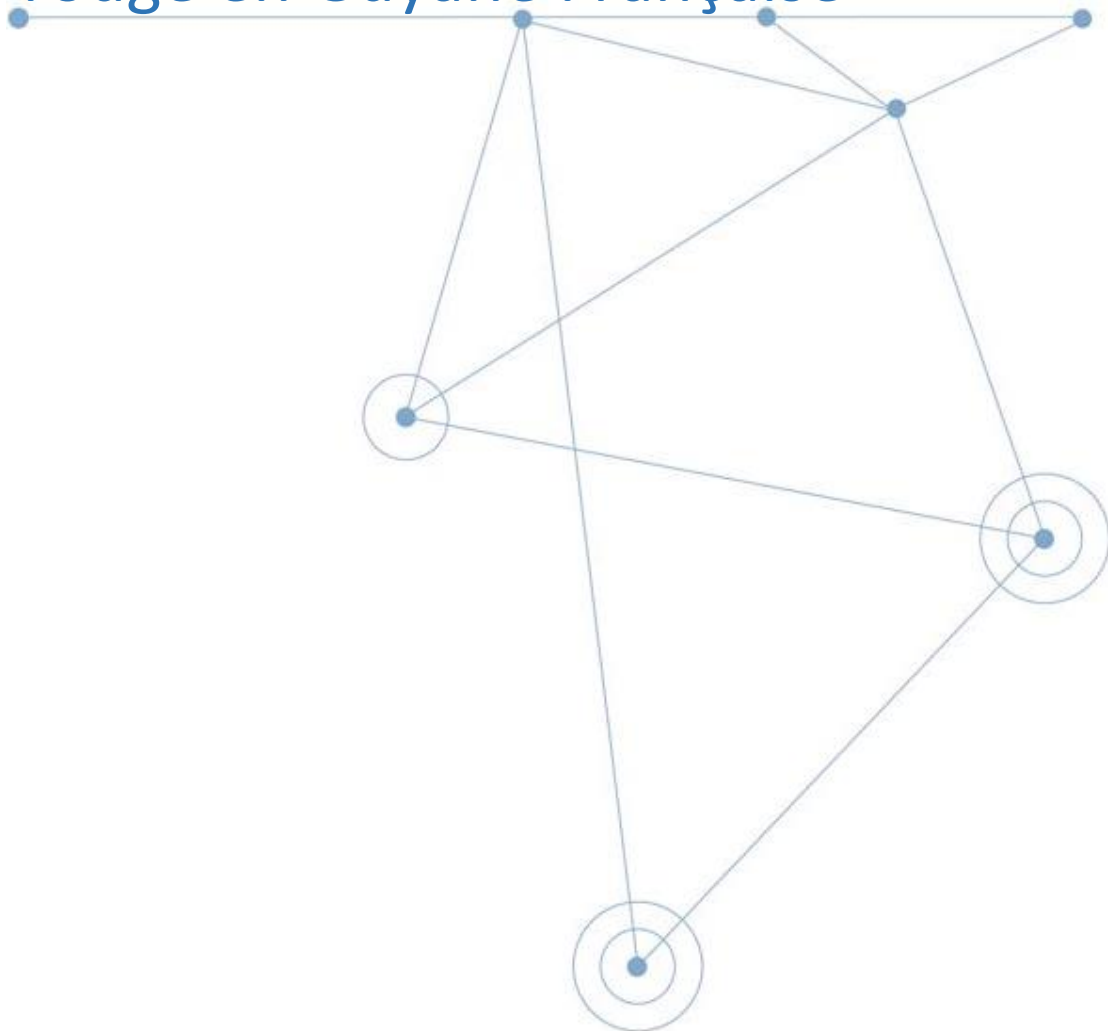


# Evaluation du stock de vivaneau rouge en Guyane Française





## Sommaire

### Table des matières

<b>1</b>	<b>Description de l'activité de pêche.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Méthodes et données .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>9</b>
3.1	Analyse des données de taille et âge .....	9
3.2	Résultats du modèle d'évaluation.....	10
<b>4</b>	<b>Discussion générale .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Références .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>21</b>
7.1	Annexe 1.....	21
7.2	Annexe 2.....	21

## 1 Description de l'activité de pêche

Le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) est considéré comme formant un stock unique en Guyane. Parmi les différentes flottilles de pêches présentes en Guyane, trois sont connues pour capturer cette espèce : les ligneurs vénézuéliens, les caseyeurs antillais et les chalutiers crevettiers. Les ligneurs vénézuéliens réalisent la majorité des captures de ce stock et les deux autres activités de pêche sont faibles et se sont progressivement réduites.

Dans une étude précédente, croisant les données de campagnes et les données de débarquement des chalutiers crevettiers, les captures accessoires des jeunes vivaneaux (entre 8 et 30 cm) ont été estimées en diminution depuis 2002 (Caro and Lampert 2011). Les captures en 2007 représentaient environ 100 tonnes soit 6% des captures totales estimées pour cette année (Caro and Lampert 2011). On présume que ce pourcentage est actuellement inférieur car l'activité des crevettiers s'est considérablement réduite depuis 2007 (41 bateaux actifs avec 7284 jours de pêche) avec seulement 13 chalutiers crevettiers en activité en 2018 (1248 jours de pêche). Les captures de vivaneaux par les caseyeurs antillais ont été inférieures à 40 tonnes en 2019 (données fournies par la Direction de la Mer Martinique).

En 2018, 1542 tonnes de vivaneaux éviscérés ont été débarquées en Guyane, dont 96% de vivaneau rouge (1480 tonnes). Les autres espèces de vivaneau concernées par cette pêcherie sont le vivaneau ti-yeux (*Rhomboplites aurorubens*) et le vivaneau rayé (*Lutjanus synagris*).

Ces débarquements de vivaneaux de 2018 sont plus élevés que la moyenne historique (1208 tonnes), calculée sur les données à partir de 1986, et ce, malgré une baisse sensible du nombre annuel de jours de mer des ligneurs vénézuéliens, relevée depuis 2012 (3806 jours de mer en 2018 contre 5734 en 2012).

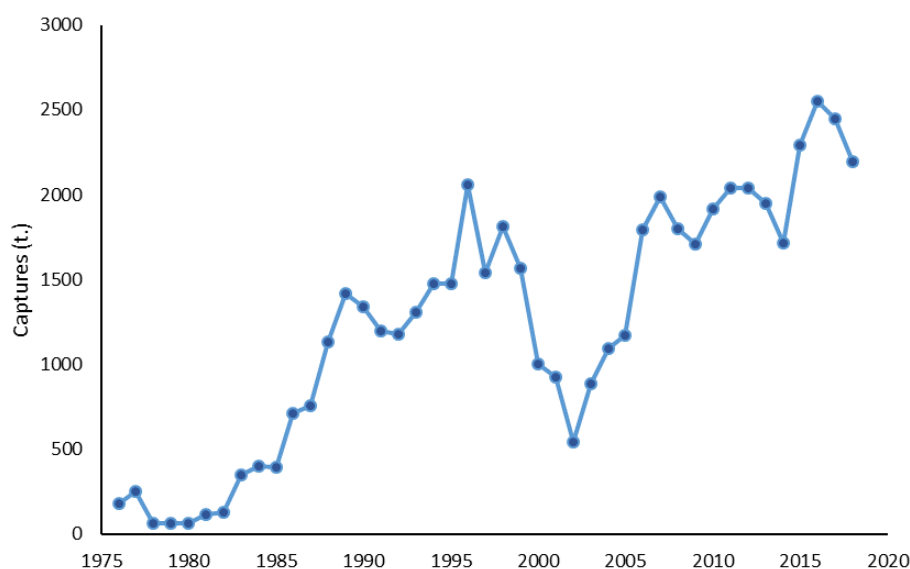
Aujourd'hui, la pêcherie est gérée uniquement par un contingentement de l'accès (nombre de licences, cf. Décision du Conseil de L'Union Européenne 2015/1565). Le nombre de licences, attribuées en totalité aux ligneurs vénézuéliens, est stable depuis 2012, avec 45 licences disponibles pour les eaux guyanaises. La réglementation actuelle oblige les navires vénézuéliens à débarquer 75% de leur pêche en Guyane.

En raison de l'engin utilisé par les pêcheurs vénézuéliens (lignes à main munies de plusieurs hameçons), on estime que les rejets de vivaneau rouge par ce métier sont négligeables. De ce fait, dans ce qui suit, on parlera de captures et non de débarquements.

## 2 Méthodes et données

L'évaluation réalisée, porte uniquement sur *L. purpureus* qui constitue l'espèce cible, la plus abondante dans les débarquements. Le stock est évalué en utilisant un modèle de dynamique de population de type SS3 (Stock Synthesis) (Methot 2009).

Le modèle SS3 est basé sur les tonnages débarqués de 1976 à 2018 (Fig. 1); les estimation des débarquements de 1976 à 1985 ont été obtenues à partir des rapports historiques (Tous 1988; Perodou and Berti 1990). Depuis 1986, les tonnages ont été estimés sur les données de débarquements par marée et par espèce des ligneurs vénézuéliens fournis par les usiniers et armateurs, qui constituent la majorité des navires ciblant le vivaneau en Guyane. Pour l'évaluation, tous les tonnages débarqués ont été corrigés pour tenir compte de la part (réglementairement 25%) des poissons pêchés dans les eaux guyanaises mais débarqués à

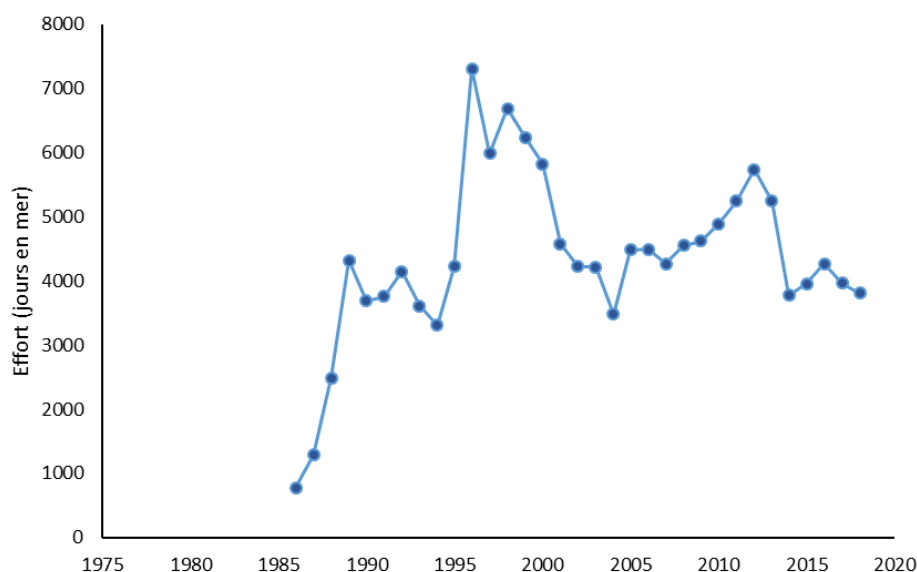


l'étranger.

**Fig. 1.** Séries historiques de débarquements de vivaneau rouge éviscéré en Guyane.

Les données des structures en taille des captures sont disponibles de 1986 à 2018. Ces informations sont collectées dans le cadre du programme « Echantillonnage Biologique » du Système d'Information Halieutique (SIH) de l'Ifremer au débarquement des bateaux. Le nombre de bateaux et poissons échantillonnés varie entre les années en fonction des changements, améliorations et optimisations du protocole d'échantillonnage. Depuis 2018, deux opérations d'échantillonnage par mois sont effectuées afin de mesurer des échantillons d'environ 150 kg de poisson par bateau (entre 1 et 3 bateaux par opération). Les mâles et femelles ne sont pas distinguables au débarquement (les individus étant éviscérés), donc le modèle est appliqué sur l'ensemble des captures, sexes confondus. En l'absence d'information sur la distribution en taille de la part (25%) des poissons pêchés dans les eaux guyanaises mais débarqués à l'étranger, on suppose que la composition en taille est la même que pour les animaux débarqués en Guyane. La part des débarquements réalisés par les caseyeurs martiniquais et les crevettiers a été ignorée dans cette évaluation, car elle constitue une partie marginale et les données disponibles sont fragmentaires.

L'effort des navires vénézuéliens dans les eaux guyanaises (jours en mer par année) sont disponibles de 1986 à 2018 (Fig. 2).



**Fig. 2.** Séries historiques d'effort de pêche des navires vénézuéliens dans les eaux guyanaises.

Les captures par unité d'effort (CPUE) annuelles (de 1986 à 2018) ont été estimées en divisant les captures totales annuelles par le nombre de jour en mer totaux annuels. Ces CPUE sont des valeurs brutes, non standardisées, c'est à dire qu'elles ne prennent pas en compte d'éventuelles modifications d'efficacité de la pêche ou de variations spatio-temporelles de l'activité. De ce fait, leur interprétation comme indicateur de l'évolution de l'abondance du stock peut être discutée. Afin d'évaluer l'effet de cet indice sur les résultats, un deuxième modèle SS3 a été construit « sans considérer les CPUE ».

Le modèle SS3 estime la mortalité par pêche correspondante aux captures par une hypothèse de simple proportion. L'effort de pêche est estimé comme le ratio entre la mortalité par pêche et la capturabilité, cette dernière étant estimée par le modèle. Cette estimation de la capturabilité s'appuie sur les CPUE observées lorsqu'elles sont incluses dans le modèle. Pour le modèle SS3 construit « sans considérer les CPUE » l'estimation de la capturabilité est réalisée par ajustement à partir des autres paramètres (Methot 2009; Methot and Wetzel 2013).

Le modèle SS3 utilise un modèle de croissance de von Bertalanffy avec des paramètres de croissance similaires à ceux utilisés dans le modèle de type VPA dans les rapports précédents (voir Annexe 1 et 2), les autres paramètres requis par SS3 ont été estimés à partir de la littérature sur cette espèce ou sur des espèces proches (steepness, maturité de 50% femelles...). Une sélectivité « dome shape » a été choisie pour mieux représenter ce type de pêche capable de cibler une partie de la population par le choix des tailles d'hameçons.

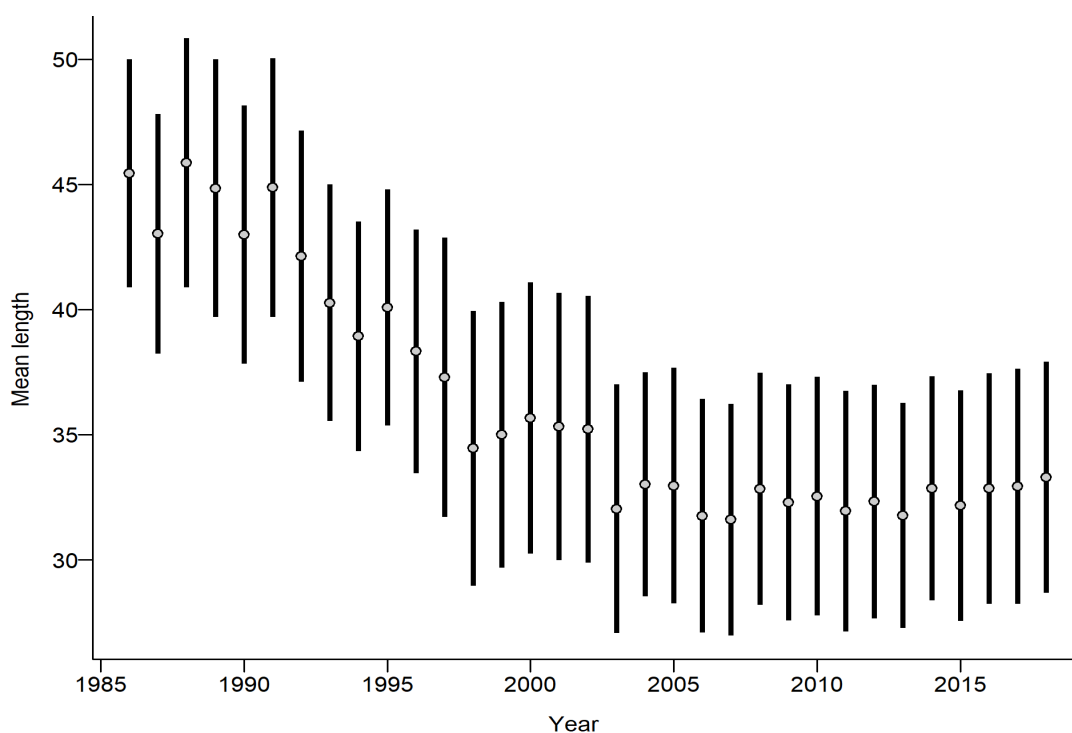
Le modèle SS3 a été mis en place dans le cadre du groupe de travail « crevettes et poissons de fond » de la COPACO.

### 3 Résultats

#### 3.1 Analyse des données de taille et âge

Entre le début de la série de données (1985) et le début des années 2000, la taille des individus débarqués s'est réduite (Fig. 3). Depuis 2003, la taille moyenne semble stable. Les individus les plus grands (>80 cm) ne sont plus présents dans les débarquements depuis 2006 laissant place à une majorité d'individus d'environ 30 cm.

L'évolution des structures en taille de captures peut être le reflet d'une modification des pratiques de pêche (changement de zones de pêche, modification de la sélectivité) et/ou de modification de la structure démographique de la population exploitée. Rivot *et al.* (2000) ont exploré le possible changement de stratégie des pêcheurs qui prospecteraient des zones moins profondes et plus à l'ouest que précédemment. Cependant, une analyse des données des fiches de pêche conduite par Rivot *et al.* (2000) ne révèle pas de modifications dans la distribution de l'effort de pêche sur la première partie de la série. Il serait intéressant de savoir si les ligneurs ont modifié la taille des hameçons utilisés au cours du temps, ce qui engendrerait un changement de sélectivité, ou si la diminution de la taille moyenne dans les débarquements est



la conséquence d'une mortalité par pêche en augmentation.

**Fig. 3.** Evolution de la longueur à la fourche des vivaneaux rouges débarqués en Guyane. Taille moyenne et 95% intervalle de confiance basée sur la taille de l'échantillon (12 échantillons dans l'année).

Sous l'hypothèse de paramètres de croissance constants, cette réduction de la longueur des vivaneaux rouges au débarquement traduit un accroissement de la contribution des plus jeunes classes d'âge au débarquement (Fig. 4) avec une diminution de l'âge moyen au débarquement. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce phénomène ; soit les pêcheurs ciblent des individus petits, soit les grands individus ont disparu, soit les grands individus ne sont pas débarqués en Guyane mais sont sélectionnés pour un marché étranger avant débarquement.



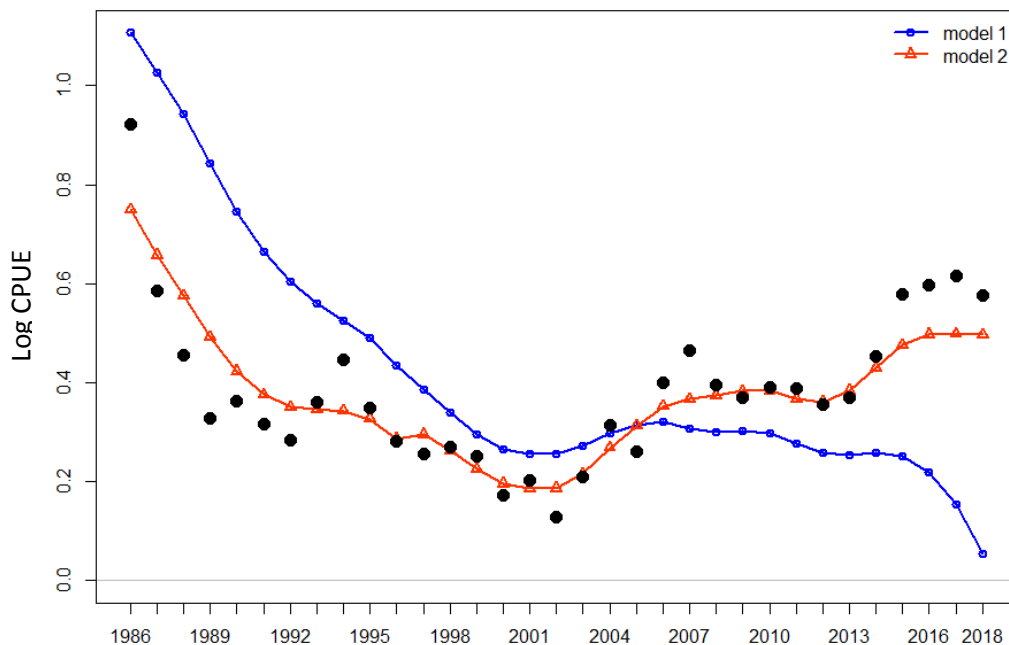
**Fig. 4.** Reconstruction de l'âge moyen dans la population à partir des données de tailles et des paramètres de croissance.

### 3.2 Résultats du modèle d'évaluation

Le modèle SS3 ne nécessite pas de données de taille pour la totalité de la série des données, on peut donc reconstruire la biomasse et le recrutement jusqu'à l'année 1976 (début des données de débarquements disponibles).

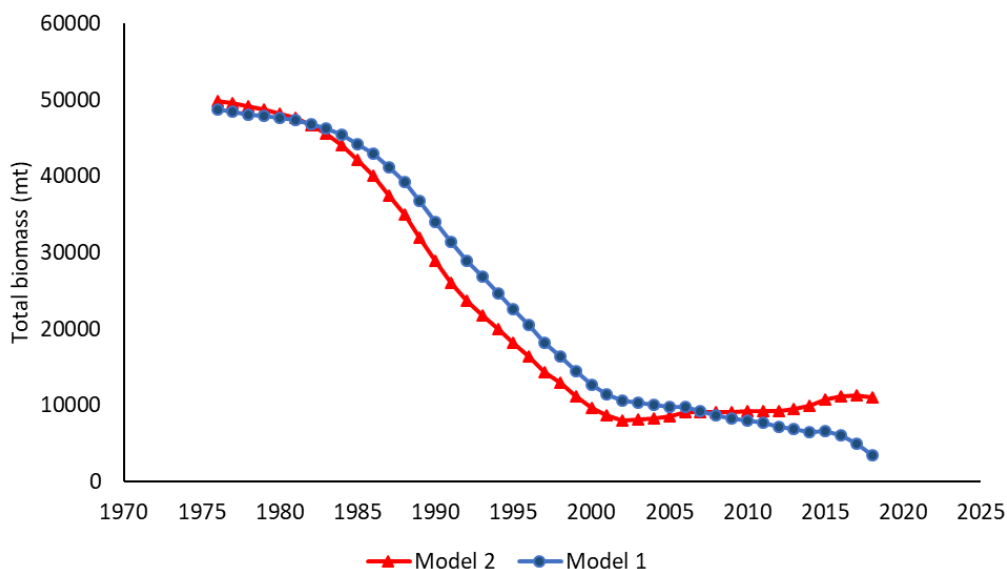
La figure 5 montre la différence entre les deux modèles de SS3 testés. Le modèle considérant les données de CPUE en entrée (modèle 2, en rouge) s'ajuste raisonnablement bien aux CPUE ; au contraire, le modèle utilisant seulement les données de débarquement et de taille (modèle 1, en bleu) calcule des CPUE, à partir de la capturabilité estimée, qui divergent sensiblement des CPUE observées. On peut donc supposer que la réalité est située entre ces deux modèles si on estime que les CPUE ne sont pas suffisamment représentatives de l'abondance du stock. Les graphiques suivants utilisent le même code couleur pour mieux apprécier la différence entre ces deux modèles testés.





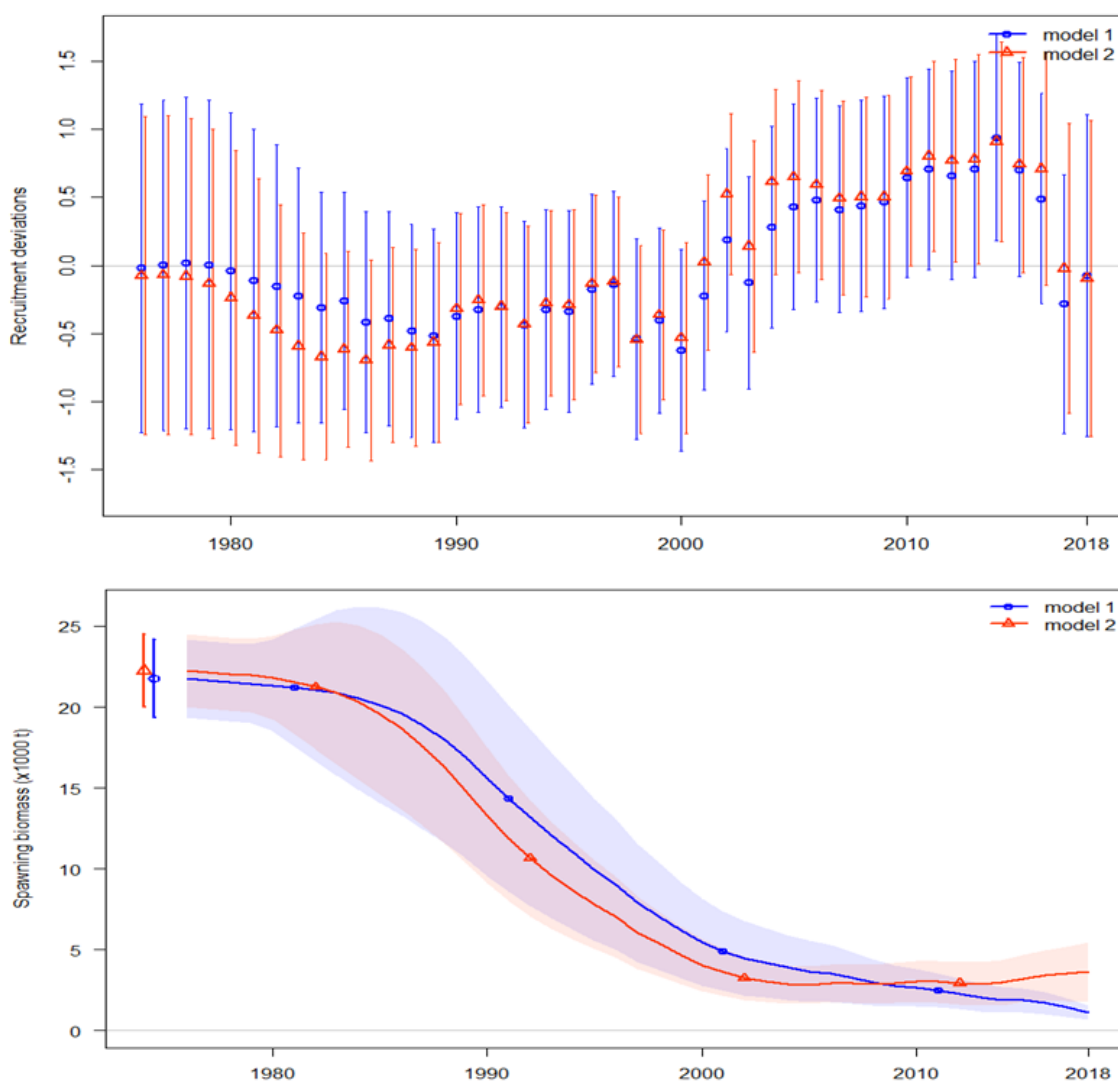
**Fig. 5.** Représentation du log des données de CPUE (points noirs) et les sorties des modèles SS3. Model 1 = SS3 sans considérer les données de CPUE. Model 2 = SS3 avec les données de CPUE

La biomasse de vivaneau rouge estimée par SS3 a diminué de façon importante entre 1975 (considéré comme le début de la pêche) et les années 2000. Depuis, la biomasse semble relativement stable avec une tendance en baisse si on considère le modèle sans CPUE ou légèrement en hausse si on considère le modèle avec CPUE (Fig. 6). Ces tendances sont également visibles sur la biomasse féconde (Fig. 7). Les estimations de recrutement sont similaires entre les deux modèles et montrent une augmentation du nombre des recrues dans



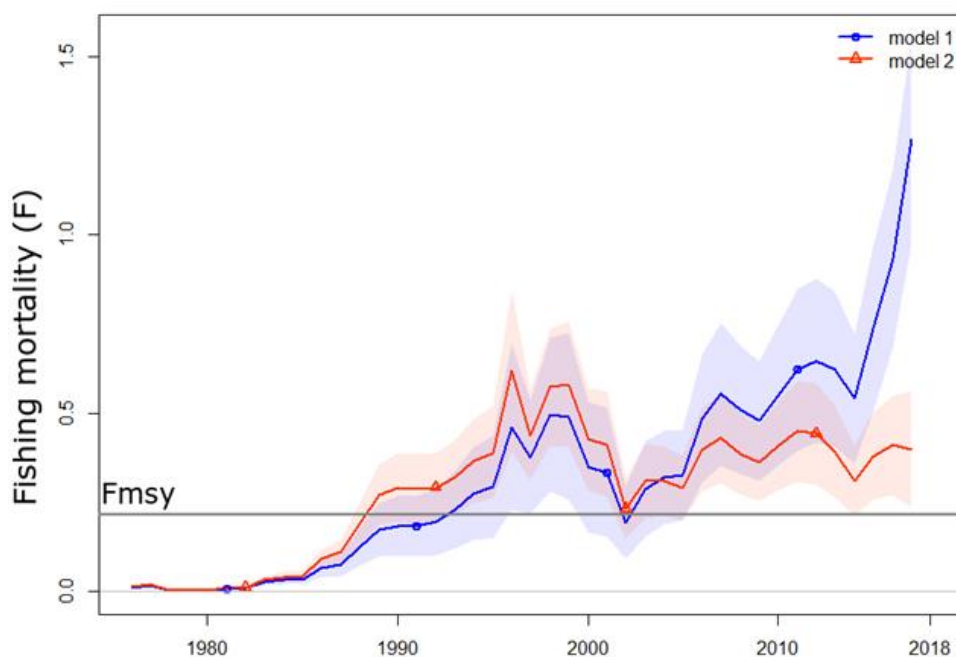
les années plus récentes, suivie par une diminution en 2017 et 2018 (Fig. 7).

**Fig. 6.** Biomasses de vivaneau rouge estimées par les deux modèles SS3. Model 1 = SS3 sans considérer les données de CPUE. Model 2 = SS3 avec les données de CPUE



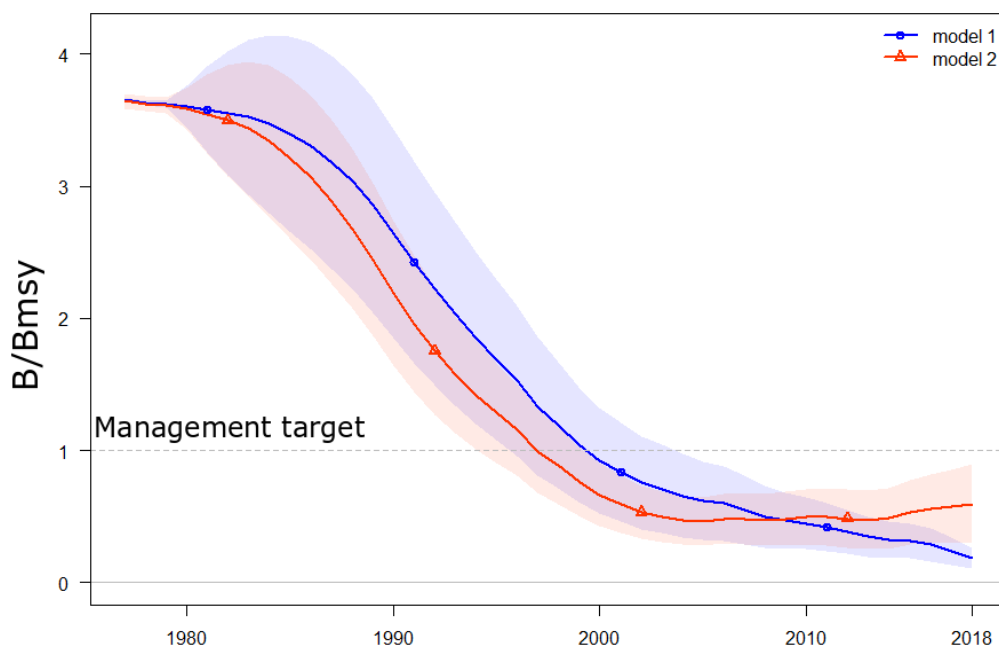
**Fig. 7.** Séries de recrutement (panneau supérieur) et de biomasses fécondes (panneau inférieur) estimée par les deux modèles SS3. Les deux points au début de la série des biomasses fécondes représentent la situation estimée par le modèle avant le début de la pression de pêche sur le stock. Model 1 = SS3 sans considérer les données de CPUE. Model 2 = SS3 avec les données de CPUE

La mortalité par pêche augmente au cours de la période considérée avec une plus forte augmentation récente pour le modèle sans CPUE (Fig. 8), alors que la mortalité par pêche estimée par le modèle utilisant les CPUE reste relativement stable depuis le milieu des années 2000. La mortalité par pêche en 2018 est supérieure à celle permettant le rendement maximal durable ( $F_{msy}$ ) pour les deux modèles ; le ratio  $F_{2018}/F_{msy}$  est égal à 13.2 dans le cas du modèle sans CPUE et de 1.66 pour le modèle avec CPUE (Tab. 1).



**Fig. 8.** Mortalité par pêche estimée par les deux modèles SS3. Model 1 = SS3 sans considérer les données de CPUE. Model 2 = SS3 avec les données de CPUE

Un indicateur de l'état du stock est le ratio entre la biomasse et la biomasse estimée au MSY (rendement maximal durable). Au début de l'activité de pêche, quand la biomasse est très élevée, ce ratio est haut ( $>2$ ), une valeur autour de 1 est considérée comme appropriée pour une pleine exploitation mais si cet indice est inférieur à 0.5 on parle de surexploitation. Quand le ratio est inférieur à 0.2 la population est considérée comme collapsée (Anderson et al. 2012). Le stock de vivaneau rouge en Guyane est actuellement proche de la pleine exploitation (ratio égal à 0.60) (modèle avec CPUE) ou en surexploitation (ratio égal à 0.19) si on regarde le modèle moins optimiste (modèle sans CPUE).



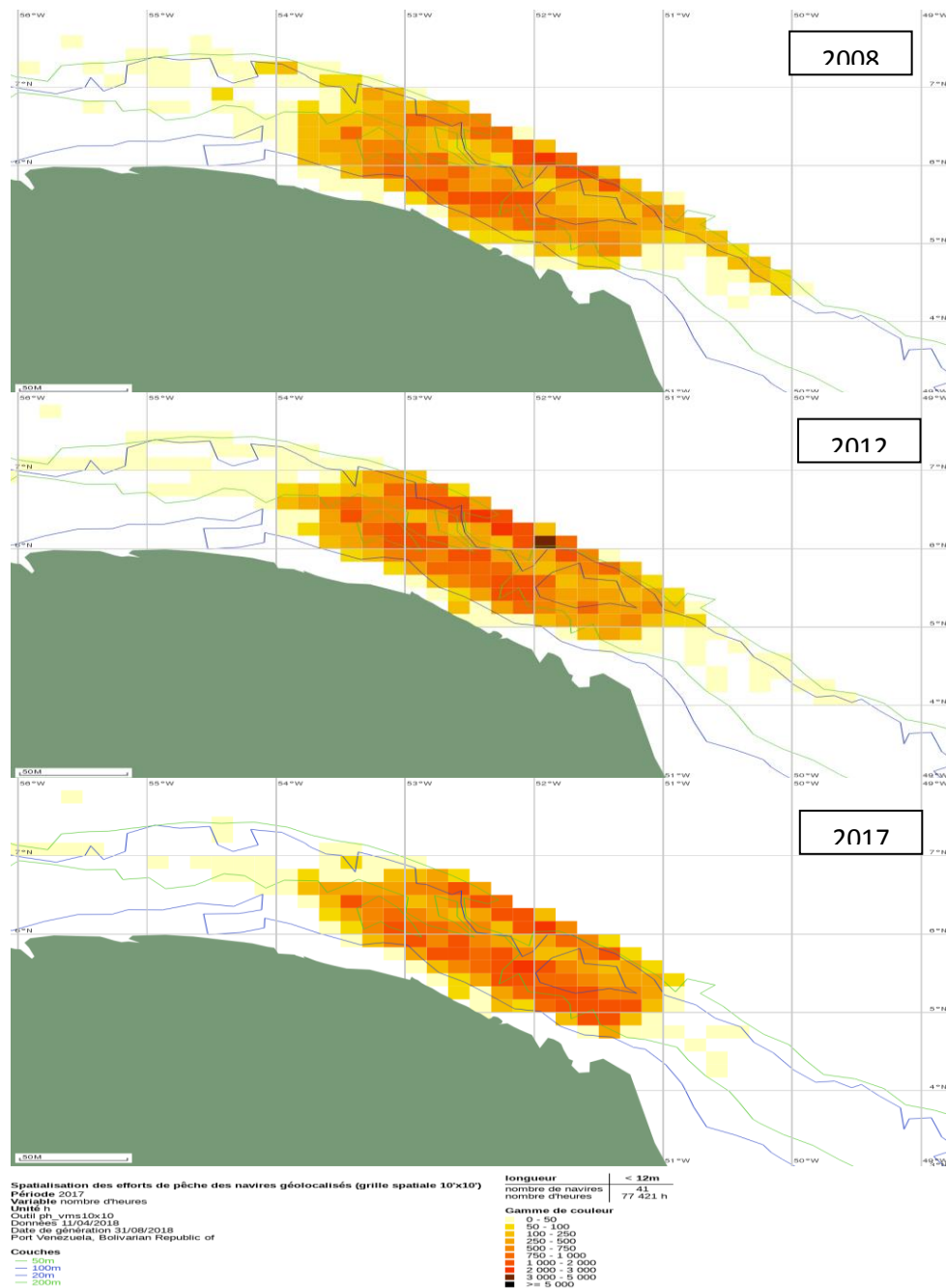
**Fig. 9.** Ratio entre la biomasse estimée et la biomasse au MSY. La ligne grise pointillée indique la valeur correspondant à une bonne gestion de la ressource. Model 1 = SS3 sans considérer les données de CPUE. Model 2 = SS3 avec les données de CPUE

**Tableau 1.** Points de référence au rendement maximale durable (MSY) et indicateurs estimés par les deux modèles testés : Model 1 = SS3 sans considérer les données de CPUE. Model 2 = SS3 avec les données de CPUE.

	Modèle 1 (sans CPUE)	Modèle 2 (avec CPUE)
<b>SSBmsy</b>	5925 t	6081 t
<b>Biomasse (SSB) estimé pour 2018</b>	1110 t	3634 t
<b>Fmsy</b>	0.224	0.222
<b>Mortalité par pêche (F) estimé pour 2018</b>	2.950	0.368

## 4 Discussion générale

Les modèles testés sont fortement influencés par les données disponibles et leur incertitude. Une partie des captures (crevettiers et caseyeurs antillais) n'est pas intégrée dans le modèle à cause du manque d'information sur ces activités ; elle est cependant considérée comme très marginale. Aucune information n'est disponible pour la partie des captures non débarquée en Guyane permettant de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'un strict respect de la réglementation (75% Guyane -25% étranger). Il est aussi possible que la composition en taille échantillonnée ne soit pas représentative de l'ensemble des captures, puisque la partie des captures débarquée hors Guyane n'est pas échantillonnée. De plus, des changements de



techniques (taille hameçons) ou zones de pêches, non considérés dans l'analyse, peuvent aussi influencer les résultats.

**Fig. 10.** Spatialisation des efforts de pêche des navires vénézuéliens géolocalisés par VMS.

La légère réduction des zones de pêche des ligneurs vénézuéliens (Fig. 10) semble concerner principalement les secteurs situés les plus au large, connus pour abriter davantage de vivaneaux rouges de grandes tailles (Rivot et al. 2000). Cela se traduit par une diminution des individus les plus âgés dans les captures et une forte augmentation de captures d'individus immatures. En l'absence d'information complémentaire, le modèle ne peut pas interpréter ces modifications autrement que par des variations du vecteur de mortalité et/ou du recrutement.

Des incertitudes existent donc à la fois sur les captures, les compositions en taille et les CPUE. Les deux modèles semblent bien représenter la dynamique du stock avec une forte réduction de la biomasse initiale jusqu'à l'année 2000 et une situation un peu plus stable sur les années récentes. Les deux modèles sont aussi en accord sur les hauts niveaux de recrutement récents avec, cependant, une légère baisse dans les deux dernières années. Toutefois, le modèle utilisant les CPUE s'ajuste mieux aux données et semble légèrement plus optimiste avec une mortalité par pêche relativement stable depuis le milieu des années 2000, alors que le modèle sans CPUE estime une très forte augmentation récente de la mortalité par pêche. Les deux modèles indiquent néanmoins une situation de surpêche.

Une des hypothèses justifiant les hauts niveaux récents de recrutement est la possible présence de reproducteurs de grandes tailles dans des zones peu fréquentées par les pêcheurs (effet réserve). Si les reproducteurs permettant les hauts niveaux de recrutement actuels venaient à manquer et si la surexploitation des juvéniles continuait, le renouvellement du stock pourrait ne pas être assuré pour le futur.

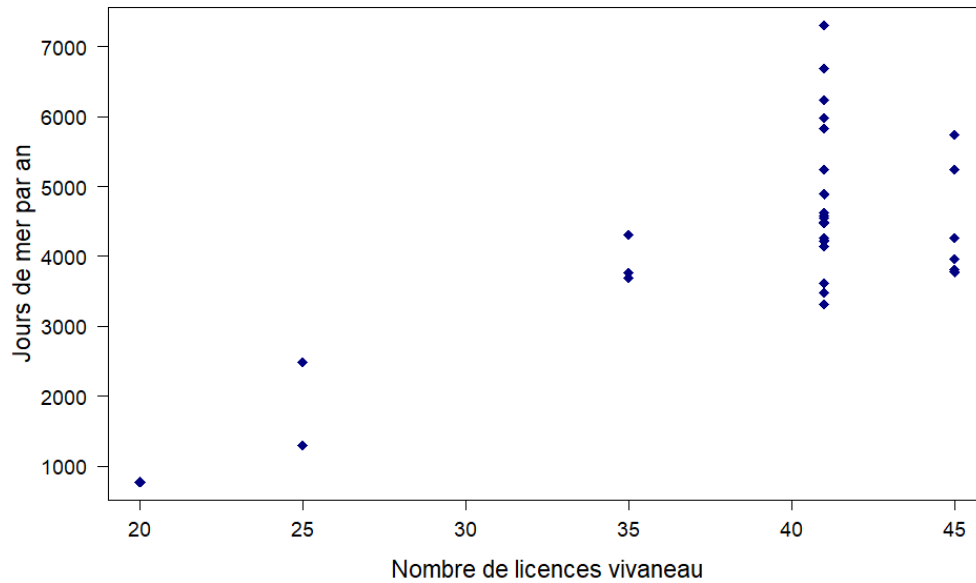
Considérant le fait que 48% des individus capturés en 2018 dans les eaux guyanaises (avec une moyenne de 54% dans les 10 dernières années) sont sous la taille de 32 cm (taille à laquelle 50% des individus sont matures), fixer une taille minimale de capture permettrait de sensiblement réduire le nombre de petits poissons capturés et d'augmenter la production à terme.

La mise en place d'une taille minimale des hameçons peut limiter les captures des poissons de petite taille (Ralston 1990). En effet la taille de l'hameçon est généralement proportionnelle à la taille de la bouche du poisson qui est corrélée à la taille de l'animal mais l'efficacité des captures est souvent réduite pour les plus grands hameçons (Yamashita et al. 2009).

Une autre option est d'inciter les pêcheurs à rechercher des bancs constitués d'individus plus grands à travers la mise en place d'une taille minimale. En effet, les bancs de vivaneau rouge sont connus pour être constitués d'individus possédant une certaine homogénéité de tailles (Perodou and Berti 1990). Une telle mesure pourrait toutefois causer des rejets en mer des poissons sous taille minimale, avec un risque non négligeable de mortalité liée à la décompression (Rummer and Bennett 2005; Burns 2009). Des simulations seraient nécessaires pour estimer les changements de mortalité par âge en fonction de la valeur de la taille minimale au débarquement.

Cependant, l'impact économique d'une telle mesure serait très importante. En effet, actuellement, les petits poissons sont économiquement rentables par l'existence d'un marché pour le poisson dit 'portion' commercialisé aux Antilles. Il y a donc un compromis à trouver entre un diagramme d'exploitation optimal d'un point de vue biologique et la rentabilité de la pêcherie.

La réglementation actuelle basée sur le nombre de licences ne semble pas la plus adaptée pour la gestion de cette pêcherie car l'effort de pêche ne dépend que partiellement du nombre de ces licences (Fig. 11), et le nombre de marées réalisées dans l'année par un navire peut être très variable. Le nombre des jours en mer annuel varie entre 3310 et 7307 entre 1992 et 2011 (41



licences disponibles) et entre 3774 et 5734 depuis 2012 (45 licences disponibles).

**Fig. 11.** Nombre de jours de mer annuel des ligneurs vénézuéliens en fonction du nombre de licences vivaneau. Chaque point représente une année.

## 5 Conclusion

Les résultats du modèle montrent qu'en 2018 la mortalité par pêche est supérieure à  $F_{msy}$  et la biomasse est inférieure à  $B_{msy}$  indiquant à la fois une surpêche et une surexploitation du stock. De plus, un des principes base pour la gestion des pêcheries est d'assurer aux jeunes individus de pouvoir se reproduire au moins une fois avant d'être capturés. Quand les juvéniles constituent une partie importante des captures, deux options de maintien/amélioration du stock sont disponibles : garder une haute pression de pêche, mais réduire de façon importante l'exploitation relative des immatures, ou garder le même taux d'exploitation relative des immatures, mais réduire la pression de pêche totale (Vasilakopoulos et al. 2011).

Actuellement les captures de vivaneau rouge en Guyane sont largement constituées de juvéniles de moins de 4 ans. Une population saine et capable de perdurer nécessite un mélange approprié de poissons d'âges différents avec un nombre adéquat de géniteurs. Le vivaneau rouge est une espèce avec une longue durée de vie qui peut atteindre plus de 20 ans et caractérisé par un taux de croissance modéré (Souza 2002; Babcock et al. 2018). La protection des juvéniles est donc indispensable pour permettre aux jeunes poissons de grandir et de devenir adultes, pour participer à leur tour à la reproduction. Il faut souligner que l'exploitation focalisée sur les immatures a débuté il y a environ 20 ans. Les individus reproducteurs plus âgés, recrutés avant 2000, sont maintenant proches de leur fin de vie, et leur renouvellement pourrait être mis en cause par la pression de pêche focalisée sur les juvéniles.

Il apparaît donc indispensable d'adopter des outils réglementaires permettant de réduire la mortalité par pêche des juvéniles. Un changement de sélectivité avec des tailles d'hameçon plus grandes ou une réduction de l'effort temporaire, pourra permettre d'augmenter la présence d'individus plus âgés qui peuvent garantir un renouvellement du stock plus rapide, car un individu de 80 cm est capable de produire 10 fois plus d'œufs qu'un individu de 46 cm (Rivot et al. 2000; Gallaway et al. 2009).

Vu la difficulté d'une gestion de cette activité de pêche par les seules licences, il pourrait être envisagé la mise en place d'un plafond de l'effort de pêche (nombre total de jours en mer) ou d'un Total Admissible de Captures (TAC) (tonnage), comme cela se fait avec succès dans l'Atlantique Sud avec une ouverture entre juillet et décembre et un quota annuel (nombre de poisson et poids) (NOAA 2018).

Ces conclusions sont entachées des incertitudes qui existent sur les données. A cet égard, une augmentation de la part de la capture débarquée en Guyane (actuellement 75%) et/ou un échantillonnage des tailles de ces captures pourrait réduire ces incertitudes.



## 6 Références

- Anderson SC, Branch TA, Ricard D, Lotze HK (2012) Assessing global marine fishery status with a revised dynamic catch-based method and stock-assessment reference points. *ICES Journal of Marine Science* 69:1491–1500. doi: 10.1093/icesjms/fss105
- Babcock EA, Tewfik A, Burns-Perez V (2018) Fish community and single-species indicators provide evidence of unsustainable practices in a multi-gear reef fishery. *Fisheries Research* 208:70–85. doi: 10.1016/j.fishres.2018.07.003
- Burns KM (2009) Evaluation of the efficacy of the minimum size rule in the red grouper and red snapper fisheries with respect to J and circle hook mortality, barotrauma and consequences for survival and movement.
- Caro A, Lampert L (2011) Description de la pêche vénézuélienne de vivaneaux dans la ZEE de Guyane et évaluation du stock de vivaneau rouge (*L. purpureus*) en 2010. Ifremer
- Gallaway BJ, Szedlmayer ST, Gazey WJ (2009) A life history review for red snapper in the Gulf of Mexico with an evaluation of the importance of offshore petroleum platforms and other artificial reefs. *Reviews in Fisheries Science* 17:48–67.
- Methot RD (2009) User manual for stock synthesis.
- Methot RD, Wetzel CR (2013) Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. *Fisheries Research* 142:86–99. doi: 10.1016/j.fishres.2012.10.012
- NOAA (2018) NOAA Fisheries Announces Limited Opening of Recreational and Commercial Red Snapper Seasons in South Atlantic Federal Waters | NOAA Fisheries. /bulletin/noaa-fisheries-announces-limited-opening-recreational-and-commercial-red-snapper. Accessed 29 Aug 2018
- Perodou J-B, Berti L (1990) Gestion des stocks de vivaneaux (Lutjanidés) de la Guyane française : observations préliminaires. Ifremer
- Ralston S (1990) Size Selection of Snappers (Lutjanidae) by Hook and Line Gear. *Can J Fish Aquat Sci* 47:696–700. doi: 10.1139/f90-078
- Rivot E, Charuau A, Rose J, Achoun J (2000) La pêche du vivaneau rouge en Guyane. Un bilan de l'exploitation sous le régime vénézuélien, des techniques de capture à adapter et à développer.
- Rummer JL, Bennett WA (2005) Physiological effects of swim bladder overexpansion and catastrophic decompression on red snapper. *Transactions of the American Fisheries Society* 134:1457–1470.
- Souza RFC (2002) Dinâmica populacional do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey, 1875 (Pisces: Lutjanidae) na plataforma Norte do Brasil. Universidade Federal do Pará
- Tous PH (1988) Perspectives d'exploitation d'espèces nouvelles: la pêche au vivaneau.

Vasilakopoulos P, O'Neill FG, Marshall CT (2011) Misspent youth: does catching immature fish affect fisheries sustainability? *ICES Journal of Marine Science* 68:1525–1534.

Yamashita H, Shiode D, Tokai T (2009) Longline hook selectivity for red tilefish *Branchiostegus japonicus* in the East China Sea. *Fish Sci* 75:863–874. doi: 10.1007/s12562-009-0115-z

## 7 Annexes

### 7.1 Annexe 1

Valeurs des différents paramètres utilisés dans le modèle de stock du vivaneau rouge de Guyane dans les rapports précédents.

Paramètre	Valeur	Source
Mortalité naturelle <i>M</i>	0.29	Rivot, 2000
Mortalité par pêche terminale	0.3	
Croissance <i>Linf</i>	105 cm	Rivot, 2000
Croissance <i>K</i>	0.12	Rivot, 2000
Groupe +	7 ans	
Ogive de maturité	0 ; 0 ; 0.75 ; 1 ; 1	Caro et Lampert, 2011
Relation taille-poids (cm-kg)	0.0000196853*(Longueur <sup>2.95455</sup> )	Lampert, 2013

### 7.2 Annexe 2

Paramètres de croissance utilisée dans les modèles SS3. La nomenclature est expliqué dans le manuel SS3 (Methot 2009).

**#\_ LO HI INIT PRIOR PR\_SD PR\_type PHASE env\_var&link dev\_link dev\_minyr dev\_maxyr dev\_PH Block Block\_Fxn**

0.001 0.50 0.2 -0.63 0.17 3 -5 0 0 0 0 0 0 0 # NatM\_p\_1\_Fem\_GP\_1

5 25 10 10 10 0 -3 0 0 0 0 0 0 0 # L\_at\_Amin\_Fem\_GP\_1

30 45 85 85 10 0 -3 0 0 0 0 0 0 0 # L\_at\_Amax\_Fem\_GP\_1

0.1 0.4 0.14 0.14 0.05 0 -3 0 0 0 0 0 0 0 # VonBert\_K\_Fem\_GP\_1

0.03 5 0.1 0.1 0.5 0 -5 0 0 0 0 0 0 0 # CV\_young\_Fem\_GP\_1

0.03 5 0.1 0.1 0.5 0 -5 0 0 0 0 0 0 0 # CV\_old\_Fem\_GP\_1

0 3 1.97E-05 1.97E-05 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 0 # Wtlen\_1\_Fem

2 4 2.95455 2.95455 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 0 # Wtlen\_2\_Fem

20 40 42.3 32 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 0 # Mat50%\_Fem

-2 4 -1 -1.00E+00 9.90E+01 0 -99 0 0 0 0 0 0 0 # Mat\_slope\_Fem

0 6 1 1 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 0 # Eggs\_scalar\_Fem

-3 5 0 0 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 0 # Eggs\_exp\_len\_Fem

0.001 0.50 0.2 -0.63 0.17 3 -5 0 0 0 0 0 0 0 # NatM\_p\_1\_Mal\_GP\_1

5 25 10 10 0.1 0 -2 0 0 0 0 0 0 0 # L\_at\_Amin\_Mal\_GP\_1

30 45 85 85 0.1 0 -2 0 0 0 0 0 0 0 # L\_at\_Amax\_Mal\_GP\_1

-1 1 0.14 0.14 0.10 -3 0 0 0 0 0 0 0 # VonBert\_K\_Mal\_GP\_1  
-5 5 0.1 0.1 0.5 0 -5 0 0 0 0 0 0 # CV\_young\_Mal\_GP\_1  
-5 5 0.1 0.1 0.5 0 -5 0 0 0 0 0 0 # CV\_old\_Mal\_GP\_1  
0 3 1.97E-05 1.97E-05 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 # Wtlen\_1\_Mal  
2 4 2.95455 2.95455 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 # Wtlen\_2\_Mal  
#0 2 1 1 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 # RecrDist\_GP\_1  
#0 2 1 1 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 # RecrDist\_Area\_1  
#0 2 1 1 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 # RecrDist\_Bseas\_1  
0 2 1 1 99 0 -99 0 0 0 0 0 0 # CohortGrowDev  
0.01 0.99 0.5 0.5 0.5 0 -99 0 0 0 0 0 0 # FracFemale\_GP\_1