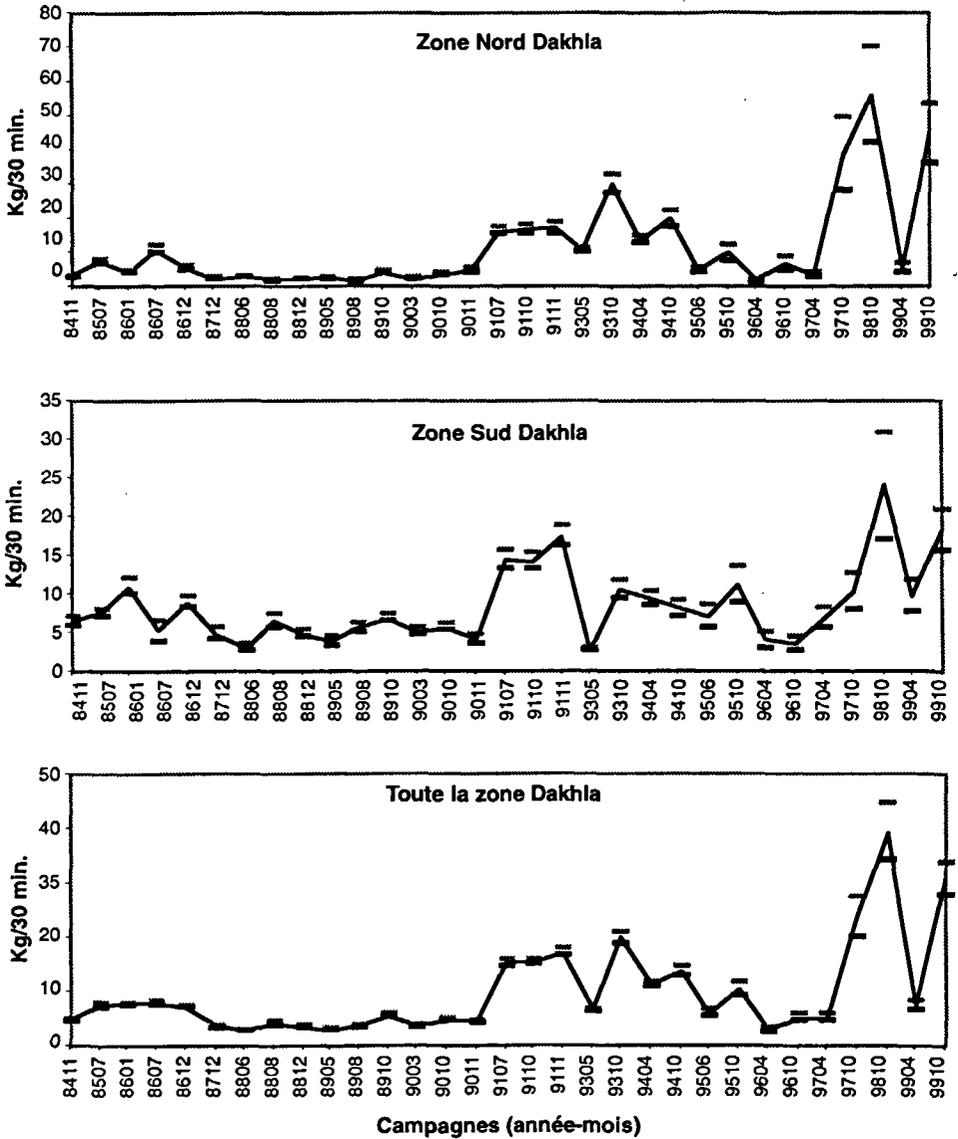


Figure 4
Indices d'abondance du poulpe, avec les intervalles de confiance, pendant les campagnes de chalutage 1984-99 dans la zone sud du Maroc.

Octopuses index of abundance, with the confidence intervals, during the 1984-99 trawling surveys in the southern part of Morocco.

flottilles de pêche, notamment après les périodes de repos biologique. Dans cette région, les concentrations du poulpe évoluent saisonnièrement entre 10-30 mètres de profondeur en automne et s'éparpillent au printemps (fig. 5 et 6).

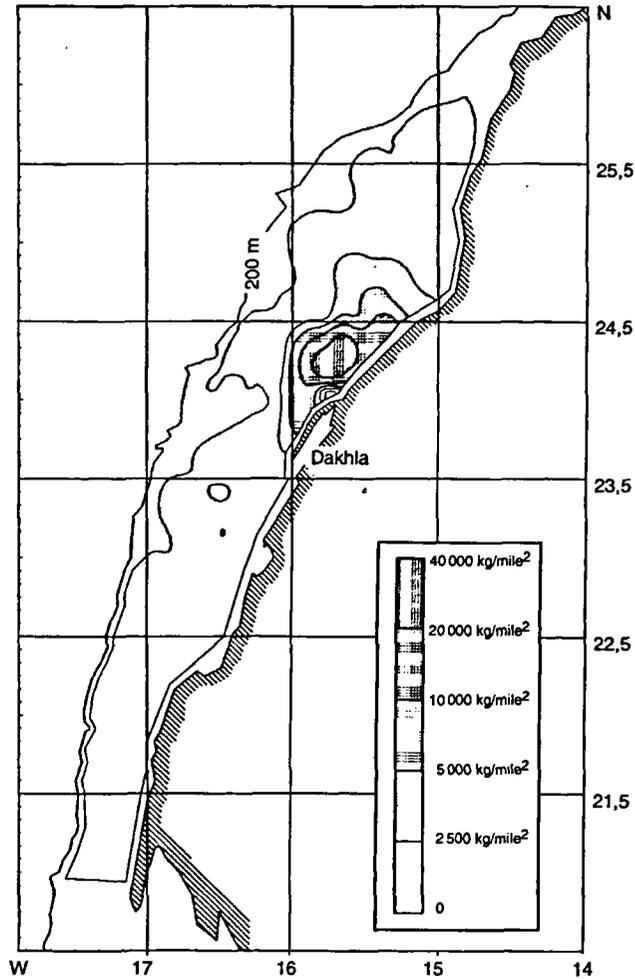
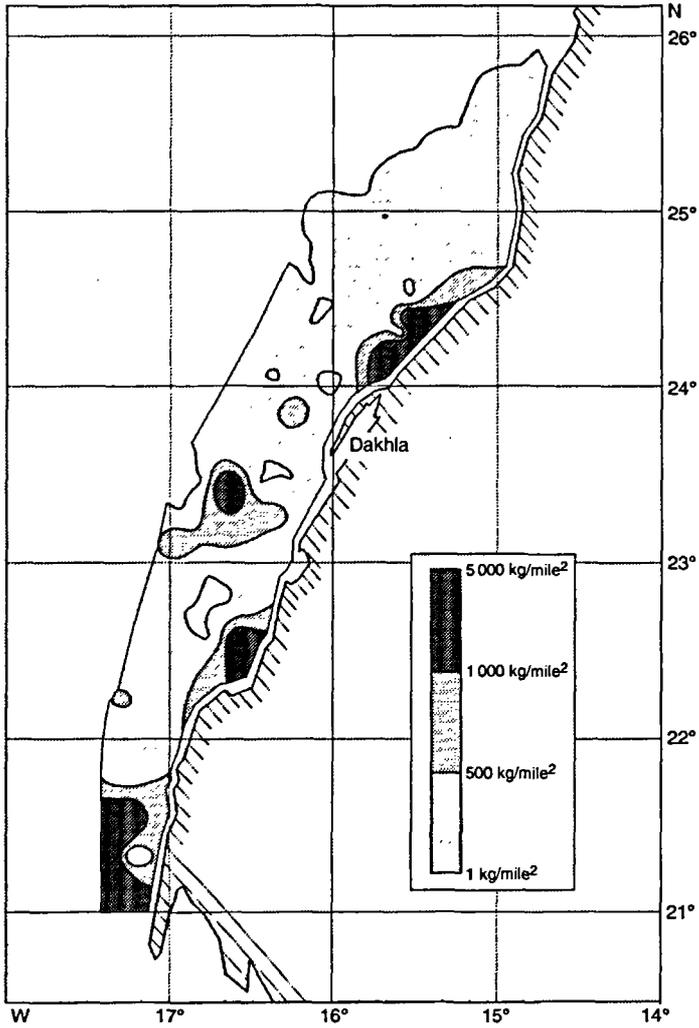


Figure 5
Distribution des densités du poulpe *Octopus vulgaris*
en octobre 1998 en zone sud du Maroc (N/O Charif Al Idrissi).
*Octopus densities during October 1998 in the southern part
of Morocco (R/V Charif Al Idrissi).*



■ Figure 6
Distribution des densités du poulpe *Octopus vulgaris* en avril 1999
en zone sud du Maroc (N/O Charif Al Idrissi).

Octopus densities during April 1999 in the southern part
of Morocco (R/V Charif Al Idrissi).

La composition démographique

Au cours de la période d'automne, période de recrutement, la composition démographique du poulpe (fig. 7) montre une dominance de jeunes individus (taille du manteau de 6 à 8 cm). Les distributions des fréquences de tailles sont dominées par un seul mode. De même, cette période est caractérisée par l'absence de grandes tailles. La taille observée du poulpe excède rarement 17 cm.

Au printemps, la composition démographique du poulpe est constituée en général de grandes tailles. La forte variabilité observée alors au niveau de l'abondance de ces ressources trouve en partie son explication dans l'évolution inter et intra-annuelle de la composition démographique.

L'évolution de la taille moyenne du poulpe relevée au cours des campagnes de prospection (fig. 8) montre que la taille moyenne du poulpe oscille entre 6 et 12 cm et montre une tendance à la diminution au Nord comme au Sud de Dakhla. La taille moyenne enregistrée au printemps est plus importante que celle observée en automne et ce, quelle que soit la zone, Nord ou Sud de Dakhla.

L'analyse de l'évolution de la taille moyenne en fonction des strates de profondeur montre une tendance à la diminution au niveau des trois premières strates (10-30 m, 31-50 m, 51-75 m) dans les deux zones. Dans les strates profondes, les tailles moyennes tendent à augmenter.

L'analyse de l'évolution des captures par catégorie commerciale du poulpe entre 1990 et 1998, fait ressortir d'importantes modifications. Dans les derniers temps la production des céphalopodiers congélateurs est conditionnée par le niveau de capture du poulpe durant le 4^e trimestre avec 30 à 50 % de la capture globale et la part des juvéniles, constituée d'individus de moins de 500 grammes (T8 et T9), représente 30 à 60 % de la production du poulpe durant ce trimestre ; c'est particulièrement le cas pour les années 94 et 95 où la durée du repos biologique a été étendue à deux mois (tabl. 1). Quant aux grandes catégories (T1 à T4) elles sont de plus en plus abondantes dans les captures du 1^{er} et du 2^e trimestre.

La composition démographique des débarquements de la pêche artisanale est constituée généralement de catégorie commerciale T4 à T7.

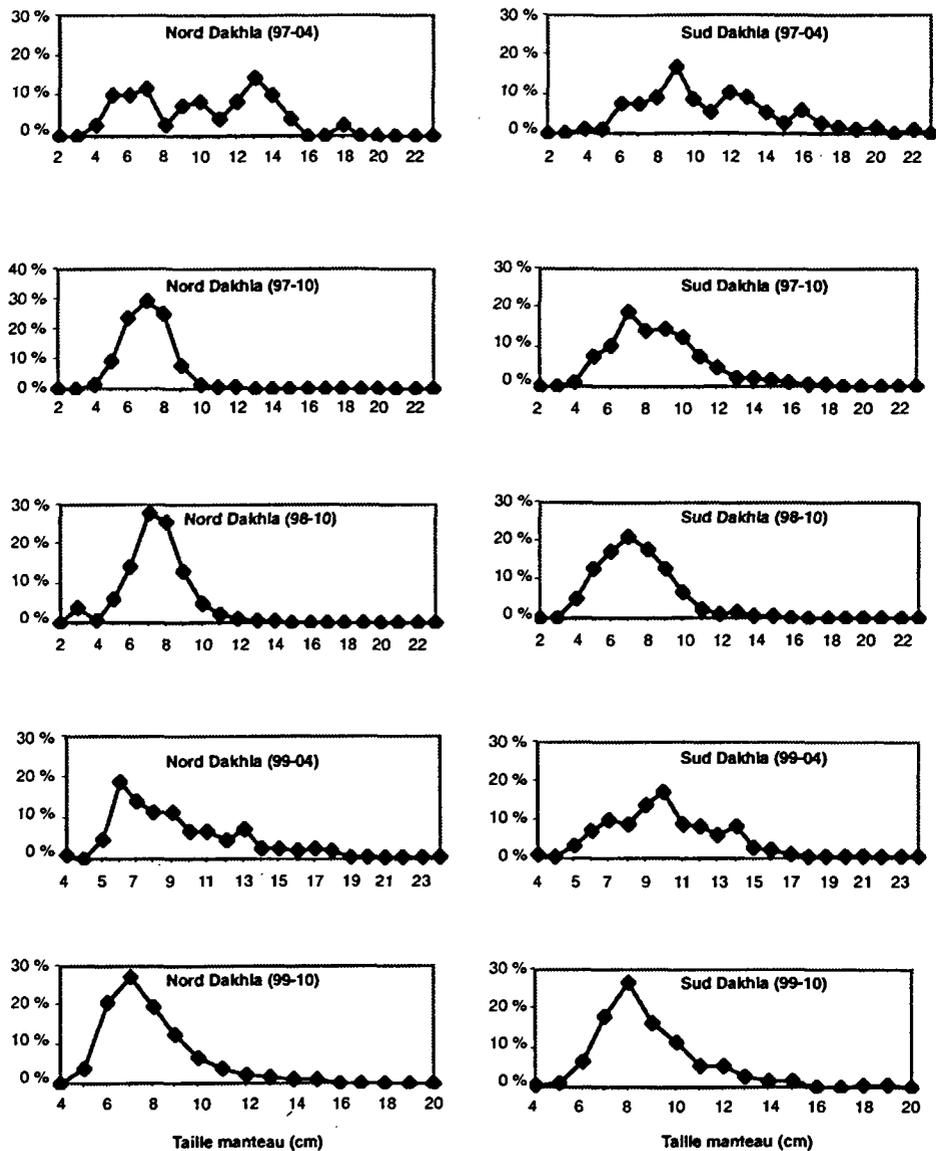


Figure 7

Distributions de fréquence du poulpe (%) pendant les campagnes de chalutage, zone Nord et Sud-Dakhia, période 1997-1999.

Frequency distributions of the octopuses (%) during the 1997-1999 trawling surveys for the areas North and South Dakhia. Mantle length (cm).

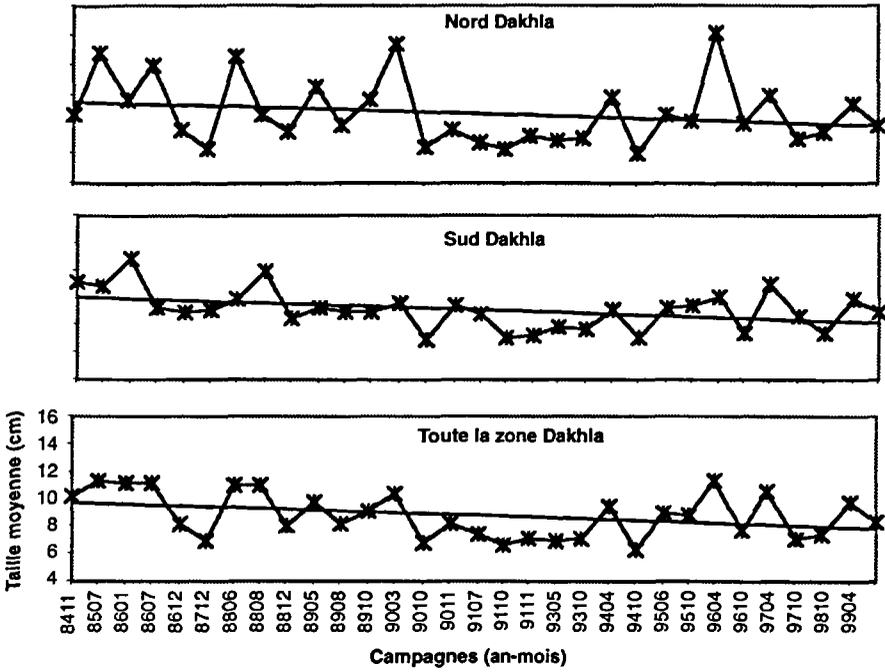


Figure 8

Évolution de la taille moyenne du poulpe pendant les campagnes de chalutage, zone Nord et Sud-Dakha, période 1984-1999.

Evolution of the octopus average sizes during the 1984-1999 trawling surveys, for the areas North and South Dakhla.

Conclusion

L'augmentation continue de l'effort de pêche durant les années 1970 s'est traduite par un surinvestissement dans l'exploitation de la côte atlantique sud du Maroc, qui s'est manifesté au cours des années 1980 par une surexploitation des stocks de céphalopodes. La capacité de renouvellement de ces ressources et l'équilibre biologique de la région ont été fortement affectés.

Année	1990		1991		1992		1993	
Catégories	T9	T8	T9	T8	T9	T8	T9	T8
Trimestre 1	0,4	2,6	16,4	13,9	0,6	8,2	0,3	5,8
Trimestre 2	9,6	7,9	21,0	22,8	12,1	16,0	1,2	21,9
Trimestre 3	13,6	17,5	25,4	16,7	12,4	17,2	3,8	15,2
Trimestre 4	6,0	16,2	9,2	27,8	19,7	35,1	4,8	27,0
Total (T8+T9)	17,7		40,0		38,0		23,7	
Année	1994		1995		1996		1997	
Catégories	T9	T8	T9	T8	T9	T8	T9	T8
Trimestre 1	2,6	12,3	2,6	20,8	0,8	7,6	2,9	9,7
Trimestre 2	3,0	9,9	2,6	17,1	1,5	10,1	5,7	15,7
Trimestre 3	4,5	31,3	4,3	24,0	5,1	36,0	7,8	20,2
Trimestre 4	5,2	52,2	3,0	38,2	4,4	25,4	4,0	22,1
Total (T8+T9)	30,5		30,7		24,1		22,0	

■ Tableau 1

Pourcentages trimestriels des juvéniles débarqués par la flottille céphalopodière marocaine.

T9 = 200-300 g ; T8 = 300-500 g

Quarterly percentages of juveniles in the catches of the Moroccan cephalopod trawlers.

Suite à l'ensemble des analyses faites dans la zone atlantique sud du Maroc depuis 1984 jusqu'en 1999, il apparaît que le repos biologique est une mesure efficace pour alléger la pression de pêche sur les jeunes dès leur recrutement, ainsi que sur les géniteurs. Un effet positif et cumulatif de cette mesure s'observerait d'une année à l'autre.

Vu la modification de la stratégie de pêche et suite au développement récent des pêches artisanale et côtière ciblant le poulpe en Atlantique sud du Maroc, le repos biologique est important dans la reconstitution et la diversification de la ressource. Cette mesure seule n'est pas suffisante et nécessite d'être renforcée par le respect strict des autres mesures d'aménagement telles que le zonage des aires de pêche, le maillage des chaluts et la taille minimale marchande.

Bibliographie

- BOUMAAZ A., NAJD A.,
SRAIRI A., 1996 —
Compositions spécifiques
et abondances relatives à la classe
des céphalopodes et de la famille
des sparidés peuplant le plateau
continental sud du Maroc. *ISPM
Travaux et document*, 89, 22 p.
- BOUMAAZ A., NAJD A.,
DRIDI A., 1997 —
Paramètres biologiques
du poulpe (*Octopus vulgaris*)
de l'Atlantique Sud du Maroc.
*FAO, Copace/Pace
Séries/97/63*: 87-95.
- IDRISSI M., BOUMAAZ A.,
SRAIRI A., 1993 —
Etude de la pêcherie céphalopodière
de la côte atlantique sud du Maroc.
État de nos connaissances
et recommandations
pour son aménagement. *ISPM
Travaux et document*, 80, 18 p.
- NAJD A., BOUMAAZ A., DRIDI A., 1997 —
évolution de l'abondance et de la
structure démographique du poulpe
(*Octopus vulgaris*) et du calmar
(*Loligo vulgaris*) de l'Atlantique Sud
du Maroc. *FAO, Copace/Pace
Séries/97/63*: 52-57.

Les pots à poulpe : un danger pour la ressource ?

Didier Jouffre
Biologiste halieute

Cheikh Abdellahi Ould Inejih
Biologiste halieute

Alain Caverivière
Biologiste halieute

Introduction

La pêche des poulpes *Octopus vulgaris* par chalutage est une activité économique très importante en Mauritanie depuis la fin des années 1960 (Hatanaka, 1979 ; Guerra, 1997). Une pêche artisanale se développe depuis 1990 (Lamboeuf, 1997).

Quand des conflits opposent les composantes industrielles et artisanales de la pêche mauritanienne au poulpe, des éléments de la première composante accusent les pots employés par les pêcheurs artisanaux d'être trop dangereux pour les femelles en maturité avancée (pré-ponte) ou qui gardent leurs œufs (Dia *et al.*, 1996) et, par là-même, de mettre ainsi en danger cette ressource. La présente étude se concentre sur cette question en essayant d'analyser l'interaction entre cet engin de pêche et le comportement des poulpes.

Matériaux et méthodes

Des prises expérimentales de poulpe ont été effectuées à partir du N/O *Ndiago* en utilisant les mêmes lignes de pots que celles utili-

sées par la pêche artisanale mauritanienne. Les expérimentations ont été conduites au large de Nouadhibou (fig. 1), à différentes saisons et à différentes profondeurs (entre 8 et 100 m.), le plus souvent dans la principale zone d'action de la pêche artisanale (50 des 58 opérations de pêche). La structure d'une ligne des pots est représentée sur la figure 2. Cent pots par ligne ont été utilisés et une à quatre opérations de pêche (mise en place et relevage d'une ligne) ont été réalisées chaque mois entre mai 1993 et avril 1994.

Pour chaque poulpe le poids humide, le sexe et l'état de maturité sexuelle ont été enregistrés. Le temps de mouillage des pots était normalement compris entre 12 et 20 heures, mais dans quelques circonstances ce temps a été plus court ou plus long.

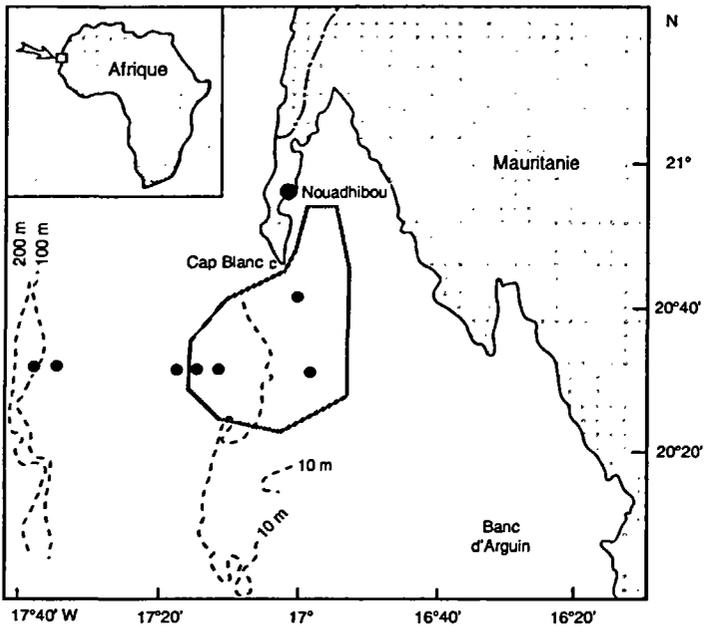


Figure 1

Zone de l'étude, avec la position des lignes de pots expérimentales (●). La principale zone de pêche artisanale du poulpe est entourée d'une ligne noire.

Situation of the studied area. Spots represent the positions of the experimental lines of pots. The main small-scale Octopus fishing area is delimited by the bold line.

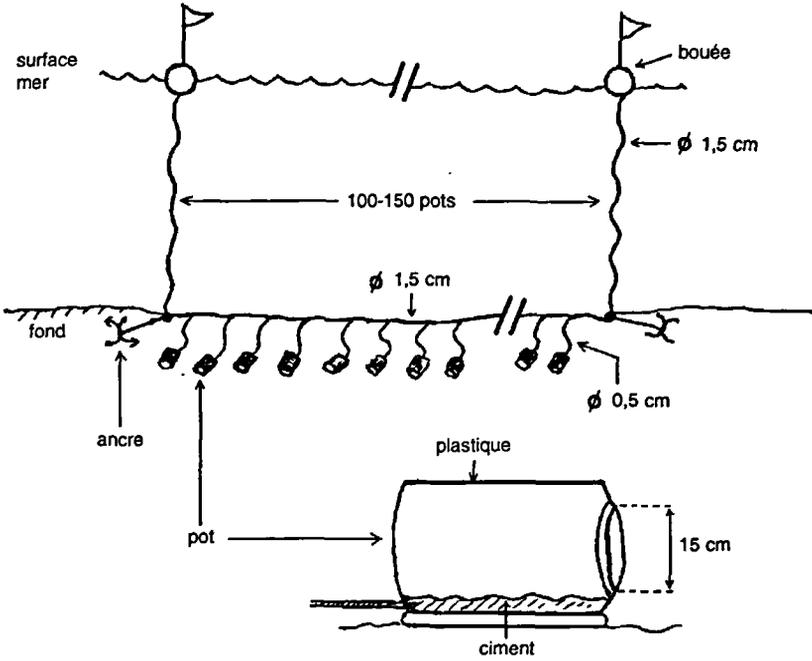


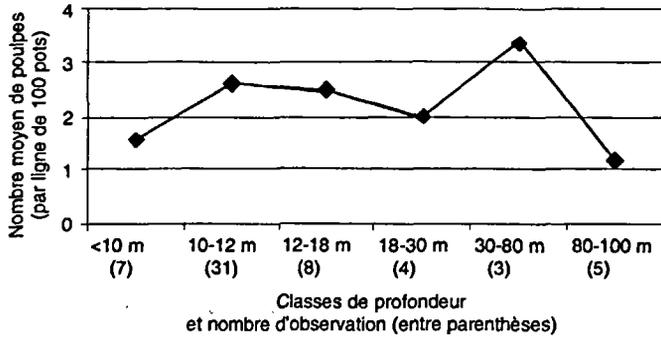
Figure 2
Structure d'une ligne de pots utilisée pour la pêche du poulpe en Mauritanie.

Structure of a line of pots used in Mauritania for the octopus fishing.

Il est à noter que les captures de la pêche artisanale ne sont pas utilisables pour ce genre d'étude, car les poulpes sont éviscérées en mer, rendant difficile la détermination du sexe et impossible celle du stade de maturité sexuelle.

Résultats

Pour chaque profondeur les moyennes des prises pour une ligne de 100 pots sont sensiblement au même niveau (fig. 3) et le temps de



■ Figure 3

Relation entre la profondeur et l'abondance des prises.

Relation between the depth and the abundance of the catches.

mouillage ne semble pas avoir un impact sur l'abondance des prises (fig. 4). Un point intéressant est que les pots ne sont pas spécifiquement attractifs pour les femelles en général (fig. 5). Au contraire, le sex-ratio dans les captures est légèrement en faveur des mâles ($63/58 = 1,08$) quoique non significativement. En ce qui concerne les proportions des diverses stades de maturité sexuelle chez les femelles (fig. 6), il est clair que l'occupation des pots ne semble être reliée ni à la période de maturité ni à un autre moment particulier dans le cycle de vie de l'espèce.

Discussion

Selon les observations expérimentales il ne semble pas que les pots soient spécialement dangereux pour la ressource en poulpe, particulièrement en ce qui concerne les prises des femelles matures. Naturellement, l'utilisation des pots a certainement un effet sur la ressource, comme peut l'avoir tout engin de pêche. Mais ici, le problème porte probablement plus sur le contrôle de l'effort de pêche

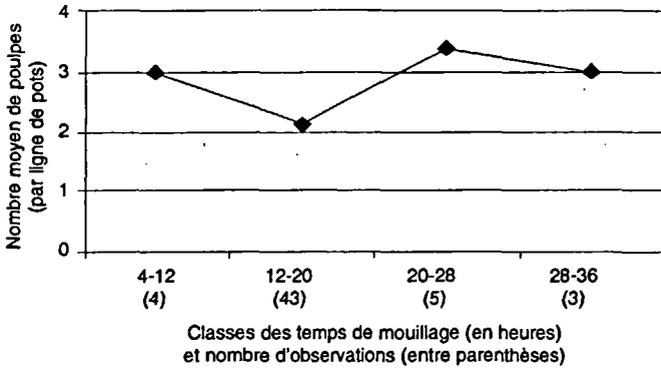


Figure 4
Relation entre le temps de mouillage des pots et l'abondance des prises.

Relation between the soak duration of the pots and the abundance of the catches.

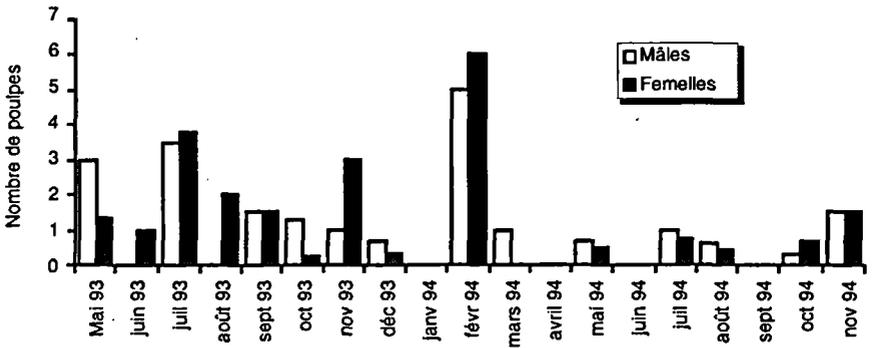


Figure 5
Nombres des mâles et des femelles de poulpes pris mensuellement durant l'étude.

Numbers of male and female Octopus caught monthly during the study.

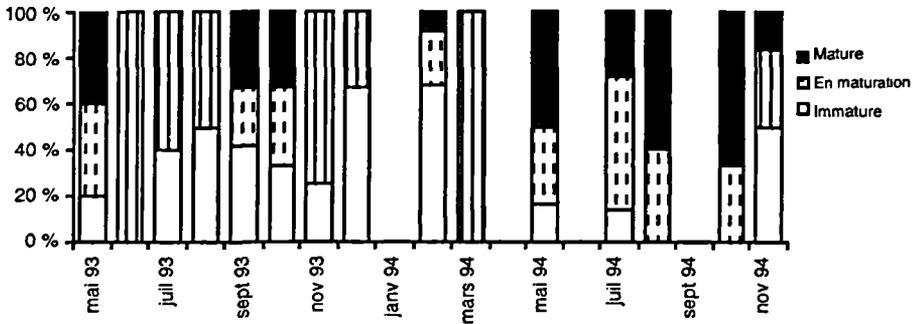


Figure 6

Pourcentages mensuels des différents stades de maturité des femelles de poulpe.

Percentage maturity, set on a monthly basis, of female Octopus vulgaris captured during the study.

que sur l'utilisation des pots eux-mêmes. Au contraire, cet engin de pêche a des avantages considérables. Il est très sélectif car il attrape seulement des poulpes et il ne capture donc pas d'autres espèces non visées. Il a également une certaine sélectivité sur la taille, les individus attrapés par les pots étant en moyenne plus grand que ceux capturés par la pêche au chalut.

On notera cependant que si les pots utilisés régulièrement dans des actions de pêche ne sont pas particulièrement riches en femelles de poulpe, il n'en est pas de même quand les pots restent mouillés de manière permanente. Des observations en plongée effectuées par un des auteurs sur de telles lignes de pots, posées sans relèves sur des fonds sableux autour de Dakar (Sénégal), montrent qu'après les périodes de reproduction les pots finissent par être principalement occupés par des femelles qui veulent pondre ou qui gardent déjà leurs œufs. Les femelles attendant de pondre ne s'alimentent pas et les pots sont très attractifs pour elles comme abris où elles pourront suspendre leurs cordons d'œufs. Elles peuvent tirer profit des absences provisoires des occupants précédents, qui doivent aller à la recherche de nourriture, pour s'introduire dans les pots et en blo-

quer rapidement l'entrée en utilisant les coquilles vides ou d'autres matériaux déjà présents autour et dans les pots (rapportés des environs par les occupants précédents).

Finalement, il doit être pris en compte que les chalutiers industriels travaillent souvent dans des secteurs côtiers où ils endommagent fréquemment les lignes de pots des pêcheurs artisans. Les pots perdus (détachés de leur ligne) sont maintenant très fréquents sur la totalité du plateau continental, même loin de la zone côtière où ils avaient été posés à l'origine (Jouffre *et al.*, 2000). Dans certains endroits (de très larges secteurs sableux et sablo-vaseux), ces pots perdus constituent une importante opportunité pour les femelles de trouver un support solide et abrité pour fixer leurs oeufs. En conséquence, les pots perdus pourraient avoir un impact positif indirect sur la population de poulpe de la Mauritanie, par l'augmentation artificielle d'abris favorables à la ponte, en particulier dans les vastes zones qui en sont naturellement dépourvus.

Bibliographie

DIA A.D., DIOP M.,
 JOUFFRE D., 1996 —
 « Pêcheries au cœur d'un enjeu de développement, les pêcheries démersales mauritaniennes du poulpe et des crevettes côtières. Confrontation entre stratégies des acteurs et mesures institutionnelles : Eléments d'analyse ». In *IIFET 96 symposium acts*, Marrakech, 1-4 juillet 1996, International Institute for Fisheries Economics and Trade : 22 p.

GUERRA A., 1997 —
 « *Octopus vulgaris*: review of the world fishery ». In Lang M. A., Hochberg F. O. (eds.) : *Proceedings of the Workshop on The Fishery and Market Potential of Octopus in California*. Washington, Smithsonian Institution : 91-97.

HATANAKA H., 1979 —
 Studies on the fisheries biology of common octopus off the northwest coast of Africa. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.*, 17 :13-124.

JOUFFRE, D., INEJH C.,
 SIMIER M., 2000 —
 « Cycle biologique du poulpe (*Octopus vulgaris*) au large du Cap-Blanc (Mauritanie) ». In Gascuel D., Chavance P., Bez N. et Biseau A. (éd.), *Les espaces de l'Halieutique*. Colloques et séminaires, IRD éditions, Paris, 243-267.

LAMBOEUF M., 1997 —
 Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur les céphalopodes. FAO, *Copace/Pace Series 197/63* : 103 p.

Application d'un modèle global avec effet de l'environnement au stock de poulpe du Sénégal

Martial Laurans
Halieute

Didier Gascuel
Halieute

Alain Caverivière
Biologiste halieute

Introduction

Le poulpe commun *Octopus vulgaris* est abondant sur les côtes nord-ouest africaines. Il est exploité d'une manière intense par les pêcheries artisanales et industrielles du sud Maroc, de la Mauritanie et du Sénégal. La pêche commerciale du poulpe est la plus récente dans ce dernier pays, où la pêcherie ne s'est développée qu'à partir de 1986 (Caverivière, 1990, 1994). Ce début d'exploitation au Sénégal est concomitant à deux phénomènes, une abondance exceptionnelle en poulpe et un marché à l'exportation où la demande était importante. Cette année-là, la majorité des captures provient de la pêche industrielle qui pratique la pêche au chalut. Mais rapidement, une partie de la pêche artisanale se spécialise dans la capture du poulpe, principalement à partir des débarcadères de la Petite Côte (au sud de Dakar). Pour cette activité, une nouvelle technique de pêche se développe, utilisant des turlottes dansées sur le fond à partir de pirogues (Caverivière *et al.*, 2001 ; Caverivière, présent volume).

La production de poulpe varie fortement d'une année à l'autre. En effet, à une année de forte production peut succéder une année où les rendements sont très faibles. Ces fluctuations d'abondance sont d'autant plus fortes que la durée de vie du poulpe est courte, l'essentiel des captures étant réalisé sur une seule cohorte issue du recrutement de l'année (Domain *et al.*, 1997, 2000). Pour une part, l'abondance du stock semble dépendre de l'intensité de l'upwelling qui intervient le long de la côte sénégalaise entre novembre et mai. Dès lors, le présent travail vise un premier objectif. Il s'agit de tenter d'expliquer les variations de biomasse et de capture à partir d'un modèle de dynamique des populations incluant un effet de l'environnement traduisant l'intensité de l'upwelling. En particulier l'année 1999 a connu une abondance de poulpe exceptionnellement élevée, conduisant à une situation de saturation des marchés et d'effondrement des prix (Diallo *et al.*, présent volume). Peut-on expliquer une telle situation par la seule intensité de l'upwelling? Un deuxième type de question se pose dans ce type de pêche, où la variabilité environnementale tend à masquer les effets de la pêche : peut-on considérer ces derniers effets comme de peu d'importance par rapport aux variations d'abondance dues à l'environnement et laisser dès lors la pêche en libre accès ?

En s'appuyant sur les données statistiques de production et d'effort, au cours de la période 1986-1999, on tente ici de répondre à ces deux types de questions en recourant à un modèle global qui prend en compte les effets de la pêche et d'une variable environnementale (Fréon, 1991).

Matériel et méthode

Les données de production à partir desquelles ce travail est réalisé sont les captures de la pêche piroguière artisanale ciblant le poulpe et de la pêche chalutière industrielle de 1986 à 1999. Ces données comprennent également les efforts de pêche, exprimés pour chaque pêche en nombre de jours de mer au cours desquels du poulpe à été débarqué. Ces informations sont issues du Centre de recherches

océanographiques de Dakar-Thiaroye et de la Direction de l'océanographie et des pêches maritimes.

Ces captures proviennent des populations de poulpe du Sénégal qui sont considérées comme fortement indépendantes de celles des autres régions. Cette hypothèse de stocks séparés est utilisée depuis le premier groupe de travail régional portant particulièrement sur cette ressource (FAO, 1979) jusqu'au plus récent (FAO, 1997). Elle a été renforcée par les résultats des campagnes de marquages en mer, qui ne montrent au mieux que des mouvements très limités pour ces animaux benthiques (Domain *et al.*, 2000 et présent volume). Seule la vie larvaire qui se déroule en pleine eau et dont la durée est relativement longue pourrait donner lieu à une dispersion importante. Celle-ci est cependant limitée par le fait que les principaux stocks de poulpe de la région se trouvent dans des zones de rétention larvaires, induites par des conditions hydrologiques particulières (Roy, 1998 ; Faure, 2000 ; Demarcq et Faure, 2000).

Aux données de production, s'ajoutent les données environnementales, à savoir l'intensité du vent parallèle à la côte (notée en mètre par seconde), de direction Nord-Sud, qui souffle de novembre à mai. Cette composante Nord-Sud des vents alizés est responsable de l'upwelling côtier le long du littoral. Les données sont issues des valeurs de vent en surface du système Aviso (Archivage, visualisation, interprétation des données des satellites océanographiques) fournies par Météo France. Il s'agit des analyses opérationnelles du CEPMMT (Centre européen de prévision météorologique à moyen terme) provenant d'observations satellitales (champs issus de modèles). Quatre fois deux valeurs (composantes méridienne et latitudinale) sont calculées par jour pour chaque angle d'un « carré » d'un degré de côté. La production artisanale de poulpe provient majoritairement de la Petite Côte du Sénégal, au sud du Cap Vert. Une large part de la production industrielle est due aux chalutiers qui opèrent un peu plus au large. Nous avons retenu les valeurs méridiennes du vent au point 15 °N-18 °O comme représentatives pour la zone. Pour le présent travail, seules des moyennes sur des périodes choisies sont prises en compte.

Dans un premier temps les données de captures et d'efforts sont utilisées afin d'estimer pour chaque année (tabl. 1), d'une part, un effort de pêche théorique combiné (fthc) et, d'autre part, un indice

Effort nominal f_n	Capture par pêcherie Y	Effort effectif f_e	Indice d'abondance IA
$f_{n_{Pi}}$	Y_{Pi}	$f_{e_{Pi}} = Pg * f_{n_{Pi}}$	$IA_1 = Y_{Pi} / f_{e_{Pi}}$
$f_{n_{Pa}}$	Y_{Pa}	$f_{e_{Pa}} = Pg * f_{n_{Pa}}$	$IA_2 = Y_{Pa} / f_{e_{Pa}}$

Effort théorique par pêcherie	Effort théorique combiné	Indice d'abondance théorique
$f_{th_{Pi}} = Y_{tot} / IA_{Pi}$	$f_{thc} = \text{moy} (f_{th_{Pi}}, f_{th_{Pa}})$	$IA_{thc} = Y_{tot} / f_{thc}$
$f_{th_{Pa}} = Y_{tot} / IA_{Pa}$		

Pi (pêche industrielle) ; Pa (pêche artisanale)
Pg (indice de puissance de pêche) ; Ytot (prise totale Pi + Pa)

Tableau 1

Calculs menant à l'estimation des valeurs annuelles de l'effort de pêche théorique combiné et de l'indice d'abondance théorique.

Calculations giving annual theoretical efforts and annual indexes of the abundance.

d'abondance théorique combiné (IA_{thc}), les rendements étant considérés représentatifs de l'abondance. Ces deux données sont dites combinées car elles sont obtenues en tenant compte des deux pêcheries. En effet, on calcule deux indices d'abondance IA_{Pi} et IA_{Pa} qui sont déduits respectivement de la pêche industrielle (PI) et de la pêche artisanale (PA). Il en est de même pour les deux efforts théoriques $f_{th_{Pi}}$ et $f_{th_{Pa}}$. Ensuite, l'effort théorique combiné f_{thc} est obtenu comme moyenne de $f_{th_{Pi}}$ et $f_{th_{Pa}}$ ¹. Ce dernier effort est utilisé pour calculer l'indice d'abondance IA_{thc} . Une série empirique de puissance de pêche (Pg) est appliquée aux données d'effort pour tenir compte des connaissances que l'on a sur la pêcherie. Ainsi, sur les quatre premières années de la série, la puissance augmente de 5 % par an, son augmentation est nulle ensuite. Pg est conventionnellement fixé à 1 pour l'année 1986.

¹ Lorsque les données PI ou PA n'étaient pas disponibles ou fiables (1986-88 pour la PA et 1995-99 pour la PI), les données f_{thc} ont été calculées à partir de l'évolution de l'autre série.

À partir des données environnementales et de l'effort théorique combiné, un modèle global avec effet de l'environnement est ajusté à l'indice d'abondance théorique combiné (I_{Athc}). Trois séries de variables environnementales sont testées. La variable V1 est la moyenne de la composante Nord-Sud du vent journalier calculé sur la totalité de la période où les vents alizés dominent, à savoir de novembre à mai. La variable V2 est quant à elle la moyenne de cette même composante pour le centre de la première période, soit de janvier à mars. La variable V3 est l'indice IUC qui mesure l'intensité de l'upwelling (pour la méthode de calcul, se reporter à Demarcq et Caverivière, présent volume). Deux modèles sont testés. Il s'agit à chaque fois d'un modèle exponentiel de type Fox (1970), avec une fonction mathématique tenant compte de l'environnement qui est différente pour les deux modèles. Un modèle de type Fox est préféré à un modèle de type Schaefer car ce dernier suppose des captures nulles au-delà d'un certain effort de pêche. Le modèle est ajusté aux données 1986-1998. L'ajustement du modèle est conduit en utilisant la méthode des moindres carrés, qui permet de donner un poids important aux années de forte abondance. Au départ, l'année 1999 n'est pas prise en compte pour deux raisons. D'une part, les statistiques de capture et d'effort sont jugées peu fiables dans une situation de surproduction où une partie de la prise n'a pas été commercialisée. D'autre part, on souhaite tester la capacité du modèle à prédire les résultats obtenus lors de cette année exceptionnelle ; il est alors logique qu'elle soit exclue du jeu de données sur lequel se fait l'ajustement. Après ajustement, un coefficient de détermination est calculé entre la série d'indices d'abondance prédite par les différents modèles testés et la série d'indices observés I_{Athc}. Pour chaque modèle, le coefficient est calculé pour deux séries, l'une s'arrêtant à 1998 et l'autre prenant en compte 1999.

Les 2 modèles globaux avec effet de l'environnement testés sont issus des travaux de Fréon (1991). Ils s'expriment de la manière suivante :

$$I_{At} = \delta(V_t) \cdot \exp(c \cdot f_t)$$

avec $\delta(V_t) = a + b \cdot V_t$ pour le modèle 1, et $\delta(V_t) = a \cdot (V_t)^b$ pour le modèle 2.

Les valeurs a, b, c sont des constantes. Pour une année t, la valeur V_t est la donnée environnementale, f_t correspond à l'effort de pêche théorique combiné. Les deux modèles testés supposent que la

variable environnementale V_t n'agit que sur l'abondance. Un modèle et une série environnementale sont finalement retenus. Ce choix correspond à l'association qui permet d'expliquer au mieux les années où l'abondance est forte et qui donne le meilleur coefficient de détermination de la série.

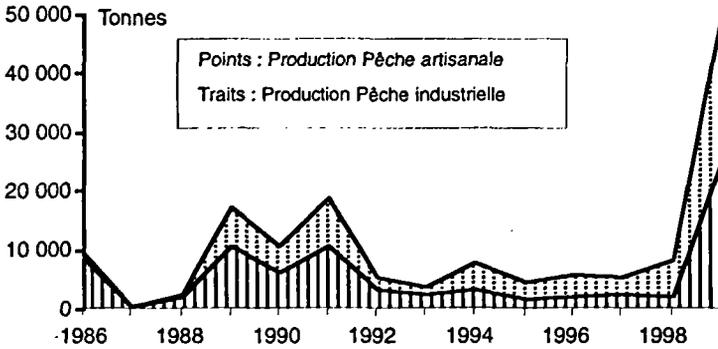
Le modèle ajusté est ensuite utilisé pour estimer la courbe de production équilibrée en fonction d'un multiplicateur d'effort, pour une valeur donnée de la variable environnementale. On trace également les isoplèthes de production à l'équilibre en fonction des valeurs du multiplicateur d'effort et de la variable environnementale. L'année 1998 est prise comme année de référence, avec un multiplicateur d'effort égal à 1.

■ Résultats

La production en poulpe, pour les trois premières années d'exploitation, est majoritairement le seul fait de la pêche industrielle (fig. 1). Ensuite, la part de la pêche artisanale augmente significativement. À partir de 1993, plus de la moitié de la production provient de la pêche artisanale. L'exploitation se caractérise par une forte variabilité inter-annuelle des débarquements. Ainsi, la production de 1999 est multipliée par cinq par rapport à l'année précédente.

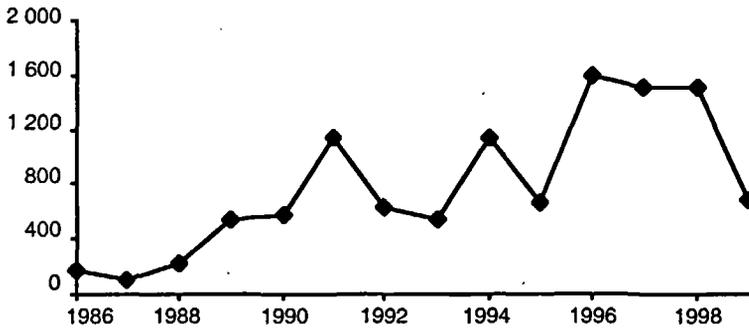
L'évolution de l'effort de pêche théorique (f_{thc}) met en évidence une forte augmentation de la pression de pêche sur l'ensemble de la période (fig. 2). Cette évolution correspond bien à ce qui est connu sur cette pêcherie, à savoir son développement du fait, d'une part, d'une demande forte et, d'autre part, de la présence de poulpes. La chute de l'effort de pêche en 1999 est expliquée par les très fortes abondances de poulpes. Celles-ci ont conduit à une saturation du marché et à une chute des prix, entraînant une diminution de la durée et du nombre de sorties de pêche (Diallo *et al.*, présent volume).

L'indice d'abondance (I_{athc}) montre une forte variabilité d'une année sur l'autre avec des pics d'abondance marqués en 1986 et 1999 (fig. 3). Globalement, les abondances prédites par les diffé-



■ Figure 1
Productions des deux pêcheries de poulpes au Sénégal
(en tonnes). Sources CRODT et DOPM.

*Production of the two octopus fisheries in Senegal (in metric tons).
CRODT and DOPM sources.*



■ Figure 2
Évolution des efforts théoriques de la pêche au poulpe
du Sénégal, de 1986 à 1999.
L'échelle de l'axe des ordonnées est arbitraire.

*Evolution of the theoretical efforts of octopus fishing in Senegal,
from 1986 to 1999. The scale of the ordinate axis is arbitrary.*

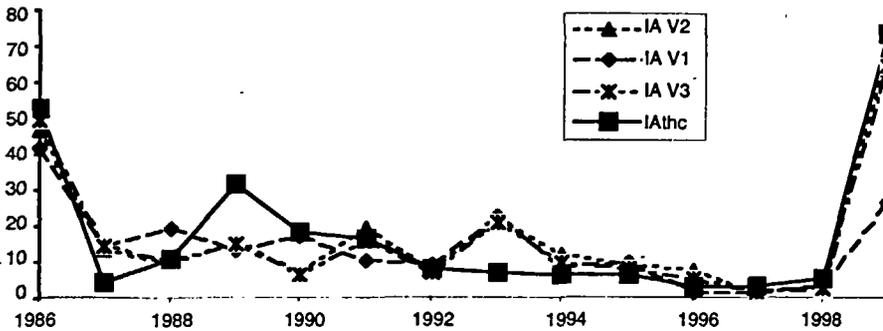


Figure 3

Évolution de l'abondance du poulpe au Sénégal : indice « observé » (Iathc) et indices prédits par le modèle global avec effet de l'environnement (modèle 2 uniquement).

Evolution of the octopus abundance in Senegal: observed index (Iathc) and indexes predicted by the surplus model with environmental effect (only model 2).

rents modèles rendent bien compte de cette évolution. Les résultats concernant les coefficients de détermination de chaque modèle indiquent en premier lieu que la série environnementale correspondant à la variable V1 donne les résultats les moins bons (tabl. 2). Lorsque l'on considère l'année 1999, les meilleurs résultats sont obtenus pour le modèle 2 avec les deux séries V2 et V3 qui ont des résultats équivalents. Aussi, pour la suite du travail, nous utilisons le modèle 2 et le choix s'est porté sur la variable V2 qui est la plus simple à appliquer. Ce modèle explique bien les années où l'indice d'abondance est élevé. Cependant, il s'éloigne assez fortement des valeurs observées IAthc pour les années 1989 et 1993 (fig. 3). Des aspects comme la capturabilité peuvent ici rentrer en jeu. En effet, dans le modèle elle est considérée comme constante pour l'ensemble de la pêcherie. Par manque d'informations, cet aspect n'a pu être abordé. Le modèle retenu s'exprime comme suit :

$$IAt = 1,98 \cdot 10^{-6} \cdot V2^{9,32} \cdot \exp(-13,32 \cdot 10^{-4} \cdot f_{thc})$$

Des courbes de production à l'équilibre sont estimées, selon trois scénarii concernant l'environnement. Trois valeurs de la variable V2, correspondant à une hypothèse basse, moyenne et forte sont

	Modèle 1 : $IAt = (a+b*Vt)^c \exp(c*ft)$			Modèle 2 : $IAt = (a*(Vt)^b)^c \exp(c*ft)$		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3
R2 avec 1999	0,64	0,74	0,74	0,55	0,86	0,86
R2 sans 1999	0,69	0,72	0,74	0,61	0,68	0,70

■ Tableau 2

Coefficients de détermination (abondance prédites *versus* observées) obtenus pour les deux modèles et les trois séries d'indices d'environnement.

Determination coefficients (predicted indexes versus observed indexes) for the two models and the three environmental series.

ainsi testées, afin de voir leur influence sur la pêcherie. Ces hypothèses correspondent respectivement aux valeurs minimale, moyenne et maximale de la variable V2 sur la période étudiée, 1986-1999. L'effort de maximisation des captures est le même pour les trois courbes (fig. 4), ce qui découle du type de modèle utilisé. Ainsi, mis à part l'année 1999, la pêcherie du poulpe se trouverait dans une situation de surexploitation au cours des années récentes. De 1996 à 1998, l'effort de pêche est le double de l'effort de maximisation. La valeur du MSY (capture maximale soutenable) est quant à elle variable ; elle peut atteindre près de 50 000 t lorsque l'upwelling est très intense (variable environnementale très élevée : 7,1 m.s⁻¹). À contrario, le MSY présente de faibles valeurs, avec une estimation de 4 000 tonnes lors des années d'upwelling faible, pour une valeur de la variable environnementale de 5,4 m.s⁻¹. Ainsi, d'une année à l'autre, la pêcherie peut présenter de fortes évolutions en termes d'effort et surtout de capture, qui peuvent s'expliquer par les variations interannuelles de l'intensité de l'upwelling.

Les isoplèthes des captures à l'équilibre (fig. 5) permettent de montrer les fortes variations engendrées par la variable environnementale. Cette représentation illustre aussi les conséquences d'un changement de l'effort de pêche. La trajectoire représentée sur la figure permet de visualiser ce qui s'est passé entre l'année 1998 et 1999.

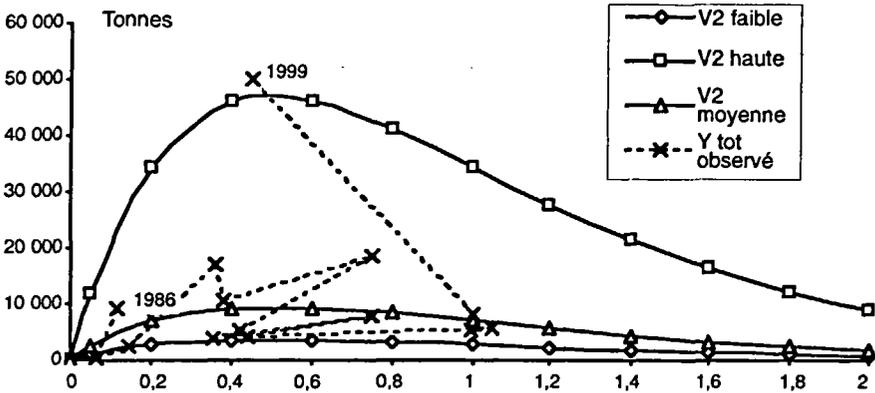


Figure 4

Modèle de production du poulpe au Sénégal : courbes de capture à l'équilibre en fonction d'un multiplicateur de l'effort (année de référence 1998), pour trois valeurs de la variable environnementale, et valeurs de production observées (Y_{tot}).

Octopus surplus model in Senegal: equilibrium catch curves in function of the multipliers of the fishing effort (1998 is the reference year) for three values of the environmental variable, and values of the observed productions (Y_{tot}).

Discussion

L'un des objectifs de ce travail était d'intégrer dans l'évaluation du stock de poulpe la variabilité environnementale qui influence fortement l'abondance, en plus de la pêche. Cet aspect a pu être pris en compte et plusieurs scénarii ont été envisagés selon l'intensité de la variable environnementale retenue. De plus, il était recherché un modèle qui puisse expliquer les années de fortes abondances comme cela fut le cas en 1999. Le modèle retenu répond à cette attente. On montre ainsi que les captures exceptionnelles observées cette année-là peuvent s'expliquer par un upwelling particulièrement intense, et secondairement par un effort de pêche modéré correspondant à une situation de pleine exploitation. Globalement, la capacité prédictive du modèle ajusté sur la période 1986-1998 apparaît satisfaisante en 1999. De même, les fortes captures observées

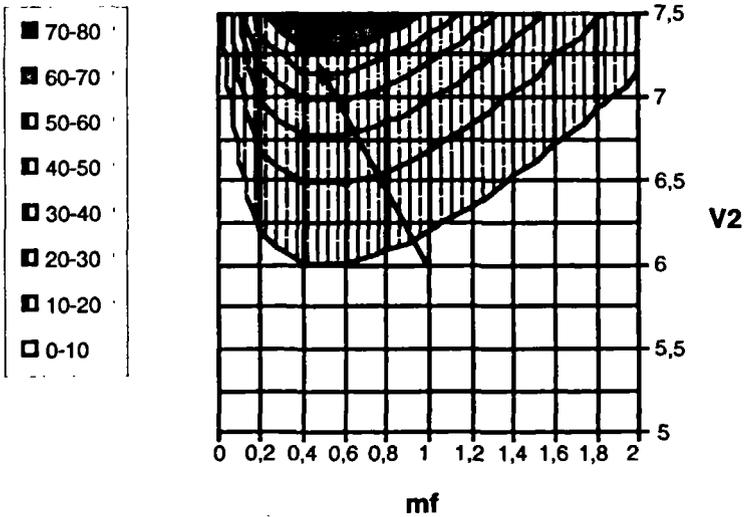


Figure 5

Isoplètes des captures à l'équilibre (en milliers de tonnes) suivant le multiplicateur de l'effort de pêche (base 1 en 1998) et la valeur moyenne de la composante méridienne du vent (V_2 en m.s-1) en janvier-mars. La flèche représente la trajectoire entre la situation de 1998 et celle de 1999.

Isopletes of equilibrium catches (in thousand tons) in function of the multipliers of the fishing effort (index 1 in 1998) and the average values of the wind meridian component (V_2 in m.s-1) in January-March. The arrow represents the path between 1998 and 1999.

en 1986, au démarrage de la pêcherie, sont à mettre en relation avec un upwelling intense et des abondances élevées. L'essentiel des captures annuelles de poulpe est réalisé au cours des mois de juin à octobre (Caverivière *et al.*, 2000). Les résultats obtenus semblent indiquer que ces captures sont largement dépendantes de la survie des larves et juvéniles entre janvier et mars et dont l'importance est liée à un upwelling intense. Ce mécanisme corrobore les résultats obtenus au Sénégal par d'autres auteurs (Faure, 2000). On montre ici que l'abondance et les captures de poulpe peuvent dès lors être modélisées de manière simple à partir de deux variables : l'effort de pêche et une mesure de vent traduisant l'intensité de l'upwelling.

Ce travail permet de répondre à une autre question importante. Est-ce qu'une pêcherie, dont la capture est réalisée sur une seule

cohorte, peut être laissée en libre accès, sachant de plus que d'une année à l'autre l'abondance varie fortement. L'étude tend à montrer que certaines années, et notamment pour la période récente, le stock de poulpe serait en état de surexploitation. Cela traduit une situation dans laquelle une diminution de l'effort (et donc des coûts d'exploitation) permettrait d'accroître quelque peu les captures et peut conduire à recommander un encadrement de la pêcherie, visant à limiter l'effort de pêche.

Ce travail peut également être utilisé comme outil facilitant les discussions entre les acteurs du système pêche. En effet, l'étude indique qu'il est intéressant de suivre l'évolution de la variable environnementale « vent du premier trimestre » qui influence fortement l'abondance de la grande saison de pêche de l'été suivant. Ainsi, il serait possible d'anticiper une abondance forte et donc une production élevée. Cette information pourrait être importante en terme économique si elle permet de préparer le marché de l'export à l'arrivée d'une production élevée (une forte partie de la production en poulpe est exportée en Europe et Asie). Ce point est sensible dans un pays comme le Sénégal où les produits de la pêche ont un poids important dans la balance commerciale. Une telle anticipation permettrait peut-être d'éviter ce qui s'est passé en 1999, à savoir une forte quantité de poulpes invendus ou bradés.

Le modèle global avec effet de l'environnement constitue une première approche de dynamique des populations. Il mériterait d'être couplé à une analyse plus fine du recrutement et à des modèles de type analytique permettant d'étudier l'impact de fermeture de la pêche, comme ceux développés par Lanco (1999) et Jouffre *et al.* (présent volume).

Bibliographie

- 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: 1-42.
- CAVERIVIÈRE A., 1994 —
 « Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal: une nouvelle ressource ». In: BARRY-GÉRARD M., DIOUF T., FONTENEAU A. (éd.): *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*. Paris, Orstom éditions, coll. Colloques et séminaires, tome 2: 245-256.
- CAVERIVIÈRE A., DIALLO M., DOMAIN F., JOUFFRE D., 2000 —
 « Répartition côtière du poulpe *Octopus vulgaris* sur la Petite Côte du Sénégal et son exploitation par la pêche artisanale ». In: GASCUEL D., CHAVANCE P., BEZ N., BISEAU A. (éd.): *Les espaces de l'halieutique*. Paris, Orstom éditions, coll. Colloques et séminaires: 269-283.
- DEMARCO H., FAURE V., 2000 —
 Coastal upwelling and associated retention indices derived from satellite SST. Application to *Octopus vulgaris* recruitment. *Oceanol. Acta*, 23 (4): 391-408.
- DOMAIN F., CAVERIVIÈRE A., DIALLO A., 1997 —
 « Note sur la croissance en poids du poulpe (*Octopus vulgaris*) élevé en bassin ». In: Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur les céphalopodes. FAO, *Copace/Pace Séries/97/63*: 78-80.
- DOMAIN F., JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., 2000 —
 Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80 (4): 699-706.
- FAO, 1979 —
 Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur l'évaluation des stocks de céphalopodes. FAO, *Copace/Pace Séries 78/11*, 135 p.
- FAO, 1997 —
 Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur les céphalopodes. FAO, *Copace/Pace Séries 97/63*, 103 p.
- 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 inter-spécifiques. Thèse de doctorat, univ. Montpellier-II, 401 p.
- FOX W. W., 1970 —
 An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99 (1): 80-88.
- FRÉON P., 1991 —
 « L'introduction d'une variable climatique dans les modèles globaux de production ». In: CURY P., ROY C., (éd.): *Pêcheries ouest-africaines, Variabilité, Instabilité et Changement*. Paris, Orstom éditions: 395-424.
- LANCO S., 1999 —
Adaptation d'un modèle structural à une ressource instable en vue de mesurer l'impact de fermetures de pêche. Application au stock de poulpe (Octopus vulgaris, Cuvier 1797) sénégalais. Mémoire de DEA « Océanologie biologique et Environnement marin », Ec. nat. sup. agro. Rennes: 49 p. (+ annexes).
- ROY C., 1998 —
 « An upwelling-induced retention areas off Senegal: a mechanism to link upwelling and retention processes ». In: PILLAR S. C., MOLONEY A. I. L., SHILLINGTON F. A. (éd.): *Benguela Dynamics. Impacts of variability on shelf-sea environments and their living resources*. S. Afr. J. Mar. Sci., 19: 89-98.

Niveaux d'exploitation des stocks de poulpes du Sénégal de 1996 à 1999 et tailles minimales de captures

Une évaluation par modélisation analytique

Didier Jouffre

Biologiste halieute

Sophie Lanco

Ingénieur Ensa, halieute

Didier Gascuel

Professeur halieutique, Ensa

Alain Caverivière

Biologiste halieute

Introduction

Pour des raisons liées à la biologie de l'espèce, les populations de poulpes *Octopus vulgaris* d'Afrique de l'Ouest présentent de fortes variations inter-annuelles d'abondance (Caverivière, 1990; Jouffre et Inejih, 1997; Faure, 2000). Cette caractéristique a pour conséquence de compliquer la gestion de l'exploitation d'une ressource dont l'intérêt halieutique est majeur pour les pays de la sous-région, et en particulier pour le Maroc, la Mauritanie et le Sénégal (Dia, 1988; Caverivière, 1994; Dia *et al.*, 1996; FAO, 1997 a et b).

Face à cela, les professionnels et gestionnaires de la pêche de ces pays sont demandeurs d'une meilleure compréhension de la dynamique des populations de poulpes qu'ils exploitent (Dia *et al.*,

1996 ; Lanco, 1999 ; Faure, 2000). Au Sénégal, en particulier, les variations inter-annuelles du niveau des captures de poulpes sont d'une ampleur telle (Diallo *et al.*, 2001) qu'elles suscitent de nombreuses interrogations. Les questions posées sont celles de l'état d'exploitation général du stock en question (sur ou sous-exploité) et de la pertinence des mesures prises ou à mettre en œuvre pour tenter d'en pérenniser et d'en améliorer l'exploitation (FAO, 1997 b). Parmi ces mesures, celle de l'instauration de tailles minimales de capture et de commercialisation suscite le débat et justifie la mise en œuvre d'études cherchant à en évaluer objectivement l'impact.

Dans ce contexte, la présente étude vise à modéliser la dynamique de la population de poulpes du Sénégal entre 1996 et 1999. Il s'agit d'une modélisation « analytique » ou « structurale », en référence à la terminologie de la littérature halieutique (Laurec et Le Guen, 1981 ; Brêthes et O'Boyle, 1990), qui reprend les étapes méthodologiques proposées par Lanco (1999). Les objectifs poursuivis sont ici : (1) d'évaluer l'état de la ressource et ses niveaux d'exploitation durant la période en question et, à partir de cette base, (2) de simuler l'application à cette ressource de tailles minimales de captures afin d'en évaluer l'impact potentiel sur la production.

■ Méthodologie

Données utilisées

Captures mensuelles

Les analyses effectuées dans cette étude sont fondées sur une matrice « corrigée » des captures mensuelles de poulpes de 1996 à 1999, pour l'ensemble du Sénégal et par pêcherie (cf. annexe II de cet ouvrage), obtenue de la manière suivante : les quantités pondérales totales de poulpes pêchées mensuellement au Sénégal, ainsi que les parts relatives de la pêche artisanale et de la pêche industrielle, sont estimées selon deux sources qui sont : (a) les enquêtes effectuées par le Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) et (b)

celles de la Direction de l'océanographie et des pêches maritimes du Sénégal (DOPM). Ces deux séries ne sont évidemment pas totalement concordantes car issues de systèmes d'échantillonnages et de traitement de l'information différents (Sénagne, 1999; Sy, 1995; Ferraris *et al.*, 1994). S'agissant dans les deux cas de quantités estimées, la confrontation des deux sources a permis d'éliminer les erreurs majeures (données aberrantes issues d'erreurs de saisie ou d'extrapolation, etc.). D'une manière générale, pour les années 1996 à 1998 incluses, les données CRODT ont été utilisées comme référence de départ car cette source repose sur un système d'enquête plus fin des points de débarquements de la pêche artisanale (Ferraris *et al.*, 1993, 1994). Pour l'année 1999, seules les données DOPM ont servi de référence car les données CRODT n'étaient pas disponibles au moment des analyses. Enfin, la série totale des données utilisées (combinaison précédente des sources CRODT et DOPM) a été corrigée pour certaines valeurs mensuelles, lorsque l'échantillon des captures connues par catégories commerciales (données « usines », cf. ci-après) dépassait le niveau de la capture totale estimée pour le mois en question. Dans ce cas, le total Sénégal a été remplacé par sa valeur minimale connue, soit celle de l'échantillon usine.

Échantillon usines des captures réparties par catégories commerciales

Les poulpes destinés à l'exportation ne sont généralement pas commercialisés en vrac mais triés et répartis par catégories de tailles homogènes, telles que les définit, par exemple, la classification dite « Mitsubishi » (tabl. 1). Cette classification commerciale est la plus répandue au niveau régional (Dia, 1988 ; Jouffre *et al.*, 2000) et pratiquement la seule en vigueur ces dernières années au Sénégal. Parmi les principales usines de traitement de produits de la mer de la place, plusieurs ont fourni une copie de leurs archives concernant les poulpes : quantités mensuelles traitées, en tonnages par catégories commerciales, ainsi que des informations sur leur provenance, de pêche industrielle (PI) ou de pêche artisanale (PA). La compilation de ces données (ou échantillon « usines ») permet d'estimer un profil mensuel moyen des captures structuré selon les 10 catégories de calibre Mitsubishi, pour chaque pêcherie (PI et PA). Le profil ainsi obtenu peut être considéré comme très représentatif du profil

Code des catégories	Limites des catégories (en kg, poids frais éviscéré)
T1	> 4.5
T2]3;4.5]
T3]2;3]
T4]1.5;2.0]
T5]1.2;1.5]
T6]0.8;1,2]
T7]0.5;0.8]
T8]0.3;0.5]
T9]0.2;0.3]
T10 ou Pulpo	≤0.2

■ Tableau 1

Bornes de poids (en grammes de poids frais éviscéré) définissant la classification Mitsubishi par catégories.

Weight limits (in grams of eviscerated fresh weight) defining Mitsubishi classification.

réel de la capture totale pour la période analysée puisque le cumul des tonnages de l'ensemble de cet échantillon « usines » représente 52 % du total des prises réalisées sur l'ensemble du Sénégal pour la période en question.

Pesées individuelles de contrôle des catégories commerciales

Le tri par catégorie commerciale pratiqué en usine fait périodiquement l'objet d'un contrôle de qualité au cours duquel des lots de poulpes, déjà triés et mis en cartons, sont sous-échantillonnés et soumis à pesées individuelles. Les résultats de ces pesées sont fournis par diverses usines : ces données permettent d'obtenir des histogrammes de fréquence de poids par catégorie (voir pré-traitement).

Options générales de la modélisation

Le processus de modélisation adopté ici est conforme à celui défini par Lanco (1999) lors d'une étude préliminaire sur une partie de ces

mêmes données. En particulier, l'enchaînement des étapes analytiques, le choix du pas de temps des modèles et l'estimation de la mortalité naturelle sont restés tels que définis lors de l'étude précédente et rappelés ci-après. L'ensemble des calculs nécessaires à ces différentes étapes a été programmé et réalisé sur des feuilles de calcul Excel.

Enchaînement des étapes analytiques

1^{re} étape : pré-traitement pour obtenir des captures en effectifs aux âges à partir des tonnages par catégories commerciales.

2^e étape : analyse des cohortes (ou Virtual population analysis, VPA). A partir des captures, la VPA fournit une estimation des paramètres nécessaires aux étapes suivantes de simulation (vecteurs des recrutements mensuels et des mortalités par pêche).

3^e étape : modélisation type Thompson et Bell (1934), envisagée dans une approche à court terme. On estime des productions intra-annuelles pour une configuration de recrutement donnée, correspondant à celle de l'année analysée et fournie par la VPA. Les évaluations sont donc basées non pas sur des rendements par recrue mais sur des « productions annuelles par recrutement ». On distinguera deux sous étapes :

- 3A Diagnostic de la situation observée une année donnée.
- 3B Simulation de divers scénarii intra-annuels (scénarii de tailles minimales de captures).

4^e étape : analyses de sensibilité (aux vecteurs de la mortalité naturelle et de la croissance).

Choix du pas de temps

La modélisation analytique prend en compte des phénomènes continus, mais en pratique les calculs sont effectués pas à pas, pour des intervalles successifs de durée constante. Pour la plupart des espèces exploitées, la modélisation analytique classique s'effectue selon un pas de temps annuel inadapté au poulpe compte-tenu de la vitesse des phénomènes biologiques en jeu : durée de la phase exploitée largement inférieure à un an et vitesse de croissance supérieure à celle de la plupart des espèces exploitées (Domain *et al.*, 2000). C'est pourquoi on choisit ici un pas de temps mensuel, résul-

tat d'un compromis entre l'impératif précédent (vitesse spécifique des phénomènes biologiques) et celui d'un « âgeage » indirect des poulpes via les poids (méthode d'âgeage dont le degré d'imprécision intrinsèque empêche de descendre raisonnablement en dessous de ce seuil mensuel). Enfin, les données de captures de poulpes disponibles pour le Sénégal sont compatibles avec ce pas de temps.

Estimation de la mortalité naturelle

La mortalité naturelle (M) est, au même titre que la croissance, un des phénomènes biologiques pris en compte dans l'approche analytique. Il est nécessaire d'en estimer la valeur pour pouvoir paramétrer le modèle. Ici, cette estimation est faite en suivant la méthode proposée par Caddy (1996). Cette méthode est adaptée aux espèces très fécondes et à durée de vie courte, comme le poulpe. Elle a été mise en œuvre sur le poulpe du Sénégal par Lanco (1999). Si on admet une durée de vie moyenne voisine de 1 an, en accord avec les travaux récents sur cette espèce dans la région (Domain *et al.*, 2000; Jouffre *et al.*, 2000), et une fécondité moyenne comprise entre 300 000 et 500 000 œufs par ponte, en accord avec les valeurs relevées par Mangold (1983) dans sa revue bibliographique sur l'espèce, la méthode de Caddy donne, en ce qui concerne la période correspondant à la phase exploitée (du 5^e mois à la mort), une valeur mensuelle de M voisine de 0,25. Plus précisément, l'estimation de M varie de 0,244 à 0,255 selon que la fécondité moyenne est estimée à 300 000 ou 500 000 œufs. Par conséquent, une valeur de M égale à 0,25 peut donc être considérée comme une base de départ acceptable. Cette valeur est également retenue par Lanco (1999), cet auteur ayant en outre renforcé son estimation par une approche complémentaire, faisant appel à la mortalité totale, qui s'est avérée cohérente avec cette valeur de M . L'incertitude sur le paramètre M fera de plus l'objet d'une étude de sensibilité, en dernière étape du processus de modélisation.

Travail sur les âges

Pour des raisons sur lesquelles nous reviendrons au cours de la discussion, nous avons choisi l'emploi de méthodes basées sur des cohortes vraies. Ce choix de modélisation implique des calculs arti-

culés sur des matrices aux âges, la matrice de départ (matrice des captures totales aux âges) étant obtenue au cours d'une étape, dite de pré-traitement, détaillée au paragraphe suivant. La conversion poids-âge, nécessaire dès ce pré-traitement et pour la suite de la modélisation, est fondée sur le modèle de croissance *in situ* du poulpe du Sénégal de Domain *et al.* (2000).

Pré-traitement des données

A partir des données disponibles décrites plus haut, plusieurs étapes sont nécessaires pour obtenir la matrice des captures requise par l'analyse des cohortes. Cette matrice regroupe pour chaque mois l'ensemble des captures de poulpes réalisées au Sénégal, exprimées en nombre de poulpes capturés par groupes d'âges mensuels :

1) on procède d'abord à l'extrapolation des données d'usines en catégories commerciales (10 catégories, classification Mitsubishi) aux captures mensuelles totales pour l'ensemble du Sénégal. Le facteur d'extrapolation est mensuel et commun à toutes les catégories. Pour un mois donné, c'est le rapport du poids de la capture totale enregistrée pour l'ensemble Sénégal sur celui du total de l'échantillon usine correspondant à ce mois. Les unités d'entrée et de sortie sont des tonnes par catégorie commerciale ;

2) puis, en procédant séparément pour chaque catégorie commerciale (successivement de T1 à T10), on répartit la capture pondérale totale de la catégorie en nombre d'individus par classe de poids d'amplitude fine (50 g) à partir d'une fonction de répartition théorique, spécifique de la catégorie considérée. Cette fonction est obtenue par lissage (moyenne mobile) pratiqué sur l'échantillon des pesées individuelles disponibles pour la catégorie concernée (données issues de contrôles en usines, cf. plus haut). En sortie, on obtient les 10 matrices de fréquences de poids, avec des classes d'une amplitude de 50 g ;

3) les 10 matrices précédentes sont sommées par classes de 50 g pour obtenir une matrice unique représentant la capture totale mensuelle, toutes catégories confondues ;

4) enfin la matrice précédente est découpée selon des bornes déterminées pour correspondre à des classes d'âges mensuelles (tabl. 2). Les bornes choisies ici sont en accord avec le modèle de croissance

Classes de poids (en g, poids frais éviscéré)	Classes d'âges (en mois)
]50 ; 100]	5
]100 ; 150]	6
]150 ; 250]	7
]250 ; 350]	8
]350 ; 550]	9
]550 ; 850]	10
]850 ; 1250]	11
]1250 ; 1800]	12
]1800 ; 2700]	13
>2700	Groupe 14+

■ Tableau 2

Bornes de poids utilisées pour la délimitation des classes d'âges en mois. Les correspondances poids-âges sont dérivées du modèle de croissance *in situ* du poulpe du Sénégal de Domain *et al.* (2000).

Weight limits used for the determination of the age groups in month. The correspondences weight-ages are derived from the model of in situ growth of octopus of Senegal (Domain et al., 2000).

de Domain *et al.* (2000). Ce découpage est appliqué de manière directe (méthode dite du slicing). On obtient en sortie le tableau complet des captures mensuelles aux âges, qui sera la matrice d'entrée du processus de modélisation structurale débutant par l'analyse séquentielle des populations. Le dernier âge est noté 14+ car il regroupe les individus âgés de 14 mois et plus.

Analyse des cohortes

L'analyse des cohortes ou VPA (ou encore analyse séquentielle des populations) est utilisée ici comme modèle explicatif de la dynamique passée et comme moyen d'estimer les paramètres requis par l'étape suivante de simulation, à savoir les vecteurs de recrutement et mortalités par pêche mensuels. La VPA est conduite dans sa ver-

sion de résolution des équations fondamentales par l'approximation de Pope (1972). Il s'agit d'une analyse des cohortes ascendante sur tableaux complets non calibrée, dont les formules simplifiées des équations de capture et de survie sont facilement programmables sur une feuille de calcul Excel.

On rappelle qu'avec l'approximation de Pope l'équation de survie s'écrit :

$$N_{a,t} = N_{a+1,t+1}e^{-(Ma,t)} + C_{a,t}e^{-(0.5Ma,t)}$$

où les valeurs de N représentent les effectifs totaux de la population et les valeurs de C les captures réalisées sur cette population, à différents âges (a) et mois (t) (ou aux âges et mois suivants : $a+1$ et $t+1$).

Comme dans toute analyse des cohortes, l'introduction de paramètres et/ou de contraintes supplémentaires est nécessaire à l'initialisation des calculs. Pour cela, on introduit des valeurs empiriques pour le vecteur de mortalité par pêche du dernier groupe d'âge [$F_{A,y}$] et pour celui du dernier mois [$F_{a,Y}$]. On fait ensuite converger la VPA par itérations successives en imposant des contraintes à ces deux vecteurs :

- le vecteur des mortalités par pêche du dernier âge ne faisant pas l'objet d'un regroupement (âge 13) est posé égal à la moyenne des mortalités par pêche des quatre âges précédents (âges 9 à 12) ;
- le vecteur des mortalités par pêche du dernier mois (décembre 1999) est posé égal au vecteur moyen des mortalités par pêches des mois de décembre précédents (moyenne des mois de décembre 1996, 1997 et 1998).

Au bout d'un certain nombre d'itérations, le modèle converge vers une estimation stable de toutes les inconnues, en particulier les vecteurs des effectifs recrutés et des taux de mortalité par pêche. Par ailleurs, on a vérifié que le choix de la combinaison de contraintes ci-dessus, plutôt qu'une autre, n'influe pas de façon significative sur les résultats obtenus.

Modèle de simulation

Généralités

Le modèle utilisé est celui proposé par Tompson et Bell (1934) et décrit aussi dans Sparre et Venema (1996).

Les données d'entrée sont :

- la matrice des mortalités par pêche aux âges et par mois, estimée par la VPA (on utilisera cette matrice sans modification lors de l'évaluation des situations observées et en la modifiant pour la simulation de scénarii de pêche différents (voir ci-après) ;
- le vecteur ligne des recrues par mois, également estimé par la VPA ;
- le vecteur colonne des effectifs du stock au premier mois de la simulation (janvier 1996), estimé par la VPA ;
- le tableau des poids aux âges déterminé selon la courbe de croissance de Domain *et al.*, (2000) ;
- une estimation de la mortalité naturelle qui sera prise égale à celle utilisée dans la VPA.

Le modèle permet de prédire les captures en effectifs [Ca, t], la production [Ya, t] et la biomasse [Ba, t] grâce aux relations suivantes :

$$N_{a+1, t+1} = N_{a,t} e^{-(M_{a,t} + F_{a,t})}$$

$$C_{a,t} = (N_{a,t} - N_{a+1, t+1}) \cdot (F_{a,t} / (M_{a,t} + F_{a,t}))$$

$$Y_{a,t} = C_{a,t} \cdot w_a \quad \text{avec } w_a, \text{ poids moyen à l'âge } a.$$

$$B_{a,t} = N_{a,t} \cdot w_a$$

On calcule ensuite la production annuelle ($\sum_a \sum_t Y_{a,t}$) et la biomasse moyenne annuelle ($\sum_a [\sum_t B_{a,t}] / 12$).

Dans chaque équation on affecte à F un facteur multiplicatif mf. Ensuite, on recalcule la production annuelle et la biomasse moyenne annuelle pour différentes valeurs de mf, variant de 0 à 3. Ceci permet d'estimer les effets attendus de variations de l'effort de pêche sur la production et la biomasse du stock.

Évaluation à diagramme d'exploitation constant

Le protocole défini ci-dessus est suivi une première fois à partir des valeurs de mortalité F estimées par la VPA et correspondant au diagramme d'exploitation observé. Cette analyse permet d'établir un diagnostic global pour chacune des quatre années étudiées et pour la situation moyenne sur les quatre années. Les résultats sont donnés sous forme de graphiques classiques représentant l'évolution de la production annuelle et de la biomasse moyenne annuelle en fonc-

tion du multiplicateur d'effort (facteur mf , avec la valeur 1 correspondant à l'effort observé).

Évaluation de l'effet des tailles minimales

Le même protocole est ensuite utilisé pour tester les effets de l'introduction de tailles minimales de capture et de commercialisation. Il suffit pour ce faire de modifier la matrice initiale des mortalités par pêche (issue de la VPA), en annulant les mortalités aux âges qu'on désire préserver de la pêche. Concrètement, les effets de l'instauration des différentes tailles minimales de captures suivantes : 100 g puis 150, 250, 350, 500 et 800 g (exprimées en poids frais non éviscéré), sont simulés en annulant les mortalités par pêche qui correspondent aux âges inférieurs ou égaux à 5, 6, 7, 8, 9 et 10 mois, respectivement. Les correspondances poids-âges sont établies une fois encore à l'aide du modèle de Domain *et al.* (2000), et celles entre poids éviscéré et poids non éviscéré avec la relation de Fernandez *et al.* (1996).

Études de sensibilité

Les analyses de sensibilité concernent les paramètres qui posent des problèmes d'estimation, soit principalement ceux relatifs à la croissance et à la mortalité naturelle. La gamme des valeurs testées pour chacun des deux phénomènes est précisée dans l'exposé des résultats.

Ces études de sensibilité sont conduites selon le même principe que les simulations des divers scénarii de pêche. Pour une valeur modifiée d'un paramètre donné, c'est toute la chaîne de traitement qui est ainsi reconduite avec la nouvelle valeur. En effet, pour des raisons de cohérence de la modélisation, les hypothèses de paramétrisation des modèles doivent rester inchangées depuis la VPA (et même à partir du pré-traitement lorsqu'il s'agit de modifier la vitesse de croissance, celle-ci ayant une influence sur l'âgeage) jusqu'aux simulations finales.

Résultats

Analyse des cohortes

A partir de l'évolution constatée sur les captures par âges (fig. 1A), l'analyse des cohortes permet d'estimer: les biomasses par âge (fig. 1B), le recrutement (*i.e.* le nombre d'individus d'âge 5 mois, âge qui correspond aux plus petites classes de poids relevées dans les captures) (fig. 1C), et les mortalités par pêche F à chaque âge (fig. 1D). La présentation des mortalités F par âge suivant les années d'exploitation, ou diagramme d'exploitation (fig. 1E), est aussi un moyen de contrôler la cohérence des résultats: malgré des différences d'intensité d'une année sur l'autre, on constate une évolution similaire des mortalités par pêche en fonction des âges, soit une forme en dôme illustrant le phénomène de recrutement partiel dans sa partie ascendante alors que la partie descendante (à partir de l'âge 12) peut être interprétée comme l'effet d'une baisse de vulnérabilité des poulpes lors de leur phase de sénescence.

On remarque en particulier la grande variabilité temporelle du recrutement et des mortalités par pêche, dont on rappelle que ce sont les deux variables d'entrée utilisées pour initialiser l'étape suivante (de simulation).

Sur le plan de la dynamique générale du stock, le modèle permet d'estimer le recrutement annuel moyen sur la période à 90 millions d'individus (avec un minimum de 35 millions en 1997 et un maximum de 220 millions en 1999). Ce recrutement intervient principalement au printemps (pic centré autour du mois de mars), mais il apparaît plus ou moins étalé selon les années (particulièrement étalé en 1997). La biomasse varie saisonnièrement: elle atteint généralement son maximum en juillet (soit un niveau proche de 11 000 t, moyenne sur la période analysée) et son minimum en octobre (soit 3 000 t). On observe en particulier des biomasses exceptionnelles en été 1999, jusqu'à plus de 30 000 t en juillet. On note qu'elles succèdent à des biomasses aux âges 11 mois et plus particulièrement élevées en février.

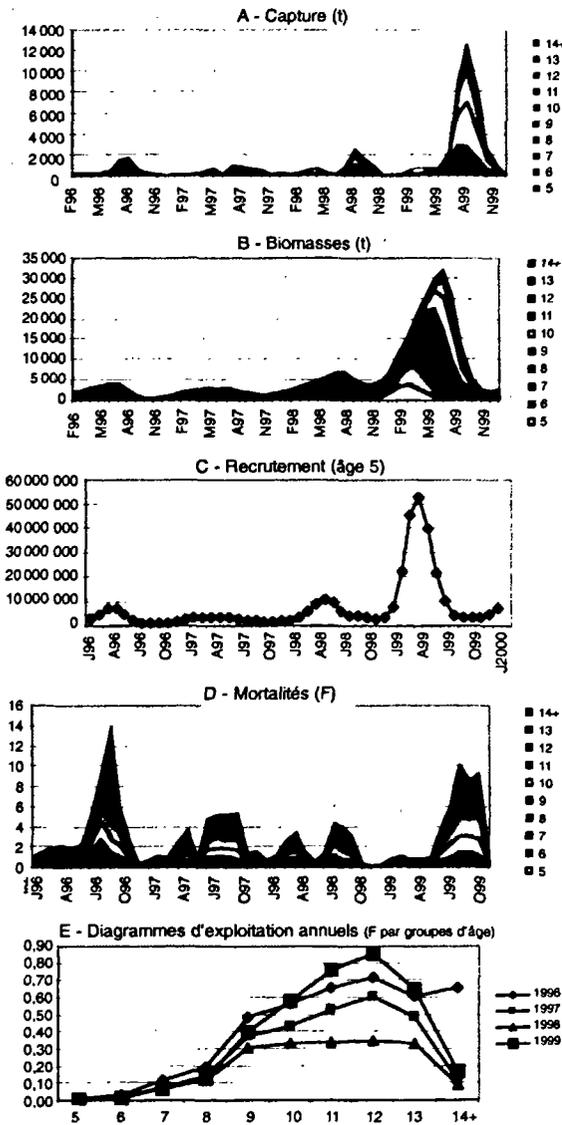


Figure 1

Analyse des populations virtuelles (VPA). Evolution des principales variables du stock en fonction du temps (de janvier 1996 à décembre 1999) et des différents groupes d'âges de la phase exploitée, groupe 5 (5 mois : 1er âge exploité) au groupe 14+ (14 mois et plus).

Virtual population analysis (VPA). Evolution of the main variables of the stock according to time (from January 1996 to December 1999) and to the various groups of ages of the exploited phase, from group 5 (5 months: first exploited age) to group 14+ (14 months and more).

Évaluation de l'état des stocks de 1996 à 1999

Les courbes de biomasses et de captures, en fonction d'un multiplicateur d'effort, sont calculées pour chacune des années et en valeur moyenne (fig. 2). Les résultats de l'analyse de sensibilité au vecteur M , sont obtenues sous deux hypothèses « extrêmes » de M , de part et d'autre de l'hypothèse initiale d'un vecteur M par âge constant et de valeur 0,25 pour l'ensemble de la phase exploitée, soit avec une hypothèse de mortalité naturelle faible ($M = 0,1$ et forte ($M = 0,3$).

Les courbes décrivant pour la valeur M de référence (0,25) la production attendue en fonction de l'effort (Y réf) présentent une allure générale assez similaire d'une année sur l'autre, et ce en dépit d'une grande différence dans les niveaux de production maximum atteints (voisins de 5 000 t en 1997 et de 40 000 t en 1999). En particulier, les deux éléments suivants sont remarquables :

- premièrement, on constate que pour toutes les situations observées (de 1996 à 1999), la production obtenue avec l'effort observé est proche de la production maximale de l'année. On se trouve chaque fois en situation proche de la pleine exploitation, voire de très légère surexploitation. Tout se passe donc comme si les pêcheurs adaptaient en permanence le niveau d'effort exercé sur la ressource en fonction de l'abondance instantanée de celle-ci, soit un effort toujours suffisant pour tirer un bon parti du recrutement de l'année mais jamais disproportionné par rapport à la ressource disponible ;
- deuxièmement, on remarque que les courbes Y réf présentent un plateau ou une décroissance très faible pour les niveaux d'effort élevés (selon le modèle, même en triplant l'effort par rapport aux situations actuelles pleinement exploitées, on obtiendrait une production relativement équivalente à la production maximale possible cette année-là). Cette situation traduit un diagramme d'exploitation qui peut être considéré comme assez favorable ; les phénomènes de « surexploitation de croissance » sont peu marqués.

Sous les autres hypothèses de M , les conclusions précédentes restent globalement valides, à la différence près que pour les niveaux de mortalité M faible (0,1) les diagnostics tendent vers une situation de sensible surexploitation. Dans ce cas, les niveaux de production seraient légèrement supérieurs si l'effort était ramené à 40 % des efforts réalisés (surexploitation de croissance).

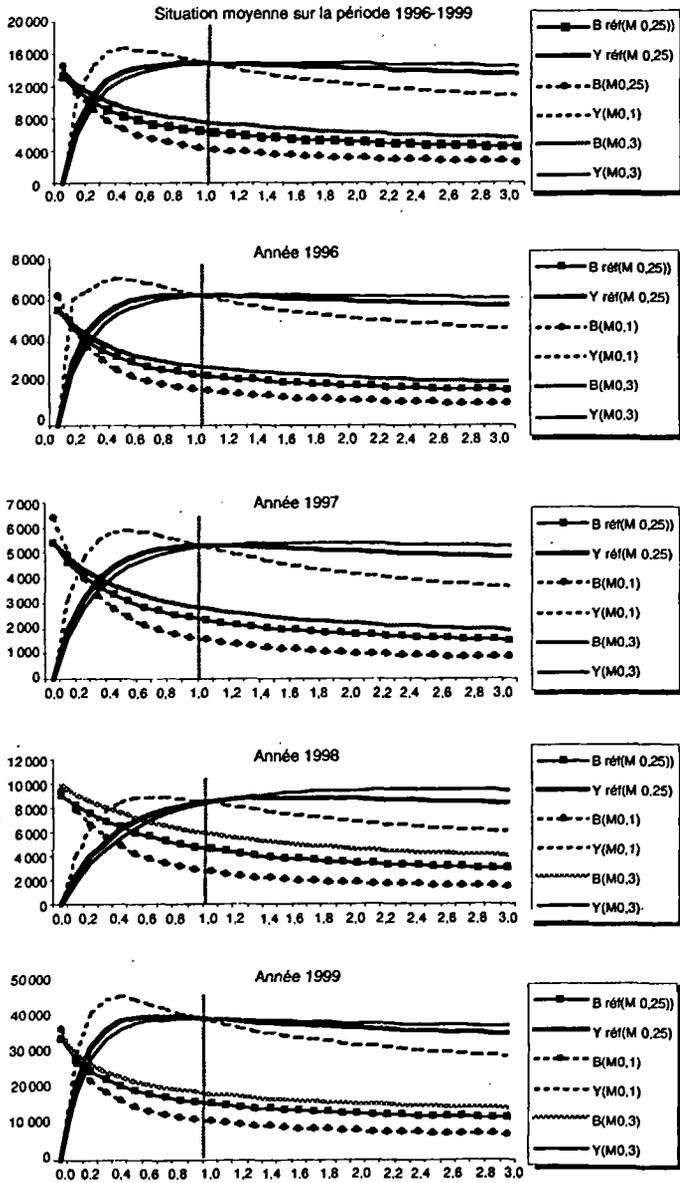


Figure 2

Estimation des biomasses instantanées et des productions annuelles (t) attendues pour différents niveaux d'efforts (mf variant de 0 à 3) et sous différentes hypothèses de mortalité naturelle M.

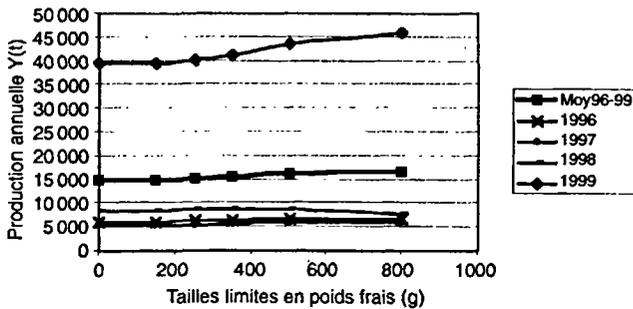
Estimate of the instantaneous biomasses and the annual productions (t) awaited from various levels of efforts (mf varying from 0 to 3) and under various assumptions of natural mortality M.

Évaluation des effets de tailles minimales de captures

Pour chaque année (et pour une année théorique « moyenne » calculée sur la période analysée), les résultats de productions annuelles sont obtenus en simulant une variation de la taille minimale de capture et de commercialisation (fig. 3). L'allure très plate des courbes montre en particulier que :

- il n'y aurait pas d'effets significatifs à attendre de mesures instaurant des tailles minimales en dessous de 400 g ;
- l'instauration d'une taille minimale supérieure à 450 g, pourrait avoir des effets variables selon les années (gain ou perte par rapport à la situation observée), mais toujours relativement limités et d'autant moins intéressants sur le plan économique que le seul gain réellement significatif au plan quantitatif est l'estimation pour l'année 1999, année particulière dont la production enregistrée était déjà à un niveau tel qu'elle a posé d'énormes problèmes de commercialisation.

On peut préciser l'analyse sur les tailles minimales en combinant les effets de cette mesure avec ceux d'une variation de l'effort (fig. 4), selon une présentation analogue à celle de la figure 2. Ici,



■ Figure 3

Productions annuelles attendues en fonction de l'application de différents seuils de poids individuels minimaux de capture. Simulation effectuée sous l'hypothèse de référence $M = 0,25$.

Annual productions awaited according to the application of various thresholds of minimal individual weights of capture. Simulation carried out under the reference assumption of $M = 0.25$.

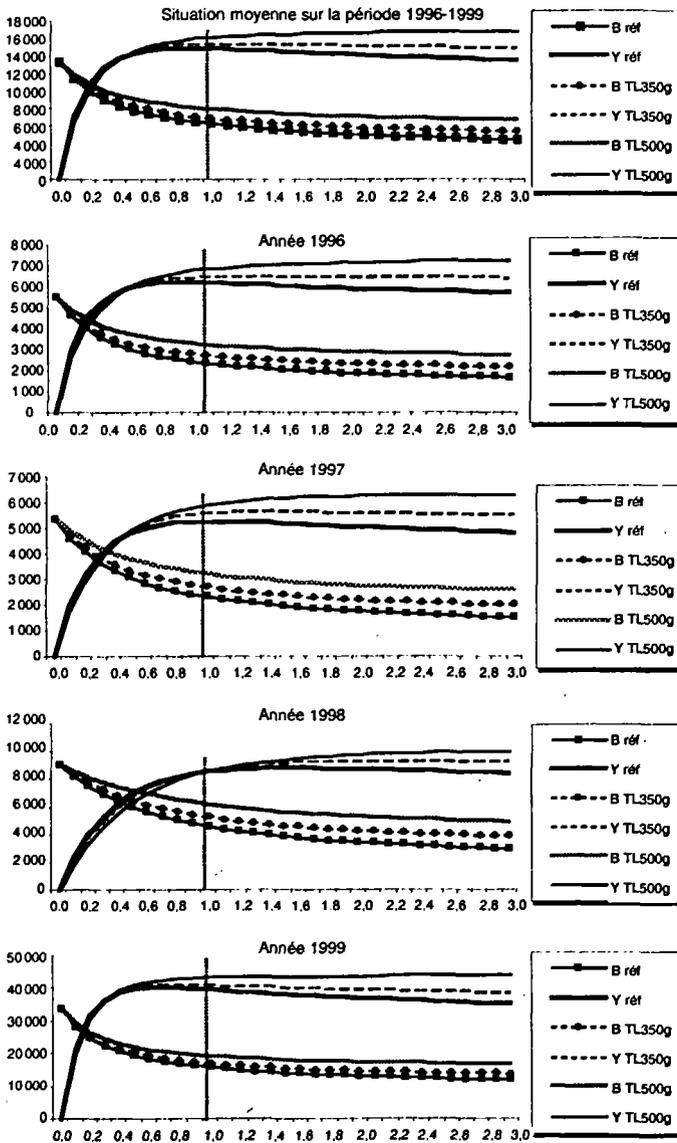


Figure 4

Estimation des biomasses instantanées et des productions annuelles (t) attendues pour différents niveaux d'efforts (mf variant de 0 à 3), dans la situation observée (réf) et dans deux hypothèses de fixation de tailles minimales de capture à 350 (TL350g) et à 500 g (TL500g).

Estimate of the instantaneous biomasses and the annual productions (t) awaited from various levels of efforts (mf varying from 0 to 3), in the observed situation (réf) and on two assumptions of minimal sizes of capture, respectively fixed at 350 (TL350g) and 500 grams (TL500g).

les différentes courbes ne se rapportent plus aux différentes hypothèses de M (on est toujours dans le M de référence, comme pour la figure 3), mais à des hypothèses sur la taille minimale de capture, soit :

- la situation de référence (notée réf.) qui correspond à la situation observée, les Y réf et B réf sont donc les mêmes que dans la figure 3 ;
- et deux simulations de tailles minimales, fixées respectivement à 350 g et 500 g de poids frais.

Cette analyse semble confirmer qu'il n'y aurait pas de gains de production significatifs à attendre de l'instauration de tailles minimales, même en combinant cette mesure avec une régulation de l'effort.

Enfin, une analyse de sensibilité des conclusions précédentes, par rapport au paramètre de mortalité naturelle, est conduite pour la même gamme d'hypothèses sur M que celle envisagée précédemment (tabl. 3). On estime ainsi les pourcentages de gains (chiffres positifs) ou de pertes (chiffres négatifs) de production obtenus par rapport aux productions observées réalisées de 1996 à 1999, en fonction de la simulation de différents seuils minimaux de captures (TL en grammes de poids frais, fixés respectivement à 250, 300 et 500 g) et sous différentes hypothèses de mortalité naturelle : de référence (H_0), faible (H_1) ou forte (H_2). Deux situations sont envisagées par rapport à l'effort de pêche : celle d'un effort maintenu à son niveau actuel ($mf = 1$), et celle d'un doublement de cet effort ($mf = 2$, cette situation, d'un intérêt plus théorique que pratique, étant envisagée surtout comme complément aux résultats de la figure 3).

L'étude de ce tableau vient sensiblement nuancer les résultats précédents, car les modifications de productions apparaissent fortement sensibles à la valeur retenue pour le paramètre de mortalité naturelle M . Si la conclusion générale précédente – soit que l'instauration de tailles minimales n'implique aucunement la certitude d'une amélioration de la production par rapport à la situation actuelle – reste évidemment valide, il ressort mieux ici que cette conclusion n'est pas suffisante en terme de décision d'aménagement. En effet, la possibilité de gains importants, voire très importants, n'est cependant pas à exclure sous certaines hypothèses extrêmes de mortalité naturelle. La décision d'aménagement

Période considérée et production de référence	hypothèse sur M	TL250g		TL350g		TL500g	
		Mf=1	Mf=2	Mf=1	Mf=2	Mf=1	Mf=2
moyenne 1996-1999 (14 125 t)	H0 (M de référence, M0.25)	2 %	-1 %	4 %	3 %	9 %	13 %
	H1 (M faible, M0.1)	6 %	-10 %	13 %	0 %	30 %	23 %
	H2 (M forte, M0.3)	1 %	2 %	2 %	5 %	4 %	11 %
année 1996 (6 005 t)	H0 (M de référence, M0.25)	2 %	0 %	5 %	5 %	11 %	16 %
	H1 (M faible, M0.1)	6 %	-7 %	15 %	5 %	37 %	32 %
	H2 (M forte, M0.3)	0 %	2 %	2 %	6 %	4 %	12 %
année 1997 (5 444 t)	H0 (M de référence, M0.25)	3 %	1 %	6 %	7 %	13 %	19 %
	H1 (M faible, M0.1)	10 %	-9 %	21 %	5 %	47 %	37 %
	H2 (M forte, M0.3)	1 %	5 %	3 %	8 %	4 %	15 %
année 1998 (8 355 t)	H0 (M de référence, M0.25)	1 %	5 %	2 %	9 %	1 %	14 %
	H1 (M faible, M0.1)	7 %	-8 %	16 %	4 %	32 %	28 %
	H2 (M forte, M0.3)	0 %	12 %	-2 %	13 %	-8 %	12 %
année 1999 (37 894 t)	H0 (M de référence, M0.25)	2 %	-3 %	4 %	1 %	10 %	11 %
	H1 (M faible, M0.1)	4 %	-11 %	10 %	-3 %	26 %	19 %
	H2 (M forte, M0.3)	1 %	-1 %	2 %	2 %	6 %	10 %

■ **Tableau 3**

Pourcentages de gains (chiffres positifs) ou de pertes (chiffres négatifs) de production attendus par rapport aux productions réalisées de 1996 à 1999, en fonction de l'instauration de différentes tailles limites de captures (TL en poids frais, fixées respectivement à 250, 300 et 500 g) et sous différentes hypothèses de mortalité naturelle et de multiplicateur de l'effort de pêche.

Percentages of gains (positive numbers) or losses (negative numbers) of awaited productions, compared to the correspondent observed productions carried out from 1996 to 1999, according to the introduction of various minimal sizes of capture (TL in fresh weight, respectively fixed at 250, 300 and 500 g) and under various assumptions of natural mortality and various multiplier of the fishing effort.

dépend donc très fortement d'une évaluation des risques que le modèle ne permet pas d'apprécier correctement. Le modèle dit simplement que : selon les niveaux de tailles minimales simulés, les gains sont soit (1) faibles (< 10%) tout en étant assez sûrs (pas de

perte importante à craindre certaines années quelle que soit l'hypothèse adoptée sur la mortalité naturelle) pour une taille limite modérée, soit (2) éventuellement forts ($> 10\%$, et même $> 30\%$ avec $M = 0,1$) mais plus incertains (une perte de -8% devenant possible sous certaines hypothèses de mortalité naturelle) avec des tailles limites plus importantes.

A noter aussi, pour mémoire, que dans une décision d'aménagement sur les tailles minimales, il faudrait aussi prendre en compte l'effet positif possible d'une telle mesure sur le potentiel reproducteur. Le modèle semble déceler la possibilité d'un tel effet à travers une augmentation des indices de biomasses, mais sans qu'on puisse en prédire l'impact réel sur le recrutement: nous y reviendrons dans la discussion.

Discussion

Les résultats précédents, ainsi que les choix de modélisation, appellent plusieurs commentaires. On abordera d'abord les aspects méthodologiques et ensuite ceux concernant l'aménagement des pêcheries.

La modélisation sur les âges

Les données de captures de départ sont structurées en poids (captures par catégories commerciales). Or, il existe des méthodes analytiques basées directement sur une structuration de la population en tailles (ou en poids, ce qui revient au même). Ainsi, modéliser directement sur cette base pouvait apparaître comme une solution séduisante, surtout si l'on considère que le passage des poids aux âges est toujours une opération délicate qui introduit une source d'incertitude supplémentaire et difficile à maîtriser. Cependant, les méthodes basées sur les tailles auraient imposé de travailler sur des pseudo-cohortes et non sur des cohortes vraies. Or, le recours aux pseudo-cohortes va de pair avec deux contraintes majeures.

Premièrement, il implique l'acceptation d'hypothèses de constance du recrutement et de constance du diagramme d'exploitation (*i.e.* il faut en réalité que toutes les cohortes vraies aient subi la même « histoire »). Ces hypothèses sont impossibles à assumer dans notre situation qui, au contraire, est celle d'une exploitation typiquement saisonnière et d'un recrutement lui aussi fortement saisonnier (Caverivière *et al.*, 2000), recrutement ne pouvant en aucun cas être assimilé à un phénomène constant, ni même purement aléatoire, à l'échelle inter-mensuelle définie par le pas de temps du modèle. Deuxièmement, par rapport à nos objectifs, la modélisation analytique doit être capable de simuler des changements dans le diagramme d'exploitation d'un mois à l'autre, ceci afin d'évaluer l'impact des diverses mesures d'aménagement. Par exemple, dans cet article, ce sont les effets de diverses tailles minimales de commercialisation qui sont simulés ; ailleurs (Jouffre *et al.*, présent volume), ce sont ceux de fermetures de pêche, etc. On comprend que ce genre de simulation n'est pas possible avec les méthodes de pseudo-cohortes qui postulent la constance du diagramme d'exploitation. Pour ces deux raisons principales, une modélisation fondée sur les cohortes vraies, et donc sur les âges, nous paraît incontournable.

Dès lors, la difficulté qu'implique la conversion poids-âge et notamment les problèmes spécifiques qu'elle pose dans le cas du poulpe, et qui sont exposés en détail par divers auteurs (dont Mangold, 1983 et Domain *et al.*, 2000), doivent être perçus à leur juste valeur : c'est une des sources d'incertitude du modèle. Ce n'est cependant pas la seule et ici on peut penser qu'elle est atténuée par le fait que l'on dispose pour cette conversion d'un modèle de croissance *in situ* assez réaliste, car issu de suivis directs par marquages pour la population en question.

Néanmoins, ce passage des poids aux âges représente un point méthodologique à améliorer. Pour y parvenir, les travaux à venir devront sans doute s'attacher à (1) minimiser les sources d'erreurs ou de biais liées à cette conversion, notamment par des méthodes de conversion moins drastiques que le *slicing* (Lanco *et al.*, en cours), (2) mieux en cerner l'impact au sein du processus de modélisation (études de sensibilité plus poussées), voire (3) chercher à quantifier l'incertitude (par des méthodes probabilistes ou autres).

Utilisation de la croissance in situ et sensibilité du modèle aux paramètres de croissance

Le recours à un modèle de croissance est indispensable dans l'approche analytique. Etant donnée la double influence de son choix, en début d'analyse pour constituer la matrice de capture aux âges, puis en fin de processus pour le calcul des productions simulées en poids, il convient de revenir un peu sur cette question.

Concernant d'abord les raisons du choix du modèle de croissance de Domain *et al.* (2000), outre qu'il est établi sur le stock sénégalais, son principal avantage est d'être le seul modèle de croissance *in situ*, à ce jour et à notre connaissance, à avoir été obtenu sur cette espèce par le suivi direct de poids individuels comme le permet la technique du marquage. De plus, la très grande variabilité individuelle des taux de croissance chez le poulpe, déjà soulignée par divers auteurs (Mangold, 1983; Forsythe et Van Heukelem, 1987) et confirmée encore à l'occasion de l'étude de Domain *et al.*, fournit un argument solide pour préférer ce modèle à d'autres obtenus par décompositions modales. Le problème de la modélisation pratiquée en référence à la courbe de Domain *et al.* est sa mauvaise prise en compte de la phase de sénescence qui induit un amaigrissement en fin de vie. Nous ne pensons pas pour autant que cela ait un impact majeur sur les résultats de l'analyse de la dynamique de la population étant donné, d'une part la relative brièveté de la phase concernée et d'autre part le comportement de l'animal en fin de vie qui induit probablement une baisse sensible de sa capturabilité par arrêt du comportement de recherche de nourriture et enfouissement (Mangold, 1983). En conséquence, le pourcentage d'animaux sénescents dans les captures peut probablement être considéré comme négligeable, de même que sa non prise en compte dans la modélisation.

Estimation de la mortalité naturelle

La prise en compte de la mortalité naturelle M , et notamment son estimation à l'aide de taux indépendants de ceux de la mortalité par pêche, constitue un point délicat, voire un point discutable, de la

modélisation analytique en halieutique. Concernant le poulpe, une difficulté supplémentaire réside dans le fait qu'on dispose de très peu d'expériences ou de travaux disponibles dans la littérature, et donc de recul concernant l'estimation de ce paramètre M , ou plus précisément d'un vecteur des M par âge. Dans l'état actuel des analyses, l'incertitude attachée à cette estimation est peut-être le principal facteur limitant la précision des conclusions à attendre des modèles analytiques sur le poulpe. À l'heure actuelle, la seule voie susceptible d'améliorer les choses semble être la multiplication des cas d'études similaires sur la même espèce, en particulier sur d'autres stocks mais également sur le stock ici étudié pour une période plus longue, de façon à ce que la diversité des situations modélisées conduise à réduire l'ampleur de l'incertitude sur le M .

De ce point de vue, la présente étude apporte d'ailleurs quelques indications supplémentaires par rapport à celles déjà présentées plus haut dans les études de sensibilités. En effet, d'autres configurations de vecteur M ont été testées puis rejetées car :

- soit, elles ne permettent pas d'ajuster une VPA cohérente (des M constants par âge mais sensiblement plus faibles ou plus forts que ceux retenus dans l'étude de sensibilité n'ont pas donné de résultats raisonnablement cohérents) ;
- soit, elles ne donnent pas de résultats radicalement différents quant aux variables estimées par la VPA, par rapport à des valeurs de M voisines mais de structure plus simple. Ainsi, on a privilégié des M par âge constants dans la présentation des résultats, plutôt que d'autres configurations plus complexes également testées.

Éléments caractéristiques de la dynamique des populations de poulpes et conséquences sur l'aménagement des pêcheries

De cette étude, il semble se dégager des comportements ou caractéristiques importants de la dynamique de tels stocks, dont on peut déduire certaines idées générales qui intéressent directement l'aménagement.

(1) La maximisation de la production sur le long terme n'est sans doute pas un objectif à rechercher. Du moins, il est illusoire de vou-

loir l'atteindre par les voies classiques telles que la fixation de stratégies trop rigides, comme par exemple la pré-définition d'un niveau d'effort supposé optimum.

(2) Le point précédent conduit à l'abandon de l'idée de gestion sur le long terme dans son entendement habituel. A celle-ci, doit se substituer l'idée de gestion en temps réel. Ses corollaires sont : adaptabilité et gestion de la variabilité pour un meilleur profit. C'est d'ailleurs ce qui se passe déjà plus ou moins en pratique quant à la gestion de l'effort dirigé sur les poulpes : les pêcheurs arrivent au Sénégal à le faire varier en temps réel dans d'énormes proportions et en l'adaptant au potentiel de production lié au recrutement de l'année.

(3) Comme pour la gestion de l'effort, il semble qu'une gestion trop rigide des tailles minimales pose quelques problèmes pour cette espèce. En effet, l'étude a montré que :

- au plan pratique, la fixation à priori d'un niveau de taille minimale donné est difficile à optimiser du fait que, dans l'état actuel des connaissances et de la modélisation, l'évaluation quantitative de ses effets reste entachée d'une grande incertitude ;
- plus fondamentalement, les effets d'une telle mesure « standard », c'est-à-dire qui serait reproduite à l'identique chaque année, seront de toutes façons très variables selon les années.

(4) Si les gains de production à attendre d'une gestion des tailles minimales restent incertains, cette mesure aurait par contre des effets bénéfiques sur les indices de biomasse, et notamment de biomasse féconde, avec des conséquences sur le recrutement vraisemblablement positives (au pire nulles dans l'hypothèse la plus pessimiste d'une absence de relation stock-recrutement). Cet élément pourrait justifier la limitation des tailles dans une approche de précaution.

Intérêts et limites de la modélisation de la dynamique des populations exploitées de poulpes

Malgré le degré d'incertitude relativement important qui reste attaché à certaines de leurs conclusions chiffrées, des études comme

celle-ci, en contribuant à l'amélioration de la connaissance de la biologie et de la dynamique des populations d'*Octopus vulgaris* présentent un intérêt certain en terme d'aménagement des pêcheries. Cet intérêt réside dans deux points principaux :

- premièrement, ces études permettent de mieux comprendre les situations observées sur cette espèce et qui ne correspondaient pas toujours aux schémas présumés à partir de l'observation puis de la modélisation d'autres espèces exploitées ;
- deuxièmement, elles fournissent une réponse objective, même si elle reste discutable et éventuellement provisoire, à certaines questions posées, comme ici sur l'intérêt ou non de fixer des tailles minimales de captures.

A l'inverse, de telles études confirment qu'il ne faut pas attendre de la biologie halieutique une réponse à toutes les questions que pose l'aménagement halieutique, et ceci peut-être encore moins pour le poulpe que pour d'autres espèces. A côté des raisons théoriques et des résultats des simulations ébauchées ici, l'exemple de l'été 1999 au Sénégal constitue une parfaite illustration de cette idée. En effet, une explosion démographique sans précédent du poulpe a occasionné pour les pêcheurs qui l'exploitaient une situation plus difficile qu'avantageuse malgré l'abondance de la ressource (Diallo *et al.*, 2001).

Bibliographie

- BRÉTHES, J.C.,
O'BOYLE R.N. (éd.), 1990 —
Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques. Projet CIEO-860060; Centre international d'exploitation des océans, Halifax (Nouvelle-Ecosse, Canada) : 963 p.
- CADDY J.F., 1996 —
Modelling natural mortality with age in short-lived invertebrate populations: definition of a strategy of gnomonic time division. *Aquat. Living Resour.*, 9: 197-207.
- 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: 1-42.
- CAVERIVIÈRE A., 1994 —
« Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal : une nouvelle ressource ». In Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éd.): *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, Paris,

- Orstom, coll. Colloques et séminaires, t. II: 245-256.
- CAVERIVIÈRE A., DIALLO M., DOMAIN F., JOUFFRE D., 2000 — « Répartition côtière du poulpe *Octopus vulgaris* sur la Petite Côte du Sénégal et son exploitation par la pêche artisanale ». In Gascuel D., Chavance P., Bez N., Biseau A. (éd.): *Les espaces de l'halieutique*, Paris, IRD éditions, coll. Colloques et séminaires: 269-283.
- DIA A.D., DIOP M., JOUFFRE D., 1996 — *Pêcheries au cœur d'un enjeu de développement, les pêcheries démersales mauritaniennes du poulpe et des crevettes côtières. Confrontation entre stratégies des acteurs et mesures institutionnelles: Éléments d'analyse*. IIFET 96 symposium acts, Marrakech, 1-4 juillet 1996, International Institute for Fisheries Economics and Trade: 22 p. miméo.
- DIA M.A., 1988 — *Biologie et exploitation du poulpe Octopus vulgaris (Cuvier 1797) des côtes mauritaniennes*. Thèse doctorat 3e cycle, univ. Bretagne Occidentale, Brest, 20 déc.1988, 164 p.
- DIALLO M., JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., THIAM M., 2002 — The demographic explosion of *Octopus vulgaris* in Senegal during the 1999 summer. *Bulletin of Marine Science* (sous-presse).
- DOMAIN F., JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., 2000 — Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80 (4): 699-706.
- FAO, 1997 a — Yearbook of fisheries statistics. Catches and landings, *FAO Fish. Ser.* 80: 713 p.
- FAO, 1997 b — Rapport du Groupe de Travail ad hoc sur les céphalopodes. *FAO Copace/Pace series* 97/63: 103 p.
- 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*. Thèse doc., univ. Montpellier-II, 403 p.
- FERNANDEZ-NUNEZ M.M., HERNANDEZ-GONZALEZ C.P., RAYA C.A., BALGUERIAS E., 1996 — *Reproductive biology of octopus Octopus vulgaris Cuvier, 1797, from North-Western African coast (21°N-26°N)*. ICES, Shellfish Committee, C.M. K/15: 19 p. miméo.
- FERRARIS J., FONTENEAU V., SY BO A., 1993 — Structuration de la base de données « Pêche artisanale » et chaîne de traitement informatique. *Arch. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 192: 39 p.
- FERRARIS J., SAMB B., THIAM M., 1994 — « Les statistiques de pêche au CRODT: description des systèmes de collecte et de traitement des données ». In Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éd.): *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, Paris, Orstom éditions, coll. Colloques et séminaires, t. II: 73-93.
- FORSYTHE J.W., VAN HEUKELEM W.F., 1987 — « Growth ». In Boyle P.R. (ed.): *Cephalopod life cycles, vol. II. Comparative reviews*, London, Academic Press: 135-156.
- JOUFFRE D., INEJH C.A., 1997 — *La pêche au poulpe en zone Nord-Ouest Africaine: surexploitation ?* Pré-acte du 3e Forum Halieumétrique La Surexploitation, Association Française d'Halieumétrie, Montpellier (France), 1-3 juillet 1997: 8 p. miméo.

- JOUFFRE D., INEJIH C.,
SIMIER M., 2000 —
« Cycle biologique du poulpe
(*Octopus vulgaris*) au large du Cap-
Blanc (Mauritanie) ». In: Gascuel D.,
Chavance P., Bez N., Biseau A. (éd.):
Les espaces de l'halieutique, Paris,
IRD éditions, coll. Colloques
et séminaires: 264-267.
- LANCO S., 1999 —
*Adaptation d'un modèle structural
à une ressource instable en vue
de mesurer l'impact de fermetures
de pêche. Application au stock de
poulpe (Octopus vulgaris, Cuvier
1797) sénégalais*. Mémoire DEA
Océanologie biologique et Environnement
marin, Ecole Nat. Sup. Agro.
Rennes : 49 p (+ annexes).
- LAUREC A., LE GUEN J.C., 1981 —
Dynamique des populations marines
exploitées, Tome I, concept et
modèles. *Centre National Exploit.
Océans (Brest, France), Rapp. Sci.
Tech.*, 45 : 118 p.
- MANGOLD K., 1983 —
« *Octopus vulgaris* ».
In Boyle P.R. (ed.) : *Cephalopod Life
Cycles, Species Accounts*, Academic
Press, London, vol I. : 335-364.
- POPE J.G., 1972 —
An investigation of the accuracy
of virtual population analysis using
cohort analysis. *ICNAF Res. Bull.*,
9 : 65-74.
- SÉGNANE P. 1999 —
*Diagnostic des systèmes statistiques
de traitement des données
statistiques des pêches maritimes*.
Rapport d'étude DOPM-SCAC, Dir.
Océanogr. Pêch. Marit. (Dakar) : 139 p.
- SPARRE P., VENEMA S.C., 1996 —
Introduction à l'évaluation des stocks
de poissons tropicaux. Première
partie : *Manuel FAO (Rome), Doc.
Tech. Pêches*, 306/1, Rév. 1. : 401 p.
- SY O.Y., 1995 —
*Analyse critique des données
statistiques fournies par la DOPM
dans le cadre de la pêche artisanale
au Sénégal*. Mémoire Ingénieur,
Ecole Nat. Economie Appliquée
(Dakar) : 85 p. (+ annexes).
- THOMPSON W.F., BELL F.H., 1934 —
Biological statistics of the pacific
halibut fishery. 2. Effect of changes
in intensity upon total yield and yield
per unit of gear. *Rep. Int. Fish.
(Pacific Halibut) Com.*, 8 : 49 p.

Évaluation par modélisation analytique des effets de périodes de fermeture de la pêche du poulpe au Sénégal

Didier Jouffre
Biologiste halieute

Sophie Lanco
Ingénieur Ensa, halieute

Didier Gascuel
Professeur halieutique, Ensa

Alain Caverivière
Biologiste halieute

Introduction

Le poulpe (*Octopus vulgaris*) constitue une ressource halieutique de première importance pour les trois pays de la sous-région ouest-africaine que sont le Maroc, la Mauritanie et le Sénégal (Dia, 1988; Fernandez-Nunez *et al.*, 1996; Caverivière, 1994; Dia *et al.*, 1996; FAO, 1997 a et b; Domain *et al.*, 2000). De ce fait, il n'est pas étonnant que cette ressource fasse aujourd'hui l'objet d'une attention particulière de la part des responsables des secteurs halieutiques des pays précités, non seulement en raison de sa grande valeur économique, mais aussi parce que ses captures peuvent être particulièrement fluctuantes d'une année à l'autre (Diallo *et al.*, 2001), ce qui la fait percevoir comme une ressource instable (Faure, 2000).

Ainsi, les principales mesures de gestion des pêches instaurées ces dernières années, au Maroc, en Mauritanie et Sénégal, par les autorités ayant en charge les secteurs halieutiques nationaux, l'ont toujours été en tenant le plus grand compte de la ressource en poulpe, voire en référence prioritaire et quasi exclusive à cette espèce. C'est le cas en particulier des mesures de fermetures de pêches, aussi appelées « périodes de repos biologiques », instaurées d'abord au Maroc puis en Mauritanie et finalement au Sénégal (en 1996-1997 et 1999).

Dans ces trois pays, les raisons affichées pour justifier de telles fermetures de pêche sont en rapport avec une amélioration de la situation des pêcheries de poulpes : soit la pérennisation, la stabilisation et l'élévation du niveau moyen des captures annuelles réalisées sur cette espèce. Néanmoins, les moyens objectifs d'évaluer l'impact de ces fermetures sur la production de poulpes ont souvent fait défaut, soit par insuffisance de données disponibles, soit par défaut de mise en œuvre d'une méthodologie analytique adéquate. Au Sénégal en particulier, il était nécessaire de compléter l'étude préliminaire de Lanco (1999), qui était jusqu'à présent la seule étude de dynamique des populations à avoir abordé le sujet de manière concrète.

I Méthodologie

Données

Les données utilisées dans cette étude sont exactement les mêmes que celles décrites en détail dans Jouffre *et al.* (présent ouvrage). Elles sont mensuelles et concernent la pêche commerciale du poulpe réalisée au Sénégal de janvier 1996 à décembre 1999. Ce sont : les quantités pondérales totales débarquées par mois pour l'ensemble du Sénégal et par pêcherie, pêche artisanale (PA) et pêche industrielle (PI) ; un échantillon des captures réparties par catégories commerciales et un échantillon de pesées individuelles représentatif de la composition de chaque catégorie commerciale.

Principes généraux de la modélisation

La méthode de modélisation est conforme à celle définie par Lanco (1999) et reprise dans Jouffre *et al.* (présent volume) qui en donnent une description détaillée. On rappelle ici les principales étapes de cette modélisation, réalisée sur feuilles de calcul Excel.

- Première étape ou Pré-traitement. Transformation des données pour obtenir des captures en effectifs aux âges, à partir des captures en tonnages par catégories commerciales et de la relation de croissance de Domain *et al.* (2000).

- Deuxième étape. Analyse des cohortes (ou Virtual population analysis, VPA) résolue sous l'hypothèse de l'approximation de Pope (1972). A partir des données de captures aux âges, la VPA fournit une estimation des entrées nécessaires aux étapes suivantes de simulation (*i.e.* les vecteurs des recrutements mensuels et des mortalités par pêche et par âge).

- Troisième étape. Simulation de type Thompson et Bell (1934), envisagée dans une approche à court terme. On estime des productions intra-annuelles pour une configuration de recrutement donnée, correspondant à celle de l'année analysée et fournie par la VPA. En théorie, dans le processus de Lanco (1999) on distingue deux sous-étapes, qui sont :

(1) le diagnostic de la situation observée l'année donnée, ce diagnostic est fondé sur des simulations de variations de l'effort en maintenant un diagramme d'exploitation conforme à celui pratiqué lors de l'année analysée ;

(2) la simulation de divers scénarii intra-annuels correspondants à des diagrammes d'exploitations hypothétiques.

L'analyse de diagnostic de la situation observée, déjà faite sur les mêmes données dans Jouffre *et al.* (présent volume), n'est pas reprise ici et on présente directement les simulations des scénarii hypothétiques. Ces scénarii concernent différentes configurations de fermetures de pêche et la mise en œuvre de cette partie spécifique à la présente étude est détaillée ci-après.

- Quatrième étape. Analyses de sensibilité au vecteur de mortalité naturelle, selon les mêmes principes que définis dans Jouffre *et al.* (*op. cit.*).

Simulation des fermetures de pêche

Dans la réalité, les années analysées (1996 à 1999) ont connu des situations différentes quant aux fermetures de pêches, soit : en 1996 une fermeture du 4 au 20 juillet, en 1997 une fermeture du 1er juin au 15 juillet, en 1998 pas de fermeture et en 1999 une fermeture localisée à la région de Mbour (Petite Côte, au sud de Dakar) du 24 juin au 10 juillet.

Pour des raisons de comparaisons inter-annuelles des effets des fermetures de pêche, il est nécessaire de se rapporter à une situation de référence unique, la plus commode étant naturellement celle d'une exploitation sans fermeture. Pour les années ayant connu une fermeture, la simulation de la situation de référence « sans fermeture » est faite en modifiant certaines mortalités par pêche F en entrée du modèle de Tompson et Bell, soit celles relatives aux mois concernés par la fermeture (mois totalement ou partiellement fermés). L'évolution intra-annuelle de l'exploitation étant différente selon les années et les pêcheries (PA et PI), les facteurs de corrections sont déterminés au cas par cas, après examen du profil des captures mensuelles par pêcherie (cf. la partie Résultats ci-dessous).

A partir de cette situation de référence, on simule d'autres configurations de fermetures selon le même principe général, c'est-à-dire en utilisant le modèle de Tompson et Bell après avoir annulé les mortalités par pêches des mois pour lesquels on souhaite simuler une fermeture. Les configurations testées concernent des fermetures dont la durée est variable (de 1 à 3 mois), de même que leur position au cours de la saison de pêche (fermetures pouvant débiter de mai à septembre).

Pour chaque fermeture simulée, la production totale sur l'année (estimée par le modèle) est comparée à celle obtenue dans la situation de référence correspondante (sans fermeture). Le modèle produisant aussi des estimations de biomasses par âge, le même type de comparaison (avec et sans fermeture) est réalisé sur un indice de biomasse féconde défini comme la biomasse des individus d'âge 11 mois et plus.

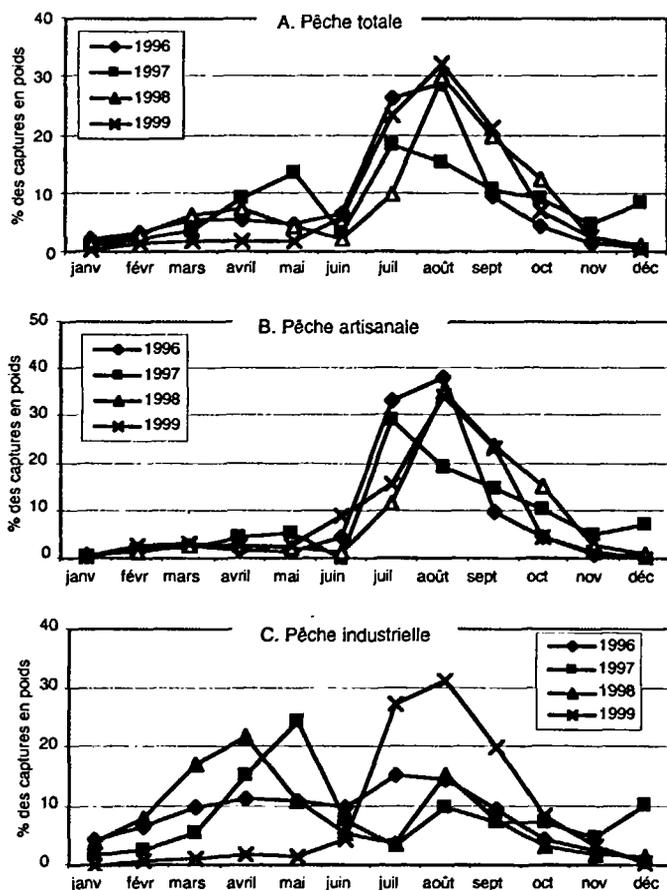
Résultats

Profil des captures et estimation de la situation « sans fermeture »

La figure 1 présente, pour les années 1996 à 1999, les profils intra-annuels des captures de poulpes réalisées par l'ensemble de la pêcherie (A), ainsi que par chacune de ses composantes, artisanale (B) et industrielle (C). On remarque qu'il y a toujours une forte saisonnalité des captures, mais qu'elle est généralement différente selon les pêcheries: artisanale (PA) ou industrielle (PI). La PA montre une activité essentiellement estivale (de juin à octobre) alors que la PI a, en plus, une activité hivernale assez importante et dont le pic (autour de mars-avril) peut être supérieur à celui de la saison chaude. L'évolution temporelle des captures des mois de juin et juillet révèle aussi la difficulté de distinguer l'effet des fermetures qui ont eu lieu certaines années à cette période, de celui attribuable à l'évolution saisonnière normale de l'activité liée à la variabilité saisonnière de l'abondance de la ressource. Par exemple, le poids relatif des captures de juillet (pourcentage des captures de ce mois par rapport au total de l'année) est à son plus bas niveau en 1998, qui est pourtant la seule année de la série étudiée n'ayant pas été affectée par une fermeture au cours de ce mois là.

Par conséquent, dans l'optique d'une simulation de la situation sans fermeture, le choix des corrections à réaliser sur les mortalités par pêche F ne peut être fait que par des hypothèses s'efforçant de prendre en compte les traits majeurs de l'année, en terme d'évolution saisonnière des activités de pêche (totale et par pêcherie). C'est ce qui est fait dans le tableau 1 qui, à côté de l'exposé des corrections retenues pour des F théoriques « sans fermetures », résume les situations spécifiques qu'on a voulu prendre en compte par ce biais.

La figure 2 présente, pour l'année 1997 qui est l'année pour laquelle la fermeture réelle de la pêcherie a été la plus longue, une compa-



■ Figure 1
 Profils intra-annuels des captures de poulpes au Sénégal pour l'ensemble de la pêcherie (A), et pour ses composantes artisanale (B) et industrielle (C).

Intra-annual profiles of the octopus catches in Senegal for the whole of the fishery (A), and for its artisanal (B) and industrial (C) components.

raison de la situation observée avec celle de la référence « sans fermeture », pour ce qui concerne les niveaux de biomasse instantanée et de production annuelle en fonction de l'effort de pêche, tels que

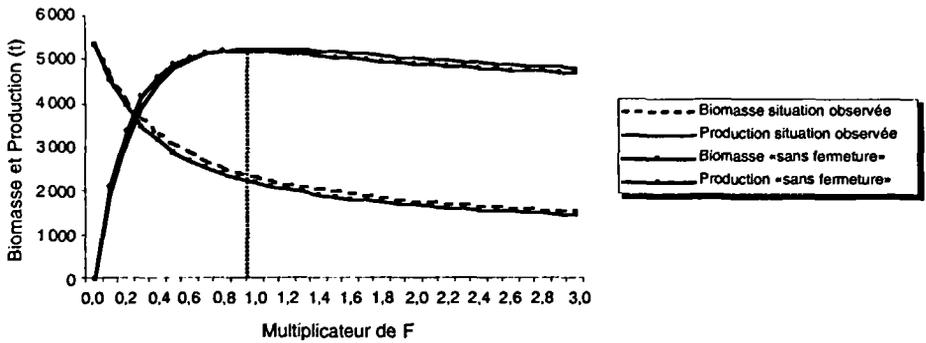


Figure 2

Estimation pour l'année 1997 des biomasses instantanées et des productions annuelles simulées pour différents niveaux d'efforts et selon deux situations, soit la situation observée de 1997 avec une fermeture de pêche du 1^{er} juin au 15 juillet et une situation théorique de référence sans fermeture.

Estimates for the year 1997 of the instantaneous biomasses and the simulated annual productions for various levels of fishing efforts and according to two situations, that are respectively the 1997 observed situation (with a fishing closure from June 1 to July 15) and a theoretical situation without closing (situation of reference).

simulés par le modèle. Les niveaux d'effort sont exprimés proportionnellement à celui réellement appliqué au cours de l'année en question (*i.e.* effort observé de valeur 1), au moyen d'un facteur multiplicateur d'effort (mf). On retient de cette figure 2 le peu de différence qui existe entre les courbes correspondant aux deux situations : avec une fermeture d'un mois et demi en juin-juillet et « sans fermeture ». Concernant le diagnostic de l'état d'exploitation lié à l'allure générale des courbes, on renvoie à Jouffre *et al.* (présent volume).

Des simulations analogues pour les autres années à fermeture (1996 et 1998), non présentées ici, donnent des résultats tout à fait comparables, c'est-à-dire une grande proximité des courbes de productions réelles et « sans fermeture ».

Année	Fermeture	Corrections sans fermeture	Phénomènes pris en compte
1996	4-20 juillet	Vecteur des F de juillet multiplié par un facteur 1,5	Compensation de la fermeture de 15 jours, dans un contexte où la PA est encore en phase de démarrage (à un bas niveau en juin) et la PI est en phase stable (de mars à septembre).
1997	1 juin-15 juillet	Vecteur F de juin posé égal à celui de mai ; vecteur F de juillet multiplié par un facteur 1,5	Le mois de juin totalement fermé n'est estimé que par le mois précédent, dans un contexte où PI et PA semblaient toutes deux stabilisées à un niveau élevé depuis mai. Le mois de juillet est majoré mais modérément car les captures réalisées en fin juillet sont celles d'une reprise après fermeture.
1998	Aucune fermeture	Pas de correction	Situation de référence conforme à la réalité
1999	24 juin-10 juillet Région de Mbour	Vecteur des F de juillet multiplié par un facteur 1,5	Situation globalement comparable à celle de 1996 (activité totale en phase ascendante).

Tableau 1

Définition des corrections réalisées sur les mortalités par pêches issues de l'analyse par VPA de la situation observée afin de simuler les situations de référence (sans fermeture).

Definition of the corrections carried out on the fishing mortalities resulting from the VPA on the observed situations in order to simulate the theoretical situations of reference (without fishing closure).

Effets des fermetures sur la production

Fermetures d'une durée d'un mois

Dans une présentation comparable à la précédente, la figure 3 résume les productions annuelles attendues selon l'effort de pêche, en fonction d'une fermeture d'un mois et de position variable dans la saison de pêche. Quelle que soit la position temporelle de la fermeture simulée (de mai à septembre), on constate que la production annuelle obtenue est toujours très proche de la situation sans fermeture, quelle que soit l'année. Il peut bien y avoir quelques effets qualitativement différents selon les années et/ou selon les mois de positionnement de la fermeture (perte ou gain de production par rapport à la référence sans fermeture), mais ils sont toujours de peu d'impact quantitatif sur la production globale de l'année.

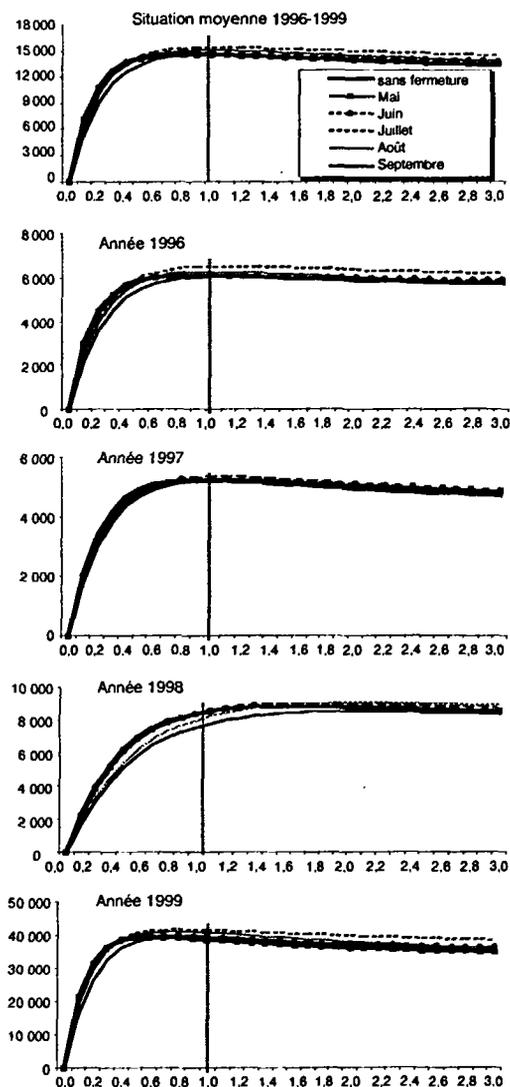


Figure 3

Impacts de fermetures de pêches d'une durée d'un mois et variables en position sur les productions annuelles (t) attendues (ordonnée) pour différents niveaux d'efforts (abscisse). Chaque graphique se rapporte à une période donnée.

Impacts of one month-long fishing closures (May to September) on the annual productions awaited (y axis, in metric tons) for various levels of fishing efforts (x axis). Each graph is referred to a given period.

Fermetures d'une durée de deux mois

La figure 4 montre les productions obtenues dans le cas de fermetures simulées d'une durée égale à deux mois. Par rapport aux simulations précédentes, on note logiquement que les fermetures de deux mois peuvent avoir un impact plus grand sur les productions que celui de fermetures d'un mois. Cependant, cet impact n'est pas toujours unilatéral (tantôt positif, tantôt négatif), si bien que l'augmentation de la durée de fermeture se traduit aussi par une augmentation du risque qui y est lié. Le modèle indique que ce risque pourrait néanmoins être minoré si l'on excluait des fermetures trop tardives (*i.e.* août-septembre et *a fortiori* septembre-octobre), alors que des fermetures trop précoces (mai-juin) seraient à l'inverse peu risquées mais sans grands effets. La meilleure position pour une fermeture de deux mois serait le bimestre juillet-août. Mais, même dans ce cas, les avantages d'une telle fermeture restent très relatifs si l'on considère que pour deux années sur quatre (1997 et 1998) ces gains sont quasi nuls et que, pour les deux autres années (1996 et 1999), ils restent d'une ampleur relativement limitée (ne dépassant jamais 15 %). S'agissant du poulpe, qui a déjà posé en 1999 un important problème de stockage et de traitement de ses captures débarquées au Sénégal, on peut craindre que des gains de 15 % sur la production annuelle ne compensent pas forcément les effets négatifs potentiels de toute augmentation drastique de l'irrégularité des débarquements, telle qu'induite par un arrêt de deux mois de la pêche dans une période aussi productive.

Fermetures d'une durée de trois mois

La figure 5 montre les productions obtenues dans le cas de fermetures simulées d'une durée égale à trois mois. Par rapport à la situation précédente (fermetures de deux mois), outre une augmentation globale de l'amplitude des variations observées entre les configurations de fermetures les plus favorables et celles les moins favorables, on note une tendance assez nette à la réduction du volume des gains de production potentiels observés et une tendance encore plus forte à l'augmentation des pertes possibles certaines années, en particulier lorsque la fermeture est trop tardivement placée. Le modèle indique donc assez clairement qu'une fermeture de trois

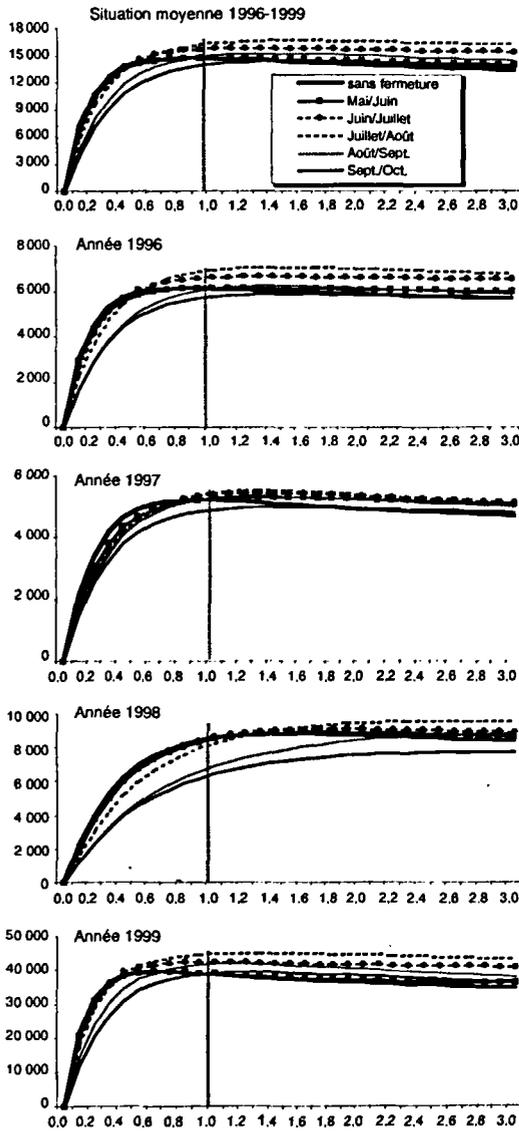
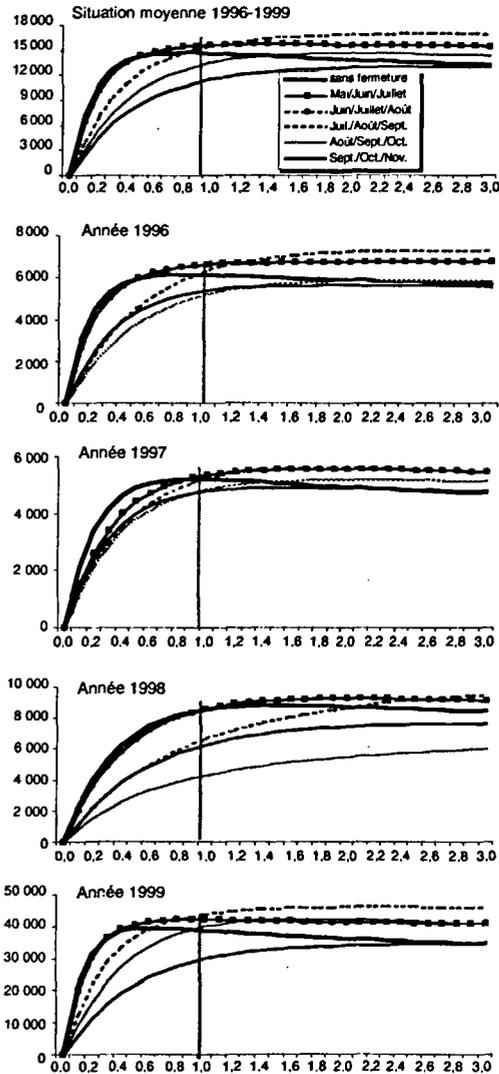


Figure 4

Impacts de fermetures de pêches d'une durée de deux mois et variables en position sur les productions annuelles (t) attendues (ordonnée) pour différents niveaux d'efforts (abscisse). Chaque graphique se rapporte à une période donnée.

Impacts of two month-long fishing closures on the annual productions awaited (y axis, in metric tons) for various levels of fishing efforts (x axis). Each graph is referred to a given period.



■ Figure 5

Impacts de fermetures de pêches d'une durée de trois mois et variables en position sur les productions annuelles (t) attendues (ordonnée) pour différents niveaux d'efforts (abscisse). Chaque graphique se rapporte à une période donnée.

Impacts of three month-long fishing closures on the annual productions awaited (y axis, in metric tons) for various levels of fishing efforts (x axis). Each graph is referred to a given period.

mois est trop longue : au pire, elle peut faire sensiblement baisser la production annuelle et au mieux elle ne fait que la conserver à son niveau initial (sans fermeture), mais avec une répartition mensuelle encore plus déséquilibrée.

Synthèse des résultats précédents et analyse de leur sensibilité aux paramètres de mortalité naturelle

Le tableau 2 propose un résumé des principaux résultats précédents pour le niveau d'effort observé ($mf = 1$), ainsi qu'une analyse de leur sensibilité aux paramètres de mortalité naturelle (M). Dans notre hypothèse de base quant à la mortalité $M (= 0,25)$, le tableau confirme que, si l'impact des fermetures est assez variable selon les années, c'est avec une fermeture de deux mois en juillet-août que les gains de production sont en moyenne les plus élevés (12 % sur l'ensemble de la production des quatre années analysées). Le tableau 2 indique aussi le degré d'incertitude important qui reste attaché aux chiffres fournis par le modèle en fonction des hypothèses qu'on fait sur la mortalité M . Si on admet comme gamme des mortalités naturelles possibles celle allant de $M = 0,1$ à $M = 0,3$ (Jouffre *et al.*, présent volume), l'effet potentiel d'une fermeture de deux mois en juillet-août (configuration la plus favorable parmi toutes celles testées) aurait pu s'échelonner entre un gain annuel de 40 % en 1996 et une perte de 9,7 % en 1998.

Effets des fermetures sur la biomasse féconde

Les fermetures de pêche ont généralement comme une justification principale la préservation du potentiel reproducteur du stock concerné. Le modèle apporte des indications sur ce sujet en permettant d'estimer les effets potentiels des fermetures sur les niveaux de biomasses fécondes. Cette estimation est intéressante en particulier dans le cas d'une fermeture de deux mois en juillet et août, les résultats du paragraphe précédent ayant permis d'établir que cette période correspondait à la configuration temporelle la plus favorable pour la production. On constate (fig. 6) qu'une telle fermeture conduit *grosso modo* à un doublement de la biomasse féconde (tendance moyenne sur la période analysée).

Période de référence et production correspondante (en t)	Mois de début de la fermeture	Durée de la fermeture et hypothèses sur M								
		1 mois			2 mois			3 mois		
		M=0,25	M=0,1	M=0,3	M=0,25	M=0,1	M=0,3	M=0,25	M=0,1	M=0,3
1996-99 14 665 t	mai	-0,3	1,0	-0,6	1,0	4,6	-0,1	7,3	17,3	3,4
	juin	1,4	3,5	0,7	7,9	19,5	4,5	7,3	37,1	6,6
	juillet	6,0	14,0	3,6	12,0	33,7	5,7	6,4	41,1	-4,0
	août	3,6	10,8	1,3	3,0	21,4	-2,2	-7,0	17,6	-14,0
	sept	0,3	5,3	-1,2	-3,2	7,8	-6,2	-20,5	-14,7	-22,2
1996 6 121 t	mai	0,4	2,3	-0,1	0,8	5,1	-0,3	8,8	21,4	4,1
	juin	0,7	2,8	0,0	8,5	21,6	4,7	8,8	44,1	6,5
	juillet	7,2	16,3	4,4	14,0	40,0	6,3	4,4	44,3	-7,4
	août	3,1	9,6	0,9	0,5	15,2	-4,0	-14,5	2,6	-19,3
	sept	-0,7	1,7	-1,5	-5,4	-0,5	-6,7	-11,6	-12,2	-12,0
1997 5 212 t	mai	1,1	5,8	-0,3	1,4	11,3	-1,3	3,0	19,3	-3,1
	juin	1,0	1,7	0,8	4,6	14,4	1,6	4,3	21,8	0,4
	juillet	2,9	9,2	0,9	5,0	20,2	0,3	1,0	21,5	-6,6
	août	2,1	6,8	0,6	1,7	13,8	-1,9	-6,6	11,9	-12,3
	sept	-0,1	4,3	-1,5	-5,3	6,6	-8,3	-7,8	4,0	-11,3
1998 8 560 t	mai	-0,1	2,5	-0,8	0,0	4,0	-1,1	0,8	8,9	-1,9
	juin	0,2	1,4	-0,2	1,1	6,7	-0,8	0,8	18,8	-10,2
	juillet	0,9	5,1	-0,6	-3,0	17,5	-9,7	-21,9	14,5	-31,3
	août	-3,3	10,1	-7,9	-19,2	8,8	-26,6	-49,4	-30,8	-53,0
	sept	-8,3	0,3	-10,8	-24,2	-14,8	-26,1	-26,3	-18,5	-28,1
1999 38 769 t	mai	-0,6	-0,3	-0,7	1,1	3,8	0,4	9,1	18,3	5,4
	juin	1,8	4,0	1,2	9,8	22,4	6,2	9,1	41,8	11,4
	juillet	7,4	16,3	4,7	15,9	38,1	9,7	13,6	49,1	2,9
	août	5,4	11,7	3,5	8,4	26,2	3,3	3,5	31,4	-4,9
	sept	2,4	7,2	0,9	2,0	14,4	-1,5	-22,4	-16,8	-24,0

■ Tableau 2

Pourcentages de gains (chiffres positifs) ou de pertes (chiffres négatifs) de production attendus par rapport aux productions annuelles de référence (sans fermeture) en fonction de l'instauration de fermetures de pêches de durée et de position variables (de un à trois mois et débutant de mai à septembre) et sous différentes hypothèses de mortalité naturelle, années 1996 à 1999.

Percentages of gains (positive numbers) or losses (negative numbers) of production awaited, compared to the annual productions of reference (without closing), according to the introduction of different fishing closures, varying in duration and position (from one to three month-long and beginning from May to September), and under various assumptions of natural mortality rates, for years 1996 to 1999.

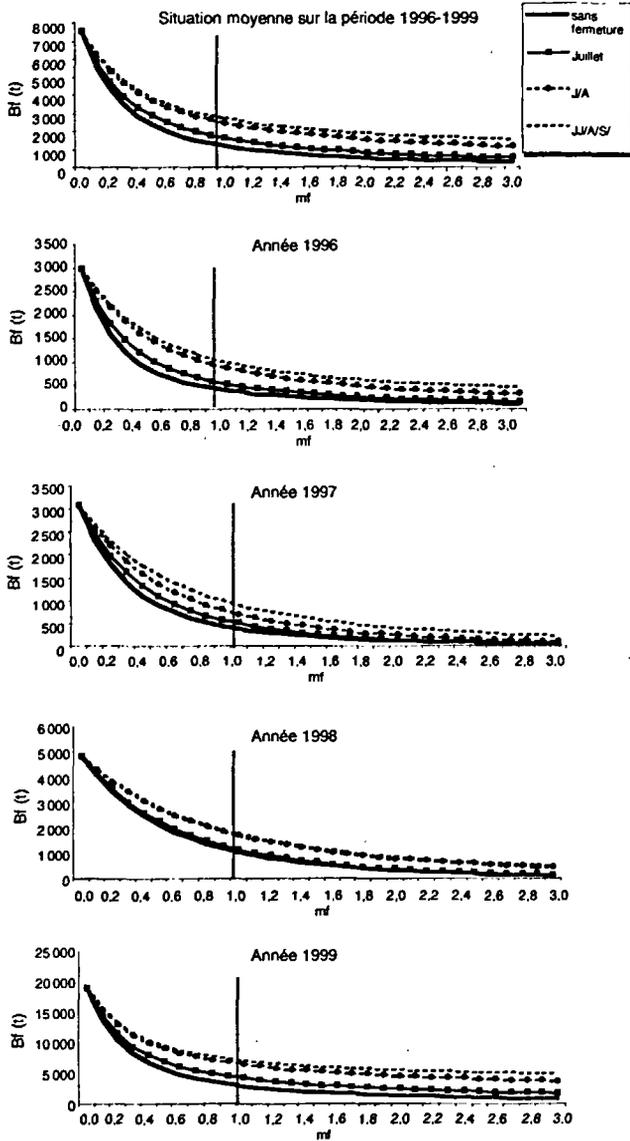


Figure 6

Impacts de fermetures de pêches de un mois (juillet) à trois mois (juillet-septembre) sur les biomasses fécondes annuelles attendues (Bf, en t) pour différents niveaux d'efforts (mf). Chaque graphique se rapporte à une période donnée.

Impacts of fishing closures, one month-long (July) to three month-long (July-September) on the annual fertile biomasses awaited (Bf, metric tons) for various levels of fishing efforts (mf). Each graph is referred to a given period.

Discussion - conclusion

La méthode de modélisation employée ici a montré sa capacité à donner une réponse chiffrée à la question de l'impact des fermetures de pêche sur la production de poulpes. Cela représente un progrès important dans l'évaluation objective de l'effet potentiel de ces fermetures. Cependant, en complément de Jouffre *et al.* (présent volume) qui utilisent le même modèle pour tester les effets de tailles minimales de commercialisation, on peut revenir sur certains points méthodologiques particuliers, soit parce qu'ils mériteraient d'être améliorés dans des études futures, soit parce que leur discussion est utile à la bonne compréhension des résultats présentés, et par conséquent à leur utilisation ultérieure en terme de décision d'aménagement.

Premièrement, le modèle ne traite pas complètement de la question de la fiabilité de ses diagnostics. En particulier, il ne propose pas de lois de distribution de probabilités autour de ses résultats-clés, qui sont ici les productions annuelles en fonction des configurations de fermetures et d'efforts. Au terme de cette étude, et à la suite de Jouffre *et al.* (présent volume), nous considérons qu'il y a un là un point méthodologique qui mériterait d'être approfondi. La formalisation de la notion de risque pourrait passer par une approche probabiliste intégrée au modèle. Pour autant, la question de la fiabilité des résultats n'est pas totalement occultée dans cette étude, elle y est abordée par le biais de la diversification des simulations et par des études de sensibilité. Jouffre *et al.* (présent volume) ont déjà souligné que la méthode de modélisation, et en particulier l'étape de VPA, permettait déjà un premier tri des hypothèses sur l'estimation des paramètres d'entrée du modèle (essentiellement les paramètres de mortalité naturelle et de croissance). La gamme des variations testées ici sur la mortalité naturelle découle directement de ce précédent travail, celui-ci ayant conduit à considérer les valeurs minimales et maximales testées (respectivement $M = 0,1$ et $M = 0,3$) comme bornant l'étendue des valeurs possibles pour ce paramètre. Dans l'incertitude importante attachée à certains chiffres-clés, il y a (1) la part due à l'estimation des paramètres du modèle et qui peut être améliorée, (2) la part intrinsèque à la variabilité inter-annuelle des situations rencontrées. A travers le cas étudié, la variabilité

naturelle de type (2) est apparue importante. Cela veut dire que, quelles que soient les améliorations futures apportées au modèle et qui pourront éventuellement tendre vers une réduction de l'incertitude méthodologique de type (1), il faut accepter le fait que les réponses chiffrées aux questions traitant de l'impact de changements du diagramme d'exploitation sur la production de poulpe garderont toujours un niveau d'imprécision important. Les décisions à prendre au vu des résultats de la modélisation devront intégrer ce facteur de risque.

Toujours sur le plan méthodologique, un commentaire peut être fait à propos de la situation sans fermeture, prise comme référence. Pour certaines années du moins, soit celles ayant effectivement connu une fermeture, le nécessaire recours à cette référence passe par son estimation grâce à la modélisation. La difficulté réside ici dans la traduction numérique (en terme de paramètres d'entrée du modèle) d'une hypothèse de non-fermeture en partant d'une situation observée avec fermeture, alors qu'à l'inverse, en partant d'une situation réelle sans fermeture, il est théoriquement facile de simuler une fermeture hypothétique par l'annulation pure et simple des mortalités par pêche pour la période correspondante. Dans les deux cas, la démarche consiste à établir une correction sur les mortalités par pêche, mais cette correction comporte évidemment, et quelles que soient les précautions prises, une plus grande part d'arbitraire dans le premier cas. Cette part d'arbitraire a cependant une incidence faible sur les résultats, la modélisation montrant que des fermetures d'une durée inférieure à deux mois étaient, dans tous les cas, de peu d'impact sur les valeurs annuelles de production.

Concernant l'impact des fermetures de pêche sur la production de poulpes, cette étude a produit plusieurs résultats essentiels :

- dans l'état actuel des connaissances et des situations observées et modélisées pour le Sénégal, l'instauration d'une fermeture de la pêche aux poulpes n'aboutit pas à la garantie d'une augmentation maîtrisée de la production de cette ressource. Cette conclusion est fondée essentiellement sur la valeur des productions à court terme attendues (% de gains de production intra-annuels) et sur leur gamme de variation estimée, en tenant compte des points de discussion précédents. Du point de vue de son impact intra-annuel, il y a donc un risque à préconiser une fermeture, surtout si l'on consi-

dère qu'une fermeture d'une durée significative (telle que deux mois) en période de pleine activité induit une perturbation majeure dans la régularité des débarquements ;

- pour autant, cela ne veut pas dire que l'instauration d'une période de fermeture de pêche n'ait pas à long terme un effet bénéfique sur le stock de poulpes. En effet, il apparaît aussi clairement dans les résultats de cette étude qu'une fermeture, surtout si elle est bien calibrée – et de ce point de vue le modèle montre que la situation la plus favorable serait une fermeture de deux mois positionnée en juillet et août – conduirait dans tous les cas à une augmentation sensible des biomasses et en particulier des biomasses fécondes. Même si l'indice de biomasse féconde utilisé ici, correspondant aux individus supérieurs ou égaux à 1 kg, est certainement approximatif étant donné la variabilité reconnue de la taille de reproduction chez le poulpe, l'essentiel est de constater que les tendances observées sont très nettes. Ainsi, le modèle permet d'envisager sans trop de risque un doublement de la biomasse féconde du fait d'une fermeture en juillet-août. Si l'on considère que les fermetures de pêche ont généralement comme une motivation principale la préservation du potentiel reproducteur du stock concerné, la fermeture de la pêche au poulpe pourrait donc parfaitement se justifier sur la base de ce critère d'appréciation. Il s'agira alors d'une démarche de précaution, dont on est incapable de prévoir les effets réels à long terme en l'absence d'une relation avérée entre biomasse féconde et recrutement.

La difficulté de synthèse qui résulte de la discussion des deux points précédents montre bien qu'en l'état des connaissances actuelles, il n'y a pas de réponse simple et sans risque quant à l'impact de fermeture de pêche sur la production potentielle du stock de poulpes du Sénégal. En plus d'une fermeture qui peut se justifier par une approche de précaution, la décision d'aménagement (fermeture ou pas ?) pourrait être facilitée par la prise en compte d'autres objectifs que ceux directement liés à la production biologique de ce stock (objectifs de régulations économiques ou sociales, ou bien intéressant d'autres ressources, etc.).

Enfin, signalons qu'en plus des simulations présentées ici et dans Jouffre *et al.* (présent volume), nous avons réalisé, sur les mêmes données et avec la même méthode de modélisation, quelques simulations explorant les possibilités d'une réglementation combinant

des tailles minimales de commercialisation avec des fermetures de pêche. Ces essais étaient motivés par le fait que ces deux mesures sont souvent évoquées ensemble dans l'aménagement des pêcheries de poulpes au Sénégal ou ailleurs. En résumé, le résultat de cette exploration est que : si les effets de l'une et l'autre mesure peuvent, dans certaines configurations, entrer en synergie au niveau de leur impact moyen sur la production annuelle, les mêmes problèmes se retrouvent pour les différentes sources de variabilité, et donc au niveau de l'incertitude des estimations. Autrement dit, il n'a pas été possible d'identifier une combinaison de fermeture et de taille minimale dont l'impact positif sur la production intra-annuelle soit à la fois significatif et assuré. On retombe également sur la même question que discutée précédemment à propos des fermetures seules, c'est à dire que la combinaison des deux types de mesures, par ses effets bénéfiques sur les niveaux de biomasses fécondes, pourrait se justifier dans une démarche de précaution.

Bibliographie

- CAVERIVIÈRE A., 1994 —
« Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal: une nouvelle ressource ». In Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éd.): *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, Paris, Orstom, coll. Colloques et séminaires, t. II: 245-256.
- DIA A.D., DIOP M., JOUFFRE D., 1996 —
Pêcheries au cœur d'un enjeu de développement, les pêcheries démersales mauritaniennes du poulpe et des crevettes côtières. Confrontation entre stratégies des acteurs et mesures institutionnelles : Eléments d'analyse. IIFET 96 symposium acts, Marrakech, 1-4 juillet 1996, International Institute for Fisheries Economics and Trade: 22 p. miméo.
- DIA M.A., 1988 —
Biologie et exploitation du poulpe Octopus vulgaris (Cuvier 1797) des côtes mauritaniennes. Thèse doctorat 3^e cycle, univ. Bretagne occidentale, Brest, 20 déc.1988, 164 p.
- DIALLO M, JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., THIAM M., 2002 —
The demographic explosion of *Octopus vulgaris* in Senegal during the 1999 summer. *Bulletin of Marine Science* (sous-presse).
- DOMAIN F, JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., 2000 —
Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80 (4): 699-706.
- FAO, 1997 a – Yearbook of fisheries statistics. Catches and landings, *FAO Fish. Ser.* 80: 713 p.

- FAO, 1997 b - Rapport du groupe de Travail *ad hoc* sur les céphalopodes. *FAO Copace/Pace series* 97/63: 103 p.
- 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. Thèse doc., univ. Montpellier-II, 403 p.
- FERNANDEZ-NUNEZ M.M.,
HERNANDEZ-GONZALEZ C.P.,
RAYA C.A., BALGUERIAS, E., 1996 —
Reproductive biology of octopus Octopus vulgaris Cuvier, 1797, from North-Western African coast (21°N-26°N). ICES, Shellfish Committee, C.M. K/15 : 19 p. miméo.
- LANCO S., 1999 —
Adaptation d'un modèle structural à une ressource instable en vue de mesurer l'impact de fermetures de pêche. Application au stock de poulpe (Octopus vulgaris, Cuvier 1797) sénégalais. Mémoire DEA Océanologie biologique et environnement marin, Ecole nat. sup. agro. Rennes: 49 p (+ annexes).
- POPE J.G., 1972 —
An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *ICNAF Res. Bull.*, 9: 65-74.
- THOMPSON W.F., BELL F.H., 1934 —
Biological statistics of the pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Com.*, 8 : 49 p.

Résumés

des communications orales

Alassane Dieng, Moussa Bakhayokho : « Le régime alimentaire du poulpe commun (*Octopus vulgaris*) des côtes du Sénégal »

L'étude porte sur des données de contenus stomacaux collectées à bord du N/O *Louis Sauger* en août-septembre 1989 au sud du Sénégal et en février 1990 sur tout le plateau continental de ce pays.

Sur 501 estomacs de poulpe examinés, 32 % sont vides, 14 % présentent une nourriture qui n'a pu être déterminée. L'analyse des 54 % restant, pour lesquels les contenus ont été identifiés, montre dans l'ordre préférentiel des proies : une prédominance (69,6 %) des crustacés (crustacés divers, crabes, bernard-l'hermite, balane, crevettes, arthropodes) ; 20% de mollusques bivalves (*Pinna* spp., *Atrina* spp.) et de céphalopodes (seiches) ; 9,3 % de poissons ; des traces d'échinodermes (oursins).

Il existe des variations de la composition du régime alimentaire d'*Octopus vulgaris* en fonction de la saison, des zones géographiques, de la bathymétrie et de la nature du substrat. Cela traduit chez le poulpe un comportement opportuniste. Les résultats révèlent par ailleurs un choix des proies selon qu'elles sont petites ou grandes, mobiles ou fixes, en rapport avec la taille du poulpe. L'étude ne montre pas de discrimination entre les mâles et les femelles de poulpe quant aux proies recherchées.

Alassane Dieng, Moussa Bakhayokho : « Biologie de la reproduction du poulpe commun (*Octopus vulgaris*) des côtes sénégalaises »

L'étude porte sur 999 spécimens collectés entre le mois de mars 1997 et le mois d'août 1998. Les sites visités sont Kayar au nord (415 poulpes) et Mbour au centre (650 poulpes).

Les résultats, issus de l'analyse des paramètres biologiques et plus particulièrement des stades macroscopiques de maturité sexuelle, ont montré :

- que le sex-ratio, plus ou moins équilibré chez les petites et moyennes tailles, est nettement favorable aux mâles chez les individus de grandes tailles ;
 - que le processus de maturation sexuelle évolue avec la taille des poulpes ;
 - que la taille à la première maturité sexuelle est variable selon le sexe et la zone d'étude ;
 - la présence de mâles aptes à se reproduire tout au long de l'année, avec des phases d'intense activité de reproduction d'avril à juin et en décembre-janvier à Kayar ; entre janvier et mars, en mai-juin et octobre–novembre à Mbour. Chez les femelles, la période principale de ponte a lieu à Kayar au mois de septembre et une ponte secondaire est enregistrée au mois de mai. A Mbour, la principale ponte survient au mois d'août et deux pontes de moindre importance sont observées entre février et mai et de novembre à décembre.
- La fécondité moyenne d'une femelle d'*Octopus vulgaris* est estimée à 500 000 ovocytes.

Modou Thiam : « Répartition spatiale et saisonnière de l'abondance et de la structure démographique du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal »

Cette étude décrit les principaux traits de la répartition spatiale et saisonnière de l'abondance relative et de la structure démographique du poulpe commun *Octopus vulgaris* à partir de trois campagnes de chalutages effectuées à bord du N/O *Louis Sauger* sur l'ensemble du plateau continental sénégalais (1996-1998). En outre, l'étude dépeint la distribution spatio-temporelle des sexes et des stades de maturité sexuelle, des tailles moyennes et des juvéniles (indices de recrutement).

L'abondance relative du poulpe montre une très forte variabilité temporelle (aux échelles saisonnières et inter-annuelles) et spatiale (zones et strates de profondeur). Des tendances nettes sont cependant observées dans l'évolution saisonnière et bathymétrique des tailles moyennes, des individus matures et des indices de recrutement. Les résultats complètent ceux obtenus à partir d'études plus spécialisées sur la reproduction et le cycle biologique de l'espèce.

Cheikh Abellahi Ould Inejih : « Nouvelle approche de décomposition des distributions de fréquence de tailles chez le poulpe »

La communication présente une approche selon laquelle on peut utiliser les données biologiques des stades de maturité sexuelle comme informations auxiliaires permettant d'améliorer la décomposition modale des distributions des tailles chez le poulpe. On expose les hypothèses de bases, le principe, la technique et les contraintes de la méthode.

Une application de cette approche est faite sur le jeu de données de 24 campagnes mensuelles réalisées dans la zone nord mauritanienne. On montre que cette méthode permet d'identifier les différents modes dans les distributions totales en les hiérarchisant selon leur importance (effectifs) et de leur associer des dates les plus probables.

Catalina Perales-Raya, E.M. Hernandez, Cheikh Abellahi Ould Inejih : « Éléments sur l'âge des femelles de poulpe (*Octopus vulgaris*) en fin de vie en Afrique du Nord-Ouest »

Les microstructures des becs de 20 femelles de poulpe couvant leur ponte, donc à la fin de leur vie, ont été analysées pour estimer leur âge. Les femelles ont été capturées durant les mois d'octobre 1998 et 1999 en Mauritanie à des poids individuels variant de 590 à 2 260 g, la masse des œufs variant entre 30 et 890 g respectivement. Les becs ont été mesurés, pesés et montés dans la résine pour observation du dépôt des stries de croissance à partir d'une coupe sagittale de la zone rostrale.

Il est mis en évidence que le nombre de stries évolue différemment selon l'ancienneté de la ponte. Chez les femelles ayant des pontes récentes (stade 1 et 2), l'accroissement du poids se fait en même temps que celui du nombre des stries dans le bec. Cependant, chez les femelles ayant des pontes anciennes (stade 3 et 4 des œufs), on observe une décroissance du poids alors que le nombre de stries dans le bec continue à s'accroître légèrement. Cela signifierait que les becs continuent à s'accroître alors que les femelles, qui sont proches de leur mort, ne s'alimentent plus. En considérant que les stries sont journalières et déposées à partir de l'éclo-

sion, l'âge moyen des femelles analysées se situe aux environs de 140 jours (105 à 174).

Rosa Rodríguez Pino, Eduardo Balguerías : « Régime alimentaire du poulpe *Octopus vulgaris* du Banc Saharien »

Une étude préliminaire sur le régime alimentaire du poulpe commun du Banc saharien a été effectuée. Les analyses ont porté sur 373 individus (181 femelles et 192 mâles) ayant des poids compris entre 100 et 3 000 g. Les résultats montrent que le régime alimentaire des poulpes du Banc saharien est principalement basé sur les crustacés (55 %), les poissons (33 %) et les mollusques (12 %). L'identification des proies au niveau spécifique est souvent très difficile, en raison de l'état de trituration et de digestion avancés des contenus stomacaux, ainsi qu'au manque de clés de détermination de la faune des invertébrés de la région.

Globalement, il a été observé un changement de l'alimentation avec la taille des poulpes. Les individus les plus petits se nourrissent surtout de crustacés, allant progressivement vers les mollusques et les poissons au fur et à mesure qu'ils grandissent. Néanmoins, ce modèle alimentaire n'est pas constant au cours de l'année. Les différences d'alimentation entre les juvéniles et les individus les plus âgés ne sont significatives que durant l'hiver, tendant se rapprocher pendant les mois de printemps. Les analyses par sexe ne montrent pas de différences significatives, ni globales ni saisonnières, dans le régime alimentaire.

Eduardo Balguerías, C. Hernandez Gonzalez, Catalina Perales-Raya : « Distribution et identité des stocks de poulpe commun du Banc Saharien »

Des analyses ont été réalisées en utilisant un système d'information géographique (GIS), à partir des statistiques de pêche des céphalopodiens espagnols qui ont travaillé sur le Banc saharien entre 1989 et 1999. Elles montrent quelques résultats nouveaux sur la distribution des ressources en poulpe commun de la région. Après la période du repos biologique (fermeture de la pêche) des mois de septembre et octobre, il se produit une grande concentration des bateaux

dans la zone nord de Dakhla (24 °N) et une autre beaucoup plus petite dans les environs du cap Blanc (21 °N). Ces deux noyaux s'élargissent vers le sud et le nord respectivement, au fur et à mesure que la saison avance, jusqu'à se chevaucher quelques mois après, mais avec cependant très peu d'activité dans la zone centrale. La première période présente les rendements en poulpe les plus élevés, ils diminuent ensuite progressivement jusqu'à la fin de la saison de pêche. L'analyse de l'évolution saisonnière des rendements par rapport à la structure en taille des captures et à la température de surface de la mer, suggère fortement l'existence d'une relation directe entre les maxima annuels de rendement, de température et de l'abondance des juvéniles dans les captures. Les résultats de la modélisation de ces variations, avec des modèles additifs généralisés, indiquent la présence de deux zones de pêche bien différenciées au nord et au sud de Dakhla, dans lesquelles s'obtiennent les rendements les plus élevés pendant la période de recrutement qui se produit durant la saison chaude, à des températures d'environ 22 °C. Ceci permet de faire des hypothèses sur la biologie de l'es-pèce dans le Banc saharien, ainsi que sur l'influence des conditions environnementales dans son cycle annuel.

Abstracts of the oral communications

Alassane Dieng, Moussa Bakhayokho : "The diet of the common octopus (*Octopus vulgaris*) off the Senegalese coast"

Visual examinations were made of octopus stomach contents collected on board the R/V *Louis Sauger* in August-September 1989 to the south of Senegal and in February 1990 all along the Senegalese continental shelf. Out of 501 stomachs examined, 32% were empty, 14% contained food that could not be identified. The analysis of the 54% remaining stomachs showed the preferential order of prey: a prevalence (69.6%) of shellfish (crustacean spp., crabs, hermit crab, *Balanus* sp., shrimps, arthropods); 20% of bivalve molluscs (*Pinna* spp., *Atrina* spp.) and cephalopods (cuttlefish); 9.3% of fish; traces of echinoderms (sea urchins).

The *Octopus vulgaris* diet varies with the season, geographical area, bathymetry and the nature of the substrate. This shows *O. vulgaris* to be an opportunistic predator. In addition, our results show that the choice of prey depends on whether it is big or small, mobile or fixed, as a function of the size of the octopus. The study shows no discrimination between the octopus males and females concerning the targeted preys.

Alassane Dieng, Moussa Bakhayokho : "Biology of the reproduction of the common octopus (*O. vulgaris*) off the Senegalese coast"

The study concerns 999 specimens collected between March 1997 and August 1998. The sampling sites were Kayar in northern Senegal (415 octopuses) and Mbour in central Senegal (650 octopuses).

The results of the analysis of the biological parameters, and more particularly of the macroscopic stages of sexual maturity, are:

– The sex ratio, which is more or less balanced in small and average sized octopus, is definitely favorable to males in large individuals.

- The process of sexual maturation is linked to the size of the octopus.
- The size at sexual maturity varies with the sex and with the study area.
- Males ready to reproduce are present throughout the year; phases of intense reproductive activity occur from April to June and in December-January off Kayar; between January and March, in May-June and October–November off Mbour. For the females, the principal laying period takes place in September off Kayar with a secondary laying in May; in Mbour, the principal laying period occurs in August and two secondary periods of laying were observed between February and May and from November to December. According to ovocyte counts, the average fecundity of an *Octopus vulgaris* female is about 500 000.

Modou Thiam : "Spatial and seasonal distribution of *Octopus vulgaris* abundance and demographic structure in Senegalese waters"

This study describes the principal features of the spatial and seasonal distribution of the relative abundance and the demographic structure of the common octopus *O. vulgaris* from three trawling surveys carried out by the R/V *Louis Sauger* along the entire Senegalese continental shelf (1996-1998). In addition, the study depicts the space-time distribution of the sexes and stages of sexual maturity, average sizes and juveniles (recruitment indices).

The relative abundance of octopuses shows very strong temporal variability (on seasonal and inter-annual scales) and spatial variability (zones and layers of depth). Clear tendencies are however observed in the seasonal and bathymetric changes in average sizes, mature individuals and recruitment indices. The results supplement those obtained from more specialized studies on the reproduction and the biological cycle of the species.

Cheikh Abellahi Ould Inejih : "New approach to the decomposition of frequency distributions of sizes in octopus"

This study presents an approach using biological data on the stages of sexual maturity as auxiliary information to

improve modal decomposition of size distribution in octopus. Basic assumptions, the principle, the technique and the constraints of the method are described.

An application of this approach is made on the data file of 24 monthly surveys carried out in the northern Mauritanian area. It is shown that this method makes it possible to identify the various modes in the total distributions by treating them on a hierarchical basis according to size (numbers) and to link them to the most probable dates.

Catalina Perales-Raya, E.M. Hernandez, Cheikh Abellahi Ould Nejjih : "Ageing elements on dying octopus (*Octopus vulgaris*) from north-west Africa"

The beak microstructure of 20 dying octopus caught in October 1998 and 1999 in north Mauritania was analysed to estimate their age. The individuals were spent females close to death. Their body mass and egg-laying mass ranged from 590 to 2,260 g and from 30 to 890 g respectively. The beaks were measured, weighted and mounted in resin for etching the sagittal sections where the growth increments are laid down in the rostral area.

It is observed different trends in the growth increments depending on the development stage of the eggs. The somatic weight of recent spawning females (egg states 1 and 2) grows when increasing the number of increments. However the females with very developed embryos (states 3 and 4) tend to decrease the somatic weight, the beak size increasing slightly. It seems that the increments are laid down in the beak even after spawning, when the dying female do not feed any more. Considering a hypothetical deposition of one increment per day from hatching, the mean age of the sample is 140 days (from 105 to 174)

Rosa Rodríguez Pino, Eduardo Balguerías : "The diet of *Octopus vulgaris* in the Saharan Bank"

A preliminary study was carried out on the diet of the common octopus in the Saharan Bank. The analyses related to 373 individuals (181 females and 192 males) having weights ranging between 100 and 3,000 g. The results show that the diet of the octopuses is mainly based on crustaceans (55%),

fishes (33%) and molluscs (12%). The identification of the preys at the specific level is often very difficult, because of the state of advanced grinding and digestion of the stomach contents, like with the lack of determination keys for the invertebrate fauna of this area.

On the whole, it was observed a change of the food with the octopus size. The smallest individuals eat especially crustaceans, going gradually towards molluscs and fishes as they grow. Nevertheless, this alimentary pattern is not constant during the year. The differences in food between the juveniles and the individuals oldest are significant only during the winter, the food going closer during the spring. The analyses by sex do not show significant differences in the alimentary pattern, neither on the whole nor seasonal

Eduardo Balguerías, C. Hernandez Gonzalez, Catalina Perales-Raya : "Distribution and identity of common octopus stocks in the Saharan Bank"

Analyses were carried out by using a geographical information system (GIS) from the statistics of fishing of the cephalopod Spanish trawlers who worked on the Saharan Bank between 1989 and 1999. They show some new results on the distribution of the common octopus resources of the area. After the period of the biological rest (fishing closure) of October and September, there is a great concentration of the boats in the northern zone of Dakhla (24°N) and another much smaller in the surroundings of the Cap Blanc (21°N). These two cores widen towards south and the north respectively as the season advances, until overlapping a few months afterwards, but with however very little activity in the central area. The first period presents the highest octopus yields, they decrease then gradually until the end of the fishing season.

The analysis of the seasonal evolution of the yields compared both to the length/(weight) structure of the *Octopus* catches and the sea surface temperature, strongly suggests the existence of a direct relation between the maximum annual yields, sea temperature and the abundance of the juveniles in the catches. Modeling these variations with generalized additive models indicate the presence of two

fishing areas well differentiated to the north and the south of Dakhla, in which are obtained the highest yields during the recruitment period corresponding to the hot season, with temperatures of approximately 22°C. This makes it possible to do assumptions on the biology of the species in the Saharan Bank, like on the influence of the environmental conditions in its annual cycle.

Résumés

François Domain, Alain Caverivière, Massal Fall, Didier Jouffre :
« Expériences de marquages du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal »

Des expériences de marquage ont été menées au Sénégal de 1996 à 1998 dans le but d'étudier la croissance et les migrations d'*Octopus vulgaris*. Une première expérimentation sur des animaux élevés en bassins a permis de sélectionner la marque du type « disque de Petersen » comme étant la mieux adaptée au marquage des poulpes. Ce choix a été validé par une première campagne de marquages en mer. Au cours d'une seconde étape, 4 245 poulpes ont été marqués au large des côtes sénégalaises avec un taux moyen de recapture de 24 % et une durée de survie pouvant atteindre 6 mois. Les résultats de ces marquages confirment la vie courte de l'espèce et mettent en évidence l'absence de migrations de grande amplitude.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Élevage — Marquage — Migration — Afrique de l'Ouest.

Didier Jouffre, Alain Caverivière, François Domain :
« Croissance du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal. Compléments d'informations et comparaison régionale »

Cette étude propose quelques informations complémentaires au modèle exponentiel de croissance *in situ* du poulpe *Octopus vulgaris* du Sénégal de Domain *et al.* (2000), dans le but de faciliter son interprétation et son utilisation dans un contexte de gestion halieutique. On revient d'abord sur la grande variabilité individuelle des taux d'accroissement spécifiques, avec ses conséquences sur la modélisation de la croissance. Puis, le modèle initial de Domain *et al.* étant exprimé en âge relatif, on présente ici des versions en âge absolu qui faciliteront les comparaisons avec d'autres populations de poulpes. Enfin, une comparaison de ce modèle, fondé sur des données de capture-recapture, avec les résultats d'autres études régionales et/ou mondiales ayant évalué

la croissance de cette espèce par d'autres voies méthodologiques est proposée et discutée.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Croissance — Marquage — Sénégal — Afrique de l'Ouest.

Massal Fall, Saliou Ndiaye : « Discrimination et description morphométriques du poulpe commun (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) des côtes sénégalaises »

De mars 1997 à août 1998, 18 variables dont 16 morphométriques ont été mesurées, après décongélation, sur 841 poulpes *Octopus vulgaris* échantillonnés à partir de deux sites de la côte sénégalaise : Kayar et Mbour. La discrimination biométrique de ces deux groupes a échoué en raison de la faiblesse de la part d'explication imputable à la différence inter-populationnelle (13 %) et de la valeur du λ de Wilks ($0,871 \approx 1$) suggérant des moyennes identiques.

Plusieurs raisons rendent impossible la comparaison du stock sénégalais de poulpes avec ceux de la sous-région : variabilité du nombre des stocks suivant les auteurs, approches non morphométriques, manque d'harmonisation des rares études biométriques. L'usage exclusif de la morphométrie pour séparer des stocks de poulpe est discutable : quasi absence de pièces dures, élasticité du corps, limites assez vagues des points caractéristiques, expansions cutanées post-décongélation, contractilité résiduelle et non négligeable des tissus, biais dû à la pluralité des opérateurs de mesure. Un approfondissement de l'approche génétique est alors préconisé.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Sénégal — Morphométrie — Discrimination — Description.

Youssouph Diatta, France-Lyse Clotilde-Ba, Christian Capapé : « Le régime alimentaire de *Octopus vulgaris* et de ses prédateurs potentiels devant le Sénégal »

Pour l'étude de leur alimentation, il a été récolté 2046 spécimens en provenance de la région de Dakar (Sénégal) : 459 poulpes *Octopus vulgaris*, 237 élasmobranches (13 espèces) et 1350 téléostéens (42 espèces). Leurs contenus stomacaux ont été analysés selon des méthodes qualitatives et quantitatives.

Octopus vulgaris se nourrit régulièrement toute l'année d'or-

ganismes benthiques et de téléostéens. Le cannibalisme existe mais est rare.

Les élasmobranches ingèrent essentiellement des téléostéens et des crustacés, parfois des céphalopodes et *O. vulgaris* a été identifié dans les estomacs de deux espèces.

Les téléostéens consomment d'autres poissons osseux et des organismes benthiques, avec une part non négligeable de céphalopodes qui comprennent *O. vulgaris*. En effet, des poulpes communs ont été déterminés chez 8 espèces de téléostéens, toutes d'intérêt commercial.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Elasmobranches — Téléostéens — Régime alimentaire — Prédation — Sénégal.

Alain Caverivière : « Éléments du cycle de vie du poulpe *Octopus vulgaris* des eaux sénégalaises »

De nombreuses observations en plongée montrent que le poulpe commun *Octopus vulgaris* creuse des abris profonds dans les fonds meubles du plateau continental sénégalais et se nourrit principalement de mollusques, ce qui aide à la compréhension de sa répartition.

Les résultats des campagnes de marquage en mer sur le poulpe, associés à d'autres éléments comme la mortalité post-reproductive, indiquent que le cycle de vie du poulpe serait de l'ordre de un an devant les côtes de l'Afrique du Nord-Ouest. Cette courte durée de vie est un élément d'explication des importantes variations de l'abondance qui se produisent d'une année sur l'autre devant le Sénégal. En l'absence de migration des individus benthiques, ces variations proviendraient essentiellement du taux de survie des larves pélagiques. Les augmentations d'abondance seraient favorisées par une diminution de la prédation sur les juvéniles et adultes, que seuls les gros individus des espèces prédatrices sont en mesure de consommer.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Cycle de vie — Distribution — Habitat — Sénégal.

Valérie Faure : « Environnement et variabilité des populations de poulpes *Octopus vulgaris* en Afrique de l'Ouest »

Octopus vulgaris constitue l'une des principales ressources halieutiques en Afrique du Nord-Ouest mais ses fluctuations

d'abondance sont importantes. L'étude des relations de l'espèce avec son environnement physique (turbulence, température, rétention côtière, enrichissement trophique) et avec le contexte plurispécifique (peuplement démersal), apporte des éléments essentiels de compréhension de la dynamique spatio-temporelle des populations (explosion démographique, variabilité inter-annuelle, répartition spatiale et stratégie de reproduction). L'environnement physique a un rôle déterminant dans les fluctuations inter-annuelles et en particulier l'équilibre entre les processus d'enrichissement trophique, de dispersion et de rétention côtière durant la phase paralarvaire planctonique. L'hypothèse environnementale associée à l'hypothèse d'interactions plurispécifiques offre un scénario cohérent pour comprendre l'explosion démographique des populations de poulpes.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Dynamique spatio-temporelle — Environnement — Interactions plurispécifiques — Phase planctonique paralarvaire.

Alain Caverivière, Hervé Demarcq : « Indices d'abondance du poulpe commun et intensité de l'upwelling côtier au Sénégal »

L'étude porte sur les relations pouvant exister entre les indices d'abondance du poulpe, représentés par les quantités débarquées, et l'intensité de l'upwelling côtier qui les a précédées, calculé à partir de la direction et la vitesse des vents en surface. En effet, le succès du recrutement, qui a lieu en été pour cette espèce à durée de vie annuelle, serait directement influencé par l'impact des facteurs environnementaux sur la survie des premiers stades de vie, en particulier celle des paralarves planctoniques. Les indices d'upwelling intégreraient la plupart de ces facteurs environnementaux.

De remarquables coefficients de corrélation sont trouvés entre les deux séries qui couvrent la période 1986-1999, en particulier avec les indices d'upwelling calculés pour les trois premiers mois de l'année ($r^2 > 0,80$). Il serait donc possible de prédire l'importance du recrutement, très variable d'une année à l'autre, quelques mois à l'avance.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Abondance — Environnement — Upwelling — Sénégal — Afrique de l'Ouest.

Mamadou Diallo: « Fréquences de poids des poulpes capturés par la pêche artisanale sénégalaise (1996-1998) »

L'étude porte sur les fréquences de poids de poulpes (*Octopus vulgaris*) capturés à la turlutte par la pêche artisanale maritime sénégalaise entre les années 1996-1998 et débarqués dans les ports de Kayar, Thiaryoye, Mbour et Joal, les plus importants en matière de pêche de céphalopodes.

Les statistiques de débarquements augmentent fortement entre 1996 et 1998. La majorité des poulpes débarqués sont de petite taille avec des poids moyens individuels inférieurs à 1 kg. Cependant, les poulpes de la zone nord (Kayar) sont plus gros que ceux de la zone sud; par contre, les individus capturés sont plus importants en nombre au sud. Aucune tendance nette de variation des poids en fonction de la profondeur de pêche n'est décelée.

Mots-clés: *Octopus vulgaris* — Sénégal — Pêche artisanale — Fréquences de poids.

Moustapha Dème: « Rentabilité économique et financière des pêcheries céphalopodières artisanales sénégalaises »

L'étude porte sur l'analyse de la rentabilité économique et financière des pêcheries céphalopodières artisanales sénégalaises.

Les conditions d'émergence de ces pêcheries sont rappelées, les acteurs intervenant le long de la filière identifiés et les caractéristiques technico-économiques des unités suivies décrites.

Pour les études de rentabilité, il s'agit de reconstituer les comptes d'exploitation des unités de pêche à partir des données d'enquêtes. La prise en compte du système de partage du produit de la pêche a permis de déterminer les revenus de capital et de travail, ce qui a débouché sur le calcul du taux de rentabilité interne, du délai de récupération du capital investi, du coût de création d'un emploi et de la valeur ajoutée moyenne générée.

Mots-clés: Sénégal — *Octopus vulgaris* — Pêche artisanale — Rentabilité financière — Rentabilité économique.

Pierre Failler : « Synthèse du programme Inco. Programme de recherche européen en coopération relatif à l'aménagement des pêcheries de céphalopodes en Afrique de l'Ouest »

Le programme de recherche Inco-Céphalopodes a porté sur l'étude de la régulation des systèmes productifs des pêcheries céphalopodières du Sénégal, de la Mauritanie et du Maroc. Après avoir conduit une réflexion sur la définition du concept de « gestion durable », les chercheurs des différentes disciplines impliquées (essentiellement des sciences sociales) se sont efforcés de rendre compte et d'analyser ensemble les dynamiques des interactions entre systèmes de gestion et systèmes productifs afin de pouvoir formuler des options pour une exploitation durable des ressources en jeu. Les principaux résultats obtenus mettent en évidence la complexité des pêcheries de céphalopodes et de leur régulation pour lesquelles les facteurs humains doivent être considérés avec la même importance que les éléments économiques et biologiques tant ils interfèrent dans les processus dits rationnels de décisions liés à la production et à la régulation de l'accès.

Mots-clés : Afrique de l'Ouest — Céphalopodes — Pêche — Économie — Régulation.

Mamadou Diallo, Mauricio Ortiz : « Estimation d'indices standardisés de l'abondance des poulpes (*O. vulgaris*) à partir de la pêche artisanale sénégalaise »

Un indice standardisé de l'abondance du poulpe capturé par la pêche artisanale sénégalaise est estimé pour la période 1989 à 1994. L'indice montre une forte abondance en 1991 par rapport aux autres années. De 1992 à 1994, aucune tendance n'est décelable malgré une augmentation de l'effort total de la pêche artisanale.

Mots-clés : Rendements — *Octopus vulgaris* — Pêche artisanale — Modèle linéaire généralisé — Sénégal.

Abdellatif Boumaaz, Abdelmajid Dridi : « Abondance des céphalopodes et structure démographique du poulpe commun dans le sud du Maroc »

Le poulpe commun (*Octopus vulgaris*) est l'espèce cible de la pêche des flottilles industrielle et artisanale dans le sud du Maroc où il représente plus de 60 % des captures. Une ana-

lyse comparative de l'évolution des rendements trimestriels des céphalopodiens marocains et des indices d'abondances des campagnes de chalutage est effectuée pour la période 1984-1999. Cette analyse fait ressortir une tendance similaire dans l'évolution globale des deux séries. Il ressort des résultats des campagnes de chalutage, que le poulpe commun constitue bien la principale espèce de céphalopodes de la région. Les rendements les plus élevés du poulpe sont observés dans les eaux côtières et plus particulièrement au niveau de la strate de profondeur 10-30 mètres.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Maroc — Distribution géographique — Structure démographique — Rendements.

Didier Jouffre, Cheikh Abdellahi Ould Inejih, Alain Caverivière :
« Les pots à poulpes : un danger pour la ressource ? »

En Mauritanie, lors de conflits opposant la pêche artisanale du poulpe au moyen de pots et la pêche industrielle par chalutage, les pots sont parfois accusés de pêcher principalement des femelles, en particulier d'un stade de maturité sexuelle avancé ou couvant leur ponte, et de ce fait d'être un danger pour la ressource. Cette étude répond à cette question par l'analyse des prises expérimentales de poulpe *Octopus vulgaris* au moyen des mêmes pots que ceux utilisés par la pêche artisanale mauritanienne. Les pêches ont été effectuées au large de Nouadhibou (Mauritanie, Afrique du nord-ouest), entre mai 1993 et avril 1994. Elles montrent que les pots ne sont pas spécifiquement attrayants pour les femelles. Au contraire, le sexe masculin domine légèrement dans les prises. Pour les femelles, l'occupation des pots ne semble liée ni à la période de maturité avancée et de ponte, ni à un autre moment particulier du cycle de vie.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Pêche artisanale — Mauritanie — Afrique.

Martial Laurans, Didier Gascuel, Alain Caverivière : « Application d'un modèle global avec effet de l'environnement au stock de poulpe du Sénégal »

La pêche du poulpe est une activité récente au Sénégal où le poulpe est ciblé par une partie de la pêche artisanale et

industrielle. Son exploitation est marquée par de fortes variations inter-annuelles de la production qui semblent être en partie liées à l'intensité de l'upwelling hivernal le long du littoral.

Pour tenter d'expliquer les variations de capture et d'abondance, une analyse du stock par un modèle global avec effet de l'environnement est réalisée sur la période allant de 1986 à 1999. Deux modèles et différentes séries environnementales sont testés. Les résultats obtenus montrent deux points importants. L'abondance et la capture peuvent être modélisées simplement à partir de l'effort de pêche et d'une mesure de vent traduisant l'intensité de l'upwelling. Ainsi, la production exceptionnelle de l'année 1999 est corrélée à un upwelling de forte intensité et à un effort de pêche modéré. L'autre point concerne les niveaux d'exploitations. Malgré une production qui ne dépend que du recrutement de l'année, le stock de poulpe se trouverait, au cours des années récentes, en état de surexploitation.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Modèle global — Environnement — Effort de pêche — Upwelling — Sénégal.

Didier Jouffre, Sophie Lanco, Didier Gascuel, Alain Caverivière :
« Niveaux d'exploitation des stocks de poulpes du Sénégal de 1996 à 1999 et tailles minimales de captures. Une évaluation par modélisation analytique »

La dynamique de la population des poulpes *Octopus vulgaris* du Sénégal est modélisée selon une approche analytique (analyse des cohortes et simulations de captures, sur base mensuelle). La modélisation permet : (1) d'évaluer l'état de la ressource et ses niveaux d'exploitation durant la période analysée (entre 1996 et 1999) puis, (2) de simuler l'application à cette ressource de tailles minimales de captures afin d'évaluer l'impact potentiel d'une telle mesure sur la production.

Le modèle montre que malgré des niveaux d'effort fortement variables selon les années, les diagnostics d'exploitation semblent toujours proches de la pleine exploitation. Les simulations de tailles minimales de capture montrent des effets sur la production qui peuvent être très différents selon les années et

les tailles minimales simulées. En prenant en compte cette variabilité ainsi que les incertitudes liées au modèle, la conclusion de l'étude est que l'instauration de tailles minimales n'implique pas la certitude d'une amélioration de la production. Cependant, cette mesure ayant des effets bénéfiques sur les indices de biomasse féconde, elle pourrait être envisagée dans une perspective d'approche de précaution.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Modélisation structurale — Aménagement pêcheries — Tailles minimales.

Didier Jouffre, Sophie Lanco, Didier Gascuel, Alain Caverivière :
« Évaluation par modélisation analytique des effets de périodes de fermeture de la pêche au poulpe au Sénégal »

La dynamique de la population de poulpe *Octopus vulgaris* du Sénégal est modélisée dans le but d'évaluer l'impact potentiel de fermetures temporaires de pêche sur la production de ce stock. L'étude est basée sur un modèle analytique adaptée aux caractéristiques biologiques du poulpe, espèce à courte durée de vie. Elle concerne la période d'exploitation de 1996 à 1999.

Le modèle montre que les fermetures de pêche peuvent engendrer des réponses très différentes selon les années, mais aussi selon la durée de la fermeture et sa position au cours de la saison de pêche. En prenant en compte cette variabilité ainsi que les incertitudes liées au modèle, on est conduit à admettre que l'instauration de fermetures de pêche n'implique pas la certitude d'amélioration de la production de poulpes par rapport à une situation sans fermeture. La même conclusion est aussi valable quand l'on couple fermetures de pêche et tailles limites de première capture.

Cependant, le modèle montre qu'en instaurant une fermeture de deux mois en juillet-août, configuration temporelle la plus favorable en moyenne, on peut espérer un doublement de la biomasse féconde et donc du potentiel reproducteur du stock. Ce dernier résultat milite en faveur des fermetures comme mesure bénéfique à long terme, dans une approche de précaution.

Mots-clés : *Octopus vulgaris* — Modélisation structurale — Aménagement des pêches — Fermetures de pêche — Sénégal.

Abstracts

François Domain, Alain Caverivière, Massal Fall, Didier Jouffre:
"Tagging experiments on *Octopus vulgaris* in Senegalese waters"

Tagging tests have been carried out in Senegal from 1996 to 1998 in order to study growth and migrations of *Octopus vulgaris*. First experimentation on animals raised in tanks has allowed to select the "Petersen disc" tag as the most appropriate for octopuses tagging. This choice has been confirmed during a first tagging sea survey. During a second step 4,245 octopuses were tagged off Senegal and 1,019 (24%) of these were recaptured. The maximum survival period has been 6 months. The results of these tagging experiments confirm the short lifetime of this species and show missing of great amplitude migrations

Key words: *Octopus vulgaris* — Rearing — Tagging — Migration — West Africa.

Didier Jouffre, Alain Caverivière, François Domain: "Growth of *Octopus vulgaris* in Senegal. Further information and regional comparison"

This study provides some additional information related to the exponential model of *in situ* (capture-recapture data) growth of *Octopus vulgaris* in Senegal by Domain *and al.* (2000), in order to facilitate its interpretation and its use in the context of fisheries management. First we reconsider the high individual variability in specific growth rates and its consequences for modelling of growth. Secondly we present new versions of the Senegalese octopus growth model expressed in absolute age. These conversions from the initial model of Domain *et al.* (in relative age) are computed in order to facilitate comparison with other octopus populations. A comparison involving this Senegalese model is proposed and discussed; it is based on capture-recapture data (Senegalese model) and the results of several regional and/or world studies that have evaluated the growth of the same species using other methodological approaches.

Key words: *Octopus vulgaris* — Growth — Tagging — Senegal — West Africa.

Massal Fall, Saliou Ndiaye: "Discrimination and morphometric description of the common octopus (*O. vulgaris*, Cuvier 1797) off the Senegalese coast"

From March 1997 to August 1998, 18 variables, of which 16 were morphometric, were measured after defrosting on 841 octopuses (*O. vulgaris*) sampled from two sites off the Senegalese coast at Kayar and Mbour. Biometrical discrimination of these groups failed because of the weakness of the difference within populations (13%) and the value of Wilk' statistics ($\lambda = 0,871 = 1$), suggesting identical means.

It is difficult to compare the Senegalese stock with those of the sub-region for many reasons: variability of the number of stocks depending on the author, non morphometrical studies, lack of harmonization of biometrical approaches, etc. The exclusive use of morphometry to separate octopus stocks is questionable due to the almost complete absence of hard body parts, the springiness of the body, imprecise landmarks, post-defrosting cutaneous expansions, vestigial and non negligible contractility of tissues, and the number of different people making the measurements. Further genetic studies are thus recommended.

Key words: *Octopus vulgaris* — Senegal — Morphometry — Discrimination — Description.

Youssouph Diatta, France-Lyse Clotilde-Ba, Christian Capapé: "The diet of *Octopus vulgaris* and of potential predators off the coast of Senegal"

In order to study their food, 2 046 specimens were collected from the area off Dakar (Senegal), including 459 *Octopus vulgaris*, 237 elasmobranches (13 species) and 1 350 teleosts (42 species). Their stomach contents were analysed using qualitative and quantitative methods.

Octopus vulgaris feed regularly on benthic organisms and teleosts all year long. Cannibalism exists, but is rarely observed.

Elasmobranches ingest teleosts and crustaceans and sometimes cephalopods. *Octopus vulgaris* were only identified in the stomach contents of two species.

Teleosts regularly feed on bony fishes and benthic organisms, among them cephalopods, namely *O. vulgaris*. The

latter was identified in the stomachs of 8 species, all of economic interest.

Key words: *Octopus vulgaris* — Elasmobranches — Teleosts — Feeding habits — Predation — Senegal.

Alain Caverivière: "Octopus vulgaris life cycle in Senegalese waters"

Many observations made by diving show that the common Octopus *O. vulgaris* digs deep shelters in the light sediments of the Senegalese continental shelf and that its main food is molluscs. These observations are helpful in explaining octopus distribution.

The results of a large-scale octopus-tagging program as well as other elements of information such as post-reproductive mortality show that the life cycle of this species off the coast of North-West Africa is about one year. This short life cycle can help explain the marked variations in the abundance of octopus from one year to another off the coast of Senegal. Considering the absence of migration among benthic octopuses, juveniles and adults, variations in abundance should mainly be due to the survival rate of the pelagic larvae. An increase in abundance could be facilitated by a decrease in predation on juveniles and adults, which are only eaten by large individuals of predatory species.

Key words: *Octopus vulgaris* — Life cycle — Distribution — Habitat — Senegal.

Valérie Faure: "Environnement and variability of the *Octopus vulgaris* populations in West Africa"

Octopus vulgaris is one of the main fisheries resources in West Africa but its populations present large fluctuations from year to year. Studies of the relationships between octopuses and both environment and plurispecific pressure provide key data to understand their spatio-temporal dynamics (demographic explosion, year-to-year variability, spatial location, reproductive strategy). Environment appears as a key factor in octopus populations variability, especially the balance between trophic enrichment, concentration and retention processes during octopus planktonic stage.

Environmental impact associated with species interactions provides a coherent scenario to understand the population burst.

Key words: *Octopus vulgaris* — Spatio-temporal dynamic — Environment — Plurispecific interactions — Planktonic stage.

Alain Caverivière, Hervé Demarcq: "Abundance indexes of *Octopus vulgaris* and coastal upwelling intensity in front of Senegal"

The study concerns the relations being able to exist between the indices of abundance of octopus, represented by the unloaded quantities, and the intensity of the coastal upwelling which preceded them, calculated from the direction and the speed of the winds on the surface. Indeed, the success of the recruitment, which takes place in summer for this species at annual lifespan, would be directly influenced by the impact of the environmental factors on the survival of the first stages of life, in particular that of the planktonic paralarvae. The indices of upwelling would integrate the majority of these environmental factors. Remarkable determination coefficients are found between the two series which cover the period 1986-1999, in particular with the indices of upwelling calculated for the first three months of the year ($r^2 > 0,80$). It would be thus possible to predict the importance of recruitment, very variable from one year to another, a few months in advance.

Key words: *Octopus vulgaris* — Abundance — Environment — Upwelling — Senegal — West Africa.

Mamadou Diallo: "Weight frequencies of octopuses fished by the Senegalese artisanal fishery (1996-1998)"

This study analyses the weight frequencies of octopuses (*O. vulgaris*) fished with jigging hooks by the Senegalese artisanal fishery between the years 1996-1998 and landed in Kayar, Thiaroye, Mbour and Joal, which are the main landing points for cephalopods. Landings of octopus increased considerable between 1996 and 1998. The majority of landed octopuses were small with mean individual weights of less than 1 kg. Octopuses from the northern area were thic-

ker than those from the south; but the catches were bigger in the south. No clear trend in weight variation with respect to fishing depth was observed.

Key words: *Octopus vulgaris* — Senegal — Small-scale fishing — Weight frequencies.

Moustapha Dème: "Economic and financial profitability of the Senegalese artisanal cephalopod fisheries"

This study deals with the economic and financial profitability of the Senegalese artisanal cephalopod fisheries.

A description is given of the conditions governing these new fisheries, marketing agents, and the economic and technical characteristics of the fishing units.

For the cost-benefit analysis, operating accounts were reconstructed from available data. By taking the fish production-sharing system into consideration, it was possible to determine capital and labor incomes, leading to the calculation of the internal rate of return, the payback period, the cost of a created job, and the average added value.

Key words: Senegal — *Octopus vulgaris* — Small-scale fisheries — Economic profitability — Financial profitability.

Pierre Failler: "Synthesis of the Inco programme. International Co-operation research programme of the European Commission community research relating to the assessment of the cephalopod fisheries in West Africa"

The Inco-Cephalopods Project was carrying on the access regulation of cephalopod fisheries in Senegal, Mauritania and Morocco. After having reflect on the definition of the concept of "sustainable management", researchers of the various implied disciplines (essentially social sciences) endeavoured to return account and to analyse together dynamic interactions between systems of management and production systems in order to be able to formulate options for a sustainable development of cephalopod fisheries.

Main results obtained underline the complexity of cephalopod fisheries and of their regulation for which the human factors must be considered with the same importance as the economic and biological elements so much they interfere in

the processes known as rational of decisions related on the production and the regulation of the access.

Key words: West Africa — Cephalopods — Fishery — Economics — Access regulation.

Mamadou Diallo, Mauricio Ortiz: "Estimation of a standardized index of abundance of octopus (*O. vulgaris*) from the Senegalese's artisanal fishery (1989-1994)"

A standardized index of abundance of octopus from the Senegalese artisanal fishery is estimated for the period 1989 through 1994. The index shows a higher abundance for 1991 in comparison with the other years. From 1992 to 1994 the index shows no trend, although total fishing effort in the artisanal fishery shows an increase for the same period.

Key words: Standardized CPUE — *Octopus vulgaris* — Artisanal fishery — Generalized Linear Model — Senegal.

Abdellatif Boumaaz, Abdelmajid Dridi: "Abundance of Cephalopods and demographic composition of the common Octopus in Southern Morocco"

The common Octopus (*Octopus vulgaris*) is the target species for the industrial and small-scale fleets in Southern Morocco, and comprises more than 60% of catches.

Over the period 1984-1999, a comparative analysis was made of variations in quarterly yields of Moroccan cephalopod trawlers and abundance indices observed during trawling surveys. This analysis emphasizes a similar tendency in the two series.

The results of the trawling surveys confirm that the common Octopus is the principal cephalopod species of the area. The highest yields of this species were observed in coastal water and more particularly in the 10-30 meter depth layer.

Key words: *Octopus vulgaris* — Morocco — Geographical distribution — Demographic composition — Yields.

Didier Jouffre, Cheikh Abdellahi Ould Inejih, Alain Caverivière:
"Do Octopus pots pose a threat for the resource?"

When conflicts arise that oppose small-scale and industrial Mauritanian octopus fisheries, the pots used by artisanal fishermen are sometimes accused of being too hazardous for mature and brooding females and therefore suspected of endangering the durability of this resource. This study attempted to answer the question by analysing experimental catches of *Octopus vulgaris* using Mauritanian artisanal pots. The experiment was carried out off Nouadhibou (Mauritania, NW Africa), between May 1993 and April 1994 and showed that the pots are not specifically attractive to females. On the contrary, the sex ratio in the catches is slightly male dominant. Furthermore, the pot's occupancy does not appear to be linked either to the mature and brooding periods, or to any other particular moment in the life cycle of the species.

Key words: *Octopus vulgaris* — Small-scale fisheries — Mauritania — Africa.

Martial Laurans, Didier Gascuel, Alain Caverivière: "Surplus model with an environmental effect carried out on the Senegalese Octopus stock"

Octopus fishing is a recent activity in Senegal where octopuses are targeted by a certain proportion of both industrial and artisanal fisheries. Its exploitation is characterised by high inter-annual variations in production that appear to be partly linked to the intensity of winter upwelling along the coast.

To attempt to explain variations in catch and abundance, a stock analysis by a surplus model with an environmental effect was carried out for the period 1986-1999. Two models and different environmental series were tested. Two important points became apparent. Abundance and catch can be simply modelled from fishing effort and one wind measurement representing the upwelling intensity. Thus, the excep-

tional production in 1999 is correlated with a highly intense upwelling and a moderate fishing effort. The other point concerns exploitation levels. Despite the fact that production only depends on same-year recruitment, octopus stock appears to have been over-exploited in recent years.

Key words : *Octopus vulgaris* — Surplus model — Environment — Fishing effort — Upwelling — Senegal.

Didier Jouffre, Sophie Lanco, Didier Gascuel, Alain Caverivière :
"Exploitation levels of Senegalese *Octopus* stocks from 1996 to 1999 and minimal sizes of capture. Evaluation using an analytical approach"

The dynamics of the *Octopus vulgaris* population of Senegal was modelled using an analytical approach (cohort analyses and simulations of captures on a monthly basis). Modelling allows: (1) to evaluate the state of the resource and its levels of exploitation during the analysed period (between 1996 and 1999) and, (2) to simulate the application to this resource of several minimal sizes of capture in order to evaluate the potential impact of such a policy on production.

The model shows that in spite of highly variable levels of effort from year to year, the diagnoses always appear to be close to full exploitation. Simulations of minimal sizes of capture show some effects on production, and these can differ considerably depending on the year simulated and on minimal sizes. Taking into account this variability as well as uncertainties related to the model, the conclusion of the study is that the introduction of minimal sizes does not ensure improvement in production. However, as this policy has a positive effect on fertile biomass indices, it could be considered as a precautionary approach.

Key words : *Octopus vulgaris* — Analytical modelling — Fisheries management — Minimal sizes — Senegal.

Didier Jouffre, Sophie Lanco, Didier Gascuel, Alain Caverivière :
"Analytical modelling of the potential impacts of fishing closures on *Octopus* production in Senegalese waters"

The dynamics of the *Octopus vulgaris* population in Senegalese waters was modelled in order to evaluate the

potential impact of temporal fishing closures on the production of this stock. The study is based on an analytical model adapted to the biological characteristics of *O. vulgaris*, a short lifespan species. It covers the exploitation period from 1996 to 1999.

The model shows that fishing closures can generate very different answers depending on the year, but also depending on the duration of the closures and at what period during the fishing season they occur. Taking this variability into account as well as uncertainties related to the model, one is led to conclude that the introduction of fishing closures does not necessarily imply octopus production will be improved compared to no closure. The same conclusion is also valid when fishing closures are coupled with limiting the size of the first capture.

However, the model shows that by introducing a two-month closure in July-August, which is generally the most favourable temporal configuration, one could hope for a doubling of the fertile biomass and thus a doubling of the reproductive potential of the stock. This last result indicates that fishing closures are a potentially useful long-term strategy, and could be recommended in a precautionary approach.

Key words: *Octopus vulgaris* — Analytical modelling — Fisheries management — Fishing closures — Senegal.

Annexe 1

Diffusion scientifique du programme Céphalopodes benthiques (poulpe)

Hormis présent ouvrage

Articles

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 : 1-42.

GASCUEL D., THIAM M., 1994 —

« Evolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises : estimation par modélisation linéaire des PUE ». *In* Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éd.) : *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*. Paris, Orstom, coll. Colloques et séminaires, t. II : 191-213.

CAVERIVIÈRE A., 1994 —

« Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal : une nouvelle ressource ». *In* Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éd.) : *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*. Paris, Orstom, coll. Colloques et séminaires, t. II : 245-256.

BAKHAYOKHO M., 1997 —

La pêche artisanale à la turlutte des céphalopodes au Sénégal : contexte de développement ; présentation des variantes de turlattes, de l'impact et des enseignements de leur utilisation par les pêcheurs. *Centre rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci.*, 146 : 1-17.

DOMAIN F., CAVERIVIÈRE A., DIALLO A., 1997 —

Note sur la croissance en poids du poulpe (*Octopus vulgaris*) élevé en bassin. FAO, Copace/Pace Séries/97/63 : 78-80.

- CAVERIVIÈRE A., DOMAIN F., DIALLO A., 1997 —
Note sur des observations de pontes d'*Octopus vulgaris*
au Sénégal. FAO, Copace/Pace Séries/97/63 : 96-97.
- CAVERIVIÈRE A., 1997 —
Note sur l'observation de terriers creusés dans le sable et occupés
par des juvéniles d'*Octopus vulgaris*. FAO, Copace/Pace
Séries/97/63 : 98.
- FOUCHER E., THIAM M., BARRY M., 1998 —
A GIS for management of fisheries in West Africa: Preliminary
application to the octopus stock in Senegal.
S. Afr. J. mar. Sci.: 20: 337-346.
- 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: 93-100.
- CAVERIVIÈRE A., DOMAIN F., DIALLO A., 1999 —
Observations on the influence of temperature on the length of
embryonic development in *Octopus vulgaris* (Senegal).
Aquat. Living Resour., 12 (2): 151-154.
- DOMAIN F., JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., 2000 —
Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters.
J. Mar. Biol. Ass. U.K., 80 (4): 699-706.
- JOUFFRE D., INEJH C., SIMIER M., 2000 —
« Cycle biologique du poulpe (*Octopus vulgaris*) au large
du Cap-Blanc (Mauritanie) ». In Gascuel D., Chavance P., Bez N.,
Biseau A (éd.) : *Les espaces de l'Halieutique*. Paris, IRD,
coll. Colloques et séminaires : 243-267.
- CAVERIVIÈRE A., DIALLO M., DOMAIN F., JOUFFRE D., 2000 —
« Répartition côtière du poulpe *Octopus vulgaris*
sur la Petite Côte du Sénégal et son exploitation par la pêche
artisanale ». In Gascuel D., Chavance P., Bez N., Biseau A (éd.) :
Les espaces de l'Halieutique. Paris, IRD,
coll. Colloques et séminaires : 269-283.
- DEMARCO H., FAURE V., 2000 —
Coastal upwelling indexes and associated indices derived

from satellite SST. Application to *Octopus vulgaris* recruitment. *Oceanol. Acta.*, 23 (4): 391-408.

FAURE V., INEJIH C.A., DEMARCO H., CURY P., 2000 —
Octopus recruitment success and retention processes in upwelling areas: The example of the Arguin bank (Mauritania).
Fish. Oceanogr., 9 (4): 343-355.

DIALLO M., JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., THIAM M., (accepté) —
« The demographic explosion of *Octopus vulgaris* in Senegal during the 1999 summer ». In CIAC 2000 International Symposium, Cephalopod Biomass and Production. *Bull. Mar. Sci.*

Jouffre D., Inejih C., Caverivière A., (accepté) —
« Are the Octopus pots used by the Mauritanian small-scale fishery dangerous for the resource? » In CIAC 2000 International Symposium, Cephalopod Biomass and Production. *Bull. Mar. Sci.*

Littérature grise

ANONYME, 1996 —
Rapport du groupe de travail sur les statistiques et l'échantillonnage biologique (CRODT, Dakar, 1-3 avril 1996).
Programme de recherches sur les pêcheries de céphalopodes benthiques (poulpe, seiches) et leur aménagement. 83 p. miméo.

CAVERIVIÈRE A., 1996 —
About Cephalopod Fisheries of the Center East Atlantic (part North), with focus on Senegalese one's. Communication au Forum sur les Pêcheries tropicales de céphalopodes. Biologie et écologie. Brisbane (Australie), 4 - 7 Août 1996, 9 p. miméo.

DIA A. D., M. DIOP, D. JOUFFRE 1996 —
Pêcheries au coeur d'un enjeu de développement, les pêcheries démersales mauritaniennes du poulpe et des crevettes côtières. Confrontation entre stratégies des acteurs et mesures institutionnelles: éléments d'analyse. Actes de l'Iifet 1996, International Institute for Fisheries Economics and Trade, 22p.

INEJIH C.A., JOUFFRE D., 1996 —
Premiers éléments de la dynamique spatio-temporelle du poulpe dans la zone du Cap-Blanc : Migration côte-large ? Communication à l'atelier régional 1996 de l'Inoc, La circulation des masses d'eaux,

la pollution et leurs impacts sur les ressources vivantes au niveau de la zone côtière Atlantique Centre Est. Nouadhibou, Mauritanie, du 20 au 23 juillet 1996 ; version juillet 1996 : 10 p.

JOUFFRE D., INEJIH C.A., DEDAH S., 1996 —

A propos de l'impact de la circulation des masses d'eaux et de l'hydroclimat général sur les stocks de poulpes de la zone côtière Atlantique Centre Est. Communication à l'atelier régional 1996 de l'Inoc, La circulation des masses d'eaux, la pollution et leurs impacts sur les ressources vivantes au niveau de la zone côtière Atlantique Centre Est. Nouadhibou, Mauritanie, du 20 au 23 juillet 1996.

DOMAIN F., CAVERIVIÈRE A., DIALLO A., 1997 —

Growth of Octopus vulgaris in concrete tanks: First results in Senegal. Communication à: International Symposium. Cephalopod biodiversity, ecology and evolution. 4-7 septembre 1997, CapeTown, Afrique du Sud, 9 p. miméo.

JOUFFRE D., INEJIH C.A., 1997 —

La pêche au poulpe en zone Nord-Ouest Africaine : surexploitation ? Communication au 3^e forum halieumétrique, organisé par l'AFH (Association française d'halieumétrie), Montpellier (France), 1 - 3 juillet 1997, (texte paru dans doc. AFH/Orstom de présentation du colloque : 8 p.).

JOUFFRE D., THIAM M., CAVERIVIÈRE A., 1999 —

Structural changes in the demersal fauna of Senegalese waters during the last decade : ecosystem effects of fishing ? In : Book of abstracts of Ices/Scor symposium: Ecosystem effects of fishing, Montpellier 15-19 March 1999 : p. 38.

JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., LANCO S., 2000 —

Analytical modelling of the Senegalese Octopus population. Communication présenté à : CIAC 2000 International Symposium, Cephalopod Biomass and Production, Aberdeen, 3-7 juillet 2000.

Mémoires et thèses

SANDON Y., 1998 —

Effort effectif exercé sur le poulpe (Octopus vulgaris) par la pêcherie sénégalaise. Mémoire de fin d'études ingénieur agronome. Ecole nat. sup. agron. de Rennes, 86 p. miméo.

FALL M., 1998 —

Contribution à l'étude des paramètres biométriques du poulpe commun (Octopus vulgaris, Cuvier 1797) du littoral sénégalais : estimation du poids éviscéré. Mém. DEA biol. ani., univ. Dakar, n° 104, 45 p.

BARBIER J., 1998 —

Traitements des données de distributions de poids des échantillons de poulpes récoltés sur différentes plages du Sénégal. Regroupements par quinzaines et suivi des évolutions par plage et inter-plages. Univ. Bretagne Occidentale, maîtrise de Biologie des populations et des écosystèmes, 21 p. miméo.

LANCO S., 1999 —

Adaptation d'un modèle structural à une ressource instable en vue de mesurer l'impact de fermetures de pêche. Application au stock de poulpe (Octopus vulgaris, Cuvier 1797) sénégalais. Mémoire de DEA Océanologie biologique et Environnement marin, Ecole nat. sup. agron. de Rennes : 49 p (+ annexes).

DIATTA Y., 2000 —

Le régime alimentaire du poulpe commun, Octopus vulgaris Cuvier, 1797 (Cephalopoda, Octopodidae) et de ses prédateurs potentiels au long de la côte du Sénégal (Atlantique orientale tropicale). Thèse 3^e cycle biologie animale, univ. Cheikh Anta Diop de Dakar, n°049, 136 p.

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. Thèse doc., univ. Montpellier-II, 403 p.

Posters

DOMAIN F., CAVERIVIÈRE A., Diallo A., 1997 —

Tagging Octopus vulgaris: Tests in concrete tanks (Dakar, Senegal). Poster présenté à : International Symposium. Cephalopod biodiversity, ecology and evolution. 4-7 septembre 1997, CapeTown, Afrique du Sud.

CAVERIVIÈRE A., DOMAIN F., DIALLO A., 1998 —

Observations about the influence of temperature on the length of

the Octopus vulgaris' embryonic development (Senegal, West Africa). Poster présenté à : International Council for the Exploration of the Sea. ICES Annual Science Conférence, 16-19 septembre 1998, Cascais, Portugal.

JOUFFRE A., THIAM M., CAVERIVIÈRE A., 1999 —
Structural changes in the demersal fauna of Senegalese waters during the last decade: Ecosystem effects of fishing?
Poster présenté à : ICES/SCOR Symposium. Ecosystem effects of fishing. Montpellier, France, 15-19 mars 1999.

Caverivière A., Diallo M., Domain F., Jouffre D., 1999 —
Répartition côtière du poulpe Octopus vulgaris sur la Petite Côte du Sénégal et son exploitation par la pêche artisanale. Poster présenté à : 4^e Forum halieumétrique: Les espaces de l'halieutique. Rennes, 29 juin - 1er juillet 1999.

JOUFFRE D., INEJIH C., SIMIER M., 2000 —
Occupation de l'espace et cycle biologique du poulpe (Octopus vulgaris) au large du Cap-Blanc (Mauritanie). Poster présenté à : 4^e forum halieumétrique, Les espaces de l'halieutique. Rennes, 29 juin - 1er juillet 1999.

JOUFFRE D., INEJIH C., CAVERIVIÈRE A., 2000 —
Are the Octopus pots used by the Mauritanian small-scale fishery dangerous for the resource? Poster présenté à : CIAC 2000 International Symposium, Cephalopod Biomass and Production, Aberdeen, 3-7 juillet 2000.

DIALLO M, JOUFFRE D., CAVERIVIÈRE A., THIAM M., 2000 —
The demographic explosion of Octopus vulgaris in Senegal during the 1999 summer. Poster présenté à : CIAC 2000 International Symposium, Cephalopod Biomass and Production, Aberdeen, 3-7 juillet 2000.

Film

YARANKA, le poulpe du Sénégal. Vidéo Betacam, 26 minutes.

Annexe 2

I Distributions des captures mensuelles de poulpe au Sénégal par type de pêche, par catégorie commerciale et structure des catégories

Alain Caverivière
Biologiste halieute

Ces données des captures mensuelles de poulpe par type de pêche, par catégorie commerciale (pour les parts des captures précédentes qui ont pu être recueillies selon cette ventilation), ainsi que la structure des catégories en fonction des poids individuels des individus qui les composent, permettent de reconstituer les structures des populations capturées. Ces structures sont à la base des études de dynamique analytique des populations.

Débarquements mensuels

Il s'agit des débarquements mensuels (table AII.1) de poulpes 1986-1999 issus du système statistique du Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) pour la pêche artisanale (PA) et pour la pêche industrielle (PI: chalutiers basés à Dakar et chalutiers étrangers). Les données 1997, 1998 et surtout 1999 sont encore provisoires. Avant 1985-1986, le poulpe était inclus dans le groupe « Divers ». Les données pour la pêche industrielle concernent des poids de poulpes éviscérés (sauf pour les chalutiers glaciers qui sont minoritaires et de moins en moins nombreux), celles de la pêche artisanale se rapportent à des individus entiers.

La table permet de suivre l'évolution de la pêche au poulpe qui a surtout lieu en été et à la côte pour la pêche artisanale, et aussi en

été pour la pêche industrielle mais que lorsque le niveau de l'abondance est élevé (marqué par des captures estivales importantes de la PA). Les chalutiers ont une saison hivernale de pêche au poulpe en mars-mai, il s'agit de fonds compris entre 80 et 150 m. La pêche artisanale devient aussi assez active à cette période à partir de 1992, principalement par la pêche, plus profonde qu'en été, des pirogues de Soubédioune (plage de Dakar) et par la pêche des pirogues de Kayar (côte Nord, en face de la fosse sous-marine du même nom). L'existence d'une saison de pêche hivernale et d'une saison estivale crée souvent une déplétion des captures totales en juin.

Répartitions mensuelles par catégories commerciales

Le poulpe est trié par catégories commerciales à bord des chalutiers congélateurs ou dans les usines de traitement pour les chalutiers glaciers et la pêche artisanale. Ce sont des catégories de poids et elles concernent des animaux éviscérés.

De 1986 à 1992, il n'y a pas d'homogénéité des catégories commerciales entre les différentes entreprises et les types de pêche. Ces données « historiques » par catégorie pour les années 1986, 1989-1992, sont présentées dans les tables AII.2 à AII.16 en pourcentage de la capture toutes catégories correspondante. Cette capture en poids est aussi indiquée dans les tables pour permettre d'apprécier l'importance des échantillons par catégorie commerciale par rapport aux prises de l'ensemble de la pêche artisanale et industrielle déjà présentées à la table AII.1. Sous ces valeurs de prises pondérales, les tables présentent aussi un regroupement des catégories commerciales en dessous et en dessus de 800 g ou d'une valeur proche (900 ou 1 000 g) lorsque le seuil de 800 g n'est pas utilisable.

Les données par catégories commerciales entre 1993 et 1995 n'ont pas été recueillies.

À partir de 1996, il y a eu une homogénéisation des catégories commerciales à un même standard, sauf pour le traitement de la pêche artisanale d'une entreprise. Pour des facilités de comparaison et de lecture, les données des différentes entreprises ont été regroupées en 6 catégories, pour la pêche artisanale et la pêche industrielle, de

1996 à 1999, dans les tables AII.17 à AII.24 qui présentent la même structure que les tables précédentes. On notera que différentes périodes de fermeture de la pêche au poulpe ont pu influencer sur le niveau des captures ; ces périodes sont : 4 au 20 juillet 1996, 1^{er} juin au 15 juillet 1997, 24 juin au 10 juillet 1999.

Les tables par catégories commerciales permettent de remarquer, par exemple :

- que les petits individus (moins de 500 g) sont capturés majoritairement durant l'été, surtout en pêche artisanale, pendant les mois de juin ou juillet suivant les années, parfois en août pour la catégorie 300-500 g, mai et même août (PA 1997) pour les moins de 300 g ;
- que les chalutiers crevettiers utilisant un cul de chalut de 40 mm de maille étiré ont à peu près la même proportion de petits individus (inf. à 800 g ou 1 kg) que la pêche artisanale, et que les chalutiers poissonniers, qui utilisent *en principe* une maille de 70 mm, en ont une proportion un peu plus faible. Ces constatations sont en accord avec Boumaaz et Idelhaj (1997)¹ qui synthétisent les résultats d'études de la sélectivité des mailles des culs de chalut sur la taille des poulpes du Maroc, en particulier celles effectuées à partir de chalutiers céphalopodières commerciaux : la maille de 40 mm n'est pas du tout sélective sur le poulpe, la sélectivité n'étant sensible qu'à partir de 60 mm ;
- que les poulpes pêchés en saison froide (février-mai) et en profondeur par les chalutiers présentent de fortes proportions de petits poulpes de moins de 800 g (hormis 1999) ;
- que l'année 1999, qui a montré une abondance extraordinaire des poulpes pendant l'été, se singularise par la faible proportion des individus de moins de 500 g dès le mois de juillet, après un recrutement survenu en juin. Ce phénomène est visible aussi bien en pêche artisanale qu'en pêche chalutière. D'après des enquêtes concernant la pêche artisanale, il n'est pas dû à des rejets des petits individus d'une espèce très abondante, ni à une sélection des zones

¹ Boumaaz A., Idelhaj A., 1997 - Sélectivité du chalut de fond dans l'exploitation des céphalopodes de l'Atlantique sud du Maroc. FAO, Copace/Pace Séries/97/63 : 58-63.

de pêche qui aurait permis d'éviter les juvéniles. Cette année est aussi caractérisée par la proportion relativement élevée des gros individus capturés en saison froide et en profondeur par les chalutiers.

Structure des catégories commerciales

Certains acheteurs japonais de poulpe délèguent une personne, généralement asiatique, pour contrôler la qualité des produits : bras coupés, blessures, état de la peau et couleur, fermeté du produit, ainsi que le degré d'adéquation entre la catégorie de taille annoncée et la réalité (les prix sont différents suivant les catégories). Pour ce contrôle en pêche industrielle, le délégué décongèlera en entrepôt des cartons de poulpes conditionnés en mer par catégorie commerciale et les individus seront examinés et pesés un à un. Les données recueillies chez un grossiste ont été accessibles et sont présentées à la table AII.25. Elles concernent 320 échantillons au total, comprenant 10 203 individus, pour les catégories commerciales ci-dessous :

T1	Sup. à 4 kg	T6	0,8 - 1,2 kg
T2	3,0 - 4,0 kg	T7	0,5 - 0,8 kg
T3	2,0 - 3,0 kg	T8	0,3 - 0,5 kg
T4	1,5 - 2,0 kg	T9	inf. à 0,3 kg
T5	1,2 - 1,5 kg		

Il apparaît que le calibrage n'est pas bien respecté, ceci provient des difficultés du travail à la mer. Il y a peu d'échantillons pris sur des catégories commerciales élevées car les quantités débarquées sont relativement peu abondantes et les possibilités de renégociation des tarifs (en cas de mauvaise répartition) moins intéressantes pour les acheteurs.

Des données de poids individuels ont pu être recueillies en usine pour les principales catégories de poulpes en provenance de la pêche artisanale. Les données sont présentées à la table AII.26. Elles concernent 179 échantillons au total, comprenant 9 805 individus. Le calibrage est beaucoup mieux respecté qu'en pêche industrielle.

	1986		1987		1988		1989	
	PI	PA	PI	PA	PI	PA	PI	PA
Janvier	5	0	40	1	7	0	10	0
Février	23	1	26	6	5	2	18	3
Mars	20	10	59	2	38	4	33	4
Avril	58	1	24	7	47	19	66	23
Mai	92	4	79	5	16	6	160	38
Juin	691	2	44	2	348	664	483	214
Juillet	2753	18	42	19	499	689	2158	1539
Août	3409	420	12	0	585	64	2988	2405
Septembre	1344	134	44	0	98	13	2938	1955
Octobre	614	10	1	0	223	3	1015	466
Novembre	37	2	19	0	77	0	664	40
Décembre	224	2	1	4	6	0	5	0
Total/engin	9270	604	390	46	1948	1464	10538	6687
Total PI+PA	9874		436		3412		17225	

	1990		1991		1992		1993	
	PI	PA	PI	PA	PI	PA	PI	PA
Janvier	14	1	40	11	53	21	122	31
Février	101	6	105	21	99	73	136	18
Mars	152	36	277	155	336	373	256	65
Avril	170	28	469	143	521	183	222	87
Mai	315	51	606	217	275	62	103	65
Juin	126	53	423	141	233	13	160	122
Juillet	1091	688	1149	1056	211	180	651	376
Août	2467	2128	2738	3342	298	463	429	189
Septembre	1097	1153	2807	2194	527	420	231	66
Octobre	551	201	1467	715	264	92	168	77
Novembre	64	5	308	172	183	76	53	30
Décembre	20	2	103	19	81	8	85	4
Total/engin	6168	4353	10491	8186	3081	1964	2617	1130
Total PI+PA	10521		18678		5046		3747	

■ Annexe II.1

Débarquements mensuels des poulpes au Sénégal pour la pêche industrielle (PI) et la pêche artisanale (PA).

	1994		1995		1996		1997	
	PI	PA	PI	PA	PI	PA	PI	PA
Janvier	119	9	50	71	99	34	45	32
Février	72	47	144	99	145	75	61	61
Mars	198	197	117	263	219	98	125	64
Avril	325	351	184	186	254	94	353	137
Mai	401	340	214	118	240	63	563	162
Juin	259	176	170	148	221	299	174	14
Juillet	307	793	193	964	344	1189	76	910
Août	587	1431	250	342	324	1359	226	594
Septembre	511	1023	236	310	209	352	172	466
Octobre	317	477	69	84	93	164	172	322
Novembre	176	106	62	28	58	33	107	153
Décembre	88	58	37	18	17	22	236	219
Total/engin	3360	5008	1726	2631	2223	3782	2309	3134
Total PI+PA	8368		4357		6005		5444	

	1998		1999	
	PI	PA	PI	PA
Janvier	81	48	44	87
Février	163	76	173	332
Mars	353	201	289	422
Avril	448	231	413	326
Mai	222	125	397	332
Juin	113	76	1083	1160
Juillet	77	724	6859	2003
Août	318	2149	7824	4411
Septembre	1161	1466	4989	3019
Octobre	71	951	2058	581
Novembre	36	166	820	182
Décembre	226	71	62	28
Total/engin	2070	6285	25011	12883
Total PI+PA	8355		37894	

■ Annexe II.1 (suite)

Débarquements mensuels des poulpes au Sénégal pour la pêche industrielle (PI) et la pêche artisanale (PA).

	Glaciers				Congélateurs			Total
	juillet	Août	Sept.	Total	juillet	Août	Total	Général
T1 5-15 kg	0	0	0	0	0	0	0	0
T2 2,5-3,8	3,2	4,4	3,7	3,9	3,9	8,3	6,3	5,3
T3 1,8-2,2	10,1	7,5	8,1	8,3	4,3	10,7	7,8	8,0
T4 1,4-1,7	12,3	13	16,6	13,3	11,6	27,0	19,9	17,2
T5 0,9-1,3	23,6	32,6	35,8	30,3	35,0	38,7	37,0	34,3
T6 0,7-0,8	18,2	18,8	17,2	18,4	27,8	10,8	18,6	18,5
T7 0,5-0,6	13,4	12,5	10,6	12,5	9,0	3,3	5,9	8,6
T8 0,4-0,5	12,6	8,2	5,5	9,1	6,2	1,0	3,4	5,8
T9 <0,4 kg	6,6	3,2	2,6	4,1	2,2	0,2	1,1	2,3
Poids (tonnes)	146	277	69	493	320	380	700	1193
T1-T5 (> 900g)	49,2	57,5	64,2	55,8	54,8	84,7	71	64,8
T6-T9 (<900 g)	50,8	42,7	35,9	44,1	45,2	15,3	29,0	35,2

■ Annexe II.2

Pourcentages de poupe par groupe de catégories commerciales pour trois paires de chalutiers-boeufs glaciers et deux chalutiers congélateurs. Entreprise A. Année 1986.

	Dates de débarquement				
	04-juin	30-juin	12-août	17-sept	Total
T1 <4,5 kg					
T2 3,0-4,5	0,2		2,6	0,8	1,4
T3 2,0-3,0	1,5	1,0	2,1	3,6	2,1
T4 1,5-2,0	6,9	1,3	2,2	4,8	3,0
T5 1,2-1,5	17,1	4,4	14,2	17,5	12,9
T6 0,8-1,2	31,3	9,8	35,3	34,3	28,9
T7 0,5-0,8	27,3	16,4	31,1	27,8	26,8
T8 0,3-0,5	15,7	67,2	12,3	11,2	24,8
T9 0,2-0,3					
Poids (tonnes)	13	36	73	35	157
T2 à T6 (> 800)	57,0	16,5	56,4	61,0	48,3
T7 à T8 (<800)	43,0	83,6	43,4	39,0	51,6

■ Annexe II.3

Pourcentages par groupe de catégories commerciales des débarquements de poupe d'un crevettier congélateur. Entreprise B. Année 1986.

	Dates de débarquement				
	Juin	Juillet	Août	Oct.-Nov.	Total
T2 2,5-3,8	1,4	5,2	3,8	2,6	3,7
T3 1,8-2,2	5,9	4,7	3,5	3,6	4,0
T4 1,4-1,7	23,5	8,5	12,5	10,5	11,1
T5 0,9-1,3	37,2	13,5	29,0	39,5	27,9
T6 0,7-0,8	16,1	13,0	21,0	26,4	20,1
T7 0,5-0,6	9,2	16,8	18,5	17,1	17,1
T8 0,4-0,5	4,7	21,0	11,7	0,3	10,6
T9 <0,4 kg	2,1	17,3	0	0,2	5,4
Poids (tonnes)	28	212	232	221	693
T1-T5 (> 900g)	68,0	44,9	48,8	56,2	46,7
T6-T9 (<900 g)	32,1	55,1	51,2	44,0	53,2

■ Annexe II.4

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour deux chalutiers congélateurs. Entreprise A. Année 1989.

	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Total
> à 2 kg	5,4	3,0	3,7	11,3	11,3	7,3
1 à 2 kg	14,2	6,8	15,5	22,5	20,6	17,0
0,5 à 1 kg	16,1	26,9	39,9	32,7	36,6	34,1
< 0,5 kg	64,2	63,2	40,9	33,4	32,0	41,7
Poids (tonnes)	18	105	189	193	87	592

■ Annexe II.5

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories pour les chalutiers glaciers et la pêche artisanale. Entreprise A. Année 1989.

	Dates de débarquement				
	Mai-Juin	Juillet	Août	Sept.-Oct.	Total
T1 > 3 kg	3,6	2,3	2,2	0,7	2,0
T2 2 à 3 kg	3,5	3,7	4,2	2,2	3,6
T3 1 à 2 kg	10,6	7,6	2,5	32,1	19,7
T4 0,5 à 1	43,6	36,5	41,0	52,2	42,6
T5 0,3 à 0,5	34,7	47,4	24,8	11,7	27,9
T6 0,2 à 0,3	3,9	2,5	5,3	1,0	3,7
T7 < 0,2 kg					0,5
Poids (tonnes)	32	76	166	73	347
T1 à T3 (>1kg)	17,7	13,6	27,9	35,0	25,3
T4 à T7 (<1kg)	82,2	86,4	72,1	64,9	74,7

■ Annexe II.6

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour les crevettiers. Entreprise C. Année 1989.

	janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Total
> 1 kg	28,4	67,1	66,5	79,5	63,0	29,2	17,2	11,0	48,5	39,4	30,0
0,5-1,0 kg	13,6	20,0	20,1	14,3	20,8	21,8	35,6	33,9	35,2	41,0	34,0
0,3-0,5 kg	22,3	10,5	9,6	5,2	12,1	23,4	34,2	43,2	14,0	16,3	26,7
0,15-0,3 kg	35,8	2,4	3,8	1,1	4,2	25,7	13,0	12,1	2,3	3,3	9,2
Poids (tonnes)	10	10	17	19	20	49	451	217	347	106	1246

■ Annexe II.7

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale. Entreprise D. Année 1989.

	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Total
T1 >3 kg	4,1	0,6	0,3	0,2	1,1
T2 2 à 3 kg	2,0	2,9	3,2	3,2	2,8
T3 1 à 2 kg	8,4	14,9	23,3	27,9	17,5
T4 0,5 à 1 kg	29,4	43,0	52,5	53,6	44,6
T5 0,3 à 0,5 kg	44,6	34,0	18,5	11,7	29,0
T6 0,2 à 0,3 kg	11,4	4,6	2,2	3,3	4,9
Poids (tonnes)	90	214	188	30	521
T1 à T3 (>1kg)	14,5	18,4	26,8	31,3	21,4
T4 à T6 (<1kg)	85,4	81,6	73,2	68,6	78,5

■ Annexe II.8

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour les crevettiers. Entreprise C. Année 1990.

	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Total
> 3 kg	1,2	0,4	1,4	2,1	1,0
2 à 3 kg	2,6	1,0	4,1	6,4	2,6
1,5 à 2 kg	6,5	3,0	10,7	17,7	7,0
1,0 à 1,5 kg	14,3	10,8	21,7	30,5	15,9
0,5 à 1,0 kg	29,2	39,2	36,9	27,5	35,4
0,3 à 0,5 kg	29,7	34,1	19,5	11,9	27,6
0,15 à 0,3 kg	16,3	11,4	5,5	3,8	10,4
Poids (tonnes)	252	499	286	93	1129
>1 kg	24,6	15,2	37,9	56,7	26,5
<1 kg	75,2	84,7	61,9	43,2	73,4

■ Annexe II.9

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale. Entreprise D. Année 1990.

	Janv.-Fév.	Mars-Avril	Mai-Juin	Juillet	Août	Sept.	Total
> 4 kg	0,1		12,5	0,03			0,2
2,0-4,0 kg	3,0	19,3	21,2	1,4	0,9	25,2	2,7
1,2-2,0	12,0	24,4	20,6	7,7	5,3	22,2	7,5
0,8-1,2	19,8	25,5	13,3	9,0	15,0	15,4	13,5
0,4-0,8	34,6	19,8	16,9	37,2	53,3	27,3	45,5
< 0,4 kg	30,6	11,0	15,5	44,8	25,6	9,7	30,6
Poids (tonnes)	36	37	21	395	754	38	1280
> 800 g	34,9	69,2	67,5	18,1	21,2	62,9	23,9
< 800 g	65,2	30,8	32,4	82,0	78,9	37,0	76,1

■ Annexe II.10

Pourcentages des prises de poule par groupe de catégories commerciales en provenance de la pêche artisanale et de chalutiers glaciers. Entreprise B. Année 1990.

	Mars-Avr.	Mai-Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Total
T1 > 3 kg	0,3	4,2	0,03	0,04	0,2	0,4	0,6
T2 2 à 3 kg	1,7	4,8	0,5	0,7	4,3	2,8	2,5
T3 1 à 2 kg	16,2	17,6	6,5	14,9	31,6	23,6	19,6
T4 0,5 à 1	40,6	37,1	25,1	28,7	39,9	46,0	36,0
T5 0,3 à 0,5	39,5	33,9	49,4	39,2	18,0	20,1	31,9
T6 0,2 à 0,3	1,6	2,5	18,5	16,4	6,1	7,1	9,4
Poids (tonnes)	44	77	77	63	107	63	397
T1 à T3 (>1kg)	18,2	26,6	7,0	15,6	36,1	26,8	22,7
T4 à T6 (<1kg)	81,7	73,5	93,0	84,3	64,0	73,2	77,3

■ Annexe II.11

Pourcentages des prises de poule par groupe de catégories commerciales pour les crevettiers. Entreprise C. Année 1991.

	Mai	Août	Sept.	Octobre	Total
T1 >4,5 kg	1,4	0,2			0,2
T2 3,0-4,5	3,7	0,2			0,3
T3 2,0-3,0	7,3	1,4	4,1	0,5	2,3
T4 1,5-2,0	8,6	5,9	8,8	4,6	6,6
T5 1,2-1,5	11,5	11,7	14,7	16,4	13,3
T6 0,8-1,2	21,2	22,4	28,4	37,8	26,5
T7 0,5-0,8	16,9	27,2	27,2	29,5	27,0
T8 0,3-0,5	19,2	24,4	12,1	9,9	18,4
T9 <0,3	10,3	6,6	4,8	1,4	5,5
Poids (tonnes)	12	97	50	33	193
T1 à T3 (>1kg)	53,7	41,8	56,0	59,3	49,2
T4 à T6 (<1kg)	46,4	58,2	44,1	40,8	50,9

■ Annexe II.12

Pourcentages par groupe de catégories commerciales des débarquements de poulpe de grands chalutiers congélateurs. Entreprise C. Année 1991.

	Mai	Août	Sept.	Octobre	Total
T1 >2,0 kg	9,8	12,3	7,6	2,9	8,4
T2 1,2-2,0	13,5	15,5	7,7	7,9	9,8
T3 0,8-1,2	17,4	19,2	17,2	21,3	17,8
T4 0,4-0,8	24,7	22,7	30,4	40,7	28,8
T5 <0,4	34,6	30,3	37,1	27,2	35,1
Poids (tonnes)	39	46	174	14	273
T1 à T3 (>800g)	40,7	47,0	32,7	32,1	36,0
T4 à T5 (<800g)	59,3	53,0	67,5	67,9	63,9

■ Annexe II.13

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale. Entreprise A. Année 1991.

	Juil.	Août	Sept.	Octobre	Total
> 4 kg					
3-4 kg	0,07	0,01	0,01		0,02
2-3 kg	1,2	2,6	2,3	1,0	2,1
1-2 kg	11,1	15,6	12,9	14,0	13,9
0,4-1 kg	36,6	52,8	55,7	67,1	52,9
<0,4 kg	51,1	28,9	29,1	17,8	31,1
Poids (tonnes)	219	542	338	186	1285
> 1 kg	12,3	18,2	15,2	15,0	16,0
< 1 kg	87,7	81,7	84,8	84,9	84,0

■ Annexe II.14

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale (surtout) et la pêche chalutière. Entreprise D. Année 1991.

	Fév.-Mars	Avril	Mai	Total
> 4 kg	9,0	10,4	2,6	7,3
3-4 kg	11,6	12,7	7,8	10,7
2-3 kg	19,3	15,6	14,1	16,3
1-2 kg	30,9	19,3	20,8	23,7
0,5-1 kg	18,4	14,2	19,1	17,2
0,3-0,5 kg	6,2	11,1	15,7	11,0
0,15-0,3 kg	4,5	16,8	20,0	13,8
Poids (tonnes)	73	44	16	133
> 1 kg	70,8	58,0	45,3	58,0
< 1 kg	29,1	42,1	54,8	42,0

■ Annexe II.15a

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale (surtout) et la pêche chalutière. Entreprise D. Année 1992.

	Juillet	Août	Sept.	Total
> 4 kg	0,9	0	0	0,3
3-4 kg	1,7	0,3	0,7	0,9
2-3 kg	3,6	2,3	8,4	4,8
1,2-2 kg	7,6	9,3	30,9	15,9
0,8-1,2 kg	8,5	18,8	29,3	18,9
0,5-0,8 kg	19,0	30,6	21,1	23,6
0,3-0,5 kg	23,1	20,5	7,9	17,2
0,15-0,3 kg	35,6	18,2	1,6	18,5
Poids (tonnes)	18	39	55	112
> 0,8 kg	22,3	30,7	69,3	40,8
< 0,8 kg	77,7	69,3	30,6	59,3

■ Annexe II.15b

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale (surtout) et la pêche chalutière. Entreprise D. Année 1992 (suite).

	Janv-Avr.	Mai-Juin	Août	Total
Tx1 > 3 kg	1,6	10,5	0,8	7,9
Tx2 2 à 3 kg	3,7	5,8	0,9	5,1
Tx3 1 à 2 kg	12,6	12,0	14,8	12,2
Tx4 0,5 à 1	25,8	26,4	51,4	26,7
Tx5 0,3 à 0,5	34,1	29,1	20,4	30,3
Tx6 0,2 à 0,3	22,2	16,2	11,6	17,7
Poids (tonnes)	39	104	3	146
T1 à T3 (>1kg)	17,9	28,3	16,5	25,2
T4 à T6 (<1kg)	82,1	71,7	83,4	74,7

■ Annexe II.16a

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour les crevettiers. Entreprise C. Année 1992. Classification en Tx.

	Mai-Juin	Juil.-Août	Sept.-Oct.	Nov-Déc.	Total
T1 > 4,5 kg	2,2				0,5
T2 3,0-4,5 kg	7,8	0,1		1,6	2,0
T3 2,0-3,0	18,3	0,8	2,5	8,6	6,0
T4 1,5-2,0	16,2	2,9	4,5	11,9	7,3
T5 1,2-1,5	13,2	6,5	13,1	17,5	10,8
T6 0,8-1,2	17,1	16,6	30,2	25,4	20,6
T7 0,5-0,8	12,8	28,3	27,9	21,3	23,9
T8 0,3-0,5	10,1	28,2	15,1	11,0	19,3
T9 < 0,3	2,3	16,6	6,7	2,7	9,6
Poids (tonnes)	36	75	34	24	169
T1 à T6 (>800g)	74,8	26,9	50,3	65,0	47,2
T7 à T9 (<800g)	25,2	73,1	49,7	35,0	52,8

■ Annexe II.16b

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour les crevettiers. Entreprise C. Année 1992. Classification en T.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	14,6	27,1	36,1	49,6	44,6	8,4	0,7
1200-2000	27,2	25,0	24,8	21,0	17,6	9,7	3,6
800-1200	20,0	19,5	15,4	8,9	8,4	8,8	10,3
500-800	18,9	14,5	10,5	6,0	8,0	9,7	24,1
300-500	14,0	8,5	8,5	8,1	14,4	22,9	33,4
< 300 g	5,4	5,3	4,8	6,5	7,0	40,5	28,0
Poids (tonnes)	25	55	69	69	46	220	627
> 800 g	61,8	71,6	76,3	79,5	70,6	26,9	14,6
< 800 g	38,2	28,4	23,7	20,5	29,4	73,1	85,4

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	1,6	9,0	5,1	3,4	3,9	8,0
1200-2000	8,2	17,3	12,6	12,6	15,0	9,6
800-1200	17,9	21,7	22,5	22,8	24,7	13,8
500-800	27,7	26,2	30,3	24,9	28,7	21,5
300-500	27,1	18,2	18,8	20,3	19,8	25,5
< 300 g	17,5	7,6	10,8	16,0	7,9	21,7
Poids (tonnes)	492	98	30	14	5	1750
> 800 g	27,7	48,0	40,2	38,8	43,6	31,4
< 800 g	72,3	52,0	59,8	61,2	56,4	68,6

■ Annexe II.17

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale en 1996. Regroupement de 4 usines de traitement.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	10,4	17,8	15,8	4,2	9,6	28,2	3,7
1200-2000	22,8	27,6	12,8	7,0	13,5	10,1	14,1
800-1200	17,8	17,0	8,8	10,1	16,4	7,8	15,4
500-800	22,7	15,0	16,7	21,9	20,5	17,1	31,0
300-500	18,7	11,1	23,9	32,5	22,9	21,9	23,8
< 300 g	7,6	11,5	22,1	24,3	17,0	14,9	11,9
Poids (tonnes)	3,2	9,9	31,8	64,1	98,2	73,5	58,5
> 800 g	51,0	62,4	37,3	21,3	39,5	46,1	33,2
< 800 g	49,0	37,6	62,7	78,7	60,5	53,9	66,8

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3
1200-2000	8,7	5,9	2,5	16,9	0,0	11,3
800-1200	20,4	18,2	20,6	23,7	0,0	13,9
500-800	31,4	30,3	40,2	39,0	0,0	23,3
300-500	23,4	42,4	36,1	18,6	0,0	24,7
< 300 g	15,6	3,1	0,5	1,7	100,0	16,5
Poids (tonnes)	58,3	4,8	8,9	1,2	0,0	412,5
> 800 g	29,6	24,2	23,1	40,7	0,0	35,5
< 800 g	70,4	75,8	76,9	59,3	100,0	64,5

■ Annexe II.18

Pourcentages des prises de poupe par groupe de catégories commerciales pour la pêche industrielle (congélateurs crevettiers et poissonniers) en 1996. Regroupement de 3 armements.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	0,0	10,0	0,0	6,6	12,3	10,6	0,8
1200-2000	0,0	12,2	0,8	6,9	13,2	8,7	10,8
800-1200	0,0	13,9	7,8	9,2	11,0	14,1	28,9
500-800	0,0	22,9	26,7	22,7	21,2	28,1	29,3
300-500	19,5	24,4	35,1	32,7	27,6	29,2	21,0
< 300 g	80,5	16,6	29,5	22,0	14,8	9,3	9,1
Poids (tonnes)	0,1	2,7	10,8	83,9	128,6	39,9	3,4
> 800 g	0,0	36,1	8,7	22,6	36,5	33,4	40,5
< 800 g	100,0	63,9	91,3	77,4	63,5	66,6	59,5

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	1,6	0,4	0,9			8,6
1200-2000	14,9	3,5	16,3			10,1
800-1200	19,8	5,1	25,1			11,6
500-800	23,7	24,9	26,9			23,3
300-500	25,4	45,4	21,2			29,9
< 300 g	14,7	20,7	9,6			16,6
Poids (tonnes)	9,4	14,5	12,0	0,0	0,0	305,2
> 800 g	36,3	9,0	42,2	0,0	0,0	30,2
< 800 g	63,7	91,0	57,8	0,0	0,0	69,8

■ Annexe II.20

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche industrielle (congélateurs crevetiers et poissonniers) en 1997. Regroupement de 4 armements.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	11,1	17,6	19,2	41,9	32,6	16,2	4,7
1200-2000	22,5	26,2	25,7	20,0	19,1	17,8	17,9
800-1200	24,1	23,0	22,1	12,4	13,1	26,5	23,9
500-800	21,4	16,6	17,0	10,0	14,4	19,4	24,2
300-500	16,4	12,0	10,8	8,3	13,4	17,7	17,1
< 300 g	4,4	4,6	5,3	7,5	7,3	2,3	12,2
Poids (tonnes)	32	61	52	115	98	14	178
> 800 g	57,8	66,8	67,0	74,2	64,9	60,5	46,5
< 800 g	42,2	33,2	33,0	25,8	35,1	39,5	53,5

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	4,9	6,9	4,1	2,8	3,7	13,2
1200-2000	15,7	17,1	11,4	8,2	13,6	17,9
800-1200	23,0	20,2	20,7	17,9	24,4	20,5
500-800	22,5	20,1	25,9	29,6	34,6	20,0
300-500	17,6	19,8	22,0	24,4	20,4	16,2
< 300 g	16,3	15,8	15,8	17,1	3,3	12,1
Poids (tonnes)	285	181	71	13	2	1102
> 800 g	43,6	44,3	36,2	28,9	41,7	51,6
< 800 g	56,4	55,7	63,8	71,1	58,3	48,4

■ Annexe II.19

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale en 1997. Regroupement de 5 usines de traitement.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	7,0	22,7	27,4	39,8	35,7	21,1	4,3
1200-2000	19,3	33,5	23,2	19,3	13,9	11,1	5,4
800-1200	28,1	22,7	16,3	11,7	11,8	11,2	11,2
500-800	25,5	13,0	14,7	10,7	15,6	16,7	21,4
300-500	13,8	5,8	11,9	11,2	14,8	20,0	26,5
< 300 g	6,3	2,2	6,5	7,3	8,2	19,8	31,1
Poids (tonnes)	36	75	201	231	124	76	311
> 800 g	54,3	79,0	66,9	70,8	61,5	43,4	20,9
< 800 g	45,7	21,0	33,1	29,2	38,5	56,6	79,1

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	2,8	6,9	8,9	13,1	16,2	10,6
1200-2000	10,5	16,3	18,0	16,1	11,5	14,7
800-1200	18,2	20,7	23,0	20,7	15,8	18,5
500-800	26,5	27,4	27,3	26,2	22,9	24,1
300-500	24,1	19,7	16,5	16,6	18,2	19,5
< 300 g	17,8	9,1	6,2	7,4	15,3	12,6
Poids (tonnes)	1126	1038	640	114	71	4039
> 800 g	31,5	43,9	49,9	49,8	43,6	43,8
< 800 g	68,5	56,1	50,1	50,2	56,4	56,2

■ Annexe II.21

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale en 1998. Regroupement de 5 usines de traitement.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	6,6	16,1	8,1	13,3	8,1	6,7	0,0
1200-2000	17,1	31,5	13,0	10,3	9,3	7,7	0,8
800-1200	13,6	19,9	12,3	9,5	10,8	5,8	5,4
500-800	27,8	18,7	22,2	14,9	18,1	12,6	16,2
300-500	32,9	13,9	30,5	26,6	28,5	34,2	41,0
< 300 g	2,0	0,0	13,9	25,4	25,2	33,0	36,5
Poids (tonnes)	1,4	1,3	8,5	36,9	108,6	42,4	15,2
> 800 g	37,3	67,4	33,4	33,1	28,1	20,2	6,2
< 800 g	62,7	32,6	66,6	66,9	71,9	79,8	93,8

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	0,0	0,0	8,7			8,2
1200-2000	0,0	47,2	73,9			8,9
800-1200	0,0	0,0	17,4			9,3
500-800	100,0	52,8	0,0			16,6
300-500	0,0	0,0	0,0			30,2
< 300 g	0,0	0,0	0,0			26,8
Poids (tonnes)	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	214,6
> 800 g	0,0	47,2	100,0	0,0	0,0	26,4
< 800 g	100,0	52,8	0,0	0,0	0,0	73,5

■ Annexe II.22

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche industrielle (congélateurs crevettiers et poissonniers) en 1998. Regroupement de 3 armements.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	22,0	17,1	41,6	80,7	57,1	1,5	0,7
1200-2000	26,8	28,3	17,8	4,2	10,3	6,5	7,8
800-1200	23,0	23,0	14,1	4,0	11,2	9,1	32,0
500-800	18,8	17,6	14,5	4,9	10,2	18,1	45,1
300-500	7,3	9,6	8,7	4,5	7,6	37,9	12,3
< 300 g	2,1	4,4	3,3	1,7	3,4	26,9	2,0
Poids (tonnes)	71	96	244	119	84	314	1533
> 800 g	71,8	68,4	73,5	88,9	78,7	17,1	40,6
< 800 g	28,2	31,6	26,5	11,1	21,3	82,9	59,4

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	1,0	5,3	7,6	19,0	4,6	6,9
1200-2000	7,8	12,3	4,4	32,7	9,2	9,3
800-1200	35,1	31,2	16,4	25,4	13,1	28,6
500-800	46,0	38,5	44,0	13,3	27,7	39,2
300-500	9,0	10,6	23,3	7,3	32,6	12,6
< 300 g	1,0	2,1	4,3	2,2	12,8	3,3
Poids (tonnes)	1957	901	403	31	19	5773
> 800 g	43,9	48,8	28,3	77,1	26,9	44,8
< 800 g	56,1	51,2	71,7	22,9	73,1	55,2

Annexe II.23

Pourcentages des prises de poulpe par groupe de catégories commerciales pour la pêche artisanale en 1999. Regroupement de 3 usines de traitement.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
2000 +	42,6	35,7	10,3	25,0	43,8	5,6	0,5
1200-2000	28,7	26,8	15,3	18,7	17,0	3,9	8,2
800-1200	14,8	12,3	11,4	12,4	14,8	5,1	25,8
500-800	9,2	8,4	18,4	15,9	13,1	11,9	41,8
300-500	3,4	12,4	28,8	17,2	9,5	30,0	14,6
< 300 g	1,4	4,5	15,8	10,7	1,7	43,5	9,0
Poids (tonnes)	5	24	96	93	48	575	3426
> 800 g	86,0	74,7	37,0	56,2	75,7	14,7	34,6
< 800 g	14,0	25,3	63,0	43,8	24,3	85,3	65,4

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2000 +	2,3	6,2	3,6	1,5	1,0	3,4
1200-2000	15,7	24,1	17,8	9,3	3,3	15,6
800-1200	30,9	26,8	29,7	34,0	12,5	27,5
500-800	40,1	31,4	34,8	31,4	19,4	36,5
300-500	10,8	10,7	13,4	19,6	49,6	12,9
< 300 g	0,4	0,8	0,7	4,3	14,2	4,2
Poids (tonnes)	6200	3364	1590	143	37	15601
> 800 g	48,8	57,2	51,1	44,8	16,8	46,5
< 800 g	51,2	42,8	48,9	55,2	83,2	53,5

I Annexe II.24

Pourcentages des prises de poupe par groupe de catégories commerciales pour la pêche industrielle (congélateurs crevettiers et poissonniers) en 1999. Regroupement de 4 armements.

Classes	T9 (%)	T8 (%)	T7 (%)	T6 (%)	T5 (%)	T4 (%)	T3(%)	T2 (%)
100	1,11	0,03						
150	3,90	1,14						
200	22,74	1,59	0,57					
250	23,28	3,24	0,75					
300	38,01	12,36	1,95	0,12				
350	3,79	12,36	1,32	0,25				
400	5,98	27,13	6,67	2,73				
450	0,88	17,26	6,10	1,86				
500	0,26	19,05	13,77	3,72				
550	0,00	2,55	9,62	2,11				
600	0,03	2,73	18,62	3,10				
650	0,03	0,66	10,94	2,97	0,17			
700	-----	0,31	11,95	3,10	0,50	0,24		
750	éch.=48	0,31	5,79	5,08	0,84	0,00		
800	n=3510	0,10	7,30	10,41	1,85	0,47		
850	poids (kg):	0,14	1,51	8,43	1,51	0,47		
900	881,99	0,03	1,70	10,90	1,68	1,42		
950		-----	0,44	6,82	1,01	0,24		
1000		éch.=63	0,63	9,54	2,52	0,95		
1050		n=2897	0,06	4,58	3,36	0,95		
1100		poids (kg):	0,19	7,43	4,87	2,13	0,32	
1150		1153,62	0,00	4,46	3,70	1,18	0,00	
1200			0,00	4,46	11,26	2,36	0,00	
1250			0,00	1,73	11,09	1,42	0,65	
1300			0,06	2,60	11,26	3,07	0,65	
1350			0,00	0,12	6,72	2,60	0,32	
1400			0,06	0,87	6,89	3,78	0,00	1,59
1450			-----	0,25	5,55	4,02	0,65	0,00
1500		éch.=54	0,87	6,89	8,27	1,61	0,00	
1550		n=1590	0,37	3,19	4,02	0,97	0,00	
1600		poids (kg):	0,50	3,03	8,98	3,55	0,00	
1650			926,12	0,00	2,86	5,44	0,00	0,00

Suite page suivante

Annexe II.25

Répartition des individus par classe de poids de 50 g dans les catégories commerciales de poulpe pour les chalutiers (l'intitulé de la classe est la borne supérieure de celle-ci, ex: classe 200 = individus de 151 à 200 g).

Classes	T9 (%)	T8 (%)	T7 (%)	T6 (%)	T5 (%)	T4 (%)	T3(%)	T2 (%)
1700				0,50	1,85	8,75	1,61	0,00
1750				0,00	1,18	5,20	2,58	0,00
1800				0,00	2,18	7,80	4,84	3,17
1850				1,12	0,67	3,07	1,94	0,00
1900				-----	0,84	6,62	4,19	0,00
1950				éch.=45	0,50	3,07	0,65	0,00
2000				n=807	1,18	4,96	8,71	0,00
2050				poids (kg):	0,00	0,95	2,58	0,00
2100				718,70	0,00	1,42	4,19	3,17
2150					0,00	0,00	0,65	0,00
2200					0,17	0,95	10,00	1,59
2250					0,17	0,47	3,55	1,59
2300					0,17	0,47	7,10	1,59
2350					0,00	0,00	0,97	0,00
2400					0,00	0,47	3,23	0,00
2450					0,00	0,00	1,61	0,00
2500					0,00	1,18	6,77	3,17
2550					0,00	0,24	1,94	0,00
2600					0,34	0,00	4,52	6,35
2650					-----	0,24	0,97	3,17
2700					éch.=38	0,47	1,94	3,17
2750					n=595	0,47	1,29	4,76
2800					poids (kg):	0,47	1,61	4,76
2850					782,95	0,00	0,65	1,59
2900						0,00	2,26	4,76
2950						0,00	0,65	1,59
3000						0,47	2,58	4,76
3050						0,00	0,32	0,00
3100						0,00	0,32	3,17
3150						0,00	0,32	0,00
3200						0,00	0,65	1,59
3300						0,00	0,32	3,17
Suite page suivante								

■ Annexe II.25 (suite)

Répartition des individus par classe de poids de 50 g dans les catégories commerciales de poupe pour les chalutiers (l'intitulé de la classe est la borne supérieure de celle-ci, ex : classe 200 = individus de 151 à 200 g).

Classes	T5 (%)	T4 (%)	T3(%)	T2 (%)	T1 (%)
3400		0,00	0,65	4,76	
3450		0,00	0,00	3,17	
3500		0,00	0,97	6,35	
3550		0,00	0,32	0,00	
3600		0,00	0,97	1,59	
3700		0,24	0,32	3,17	
3800		-----	0,00	1,59	
3850		éch.=29	0,00	1,59	
3900		n=423	0,00	0,00	
3950		poids (kg):	0,00	1,59	
4000		700,32	0,32	4,76	
4100			0,00	1,59	
4150			0,00	1,59	
4200		Les classes vides	0,32	0,00	
4300		(à partir de 3200 g)	0,32	1,59	12,5
4400		ne sont pas	0,00	3,17	12,5
4500		indiquées.	0,00	1,59	0
4600			0,32	0,00	0
4800			0,32	0,00	12,5
4850			0,32	0,00	0
4900			0,00	1,59	0
5000			0,00	1,59	0
5500			0,00	-----	25
5600			0,00	éch.=8	12,5
6500			0,32	n=63	0
7400			-----	poids (kg):	12,5
7800			éch.=32	199,65	12,5
			n=310	-----	
			poids (kg):		éch.=3
			719,23		n=8
					poids (kg) :
					45,3

■ Annexe II.25 (suite)

Répartition des individus par classe de poids de 50 g dans les catégories commerciales de poulpe pour les chalutiers (l'intitulé de la classe est la borne supérieure de celle-ci, ex: classe 200 = individus de 151 à 200 g).

Classes	T9 (%)	T8 (%)	T7 (%)	T6 (%)	T5 (%)	T4 (%)	T3 (%)
50	0,35						
100	7,42	0,03					
150	21,57	0,09					
200	29,09	0,18	0,11				
250	23,10	1,25	0,00				
300	15,35	12,50	0,22				
350	2,47	28,47	0,32				
400	0,50	26,03	0,65				
450	0,13	20,89	2,17	0,48			
500	0,03	8,88	14,51	0,00			
550	-----	1,00	22,96	0,24			
600	éch.=52	0,33	19,92	0,00			
650	n=3974	0,21	14,78	0,72			
700	poids (kg):	0,00	10,72	1,43	0,47		
750	747,80	0,09	8,93	4,53	0,00		
800		0,03	3,30	11,46	0,94		
850		-----	0,76	16,95	0,00		
900		éch.=57	0,22	15,27	0,47		
950		n=3288	0,11	13,60	0,00		
1000		poids (kg):	0,16	11,46	0,94		
1050		1211,10	0,05	8,11	0,00		
1100			0,05	9,55	1,41	3,51	
1150			0,05	3,10	4,23	1,75	
1200			-----	1,91	16,43	3,51	
1250			éch.=40	0,00	18,31	3,51	
1300			n=1847	0,48	17,37	1,75	
1350			poids (kg):	0,48	14,55	0,00	
1400			1080,50	0,00	13,62	0,00	
1450				0,24	8,45	0,00	
1500				-----	1,88	15,79	
1550				éch.=17	0,47	8,77	
1600				n=419	0,00	14,04	
1650				poids (kg):	0,00	12,28	
1700				381,10	0,00	10,53	
1750					0,00	8,77	
1800					0,47	3,51	
1850					-----	3,51	
1900					éch.=10	1,75	
1950					n=213	0,00	14,29
2000		Les classes vides			poids (kg):	0,00	28,57
2150		(à partir de 2000 g)			270,40	1,75	14,29
2200		ne sont pas				0,00	14,29
2250		indiquées.				0,00	14,29
2300						1,75	0,00
2400						1,75	14,29
2450						1,75	-----
						-----	éch.=1
						éch.=2	n=7
						n=57	poids (kg):
						poids (kg):	14,80
						91,00	

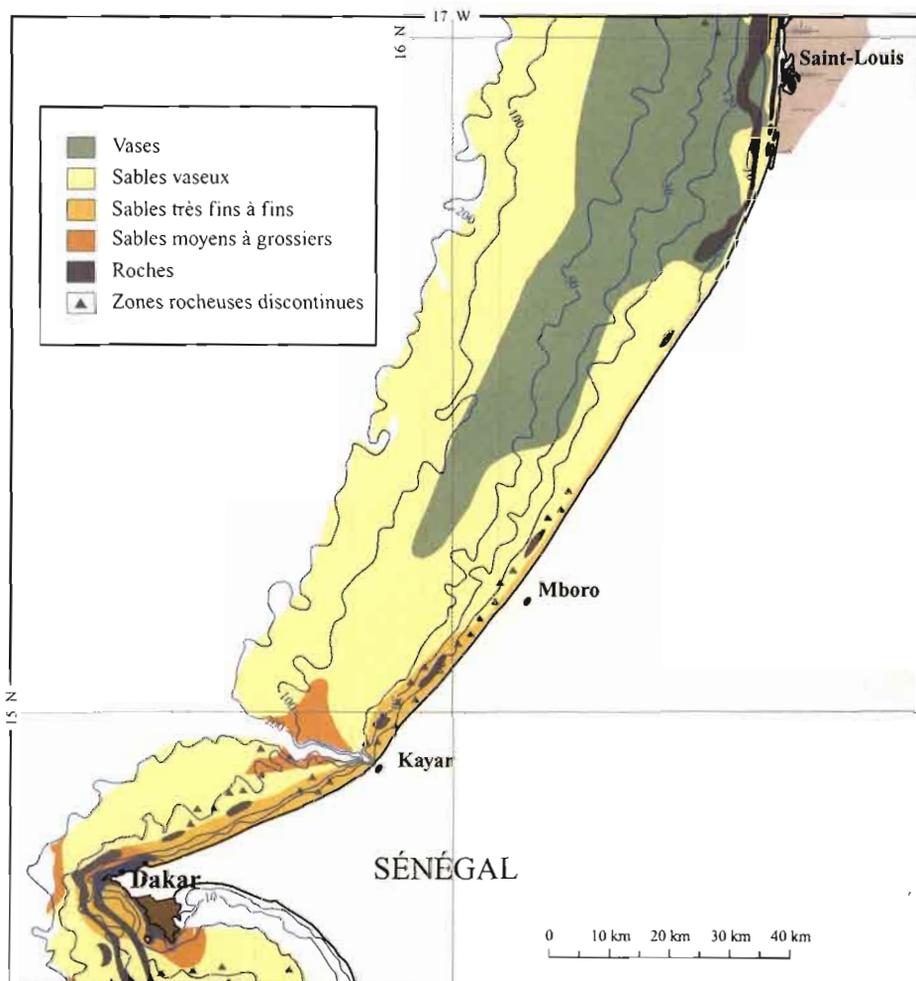
Annexe II.26

Répartition des individus par classe de poids de 50 g dans les catégories commerciales de poulpe pour la pêche artisanale (l'intitulé de la classe est la borne supérieure de celle-ci, ex: classe 200 = individus de 151 à 200 g).



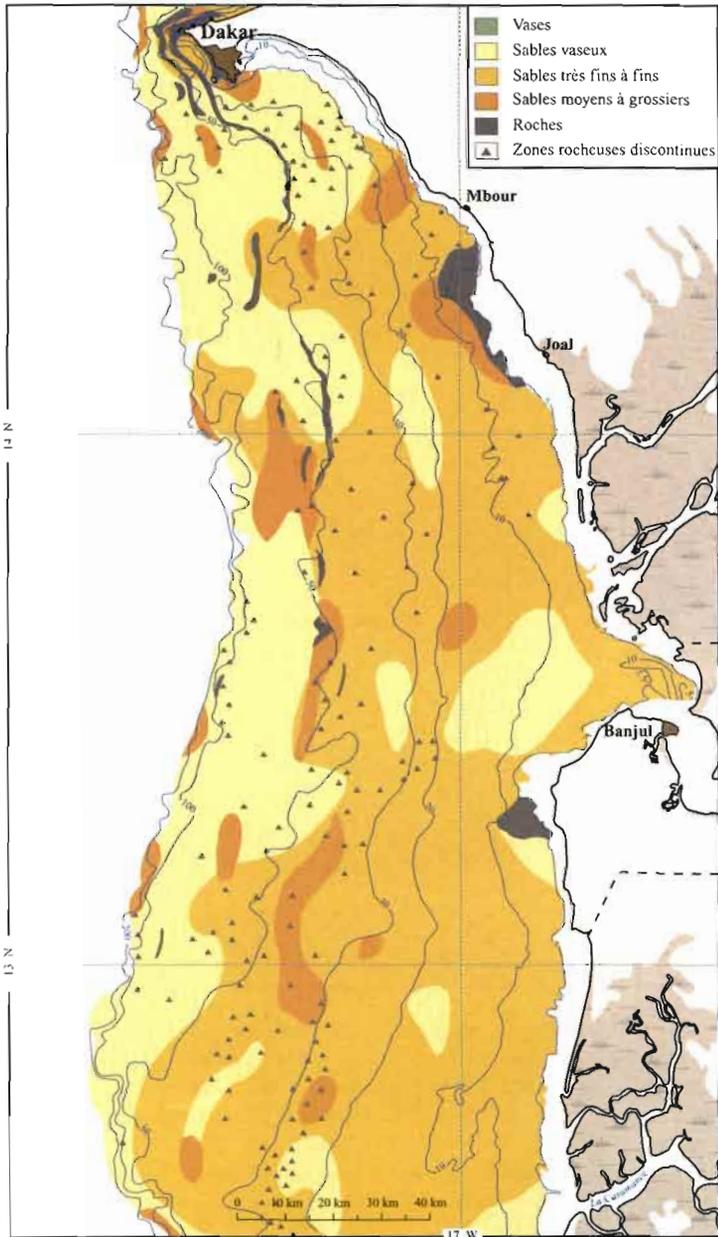
LAUZELLE
Les Ateliers

F-87350 PANAZOL
N° Imprimeur : 2036044-02
Dépôt légal : Avril 2002



Carte des fonds marins du Sénégal : partie Nord (partie Centre et Sud page suivante). D'après la « Carte des formations superficielles du plateau continental. Partie méridionale de la Mauritanie, Sénégal et Gambie ». Edition 2000 par IRD, Ifremer et Géosystèmes-CNRS, auteur : F. Domain, coordinateur : C. Augris.

Chart of sea-beds of Senegal: Northern part (Central and Southern parts in the following page).



Carte des fonds marins du Sénégal : partie Centre et Sud.
(Cf. page précédente).

Chart of sea-beds of Senegal: Central and Southern parts.
(Cf. in the following page).



P. Cottin

Jeune poulpe à l'entrée de son terrier sur fond sableux et qu'il a entouré de coquilles.

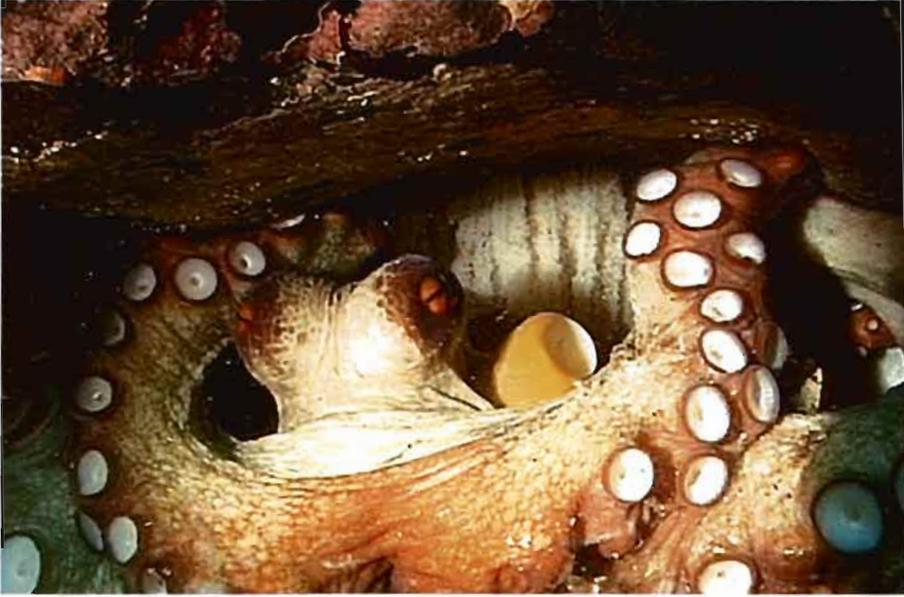
Young octopus at the entry of its burrow on sandy bottom and which it surrounded by empty shells.



Extrait du film :
« Yaranka : le poulpe du Sénégal », A. el Ali

Poulpe montrant une posture typique « en corolle » utilisée lors de rencontres interspécifiques.

Octopus showing a typical visual signal "corolla" used during interspecific encounters.



Extrait du film : « Yaranaka : le poulpe du Sénégal »
A. el Ali

Femelle de poulpe gardant ses cordons d'œufs suspendus
au toit de l'abri.

*Octopus female keeping its egg strings suspended
on the roof of its shelter.*



Extrait du film : « Yaranaka : le poulpe du Sénégal »
A. el Ali

Poulpe juvénile sortant de son terrier sur fond sableux
à débris de coquilles.

*Octopus juvenile outgoing of its burrow on sandy bottom
with shell debris.*



F. Domain

Marques de Petersen utilisées pour le poulpe.
Petersen tags used for tagging octopuses.



F. Domain

Opération de marquage
d'un poulpe.
Tagging an octopus.



F. Domain

Cage pliante utilisée pour relacher près du fond les poulpes marqués.
Foldable cage used to release the tagged octopuses close to the bottom.

Poulpe marqué
nageant près
du fond.

*Tagged octopus
swimming near
the sea bed.*



Extrait du film :
« Yranka : le poulpe du Sénégal ». A. el Ali



Extrait du film :
« Yaranka : le poulpe du Sénégal », A. el Ali

Pêche artisanale du poulpe en été.

Fishing octopuses (small-scale fishing) in summer.



A. Caverivière

Deux exemplaires de turlottes à poulpes.

Special jigging handline used for fishing octopuses.

Concentration
de pirogues en action
de pêche du poulpe.
*Concentration of
canoes fishing
octopuses.*



Extrait du film : « Yaranaka :
le poulpe du Sénégal ». A. el Ali



A. Caverivière

Pêcheurs de poulpes devant Dakar en hiver.
Octopus fishermen in front of Dakar in winter.

Poulpe attaquant une turlutte.
Attack of a jigging handline by an octopus.



Extrait du film :
« Yaranaka : le poulpe
du Sénégal ». A. el Ali



Le poulpe commun, *Octopus vulgaris*, est une ressource très importante de la pêche dans une vaste zone qui s'étend de la Guinée-Bissau au Maroc. Il est nécessaire de connaître les caractéristiques biologiques essentielles de l'espèce pour l'estimation des meilleures conditions de pêche dans le cadre d'une exploitation durable de la ressource. Un programme de recherche sur ces problématiques a été réalisé de 1996 à 2000, en partenariat entre des institutions de recherche africaines et européennes. Ce livre rend compte de ces travaux dont la plupart ont été menés au Sénégal mais dont les résultats, dans leur ensemble, sont largement transposables aux autres pays de la région.

Octopus vulgaris – Ressources vivantes aquatiques – Biologie – Pêche – Dynamique de populations

The common octopus is a very important fishing resource in a vast area that extends from Guinea-Bissau to Morocco. It is necessary to know the essential biological characteristics of the species in order to estimate the best fishing conditions within the framework of a sustainable exploitation of the resource. A joint research programme was undertaken from 1996 to 2000 by African and European research institutes to focus on these problems. This book relates research carried out principally in Senegal, however the results are generally applicable to other countries within the region.

Octopus vulgaris – Aquatic living resources – Biology – Fishing – Population dynamics



IRD Éditions

213, rue La Fayette
75480 Paris cedex 10

Diffusion

IRD, 32, avenue Henri-Varagnat
93143 Bondy cedex
fax : 01 48 02 79 09
diffusion@bondy.ird.fr

15 €

ISSN : 0767-2896
ISBN : 2-7099-1481-6



97827091914819