

Contact : thiawm@ird.sn

### Introduction

Cette présente note illustre un cas d'application de la VPA rectifiée aux données poulpes du Sénégal. L'analyse rectifiée des pseudo-cohortes est en général appliquée aux stocks d'espèces à vie longue. Elle est faite à partir des données de captures aux âges pour une année donnée. Cependant, pour les espèces à vie courte, comme le poulpe, l'analyse sera faite sur un mois donné. Ceci, en raison de la durée de la phase exploitée du poulpe qui est largement inférieure à un an et de sa vitesse de croissance élevée. Les captures aux âges utilisées comme données d'entrée de la VPA rectifiée vont porter, en effet sur un mois. L'objectif de cette analyse est d'estimer les taux instantanés de mortalité par pêche (F) ayant affecté le stock au cours du temps et les effectifs (N) passés du stock. La détermination de ces paramètres est faite au moyen du script R élaboré par Chassot *et al* (2006). Une comparaison entre les résultats obtenus et ceux issus de la VPA mensuelle sur tableau complet (Caverivière *et al.*, 2002) est faite.

### Matériel et Méthodes

Les données d'entrée de la VPA rectifiée sont les captures (en effectifs) aux âges, les séries temporelles indiquant l'évolution du recrutement et de l'effort de pêche et le coefficient de mortalité naturelle.

Nous disposons de quatre années de captures aux âges (1996-1999). Si on prend les captures des mois de l'année 1996, on ne pourrait pas remonter aux recrutements mensuels correspondants et, comme l'année 1999 est une année caractéristique (forte abondance de poulpes), on a choisi de prendre l'année 1997. On pouvait également prendre l'année 1998. Pour une année choisie, tous les mois sont équivalents. Il n'y a pas de raison de porter son choix sur un mois et de laisser les autres. Par conséquent, une analyse est faite pour chaque mois de l'année 1997.

Les recrutements de poulpes qui ont abouti aux captures du mois considéré ne sont pas les mêmes (Fig.1). Autrement dit, le profil de recrutement est différent d'un mois à l'autre considéré comme base d'une analyse donnée. Le recrutement est donc variable d'un mois à l'autre. Le mieux serait de trouver le bon profil de recrutement pour chaque mois de l'année 1997. L'obtention du recrutement même pose problème. On se propose de déterminer ce profil à partir soit des sorties de la VPA sur tableau complet soit des captures mensuelles. La série temporelle de recrutement utilisée pour l'analyse provient des données de captures mensuelles pour le premier groupe d'âge exploité (âge 5).

Le même problème est également observé pour la série des efforts de pêche mensuels. Cette matrice est encore plus problématique. Les différentes possibilités envisagées sont : (1) de prendre par hypothèse une valeur constante pour l'effort de pêche ou (2) le même profil que le recrutement ou (3) les sorties de mortalités par pêche F issues de la VPA sur tableau complet. En effet, l'analyse sera réalisée en tenant en compte l'hypothèse, c'est à dire un effort de pêche constant (égal à 1).

La valeur de la mortalité par pêche terminale est calculée par le solveur Excel, à partir de l'équation de capture et est égale à 0,1034 (pour le mois de janvier 1997).

Le coefficient de mortalité naturelle est considéré constant dans le temps pour la phase exploitée (cinquième mois à la mort). Il est supposé égal à 0,25 (Caverivière *et al.*, 2002).

Les données présentées aux tableaux 1 et 2 concernent celles du mois de janvier 1997. Ces différentes données sont celles nécessaires à l'analyse des pseudo-cohortes rectifiée pour janvier 1997 considéré comme base de l'analyse. Quant au tableau 3 ; il représente le vecteur de poids moyen par âge utilisé pour le calcul du rendement par recrue en plus des vecteurs de mortalité par pêche F et M.

L'analyse rectifiée des pseudo-cohortes est conduite en mode descendant (initialisation du recrutement du mois considéré) par opposition aux méthodes classiques de calcul de l'analyse des cohortes. Elle repose sur un processus itératif qui s'appuie sur des reformulations des équations de survie et de captures (Chassot *et al.*, 2006).

Classe d'âge	Captures (N)
5	828
6	1997
7	14072
8	34762
9	75418
10	19599
11	6648
12	3583
13	1580
14 +	424

Tableau 1 : - Nombre de poulpes débarqués par classe d'âge en janvier 1997

Années	avr-96	mai-96	juin-96	juil-96	août-96	sept-96	oct-96	nov-96	déc-96	janv-97
Recrut. relatif	18.45	12.44	41.19	103.06	81.29	11.31	5.97	2	0.53	1
Recrut. absolu	1079325	727740	2409615	6029010	4755465	661635	349245	117000	31005	58500

Tableau 2 : - Recrutements (relatif et absolu) de poulpes d'avril 1996 à janvier 1997

Classe d'âge	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
Poids moyen (g)	75	125	200	300	450	700	1050	1550	2250	3200

Tableau 3 : - Matrice de poids moyens individuels par âge

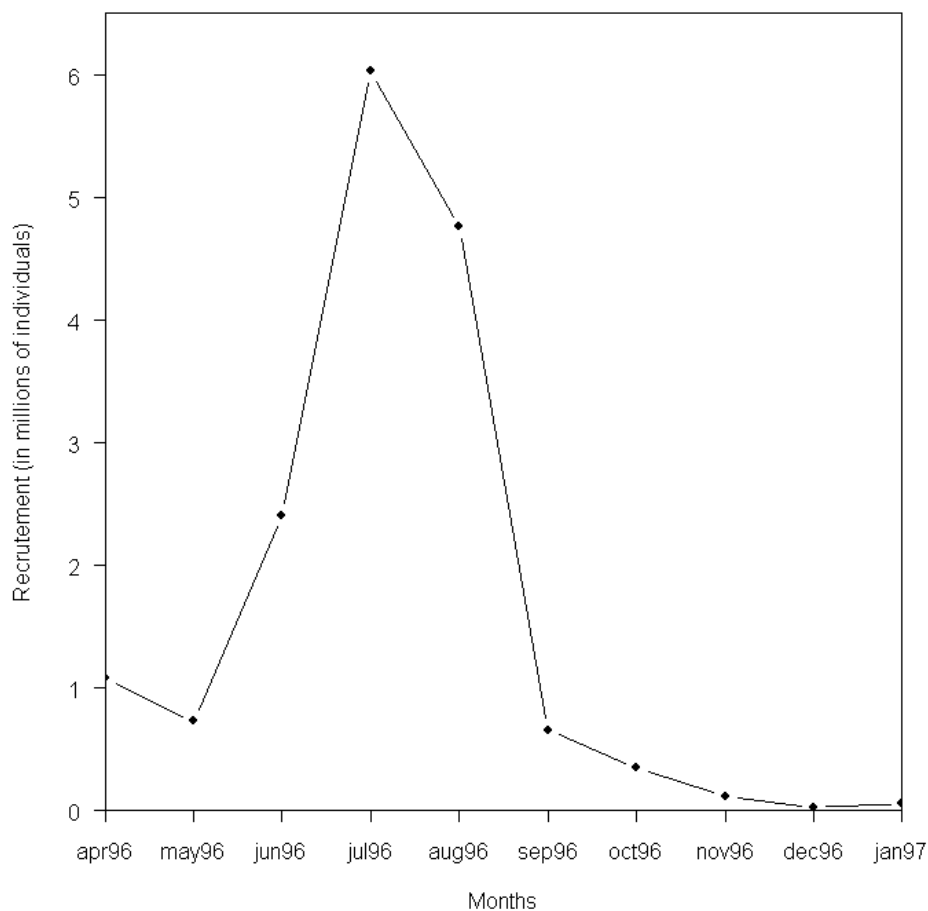


Figure 1 : - Evolution mensuelle du recrutement de poulpes d'avril 1996 à janvier 1997

## Résultats

Les résultats de l'analyse des pseudo-cohortes rectifiée qui permet d'intégrer l'évolution du recrutement au cours du temps sont résumés dans les figures 2a, b et c. Ces résultats sont ceux obtenus pour le mois de janvier 1997. Pour les autres mois de l'année 1997, la VPA rectifiée n'admet pas de solution (ne converge pas)..

La figure 2a indique que l'essentiel des captures totales concernent les groupes d'âge 6 à 11 mois. Le recrutement exceptionnel observé pendant la saison chaude (mai-septembre 1996) a constitué une part significative des captures totales des mois suivants. A ce moment de recrutement, les poulpes sont à leur cinquième voire sixième mois de vie. Ces individus recrutés vont constituer l'essentiel des captures après trois ou quatre mois (constituant ainsi les individus d'âge 9).

En janvier 1997, l'essentiel de la pression de pêche est appliquée aux individus de groupes d'âge compris entre 6 et 10 mois (Fig.2b). Les individus âgés (10 mois et plus) ne sont presque pas pêchés. Ils ont atteint un état de maturité avancé qui leur permet d'échapper aux engins de pêche (diminuant ainsi leur vulnérabilité). A cela, s'ajoute la mortalité post-ponte des individus matures qui tend à réduire leur nombre dans les captures.

L'équation de survie reformulée par Chassot *et al.* (2006) permet de reconstituer la structure du stock (effectifs aux âges) en janvier 1997 (Fig.2c). Ce graphe montre que l'essentiel du stock est constitué d'individus de groupes d'âge compris entre 6 et 12 mois. Ces groupes d'âge correspondent aux phases juvénile et adulte. Les effectifs correspondant aux groupes d'âge 12 mois et plus sont faibles. Les effectifs élevés des groupes d'âge 6 à 12 mois sont mis en rapport avec les recrutements mensuels élevés des différentes cohortes correspondantes. Il existe donc une relation très étroite entre les effectifs d'un mois donné et les recrutements des mois précédents. De ce fait, les effectifs d'un mois considéré sont très dépendants des recrutements des mois précédents. En janvier 1997, la production de poulpes est importante. Ceci, en raison des recrutements très élevés observés pendant la saison chaude de l'année 1996. Ainsi le stock de janvier 1997 est exploité de façon plus ou moins effective par les pêcheries existantes (pêche artisanale et pêche industrielle).

L'analyse de sensibilité conduite sur les vecteurs de mortalité par pêche terminale met en évidence le phénomène de convergence (Jones, 1961 *in* Mesnil, 1980). Elle montre que l'erreur potentiellement commise sur la mortalité par pêche terminale a peu d'influence sur les mortalités par pêche estimées pour les différents groupes d'âge (Fig.3). Donc les résultats obtenus sont indépendants de la valeur de mortalité par pêche terminale. L'analyse est réalisée sur le vecteur de mortalité obtenue avec la valeur de 0,1034 (taux calculé par le solveur Excel pour ce stock). Les différentes analyses faites avec d'autres valeurs de F terminal sont semblables. On s'approche de la vraie valeur de F terminal si on prend en compte les classes d'âge plus jeunes (5 à 10 mois).

Un diagnostic de rendement par recrue est conduit à partir du vecteur de mortalité par pêche estimé en janvier 1997 et en supposant le taux de mortalité naturelle constant et égal à 0,20 et 0,25. Le diagnostic indique une utilisation forte du recrutement selon le diagramme d'exploitation en vigueur dans la pêcherie. L'effort de pêche actuel est élevé, entraînant ainsi une production inférieure par rapport à la valeur de maximisation du rendement par recrue (Fig.4). Avec la valeur de  $M=0,25$ , le stock serait à un niveau de rendement par recrue proche de l'état de pleine exploitation. Ce qui signifierait une situation équilibrée de pleine exploitation du stock. Cette valeur de M paraît adéquate pour ce stock vue l'évolution de la pêcherie. Le stock de poulpes serait en état de légère surexploitation. Une diminution de l'effort de pêche permettrait de mieux tirer partie du recrutement disponible.

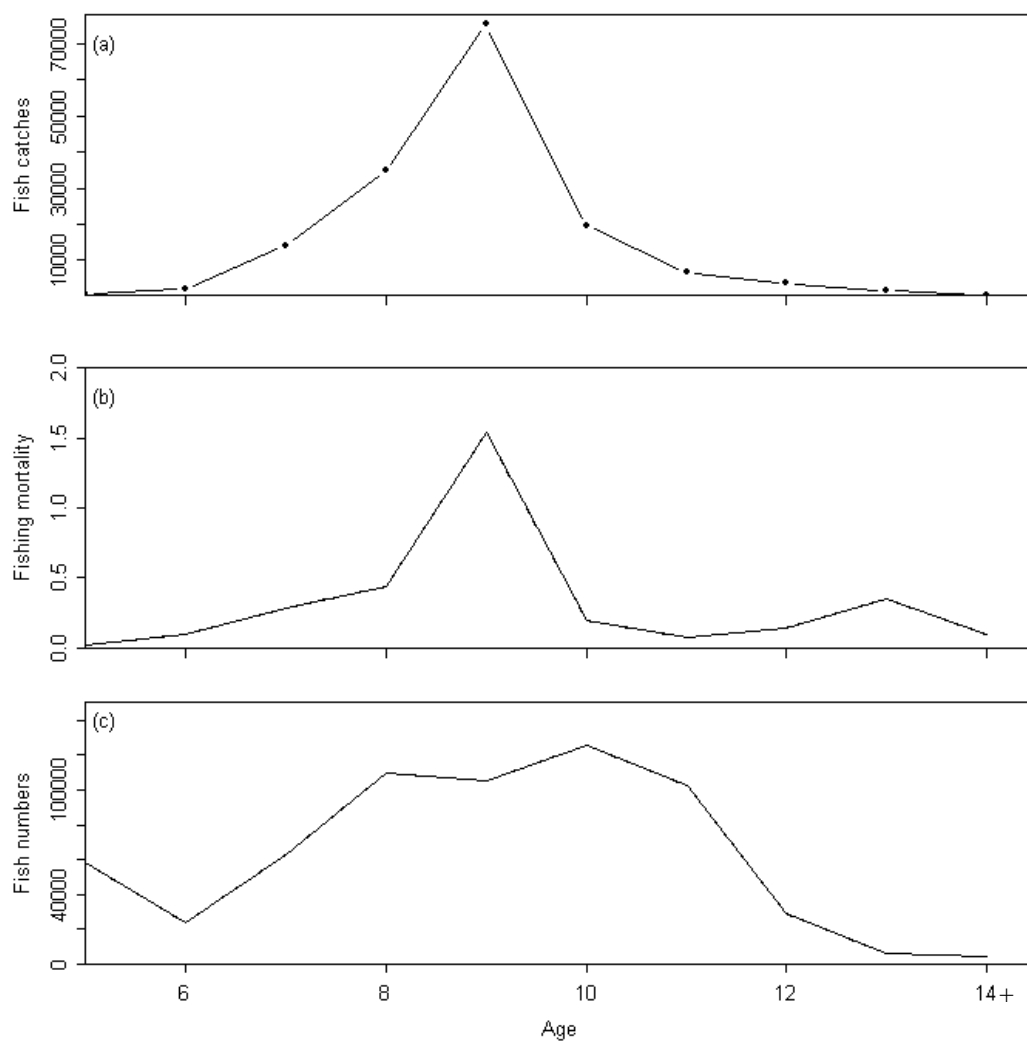


Figure 2 : (a) Captures totales (débarquements) par groupe d'âge en janvier 1997 (b) Mortalité par pêche par groupe d'âge estimée par la méthode de pseudo-cohorte rectifiée (c) Effectifs par âge reconstitués à partir de l'analyse de pseudo-cohorte.

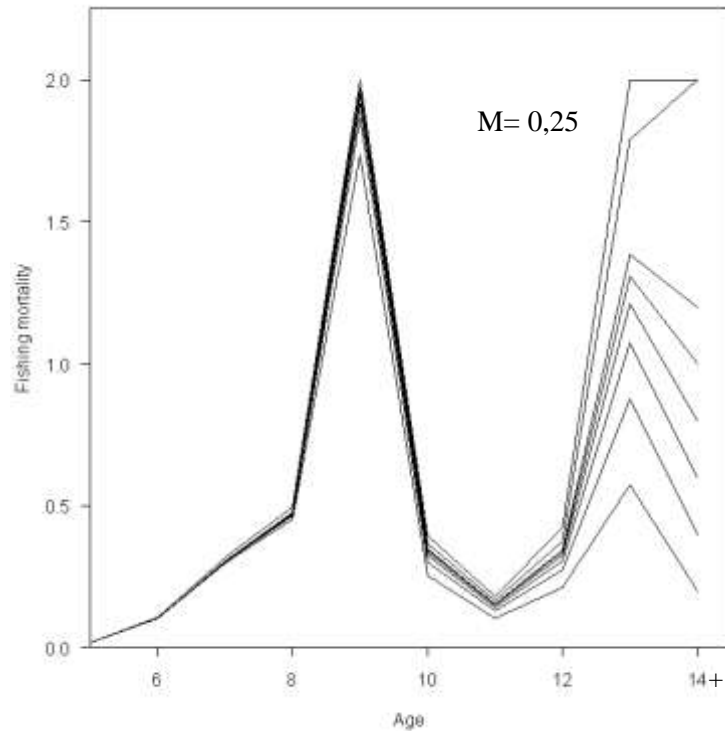


Figure 3 : Analyse de sensibilité montrant l'impact des valeurs de mortalité par pêche terminale sur le vecteur de mortalité par pêche aux âges estimé par pseudo-cohorte rectifiée.  $M=0,25$ .

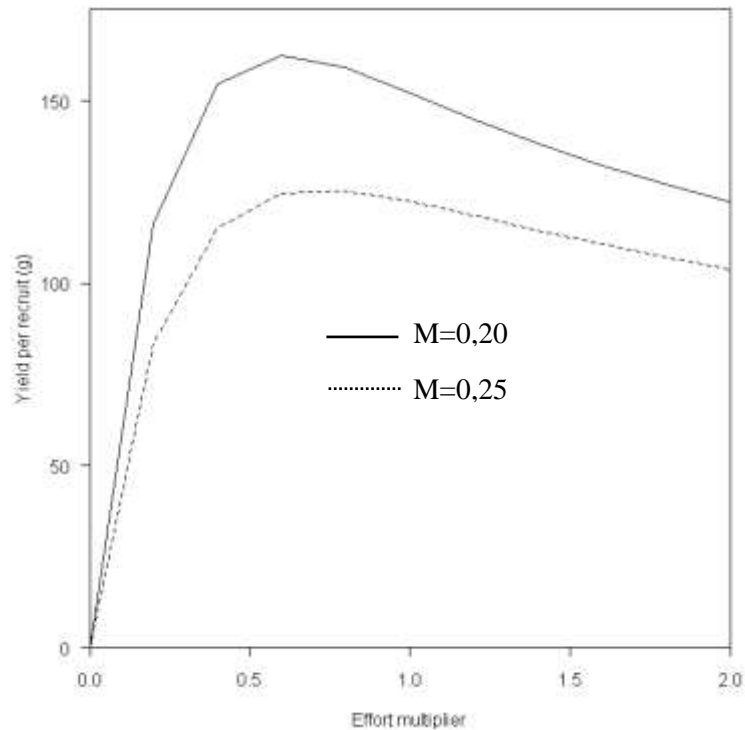


Figure 4 : Diagnostic de rendement par recrue basé sur les taux de mortalité naturelle  $M$  (0,20 et 0,25) et en considérant un multiplicateur d'effort de pêche allant de 0 à 2. Le vecteur de mortalité par pêche est estimé par l'analyse de pseudo-cohorte rectifiée.

## Discussion

L'analyse rectifiée des pseudo-cohortes présente une solution pour le mois de janvier 1997 et pour une valeur de recrutement initiale donnée (Tabl.2). Les résultats montrent que les poulpes d'âge compris entre 6 et 11 mois sont majoritaires dans les captures au Sénégal. Les individus âgés de 10 à 12 mois sont cependant nombreux et peu capturés par les différents engins de pêche. Ceci peut être interprété comme l'effet d'une baisse de vulnérabilité des poulpes âgés (Jouffre *et al.*, 2002).

Pour le diagnostic du rendement par recrue (Fig.4), l'augmentation de l'effort de pêche n'implique pas toujours une élévation de la production (Gascuel, 1994). Cette situation dépend principalement du recrutement futur, dans ce cas imprévisible.

La VPA rectifiée présente, dans notre cas d'étude, deux contraintes majeures : (1) un effort de pêche constant et (2) l'introduction d'une valeur d'initialisation du recrutement. L'hypothèse d'un effort de pêche constant est impossible à assumer dans notre cas d'étude qui, au contraire, est celui d'une exploitation typiquement saisonnière (Jouffre *et al.*, 2002). A cela, s'ajoute l'importance des changements de stratégies et de tactiques de pêche des flottilles artisanales sénégalaises (Gascuel, 1994). Ces changements ont évidemment des répercussions sur les puissances de pêche spécifiques et donc sur l'effort de pêche. Quant au recrutement, la valeur initiale ne doit pas être arbitraire mais doit avoir un sens halieutique.

L'absence de solution de la VPA rectifiée pour les autres mois de l'année 1997 peut être principalement reprochée aux données elles-mêmes (problème d'optimisation du recrutement initial).

La matrice des captures qui constitue la donnée de base de l'analyse se déduit des estimations des captures par classe d'âge. Dans ces estimations, les rejets ne sont pas pris en compte. Mais cela peut s'expliquer par le fait qu'ils sont très faibles. Vu la valeur marchande élevée du poulpe, cette espèce ne fait pas l'objet de rejets. Par contre, la redistribution des captures de poulpes à chaque groupe d'âge peut biaiser les estimations. Les captures de poulpes disponibles par classes de poids sont difficiles à redistribuer par classe d'âge en raison des grandes différences de croissance individuelle des poulpes. Cela a donc tendance à biaiser la répartition des captures.

Les captures à l'âge 5 ne sont pas un bon indicateur de l'évolution du recrutement de poulpes. Solari A. P. *et al.* (2006) montre que ces captures dépendent de la stratégie des pêcheurs et ne comptabilisent sans doute pas les rejets. Elles peuvent donc être perçues comme une approximation à moyen terme des grandes tendances du recrutement. Mais ces captures ne semblent pas bien refléter la variabilité inter-mensuelle du recrutement de poulpes (Fig.1).

Pour une valeur de recrutement donnée pour le mois terminal (par exemple 58 500 poulpes), le recrutement relatif donne directement les valeurs de recrutement absolu pour chaque mois. Or, pour certaines valeurs de recrutement, le recrutement estimé certains mois est insuffisant pour permettre les captures observées. Et par conséquent, le script R ne tourne pas. La VPA à l'équilibre est utilisée pour initialiser le recrutement en recourant à l'approximation de Pope. Cette méthode d'initialisation permet de définir l'ordre de grandeur du recrutement R du stock. Cependant, elle ne marche pas pour le poulpe car les variations de recrutement sont énormes d'un mois à l'autre.

Les principales sources potentielles d'incertitudes dans les diagnostics de la VPA sont les procédures d'extrapolation des captures, l'évaluation des rejets et l'estimation des mortalités naturelles (Gascuel, 1994). Ainsi la très forte sensibilité des estimations obtenues ajoutée à la valeur introduite pour le recrutement du mois considéré font que notre analyse n'admet pas de solutions pour les autres mois.

La VPA rectifiée vaut mieux que la VPA à l'équilibre sur pseudo-cohorte, surtout pour une telle ressource aussi fluctuante où la notion d'équilibre du recrutement n'a aucun sens. De plus, elle est moins contraignante en termes de données que la VPA sur tableau complet. Néanmoins, si on dispose du tableau de données complètes, la VPA complète est recommandée.

L'analyse rectifiée demande cependant, plus de précision dans la collecte des données. Or, ces dernières sont en général estimées, donc sont sources d'erreurs. Ainsi, au vu des résultats obtenus, le problème de notre analyse a pour source, les données elles-mêmes. Donc les travaux futurs devront sans doute s'attacher à trouver un bon indice d'effort de pêche relatif et un autre indice de recrutement que les captures du groupe d'âge mois 5.

## Références bibliographiques

- Solari, A. P., 2006. – Argumentation as to why we use catches as a proxy for abundance in short lived/high turn over Cephalopod populations (applied to *Octopus vulgaris*). Nov. 2006, Ténérife Meeting. 1-8.
- Caverivière A., Thiam M. & Jouffre D. (éds), 2002. – Le poulpe commun *Octopus vulgaris*. Sénégal et côtes nord-ouest africaines. Editions IRD, Paris, Colloques et séminaires: 385.
- Chassot E., Guitton J. et Gascuel D. 2006. Analyse rectifiée des pseudo-cohortes. DRAFT.1-19.
- Gascuel D.,1994. – Modélisation de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise : intérêt, limites et contraintes de l'approche structurale. In : Barry-Gérard M. (ed.), Diouf T. (ed.), Fonteneau Alain (ed.). L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise : documents scientifiques présentés lors du symposium. Paris : ORSTOM, 1994, 385-403.
- Jones, R. 1961. – The assessment of the long-term effects of changes in gear selectivity and fishing effort. Marine Resources of Scotland, 2. 19.
- Jouffre D., Lanco S, Gascuel D. & Caverivière A. 2002. – Niveaux d'exploitation des stocks de poulpes du Sénégal de 1996 à 1999 et tailles minimales de captures : une évaluation par modélisation analytique. In Caverivière A., Thiam M. and Jouffre D. (éds) Le poulpe commun *Octopus vulgaris*. Sénégal et côtes nord-ouest africaines. Editions IRD, Paris, Colloques et séminaires : 269-295.
- Mesnil, B. 1980. – Théorie et pratique de l'analyse des cohortes. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 44.