

# Evaluation des ressources démersales du plateau insulaire martiniquais et propositions de recommandations de gestion.

Par Hermione Froehlicher

Maîtres de stage : Jérôme Weiss (Ifremer Brest, SIH), Lionel Pawlowski (Ifremer Lorient, LTBH),  
Lionel Reynal (Ifremer Martinique)

Soutenu à Rennes le 12/09/2019

Devant le jury composé de :

- Maître de stage : Lionel Pawlowski
- Enseignants référents : Didier Gascuel, Etienne Rivot
- Autre membre du jury : Jean-Baptiste Lecomte, Agrocampus Ouest

**Par soucis de confidentialité, seuls les éléments contextuels et la méthodologie sont abordés dans ce résumé. Les résultats et la discussion, portant notamment sur des perspectives d'évaluation (modélisation et collecte des données), seront disponibles dans la version complète du rapport en Octobre 2020.**

---

## Résumé

---

Cela fait maintenant plusieurs dizaines d'années que l'on constate l'impact des activités humaines sur la biodiversité, si bien qu'il est aujourd'hui fortement suggéré que l'homme soit à l'origine de la « sixième extinction de masse » (Ceballos et al., 2010 ; Barnosky et al., 2011 ; Ceballos et al., 2015). En effet, les activités humaines engendrent une baisse considérable de la biodiversité, que ce soit de façon indirecte (pollution, destruction des habitats, transport d'espèces invasives ...) ou directe (braconnage, surpêche) (Ceballos et al., 2010). La conservation de cette biodiversité constitue aujourd'hui un enjeu majeur qui passe notamment par une meilleure gestion des milieux et ressources naturels. Cette gestion repose sur l'évaluation des impacts des activités décrites précédemment sur ces milieux et ressources. Or, il est difficile d'évaluer ces impacts puisqu'une grande partie de la biodiversité nous est encore inconnue. C'est d'autant plus vrai pour le milieu marin, puisque 91% des espèces marines seraient encore à découvrir (Mora et al., 2011). Néanmoins, il est parfois possible d'évaluer l'état des populations marines connues, et plus particulièrement la portion exploitée de ces populations, autrement dit, des stocks halieutiques. Aujourd'hui, on estime à environ 31,1 % le nombre de stocks halieutiques surexploités (FAO, 2018). Ce constat n'est cependant pas récent puisque l'on a commencé à s'intéresser à l'impact de la pêche dans les années 50, avec le développement de modèles de production incluant l'effet d'une exploitation (Schaefer, Fox-Garrod et Pella-Tomlinson). L'évaluation et la modélisation de l'exploitation des

ressources halieutiques s'est focalisée sur quelques gros stocks, représentant les tonnages et les valeurs de débarquements les plus élevés. De larges programmes de collecte de données ont été mis en place sur des stocks clés : l'évaluation et la gestion des stocks se sont développés dans un contexte de données qualitativement et quantitativement riche (Alemany, 2017). L'évaluation et la gestion halieutique se sont donc focalisées sur ces quelques stocks considérés comme importants économiquement. L'évaluation et/ou la gestion durable des autres stocks sont plus compliquées, voire impossibles, du fait de l'absence de réglementation et du manque de données, dû à l'absence de programme de collecte ou à des difficultés liées à la biologie des espèces. L'objectif à moyen ou long terme de gestion intégrée du milieu marin fait qu'il est de plus en plus nécessaire d'évaluer ces ressources en développant préalablement des outils capables d'intégrer le manque d'information chronique de ces stocks dits à données limitées.

Suite à un intérêt de plus en plus marqué par la commission européenne pour l'évaluation et la gestion des pêches des RUP (Régions Ultra Périphériques) et collectivités territoriales, des projets d'évaluation des ressources halieutiques voient le jour dans ces régions. C'est dans ce contexte qu'en 2018, la préfecture de Martinique a commandité une étude de l'état de la ressource halieutique côtière à l'IFREMER (Institut Français de la Recherche pour l'Exploitation de la Mer). Cette demande a nécessité l'implication de trois structures de l'IFREMER : le SIH (Système d'informations halieutiques) basé au Centre Bretagne à Brest, le LTBH (Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique) de la station de Lorient et l'Unité Biodiversité et Environnement de la Martinique de la station du Robert.

Les ressources démersales martiniquaises ont fait l'objet de différentes études (Gobert, 1991 ; Reynal et al., 2013 ; Laisne et Viel, 2018) qui ont notamment souligné le fait que ces ressources subissent une forte pression de pêche et sont probablement surexploitées. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'état des ressources du plateau insulaire martiniquais ciblées par les engins démersaux. Selon les données disponibles, il peut être possible de prédire les niveaux de capture permettant une exploitation durable avec un objectif de gestion au RMD (Rendement Maximal Durable), ainsi que de quantifier le niveau de biomasse et la pression de pêche exercée sur les ressources démersales pêchées sur le plateau insulaire martiniquais, ce qui n'a pas été fait depuis les évaluations de Gobert en 1987.

## CONTEXTE

La Collectivité Territoriale de Martinique (CTM) se situe dans les Caraïbes, elle présente une façade littorale Est vers l'océan Atlantique et Ouest vers la mer des Caraïbes. Le littoral de cette île abrite un écosystème maritime tropical diversifié et très exploité. La demande en produits de la mer est en effet plus élevée en Martinique qu'en métropole (Gobert et Reynal., 2000). La pêche est donc une activité importante mais qui ne permet pas pour autant de satisfaire la consommation locale. De fait, 15% des poissons frais que consomment les martiniquais sont issus de la pêche locale, contre 40% en 1988 (Laisne et Viel, 2018).

La pêche martiniquaise est principalement artisanale et concentrée sur la côte. La flotte est majoritairement constituée de bateaux non pontés de moins de 10 mètres, avec une puissance moyenne d'environ 100 kW (Weiss et al., 2019). Les marées durent généralement moins de 24h et la pratique est majoritairement la petite pêche (Reynal et al., 2013). Cette flotte est répartie sur tout le littoral martiniquais sur une vingtaine de ports majoritaires. De 1098 navires référencés en 2009 (Reynal et al., 2013), elle a décru à 960 unités répertoriées en 2018

(Weiss et al., 2019).

On note également un fort taux d'inactivité, avec 319 navires inactifs en 2018 sur 960 navires répertoriés (Weiss et al., 2019). Notons qu'il y avait environ 1200 navires référencés en 2002, la flotte a donc diminué de 20%.

La puissance moyenne des navires a presque doublé depuis 2002, et il en est de même pour leur âge moyen. Aujourd'hui, la plupart des unités ont entre 26 et 30 ans. Les amateurs sont également de plus en plus âgés, ils ont majoritairement plus de 55 ans aujourd'hui.

Une autre spécificité de la pêche martiniquaise est la multiplicité des points de débarque. En effet, si la majorité des débarquements s'effectuent sur une vingtaine de sites, il existe 49 sites de commercialisation qui ont été répertoriés lors du projet pilote du SIH entre 2007 et 2010. Ceci est en partie dû au fait qu'il n'y a pas de criée en Martinique. Notons également que la plupart des aménagements alloués à la débarque et à la commercialisation, ainsi que les équipements de glace ne fonctionnent plus (Laisne et Viel, 2018), une des raisons pour lesquelles les débarquements ne sont pas centralisés.

Enfin, le plateau insulaire martiniquais présente une bathymétrie et une nature des fonds hétérogènes. Cette hétérogénéité implique une diversité de pêcheries, aussi bien en matière d'engins que d'espèces ciblées (les pêcheurs cibleront davantage les espèces coralliennes sur la façade Ouest et le Banc d'Amérique et les petits pélagiques sur la façade Nord Caraïbes). Malgré cette hétérogénéité, la nasse constitue l'engin de pêche majoritairement utilisé. Elle représente 48% des captures et 55% des marées échantillonnées depuis 2008. Le filet maillant est le métier le plus représenté après la nasse avec 16% des captures et marées échantillonnées depuis 2008.

## DONNEES

Cette évaluation s'appuie sur les données du SIH martiniquais. Ce dernier a été mis en place lors d'un projet pilote en 2007 (Reynal et al., 2013). Nous disposons aujourd'hui d'une série temporelle de 11 ans de données de captures obtenues par échantillonnages terrain et téléphonique (données OBSDEB : observation des marées au débarquement), sur différentes espèces et groupes d'espèces exploités par les pêcheurs martiniquais, parmi lesquels on distingue quatre grands groupes (Gobert, 1991). Il s'agit des poissons, des langoustes, des strombes et des oursins. Les poulpes (chatrous), crabes et d'autres groupes d'espèces sont également exploités mais dans une moindre mesure.

Deux plans d'échantillonnage ont été mis en place pour les échantillonnages terrain et téléphonique (Weiss et al., 2018). Le premier a été révisé en 2017. Ils sont tous deux générés à échelle trimestrielle, ce qui permet de prendre en compte une éventuelle saisonnalité des pratiques de pêche. De plus, ces deux méthodes sont complémentaires en termes d'avantages et d'inconvénients.

- Plan d'échantillonnage terrain :

Les ports sont regroupés en « unités d'observation », c'est-à-dire des groupes de ports proches qui peuvent être visités en une seule journée d'échantillonnage.

Les jours et unités d'observation sont choisis de façon aléatoire. Un poids est attribué à chaque unité d'observation : plus elle sera importante et diversifiée (en termes de nombre de navires et de métiers pratiqués), plus l'effort d'échantillonnage sera grand.

Les échantillonnages se font le matin, sur une tranche d'environ 4 heures, la majorité des retours de pêche ayant lieu entre 9h et 12h (Brassy, 2008). Tous les retours de pêche sur cette tranche

horaire et dans tous les ports constituant l'unité d'observation sont observés par l'enquêteur : on parle d'un échantillonnage par grappe, avec pour unité statistique la marée. L'enquêteur reconstitue les marées des pêcheurs qui reviennent de la pêche. Il relève notamment les heures de début et de fin de marée, les engins de pêches et les groupes d'espèces ciblées, ainsi que le poids capturé par groupes d'espèces (le poids est souvent estimé à l'œil, avec l'aide du pêcheur ou non, et parfois à l'aide de la balance de ce dernier), le secteur de pêche (accessoirement le gradient de distance et de profondeur), le maillage et la dimension des engins utilisés, leur temps de pêche total, le prix par espèces, les coûts variables de la marée (carburant, glace, appâts, ...). Les enquêteurs sont également en charge de reconstituer l'activité récente du pêcheur, ce que l'on appelle les calendriers hebdomadaires. Ils renseignent notamment le nombre de jours d'activité par métier sur une période variant de 3 à 15 jours.

Les enquêtes terrain permettent d'affiner la composition spécifique des débarquements et sont également très importantes au niveau du relationnel puisque ces opérations ne peuvent fonctionner sans un minimum de collaboration de la part des pêcheurs et la présence des observateurs sur le terrain a tendance à faciliter le contact et les échanges avec ces derniers. Notons enfin que ce plan d'échantillonnage a été mis en place en 2017. Les observateurs ne suivaient pas de plan d'échantillonnage avant cette année-ci lorsqu'ils allaient enquêter sur le terrain, ce qui pose problème quant à la représentativité et au caractère aléatoire des échantillons.

- Plan d'échantillonnage téléphonique :

Les enquêtes téléphoniques visent à renseigner un maximum de calendriers hebdomadaires. Les enquêteurs demandent également des informations relatives aux marées de la journée (les mêmes que pour les échantillonnages terrain) mais les données doivent être analysées avec beaucoup de prudence. Les pêcheurs ont par exemple tendance à ne pas détailler la composition spécifique des captures (un fort taux de « MZZ » ou « poissons marins » est observé avec les enquêtes téléphoniques) et il est impossible de vérifier les dires du pêcheur. Ce type d'échantillonnage est également à l'origine d'une surévaluation de l'inactivité (ceux qui répondent au téléphone sont inactifs, du moins sur le moment) et d'un manque sensible de précision concernant la composition spécifique des captures. Cependant, l'enquête téléphonique permet de s'affranchir des contraintes d'accessibilité (distance et accès), de refus éventuels sur le terrain de répondre aux observateurs, etc.

Notons qu'une tentative d'échantillonnage des tailles des individus débarqués a été mise en place lors du projet pilote du SIH (Maros, 2010). Ces échantillonnages n'ayant pas été concluants pour des raisons de protocole mais aussi de qualité et de traitement des données, ils n'ont pas été perpétués par la suite lors de la mise en place du SIH.

Les données d'échantillonnage OBSDEB issues des enquêtes terrain et téléphonique décrites ci-dessus sont saisies dans le logiciel Allegro-Obsdeb puis bancarisées dans la base de données Harmonie de l'Ifremer, où sont stockées les données du SIH.

Les éventuelles erreurs de saisie et données aberrantes sont détectées à l'aide de référentiels de contrôle. On identifie notamment les couples métier x espèce, métier x secteur, métier x distance à la côte incompatibles, les quantités par marée x métier et durée par marée x métier trop élevé ainsi que les dimensions x métier, maillage x métier et prix par marée x espèce en dehors des bornes fixées.

En plus de ces données d'échantillonnage, nous disposons de calendriers mensuels d'activité qui répertorient le niveau d'activité, les métiers pratiqués, les ports d'exploitation et secteurs

fréquentés pour chaque navire répertorié dans le fichier Flotte de Pêche Communautaire (FPC) durant chaque mois de l'année. Les données relatives aux navires (longueur, puissance, jauge, âge) sont associées au fichier FPC.

Ces deux sources de données ainsi que les échantillonnages OBSDEB permettent d'estimer le nombre de marées ainsi que les quantités débarquées par année, trimestre, groupes d'espèces, métiers et secteurs.

D'après les données échantillonnées, un total de 56 groupes d'espèces a été capturé par des engins de pêche démersaux entre 2008 et 2018. Cette étude se focalise sur les espèces démersales principales, soit les espèces dont la capture, le nombre de marées et la valeur sont compris dans 95% du total de ces derniers, sans prendre en compte le groupe « poissons marins » : les carangues, les strombes, les poissons bourse, les marignans, la langouste brésilienne, les pieuvres et poulpes, les perroquets, le poisson lion, la langouste blanche, les vivaneaux, les chirurgiens et l'oursin blanc.

Le groupe des poissons marins ou « MZZ » est en effet le groupe prépondérant en matière de tonnage, valeur et nombre de marées échantillonnés et estimés. Ce problème vient majoritairement des échantillonnages téléphoniques puisque les pêcheurs ont tendance à peu détailler la composition de leurs captures au téléphone, ce qui pose problème pour les analyses. En effet, il est notamment primordial d'arriver à identifier les espèces potentiellement surexploitées. Un groupe d'espèces aussi générique ne permet pas de déterminer l'état d'exploitation de chaque espèce du groupe considérée séparément. Dans le cas de la Guadeloupe, les compositions spécifiques des marées où la proportion de « MZZ » est supérieure à 15% ne sont pas prises en compte afin de ne pas donner trop de poids à ce code d'espèce trop générique (Weiss et al., 2018). Utiliser ce même filtre pour les données martiniquaises ne serait pas judicieux puisque seulement 37% des marées seraient exploitées. Plusieurs hypothèses ont donc été envisagées afin de réallouer une partie des captures de « MZZ » aux captures de poissons susceptibles d'être catégorisées comme du « MZZ ». Une seule hypothèse de réallocation a été retenue. Elle est fondée sur les constats et hypothèses suivants :

- Les données d'échantillonnage téléphonique et terrain présentant différents types de biais, les données d'échantillonnage téléphonique corrigées à l'aide des données d'échantillonnage terrain seront utilisées pour calculer les indices d'abondance par la suite. Seule la composition des échantillonnages téléphoniques sera donc affinée puisque davantage de données sont disponibles pour ce type d'échantillonnage.
- Les estimations ayant été faites à partir des deux types de données mélangées (terrain et téléphone), la composition spécifique de ces estimations basées sur ces deux types de données sera affinée.
- On constate que la composition spécifique des deux dernières années d'échantillonnage terrain (2017 et 2018) est plus précise. On fait l'hypothèse que cette composition est constante sur les 5 dernières années, sur la période 2014-2018 (hypothèse discutée avec les observateurs).

Une liste des espèces potentiellement classable en MZZ a été établie grâce à l'expertise des observateurs. Les captures de « MZZ » vont donc être réallouées à ces espèces en fonction de l'hypothèse présentée ci-dessous.

Pour finir, lors de ses évaluations, Gobert avait découpé le plateau en plusieurs zones afin de les étudier séparément (Gobert, 1991). Cette idée a été reprise lors du projet pilote du SIH. L'hétérogénéité bathymétrique et de la morphologie des fonds de celui-ci impliquent en effet la présence d'espèces différentes en fonction des zones. Les pêcheurs ne ciblent pas les

mêmes espèces et n'utilisent pas les mêmes engins de pêche s'ils pêchent sur la façade atlantique ou caraïbe par exemple. Une gestion ciblée sur ces différentes zones pourrait être envisagée. Nous avons effectué des classifications ascendantes hiérarchiques (CAH) afin de regarder si les différents secteurs de pêche pouvaient être regroupés en sous-zones, présentant des profils de capture similaires : l'individu est donc le secteur et les critères de ressemblance le poids de chaque espèce démersale capturée. Plusieurs CAH ont été réalisées : avec les données des échantillonnages téléphoniques seulement ou avec le mélange des deux types d'échantillonnage, à l'échelle du trimestre ou de la marée, avec ou sans les captures de « MZZ », avec les captures initiales ou les captures à la composition spécifique affinée.

## METHODE D'EVALUATION

La démarche mise en œuvre pour évaluer l'état des 12 espèces et groupes d'espèces cités précédemment est inspirée des méthodologies proposées par l'atelier WK LIFE (Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for stocks in categories 3–6, ICES, 2018) du CIEM (Comité International pour l'Exploitation de la Mer).

Dans un premier temps, les métiers principaux par espèces et groupes d'espèces sont identifiés.

On dispose des quantités débarquées échantillonnées mais il nous faut également calculer les efforts de pêche par espèce et par métier principal (mesure de la pression de pêche).

L'unité d'effort peut être exprimée de différentes manières : le litre de carburant, la marée, le nombre d'heures de pêche, la dimension de l'engin de pêche par heure de pêche et enfin la dimension de l'engin de pêche par marée. Les dimensions des engins de pêche (nombre de nasses, longueur des filets ou encore nombre de plongeurs pour l'apnée) ne sont pas systématiquement renseignées et beaucoup de valeurs semblent aberrantes au vu des référentiels de contrôle, ce qui nous permet de douter de la qualité des données. Il en est de même pour le volume de carburant utilisé, qui est renseigné de façon encore plus parcellaire. Ces unités d'efforts ne pouvant donc pas être utilisées, la marée sera utilisée comme unité d'effort, ce qui nous permet également de nous aligner sur la méthodologie de calcul des estimations.

Les CPUE sont calculées pour chaque groupe d'espèce et métier principal, par zones, ainsi que par années et par trimestres.

Des regroupements par zones sont alors réalisés en fonction des tendances observées dans les évolutions des CPUE et des volumes totaux débarqués.

Les données trimestrielles présentant une forte variabilité due aux saisonnalités par rapport aux données annuelles, les CPUE sont ensuite standardisées de différentes façons :

- Utilisation de Modèles Linéaires Généralisés (GLM) de type Delta. Cette méthode combine deux sous-modèles : l'un avec une distribution binomiale de présence-absence de l'espèce dans les captures, l'autre avec une distribution gaussienne du log des CPUE pour les observations non nulles où l'espèce est présente dans les captures (Meissa et al., 2008).
- GLM ajusté avec une distribution de Tweedie pour les CPUE, avec une tendance temporelle linéaire incorporée dans la moyenne des CPUE. Il s'agit d'une extension du modèle de Poisson composé, dérivé d'un processus stochastique où le poids des individus suit une loi gamma (Shono, 2008). Ce modèle a donc l'avantage de considérer simultanément les captures nulles et non nulles.
- GLM ajusté avec une distribution de Tweedie pour les CPUE, avec comme hypothèse une tendance temporelle quadratique pour la moyenne des CPUE.

- Utilisation d'une régression locale (loess) (THASITIS, 2018) qui permet l'ajustement des CPUE localement : un polynôme de degré 1 ou 2 est ajusté au voisinage du point concerné, cet ajustement étant pondéré par les points les plus proches.

Ne disposant pas de données biologiques, nous ne pouvons pas effectuer de structure en âge des captures. Par conséquent, l'utilisation d'un modèle d'analyse de cohorte est exclue et nous avons donc affaire à des ressources à données limitées.

Il existe deux solutions pour évaluer l'état de ces types de ressources : utiliser une approche analytique ou effectuer une évaluation des tendances.

Dans le premier cas, un modèle de production permet de modéliser les valeurs absolues de biomasses des ressources concernées.

Au vu des données disponibles, on peut évaluer l'impact de la pression de pêche, mesurée par l'effort de pêche (le nombre de marées), sur l'abondance du stock, mesurées ici par la CPUE. Sans chercher à prendre en compte les phénomènes biologiques qui interviennent pour cause de manque de données, nous utilisons donc un modèle global afin de modéliser les indicateurs qui pourraient nous permettre une gestion au RMD : SPICT (Stochastic Surplus Production model in Continuous Time, Pedersen et Berg, 2017).

Il s'agit d'un modèle espace-état basé sur le modèle stochastique continu de production de Pella-Tomlinson, ce qui suppose que les effets aléatoires (ou non observés, soit la biomasse et la mortalité par pêche) et les effets observés (soit les captures et les indices d'abondance) sont tous deux sujets à des erreurs qui peuvent être estimées.

Ce modèle incorpore donc les dynamiques de la mortalité par pêche ( $F_t$ ) et de la biomasse ( $B_t$ ). La dynamique de population sous-jacente est décrite par les équations suivantes, incluant les données d'observation (volumes totaux débarqués et CPUE) :

Equations d'état :

$$\text{Biomasse : } dB_t = rB_t \left( 1 - \left( \frac{B_t}{K} \right)^{n-1} \right) dt - F_t B_t dt + \sigma_B B_t dW_t ,$$

Avec  $W_t$  le mouvement Brownien (bruit)

$$\text{Mortalité par pêche : } d\log(F_t) = f(t, \sigma_F)$$

Notons que les données peuvent être utilisées à l'échelle du trimestre. Dans ce cas, une composante de saisonnalité peut être appliquée au modèle de mortalité par pêche décrit ci-dessus.

Equations de mesure :

$$\text{Index (CPUE) : } \log(I_t) = \log(qB_t) + e_t, \quad e_t \sim N(0, [\alpha\sigma_B]^2)$$

$$\text{Captures : } \log(C_t) = \log\left(\int_t^{t+\Delta} F_s B_s ds\right) + \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim N(0, [\beta\sigma_F]^2)$$

Les indices d'abondance modélisés sont calculés en fonction de la biomasse et de la mortalité par pêche (modélisés à l'aide des équations décrites précédemment). Un paramètre de capturabilité  $q$  est utilisé pour chaque indice d'abondance. Ces indices modélisés sont comparés aux valeurs observées, avec un biais  $e_t$ . Les données de capture sont traitées de manière similaire, avec un écart type d'observation  $\epsilon_t$ .

$\epsilon_t$  et  $e_t$  permettent d'évaluer la capacité d'adaptation du modèle aux données.

Les paramètres du modèle sont estimés avec la méthode du maximum de vraisemblance :

$r$  : taux de croissance intrinsèque

$K$  : capacité de charge du milieu, ou biomasse équilibrée, ou biomasse du stock à l'état vierge

$n$  : paramètre déterminant la forme de la courbe de production

$q$  : capturabilité

$\sigma_B$  : déviation standard de  $B_t$   
 $\sigma_F$  : déviation standard de  $F_t$   
 $\alpha$  : ratio de la déviation standard de  $I_t$  sur celle de  $B_t$   
 $\beta$  : ratio de la déviation standard de  $C_t$  sur celle de  $F_t$

Lorsqu'il n'y a pas assez d'informations pour estimer  $n$ , ce qui est le cas pour cette évaluation, il sera automatiquement fixé à 2, soit le paramètre déterminant une courbe de production de Schaeffer (ICES, 2016). Il en est de même pour les paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  qui seront alors fixés à 1 (Thorson et al., 2013 dans ICES, 2016). Pour finir, les paramètres biologiques  $K$ ,  $r$  et  $q$  sont estimés par défaut, par des priors non-informatifs suivant des distributions log-normales.

Pour finir, utiliser un modèle de production implique certaines hypothèses (ICES, 2015) :

- Les changements de biomasse se produisant uniquement par croissance via  $r$  et  $K$  et par pêche (pas de migration)
- La distribution taille/âge ne varie pas
- La capturabilité est constante (les engins de pêche ne sont pas modifiés sur la période d'échantillonnage)
- La sélectivité des engins de pêche n'est pas prise en compte dans le modèle
- La mortalité naturelle est incluse dans le taux de croissance intrinsèque,  $r$

SPiCT a été lancé sur R grâce au package « spict » disponible sur github (<https://github.com/fishfollower/spict>).

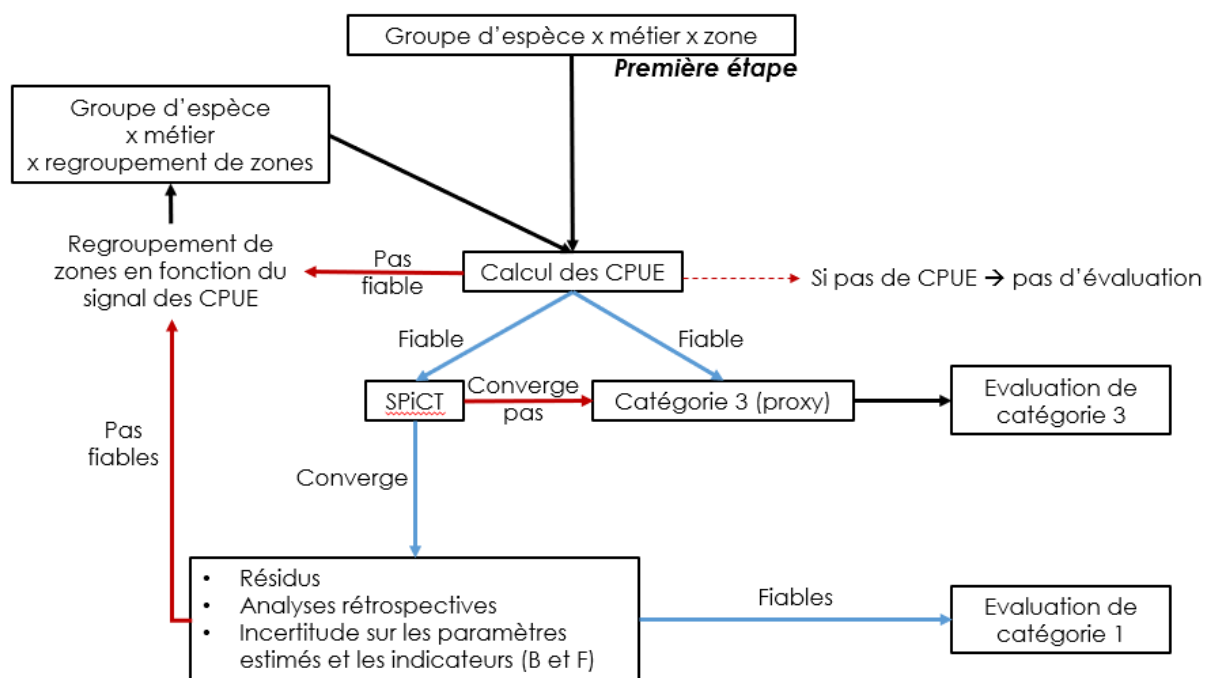
Comme dit précédemment, les sorties de SPiCT, et notamment la valeur absolue de la biomasse, permettent de réaliser une évaluation analytique de l'état des ressources concernées. Dans les cas où le modèle converge mais où l'analyse des résidus et l'analyse rétrospective de la biomasse et de la mortalité par pêche ne sont pas satisfaisantes, il est possible d'effectuer une évaluation de l'évolution des tendances de biomasse et de mortalité par pêche. Dans ce cas, le test de Mann-Kendall, test statistique non paramétrique, sera utilisé afin de déterminer si l'on peut identifier une tendance ou non.

L'utilisation d'un modèle de production n'est pas la seule façon de réaliser une évaluation de tendance. L'atelier WKLIFE du CIEM préconise l'utilisation de proxys de l'indice de biomasse pour les stocks à données limitées classées en catégorie 3, c'est-à-dire des stocks pour lesquels nous disposons de données permettant de fournir des informations fiables sur les tendances de biomasses notamment. Dans cette étude, les proxys des indices de biomasse pour chaque combinaison groupe d'espèce x métier x zone étudiés sont les CPUE et on peut calculer un indicateur de biomasse de la même façon que pour les stocks de catégorie 3 (ICES, 2018) qui nous permet d'évaluer l'état de la ressource :

$$\text{Indicateur de l'année } N = \frac{\text{Moyenne CPUE années } (N - 1, N)}{\text{Moyenne CPUE années } (N - 2, N - 3, N - 4)}$$

Les deux outils présentés précédemment servent à établir le diagnostic final pour un groupe d'espèce ciblé par un engin sur une zone ou un regroupement de zone. En fonction de la faisabilité ou non de l'évaluation sur une zone donnée, une des deux méthodes d'évaluation décrite sera choisie. Les différentes étapes de construction du diagnostic sont schématisées dans l'arbre de décision de la figure suivante (page 9).





Arbre de décision permettant d'établir un diagnostic de l'état des ressources

Tout d'abord, un modèle est réalisé pour chacune des zones. Si le modèle converge, que l'estimation des paramètres biologiques et des indicateurs n'est pas trop biaisée et que les résidus et l'analyse rétrospective sont corrects, une évaluation de catégorie 1 est réalisée. Si les données en entrée ne sont pas assez fiables (variations erratiques des CPUE par exemple), que le modèle ne converge pas ou que les paramètres et indicateurs sont trop biaisés et les résidus et l'analyse rétrospective ne sont pas corrects, un regroupement est envisagé en fonction des signaux des CPUE. Un modèle est ensuite réalisé sur ce regroupement et ainsi de suite.

## Bibliographie

### Références bibliographiques

ALEMANY, Juliette. Développement d'un cadre Bayésien pour l'évaluation de stocks à données limitées et élaboration de scénarios de gestion, cas particuliers de la seiche (*Sepia officinalis*) et du lieu jaune (*Pollachius pollachius*). Thèse de Doctorat en Sciences agronomiques, biotechnologies agro-alimentaires : Université Caen Normandie. 2017. 238 p

AUGRIS Claude, et al. Les fonds marins du plateau insulaire de la Guadeloupe et de la Martinique. Carte des formations superficielles. Echelle 1/100 000. Edition Ifremer, Conseil Général de la Martinique, Conseil Général de la Guadeloupe, 2003.

BARNOSKY, Anthony D., MATZKE, Nicholas, TOMIYA, Susumu, WOGAN, Guinevere O. U., SWARTZ, Brian, QUENTAL, Tiago B., MARSHALL, Charles, MCGUIRE, Jenny L., LINDSEY, Emily L., MAGUIRE, Kaitlin C., MERSEY, Ben et FERRER, Elizabeth A., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*. 2 mars 2011. Vol. 471, pp. 51.

BRASSY, Mathilde. Contribution à l'optimisation de la collecte de données sur la pêche dans un contexte tropical insulaire : le cas de la Martinique. Mémoire de Master 2 Exploitation des Ressources Vivantes Côtières. Université de Caen – Basse Normandie : Institut de Biologie Fondamentale Appliquée. 68 p.

Ceballos G., Garcia A., Ehrlich P. R., 2010. The sixth extinction crisis: Loss of animal populations and species. *J. Cosmology* vol 8, 1821–1831.

Ceballos G., Ehrlich P.R., Barnosky A.D., Garcia A., Pringle R.M. and Palmer T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction. *Science Advances* vol 1, no. 5, e1400253. DOI: 10.1126/sciadv.1400253

COYAN Evie, DORWLING-CARTER Claude, HILY Mathilde, KASPER Diane, ROVELA-MARTHELY Michèle, VANOMMESLAEGHE Anouk. IEDOM : Rapport annuel 2017. Ed : IEDOM, 2018. 207 p.

FAO. 2018. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

GUENNOC P., DUCLOS P.-A., 2007 – Cartographie morphosédimentologique du domaine côtier de la Martinique, Rapport BRGM

GOBERT, Bertrand, 1991. Eléments d'évaluation de l'état des ressources en poissons du plateau insulaire martiniquais. Document scientifique n°31. pp. 108.

GOBERT, Bertrand, 1990. Production relative des pêcheries côtières en Martinique. *Aquat. Living Resour.*, Vol 3, n°3, 181-191

Gobert, B. et L. Reynal, 2000. Les ressources démersales des Antilles et leur exploitation. Dans *La pêche aux Antilles (Martinique et Guadeloupe)*. Blanchet G., Gobert B. et Guérédrat J. A. (eds). Ed. IRD, 49- 65.

ICES, 2015. Report of the Fifth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history Traits, Exploitation Characteristics and other Relevant Parameters for Data-limited Stocks (WKLIFE V), 2015. pp. 157.

ICES, 2016. Report of the ICES Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for stocks in categories 3–6 (WKLIFEVI), 2016. pp. 106.

ICES, 2018. Report of the Eighth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on LIFE-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for data-limited stocks (WKLIFE VIII), 2018. pp. 172.

ICES, 2018. Advice basis 2018. ICES [en ligne]. 2018. [Consulté le 28 août 2019]. DOI 10.17895/ices.pub.4503. Disponible à l'adresse : [http://www.ices.dk/sites/pub/Publication Reports/Forms/DispForm.aspx?ID=34640](http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Forms/DispForm.aspx?ID=34640)

ICES, 2018. Advice on fishing opportunities, catch, and effort Celtic Seas Ecoregion ple.27.7fg. Published 29 June 2018 [en ligne]. 2018. [Consulté le 28 août 2019]. DOI 10.17895/ices.pub.4483. Disponible à l'adresse : <http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Forms/DispForm.aspx?ID=34486>

LAISNE, Loïc et VIEL, François, 2018. Renouvellement de la flotte dans les départements d'Outre-mer (DOM). pp. 63.

Le Cren, C.D., 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in Perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219. <http://dx.doi.org/10.2307/1540>

Maros, Emmanuel, 2010. Base de données du module d'Echantillonnages Biologiques aux Débarquements (EBD). Manuel utilisateur version 1.1. 73 p.

MEISSA, Beyah O, RIVOT, Etienne et GASCUEL, Didier, 2008. Scientific report – Document xx Analysis of CPUE data series through Generalized Linear Models and Delta method to derive annual series of abundance indices Application to the Mauritanian demersal fishery. pp. 19.

MORA, Camilo, TITTENSOR, Derek P., ADL, Sina, SIMPSON, Alastair G. B. et WORM, Boris, 2011. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? PLOS Biology. 23 août 2011. Vol. 9, n° 8, pp. e1001127. DOI 10.1371/journal.pbio.1001127.

Pedersen, Martin Wæver and Berg, Casper Willestofte, 2017. A stochastic surplus production model in continuous time. In: Fish and Fisheries. Vol. 18, No. 2. pp. 226-243.

Préfet de la Martinique, Arrêté n°R02-2019-04-25-003 portant sur la réglementation de la pêche maritime professionnelle en Martinique, 25 avril 2019.

Reynal, L., S. Demanèche, O. Guyader, J. Bertrand, P. Berthou, C. Dromer, M. Bruneau, M. Bellanger, C. Merrien, F. Guegan, P. Lespagnol, M. Pitel, M. Jézéquel, E. Leblond, F. Daurès 2011. Projet pilote du Système d'Informations Halieutiques (SIH) Martinique (2007-2010). Premières données sur la pêche en Martinique (2009-2010), Ifremer-SIH-2013/06/30. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00156/26762/>, 176 p.

Robert S., 2011. Historique de la contamination des sédiments littoraux des Antilles françaises par la chlordécone (ChloSed). Rapport final de convention MAAP-Ifremer. Ifremer, L'Hourmeau. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00071/18247/> 92 p.

Shom, 2018. MNT bathymétrique de façade de la Guadeloupe et de la Martinique (Projet Homonim). [http://dx.doi.org/10.17183/MNT\\_ANTIS100m\\_HOMONIM\\_WGS84](http://dx.doi.org/10.17183/MNT_ANTIS100m_HOMONIM_WGS84)

SHONO, Hiroshi, 2008. Application of the Tweedie distribution to zero-catch data in CPUE analysis. Fisheries Research. Septembre 2008. Vol. 93, n° 1-2, pp. 154-162. DOI 10.1016/j.fishres.2008.03.006.

THASITIS, Ioannis, 2017. Stock Assessment Form version 1.0 (January 2014). pp. 34.

Weiss Jérôme, Demanèche Sébastien, Guyader Olivier, 2018. Méthodologie de collecte de données et d'estimation des efforts et débarquements des pêcheries côtières. Rapport SIH-Ifremer 2018.

Weiss Jérôme, Duchêne Julie, Le Blond Samuel, Reynal Lionel, Derridj Olivier, Demanèche Sébastien, Berthou Patrick, Le Roy Emilie, Leblond Emilie 2019. Synthèse des pêcheries de Martinique 2018. Ifremer-sih-2019.04, 19 p.

## Références sitographiques

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. [En ligne]. Disponible sur : [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Consulté le 28/08/2019)

José A. A. De Oliveira, Piera Carpi, Nicola D. Walker, Simon Fischer, Timothy J. Earl, Sarah Davie. Data-limited methods review | DRUMFISH by JanJaapPoos, [sans date]. [En ligne]. Disponible sur : <http://drumfish.org/WP2> (Consulté le 28 août 2019)

Mer, littoral et sécurité maritime / Politiques publiques / Accueil - Les services de l'État en Martinique, 2019. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.martinique.gouv.fr/Politiques-publiques/Mer-littoral-et-securite-maritime> (Consulté le 28 août 2019)