

## Evaluation du stock de poulpe par le modèle global et analyse des effets de l'environnement

D. Gascuel et C. Inejih

L'état du stock du poulpe en Mauritanie a été évalué à plusieurs reprises par les modèles de production. En particulier en 1998 le 4<sup>ème</sup> groupe d'évaluation des stocks et d'aménagement des pêcheries mauritaniennes a utilisé tant le modèle de production équilibrée, que le modèle dynamique de production. Le second s'est avéré peu concluant (forte sensibilité des résultats aux valeurs des paramètres d'entrée, en relation avec une sur-paramétrisation du modèle). En revanche, le premier a permis de confirmer une situation de sur-exploitation déjà diagnostiquée en 1993.

Parallèlement aux évaluations fondées sur l'approche analytique (cf. document suivant), la commission Ressources démersales a repris ces **évaluations basées sur le modèle global**, avec l'objectif de les actualiser et d'apprécier l'état présent du stock et des pêcheries. On présente ici ces analyses, en précisant notamment les méthodes et paramètres utilisées. On cherchera notamment à estimer l'excédent d'effort de pêche et les éventuelles pertes de captures, découlant de la sur-exploitation. Ce diagnostique est établi dans différentes hypothèses méthodologiques afin d'en apprécier la fiabilité.

Par ailleurs, on sait que le poulpe est une espèce a priori instable, dont le recrutement et l'abondance sont dépendants de l'environnement. On suppose ainsi que l'hydroclimat, et singulièrement l'upwelling peut avoir un effet sur le recrutement. Ces effets sont analysés en recourant aux modèles dit "**modèles avec effet de l'environnement**" (Fréon, 1989). On cherche ainsi à préciser l'influence respective de l'exploitation et de l'environnement, sur la ressource.

Compte tenu à la fois des données disponibles, mais aussi du fait que les migrations de l'espèce semblent faibles après recrutement, les évaluations sont ici conduites à l'échelle de la ZEE nationale mauritane. En même temps, les connaissances biologiques disponibles semblent indiquer que le stock regroupe deux composantes : l'une plus au large et liée au stock Mauritanie/Maroc, l'autre plus côtière et liée au stock Sénégal/Mauritanie. Une analyse préliminaire est ici présentée, afin d'apprécier les éventuelles différences **d'évolution de ces deux composantes**.

Un préliminaire à ces analyses est l'établissement d'un ou plusieurs indices d'abondance du stock de poulpe en Mauritanie. De cet indice, on déduit en particulier un effort de pêche théorique. On présentera donc ici successivement :

- . l'estimation des indices d'abondance et d'effort de pêche,
- . l'évaluation du stock, par le modèle global usuel,
- . les résultats du modèle global avec effet de l'environnement,
- . l'analyse de l'évolution des composantes du stock nord et sud.

### 1 - Estimation des séries chronologiques d'abondance et d'effort de pêche

#### 1.1. Méthodes

Cinq séries d'indices d'abondance du stock de poulpe sont utilisés.

**Comb98.** L'indice combiné estimé par le groupe de travail de 1998 couvre la période 1966-97. Il peut vraisemblablement être considéré comme le meilleur indice disponible pour la période historique et permet de remonter au début de la pêcherie. Rappelons que cet indice est lui-même estimé à partir de deux sources :

- . Les données de campagnes collectées par le CNROP de 1982 à 1998. Ces données ont fait l'objet d'une analyse par les méthodes de modélisation GLM.

- . Les statistiques de prises par unité d'effort de quatre segments de la flottille : l'ensemble de la pêcherie (COPACE 1979 1982 1986, Lamboeuf 1997, Gilly et Maucorps 1987, Josse et García 1986, base CNROP) ; les congélateurs mauritaniens pour la période 1984-97 combinés avec ceux de la flottille céphalopodière de l'UE (sources CNROP et l'IEO) ; les glaciers mauritaniens pour la période 1984-97 (source CNROP) ; la flottille artisanale mauritanienne pour la période 1984-97 (source CNROP). Ces quatre séries sont standardisées par des méthodes GLM.

L'indice campagne et l'indice PUE sont ensuite combinés pour aboutir à un indice unique.

**GLMcamp.** Un nouvel indice d'abondance est calculé d'après les données de campagnes scientifiques couvrant la période 1982-2001. Un total de 5 349 traits de chalut est pris en compte. Ces données sont dans un premier temps agrégées par strates fines de bathymétrie et classe de latitude, afin de normaliser la distribution des valeurs observées. Un modèle GLM multiplicatif est ensuite utilisé sous hypothèse de Log-normalité des résidus. Les effets année, strate bathymétrique, strate spatiale et saisonnière sont testés, ainsi que leurs interactions.

On retient finalement un modèle intégrant un schéma de répartition spatio-saisonnière moyen pour l'ensemble de la période (effet bathymétrie\*latitude\*saison) et un effet année. Les caractéristiques statistiques du modèle sont présentées dans le rapport présenté par Laurans et al.

**GLMpi.** Un modèle de type GLM est également estimé à partir des données de la base statistique industrielle de l'IMROP (cf. rapport Gascuel et al.). Les prises de poulpe par unité d'effort (en kg/heure de pêche) sont d'abord calculées par navire, par mois et par carré statistique (de 1 ° de latitude et longitude de côté). Seuls les céphalopodiers nationaux et étrangers sont pris en compte. On recherche dans le modèle :

- . un effet "catégorie de navire", correspondant à des différences de puissances de pêche ; dans cette optique, sont testés les effets : type de navire (glacier ou congélateur), type de licence (céphalopodiers nationaux ou étrangers), et classe de puissance motrice, ainsi que leurs interactions ;

- . un effet spatio-saisonnier fondé sur les effets saison, carré statistique, et leur interaction ;

- . un effet année.

Le modèle retenu inclut finalement les effets "classe de puissance motrice", "type de licence", "carré\*saison", et année. Comme celui fondé sur les campagnes, il traduit donc un schéma de répartition spatial, en valeur moyenne saisonnière. On note également des différences significatives de puissance de pêche entre type de licence et entre classe de puissance (mais pas d'interactions).

**PUEpi et PUEpa.** Enfin, on utilise les séries de prises par unité d'effort de deux segments de la flottille céphalopodière ; d'une part, les prise par heure de pêche des chalutiers congélateurs mauritaniens, et d'autre part, les prises par jours de mer pour les embarcations artisanales de Nouadhibou pratiquant la pêche au pot (données enquête par métier, IMROP). La première série a été estimée par Inejih (non pub.) lors de la dernière réunion du Copace, la seconde par la commission Pêche artisanale du présent groupe d'évaluation.

## **1.2. Résultats : évolution de l'abondance**

Les cinq indices d'abondance mettent en évidence des valeurs relativement plus élevées, et fluctuantes entre 1985 et 1993 (Fig.1). Ils concordent également tous pour indiquer que l'abondance du poulpe diminue ensuite et présente des valeurs extrêmement faibles de 1995 à 1988. Enfin, l'abondance semble ensuite croissante, avec un pic relatif en 2000.

Pour ces trois dernières années, l'indice "PUE pêche artisanale au pot" indique une forte remonté de l'abondance, que ne confirme aucun des autres indices. Au moins pour partie, ce résultat traduit très vraisemblablement un accroissement de l'efficacité des artisans, avec en particulier une augmentation du nombre de pots utilisé ; On montre en outre que la prise en compte de cette série conduit ensuite à

des résultats incohérents (forte et brusque baisse de l'effort en 2001, ce qui contredit les séries d'effort nominal et de mortalité par pêche). Elle n'est donc pas conservées dans la suite de l'analyse.

De même, le modèle GLM basé sur les statistiques de la pêche industrielle présente des valeurs clairement aberrantes en 1992 (abondance multipliée par plus de 10), liées à quelques PUE exceptionnelles en zone nord, et donc à un changement de répartition spatiale que ne prend pas en compte le modèle. Par suite, cette série n'est prise en compte que pour la période 1993 à 2001.

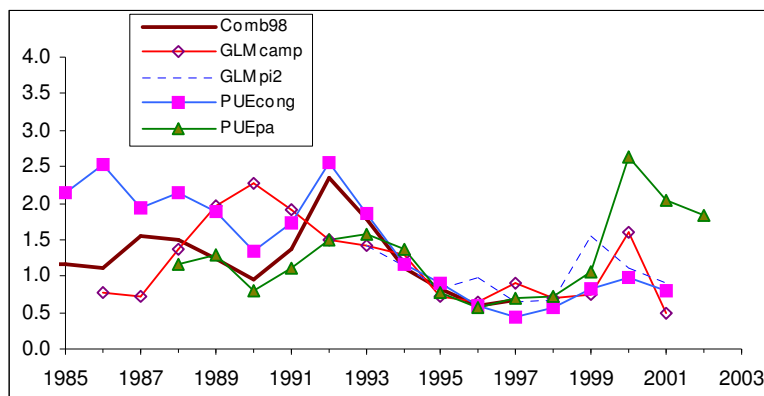


Figure 1 – Evolution des cinq séries d'indices d'abondance estimées (en valeurs standardisées par la moyenne 1993-1997)

Finalement, les quatre séries d'indices d'abondance (Comb98, GLMcamp, GLMpi et PUEpi), sont combinée, pour estimer un indice sur l'ensemble de la période 1966-2001 (Fig. 2). Cet indice montre que l'abondance du poulpe a très fortement diminué du début de la pêcherie dans les années 60, au début des années 80 (division des biomasses par un facteur de l'ordre de 5). Elle semble ensuite avoir connu un longue période de relative stabilité, avant une nouvelle et forte dégradation dans les années 90 (division par 2). La légère reprise de l'année 2000, n'a pas permis de retrouver les niveaux des années 80.

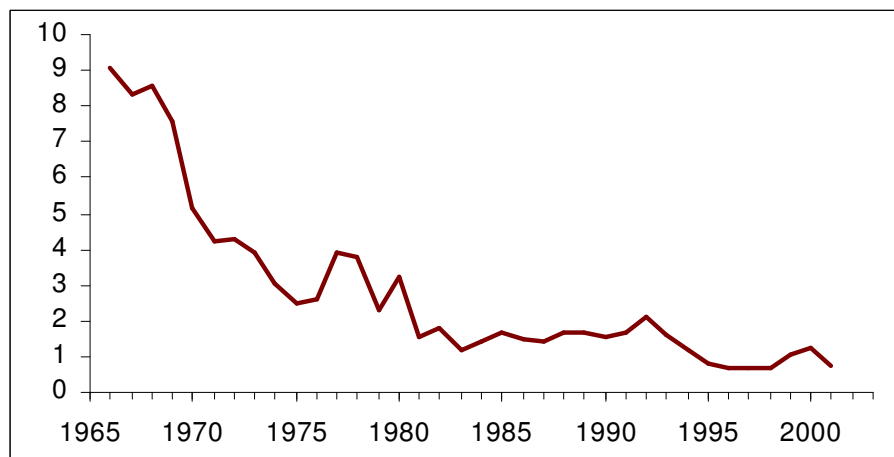


Figure 2 – Evolution de l'abondance du poulpe en Mauritanie depuis 1966 (valeurs relatives)

### 1.3. Standardisation des puissances de pêche et évolution de l'effort de pêche.

Le modèle GLM sur les données statistiques de la pêche industrielle conduit de manière incidente à estimer les puissances de pêche par catégorie de navire (Tab.1). Ces valeurs doivent être considérées avec prudence ; une estimation plus rigoureuse nécessiterait notamment une analyse précise du schéma de répartition spatiale, et des résidus par navires. Elles permettent cependant de fixer des

ordres de grandeurs qui semblent globalement cohérents. On montre par exemple, qu'à puissance motrice équivalente, **un céphalopodier étranger aurait une efficacité de pêche presque double (+ 90 % environ) qu'un céphalopodier national.**

Tableau 1 – Estimation des puissances de pêche relatives par type de licence et classe de puissance motrice (en Cv), d'après la modélisation GLM des PUE.

	0-50 cv	50-150	150-300	300-500	>500
Ceph.N		0.63	0.76	0.65	
Ceph.E	0.10	1.20	1.42	1.24	1.03

Enfin, l'indice d'abondance permet d'estimer un effort de pêche théorique, égal au ratio des captures sur l'abondance. Les statistiques de captures considérées ici sont celles utilisées par le groupe FAO-COPACE de Ténériffe (2001), jugé au moment de l'évaluation comme étant les plus fiables (Cf. Annexe 1).

Dés la fin des années 60 et jusqu'au début des années 90, les captures fluctuent autour de valeurs de 30 000 à 40 000 tonnes, sans tendance apparente nette, alors même que l'effort est globalement en forte croissance (Fig.3). Durant cette période, on observe également que les variations inter-annuelles de captures sont directement liées aux variations d'effort de pêche. Les pics de captures de 68, 76, 82 et 86 sont ainsi concomitants à des pics d'effort.

A l'inverse, au cours des années 90, une nouvelle hausse de l'effort semble se traduire par une baisse des captures. De 1997 à 2000, l'effort de pêche diminue sensiblement, mais retrouve en 2001 une valeur très élevée. Depuis 1994, la production reste à des valeurs relativement faibles, inférieures à 30 000 tonnes.

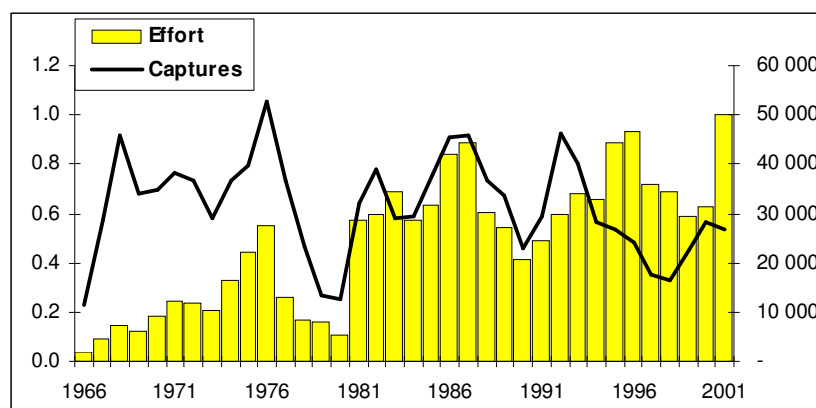


Figure 3 – Evolution des captures de poulpes (en tonnes) et de l'effort de pêche théorique (déduit de l'indice d'abondance) en Mauritanie, depuis 1966.

## 2 – Evaluation du stock par le modèle global

### 2.1. Méthode

Le modèle global est ajusté aux données d'abondance et d'effort de pêche théorique. Il exprime ainsi la réaction du stock, en terme d'abondance, aux modifications de la pression de pêche. Compte tenu de la faible longévité du poulpe (de l'ordre d'un an), le modèle est ajusté à l'équilibre, sans recourir aux

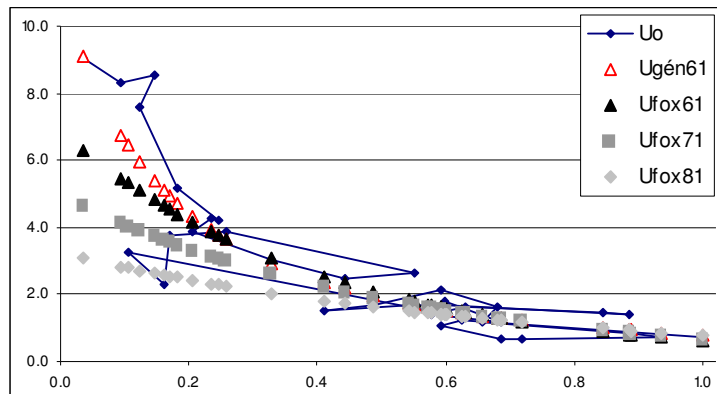
méthodes de pseudo-équilibre. L'ajustement est conduit sous feuille XL, par la méthode du maximum de vraisemblance sous hypothèse d'une distribution des erreurs Log-normales (ceci revient à un ajustement par minimisation de la somme des écarts logarithmiques).

Deux modèles sont testés : le modèle exponentiel de Fox et le modèle généralisé de Pella et Tomlinson. Par ailleurs, l'ajustement est conduit soit sur l'ensemble de la période 1966-2001, soit sur les années 1971-2001, soit enfin sur la période récente 1981-2001. L'exclusion des premières années de la série peut se justifier par la faible fiabilité des statistiques correspondantes. L'ajustement sur la période récente est toujours dangereux, car il conduit à "oublier" les informations relatives à une situation proche de l'état vierge, alors même que le principe du modèle global est précisément de chercher à ré-estimer cette situation. En même temps, cet ajustement permet de prendre en compte des modifications de la fonction de production du stock, liées par exemple à des changements : des traits d'histoire de vie du poulpe (croissance, mortalité, ...) ; de l'écosystème ; ou du diagramme d'exploitation.

## 2.2 Résultats

Lorsqu'on considère l'ensemble de la série 1966-2001, les modèles de Fox et généralisé diffèrent très sensiblement (Fig.4). Statistiquement, le modèle généralisé (avec  $m=0.44$ ) semble préférable mais il apparaît à l'examen extrêmement dépendant de la seule valeur 1966, et à l'inverse peu satisfaisant pour des années plus récentes (notamment période 78-80). Ce modèle n'est donc pas conservé. Lorsqu'on prend en compte les 2 séries 1971-2001 et 1981-2001, les modèles de Fox et généralisé donne des résultats presque identiques ; le paramètre de forme du modèle généralisé est en effet proche de 1 (Annexe 2). Dans ce cas, il est évidemment préférable de ne retenir que le modèle exponentiel de Fox, et le modèle généralisé n'est donc plus considéré dans la suite de l'analyse.

Les trois modèles de Fox peuvent être considérés comme donnant une image de l'incertitude du diagnostic. Le modèle ajusté sur la série 1971-2001 est par convention considéré comme définissant le diagnostic de référence. Il constitue en effet un bon compromis. Le modèle sur la série complète donne un diagnostic plus pessimiste. Il fournit une meilleure prédiction sur les premières années, mais conduit à des écarts importants par rapport aux PUE observées dans la période 78-80. A l'inverse, le modèle sur les années récentes n'améliore que faiblement la prédiction de ces années récentes, pour des écarts importants avant 1980 ; en outre, il conduit à une vision plus optimiste qui ne peut être considérée qu'avec la plus extrême circonspection dans une démarche de précaution. Ce résultat illustre bien les biais que peut induire une "perte de la mémoire de l'histoire de l'exploitation".



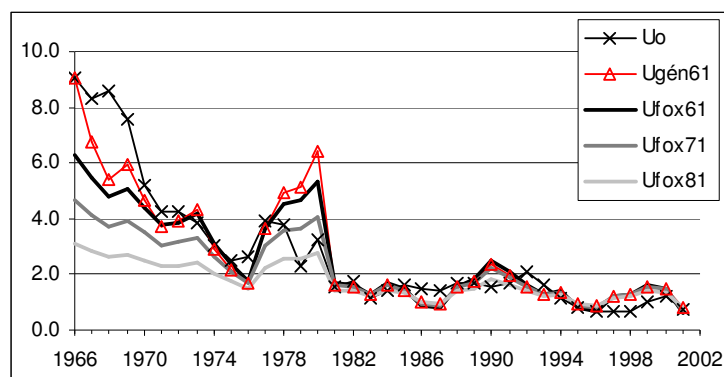


Figure 4 – Ajustement du modèle global : relation PUE / effort et modèles ajustés (en haut) ; évolution des abondances observées et prédites par les différents modèles

**Les trois modèles concluent à un diagnostic de nette surexploitation. Le modèle de référence indique un excédent d'effort pour les années 1999-2001 de 31 % (intervalle de 25 à 40 %).** En 2001, cet excédent apparaît même très nettement supérieur (env. 50 %), mais la prise en considération d'une seule année peut conduire à des résultats trop dépendants des fluctuations d'échantillonnage.

**Le potentiel de production est estimé à 34 000 tonnes (32 à 36 000).** La capture équilibrée actuelle est sensiblement plus faible, traduisant une "perte de capture" estimée en moyenne à 25 % (15 à 40 %). **Tous les modèles indiquent ainsi qu'une diminution de l'effort permettrait un accroissement des captures (plus ou moins significatifs selon le modèle).**

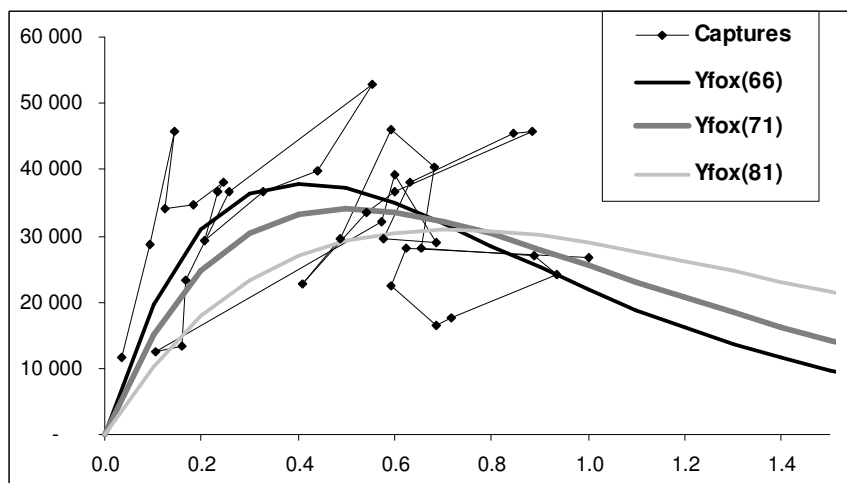


Figure 5 – Modèle de production du stock de poulpe en Mauritanie : captures observées et captures prédites à l'équilibre, selon les différents modèles retenus

Tableau 2 – Indicateurs de diagnostic de l'état du stock de poulpe, évalué par le modèle global de production à l'équilibre

	Fox61	Fox71	Fox81	<b>BILAN</b>
<b>Potentiel de production (MSY)</b>	37 908	34 155	30 936	<b>32 à 36 000</b>
Excédent d'effort (par rapport à 2001)	59%	49%	29%	<b>45 à 60 %</b>
<b>Excédent d'effort</b> (par rap. à 1999-01)	45%	31%	4%	<b>25 à 40 %</b>

<b>Perte de capture</b>	42%	25%	6%	<b>15 à 40 %</b>
Perte de biomasse (ratio \Bv)	91%	86%	76%	<b>80 à 91 %</b>

### 3 - Modèle avec effet de l'environnement

#### 3.1. Méthode

Deux indices annuels d'upwelling, issus des publications scientifiques de l'IMROP, sont utilisés dans cette approche (Annexe 1). Ces indices, disponibles pour la période 1970-2001, se déduisent des données concernant le vent ; ils caractérisent respectivement les saisons froides (janvier à mai) et chaude (août à octobre). Le premier est susceptible d'avoir un effet sur l'état du stock pour l'année en cours ; le second pourrait influencer sur l'abondance et les captures de l'année suivante.

Un troisième indice, dit indice combiné d'upwelling, est estimé en faisant la moyenne de l'indice de saison froide de l'année et de celui de saison chaude de l'année précédente ; il est ainsi susceptible d'influer sur le stock de l'année courante. Le modèle est ainsi testé en utilisant l'un ou l'autre de ces trois indices.

Deux types de modèles avec effet de l'environnement sont testés (Fréon, 1989). Ils sont l'un et l'autre fondés sur le modèle de Fox ; ils traduisent un effet de l'environnement sur le recrutement et donc sur l'abondance (et non pas sur la capturabilité).

. le premier correspond à un effet linéaire de l'indice d'upwelling  $W$ , soit :  $U_{env} = (a + c.W) \cdot \exp(-b.f)$

. le second correspond à un effet non-linéaire, soit :  $U_{env} = (a + W^b) \cdot \exp(-b.f)$

Le modèle est ajusté comme précédemment sur feuille XL, sur l'ensemble de la série disponible soit de 1970 à 2001.

#### 3.2. Résultats

La meilleure corrélation entre données d'abondance observées et valeurs prédites est obtenu avec l'indice d'upwelling combiné (l'indice de saison chaude vient juste après ; celui de saison froide a un impact plus faible). Les deux types de modèle testés conduisent à des résultats presque similaires. Par conséquent, seul le second est ici présenté.

Comparativement à un modèle simple, la prise en compte de l'environnement améliore sensiblement la prédiction (Fig.6). Le  $R^2$  entre les deux séries passe ainsi de 0.85 à 0.90 pour l'ensemble de la série, et de 0.57 à 0.61 pour la période 1981/2001. En particulier, le modèle avec effet de l'environnement rend bien compte de valeurs d'abondance élevées durant les années 1973-75 d'upwelling très intense, et d'une baisse sensible en 1979, année d'upwelling peu marqué.

Durant les années 1980 à 1995, les variations d'upwelling semblent moins fortes (aucune valeur hors de l'intervalle 1.1 à 1.3) et les différences entre les deux modèles de prédiction sont peu nettes. Enfin, dans la période la plus récente, le modèle environnemental améliore la prédiction mais ne rend qu'imparfaitement compte des écarts observés par rapport à l'équilibre.

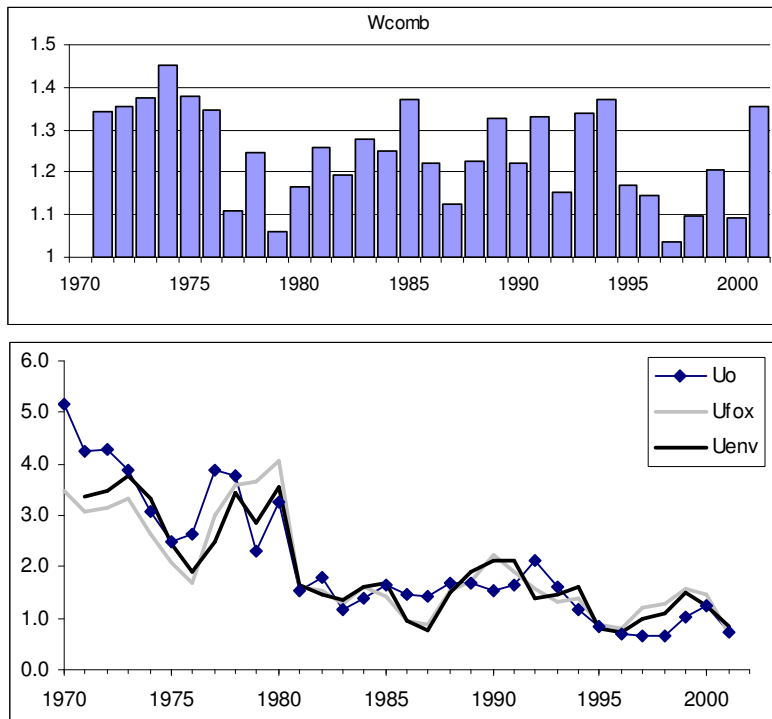


Figure 6 - Evolution des indices liés au modèle avec effet de l'environnement : indice d'upwelling (en haut) ; indice d'abondance observé et valeurs prédites à l'équilibre.

Le modèle montre que **le niveau de production dépend fortement des conditions environnementales** (Fig. 7). Le potentiel de production varie ainsi de 27 000 tonnes pour des conditions d'upwelling défavorables (indice minimal de la période), à 44 000 tonnes lorsque l'upwelling est intense (indice maximal). Dans les conditions actuelles d'effort ( $mf=1$ ), la production équilibrée est estimée entre 21 et 34 000 tonnes, selon les conditions environnementales, avec une valeur moyenne de 26 000 tonnes.

Par ailleurs, **le modèle environnemental ne modifie pas sensiblement le diagnostic. On conclut à nouveau que le stock est dans une situation de situation marquée.** L'excédent d'effort des années 1999/2001 est estimé ici à 28 %, et ceci aussi bien en année d'upwelling intense que faible. A condition d'upwelling équivalente, la perte de production serait de 26 %, comme dans le modèle simple.

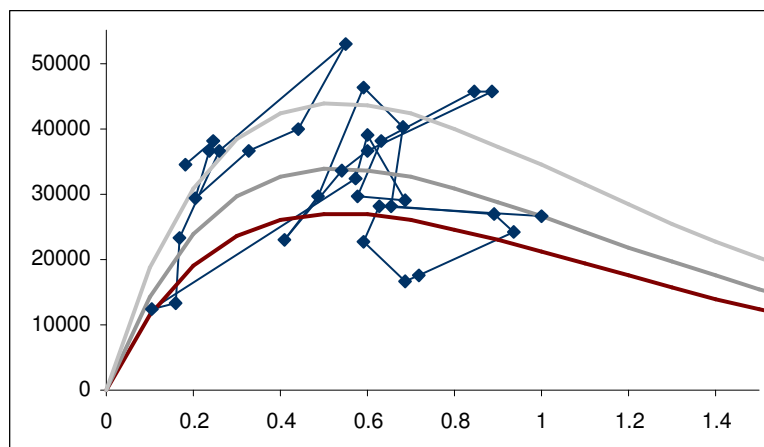


Figure 7 – Modèle de production équilibrée du poulpe avec effet de l'environnement : captures observées et captures prédites à l'équilibre (en tonnes), pour des conditions d'upwelling moyen, favorable et défavorable.



## **4 – Evolution des composantes nord et sud**

### **4.1. Méthode**

L'analyse présentée ici doit être considérée comme préliminaire.

. Les captures mensuelles de la pêche industrielle sont utilisées (base de données IMROP). Elles concernent les chalutiers congélateurs pour la période 1985 à 1990 et l'ensemble de la pêche industrielle pour la période 1991 à 2001. Ces données représentent de 70 à 83 % de la capture totale de poulpe. Ces captures mensuelles sont extrapolées à la capture totale, en utilisant la série de captures précédemment présentée.

. Les captures de la saison chaude, soit de juin à octobre, sont agrégées. Elles sont réalisées très majoritairement en zone nord et au large. On les considère par conséquent comme représentative de la composante du stock Mauritanie/Maroc.

. Les captures de la saison froide, soit celle de novembre/décembre de l'année et celle de janvier à mai de l'année suivante, sont également agrégées. Ces captures sont majoritairement réalisées plus à proximité de la côte que les précédentes et dans la partie centrale et sud du plateau continental. En première approximation, on considère qu'elles sont représentatives des captures réalisées sur la composante sud Mauritanie/Sénégal.

. Parallèlement à cette analyse des données de pêche, les données des campagnes scientifiques sont également utilisées. En reprenant les procédures précédemment présentées, deux indices d'abondance sont estimés, l'un à partir des données de saison froide, l'autre à partir des données de saison chaude.

### **4.2. Résultats**

Entre 1985 et 1999, les deux séries de captures présentent des évolutions parallèles. En revanche, elles divergent ensuite totalement.

. Pour la composante dite sud, les captures de saison froide sont globalement constantes et les fluctuations sont de faible amplitude.

. Pour la composante nord, les variations sont de beaucoup plus grande amplitude ; les captures présentent un pic marqué en 1982 et sont ensuite fortement décroissantes. On peut se demander si cette variabilité traduit une plus grande influence de l'environnement.

En ce qui concerne les indices d'abondance, les évolutions observées en saisons chaudes et froides ne sont pas synchrones mais présentent des tendances remarquablement parallèles. La simple opposition entre saisons est cependant une démarche trop simple pour suivre correctement les deux composantes du stock. Une analyse par strate spatiale et saison serait de toute évidence à réaliser.

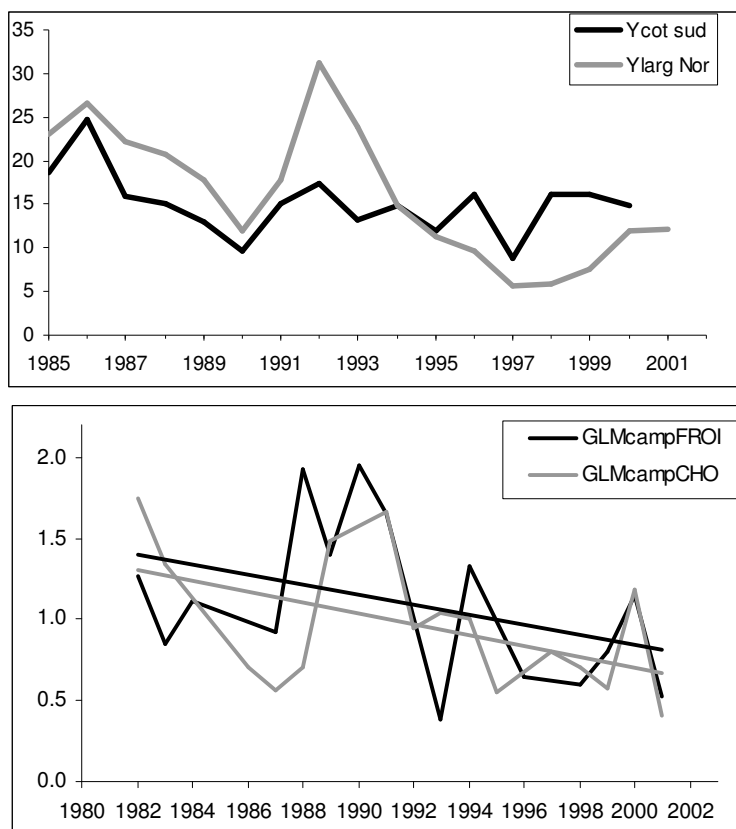


Figure 8 – Evolution des captures et des indices d'abondance associés aux deux composantes du stock.

Cette analyse montre en définitive que les deux composantes peuvent subir des pressions de pêche et des influences environnementales différentes. Il paraît donc important de préciser les diagnostics à cette échelle de perception. **La commission recommande d'approfondir ces analyses et d'envisager une évaluation propre à chacune de ces composantes.** Cette analyse pourrait très utilement être conduite de manière régulière (annuelle ou bisannuelle), dans un cadre de coopération sous-régionale.

## Conclusion

Globalement, l'évaluation menée en 2002 confirme un diagnostic de surexploitation sensible du stock de poulpe en Mauritanie. Comparativement à l'évaluation de 1998, l'état du stock semble s'être dégradé. L'estimation de l'excédent d'effort n'est pas fortement modifiée ; on passe de 25 % au minimum, à une estimation de 25 à 40 %. En revanche, on met pour la première fois en évidence une perte significative de capture (de l'ordre de 25 %), comparativement au potentiel de production maximal.

Le recours à un modèle environnemental permet de souligner deux points importants. D'une part, l'upwelling pourrait expliquer, au moins pour partie, les fortes fluctuations inter-annuelles de captures ; ces fluctuations rendent particulièrement délicat toute éventuelle tentative d'une régulation indirecte de l'effort de pêche, par l'intermédiaire de TAC ou quotas. D'autre part, on montre que cette variabilité environnementale n'évite pas au stock d'être surexploité. Elle influe en réalité sur le succès du recrutement. Comme on le verra dans l'analyse structurale (rapport Jouffre et al.), la sur-exploitation peut découler ensuite d'une mauvaise utilisation du recrutement (sur-exploitation de croissance).

**En conclusion de cette évaluation de l'état du stock de poulpe, la commission recommande une diminution globale de l'effort de pêche. Il importe que la gestion de la pêche céphalopodière en Mauritanie reste fondée sur une limitation de l'effort ; la variabilité environnementale peut en effet conduire à des fluctuations importantes de captures.**

**ANNEXE 1 – Données de captures (en tonnes ; source : FAO-Copace, Inejih) et d'indices d'upwelling utilisés (source IMROP). Indice d'abondance et d'effort théorique (valeurs relatives) estimés.**

	Effort	Captures	Uo	Wchaud	Wfroid	Wcomb
1966	0.03	11 600	9.07			
1967	0.09	28 700	8.30			
1968	0.15	45 700	8.56			
1969	0.12	34 200	7.58			
1970	0.18	34 600	5.17	0.9664	1.3452	
1971	0.25	38 200	4.23	0.9274	1.7179	1.34
1972	0.23	36 600	4.27	1.1409	1.7789	1.35
1973	0.21	29 200	3.88	1.0515	1.6075	1.37
1974	0.33	36 600	3.06	0.9511	1.8506	1.45
1975	0.44	39 900	2.47	0.9559	1.8056	1.38
1976	0.55	52 900	2.62	0.83	1.7372	1.35
1977	0.26	36 600	3.90	0.9277	1.3847	1.11
1978	0.17	23 300	3.78	0.6752	1.564	1.25
1979	0.16	13 400	2.29	0.9667	1.4477	1.06
1980	0.10	12 500	3.26	0.8879	1.3657	1.17
1981	0.57	32 200	1.54	0.9849	1.6262	1.26
1982	0.60	39 100	1.79	1.1848	1.4048	1.19
1983	0.69	29 000	1.15	0.8756	1.3716	1.28
1984	0.58	29 500	1.40	1.0046	1.6276	1.25
1985	0.63	38 000	1.65	0.6875	1.7398	1.37
1986	0.84	45 600	1.48	0.8255	1.755	1.22
1987	0.89	45 700	1.41	0.9005	1.4228	1.12
1988	0.60	36 700	1.67	0.8202	1.5502	1.23
1989	0.54	33 500	1.69	0.8676	1.8338	1.33
1990	0.41	22 840	1.52	0.8983	1.5735	1.22
1991	0.49	29 616	1.66	0.8042	1.7638	1.33
1992	0.59	46 113	2.13	1.0307	1.4999	1.15
1993	0.68	40 253	1.62	0.9892	1.6445	1.34
1994	0.66	28 233	1.18	0.8668	1.753	1.37
1995	0.89	26 909	0.83	0.7615	1.4754	1.17
1996	0.93	24 188	0.71	0.9619	1.5314	1.15
1997	0.72	17 598	0.67	0.7622	1.1144	1.04
1998	0.69	16 482	0.66	0.8275	1.4344	1.10
1999	0.59	22 516	1.04	0.7485	1.5798	1.20
2000	0.63	28 209	1.23	0.9747	1.4335	1.09
2001	1.00	26 608	0.73	0.8623	1.7375	1.36

**ANNEXE 2 – Valeurs des paramètres et caractéristiques statistiques des modèles d'équilibre ajustés.**

	Ajustement 66 / 2001		Ajustement 71 / 2001		Ajustement 81 / 2001	
	Fox	Généralisé	Fox	Généralisé	Fox	Généralisé
m		0.440		0.984		0.989
q.K	6.9	0.260	5.0	0.975	3.2	0.987
q/H	2.439	-0.880	1.966	-0.030	1.408	-0.014
Ye act	21 928	28 964	25 562	28 239	28 965	31 736
R <sup>2</sup>	0.87	0.89	0.86	0.86	0.85	0.85
B/Bv	0.09		0.14		0.24	

