

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.

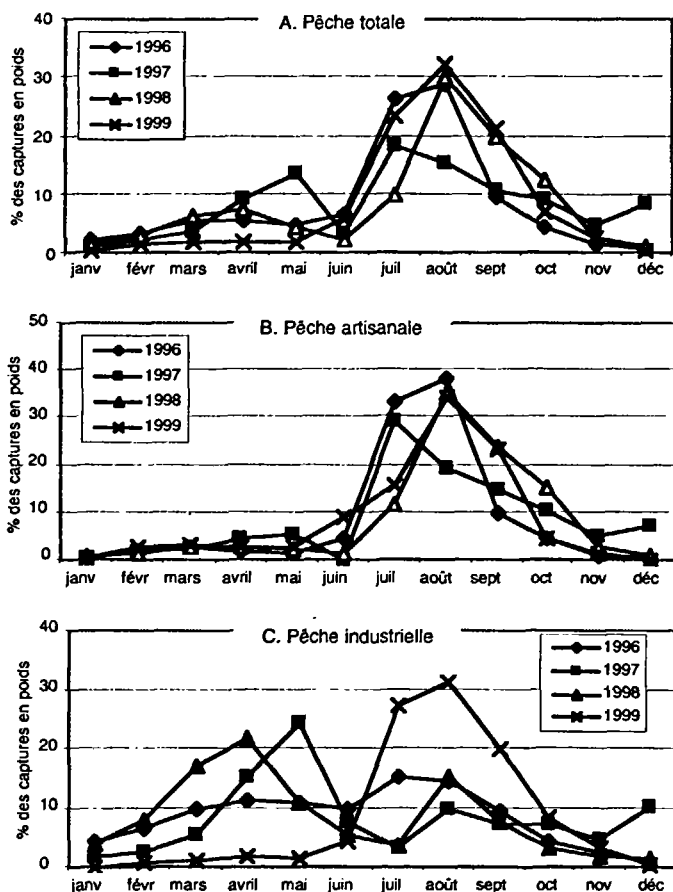
■ Résultats

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.

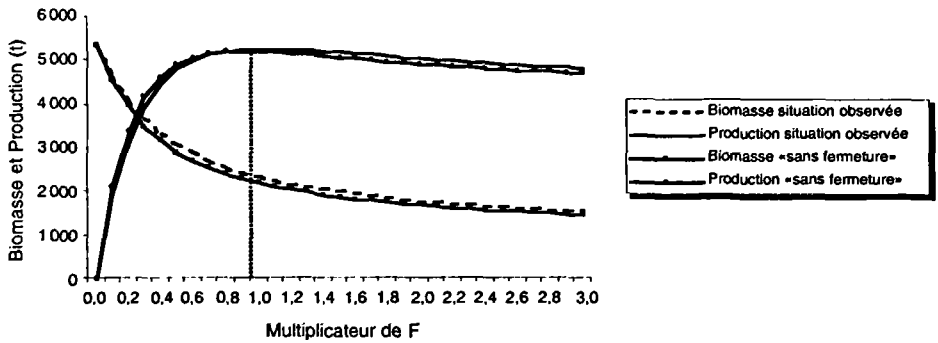
La figure 2 présente, pour l'année 1997 qui est l'année pour laquelle la fermeture réelle de la pêcherie a été la plus longue, une compa-



■ 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 1er 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.

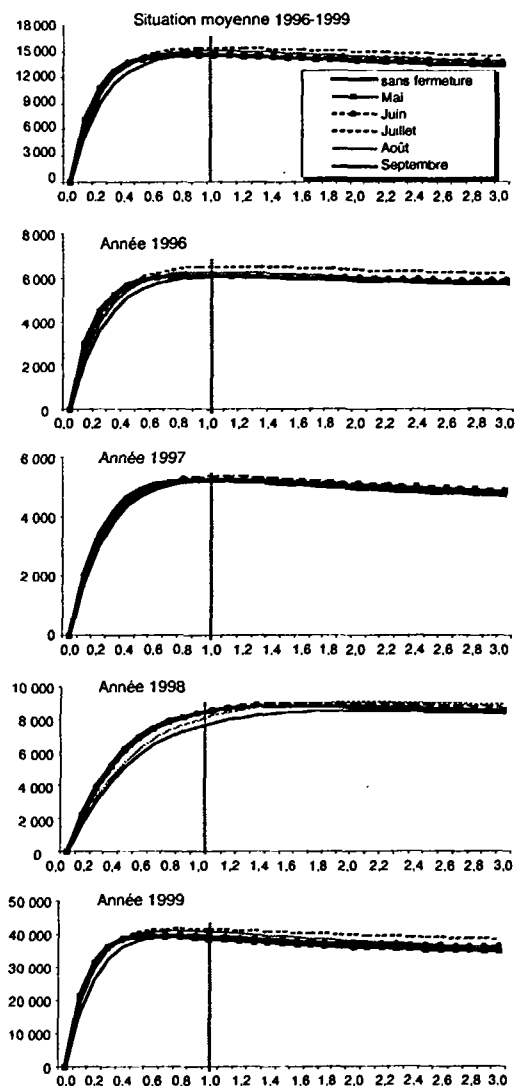


Figure 3

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

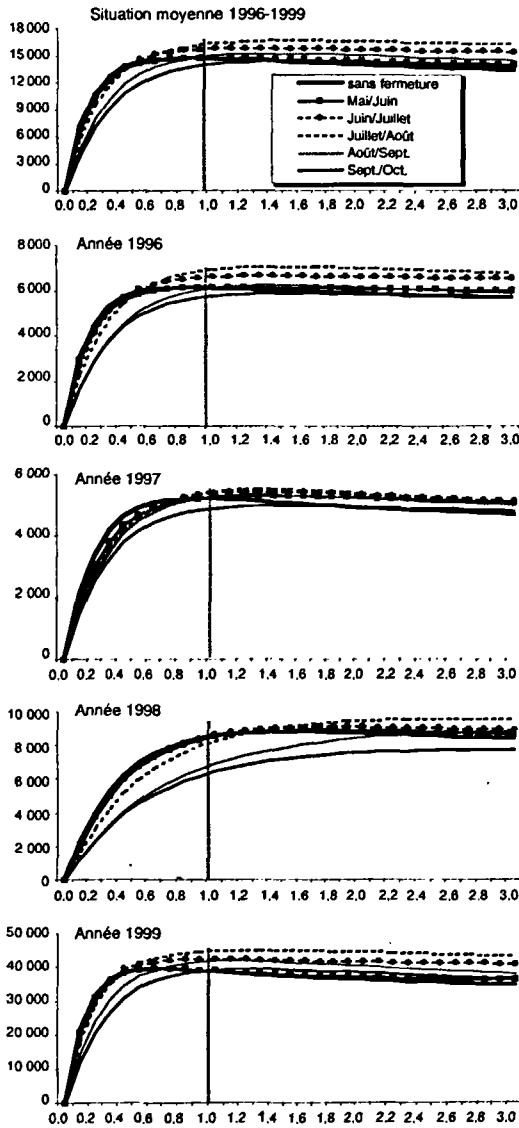
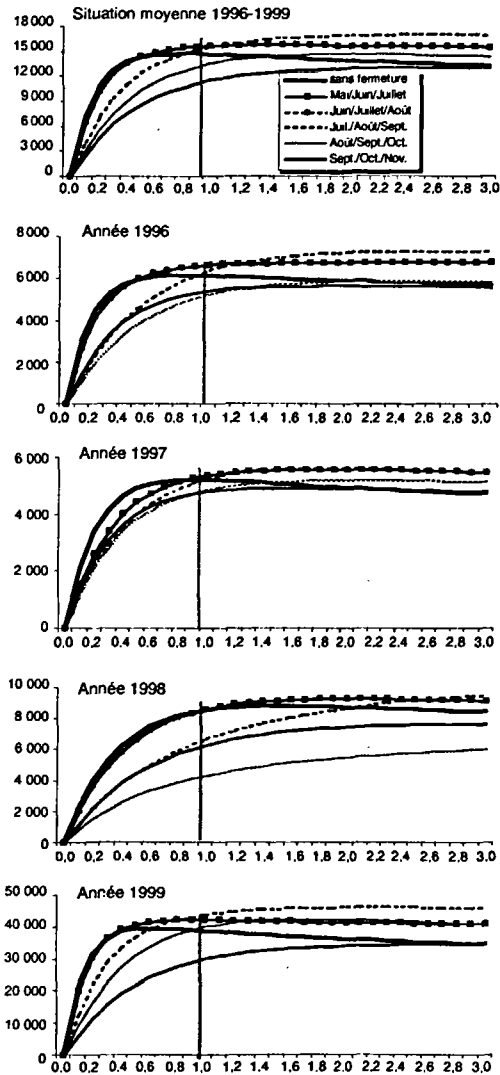


Figure 4

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.

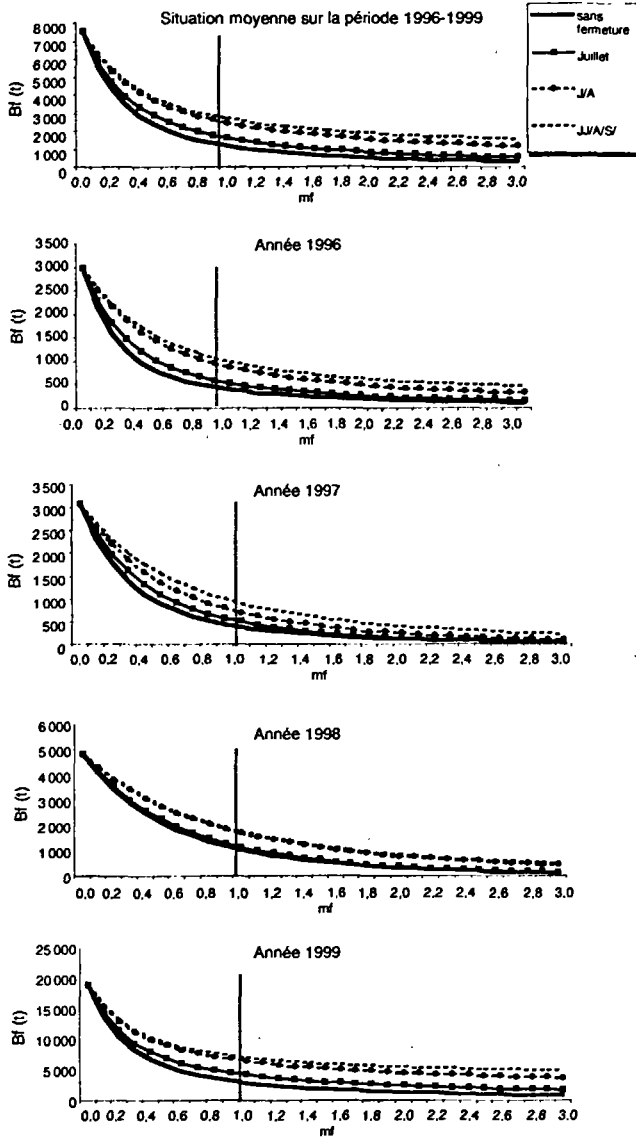


Figure 6

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.