



## Produire ou actualiser des évaluations scientifiques sur les stocks des espèces sélectionnées

Délivrable N° 2.1 : Un rapport sur les unités de stocks sélectionnées est produit



**Projet:** FED/2018/402-604 - DEMERSTEM, DEMERsal ecosySTEMs

**Décision:** FED/2017/038-922 - Improved regional fisheries governance in Western Africa (PESCAO)

Version du 04/05/2023

Florian Quemper<sup>h</sup>, Beyah Meissa Habib<sup>a</sup>, Brahim Tfeil<sup>a</sup>, Modou Thiaw<sup>b</sup>, Kamarel Bâ<sup>b</sup>, Modou Thiam<sup>b</sup>, Mohamed Soumah<sup>c</sup>, Bakari Coulibaly<sup>d</sup>, Joanny Tape<sup>d</sup>, Quenum Crespin Luc<sup>e</sup>, Jeremias Intchama<sup>f</sup>, Iça Barry<sup>f</sup>, Josepha Pinto<sup>f</sup>, Vida Samantha Osei<sup>g</sup>, Ato Akuban<sup>g</sup>, Jerome Guitton<sup>h</sup>

<sup>a</sup> IMROP, Institut Mauritanien des Recherches Océanographiques et des Pêches, Nouadhibou, Mauritanie.

<sup>b</sup> Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye [CRODT], Route du Front deTerre, BP 2241, Dakar, Senegal

<sup>c</sup> CNSHB (Centre National des Sciences Halieutique de Boussourah), Conakry, Guinée

<sup>d</sup> CRO (Centre de Recherche en Océanologie), Abidjan, Côte d'Ivoire

<sup>e</sup> INPHB (Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY), Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

<sup>f</sup> INIPO (Instituto Nacional de. Investigaçãõ das Pescas e. Oceanografia), Bissau, Guinée Bissau

<sup>g</sup> Fisheries Commission Accrah, Ghana

<sup>h</sup> DECOD (Ecosystem Dynamics and Sustainability), Institut Agro, Ifremer, Inrae, Rennes, France

## **Résumé :**

Le projet DEMERSTEM est principalement orienté sur le développement de méthodes et de compétences pour l'évaluation des stocks dans un contexte dit « data-poor ». Dans ce cadre, différentes méthodes d'évaluations de stocks ont été étudiées puis appliquées avec les pays partenaires pour 6 cas d'étude :

- *Epinephelus aeneus* sur le cas d'étude Mauritanie, Sénégal, Gambie
- *Penaeus notialis* sur le cas d'étude Mauritanie, Sénégal et Guinée Bissau
- *Pagrus caeruleostictus* sur le cas d'étude Guinée/Guinée Bissau
- *Pseudotolithus elongatus* sur le cas d'étude Guinée/Guinée Bissau
- *Pagellus bellottii* sur le cas d'étude Ghana / Côte d'Ivoire
- *Pseudotolithus senegalensis* sur le cas d'étude Ghana / Côte d'Ivoire

Ces méthodes se distinguent par :

- La nature des données d'entrées.
- Les hypothèses sous-jacentes.
- Les ajustements statistiques.

En particulier, nous distinguons les modèles de production, se basant sur des données de captures, des approches basés sur des fréquences de tailles. Cette diversité de méthodes assure une complémentarité des évaluations permettant d'approfondir les conclusions, en combinant des approches

apportant chacune des informations spécifiques. Par ailleurs, ce panorama des évaluations disponibles permet également de résumer quelles approches sont envisageables selon les données disponibles.

A terme, sur les 6 espèces sélectionnées, pour 3 d'entre elles l'évaluation a permis de poser un diagnostic :

- *P. elongatus* de Guinée/Guinée-Bissau : Pleine exploitation
- *E. aeneus* de Mauritanie/Sénégal : Surexploitation
- *P. senegalensis* de Ghana/Côte d'Ivoire : Surexploitation

Une liste de recommandation a ainsi pu être proposée en matière de gestion des ressources pour ces espèces. Par ailleurs, pour les espèces pour lesquelles aucun diagnostic n'a été établi, des perspectives en vue d'améliorer la qualité des données ont été décrites. En particulier, les données de fréquence de taille sont une voie de développement intéressante.

L'ensemble de ce travail a été réalisé dans un objectif d'échanges et de transferts des compétences entre et vers les pays partenaires.

Mots clé : Evaluation de stock, modèles de production, modèles basés sur les tailles, JABBA, LBB.

### **Summary :**

The DEMERSTEM project is mainly focused on developing methods and skills for stock assessment in a "data-poor" context. Within this framework, various stock assessment methods were studied and then applied with the partner countries for 6 case studies:

- *Epinephelus aeneus* in the Mauritania, Senegal and Gambia case studies
- *Penaeus notialis* in the Mauritania, Senegal and Guinea Bissau case studies
- *Pagrus caeruleostictus* in the Guinea/Guinea Bissau case study
- *Pseudotolithus elongatus* in the Guinea/Guinea Bissau case study
- *Pagellus bellottii* in the Ghana/Ivory Coast case study
- *Pseudotolithus senegalensis* in the Ghana/Ivory Coast case study.

These methods differ in:

- The nature of the input data.
- The underlying assumptions.
- Statistical adjustments.

In particular, we distinguish between production models based on catch data and approaches based on size frequencies. This diversity of methods ensures that the assessments complement each other, enabling conclusions to be drawn in greater depth by combining approaches that each provide specific

information. In addition, this overview of available assessments also makes it possible to summarise the possible approaches based on the available data.

In the end, of the 6 species selected, the assessment enabled a diagnosis to be made for 3 of them:

- *P. elongatus* from Guinea/Guinea-Bissau: Full exploitation
- *E. aeneus* from Mauritania/Senegal: Overexploited
- *P. senegalensis* from Ghana/Côte d'Ivoire: Overexploitation

A list of resource management recommendations for these species has thus been proposed. In addition, for species for which no diagnosis has been made, prospects for improving data quality were described. In particular, size frequency data is an interesting area for development.

All of this work was carried out with the aim of exchanging and transferring skills between and to partner countries.

Keywords: Stock assessment, production models, size-based models, JABBA, LBB.

## 1 Les méthodes utilisées

Selon un récent rapport de la FAO (2019), seuls 11 % des pêcheries dans le monde sont évaluées par des modèles avancés ou ont été bien gérées. En fait, dans les pêcheries à données limitées, la rareté des longues séries de données sur la structure des âges et des indices d'abondance des stocks rend incroyablement difficile l'évaluation de l'état des stocks à l'aide de modèles conventionnels (Magnusson et Hilborn, 2007).

Ces dernières années, diverses méthodes à données modérées ont été mises au point pour répondre à la demande croissante de gestion scientifique de ces pêcheries (Winker et al., 2018 ; Froese et al., 2018). Nous les distinguons en 2 grandes familles : les modèles basés sur les captures, appelés modèles de productions, et les modèles basés sur des fréquences de tailles

### 1.1 Modèles de productions

#### 1.1.1 Modèle de production de biomasse

Les modèles de production de biomasse découlent de la relation directe entre la production biologique d'un stock (notée  $g(B_t)$ ) et sa biomasse ( $B_t$ ). Si de nombreuses équations décrivent cette relation, Pella et Tomlinson (1969) proposent une équation (1.a) la généralisant, le modèle décrit par Fox (1970) correspondant alors au cas particulier  $m = 1$  (1.b).

$$g(B_t) = r \cdot B_t \cdot \left(1 - \left(\frac{B_t}{K}\right)^{m-1}\right) \quad (1.a)$$

$$g(B_t) = r \cdot B_t \cdot \left(1 - \left(\frac{\ln(B_t)}{\ln(K)}\right)\right) \quad (1.b)$$

Le paramètre  $r$  représente le taux intrinsèque de croissance du stock,  $K$  correspond à la capacité d'accueil, et  $m$  est un paramètre de forme.

La variation de biomasse est alors :

$$\frac{dB}{dt} = g(B) - \frac{dY}{dt} \quad (2)$$

Avec  $dY/dt$  le taux instantané de capture réalisé sur le stock :

$$\frac{dB}{dt} = q \cdot E \cdot B \quad (3)$$

Où  $E$  est l'effort de pêche et  $q$  la capturabilité

Il peut être démontré (Schaefer, 1954) que, quel que soit l'état du stock, pour un effort de pêche constant, ce dernier tend vers un état d'équilibre, noté  $B_e(E)$ , produisant une capture  $Y_e = q \cdot E \cdot B_e$  telle que :

$$Y_e(E) = q \cdot E \cdot K \cdot \exp\left(-\frac{q \cdot \ln(K)}{r} \cdot E\right) \quad (4)$$

Ou

$$Y_e(E) = q \cdot E \cdot K \cdot \left(1 - \frac{q}{r} \cdot E\right)^{\frac{1}{m-1}} \quad (5)$$

respectivement pour les modèles de Fox et le modèle généralisé de Pella et Tomlinson. Ces équations peuvent également être décrites en utilisant un multiplicateur d'effort, noté  $mE$  et fixé à 1 pour la dernière année pour laquelle un IA est disponible.

### 1.1.2 Ajustement sous l'hypothèse d'un pseudo-équilibre.

Les modèles de Fox et généralisé peuvent être ajustés aux abondances et aux efforts de pêche sous l'hypothèse d'un pseudo-équilibre proposé par Fox (1970). Cette méthode, bien que parfois critiquée (Hilborn et Walters, 1992) est encore appliquée pour réaliser des évaluations de stock en raison de sa robustesse (Gascuel, 2008 ; Chassot et al 2010 ; Meissa et al, 2013).

Cette méthode suppose que l'abondance du stock observée l'année  $t$  ( $IA_t$ ) est à l'équilibre avec une combinaison linéaire des efforts de pêche des  $k$  précédentes années, qui varie avec la durée de l'espèce ( $k = 1, 3$  ou  $5$ ). Cette combinaison linéaire, notée  $m_{Fox}$  dans le présent document, est appelée 'effort de Fox'.

Soit:

$$IA_t(m_{Fox}_t) = q \cdot B_e(m_{Fox}_t) \quad (6)$$

On peut ainsi écrire, respectivement pour les modèles de Fox et de Pella-Tomlinson :

$$IA_t(m_{Fox}_t) = a \cdot \exp(b \cdot m_{Fox}_t) \quad (8)$$

$$IA_t(m_{Fox}_t) = (a' + b' \cdot m_{Fox}_t)^{\frac{1}{m-1}} \quad (9)$$

Avec  $a$  et  $b$  tels que :

$$a = q \cdot K; \quad b = \frac{-q \cdot \ln(K)}{r} \quad (10)$$

$$a' = (q \cdot K)^{\frac{1}{m-1}}; \quad b' = -\frac{q}{r} \cdot (q \cdot K)^{m-1} \quad (11)$$

Cet effort de Fox exprime le cumul de la pression de pêche appliquée sur le stock au cours des  $t - k$  années sur l'année  $t$ . Il est basé sur l'idée que les  $k$  classes d'âge existant l'année  $t$  ont été exploités sous un même effort de pêche au cours des précédentes années, l'effort de Fox est calculé en utilisant l'effort de pêche annuel, lequel, exprimé comme un multiplicateur s'écrit :

$$m_{Fox}_t = \frac{k \cdot mE_t + (k - 1) \cdot mE_{t-1} + \dots + mE_{t-k}}{k + (k - 1) + \dots + 1} \quad (12)$$

Où  $mE_t$  est le multiplicateur d'effort de pêche pour l'année  $t$ . Les paramètres ( $a$ ,  $b$ ) et ( $a'$ ,  $b'$ ) ont été estimés en ajustant le modèle aux séries d'indices d'abondances pour différents scénarios et efforts de Fox, en utilisant les équations (4) et (5) et la méthode du maximum de vraisemblance selon le postulat de résidus indépendants et distribués selon une loi log-normale via le package NLS (non least square).

### 1.1.3 JABBA : Modèle dynamique dans un cadre bayésien

L'évaluation de stock est également réalisée dans un cadre bayésien en utilisant le package JABBA (Winker et al, 2018) qui permet de produire une analyse basée sur le modèle de Fox et/ou de Pella Tomlinson avec l'équation suivante :

$$g(B_t) = \frac{r}{m-1} \cdot B_t \left( 1 - \left( \frac{B_t}{K} \right)^{m-1} \right) \quad (13)$$

Avec  $r$  le taux intrinsèque de croissance,  $K$  la capacité biotique du milieu (également parfois notée  $B_0$ , la biomasse à l'état vierge) et  $m$  un paramètre de forme déterminant pour quel ratio  $B/K$  le maximum de surplus de production est atteint.

En se basant sur le travail de Meyer et Millar (1999), l'équation de processus est réécrite selon un modèle stochastique avec des variables exprimées comme une déplétion de biomasse, formulées comme la proportion de la biomasse du stock à l'instant  $t$  par rapport à sa biomasse à l'état vierge ( $P_t = \frac{B_t}{K}$ ). L'équation de l'espace latent est alors :

$$P_t = \begin{cases} \phi \cdot e^{\eta_t}; & t = 1 \\ P_t = \left( P_{t-1} + \frac{r}{m-1} \cdot P_{t-1} (1 - P_{t-1}^{m-1}) - \frac{C_t}{K} \right) \cdot e^{\eta_t}; & t > 1 \end{cases} \quad (14)$$

Où  $\eta_t$  est l'erreur de processus, tel que  $\eta_t \sim Normale(0, \sigma_\eta^2)$ ,  $r$  le taux intrinsèque de croissance,  $K$  la capacité biotique,  $C_t$  la capture annuelle et  $\phi$  la déplétion de biomasse initiale. Le modèle d'observation connecte l'espace latent à l'indice d'abondance  $I_{t,i}$  en le supposant proportionnel à la biomasse. L'équation d'observation est alors :

$$I_{t,i} = q \cdot B_t \cdot e^{\epsilon_{t,i}} \quad (15)$$

Avec  $q$  le coefficient de capturabilité et  $\epsilon_{t,i}$  l'erreur d'observation tel que  $\epsilon_{t,i} \sim Normale(0, \sigma_{\epsilon_{t,i}}^2)$  avec  $\sigma_{\epsilon_{t,i}}^2$  la variance de l'erreur d'observation de l'année  $t$  pour la série d'IA  $i$ .

Le modèle à inférence bayésienne et espace latent complet requiert une distribution de probabilité jointe sur tous les hyper-paramètres non observables  $\theta(K, r, q, \phi, \sigma_\eta^2, \sigma_{\epsilon_{t,i}}^2)$  et les  $n$  erreurs de processus liées au vecteur des états latents  $\eta = \{\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_t\}$  en lien avec toutes les données d'observations sous la forme d'indices d'abondance relatifs  $i$ ,  $I_i = \{I_{i,1}, I_{i,2}, \dots, I_{i,t}\}$

## 1.2 Modèles basés sur les tailles

### 1.2.1 Analyse des cohortes : De la décomposition polymodale à la pseudo-cohorte rectifiée

L'analyse des cohortes (Gulland, 1965 ; Murphy, 1965) est une méthode basée sur les données de capture par âge qui permet d'estimer les taux instantanés de mortalité par pêche ( $F$ ) qui ont affecté le stock au fil du temps, ainsi que les effectifs antérieurs ( $N$ ) du stock. Elle repose sur deux équations essentielles :

- L'équation de survie qui implique que la diminution de l'effectif d'une classe d'âge est une fonction exponentielle du temps :

$$N_{a+1,t+1} = N_{a,t} \cdot \exp\left(-\left(F_{a,t} + M_{a,t}\right)\right) \quad (1)$$

où N représente le nombre de poissons, a l'âge, t l'année, F la mortalité par pêche et M le taux de mortalité naturelle.

- L'équation de capture repose sur le fait que le nombre d'individus capturés au cours d'une période t est proportionnel à l'effectif moyen de la cohorte :

$$C_{a,t} = \frac{F_{a,t}}{F_{a,t} + M_{a,t}} \cdot N_{a,t} \left(1 - \exp\left(-\left(F_{a,t} + M_{a,t}\right)\right)\right) \quad (2)$$

où C représente les captures.

La seule hypothèse de cette méthode est que les taux de mortalité totaux ( $Z=F+M$ ) d'une cohorte spécifique peuvent être représentés par une valeur moyenne pour un intervalle de temps donné. L'analyse des cohortes nécessite d'initialiser les calculs avec le recrutement de la cohorte (mode direct) ou sa mortalité par pêche terminale (c'est-à-dire au dernier âge) (mode inverse). Dans la pratique, l'analyse des cohortes est généralement réalisée en mode inverse car elle présente l'avantage d'intégrer une propriété de convergence (Jones, 1961 in Mesnil, 1980).

Néanmoins, la disponibilité de données de captures par âge est une condition préalable à toute évaluation de stock basée sur une approche analytique. Cependant, dans les pêcheries d'Afrique de l'Ouest, plusieurs problèmes se posent pour réaliser une telle évaluation.

Tout d'abord, l'estimation des captures par âge repose sur la connaissance des fréquences de taille au sein des captures, qui sont elles-mêmes estimées par échantillonnage. L'une des méthodes les plus courantes pour convertir les structures de taille en structures d'âge est l'utilisation de clés âge/longueur (ALK), qui indiquent la proportion de chaque groupe d'âge dans chaque classe de taille (Fridriksson 1934). Ces clés peuvent être établies par diverses méthodes telles que la détermination de l'âge ou la lecture de parties anatomiques dures (par exemple, otolithométrie, sclérochronologie). Mais ces données manquent généralement dans les pêcheries à données modérées. Dans ce contexte, les méthodes de décomposition polymodale contrainte sont des outils flexibles pour la conversion taille/âge des données de capture (Gascuel 1994, Chassot et al, 2008). Elles sont basées sur le choix d'une loi de distribution de la taille à l'âge, d'un modèle de croissance et d'un modèle décrivant la variation des écarts types de taille avec l'âge.

Deuxièmement, l'application de l'analyse de cohorte nécessite la connaissance de la structure démographique des captures par âge sur plusieurs années. Dans de nombreuses pêcheries d'Afrique de l'Ouest, de telles séries temporelles sont rarement disponibles et ne peuvent pas être reconstituées avec la décomposition polymodale en raison du manque de données. Le modèle utilise des données structurées par âge ou par longueur, des captures totales et certains paramètres biologiques. En retour, il fournit des estimations de la biomasse de la population, de l'âge et de la longueur moyens et de la mortalité par pêche (F).

Pour que ce modèle puisse être appliqué, il faut supposer que les stocks et les pêcheries sont à l'équilibre (mortalité, recrutement et effort constants). Lorsque cette hypothèse est incorrecte, l'analyse aboutit à des résultats fortement biaisés. En particulier, en période d'expansion des pêcheries (augmentation de l'effort), les mortalités par pêche peuvent être largement sous-estimées, conduisant à un diagnostic trop optimiste qui peut avoir de graves conséquences sur la gestion des pêcheries et leur durabilité. Pour surmonter cette hypothèse forte, Laurec et Santarelli-Chaurand (1986) ont proposé un algorithme qui substitue à l'hypothèse de mortalité constante à l'âge une hypothèse de capturabilité constante à l'âge qui est moins contraignante. En outre, la méthode permet aux utilisateurs de prendre en compte les

changements potentiels de l'effort de pêche et/ou du recrutement pour corriger les estimations dérivées des hypothèses d'équilibre (voir Chassot et al (2006) pour plus de documentation).

### 1.2.2. Length-based Bayesian Biomass approach (LBB)

La biomasse bayésienne basée sur la longueur (LBB) est une nouvelle approche bayésienne basée sur la taille (Froese et al., 2018) pour estimer l'état des stocks dans les situations où les données sont limitées. La LBB ne nécessite que des données de fréquence de taille et de longueur à maturité ( $L_{mat}$ ), et un échantillonnage d'un an est suffisant pour effectuer une analyse. En outre, il offre la possibilité de spécifier des distributions a priori pour la longueur asymptotique du paramètre ( $L_{\infty}$ ), la longueur à la première capture ( $L_c$ ) et la mortalité naturelle relative ( $M/K$ ). En outre, la mortalité par pêche relative ( $F/K$ ) est estimée. En combinant ces estimations avec les équations de pêche standard, les paramètres de l'état du stock tels que l'épuisement ou la biomasse actuellement exploitée par rapport à la biomasse non exploitée ( $B/B_0$ ) et  $F/M$  peuvent être estimés. Ces paramètres peuvent ensuite être utilisés pour estimer les indicateurs de longueur. Tout d'abord, étant donné les estimations de  $L_{\infty}$  et  $M/K$ ,  $L_{opt}$ , c'est-à-dire la taille à laquelle la biomasse de la cohorte est maximale, peut être obtenue à partir de l'équation (17) :

$$L_{opt} = L_{\infty} \left( \frac{3}{3 + M/K} \right) + \frac{M}{K} \quad (17)$$

Sur la base de l'équation (18) et d'une pression de pêche donnée ( $F/M$ ), la longueur moyenne à la première capture, qui maximise la capture et la biomasse ( $L_{c\_opt}$ ), peut être obtenue à partir de :

$$L_{c\_opt} = \frac{L_{\infty} \cdot \left( 2 + 3 \cdot \frac{F}{M} \right)}{\left( 1 + \frac{F}{M} \right) \cdot \left( 3 + \frac{M}{K} \right)} \quad (18)$$

Ensuite, les estimations de  $L_{c\_opt}$  sont utilisées pour calculer des approximations de la mortalité par pêche et de la biomasse relative capables de produire des captures maximales équilibrées  $B_{MSY}$  et  $F_{MSY}$  (Froese et al., 2018).

### 1.3 Formation aux modèles complémentaires

L'utilisation de ces modèles se basent sur un ensemble de compétences et de connaissances que l'on peut regrouper en 3 grands ensembles :

- La première nécessité est de disposer de connaissances expertes en halieutique, sur le fonctionnement des différentes pêcheries, de la biologie des espèces et l'écologie des milieux qui sont étudiés.
- Une compréhension approfondie du fonctionnement des modèles, de leurs hypothèses écologiques et des ajustement statistiques sous-jacents.
- De compétences dans l'utilisation du logiciel R pour traiter les données et appliquer les modèles étudiés théoriquement, production de rapports écrits et présentations orales synthétiques, notamment via l'outil Rmarkdown.

La mise en place de modules de formation devait ainsi permettre le transfert de connaissances et de compétences entre les différents partenaires. En particulier, cela s'est agencé sous 3 formats :

- Formation continue sous forme de réunion en visioconférence pour fournir du matériel de travail, discuter les modèles théoriques, travailler sur les exemples d'applications,

donner de mini-cours théoriques le plus régulièrement possible. Au total, ce sont 52 réunions qui ont été réalisés avec les différents partenaires au cours de la période 2021-2023.

- Des mobilités ont été également permis aux différents partenaires de les accueillir sur le site de l'institut agro Rennes sur une durée allant de 1 à 6 semaines.
- Enfin, des groupes de travail permettaient de réaliser de se retrouver avec l'ensemble des partenaires pour faire état de l'avancement de chaque groupe, diffuser des présentations sur les modèles et réaliser des workshops sur le reste du temps disponible pour appréhender l'utilisation des outils/modèles, dans la continuité des visioconférences réalisées en sous-groupe. Dans la mesure où les heures de formation et d'échanges à distance sont tributaires des connexions internet de chaque pays, ces temps de rencontre en présentiel sont indispensables au suivi des travaux de chaque sous-groupe et au transfert de connaissances et de connaissances entre tous les partenaires. Dans le cadre du WP1, 3 GT en présentiel ont eu lieu entre novembre 2021 et juillet 2022.

## 2 Résultats des évaluations de stocks

Pour chaque stock évalué est fourni le diagnostic final, un graphique de Kobe et quelques recommandations. Pour plus de détails, se référer aux différents rapports produits et disponibles en ligne

### 2.1 *Epinephelus aeneus* sur le cas d'étude Mauritanie, Sénégal, Gambie

Les modèles de production utilisés, avec un ajustement en pseudo-équilibre et le package JABBA, présentent des hypothèses et des procédures statistiques différentes et, dans ce cas d'étude, les modèles indiquent des **MSY** (~3500 tonnes) qui varient légèrement selon le scénario. Il apparaît que le diagnostic est identique quel que soit le scénario et la méthode d'ajustement du modèle de production avec des  $F/F_{MSY}$  estimés entre 3 et 10, indiquant systématiquement un stock en état de surexploitation de très élevé. Une réduction importante des captures et des efforts est indispensable pour atteindre un objectif de durabilité de cette pêcherie.

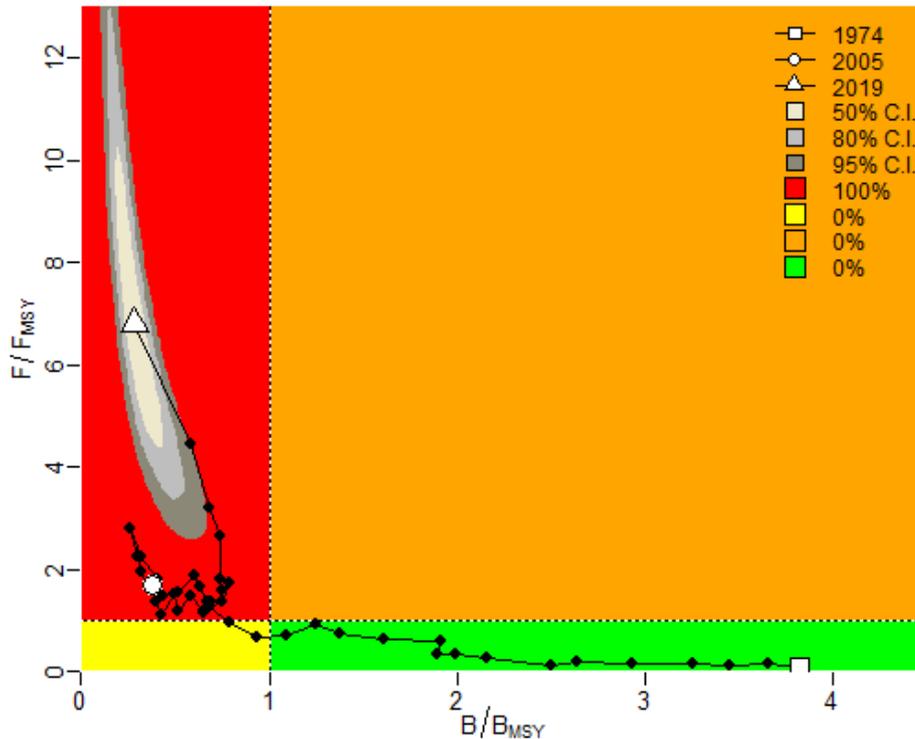


Figure 1 – Graphique de Kobe pour le stock de *E. aeneus* de mauritanie/sénégal.

## 2.2 *Penaeus notialis* sur le cas d'étude Mauritanie, Sénégal et Guinée Bissau

*P. notialis* a été scindé en 3 stocks le long de la Mauritanie/Sénégal/Gambie/Guinée-Bissau. Seul un de ces stocks a pu être évalué, le stock dit « South-SEN » et ses principaux estuaires. Les analyses menées sur le stock et ses principaux estuaires indiquent des statuts contrastés entre le Saloum et la Gambie. Globalement, les valeurs estimées de  $B_{20-21} < B_{MSY}$  et  $F_{20-21} > F_{MSY}$  (médiane sur 2020 et 2021) suggèrent stock en état de surpêche quelle que soit l'étude de cas (Figure 2), dont les tailles moyennes sont trop faibles. Pour autant, aux vues des nombreuses limites concernant les données à disposition, les recommandations se portent principalement sur la nécessité de mieux prendre en compte les caractéristiques des engins dans les plans d'échantillonnages et d'améliorer la collecte des données sur l'ensemble de la région

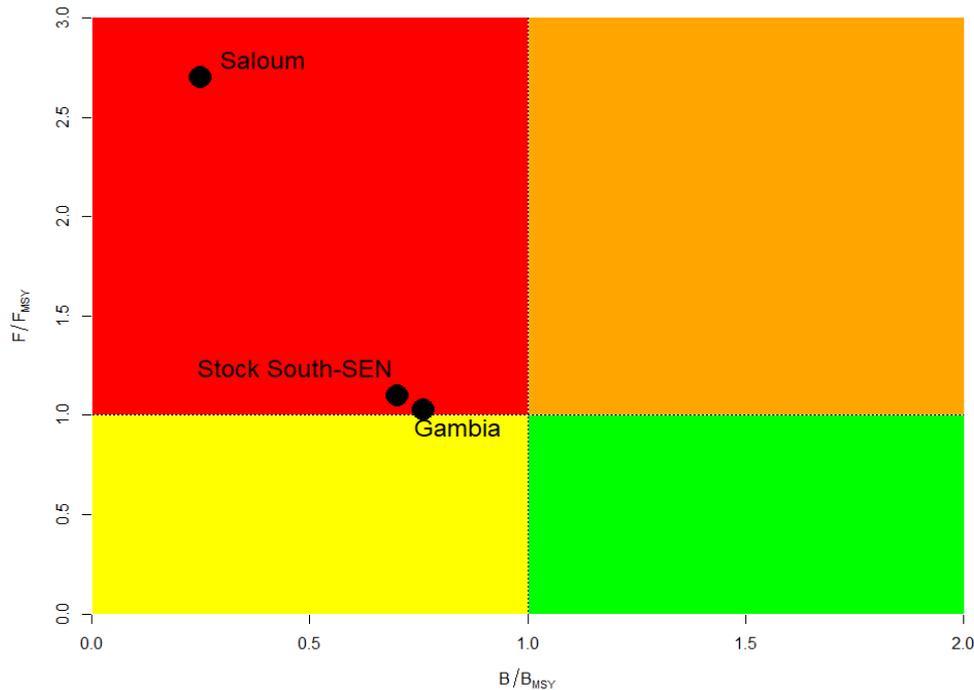


Figure 2 – Graphique de Kobe pour le stock de *P. notialis* south-SEN

### 2.3 *Pagrus caeruleostictus* sur le cas d'étude Guinée/Guinée Bissau

Les modèles de production utilisés, avec un ajustement en pseudo-équilibre et le package JABBA, présentent des hypothèses et des procédures statistiques différentes et, dans ce cas d'étude, si les modèles indiquent des MSY (~6500 tonnes) cohérents selon le scénario, il apparaît que le diagnostic varie grandement selon celui-ci dans le cas de l'ajustement en pseudo-équilibre. De même, JABBA permet de représenter un intervalle de confiance sur la situation actuelle du stock (en 2021, dernière année disponible), et met en évidence une forte incertitude sur le diagnostic à établir pour ce stock se situant entre un état de sous exploitation et de surexploitation. Pour ces raisons, un diagnostic certain ne peut être établi avec les modèles de production.

Les modèles basés sur les fréquences de taille se présentaient comme une perspective intéressante, malheureusement, de nombreuses limites ont été mises en évidence :

- La mise en place du nouveau système de collecte des données en Guinée impacte la fiabilité des extrapolations, en particulier avant 2016.
- Le manque de connaissances sur la loi de croissance de l'espèce entraîne une forte incertitude sur les résultats avancés par cette approche, particulièrement sensible au paramètre  $L_{inf}$ .
- Enfin, aucune fréquences de tailles ne sont disponibles pour les pêcheries industrielles qui constituent la plus forte part des captures, obligeant de supposer que les captures artisanales présentent une sélectivité semblable.

Ainsi, la multiplicité des outils utilisés permet de mettre en évidence les forts contrastes entre chaque analyse et aucun diagnostic n'est établi dans ce cas d'étude. Pour autant, investir plus d'efforts dans l'échantillonnage de données de fréquences de tailles sur l'ensemble des pêcheries doit permettre d'apporter plus d'informations sur l'état de ce stock, notamment des connaissances sur les indicateurs en taille.

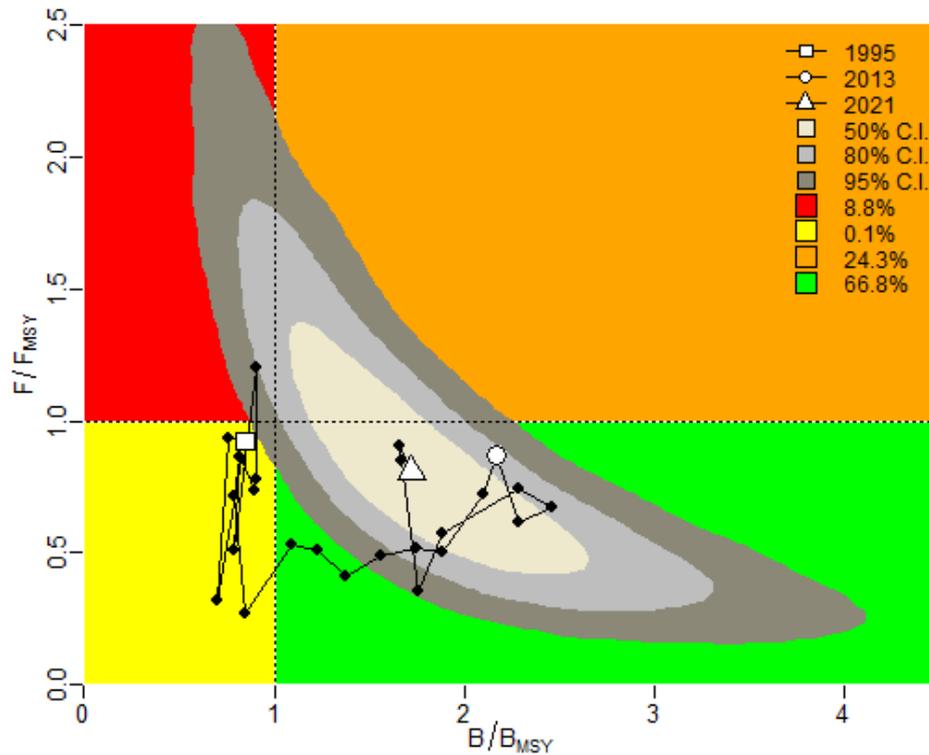


Figure 3 – Graphique de Kobe pour le stock de *P. caeruleostictus* in GNB/GIN.

## 2.4 *Pseudotolithus elongatus* sur le cas d'étude Guinée/Guinée Bissau

Le stock de bobo de Guinée/Guinée-Bissau est ainsi considéré en état de sous-exploitation, avec un MSY d'environ 9000 tonnes. Pour autant, il est important de rappeler la forte augmentation des captures sur la dernière année utilisée dans le modèle, 2020, entraînant une augmentation de la mortalité par pêche. De plus, l'analyse rétrospective du modèle combiné avec JABBA révèle une surestimation systématique du  $F_{MSY}$ , à terme le niveau d'exploitation pourrait donc être légèrement sous-estimé. Il est ainsi recommandé de ne pas augmenter les captures et l'effort de pêche.

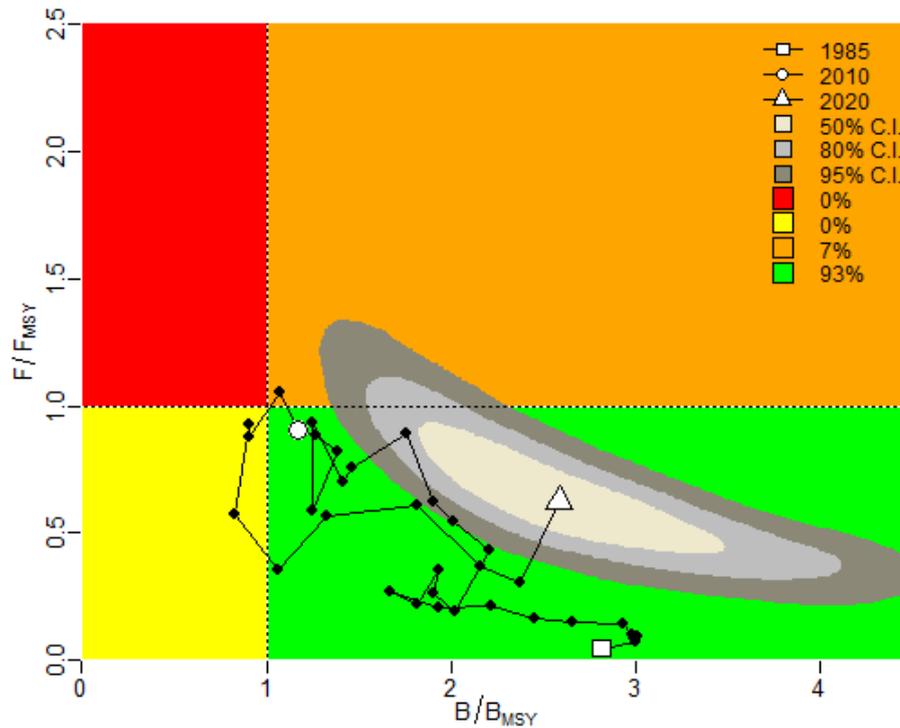


Figure 4 – Graphique de Kobe pour le stock de *P. elongatus* in GNB/GIN.

## 2.5 *Pagellus bellottii* sur le cas d'étude Ghana / Côte d'Ivoire

Dans ce cas d'étude, le manque de fiabilité de certaines données d'entrée fait que le diagnostic doit être fait avec prudence. Compte tenu des incertitudes des résultats, nous choisissons de rejeter le diagnostic. De plus, comme l'identité des stocks (Garcia et al, in prep) a suggéré des stocks différents de *P. bellottii* en Côte d'Ivoire et au Ghana, des études complémentaires sont nécessaires. Ainsi, l'échantillonnage doit être renforcé pour obtenir des données de vieillissement de meilleure qualité (par exemple, sclérochronologie, otolithométrie, marquage/recapture) dans les deux pays afin d'effectuer une évaluation séparée des stocks de cette espèce.

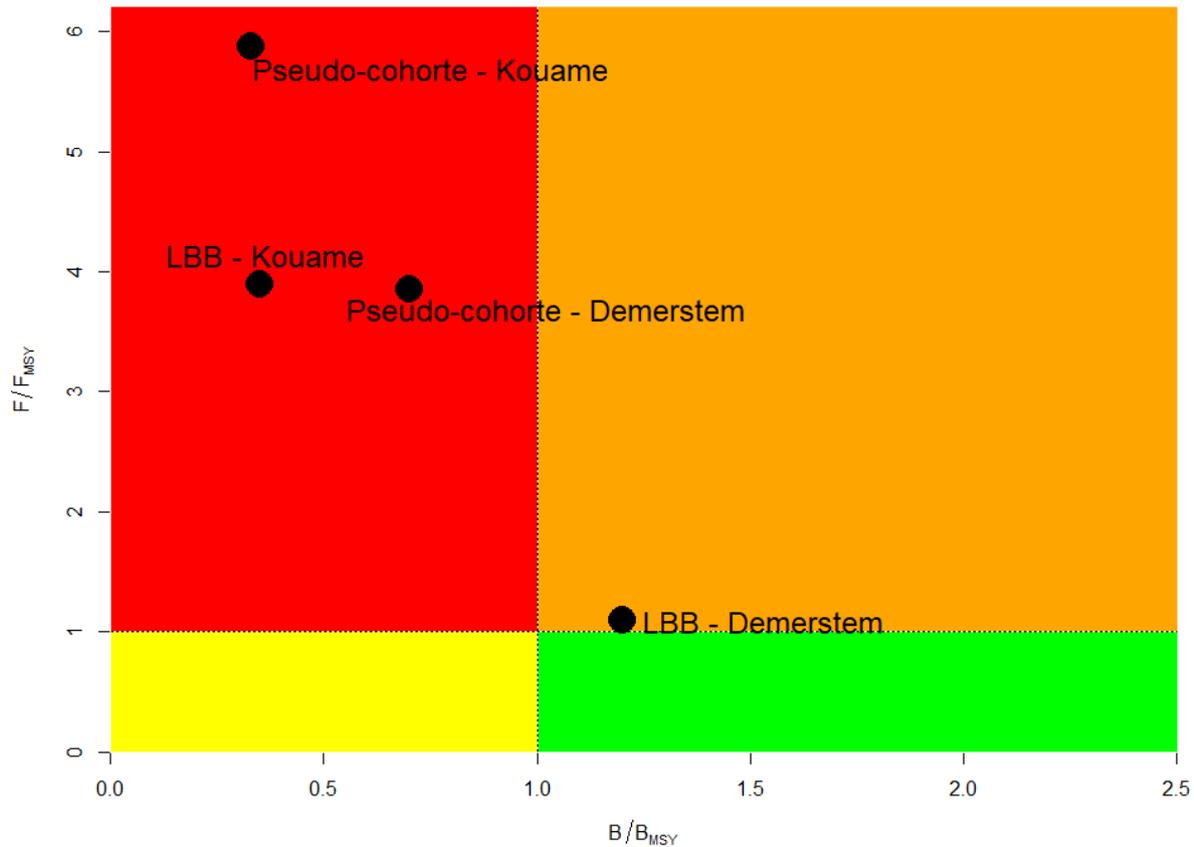


Figure 5 – Graphique de Kobe pour le stock de *P. bellottii* in GHA/CIV.

## 2.6 *Pseudotolithus senegalensis* sur le cas d'étude Ghana / Côte d'Ivoire

Dans ce cas d'étude, le manque de fiabilité de certaines données d'entrée implique que le diagnostic doit être fait avec prudence. Néanmoins, la multiplicité des méthodes et des résultats permet de proposer un diagnostic de surexploitation du stock. Ainsi, il convient de réduire les captures et l'effort de pêche et d'augmenter la taille minimale de débarquement. De plus, l'échantillonnage doit être renforcé afin d'obtenir des données de vieillissement de meilleure qualité (e.g. sclérochronologie, otolithométrie, marquage/recapture). Enfin, les récentes analyses sur l'identité des stocks (Garcia et al, en préparation) a suggéré l'existence de différents stocks de *P. senegalensis* en Côte d'Ivoire et au Ghana, des études supplémentaires sont ainsi nécessaires.

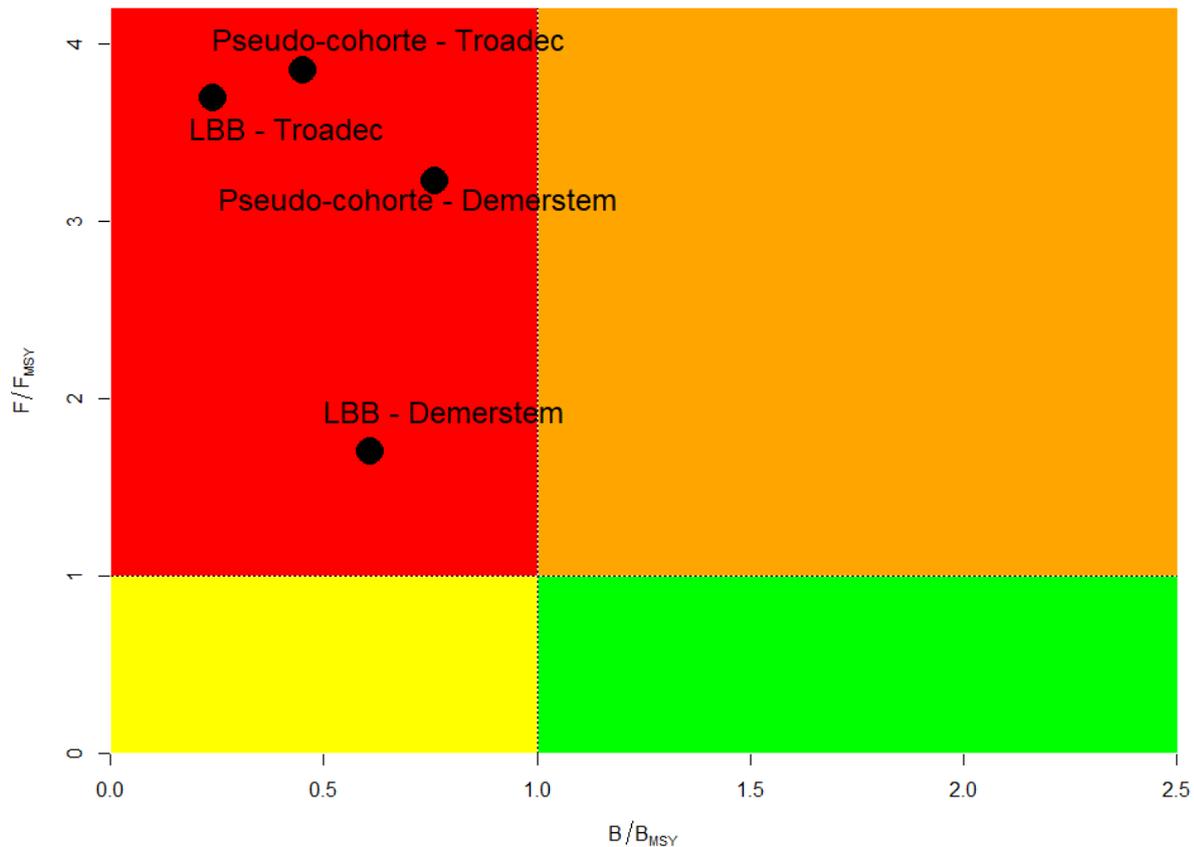


Figure 6 – Graphique de Kobe pour le stock de *P. senegalensis* in GHA/CIV.

### 3 Conclusions et recommandations

Le WP1 visait à produire ou actualiser des évaluations scientifiques sur les stocks de 6 espèces sélectionnées par les partenaires. Des diagnostics ont pu être posés pour 3 de ces stocks (*E. aeneus*, *P. senegalensis*, *P. elongatus*). Pour autant, quelle que soit l'analyse, les recommandations mettent en avant la nécessité de développer la qualité des données à dispositions, notamment dans le cas des fréquences de taille en renseignant plus exhaustivement sur quels engins de pêche l'échantillonnage est réalisée, ainsi que la zone d'étude. Dans certains cas d'étude, des informations clés sur la biologie des espèces sont également manquantes et réduisent la fiabilité des diagnostics. Globalement, la complémentarité des modèles permettait de réduire les incertitudes en comparant les conclusions des différents modèles. Ce travail a également permis de fournir aux partenaires des outils pour appliquer d'autres évaluations de manière indépendantes, et ainsi de poursuivre leur formation et leur montée en compétence en évaluation quantitative du potentiel halieutique.