

# 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.

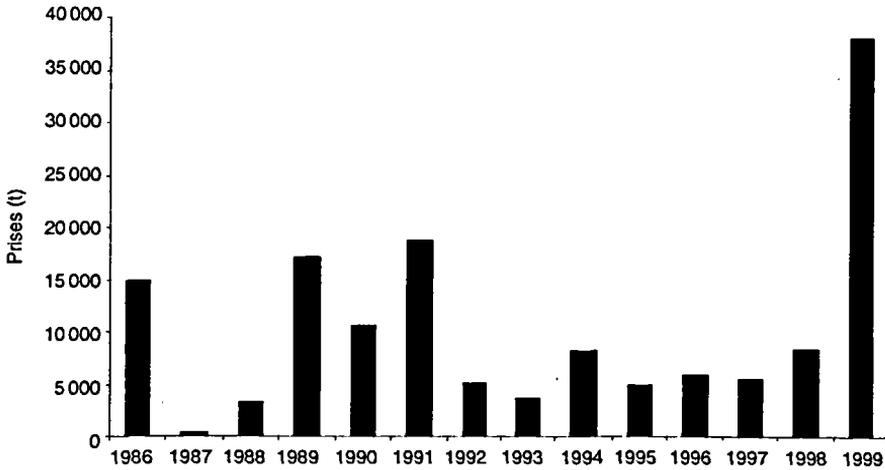
Un premier axe de l'étude a été d'examiner les relations entre la survie des paralarves pélagiques et certaines conditions du milieu. Cette phase pélagique est en effet critique pour l'espèce, son taux de survie conditionnerait l'efficacité du recrutement. Au Sénégal, les paralarves éclosent après un 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

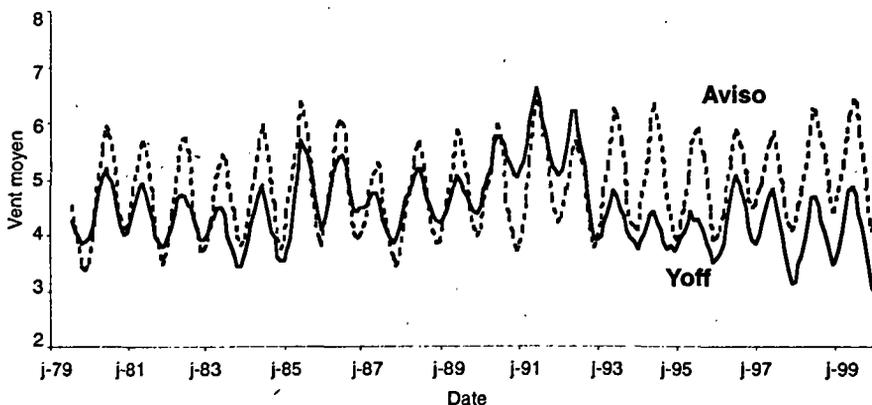


Figure 2

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

$\rho$  = densité de l'air (0,0012 g par  $\text{cm}^3$ )

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

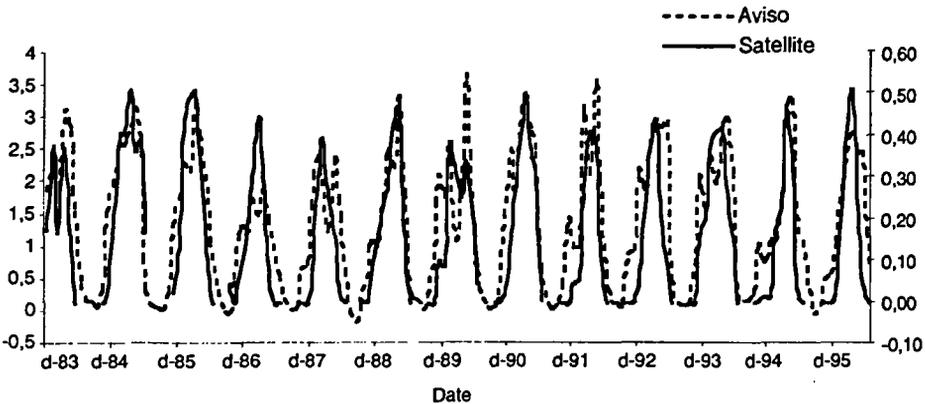
$\Omega$  = vitesse angulaire de rotation de la terre  $7,9\text{E-}5$

$\phi$  = 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).

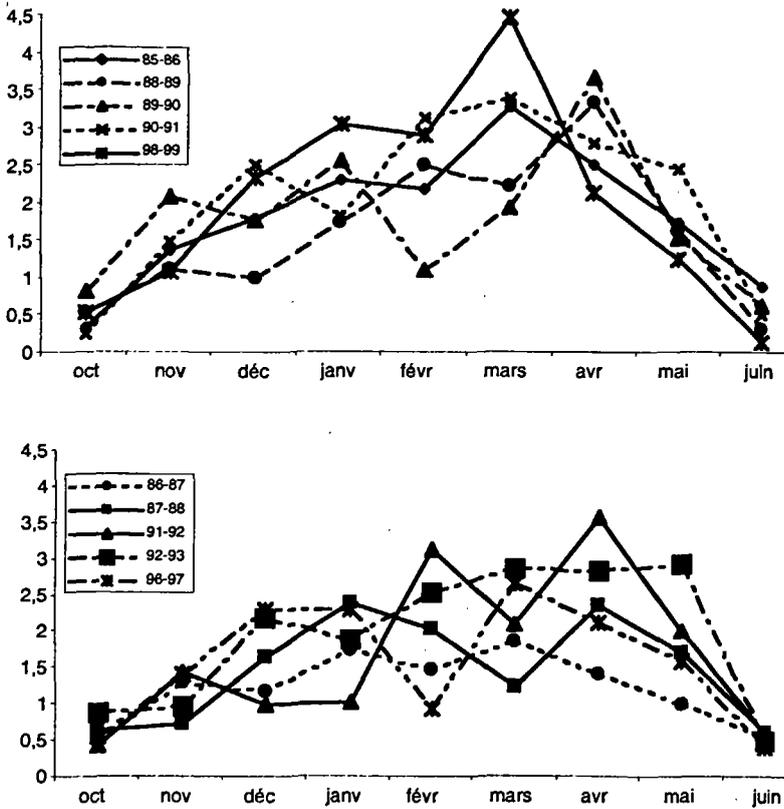


Figure 4

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.

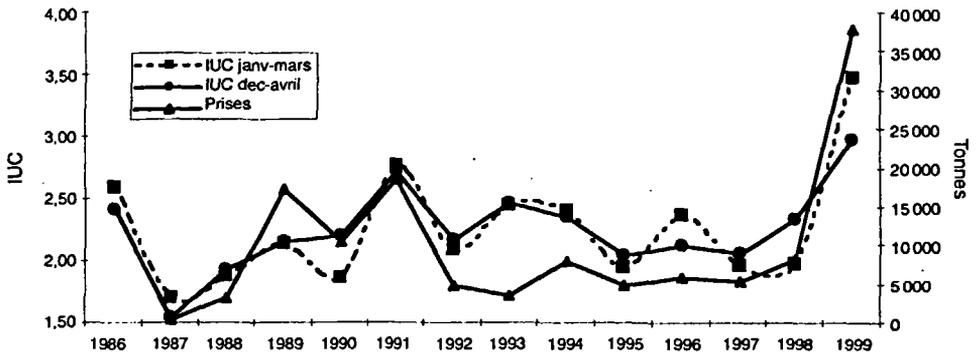


Figure 5  
Évolution des prises annuelles de poulpes (effectuées essentiellement en été) et des indices d'upwelling côtier calculés à partir des données de vent du système Aviso au point 14 °N-18 °O pour deux intervalles de la saison hivernale précédente.

*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* Lamark 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.