



INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES
(ISRA)



CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES DE DAKAR – THIAROYE
(CRODT)

Boîte Postale 2241 – Dakar, SENEGAL –
Téléphone : + 221 30 108 11 04 – Fax : + 221 33 832 82 62



Aménagement Durable des Pêches au Sénégal (ADUPES)

Groupe de travail (02 au 06 février 2015)

Note technique

Evaluation des principaux stocks démersaux exploités au Sénégal



Equipe de recherche :

Modou THIAW^{1*}

Kamarel BA¹

Massal FALL¹

Ndiaga THIAM¹

Modou THIAM¹

Didier JOUFFRE²

¹CRODT, ISRA-Sénégal, Pôle de Recherche de l'ISRA/Hann, BP 2241 - Dakar, Sénégal.

²Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR 5119 ECOSYM, BP 1386, Dakar, Sénégal.

*Correspondance: Tél: (+221) 77 445-23-91 Télécopie : (+221) 33-832-82-62 Courriel:
modouth@hotmail.fr (M. Thiaw)

Résumé

Au Sénégal, les espèces démersales côtières font l'objet d'une longue (depuis les années 1970 au moins) et intense exploitation. Ces ressources sont économiquement importantes tant pour la pêche industrielle que pour la pêche artisanale. Elles représentent 15 % des captures totales réalisées dans la ZEE sénégalaise avec, en moyenne, 45 000 tonnes pêchées par an sur la période 1981-2013. Cependant, au cours de ces trois dernières décennies, la pêche s'est intensément développée en Afrique de l'Ouest. L'effort de pêche, déjà important au Sénégal au début des années 1980, a été multiplié par 2.5 au cours de la période 1981-2013, entraînant dans le même temps, une réduction importante de la biomasse de beaucoup d'espèces, en particulier des espèces démersales côtières .

Mots clefs: Evaluation des stocks, espèces démersales côtières, crevette profonde, poulpe, Sénégal.

Table des matières

1. Introduction	1
2. Matériel et méthodes.....	2
2.1. Données utilisées	2
2.1.2. Statistiques de pêche	2
2.1.3. Données environnementales.....	3
2.1.4. Données issues de la littérature	3
2.2. Méthodes.....	4
3. Résultats	6
3.1. Evolution des captures annuelles.....	6
3.2. Dynamique des stocks démersaux et pêcheries.....	9
3.2.1. Dynamique des stocks	9
3.2.2. Dynamique des pêcheries.....	11
3.3. Evaluation des stocks.....	13
3.3.1. Stock de crevettes profondes Gamba	13
3.3.2. Stock de poulpe.....	14
3.3.3. Autres stocks démersaux côtiers	15
4. Discussions et conclusion	20
5. Références bibliographiques	21
Annexes.....	23

1. Introduction

Un groupe de travail (GT) du programme « Aménagement Durable des Pêches au Sénégal » (ADUPES) s'est tenu du 2 au 6 février 2015 au Pôle de Recherche de Hann (PRH) de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA). Ce GT avait pour objectif l'analyse préliminaire et finalisée de données en vue de la fourniture d'avis scientifiques sur l'état d'exploitation des principales ressources démersales exploitées du Sénégal. Sept (7) personnes ont pris part aux travaux : 1 expert modélisateur biologiste de l'IRD, 3 chercheurs du CRODT (tous biologistes des pêches), le coordinateur national du Programme ADUPES, l'expert en aménagement des pêches et assistant technique du programme et l'expert modélisateur bio-économiste. Le groupe de travail a duré 5 jours pour les nationaux et 7 jours pour les deux experts (5 jours de travaux + 2 jours pour la préparation des travaux et la mise en forme du rapport final). L'expertise du modélisateur biologiste a porté sur la proposition de modèles de dynamique des populations applicables ou les plus adaptés à l'évaluation des stocks d'espèces à vie courte et tenant compte de la disponibilité et de la qualité des données.

L'organisation du groupe de travail a été assurée par le programme ADUPES. Trois types de modèles ont été identifiés comme pouvant faire l'objet d'une exploration prioritaire, à savoir (1) les modèles de production (2) la Virtual Population Analysis (VPA) mensuelle et (3) les modèles analytiques de simulation court terme sur base mensuelle (Jouffre et al. 2002a, 2002b, 2002c ; Jouffre et Caverivière 2005). Mais en raison de la qualité des données, très agrégées et souvent limitées, il a été décidé d'appliquer pour cette année les modèles globaux de production.

Une approche plurispécifique, visant à évaluer les principales ressources démersales côtières exploitées au Sénégal, est présentée ci-après. D'abord, pour chaque espèce ou taxon considéré, un modèle global est ajusté aux données de capture et d'effort de pêche. Ensuite un diagnostic plurispécifique global est estimé par combinaison des diagnostics monospécifiques (Gascuel et Ménard, 1997). Les principales espèces d'intérêt commercial ci-dessous, dont l'état d'exploitation est l'objet d'un suivi régulier, ont été considérées conformément aux engagements du CRODT (Annexe 1): poulpe *Octopus vulgaris*, crevette profonde gamba *Parapenaeus longirostris*, mérrou blanc *Epinephelus aeneus*, pageot *Pagellus bellottii*, pagre à points bleus *Sparus caeruleostictus*, thiékem ou plexiglas *Galeoides decadactylus*, rouget *Pseudupeneus prayensis* et crevette côtière *Farfantepenaeus¹ notialis*.

La production d'avis scientifiques sur les pêcheries repose sur l'estimation, relativement aux stocks ciblés (gamba, poulpe ou autres démersaux) et, selon le cas: (i) de la production maximale équilibrée (MSY en anglais), (ii) de l'effort de maximisation de la production (f_{MSY}), exprimé en multiplicateur d'effort comparativement à la situation actuelle, (iii) de l'état actuel de la biomasse (B), comparativement à l'état vierge (B_v), d'où le rapport B/B_v .

Ces indicateurs permettent de répondre à des interrogations concrètes et d'intérêt majeur pour les acteurs chargés de l'aménagement, concernant en particulier le niveau d'exploitation des stocks. Ils seront suivis sous réserve de la disponibilité des données nécessaires, leur liste pouvant être réajustée si nécessaire. En particulier, seules les analyses pour lesquelles les données ont été collectées et rendues disponibles et utilisables par le CRODT, en amont du GT, ont été conduites pendant le GT et par conséquent incluses dans le rapport final. Les résultats aboutiront donc à la production d'avis scientifiques sur les pêcheries, après implication de l'expert modélisateur bio-économiste.

¹ Ex genre *Penaeus*

2. Matériel et méthodes

2.1. Données utilisées

Trois principales sources de données ont été utilisées : (1) les données de campagnes scientifiques, (2) les données annuelles de captures et d'efforts de pêche des flottilles artisanale et industrielle de la base de données de pêche commerciale du CRODT et (3) les séries temporelles d'indices d'abondance tirées de la littérature.

2.1.1. Données de campagnes scientifiques

Depuis 1968, des campagnes de prospection des ressources démersales du plateau continental sénégalais sont conduites par le CRODT par chalutage sur la base d'un échantillonnage aléatoire stratifié (EAS). Ces campagnes ont été successivement réalisées par les navires océanographiques (N/O) Laurent Amaro (1968-1985), Louis Sauger (1986-1999) et Itaf Dème (depuis 2001).

2.1.2. Statistiques de pêche

Les deux principales sources de données halieutiques du Sénégal sont représentées par les cellules statistiques du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) et de la Direction des Pêches Maritimes (DPM). Ces deux sources sont généralement sollicitées mais, on s'appuie ici principalement sur les données fournies par le CRODT, institution qui possède l'information la plus complète et la plus diversifiée sur les ressources (cf. quantités débarquées et efforts de pêche). Les bases de données publiques de la DPM sont utilisées comme complément d'information et pour des besoins de recoupements et de vérifications.

Pour les données commerciales du CRODT, les prises par unité d'effort (PUE) de la pêche industrielle, exprimées en kilogramme par jour de mer sont utilisées pour estimer les indices d'abondance des principales espèces démersales débarquées. Les données de la pêche industrielle sont agrégées mensuellement et disponibles par année, mois, nombre de jours en mer, navire, zone de pêche et par type d'engin (chaluts à crevettes CC et chaluts à poissons CP), au cours de la période 1971-2013. Les PUE de la pêche artisanale, en kilogramme par sortie de pêche sont aussi utilisées pour estimer des indices d'abondance annuels des espèces démersales côtières. Les données de la pêche artisanale sont également agrégées mensuellement et disponibles par année, mois, nombre de sorties de pêche, zone de pêche et type d'engin de pêche pour la période 1974-2013. Ces données portent sur les espèces ou groupes espèces ciblées dans le cadre du projet ADUPES. Les différents types d'engins utilisés par la pêche artisanale sont les pirogues voiles lignes (PVL), les pirogues moteurs lignes (PML), les filets dormants, les pirogues glacières lignes (PGL), les sennes tournantes (ST), les filets maillants encerclant (PME), les sennes de plage (SP) et divers (DIV).

D'autres types de données ont aussi été obtenues dans la région naturelle de la Casamance et concernent les captures annuelles de crevettes pour les 3 grandes zones de pêche: Bounkiling, Goudoump et Sédhiou. Des données de captures annuelles de crevettes sont disponibles pour la période 1963-2013 et concernent toute la région naturelle. D'autres données beaucoup plus détaillées (les productions et le nombre d'armement par région et par année et le nombre de pêcheurs par nationalité) sont également fournies pour la période 2009-2013. A Ziguinchor, la mise à disposition des données mensuelles de captures et effort de pêche de crevettes de 2009 à 2013 a également été possible.

1.2.3. Données environnementales

Pour analyser l'effet des conditions de l'upwelling sur l'abondance du stock de poulpe, la température à la surface de la mer (TSM°C) pourrait avoir une influence importante sur la production primaire hivernale, printanière et/ou d'été et pouvant potentiellement affecter la survie des premiers stades de vie de poulpe (Faure et al. 2000 ; Caverivière et al., 2002; Thiaw et al. 2011).

La série temporelle des valeurs moyennes mensuelles de la TSM a été obtenue à partir des images NOAA/AVHRR issues des passages quotidiens du satellite AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), après avoir intégré des paramètres et des algorithmes spécifiques pour obtenir une image thermique corrigée des distorsions géométriques et surtout des effets atmosphériques, en y associant un masque pour éliminer les nuages (rapport projet GERMA, 2004). Elles sont mensuelles et de résolution spatiale 5 km. Les données sont disponibles pour la période de janvier 1985 à décembre 2009 et couvrent entièrement la zone ouest africaine (10°N-36°N). Les données utilisées correspondent aux températures à la hauteur de Mbour. La répartition spatiotemporelle des températures à la surface de la mer (TSM) fournit un ensemble synoptique d'indications sur la présence et l'intensité de l'upwelling.

Les conditions environnementales se produisant en hiver et au printemps sont évidemment tenues compte pour leurs effets directs et indirects possibles sur les taux de survie des recrues de poulpe, en estimant que tant les jeunes recrues que les larves sont abondantes pendant la période printanière.

1.2.4. Données issues de la littérature

Pour avoir une certaine continuité sur les données, plusieurs séries d'indices d'abondance sont aussi tirées de la littérature. Les espèces ayant fait l'objet d'évaluation de stock ou d'estimation d'indice d'abondance sont les 5 principales espèces démersales exploitées (thiof, pageot, pagre à points bleus, petit capitaine également appelé thiékem ou plexiglas et rouget) (Barry et al. 2004 ; Gascuel et al. 2004 ; Laurans, 2005 ; Thiao et al. 2012), la crevette blanche *F. notialis* (Lhomme et Garcia, 1984 ; Gascuel et Thiam, 1994 ; Caverivière et Thiam, 2002 ; Thiaw et al. 2009), le poulpe (Jouffre et al. 2002 ; Laurans et al. 2002 ; Thiaw et al. 2011) et la crevette profonde gamba (Thiaw et al. 2013).

Plusieurs séries d'indice d'abondance de ces espèces ont été estimées dans le cadre du projet Système d'Information Appliquée à la Pêche (SIAP). Pour chaque espèce, une série d'indices est issue de l'ajustement d'un modèle global aux données de capture et effort de pêche sur la période 1983-1999 (Laurans et al. 2003) ; une autre série provenant de l'ajustement d'un modèle linéaire généralisé (GLM) à partir des données de campagnes scientifiques du N/O Louis Sauger, entre 1986 et 1994 (Gascuel et Laurans, 2003), une autre série issue de l'estimation de la biomasse totale du stock provenant d'une analyse des cohortes sur les données de captures commerciales aux âges pour la période 1988-1999 (Laurans et al. 2003 ; Barry et al. 2003) et une série d'indices d'abondance estimée par ajustement d'un GLM, à partir des données de prise par unité d'effort des navires étrangers de la pêche industrielle, données disponibles sur la période 1983-1998 (Laurans et al. 2004). Un indice synthétique d'abondance a été aussi fourni pour ces principales espèces depuis les années 1970 par Laurans et al. (2004).

Plusieurs indices d'abondance ont été aussi estimés par Gascuel et Thiam (1994) pour plusieurs espèces ou groupe espèces dont *F. notialis*. Ces auteurs ont ajusté un modèle linéaire aux données de captures par unités d'effort (CPUE) par mois, navire et zone de pêche, des chalutiers industriels pêchant dans la ZEE et appartenant à la flottille sénégalaise basée à Dakar et à celle des chalutiers étrangers. Ces indices sont annuels et couvrent la période 1971-1991. L'effort de pêche utilisé est un temps de pêche égal à la durée des

marées (en heures), corrigée d'un temps de route par marée dépendant de la zone de pêche. Trois grandes zones de pêche sont distinguées : Grande Côte, Petite côte (Sine Saloum) et Casamance.

Laurans et al. (2002), quant à eux, ont calculé un indice d'abondance combiné annuel pour le poulpe à partir des données de captures et d'efforts de pêche de la pêche artisanale (PA) et de la pêche industrielle (PI). Ces données proviennent du CRODT et de la DPM et couvrent la période 1986-1999. Les indices estimés correspondent à des rendements et sont considérés comme étant représentatifs de l'abondance. Ils sont dits combinés car obtenus en tenant compte de la pêche artisanale et de la pêche industrielle. En effet, on calcule deux indices d'abondance IA_{PA} et IA_{PI} qui sont déduits respectivement de la pêche industrielle et de la pêche artisanale.

Thiaw et al. (2013) ont estimé des indices annuels d'abondance du stock de gamba *Parapenaeus longirostris* par GLM à partir des données de la pêche industrielle étrangère du CRODT pour la période 1992-2006. Au Sénégal, la crevette profonde est exploitée exclusivement par les chalutiers congélateurs (Thiam & Fall, 2010). Les indices d'abondance annuels sont estimés à partir des données de la pêche industrielle étrangère de 1992 à 2006. Depuis 2006, les crevettiers étrangers ont cessé leur activité de pêche dans la Zone Economique Exclusive (ZEE) sénégalaise, en raison de l'arrêt des accords de pêche avec l'Union Européenne (UE). Pour la pêche industrielle sénégalaise, les données des différentes espèces de crevettes profondes n'ont pas été saisies séparément dans la base. Pour toutes espèces de crevettes profondes, les données sont insérées dans la rubrique espèce « crevettes profondes », empêchant ainsi leur utilisation dans le calcul des indices d'abondance. Les données de captures sont agrégées par marée et disponibles par année, mois, navire, TJB, nombre de jours de mer, nombre de trait de chalut et zone de pêche, de 1992 à 2006.

2.2. Méthodes

Les données de débarquements et d'efforts de pêche proviennent du CRODT. Elles ont été analysées sous l'hypothèse de stocks considérés spatialement et biologiquement isolés par rapport à ceux de la Mauritanie au nord et de la Guinée Bissau au sud. Pour chaque stock, les données fournies sont l'effort de pêche (en jour de mer par type de navire et nombre de sorties par type d'engin de pêche pour la pêche artisanale) et les captures qui sont égales aux débarquements en raison de rejets nuls. Ces données (Annexes 2,3 et 4), obtenues sur la période 1971-2013, permettent d'estimer des séries d'abondance annuelles pour les espèces considérées.

Les indices annuels d'abondance des différents stocks utilisés dans les modèles de production sont estimés par le GLM à partir des données de statistiques de pêche et de campagnes scientifiques du CRODT (Annexes 2,3 et 4). Le GLM conduit à déterminer un schéma de répartition spatio-saisonnière pour chaque espèce et à utiliser ce schéma moyen dans le calcul des indices d'abondance annuels (Gascuel et al. 2004 ; Thiaw et al. 2009 ; Beyah et al. 2013). L'estimation d'indices d'abondance annuels, par espèce, vise 2 objectifs : (i) ils permettent de suivre l'abondance d'une espèce au cours des années : ce sont donc des indicateurs directs de l'état d'un stock et (ii) ils peuvent aussi être utilisés comme variables d'entrée dans les modèles d'évaluation des stocks pour estimer des efforts de pêche théoriques dans le cas du modèle global (Gascuel et Thiam, 1994). A partir des données de productions annuelles et d'indices d'abondance estimés par GLM, les modèles de production (Fox, 1970) sont ainsi appliqués aux différents stocks.

A partir d'une série d'abondances, un effort de pêche théorique est estimé en réalisant le ratio captures totales/abondance. Le modèle global (modèle généralisé et modèle de Fox) est ajusté par les méthodes de pseudo-équilibre qui supposent un ajustement des biomasses à l'effort pondéré des années antérieures pour les espèces à longue durée de vie (thiof,

pageot, thiékem, pagre et rouget). En règle générale, l'effort de pêche varie et le stock se trouve dans une situation de transition et non d'équilibre. L'abondance et la capture d'une cohorte pour l'année i dépendent de l'effort de pêche de cette année i mais aussi des efforts des années précédentes sur une période égale à la phase exploitée. Par conséquent, sur l'ensemble des groupes d'âge, les valeurs des CPUE pour une année donnée dépendent de l'effort de cette année mais aussi de celui des années passées.

Deux types de modèles sont généralement testés : le modèle exponentiel de Fox (1970) et le modèle généralisé de Pella & Tomlinson (1969) dont on déduit des indicateurs biologiques tels que le potentiel de production du stock (production maximale équilibrée ou MSY) et l'effort de maximisation de la production (mf_{MSY} , exprimé en multiplicateur d'effort comparativement à la situation actuelle, ici 2013).

En plus de ces modèles, deux types de modèles globaux avec effet de l'environnement, basés sur le modèle de Fox sont ensuite testés (Fréon, 1991). Ils traduisent un effet de l'environnement sur l'abondance du stock de poulpe. Les modèles sont ajustés aux séries de données allant de 1985 à 2013 et expriment l'abondance de chaque stock comme une fonction de l'effort de pêche et de l'indice environnemental, (Fréon, 1991 ; Fréon et al., 1992). Compte tenu de la faible longévité du poulpe (de l'ordre d'un an), les modèles ont été ajustés à l'équilibre, sans recourir aux méthodes de pseudo-équilibre de Fox (1975). Les ajustements ont été conduits sous feuille Excel, par la méthode des moindres carrés sous l'hypothèse d'une distribution normale des erreurs. Un modèle et une série environnementale sont finalement retenus. Ce choix correspond à l'association qui permet d'expliquer aux mieux les années où l'abondance est forte et qui donne donc le meilleur coefficient de détermination ajusté.

3. Résultats

3.1. Evolution des captures annuelles

En prenant les espèces une à une, les captures de crevette profonde gamba (*Parapenaeus longirostris*) varient d'une année à une autre, avec une tendance nette à la hausse de 1992 à 2013 (Fig. 1). Les captures les plus élevées ont été observées en 1998 (6 000 tonnes). Les productions annuelles de *P. longirostris* observées sur la période 2001 à 2013 sont supérieures aux débarquements observés entre 1992 et 1997. Les captures moyennes annuelles observées au cours des trois dernières années (2011-2013) sont estimées à 2 565 tonnes.

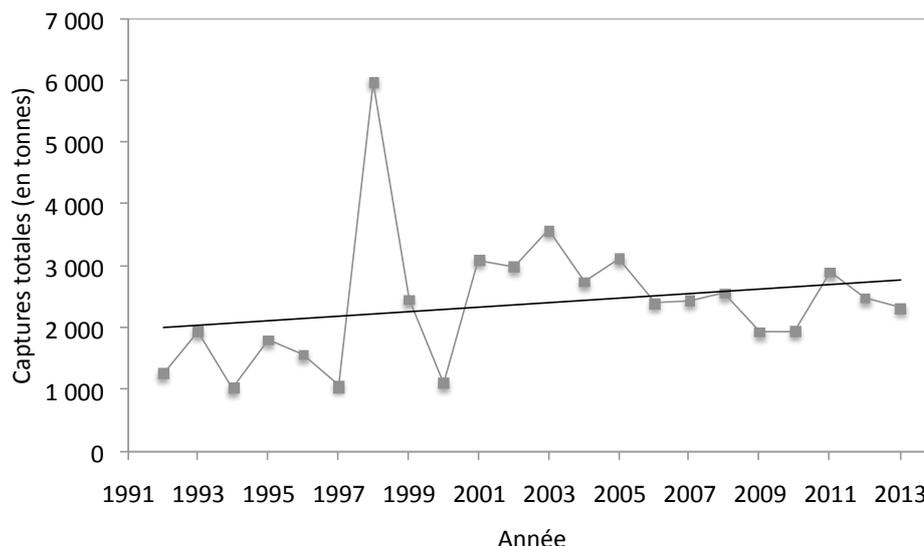


Figure 1 : Evolution des captures totales de gamba *Parapenaeus longirostris* réalisées dans la ZEE sénégalaise sur la période 1992-2013.

Les captures annuelles de poulpe (*Octopus vulgaris*) oscillent entre 410 tonnes en 1987 et 17 000 tonnes en 1991, approchant même 50 000 tonnes en 1999 (Fig. 2), année de très forte abondance issue d'un recrutement exceptionnel. Après cette année, les captures ont fortement diminué en 2000 et 2001 pour encore augmenter sur la période 2002-2004. Entre 2004-2011, les captures n'ont cessé de décroître pour atteindre les 3 000 tonnes en 2010 et 7 000 tonnes en 2011. Par contre, les captures de la pêche artisanale ont été élevées en 2012 avec 10 500 tonnes, contre 2 400 tonnes pour la pêche industrielle. Les captures de la pêche artisanale, observées à partir de 1989, sont presque toujours supérieures à celles de la pêche industrielle. Par ailleurs, les captures annuelles de poulpe constituent 80 % des captures de céphalopodes au Sénégal.

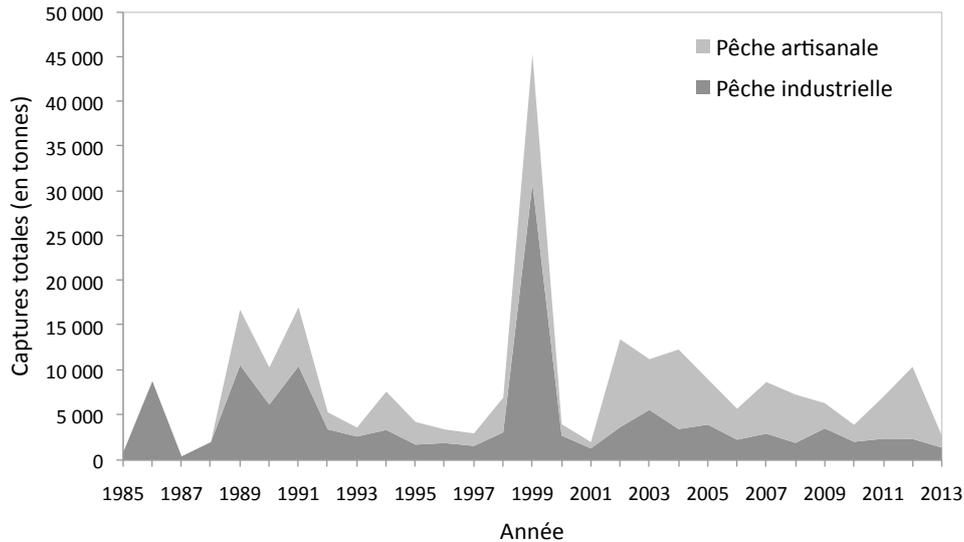


Figure 2 : Evolution des captures de poulpe *Octopus vulgaris* réalisées par la pêche artisanale et la pêche industrielle dans la ZEE sénégalaise sur la période 1992-2013.

Pour les autres espèces démersales côtières (thiof, pageot, pagre à points bleus, rouget et thiékem), les captures annuelles totales présentent une tendance globale à la hausse sur la période 1971-1987 (Fig. 3) avec un pic en 1987 (33 000 tonnes). Entre 1986 et 2003, la tendance générale des débarquements est à la baisse avec, cependant, quelques pics en 1990 (28 000 tonnes) et 1997 (24 000 tonnes). Les captures les plus élevées sont observées en 1987 et 2009, années de forte abondance. Les captures ont ensuite diminué en 2011 et 2012 pour atteindre les 17 207 tonnes en 2012 avant d'augmenter en 2013 avec 20 460 tonnes. Sur toute la série, la tendance générale des captures cumulées des principales espèces démersales est à la hausse avec une capture moyenne générale de 19 260 tonnes.

Sur la période 1971-1987, les captures du thiof (*Epinephelus aeneus*) présentent une tendance à la hausse avec deux pics en 1984 et 1987 (captures totales environnant les 4 000 tonnes pour ces années-là). Depuis 1987, la tendance des captures est nettement à la baisse avec un minimum en 2007 (760 tonnes). Entre 2010-2013, les captures moyennes annuelles sont de 1 350 tonnes alors qu'elles sont de 1 600 tonnes sur toute la série 1971-2013.

Pour le Pageot (*Pagellus bellottii*), l'évolution des captures montre une tendance à la hausse sur la période 1971-1985 avec deux pics, l'un en 1977 avec 7 900 tonnes et l'autre en 1985 avec 13 200 tonnes. Depuis lors, les captures sont à la baisse avec un pic en 2008 (9 800 tonnes). Sur la période 1971-2013, les captures moyennes avoisinent les 6 400 tonnes.

Les captures annuelles du pagre à points bleus (*Pagrus caeruleosticus*) ont augmenté sur la période 1971-1991 avec plusieurs pics, notamment en 1974, 1977, 1981 et 1987 avant de culminer en 1991 avec 6 500 tonnes. De 1991 à 2002, les captures baissent de manière régulière avec des captures faibles en 2002 (1 700 tonnes). Entre 2002 et 2009, les captures montrent encore une tendance à la hausse avec deux pics en 2005 (4 900 tonnes) et 2009 (7 500 tonnes). Depuis lors, les captures baissent à nouveau avec une moyenne de 4 500 tonnes sur les trois dernières années.

Quant au rouget (*Pseudupeneus prayensis*), les captures montrent une tendance globale à la hausse avec de fortes variations interannuelles. Sur toute la période 1971-2013, les captures moyennes annuelles avoisinent les 1 400 tonnes. Plusieurs pics sont notés avec un maximum de captures en 2009 (2 600 tonnes). Depuis cette année, les captures ont beaucoup diminué avec des captures faibles qui avoisinent 1 000 tonnes en 2012.

Les captures du thiékem (*Galeoides decadactylus*) présentent une tendance à la hausse sur toute la période 1971-2013. De 1971 à 1980, les captures augmentent de manière exponentielle atteignant ainsi 6 800 tonnes en 1980. Entre 1980 et 1988, les captures diminuent légèrement jusqu'à atteindre 4 600 tonnes avant d'augmenter à nouveau et atteindre un plateau de 6 700 tonnes sur la période 1985-1988. Depuis 1988, les captures ont de nouveau augmenté avec des pics en 1998 (4 000 tonnes) et en 2009 année où les captures étaient les plus élevées (8 500 tonnes).

Enfin, pour la crevette côtière (*Farfantepenaeus notialis*), les données de captures obtenues sont fournies par le CRODT (outre celles de l'étude menée par le groupe BRLi2) et après exploitation des bulletins statistiques de la DPM de 1999 à 2012. La tendance globale des débarquements de la pêche industrielle est à la baisse depuis 1986. Sur la série d'années observées (1980-2012), ces débarquements ont cependant enregistré une première hausse entre 1995-97 et une autre, moins intense en 2010 et 2011, mais exceptionnelle en 2012.

La hausse des débarquements, remarquable pour la pêche industrielle en 2012, est également observée au niveau de la pêche artisanale pour les deux sources obtenues de la DPM et du CRODT.

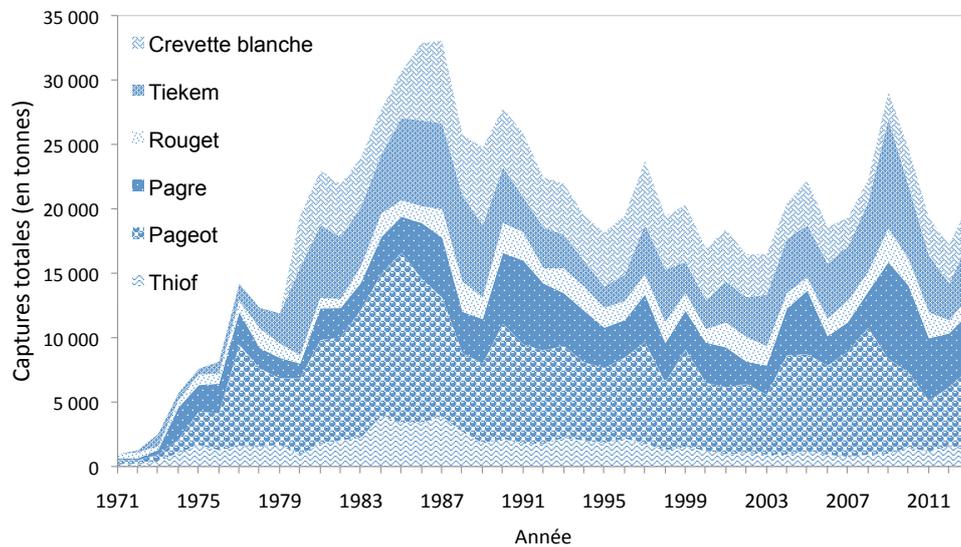


Figure 3 : Evolution des captures de six espèces démersales côtières réalisées dans la ZEE Sénégalaise entre 1981 et 2011.

² Bas-Rhône et du Languedoc ingénierie (BRL ingénierie)

3.2. Dynamique des stocks démersaux et pêcheries

3.2.1. Dynamique des stocks

L'abondance du stock de crevette gamba (*Parapenaeus longirostris*) varie saisonnièrement et d'une année à une autre, avec une tendance nette à la diminution sur la période 1992-2013 (Fig. 4). Elle est présente en abondance dans la ZEE sénégalaise en saison froide (de la fin de la saison chaude, i.e. au début de la période froide, septembre - octobre, au début de la période de réchauffement, en juin), et les abondances faibles sont observées en juillet et août (saison chaude). L'abondance du stock a été réduite par quatre sur les vingt dernières années, passant de 184 Kg/jour de mer en 1994 à 45 Kg/jour de mer en 2013. L'année 1998 a été particulièrement marquée par des captures élevées (6 000 tonnes). Ces captures s'expliquent par des niveaux de rendements aussi élevés.

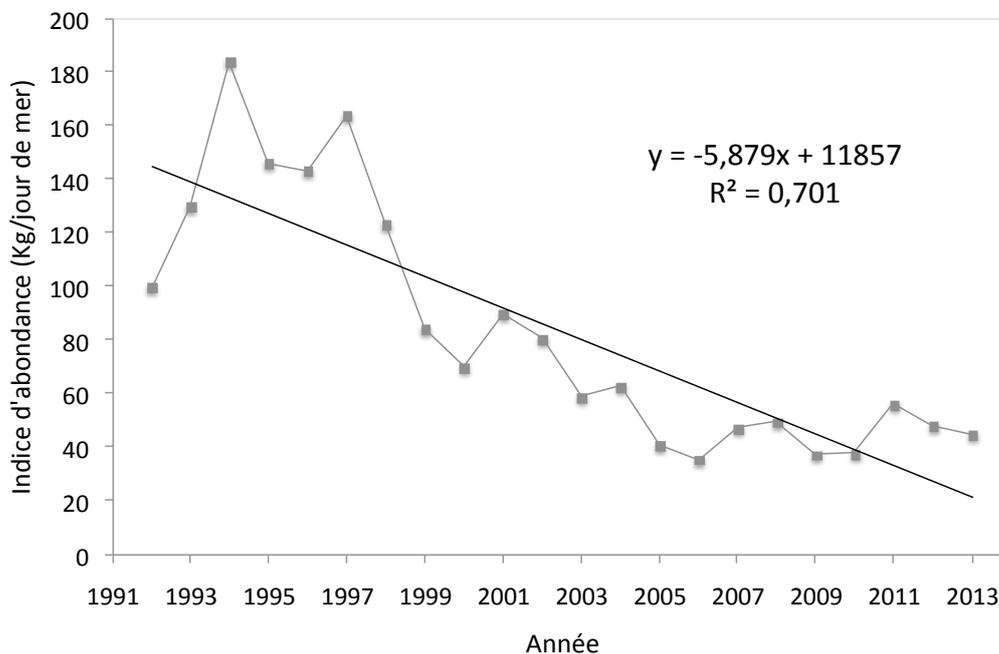


Figure 4: Indices d'abondance de la crevette profonde *P. longirostris* estimée par GLM à partir des données de pêche industrielle étrangère (1992-2006) et pêche industrielle nationale (2007-2013).

Quant au poulpe (*Octopus vulgaris*), son abondance annuelle varie fortement d'une année à une autre avec légère une tendance à la baisse (Fig. 5). L'exploitation a commencé de façon effective avec l'apparition massive de poulpes en 1986, année suivie d'une diminution considérable de l'abondance en 1987 puis d'une augmentation irrégulière jusqu'en 1991. A partir de cette année, l'abondance diminue nettement jusqu'en 1998, avec tout de même une légère hausse en 1994. En 1999, on observe une brusque augmentation exceptionnelle de l'abondance du poulpe. Cependant en 2001, le stock a connu une forte diminution, avec un indice d'abondance annuel de 2 kg par sortie de mer. Entre 2002 et 2004, les abondances ont encore légèrement augmenté mais diminuent brusquement pour l'année 2005. Cependant, sur la période 2002-2005, on constate que les biomasses sont plus élevées par rapport à la période 1993-1998. Mais depuis 2006, l'abondance a de nouveau augmenté pour atteindre 5 kg par sortie en mer en 2012. Cependant, l'abondance est faible en 2013 avec 2,4 Kg par sortie.

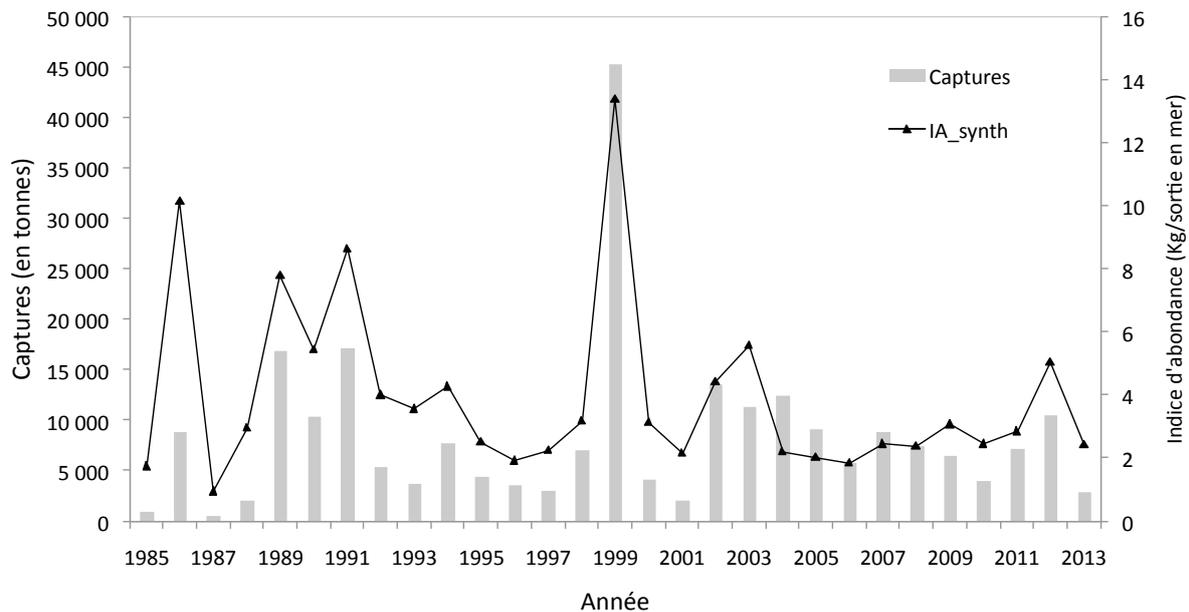


Figure 5: Indice d'abondance synthétique estimé pour le poulpe sur la période 1985-2013 à partir des différentes sources de données disponibles.

Globalement sur la période 1980-2013, on assiste à une diminution générale de l'abondance de la plupart des espèces démersales côtières (Fig. 6). Cette baisse est particulièrement marquée chez le thiof, le petit capitaine ou thiékem, le pagre à points bleus et la crevette côtière tout en étant moins marquée chez le pageot. Le rouget fait exception à cette évolution et voit, à l'inverse, son abondance s'accroître fortement « en dents de scie » surtout sur la période 1980-2013. Cependant, sur la période 2000-2013, l'abondance des espèces démersales côtières a considérablement augmenté, excepté les années 2011 et 2012 où les abondances sont faibles, durant cette dernière année qui a enregistré la plus faible de toutes sur la période 1971-2013.

Les CPUE de crevettes côtières, toutes régions confondues, calculées à partir des données commerciales des navires de la SOPASEN sur la période 1981-2013, montrent une tendance globale à la baisse jusqu'en 2004. Elles se stabilisent par la suite à un niveau moyen de 125 kg par jour de mer (avec des variations importantes entre 2009 et 2012). Il faut souligner que les données par zone de 2012 et 2013 montrent que la majorité (51 à 62 %) de l'effort de cette flotte se réalise en dehors des eaux sénégalaises (Gambie, Zone commune entre la Guinée - Bissau et le Sénégal et Guinée-Bissau). En traitant la base de données fournie par CRODT qui couvre la période de 1980 à 2011, les CPUE de crevettes côtières, bien que beaucoup plus faibles que celles de SOPASEN, montrent une tendance globalement similaire quand il s'agit de la zone sud. Par contre, en zone nord, les PUE, toutefois très fluctuantes, montrent, notamment en fin de période, une tendance plutôt à la hausse. Cette tendance à la hausse des PUE du stock nord est également observée en Mauritanie.

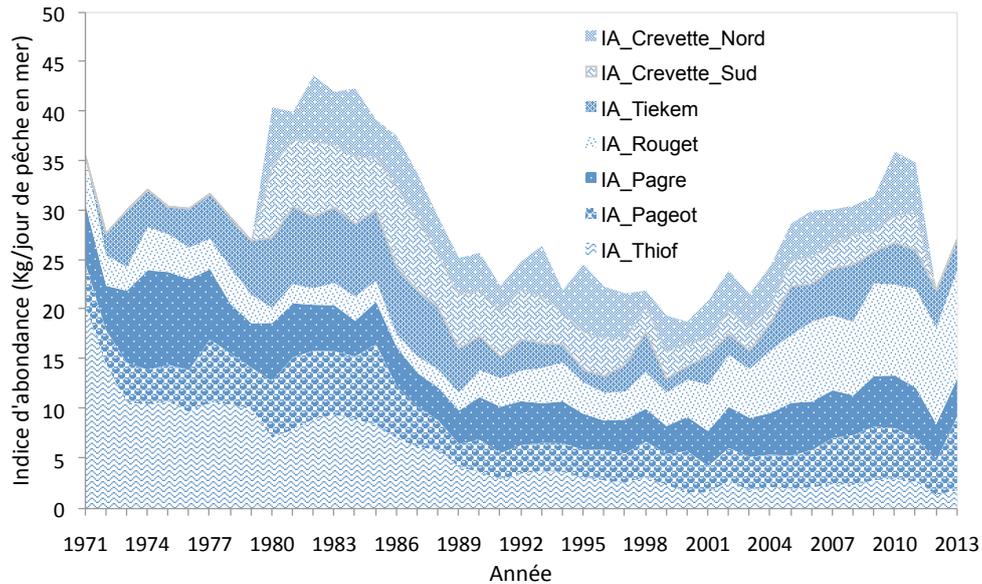


Figure 6. Evolution de l'abondance des stocks démersaux côtiers exploités au Sénégal entre 1971 et 2013.

3.2.2. Dynamique des pêcheries

L'effort de pêche des crevettiers profonds ciblant la crevette gamba a considérablement augmenté sur la période 1992-2013, surtout à partir de 1997. Cette évolution correspond bien à ce qui est connu de cette pêcherie : l'accroissement de la pression de pêche sur cette ressource s'explique par une forte demande par les pays occidentaux, entraînant ainsi une rentabilité élevée de la pêcherie.

L'évolution des captures sur la période 1981-2013 est relative aux engins de pêche qui exploitent les ressources démersales côtières. Ces engins de pêche sont, pour la pêche artisanale, les filets dormants (FD), les lignes pirogues glacières (LPG), les lignes simples motorisées (LSM) et les lignes simples non motorisées (LSNM) et, pour la pêche industrielle, les chaluts à crevettes (CC) et les chaluts à poissons (CP). Les ressources démersales côtières débarquées par la pêche artisanale sont principalement capturées par les LSM (66 %), les LPG (18 %), les FD (13 %) et enfin les LSNM (2%).

L'effort de pêche par engin varie suivant l'espèce démersale côtière ciblée. Pour l'essentiel, l'exploitation est réalisée par les lignes et les filets. L'effort de pêche appliqué aux stocks démersaux côtiers a fortement augmenté sur la période 1974-2013 (Fig. 7).

Par ailleurs, il a été constaté depuis les années 2000, un changement profond de la dynamique des pêcheries exploitant les espèces démersales côtières. Les débarquements de poulpe sont effectués par les lignes à poulpe ou turlottes, les palangres et les chaluts à poissons, d'où la mixité de la pêcherie. Au cours de ces deux dernières décennies, l'essentiel des captures de poulpe sont réalisées par les lignes à poulpe (Fig.8). Quant aux autres espèces de poissons (thiof, pagre à points bleus et pageot), leurs captures réalisées sur la période 2000-2013 par les LPG sont largement plus élevées (Fig. 9). Il est tout de même important de souligner que les efforts de pêche analysés correspondent aux efforts enquêtés dans les principaux sites (Saint Louis, Kayar, Yoff, Soumbédioune, Ouakam, Hann, Mbour et Joal), ce qui n'exclut pas que les pirogues aillent pêcher dans des zones adjacentes, voire étrangères d'où peuvent donc provenir leurs captures.

Ainsi, l'effort de pêche des pêcheries de poulpe a nettement augmenté au cours de ces trois dernières années. L'évolution de l'effort de pêche appliqué au stock de poulpe met en évidence une forte augmentation de la pression de pêche sur l'ensemble de la période. Cette évolution correspond bien au développement connu de la pêcherie (surtout de la pêche artisanale), dû à un certain nombre de facteurs (une demande forte des pays occidentaux et asiatiques, la présence de poulpe et les revenus élevées de l'exploitation de cette ressource).

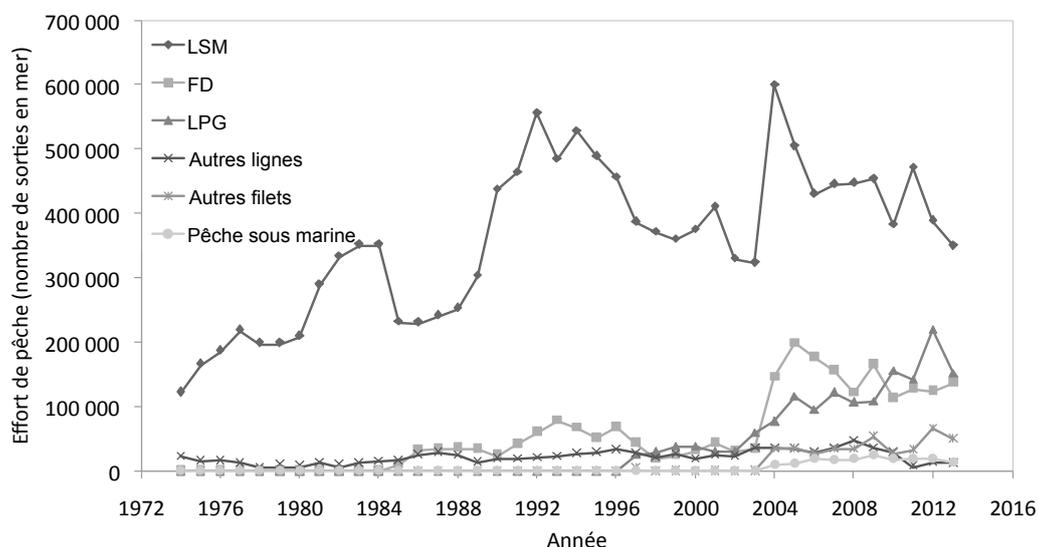


Figure 7. Evolution des efforts de pêche des principaux engins de pêche exploitant les ressources démersales côtières sur la période 1974-2013.

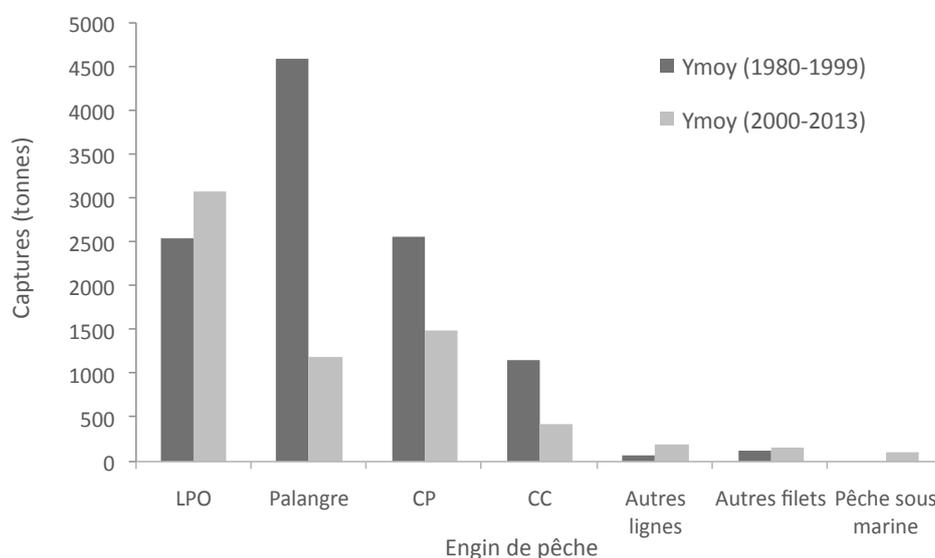


Figure 8. Captures moyennes de poulpe *Octopus vulgaris* par engin de pêche calculées sur les périodes 1980-1999 et 2000-2013.

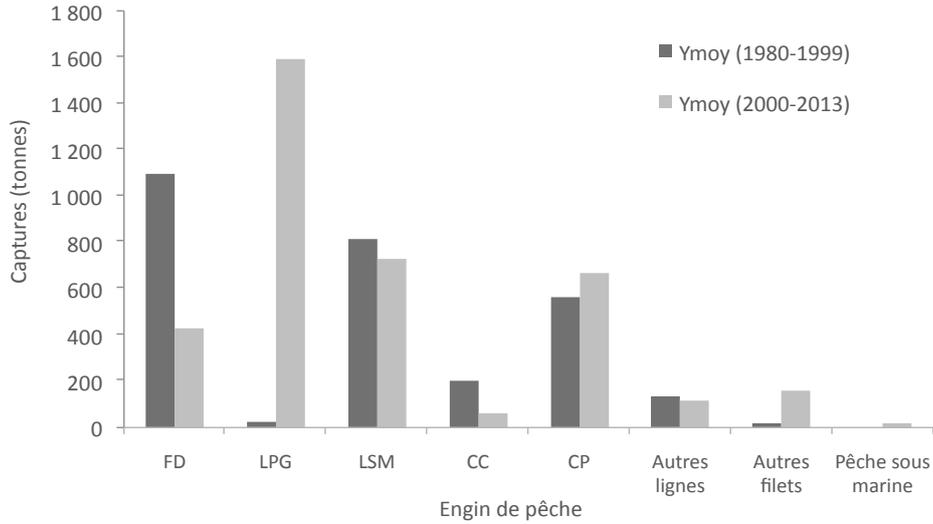


Figure 9. Captures moyennes de pagre calculées sur les périodes 1980-1999 et 2000-2013 et par engins de pêche.

3.3. Evaluation des stocks

3.3.1. Stock de crevettes profondes Gamba

Le diagnostic du stock de crevette gamba indique une situation de pleine exploitation (Fig. 10). La production maximale équilibrée MSY du stock de gamba est estimée en moyenne à 3 260 tonnes, les captures actuelles (2013), sont estimées à 2 3180 tonnes. Les captures actuelles sont inférieures au MSY en raison de la diminution de l'effort de pêche qui reste toujours faible. Et malgré cette diminution de l'effort de pêche, les captures observées restent plus ou moins stables.

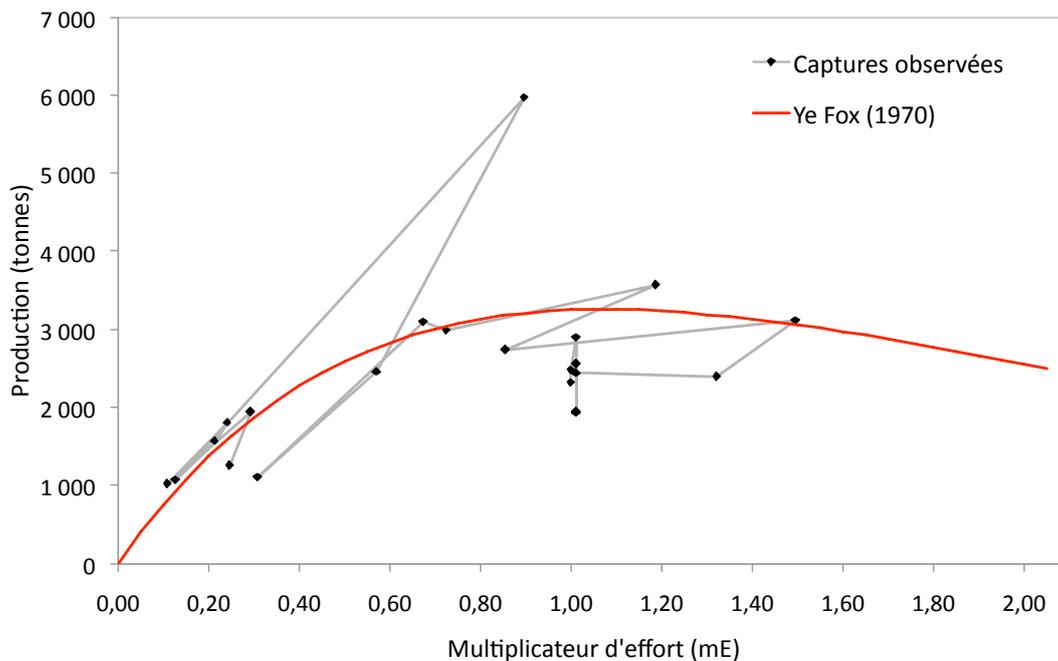


Figure 10. Courbes des captures observées et de production à l'équilibre en fonction du multiplicateur de l'effort (mE) pour la crevette gamba (*P. longirostris*).

3.3.2. Stock de poulpe

Le poulpe est une espèce à durée de vie courte qui présente des dynamiques de populations beaucoup plus rapides et plus instables que celles des stocks de poissons entraînant ainsi une forte variabilité interannuelle des captures et de l'abondance. Pour le diagnostic de l'état d'exploitation du stock de poulpe, il a été tenu compte des connaissances que l'on a sur la pêcherie de poulpe au Sénégal (amélioration technologique des engins et des navires, de la motorisation des pirogues et de l'expérience grandissante des pêcheurs). Pour cela, une hypothèse d'augmentation de la puissance de pêche comprise en 0 et 15 % par an est faite en accord avec les travaux de Gascuel et Ménard (1997). La puissance de pêche (P_g) permet de corriger l'effort de pêche nominal et avoir une estimation de l'effort de pêche effectif. Pour le cas du stock, la CPUE brute de la pêche artisanale a été utilisée. P_g est conventionnellement fixé à 1 pour l'année 2013.

Les résultats obtenus montrent que le modèle global est très sensible aux valeurs de la puissance de pêche. L'analyse de la sensibilité du modèle global aux valeurs de la puissance de pêche (annexe 5) a permis de retenir celle de 10 %. Actuellement, le poulpe est dans une situation de surexploitation (Fig. 11), l'effort de pêche actuel par rapport à celui de maximisation étant de 174 % (Tableau 1). Le potentiel de production serait de 1.5 % alors que les pertes de captures avoisineraient 74%. Il a été cependant été montré que les captures maximales équilibrées du stock de poulpe subissent de fortes variations interannuelles selon l'intensité de l'upwelling (Thiaw, 2010 ; Thiaw et al. 2011).

Par conséquent, dans le cas du poulpe cet indicateur de potentiel moyen doit cependant être interprété avec prudence car la variabilité naturelle de l'espèce est telle que même une gestion « rationnelle » basée un effort « optimisé », contrôlé et maintenu constant, n'aura pas pour effet de stabiliser les abondances, et donc les captures, sur le long terme. Ce type de gestion « a effort constant » ne pourra donc pas garantir de tirer le meilleur parti de la productivité naturelle de cette espèce lors des bonnes années. Il faudra donc tendre dans le futur vers une gestion plus adaptative, avec un niveau d'effort qu'on devra pouvoir faire varier selon les années en fonction de la variabilité de la production naturelle de cette espèce.

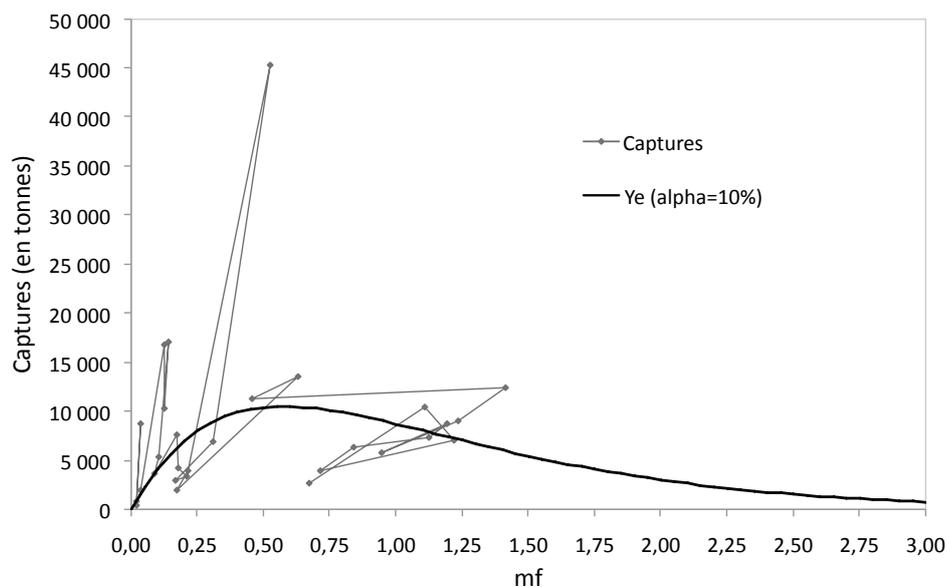


Figure 11 : Captures à l'équilibre en fonction du multiplicateur d'effort de pêche pour le stock de poulpe (*O. vulgaris*).

Le modèle basé sur la TSM explique 44% de la variabilité interannuelle de l'abondance. Comparé au modèle simple, i.e. le modèle de Fox sans effet de l'environnement, la prise en compte de la variable environnementale améliore la prédiction. Le R^2 corrigé entre l'abondance prédite par le modèle de Fox et l'abondance observée, passe de 0.29 à 0.44 lorsqu'on prend en compte l'indice d'upwelling côtier. L'abondance du stock de poulpe dépend donc de l'intensité de l'upwelling côtier mais aussi de l'effort de pêche.

Pour le modèle de Fox, le multiplicateur d'effort de maximisation théorique des captures est de 0,60. Pour les trois autres courbes (Fig. 12), le multiplicateur d'effort de maximisation est le même, soit 0,7. Pour le diagnostic correspondant à la situation moyenne (TSM moyenne = 20,92), le MSY est estimé à 28 000 tonnes et la pêcherie du poulpe se trouverait dans une situation de légère surexploitation. Cependant la valeur de MSY peut atteindre près de 57 000 tonnes lorsque la SST est très faible (TSM = 18,79) et inversement, le MSY présente une valeur relativement faible, de l'ordre de 1 000 tonnes, lors des années TSM élevée (22,82). Ainsi, d'une année à l'autre, la pêcherie peut présenter de fortes évolutions en termes d'efforts et surtout de captures, qui peuvent s'expliquer par la disponibilité et/ou l'abondance de la ressource liée à l'intensité de l'upwelling.

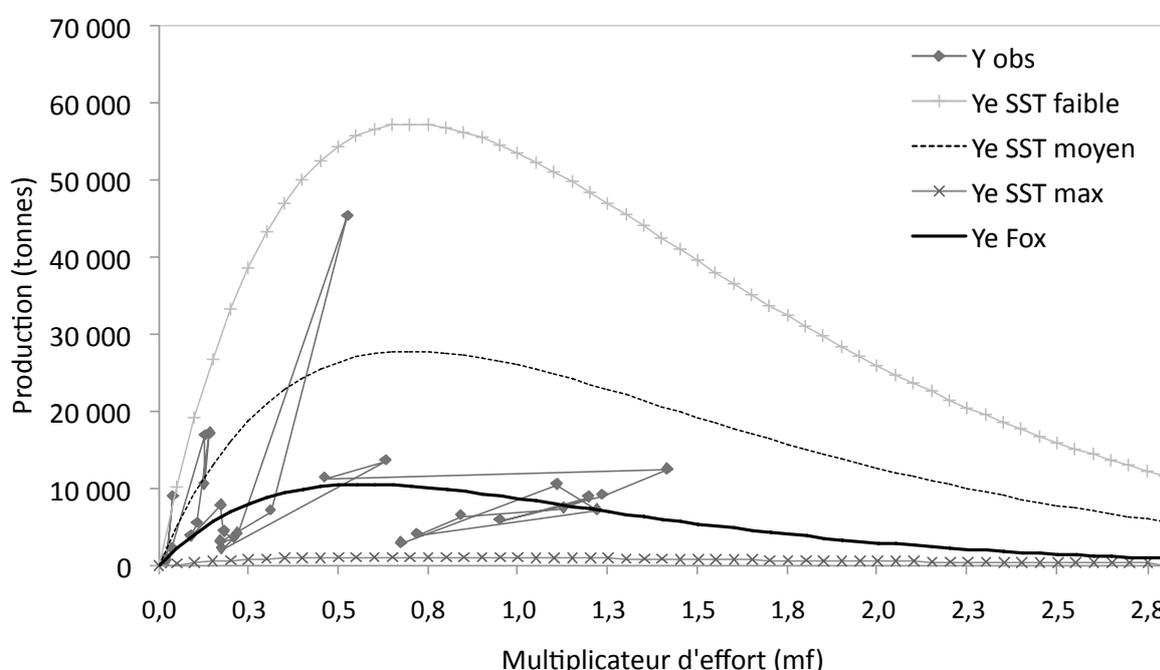


Figure 12 : Courbes de captures à l'équilibre en fonction du multiplicateur d'effort de pêche pour le stock de poulpe (*O. vulgaris*), pour les trois valeurs de SST et les valeurs de productions observées.

3.3.3. Autres stocks démersaux côtiers

Pour l'évaluation des stocks des autres espèces, les paramètres des modèles retenus sont résumés dans le Tableau 1. Pour chaque espèce, la série d'indice d'abondance retenue et le modèle qui donne le meilleur ajustement sont résumés. Une synthèse des principaux indicateurs obtenus par espèce est donnée dans ce tableau ; ils permettent d'avoir une vision rapide et synthétique des niveaux actuels d'exploitation. Les valeurs de mf_{MSY} inférieures à 1, indiquent une situation de surexploitation, et celles supérieures à 1, indiquent une situation de sous ou pleine exploitation. L'ajustement des modèles aux captures observées permet de tracer des courbes de production à l'équilibre en fonction d'un multiplicateur d'effort de pêche. Les potentiels de pêche des principales espèces sont mentionnés dans le tableau 1.

Les diagnostics par espèce sont représentés sur la figure 13 qui donne l'ajustement du modèle sur les données de captures à l'équilibre (Y_e) en fonction d'un multiplicateur d'effort (mf). Les résultats des modèles globaux montrent que l'effort de pêche de maximisation (mf_{MSY}) serait dépassé pour le thiof et le pageot tandis que pour le pagre, le petit capitaine (Thiekem) et le rouget, l'effort actuel serait en deçà de celui de maximisation des captures.

Tableau 1: Principaux indicateurs de l'état d'exploitation de cinq espèces demersales côtières à partir d'une évaluation globale.

	Thiof	Pageot	Pagre	Thiékem	Rouget
Modèle	Fox	Généralisé	Fox	Généralisé	Fox
a	-2.24655	-0.2315305	-0.57292	-0.029188	-0.18215
b	10754.4	2.5398844	7149.69	1.4130571	900.112
m	-	1.093769	-	1.0394466	-
MSY	1 760	7 500	4 465	4 400	1 800
mf_{MSY}	0.465295	0.941053	1.36453	1.9482107	5.49879
F_{msy}	344620.6	32179.792	1301883	322194.43	708445.3
$Y_{obs_{act}}/MSY$ (%)	67.26	84.80	98.10	99.30	69.68
mf_{act}/mf_{MSY} (%)	214.92	106.26	73.29	51.33	18.19
$Y_{e_{act}}/MSY$ (%)	75.97	99.79	93.00	94.07	35.14
R^2 (%)	82.69	39.75	47.12	14.85	38.23
p-value	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

- Thiof

Le thiof est essentiellement capturé par les artisans pêcheurs. Les débarquements sont très élevés et supérieurs au MSY entre 1984 et 1987 (Fig. 13a). Depuis cette période, les captures ont fortement diminué pour atteindre leur niveau le plus bas en 2007 (800 tonnes). Donc, ce stock se trouve dans une situation de très forte surexploitation (Fig. 14a). En effet, l'effort de maximisation (mf_{MSY}) représente 40 % de l'effort actuel, c'est-à-dire inférieur à celui - ci. Comme recommandation phare, l'effort de pêche doit être drastiquement réduit de 115 % afin d'espérer une augmentation de la production du stock sur le long terme. Actuellement, le thiof est dans une situation de sévère surexploitation. Les captures actuelles à l'équilibre seraient de 24 % par rapport au MSY, alors que les pertes de captures avoisineraient 33 %.

- Pageot

Au début de l'exploitation de la pêcherie jusque dans les années 1990, le pageot était débarqué en majorité par la pêche industrielle. C'est après que la pêche artisanale a pris le dessus avec, notamment, les pirogues motorisées utilisant la ligne (Fig. 13b). Les captures étaient faibles pendant ce temps. Les captures les plus élevées ont commencé à être observées pendant les périodes 1981-1987, surtout en 1985 (13 200 tonnes), puis 2007-2008 avec des prises dépassant le MSY. Celui-ci a été atteint en 1999 et en 2005. Depuis 2009, les captures ont beaucoup baissé (la moyenne sur la période 2009-2013 est 5 600 tonnes). Cependant pour la dernière année (6 300 tonnes en 2013), les captures sont inférieures au MSY et le rapport de l'effort actuel sur l'effort de maximisation est légèrement supérieur à 1; ce qui traduit une situation d'exploitation pleine à légèrement excessive (Fig. 14b).

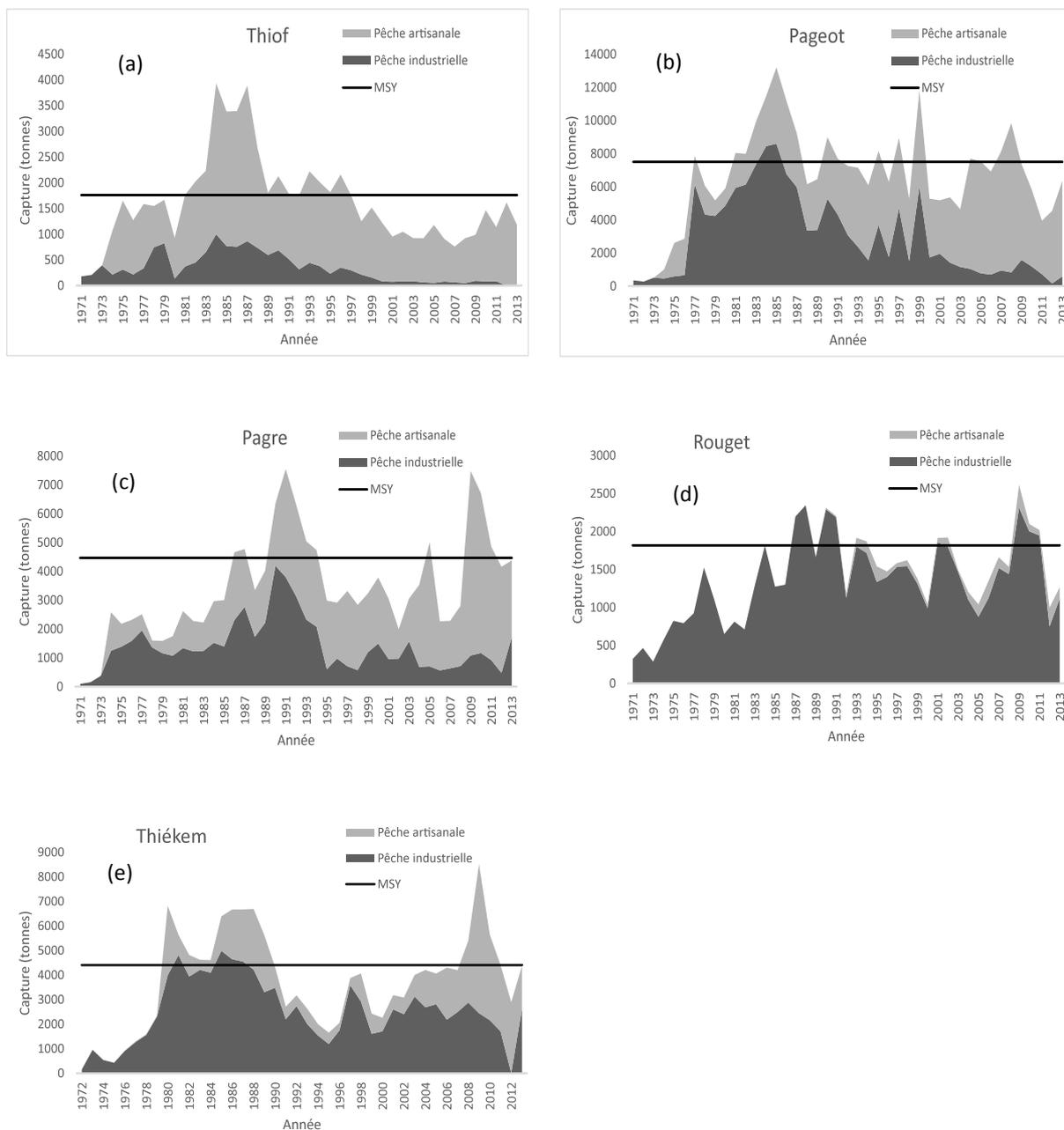


Figure 13 : Evolutions des captures annuelles des principales espèces démersales côtières sur la période 1981 - 2011 : (a) thiof, (b) pageot, (c) pagre, (d) rouget et (e) thiékem

- Pagre

Comme pour le pageot, les captures du pagre sont essentiellement réalisées par la pêche artisanale depuis le début des années 1990. Cette pêcherie capture l'espèce à l'aide de lignes à main. Les débarquements étaient faibles jusqu'en 1985 puis ils ont commencé à augmenter jusqu'à dépasser le MSY d'abord en 1987 et au cours des périodes 1990-1992, ensuite en 2005 et en 2009-2011 (Fig. 13c). Entre ces périodes de grandes productions, la pêcherie de pageots est restée une décennie (1995-2004) sans atteindre le MSY tandis que les captures tournaient autour de 3 000 tonnes. Ce fut encore le cas entre 2006 et 2008 où les prises étaient en moyenne de 2 400 tonnes. Cependant, les captures de 2013 (4 380 tonnes) sont inférieures mais proches du MSY ($Y_{obs}/MSY = 98.1\%$) ; de plus l'effort actuel

(1.36) sur l'effort de maximisation est supérieur à 1, ce qui indique que le stock de pagre se trouve dans une situation de pleine exploitation (Fig. 14c).

- Rouget

Le rouget est l'espèce dont la situation est la moins impactée par la pression de pêche. C'est une espèce presque exclusivement pêchée par la flottille industrielle. De 1971 à 1983, les débarquements étaient faibles et en deçà du MSY (Fig. 13d). Ils n'ont atteint le rendement maximum soutenable qu'en 1984 et en 1994. Les périodes durant lesquelles les captures étaient élevées et le MSY dépassé, étaient en 1987-1988, 1990-1991, 1993, 2001-2002 et 2009-2011. Les captures de 2013 (1 270 tonnes) sont très inférieures au MSY ($Y_{obs}/MSY = 69.7\%$). De plus l'effort actuel (5.5) sur l'effort de maximisation est largement supérieur à 1, ce qui indique que le stock de rouget est sous-exploité (Fig. 14d).

- Thiékem

Le petit capitaine est surtout exploité par la pêche industrielle. Mais depuis 2008, la pêche artisanale semble gagner du terrain. Du début de l'exploitation jusqu'en 1979, les captures étaient faibles. Elles ont brusquement augmenté en 1980 dépassant d'un coup le MSY sur la toute la période 1980-1989 avant de baisser et atteindre le rendement maximum durable en 1990 (Fig. 13e). De 1991 à 2002, les débarquements vont diminuer à nouveau et ne dépasseront guère 4 000 tonnes sauf en 1998 où un petit pic est noté. Entre 2008 et 2013, les captures ont encore beaucoup augmenté pour atteindre leur niveau le plus élevé en 2009 avec 8 500 tonnes. Une situation de pleine exploitation est atteinte en 2011. Les captures de 2013 (4 375 tonnes) sont sensiblement égales au MSY ($Y_{obs}/MSY = 99.3\%$) ; de plus l'effort actuel (1.95) sur l'effort de maximisation est supérieur à 1, ce qui indique que le stock de 'thiékem' se trouve dans une situation de pleine à légère sous-exploitation (Fig. 14e).

- Crevettes côtières

Au vu des données disponibles et actualisées jusqu'en 2011, l'état des deux stocks de crevettes côtières tel que le retrace les modèles globaux ne semble pas inquiétant. La qualité des données étant, par ailleurs pas très bonne (déclarations dans le cas de la pêche industrielle, plusieurs zones de grande production, Sine Saloum, Casamance, Gambie et Rio Cacheu pas ou peu suivies, etc.), certaines simulations majorant les statistiques ramènent rapidement à un état de pleine exploitation.

Que l'on utilise un modèle de Schaefer ou de Fox, les résultats montrent que le stock sud « mer » est en situation de sous-exploitation. Dans les deux cas, l'estimation de MSY est de l'ordre de 1 300 à 1 480 tonnes avec un effort optimum correspondant de 10 000 à 15 000 jours de pêche. En 2011, un effort standardisé de seulement 3 953 jours de pêche a été appliqué avec des captures de 680 tonnes.

Les données issues des GT du Comité des Pêches de l'Atlantique Centre - Est (COPACE) comprennent les captures annuelles des principales espèces démersales côtières et les indices d'abondances annuels sur la période 1997-2012 et concernent les deux pays (Sénégal et Gambie). L'évaluation a été faite par le dernier groupe de travail COPACE tenu en novembre 2013 sur toute la zone Sénagambienne. Par conséquent, les deux stocks de crevettes nord et sud du Sénégal n'ont pas été distingués. Le groupe de travail a estimé un MSY global de 3 116 t.

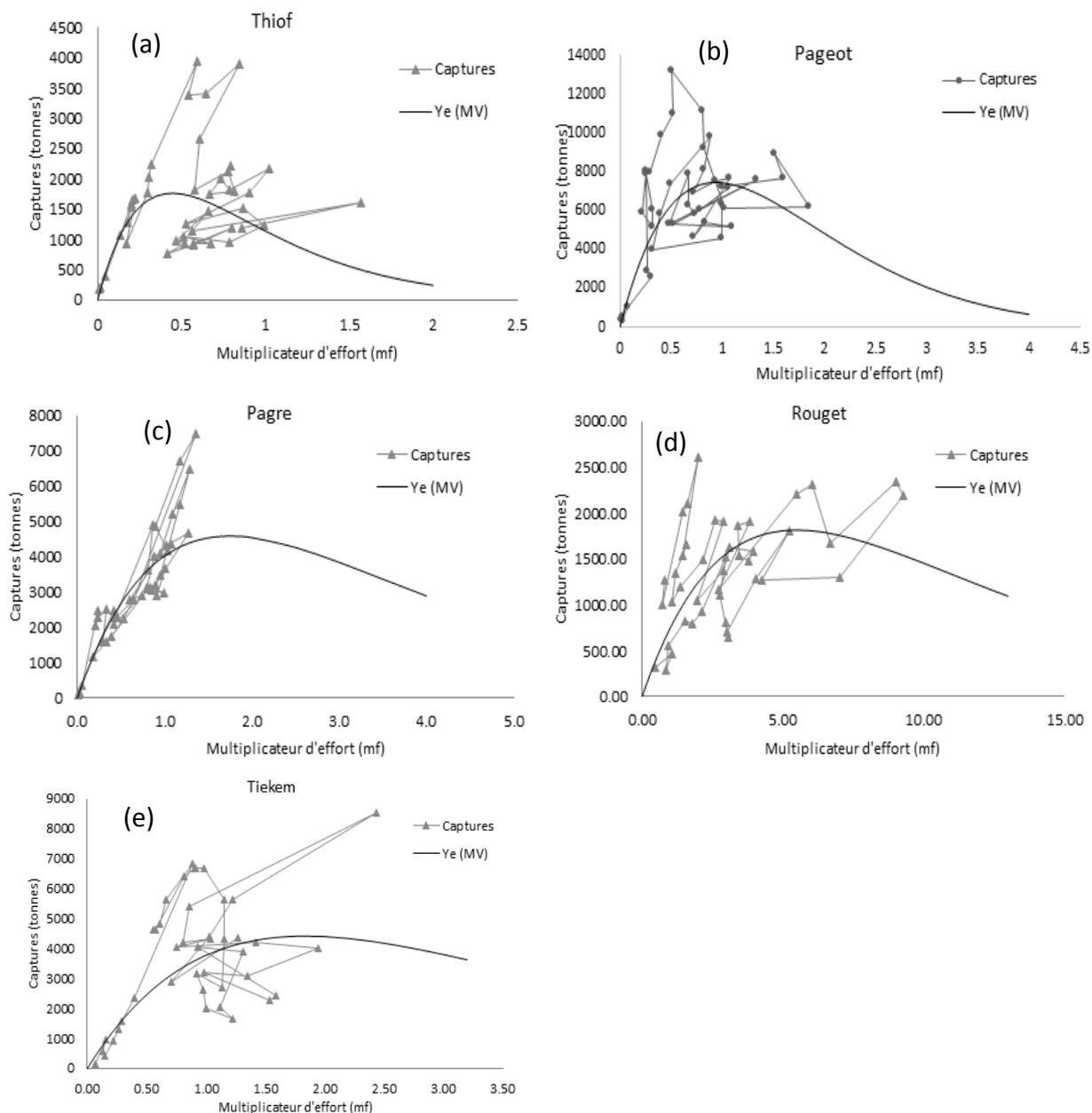


Figure 14: Courbes de captures à l'équilibre en fonction d'un multiplicateur d'effort de pêche pour les cinq principales espèces démersales côtières exploitées au Sénégal : (a) thiof, (b) pageot, (c) pague, (d) rouget et (e) thiékem

Au Sénégal, les stocks de crevettes blanches sont exploités depuis la fin des années 1960 (Lhomme, 1981 ; Caverivière et Thiam, 2002). Cependant, leur potentiel de production, et par conséquent les captures varient d'une année à une autre (Thiaw et al. 2009). Pour le stock Sud, elles augmentent d'abord sur la période 1981-1986 puis restent plus ou moins constantes sur la période 1986-1998 et diminuent considérablement sur la période 1998-2011 (de 2 200 tonnes en 1998 à 355 tonnes en 2011). Depuis 2003, les captures n'excèdent plus les 1 000 tonnes. Pour le stock Nord, les captures observées sont faibles, moins de 1 000 tonnes par an en moyenne mais fluctuent aussi d'une année à une autre, sans tendance nette.

Le stock Sud est dans un état de surexploitation plus marqué, avec des abondances très faibles au cours de ces dernières années. Pour le stock Nord, les résultats montrent aussi une situation de surexploitation et un potentiel de production qui dépend de l'intensité de l'upwelling côtier (Thiaw et al. 2009). Une réduction de l'effort de pêche annuel sur les deux stocks permettrait ainsi d'accroître les biomasses et d'assurer la durabilité des stocks et de leur exploitation.

4. Discussions et conclusion

Les résultats obtenus ont montré que la période de croissance des prises des espèces démersales côtières avec l'augmentation de l'effort de pêche est dépassée depuis la décennie 1980. Et depuis les années 1990, la plupart des espèces démersales côtières sont globalement dans une des situations de nette pleine à surexploitations. Ces résultats confirment ceux obtenus par beaucoup d'auteurs qui ont eu à travailler dans la ZEE sénégalaise (Barry et al. 2004 ; Gascuel et al. 2004 ; Thiam, 2008; Thiaw et al. 2009 ; Thiaw, 2010 ; Thiaw et al. 2011 ; Thiao et al. 2012).

La dynamique des stocks de poulpe et de crevettes côtières et profondes est très variable d'une année à une autre, entraînant ainsi une forte variabilité interannuelle des captures (Thiaw, 2010). Il a été montré que l'intensité de l'upwelling côtier explique une large part de la variabilité interannuelle de l'abondance des stocks de poulpe et de crevettes (Thiaw et al. 2009 ; Thiaw, 2011 ; Thiaw et al. 2011). Ces auteurs montrent que les captures maximales équilibrées subissent généralement de fortes variations suivant l'intensité de l'upwelling. Suivre l'évolution de l'intensité de l'upwelling permettrait également de prédire à l'avance les captures, pour une meilleure gestion des stocks. Et, dans le cas du poulpe plus particulièrement, ils illustrent bien toute la difficulté du maniement du concept de MSY et de sa traduction en termes d'indicateur pour l'aménagement, quand on a affaire à une espèce aussi « naturellement » variable que celle-ci à l'échelle interannuelle.

En effet, dans la pêcherie démersale sénégalaise qui est une pêcherie multi spécifique et multi-engin, la gestion des ressources halieutiques repose essentiellement sur la régulation de l'effort de pêche industriel par un système de licence. L'effort de la pêche artisanale reste très faiblement contrôlé, pour ne pas dire non contrôlé ni bien suivi. Dans ces conditions, l'estimation d'un effort de maximisation des productions à l'équilibre, même à titre indicatif, permet de donner des réponses aux possibilités ou non d'un développement additionnel des deux flottilles ciblant les espèces démersales côtières.

Lors du dernier groupe de travail du COPACE tenu en 2013, les résultats des évaluations n'étaient pas concluants pour cinq stocks en raison des incertitudes des données disponibles. Il s'agit des otolithes ou capitaines *Pseudotolithus spp.* (Sénégal-Gambie), du denté profond *Dentex macropthalmus* (Maroc-Mauritanie-Sénégal-Gambie), du pagre à points bleus *Pagrus caeruleostictus* (Mauritanie, Sénégal, Gambie) et du calmar *Loligo vulgaris* (stock du Sénégal-Gambie). Toutefois, bien que le modèle n'ait pas fourni de résultats fiables pour ces stocks/groupes d'espèces, le groupe a analysé d'autres informations provenant des pêcheries et des campagnes scientifiques pour formuler des recommandations.

A la lumière de ces résultats, il est nécessaire de garantir que les restrictions imposées actuellement dans les pêcheries soient respectées. De nouvelles mesures devraient également être prises pour éviter une dégradation ultérieure des stocks. De plus, la plupart des stocks de la région étant partagés entre deux ou plusieurs pays de la région, le Groupe de Travail recommande fortement de renforcer la coopération régionale pour la recherche et l'aménagement. Cependant, l'adoption de nouveaux plans de gestion des pêcheries, le

renforcement des mesures d'aménagement et le contrôle sévère des zones de pêche au niveau de certains pays ont contribué au redressement de certains stocks de la région.

Le groupe de travail met en avant les nombreuses incertitudes qui continuent d'exister : (i) il est toujours impossible de quantifier précisément les captures, notamment les rejets. Il faudrait, entre autres, évaluer la variabilité des captures de la pêche dans le temps, ce qui nécessite des données sur le long terme ; (ii) le manque de connaissances sur la délimitation de certains stocks est toujours problématique, à la fois pour la recherche halieutique et pour la mise en place (future) de mesures de gestion.

5. Références bibliographiques

- Caverivière A., Demarcq H. 2002. Indices d'abondance du poulpe commun et intensité de l'upwelling côtier au Sénégal, In Caverivière et al. (éds., 2002) : 143-156.
- Caverivière A., Thiam D. 2002. Trente ans de pêche de la crevette rose *Penaeus notialis* dans la région Sénégal-Guinée Bissau. Actes du symposium international, Dakar, 24-28 juin 2002, 171-178.
- Faure V., Inejih C.A., Demarcq H., Cury P. 2000. The importance of retention processes in upwelling areas for recruitment of *Octopus vulgaris*: the example of the Arguin Bank (Mauritania). *Fish. Oceanogr.* 9 :4, 343-355.
- Fox W.W. 1970. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99, 80-88.
- Fréon P. 1991. L'introduction d'une variable climatique dans les modèles globaux de production. In : Cury P., Roy C., (éds.): Pêcheries ouest-africaines, Variabilité, Instabilité et Changement. Paris, Orstom éditions : 395-424.
- Gascuel D., Laurans M., Sidibé A., Barry M.D. 2004. Diagnostic comparatif de l'état des stocks et évolution d'abondance des ressources démersales, dans les pays de la C.S.R.P., In Chavance et al. (éds., 2004) : 205-222.
- Gascuel D., Ménard F. 1997. Assessment of a multispecies fishery in Senegal, using production models and diversity indices. *Aquatic Living Resources*, 10: 281-288.
- Gascuel D., Thiam M. 1994. Evolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises : estimation par modélisation linéaire des CPUE. In : Barry-Gérard M., Diouf T., Fonteneau A. (éds.): L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. Paris, Orstom,
- Gascuel D. 2004. 50 ans d'évolution des captures et biomasses dans l'Atlantique Centre-Est: analyse par les spectres trophiques de captures et de biomasses. In: Chavance P., Bah M., Gascuel D., Vakily M., Pauly D. (éds.), Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest : un demi-siècle de changements. Dakar, Sénégal, juin 2002.
- Jouffre D., Inejih C.A. 2005. Assessing the impact of fisheries on demersal fish assemblages of the Mauritanian continental shelf, 1987-1999, using dominance curves. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 380-383.
- Jouffre D., Lanco S, Gascuel D., Caverivière A. 2002a. 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.

- Jouffre D., Lanco S., Gascuel D., Caverivière A. 2002b. Evaluation par modélisation analytique des effets de périodes de fermeture de la pêche du poulpe au Sénégal. In : Caverivière A., Thiam M., Jouffre D. (éds)- Le poulpe commun *Octopus vulgaris*. Sénégal et côtes nord-ouest africaines. Editions IRD, Paris, Colloques et séminaires, 297-316.
- Laurans M. 2005. Evaluation des ressources halieutiques en Afrique de l'ouest : dynamique des populations et variabilité écologique. Thèse pour l'obtention du Diplôme de docteur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, mention Halieutique, Rennes, France. 233 p.
- Laurans M., Gascuel D., Barry M. 2004. « Évolution des abondances des principales espèces exploitées au Sénégal », in Chavance et al. (éds. 2004). Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement, actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXVI- 532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., coll. Rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n° 15.195-204.
- Laurans M., Gascuel D., Caverivière A., 2002. Application d'un modèle global avec effet de l'environnement au stock de poulpe du Sénégal. 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 : 255-267.
- Lhomme F. 1981. Biologie et dynamique de *Penaeus (Farfante Penaeus) notialis* (Perez farfante, 1967) au Sénégal, th. doct. État Sciences, univers. Pierre-et-Marie-Curie, Paris-VI, 248 p.
- Lhomme L., Garcia S. 1984. Biologie et exploitation de la crevette pénaeide *Penaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967) au Sénégal. In: J. A. Gulland and B. J. Rothschild (éds.). 111-141.
- Thiam N., Fall M. 2010. Prises accessoires des pêcheries crevettières profondes au Sénégal: variations nyctémérales et saisonnières des captures. Journal des Sciences Halieutique et Aquatique, 1, 49-53.
- Thiao D., Chaboud C., Samba A., Laloë F., Cury P.M. 2012. Economic dimension of the collapse of the 'false cod' *Epinephelus aeneus* in a context of ineffective management of the small-scale fisheries in Senegal, African Journal of Marine Science, 34:3, 305-311.
- Thiaw M. 2010. Dynamique des ressources halieutiques à durée de vie courte: cas des stocks de poulpe et de crevettes exploités au Sénégal. Thèse pour l'obtention du Diplôme de docteur de l'Agrocampus Ouest, mention Halieutique, Rennes, France, 228 pp.
- Thiaw M. 2011. Evaluation par l'approche globale du stock de crevettes profondes, *Parapenaeus longirostris*, du Sénégal. Mémoire de confirmation au CRODT, CRODT/ISRA, 55 p.
- Thiaw M., Gascuel D., Jouffre D., Thiaw O.T. 2009. A surplus production model including the effect of environment : application to the white shrimps stocks in Senegal. Progress in Oceanography, 83. 351-360.
- Thiaw M., Gascuel D., Thiao D., Thiaw O.T., Jouffre D. 2011. Analysing environmental and fishing effects on a short-lived species stock: the dynamics of the octopus *Octopus vulgaris* population in Senegalese waters. African Journal of Marine Science 2011, 33 (2): 209-222.
- Thiaw M., Fall M., Thiam N. 2013. Évaluation par l'approche globale du stock Sénégalais de crevettes profondes, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1847). Journal des sciences Halieutique et Aquaculture, 7: 255-270.

Annexes

Annexe 1. Principales espèces démersales côtières concernées par l'évaluation des stocks

La crevette Gamba *Parapenaeus longirostris*



Le poulpe *Octopus vulgaris*



Le mérrou blanc *Epinephelus aeneus*



Le Pageot *Pagellus bellottii*



Le pagre *Sparus caeruleostictus*



Le rouget *Pseudupeneus prayensis*



Le thiékem *Galeoides decadactylus*



La crevette côtière *Farfantepenaeus notialis*



FAO

Annexe 2 : Captures totales et indices d'abondance des stocks de crevettes profondes Gamba et de poulpe exploités au Sénégal

Année	Crevette Gamba		Poulpe	
	Captures (tonnes)	IA (Kg/jour de mer)	Captures (tonnes)	IA (Kg/sortie)
			834.47	1.72
			8806.20	10.15
			410.07	0.96
			2008.04	2.93
			16783.94	7.79
			10345.21	5.43
			17056.87	8.65
1992	1 257	100	5333.67	3.99
1993	1 941	130	3629.92	3.55
1994	1 026	184	7645.59	4.25
1995	1 804	146	4255.01	2.49
1996	1 568	143	3420.84	1.90
1997	1 069	164	2979.52	2.23
1998	5 973	123	6975.06	3.17
1999	2 457	84	45325.20	13.40
2000	1 102	70	4007.28	3.13
2001	3 097	90	2008.91	2.16
2002	2 983	80	13487.72	4.42
2003	3 570	59	11263.26	5.56
2004	2 740	63	12347.98	2.19
2005	3 114	41	9028.33	2.01
2006	2 395	35	5730.52	1.83
2007	2 438	47	8713.05	2.43
2008	2 558	49	7309.08	2.38
2009	1 928	37	6353.66	3.05
2010	1 945	38	3935.23	2.43
2011	2 895	56	7064.81	2.83
2012	2 481	48	10408.58	5.04
2013	2 318	45	2735.13	2.40

Annexe 3 : Captures totales et indices d'abondance (Kg/ jour de mer) de cinq principales espèces démersales côtières au Sénégal

Année	Thiof		Pageot		Pagre		Rouget		Thiékem	
	Captures	IA								
1971	179	20.43	352	20.78	97	6.74	322	5.34		
1972	208	14.54	278	16.7	146	5.07	466	3.36	157	14.5
1973	394	10.7	511	19.49	370	8.2	287	2.6	955	37.88
1974	1069	10.54	1005	16.84	2494	11.32	563	4.75	553	25.05
1975	1650	10.78	2611	18.03	2056	10.57	824	4.2	436	18.24
1976	1272	9.73	2863	20.65	2288	10.36	793	3.46	920	26.01
1977	1586	10.75	7873	30.82	2504	7.97	924	3.37	1300	29.97
1978	1548	10.48	6059	25.02	1597	5.63	1525	3.98	1587	33.58
1979	1668	10.02	5179	20.37	1580	5.06	1112	3.13	2350	36.05
1980	928	7.14	5907	27.77	1148	6.62	651	1.66	6825	46.79
1981	1762	7.96	8046	35.65	2463	6.12	814	2.11	5641	51.67
1982	2024	9.02	7988	33.61	2278	5.22	711	1.83	4818	47.62
1983	2232	9.47	9922	31.14	2103	5.23	1286	2.46	4623	50.47
1984	3933	8.99	10988	30.91	2882	4.05	1815	2.69	4610	48.31
1985	3385	8.46	13209	39.43	2795	4.83	1274	2.31	6393	47.3
1986	3394	7.07	11157	25.55	4343	4.47	1300	1.44	6672	44.53
1987	3887	6.22	9218	19.75	4664	3.84	2196	1.83	6673	44.16
1988	2666	5.92	6151	14.45	3191	3.74	2345	2.01	6693	41.09
1989	1805	4.19	6176	11.32	3460	3.81	1672	1.95	5624	29.58
1990	2127	3.67	8961	15.87	5493	4.87	2312	2.98	4326	22.63
1991	1789	2.95	7690	12.93	6501	5.26	2204	3.11	2715	14.42
1992	1753	3.53	7246	14	5201	5	1175	3.36	3175	20.81
1993	2222	3.79	7140	13.82	4092	4.5	1917	3.9	2628	16.36
1994	2009	3.69	6076	14.15	4001	4.76	1870	4.28	1999	12.02
1995	1816	3.12	5834	13.63	3125	4.09	1542	3.47	1656	8.19
1996	2159	2.85	6298	15.03	2897	3.32	1475	3.04	2053	11.14
1997	1758	2.61	7890	14.36	3687	3.84	1585	3.1	3879	17.84
1998	1251	3.19	5280	17.39	3050	3.73	1622	4.06	4066	26.53
1999	1518	2.36	7569	15.36	2994	3.17	1380	3.71	2429	9.23
2000	1224	1.66	5280	20.16	3115	3.89	1043	4.1	2260	8.9
2001	953	1.63	5187	12.92	3101	3.99	1915	5.12	3182	19.56
2002	1049	2.77	5365	16.25	1724	4.68	1920	5.72	3086	13.83
2003	924	1.85	4649	16.35	2259	4.45	1496	5.35	4005	12.43
2004	922	2.18	7704	15.91	3631	4.72	1204	6.9	4208	17.97
2005	1180	1.99	7534	16.3	4925	6	1040	7.46	4062	32.63
2006	909	2.14	6925	18.29	2283	5.53	1349	8.8	4304	25.11
2007	759	2.46	8131	22.65	2298	5.44	1661	8.23	4202	31.43
2008	921	2.39	9838	24.48	2800	4.52	1534	8.13	5401	37.81
2009	987	2.86	7372	26.3	7495	5.76	2612	10.22	8515	21.18
2010	1466	3	5835	24.88	6726	5.99	2099	10.01	5649	27.99
2011	1139	2.72	3953	21.5	4859	5.72	2018	10.87	4411	26.03
2012	1616	1.39	4556	16.68	4160	4.21	1000	10.58	2899	24.77
2013	1183	1.85	6365	36.17	4380	4.27	1267	11.92	4375	20.87

Annexe 4 : Captures (en tonnes) et CPUE (Kg/jour de pêche en mer) des stocks de crevettes côtières exploités au Sénégal

Année	Stock de crevettes Sud		Stock de crevettes Nord	
	Captures	IA	Captures	IA
1980	2599	231	513	183
1981	2465	204	364	208
1982	2705	225	338	157
1983	2378	173	410	168
1984	2664	202	539	205
1985	2205	168	414	158
1986	3336	204	259	142
1987	3102	164	229	151
1988	2629	132	232	127
1989	2545	134	212	134
1990	1972	152	340	145
1991	2077	198	168	149
1992	1798	180	199	312
1993	1986	159	197	173
1994	1520	149	133	115
1995	2046	151	473	174
1996	1958	126	499	119
1997	2026	138	417	148
1998	2208	191	299	113
1999	1541	104	658	191
2000	1620	106	471	104
2001	1396	217	1030	179
2002	1159	153	772	161
2003	1731	215	598	127
2004	924	122	383	142
2005	808	130	701	131
2006	813	132	415	109
2007	829	135	222	113
2008	671	139	154	97
2009	521	122	383	116
2010	431	164	547	213
2011	680	172	377	164

Annexe 5 : Analyse de sensibilité du modèle de production de Fox pour le stock de poulpe à la puissance de pêche ($P_g=1/(1+\alpha)$)

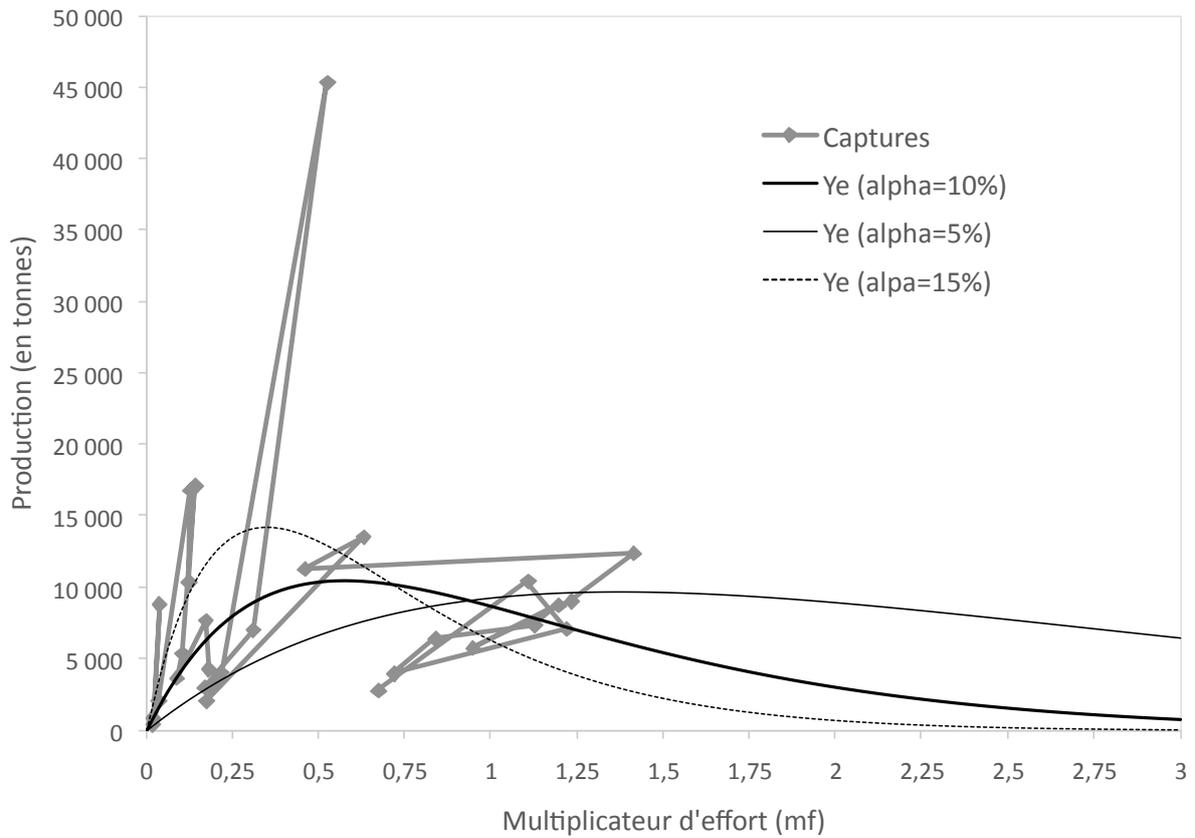


Figure A5.1 : Courbes des captures à l'équilibre en fonction du multiplicateur d'effort de pêche et pour des valeurs alpha de 5, 10 et 15% (la valeur alpha de 10% a été retenue).