

Département RBE

Unité STH

Contribution partie « Indices d'abondance » : Mickael Drogou (Ifremer Brest), Alain Laurec, Claire Bissery (consultante indépendante société Kuzulia), Stéphanie Mahévas (Ifremer Nantes), Sébastien Démanèche et Eric Bégot (équipe Sacrois Ifremer Brest), Martial Laurans (Ifremer Brest) et l'équipe BARGIP (Ifremer Brest).

Contribution partie « maturité » : Mickael Drogou, Ronan Le Goff, Hélène de Pontual, Catherine Talidec, Jérôme Weiss, Guillaume Allanic, Hervé Barone, Mathilde Bazet, Ludovic Bouché, Pierre Le Bourdonnec, Yann Coupeau, Joël Dimeet, Erwan Duhamel, Christian Fauvel, Marie Annick Le Gal, François Garren, Armelle Latrouite, Patrick Lespagnol, Emilie Marc, Stéphane Martin, Sophie Le Mestre, Daniel Nedelec, Laurence Pennors, Didier le Roy, Loïc Le ru, Michel Salaün, Ching Villanueva.

Relecture/validation : Catherine Talidec

Mars 2018 RST-RBE/STH/2018-001

Projet Bargip

Action Données professionnelles Rapport final



Convention Cadre BARGIP

Conventions Ifremer-DPMA 2014, 2015, 2016, 2017

Convention Ifremer-FFP



Numéro d'identification du rapport : RST-RBE/STH 2018-001 Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		date de publication : 7 mars 2018 nombre de pages : 30 bibliographie : oui illustration(s) : figures langue du rapport : français	
Validé par : Catherine Talidec Adresse électroniques : ctalidec@ifremer.fr			
Titre du rapport : Projet Bargip ; action Données professionnelles ; rapport final Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>			
Auteurs principaux : Mickael Drogou Alain Laurec Claire Bissery Stéphanie Mahévas Sébastien Demaneche Eric Bégot Jérôme Weiss Ronan Le Goff Hélène de Pontual		Organisme / Direction / Service, laboratoire RBE-STH/Ifremer Consultante indépendante RBE/EMH/Ifremer RBE-STH/Ifremer RBE-STH/Ifremer RBE-STH/Ifremer RBE-STH/Ifremer RBE-STH/Ifremer	
Contribution partie « indices d'abondance » Mickael Drogou (Ifremer Brest), Alain Laurec, Claire Bissery (consultante indépendante société Kuzulia), Stéphanie Mahévas (Ifremer Nantes), Sébastien Démanèche et Eric Bégot (équipe Sacrois Ifremer Brest), Martial Laurans (Ifremer Brest) et l'équipe BARGIP (Ifremer Brest).		Contribution partie « maturité » : Mickael Drogou, Ronan Le Goff, Hélène de Pontual, Catherine Talidec, Jérôme Weiss, Guillaume Allanic, Hervé Barone, Mathilde Bazet, Ludovic Bouché, Pierre Le Bourdonnec, Yann Coupeau, Joël Dimeet, Erwan Duhamel, Christian Fauvel, Marie Annick Le Gal, François Garren, Armelle Latrouite, Patrick Lespagnol, Emilie Marc, Stéphane Martin, Sophie Le Mestre, Daniel Nedelec, Laurence Pennors, Didier le Roy, Loïc Le ru, Michel Salaün, Ching Villanueva (Ifremer/STH).	
Cadre de la recherche : Conventonnement DPMA-CNPMEM-FFP-Ifremer Projet Bargip ; Action Données professionnelles Convention cadre Bargip DPMA, CNPMEM, FFP, Ifremer N° 13/2.213 676 du 16/06/2014 Conventions socles DPMA-IFREMER 2014, 2015, 2016 et 2017 Convention FFP-Ifremer N° 14/2.213 899/F ; FFP/2014/PH/08 du 20/06/2014			
Résumé : La décroissance des rendements de capture professionnelle de bar européen <i>Dicentrarchus labrax</i> à partir des années 2010-2011 a amené la DPMA à demander à l'Ifremer de proposer un programme de recherche visant à mieux connaître la biologie de l'espèce et à acquérir des données et connaissances permettant d'envisager sa gestion. Parmi les actions de recherche identifiées comme prioritaires, l'action « Données professionnelles » a compris deux grands volets : <ul style="list-style-type: none"> • utilisation des données de captures professionnelles françaises afin de produire des indices annuels d'abondance en bars adultes, • acquisition de données biologiques (maturité sexuelle principalement et courbe de croissance) sur le bar dans le golfe de Gascogne. 			
Mots-clés : Bar européen, <i>Dicentrarchus labrax</i> , Indices d'abondance en adultes, courbe de croissance et taille à la maturité sexuelle dans le golfe de Gascogne. Words keys : European Sea Bass, <i>Dicentrarchus labrax</i> , Abundance indexes, growth curve and size at maturity in the bay of Biscay.			
Citation : Drogou M., Laurec A., Bissery Cl., Mahevas S., Demaneche S., Bégot E., Weiss J., de Pontual H. et Le Goff R., 2018. Bargip ; action Données professionnelles ; rapport final. RST-RBE/STH 2018-001. 30p. Téléchargeable Archimer : http://doi.org/10.13155/54044			

Table des matières

Action « Données Halieutiques Professionnelles »	4
1 Indices d'abondance d'adultes à partir des données commerciales ..	4
1.1 Méthode 1 : calcul des indices à partir d'une sélection de navires	5
1.2 Méthode 2 : calcul des indices sans sélection des navires	7
1.2.1 Objectifs.....	7
1.2.2 Résultats.....	8
1.3 Conclusions de l'étude « indices d'abondance d'adultes à partir des données commerciales »	11
4.1 Paramètres biologiques : production d'une ogive de maturité et d'une courbe de croissance ¹²	
1.4 Production d'une courbe de croissance	15
1.4.1 Matériel et méthode.....	15
1.4.2 Résultats.....	15
2 Conclusion générale de l'action “données professionnelles ».....	18
3 References.....	19
4 Annexe 1	21

Action « Données Halieutiques Professionnelles »

L'action a eu pour objectif de produire des données et connaissances permettant de paramétrer les modèles halieutiques d'évaluation des stocks de bar, et notamment de réussir à tester une évaluation en catégorie 1¹ du stock « golfe de Gascogne ».

Pour cela l'action a compris deux grands volets :

- Utilisation des données de captures professionnelles françaises afin de produire des indices annuels d'abondance en adultes,
- Acquisition de données biologiques (maturité sexuelle principalement et courbe de croissance) sur le bar dans le golfe de Gascogne.

Le présent rapport synthétise les principaux résultats obtenus en 2016-2017. Les méthodologies utilisées/développées ont été présentées dans le rapport intermédiaire 2015.

1 Indices d'abondance d'adultes à partir des données commerciales

L'objectif était de produire un indice d'abondance par stock à partir des données des débarquements professionnels français. Deux méthodes ont été testées/comparées :

- La première reposant sur une sélection de navires préalable à la production des indices d'abondance en bars adultes,
- La seconde visant à produire ces mêmes indices d'abondance en adultes, mais sans procéder à une sélection de navires.

¹ Un stock est évalué en catégorie 1 par le CIEM uniquement s'il est « riche » en données. En ce qui concerne le bar, c'est le cas pour son stock « nord » (Manche ouest, Manche est, mer celtique et mer du nord), pour l'évaluation duquel sont utilisées, en plus des paramètres biologiques de l'espèce :

- les données de production,
- les structures en taille et en âge des poissons débarqués
- et deux campagnes scientifiques permettant la production d'indices d'abondance annuels en adultes.

Un stock est évalué en catégorie 3 quand on ne dispose que d'indices d'abondance issus de campagnes scientifiques ou déterminés à partir des rendements de pêche, indices qui permettent de fournir une tendance de l'évolution dudit stock

1.1 Méthode 1 : calcul des indices à partir d'une sélection de navires

Éléments clés

- Objectif : obtenir des d'indices d'abondance à partir des CPUE commerciales (log book et fiches de pêche) pouvant refléter l'état des stocks de bar.
- 8 étapes de sélection de navires pour obtenir une liste de bateaux ne ciblant pas le bar à partir desquels seront calculés les indices.
- Une étude bibliographique et des tests de plusieurs modèles pour en choisir un approprié
- Validation statistique de la sélection des navires
- Calcul des indices d'abondance sur la série historique 2000-2013
- Quelles références utiliser pour valider les indices ? i) Comparaison des résultats avec les évaluations de stock (CIEM), ii) les indices issus de la campagne scientifique CGFS
- Des difficultés rencontrées face à l'interprétation des différents résultats.
- Comparaison d'indices calculés à partir des étapes 3 et 8 : ne sélectionner que les « meilleurs navires » sur la « meilleure période » ne semble pas nécessairement la bonne option à prendre. Le signal d'abondance semble être meilleur avec une faible sélection de navires.

Une première étude basée sur le choix des navires à prendre en compte a été menée en 2014 et 2015. Elle ne retient que les navires ne ciblant pas l'espèce. L'idée est de pouvoir dégager un signal d'abondance à partir d'une sélection de navires qui pêcheraient « aléatoirement » du bar, comme cela est le cas lors d'une campagne scientifique type « EVOHE ». Le choix s'est porté sur certains navires pratiquant le chalutage de fond. Une hypothèse de « bon sens » est faite dès le début et le travail très axé « recherche » a essentiellement porté sur l'aspect méthodologique avec la mise en place de méthodes de sélection associées à des tests de validation. Cette étude a conclu que ne sélectionner que les « meilleurs navires » sur la « meilleure période » ne semblait pas nécessairement la bonne option à prendre. Le signal d'abondance semble être meilleur avec une faible sélection des navires sur la base des éléments comparatifs disponibles dans la zone Nord (indices CGFS ; Figure 1).

Etape 3 (faible sélection de navires) Etape 8 (forte sélection de navires)

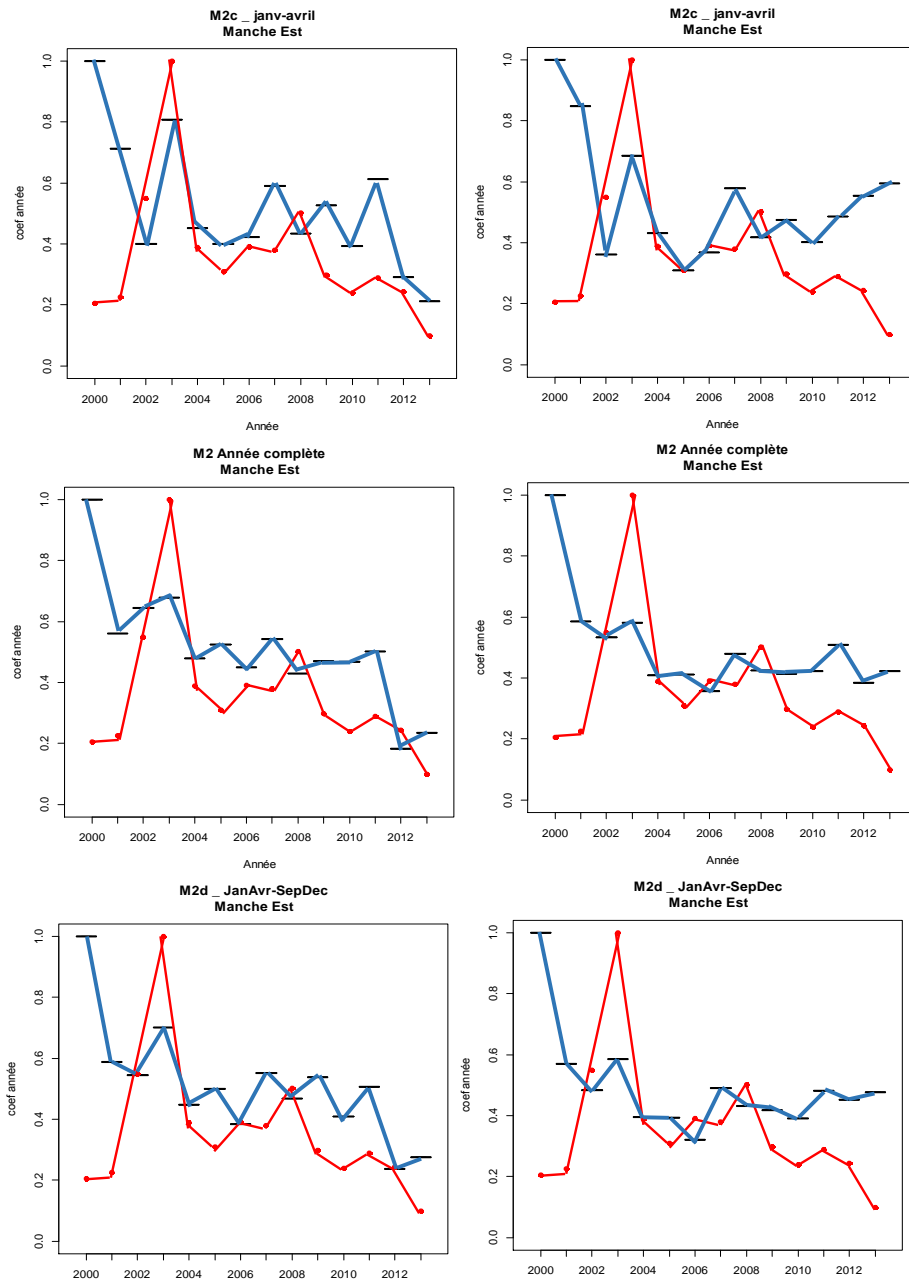


Figure 1: Valeurs des coefficients annuels estimés par les modèles Tweedie M2 (Année complète), M2c (Janvier-Avril) et M2d (janvier-avril et septembre-décembre), pour la Manche Est et pour les étapes de sélection 3 (à gauche) et 8 (à droite). En rouge les valeurs des CPUE (en poids) moyennes issues des campagnes CGFS.

1.2 Méthode 2 : calcul des indices sans sélection des navires

Eléments clés

- Objectif : Analyser et décrire la structuration des stocks en appui aux programmes de marquage à partir des CPUE commerciales sur l'ensemble des années 2000-2015 (log book et fiches de pêche) et calculer des indices d'abondance annuels pouvant refléter l'état des stocks de bar.
- Les CPUE par navire, groupées par mois et par rectangle statistique, ont été analysées à travers 3 modèles multiplicatifs. Une méthode de type bootstrap a été mise au point afin de calculer les incertitudes liées aux indices.
- L'exhaustivité des livres de bord et des logs book est utilisée
- Les premières conclusions indiquent des hypothèses basiques sur i) la structuration des stocks (un stock Manche/mer du Nord ; un stock Golfe de Gascogne et une zone de transition « pointe bretonne », ii) des migrations saisonnières et iii) des localisations des grandes zones de frayères.
- Les indices calculés annuellement ont été utilisés pour produire les avis CIEM 2015, notamment pour le stock Golfe de Gascogne comme proxy de la biomasse.
- Les indices sont utilisés au cours du benchmark WKBASS 2017 à des fins d'évaluation du stock Golfe de Gascogne.

Une deuxième étude a été conduite, intégrant non seulement le calcul d'indices mais également des éléments de structuration des populations. La méthode traite l'ensemble des navires, quels que soient les métiers utilisés. Les logs book et fiches de pêche sont utilisés.

Confrontés aux résultats de la première étude, aucun préjugé n'est fait à la base. Les données sont exhaustives. La question de départ est « quel signal peut-on sortir de l'ensemble des données disponibles et est-il cohérent entre chacune des zones (entre des rectangle statistique voisins) et entre les périodes ? Afin de pouvoir statuer sur la zone à retenir pour fournir les indices (doit on travailler sur les stocks CIEM ?), l'étude débute sur la cohérence spatiale des abondances apparentes sur la période 2000-2014, qui confortera l'idée des deux stocks Golfe de Gascogne et Manche Mer Celtique, avec un zone de transition sur la pointe bretonne.

1.2.1 Objectifs

Cette méthode, reposant sur l'utilisation des livres de bord (logs books et fiches de pêche) a deux objectifs :

- Analyser, via les taux de capture de navires individuels, les changements dans le temps et dans l'espace des abondances apparentes et ainsi de décrire la structuration des stocks en appui aux programmes de marquage,
- Produire des indices annuels d'abondance.

1.2.2 Résultats

1.2.2.1 Structuration des populations

Sur la base des sorties d'un modèle multiplicatif à deux facteurs, pour chaque mois et chaque rectangle, la moyenne (sur l'ensemble des années 2000-2013) des abondances apparentes a été calculée. Les abondances apparentes sont exprimées comme les captures par jour d'un navire standard. La Figure 2 présente les résultats obtenus.

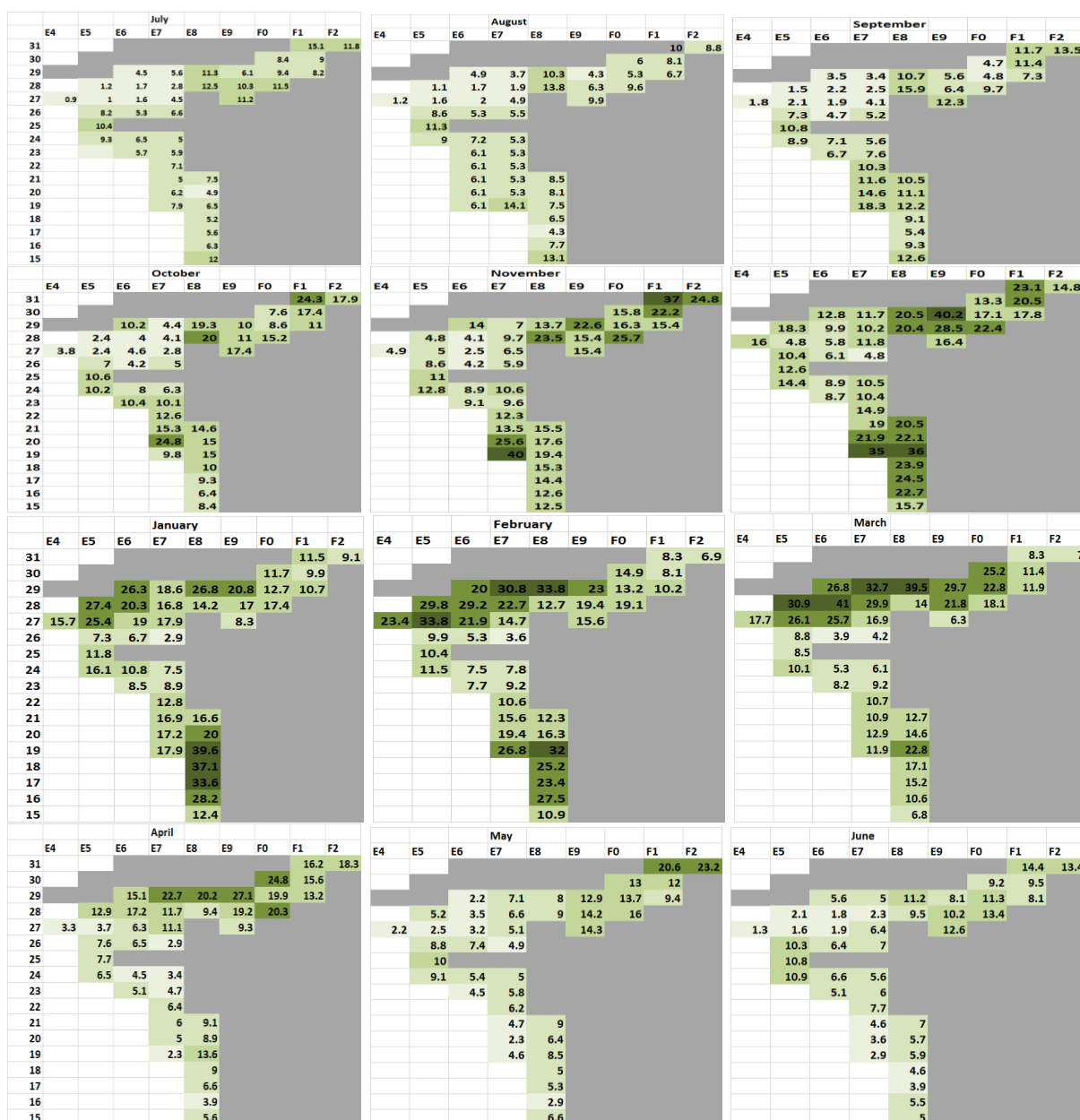


Figure 2 : Evolution des CPUE apparentes (kg/j) entre juillet et juin (période d'étude 2000-2013)

Ces premières analyses exploratoires montrent qu'il est possible d'obtenir d'importants éléments sur la structuration des stocks et sur les séries d'indices d'abondance calculés sur des rectangles statistiques pertinents.

Deux aires majeures de reproduction ressortent des résultats : le Nord-Ouest de la Manche et le Sud du Golfe de Gascogne.

→ En Manche et Mer du Nord, l'abondance apparente augmente progressivement d'Octobre à Décembre en suivant un mouvement d'Est en Ouest. Des rectangles montrant une forte abondance en Janvier, Février, Mars, préfigurent les aires de reproduction. Une forte baisse des abondances à partir d'Avril est observée dans l'ouest.

→ Dans le Golfe de Gascogne, l'abondance apparente augmente autour des latitudes correspondant aux rectangles statistiques 21 E entre Octobre et Novembre puis devient très forte dans le sud des E en Décembre, Janvier, Février, ce qui préfigure les aires de reproduction. L'abondance apparente diminue plus vite que dans la Manche ensuite.

Les changements en abondance apparente ne s'expliquent pas uniquement par les migrations horizontales. En effet, même en faible densité, on constate des présences de bar d'une taille commerciale dans la plupart des rectangles toute l'année. Les modifications des abondances apparentes sont dues d'une part à une combinaison des migrations horizontales confirmées par les programmes de marquage et par les dires des professionnels, mais d'autre part aux capturabilités « locales » incluant les effets de comportements de bancs et de distribution verticale dans la colonne d'eau.

Le modèle basique de deux stocks distincts « Manche » et « Golfe de Gascogne » associés aux deux principales aires de reproduction sera discuté ultérieurement. Si le bar de la Manche-Mer du nord est très vraisemblablement une composante du stock de la Manche, les relations entre la Manche et la Mer Celtique et zones adjacentes ne peuvent être discutées sur les bases des informations disponibles. Ainsi, une analyse menée sur les rectangles côtiers autour de la Bretagne n'indique pas de lien avec les deux grandes aires Manche et Golfe de Gascogne ce qui pourrait s'expliquer par la présence (confirmée) de frayères locales alimentant les nombreuses nourriceries côtières de la Bretagne.

La majorité des captures en Manche, en Mer du nord et dans le golfe de Gascogne sont probablement liées aux grandes aires de reproduction citées précédemment. Les informations disponibles de températures de l'eau indiquent que ces zones sont compatibles avec les températures nécessaires à la reproduction. Ces frayères pourraient être connectées avec les nourriceries des côtes anglaises et françaises de Manche et avec celles du golfe de Gascogne. Ce serait également le cas concernant les aires locales de reproduction bretonnes.

1.2.2.2 Utilisation des indices dans les évaluations des stocks

Les indices calculés ont été présentés pour validation au cours du benchmark bar WKBASS 2017 afin d'être intégrés dans les modèles d'évaluation des stocks de type SS3.

A ce stade les indices sont utilisés seuls comme proxy de la biomasse pour formuler l'avis 2017 du golfe de Gascogne qui est évalué en catégorie 3. Le WKBASS, toujours en cours début 2018, teste une évaluation complète du golfe de Gascogne en catégorie 1 avec intégration de ces données. Il est également discuté de les utiliser dans l'évaluation de la zone Nord.

Les logs book des navires français (<10m et >10m) sont utilisés sur la base des captures quotidiennes de bar (mais également des autres espèces pour certains calculs) et des techniques de pêche mises en œuvre. La période d'étude est 2000-2015. Ce que l'on appelle « navire » dans le texte est un navire et un ensemble de techniques de pêche. Ainsi quand un navire change d'engin il devient un nouveau navire. Les transformations logarithmiques des captures quotidiennes sont systématiquement utilisées, les valeurs nulles étant ainsi ignorées. Une strate est définie pour correspondre à un rectangle statistique, un mois, une année.

Les CPUE par navire, groupées par mois et par rectangle statistique, ont été analysées à travers des modèles multiplicatifs à plusieurs facteurs (Figure 3 et Figure 4)

Les valeurs absolues ont été modifiées quelque peu par rapport à celle présentées l'an passé, du fait de la non prise en compte de certaines valeurs déclarées mais correspondant très certainement à des erreurs de saisie des logs book (du type 0.01kg). Les tendances observées restent néanmoins similaires

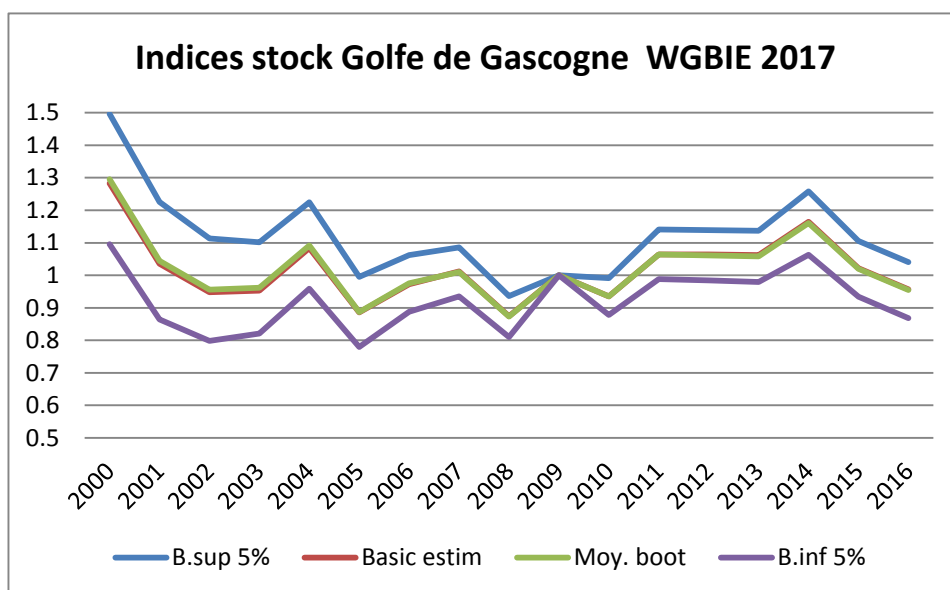


Figure 3 : Evolution des indices d'abondance calculés sur la période 2000-2015. Golfe de Gascogne (estimation en orange et incertitude de part et d'autre calculée par bootstrap)

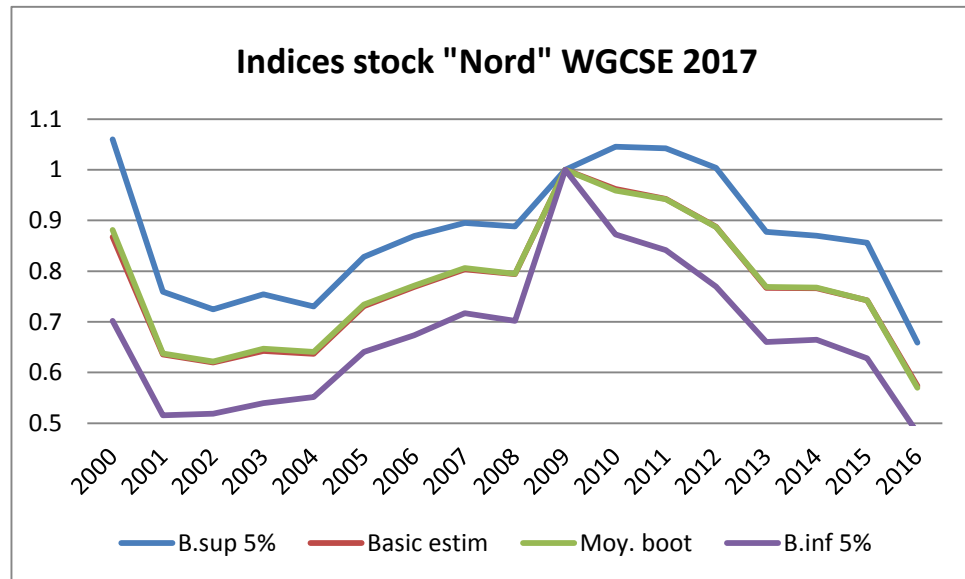


Figure 4 : Evolution des indices d'abondance calculés sur la période 2000-2015. Zone Nord (estimation en orange et incertitude de part et d'autre calculée par bootstrap)

1.3 Conclusions de l'étude « indices d'abondance d'adultes à partir des données commerciales »

Les premières conclusions indiquent des hypothèses basiques quant aux structurations des stocks, des migrations et des grandes zones de frayères, qui seront à relier avec les résultats des autres études, et du marquage notamment.

Les résultats obtenus à ce stade ont permis de tester l'utilisation des indices dans les modèles d'évaluation de catégorie 1.

A noter que du fait du faible nombre de bars capturés, et des faibles taux de couverture spatiale des campagnes scientifiques, ces dernières ne permettent pas de fournir des indices d'abondance en adultes robustes. Le développement des outils présentés ci-avant a permis d'apporter des éléments pour combler ce manque.

L'ensemble de la méthodologie utilisée est décrite en annexe 1.

Le rapport final du benchmark WKBASS est prévu pour début avril 2018. Les résultats définitifs pourront alors être présentés à la profession à l'issue de cette échéance.

4.1 Paramètres biologiques : production d'une ogive de maturité et d'une courbe de croissance

Éléments clés

- Objectif : Production pour la zone du Golfe de Gascogne d'une courbe de croissance (mâles et femelles) et d'une ogive de maturité (pour les femelles avant tout) utilisables dans les futures évaluations de stock.
- 1402 bars achetés sur 3 zones (Ciboure, la Rochelle, Quiberon) tout au long de l'année en 2014 et en ciblant les mois autour de la période de reproduction en 2015.
- Les gonades sont analysées selon une grille de maturité (de stade 1 : immature à stade 7 : ayant pondu). Les résultats obtenus sont validés microscopiquement par l'équipe d'aquaculture d'Ifremer Palavas, spécialisée en reproduction du bar.
- Détermination d'une taille à première maturité pour laquelle 50% des femelles sont matures : résultats qui situent le L50 à 42.1 cm (pas de différence notable avec la zone Nord), validée lors du benchmark bar CIEM WKBASS 2017
- Production d'une courbe de croissance validée lors du benchmark WKBASS 2017
- Éléments utilisés pour proposer une évaluation du stock Golfe de Gascogne


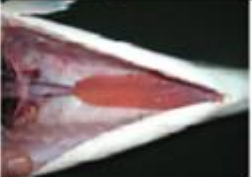


L'objectif de l'étude est de vérifier s'il existe ou non une variabilité géographique de la maturation sexuelle entre la Manche et le Golfe de Gascogne.

D'après les études anglaises de Pawson and Pickett, la taille à première maturité dans la Manche se situe autour de 35cm pour les mâles et de 42cm pour les femelles (Pawson and Pickett, 1996).

Dans le cadre du projet Bargip, 1402 bars ont été achetés entre 2014 et 2015, essentiellement dans la gamme commerciale : 602 à un mareyeur de Ciboure dans le Sud-Ouest, 10 à un pêcheur de Ciboure, 645 à un mareyeur de Quiberon, 133 à un mareyeur de la Rochelle et 12 proviennent de la campagne scientifique Stuart (Gironde). Ces achats ont permis d'avoir une bonne couverture géographique de l'ensemble du Golfe.

La grille d'identification des stades de maturité est présentée sur la Figure 5 : échelle de maturité des bars femelles. Elle est utilisée classiquement lors des campagnes scientifiques anglaises et françaises.

Des prélèvements de gonades à différents stades de maturité ont par ailleurs été analysés microscopiquement au laboratoire Ifremer d'aquaculture de Palavas Les Flots afin de valider les lectures faites macroscopiquement à partir de l'échelle de la Figure 5. En effet, chaque stade de maturité correspond à un stade de développement ovocytaire et par conséquent à une gamme de taille ovocytaire (et d'évolution du contenu ADN du noyau).

Stade	Labelle	Description	Photos se rapprochant le plus de la description	
1	Immature	Ovaire en forme de petit fil : rose – rouge		
2	Recouvrement après ponte	LgCV : 1/3 Couleur : opaque, rose Apparence : Parois épaisses, Présence possible d'œufs atrétiques		Femelle 37 cm
3	Début de développement	LgCV : 1/2 Couleur : opaque, rouge-orange Apparence : granuleuse légère		Femelle 52 cm
4	Fin de développement	LgCV : >1/2 Couleur : Orangé Apparence : Ovocytes clairement visible et non hyalins		Femelle 62 cm
5	Gravide (mûre)	LgCV : 2/3 Couleur : Orange jaune pâle Apparence : Ovocytes opaques clairement visible et qq hyalins		
6	Fluent	LgCV : Ovaires très Gonflés Apparence : Ovocytes opaque et large clairement visible et membrane translucide. Ovocyte 1 mm		
7	Ponte récente	Ovaires flasques et non vides Couleur : Rouge Apparence : Parois très épaisse, Œufs atrétiques jaunes		

LgCV = Longueur des ovaires dans la Cavité Ventrale

Figure 5 : échelle de maturité des bars femelles

Un modèle de régression logistique, permettant de prédire des probabilités en fonction de covariables, est utilisé pour traiter les données et fournir une taille de première maturité pour les femelles. La pertinence d'ajustement du modèle aux données est testée avec les résidus de Pearson.

Les résultats sont présentés sur la Figure 6. Sont sélectionnés comme matures les bars de stade 3 avec un Rapport Gonado Somatique supérieur à 12 (qui pourraient être des stades 4 qui auraient été mal identifiés macroscopiquement) et comme immatures les autres. 213 poissons sont retenus pour l'analyse. La taille à laquelle 50% des femelles seraient matures est de 42.14 cm (limite basse 41.31cm et limite haute 43.08). Le test de Pearson identifie un bon ajustement du modèle aux données.

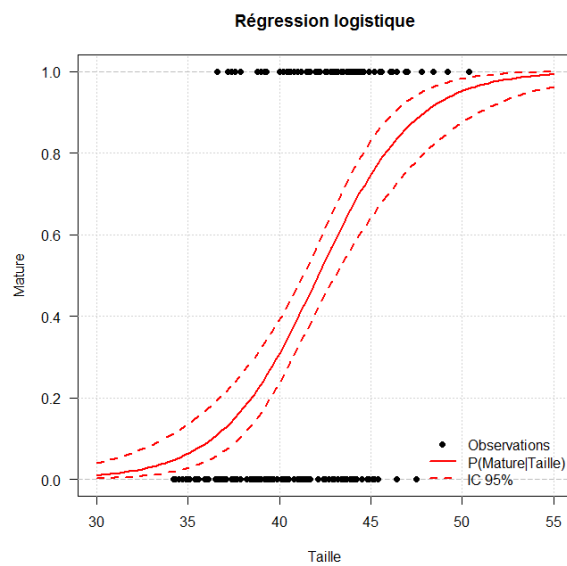


Figure 6 : Ogive de maturité des bars femelles sur la période Janvier-Avril. Les stades sélectionnés sont les stades 3 avec un RGS>12 et les stades 4,5,6,7.

Ainsi, ces résultats préliminaires indiquent que 50% des femelles seraient matures à 42cm dans le Golfe de Gascogne.

Ce résultat est intéressant car il permet de fixer un ordre de grandeur sur la zone et de conclure qu'il n'y aurait pas de différence notable avec le stock Nord, si l'on se réfère aux études de Pawson et Pickett.

1.4 Production d'une courbe de croissance

L'évaluation SS3 du stock Golfe de Gascogne nécessite de disposer d'une courbe de croissance adéquate dans la zone. A l'aide de l'ensemble des clés tailles âges collectées à L'Ifremer (période 2008-2016) et des données complémentaires collectées dans le cadre du projet Bargip, notamment celles des petits individus (campagnes nourriceries en Loire en 2016), il a été possible de proposer une courbe de croissance du bar lors du benchmark WKBASS 2017.

1.4.1 Matériel et méthode

Les données proviennent du programme d'échantillonnage de l'Ifremer (en criée et en mer) et des échantillonnages réalisés dans le cadre du projet Bargip. 5200 bars ont ainsi été âgés dont 1826 provenant du projet « bargip ». 424 proviennent des campagnes nourriceries 2016 en estuaire de la Loire (qui a permis de collecter les plus jeunes individus). Les âges des bars collectés sont lus à partir des stries annuelles de croissance présentes sur leurs écailles

Les paramètres de croissance ont été calculés sur la base de l'équation de Von Bertalanffy, en utilisant la méthode des moindres carrés.

1.4.2 Résultats

1.4.2.1 Dimorphisme sexuel

Sur l'ensemble des poissons analysés environ 30% des individus ont pu être sexés (correspondant aux bars achetés en criée via le projet Bargip et à ceux collectés au cours des campagnes scientifiques). Comme indiqué dans la littérature, (Pickett et Pawson 1994), les femelles atteignent une taille plus importante que les mâles pour un âge donné (Figure 5).

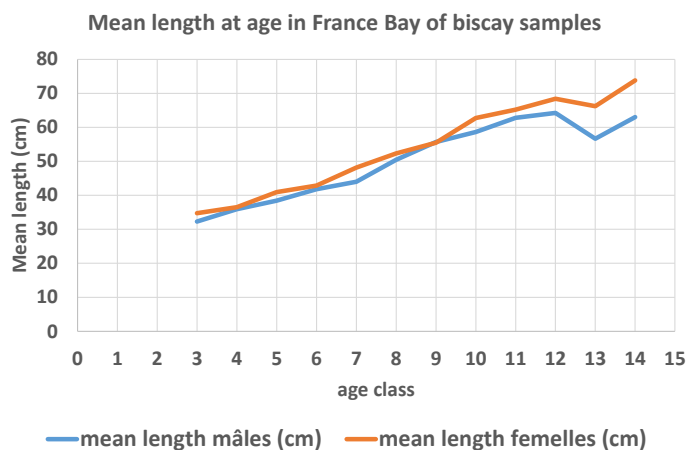


Figure 5 : Comparaison de la taille moyenne aux âges des bars femelles (rouge) et des bars males (bleu)

1.4.2.2 Croissance

Les paramètres de croissance du modèle de Von Bertalanffy ($l_t = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$) sont estimés en utilisant un modèle des moindres carrés dans les tailles aux âges. Comme le modèle d'évaluation ne prend pas en compte actuellement une séparation des sexes, une courbe globale est proposée. Du fait du manque d'individus très âgés, une contrainte a dû être posée pour le calcul de Linf. Parmi les différents tests réalisés, (Figure 7), deux ont été discutés : soit

l'utilisation d'un linf calculé par Armstrong (2012) en zone adjacente VIIe, soit un Linf calculé par Bertignac (1987)

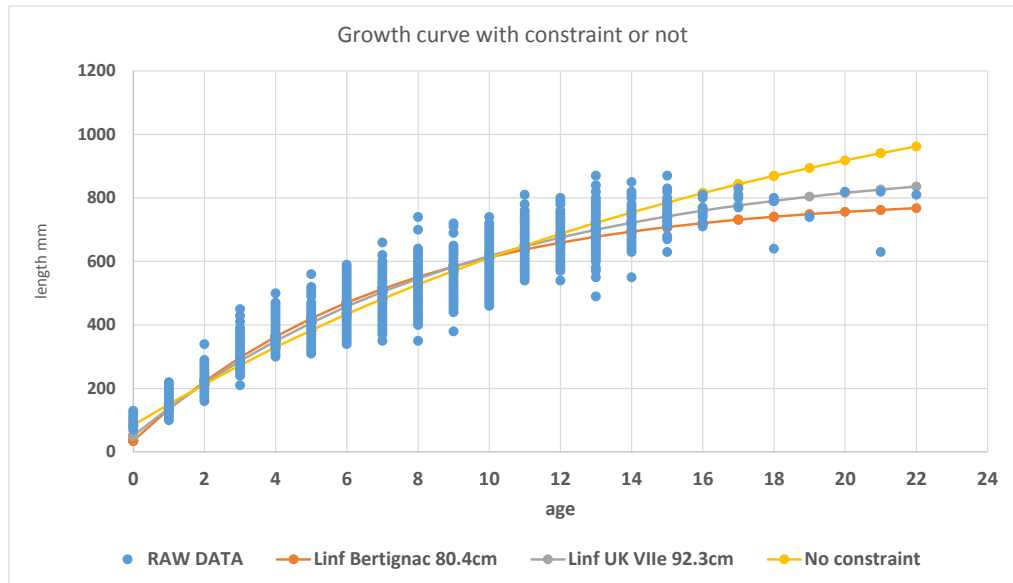


Figure 7 : Comparaison des courbes de croissance obtenues avec ou sans contrainte sur Linf

D'après l'observation de la somme de l'ensemble des structures en taille des débarquements professionnels français (2000-2015) (Figure 8) et d'après Laurec (comm.pers), il a été choisi d'utiliser la valeur de Bertignac Linf=80.4cm ($K=0.1391$ et $t_0=-0.31$)

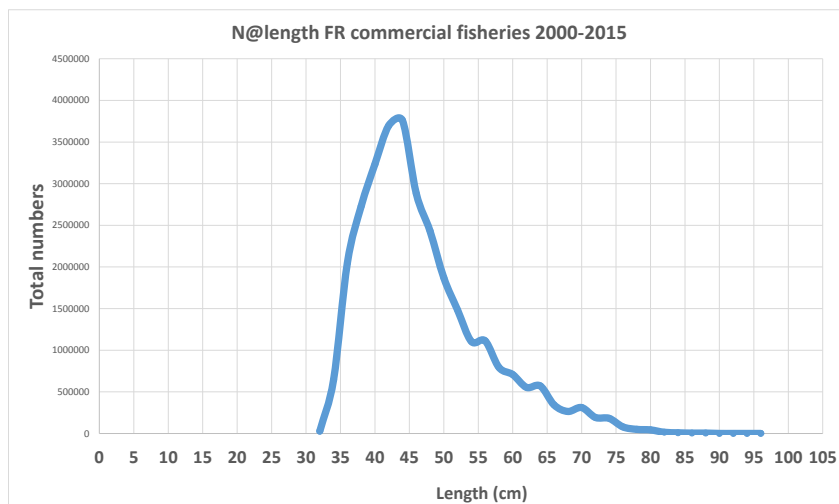


Figure 8 : structure en taille globale des débarquements français dans le Golfe de Gascogne (période 2000-2015).

1.4.2.3 Variation de croissance dans le sud du Golfe et le nord du Golfe

L'analyse d'une croissance différenciée dans le sud et le Nord du golfe a été étudiée. Les données ont ainsi été désagrégées par division CIEM VIIIa et VIIIb afin d'observer d'éventuelles différences. Les résultats indiquent de croissances similaires dans les deux zones (Figure 9)

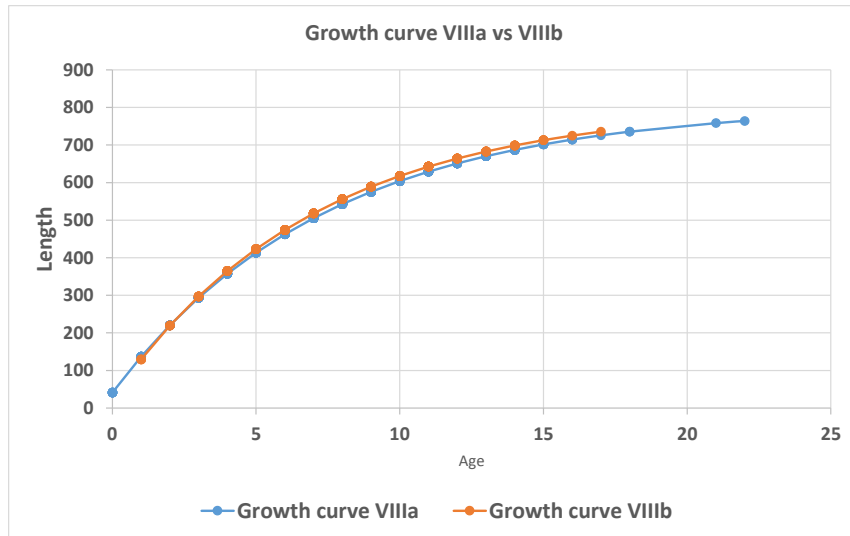


Figure 9 : comparaison des courbes de croissance obtenues en zone sud du golfe (VIIIb) et zone Nord du golfe (VIIIa).

1.4.2.4 Comparaison des courbes de croissance de la Manche et du golfe de Gascogne

La Figure 10 compare les courbes de croissance d'Armstrong and Walmsley (2012) de la zone Nord IVbc and VIIa,d-h avec les résultats obtenus dans le golfe de Gascogne.

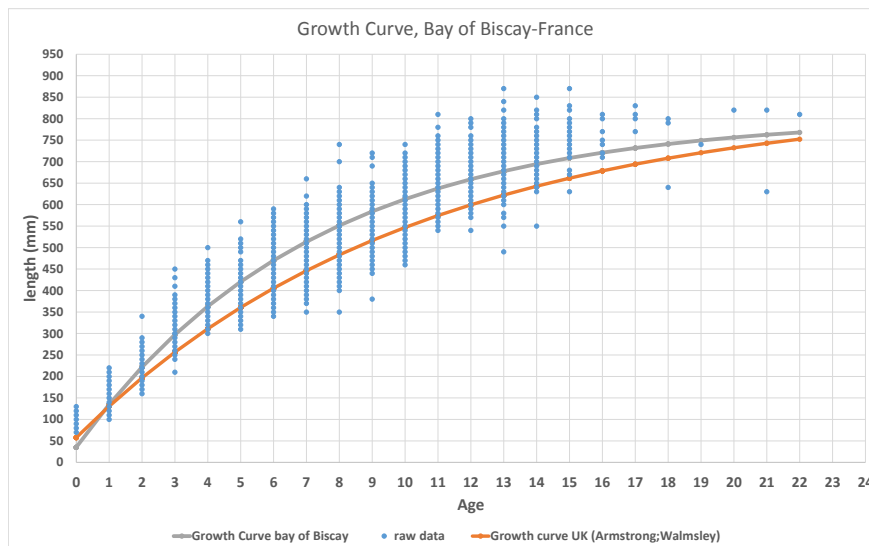


Figure 10 : comparaison des courbes de croissance obtenues dans le Golfe de Gascogne et en zone Nord (Manche-Mer Celtique-Mer du Nord)

La croissance apparaît légèrement plus rapide dans le golfe de Gascogne que dans la Manche/Mer du Nord. Le gradient de température est connu pour expliquer en grande partie ces différences observées. (Gallet & Cazaubon, 1998).

2 Conclusion générale de l'action «données professionnelles »

L'objectif de l'action "données" était de compléter certaines données manquantes pour permettre aux groupes de travaux concernés du CIEM d'améliorer leurs évaluations des stocks de bar, et notamment d'être à même de produire une première évaluation du stock du golfe de Gascogne.

Les efforts ont porté :

- sur l'analyse des déclarations de débarquements des professionnels (log book et fiches de pêche) afin de calculer des indices d'abondance à partir de leurs rendements,
- et sur la collecte de données biologiques complémentaires (taille à maturité sexuelle et courbe de croissance).

Les résultats obtenus au cours des trois années du projet ont permis de mettre en place un atelier méthodologique (WKBASS) au CIEM pour tester un modèle d'évaluation quantitatif (catégorie 1 du CIEM) de la zone du golfe de Gascogne.

L'ensemble des données a été validé pour son utilisation (à noter que les indices sont actuellement utilisés seuls comme indicateur de l'évolution de la biomasse pour l'avis CIEM 2017, en catégorie 3).

Le WKBASS est toujours en cours afin de s'accorder sur la finalisation d'un modèle d'évaluation complet adapté à la zone. Il s'achèvera en mars 2018 : ses conclusions seront présentées au groupe d'évaluation WGBIE du CIEM pour rendre l'avis 2018 sur le stock le plus fiable possible.

3 References

Armstrong and Walmsley (2012). Working Document for IBPBASS. September 2012.

Bertignac (1987). L'exploitation du bar dans le Morbras (Bretagne Sud). Thèse ENSA Rennes/Univ. Rennes I. 235p

GALLET, F. & CAZAUBON, E. (1998). Le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) et son exploitation dans le Golfe de Gascogne en 1996. Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, volet Ressources Vivantes. 25 pp

Laurec, A. 2012. Analysis of length distribution in sea bass for a given read age. Working Document to ICES IBP-NEW 2012.

Mahé, K., Holmes, A., Huet, J., Sévin, K., Elleboode, R., 2012. Report of the Seabass (*Dicentrarchus labrax*) Otolith and Scale Exchange Scheme 2011, 16 pp.

Pickett, G. D., and Pawson, M. G. 1994. Bass. Biology, Exploitation and Management. Chapman & Hall, London, Fish and Fisheries Series, 12. 358 pp.

Fifas S., Vigneau J., Lart W., 2004. Some aspects of modelling scallop (*Pecten maximus*, L.) dredge efficiency and special reference to dredges with depressor plate (English Channel, France). J. Shell. Res., Aug. 2004; 23 (2): 611-620.

Laurans M, 2005. Ressource et exploitations "demersales" en Afrique de l'Ouest : évaluation des stocks, dynamique des populations et approche écosystémique. Thèse 276p.

Lasdon L.S., Waren A.D., 1980. A Survey of Nonlinear Programming Applications. Operations Research, vol. 28, No 5: 1029-1073.

Lasdon L.S., Waren A.D., 1983. Large Scale Nonlinear Programming. Computers and Chemical Engineering, vol. 7, No 5: 595-604

BARNABÉ, G. (1976). Contribution à la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson Serranidae) de la région de Sète. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. Thèse de Doctorat d'Etat. 426 pp

BARNABÉ, G. (1991). Chapitre 3 : Reproduction chez les poissons. In Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. G. Barnabé coordonateur, Paris : Lavoisier - Tec & Doc

DOREL, D. (1986). Poissons de l'Atlantique Nord-Est. Relations taille - poids. Ifremer, Centre de Nantes, DRV/Nantes. 185 pp.

Fauvel Christian, Suquet Marc (1988). La qualité des gamètes chez le bar et quelques déterminants en aquaculture. La Pisciculture française, 134, 5-10.

Fritsch Manon (2005). Traits biologiques et exploitation du bar commun *Dicentrarchus labrax* (L.) dans les pêcheries françaises de la Manche et du golfe de Gascogne. PhD Thesis, Université de Bretagne Occidentale. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1088/>

ICES (2015). Report of the Working Group for the Bay of Biscay and the Iberian waters Ecoregion (WGBIE) , 04 - 10 May 2015. ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES, Ref. ICES CM/ACOM:11, 515p.<http://archimer.ifremer.fr/doc/00294/40479/>

ICES (2015). Report of the Working Group for the Celtic sea (WGCSE) , 12 - 22 May 2015. ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES.

MAYER, I., SHACKLEY, S.E. & RYLAND, J.S. (1988) . Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. I. An histological and histochemical study of oocyte development. *Journal of Fish Biology*. 33: 609-622.

MAYER, I., SHACKLEY, S.E. & WITTHAMES, P.R. (1990). Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. 2. Fecundity and pattern of oocyte development. *Journal of Fish Biology*. 36: 141-148.

PICKETT, G.D. & PAWSON, M.G. (1994). Sea bass biology, exploitation and conservation. Fish and Fisheries series, ed. Chapman et Hall, London. vol. 12: 337 pp

4 Annexe 1

Getting sea bass annual apparent abundance indices for from log-books *December 2016*. Alain Laurec² Michael Drogou³

Introduction

Linear models have been of common use in the analysis of logbook data since the early works of Robson(1966), Laurec and Fonteneau (1979, Gavaris (1980). In order to assess the vessels effects, the area effect, the seasonal patterns and the between years changes various specific models can be used. This paper⁴ discusses the importance of a careful design of the models as well as of the selection of the fishing techniques. It also tries to illustrate how the output from the linear models can be used. If the main aim is to get yearly abundance indices, seasonal patterns will also be discussed, because they are of paramount importance for the stocks structure analysis, which in turn drives how squares should be grouped in order to get overall yearly indices. The analysed data set corresponds to logbooks from the French flag vessels catching sea bass, as detailed in section I. Section II introduces the various models which can be considered, while section III summarizes the main results. The overall aim of this working paper is not an in depth analysis of the data set, but simply to explain the techniques which have been used and to illustrate them.

I Material

The analysed set of log books correspond to the French vessels that caught sea bass between years 2000 and 2015. It includes various fishing techniques: trawls (bottom trawlers as well as mid-water trawls), a few vessels use Scottish seine and others purse seine ("bolinche"), trolling, fixed nets and longlines. What is to be called further a vessel is in fact the combination of a "hull" and a group of fishing techniques, so that that when

² 6 rue du moulin PLoumanac'h 22700 Perros-Guirec

alain.laurec0845range.fr

³Ifremer Brest

⁴This work is to be completed in the forthcoming months by an analysis of major interactions between years and months (changes between years in seasonal patterns), and by an attempt to apply bootstrap techniques in order to study the sensitivity of the conclusions to the between vessels variability.

shifting from a group to another one it becomes a new vessel. Preliminary selection of a set of groups of fishing gears/techniques (e.g. bottom trawls) often takes place.

Catches are recorded as requested by EU regulations per day and ICES square. Fishing hours within a day are sometimes recorded but did not proved useful, so that catches per unit of effort (cpues) are expressed as kilograms of sea bass caught per day in an Ices square. Vessels as well as squares which provided limited data have been eliminated, so that by the end **1034** vessels (hull x technique) will be considered, as well as **11** groups of fishing techniques, and **70** ICES squares which cover all major fishing areas.

II Methods

A monthly step has been considered, so that basically strata have been used which for each one corresponds to an ICES square, a year and a month. If within a stratum the same vessel provides data for several days, these data are not grouped in order to get a total catch and a total number of days resulting in an average CPUE⁵. The corresponding observations are treated as replicates.

Vessels are associated to index i , Ices squares to j , months to k and years to l . A daily individual observation (data) o ($o = 1, \dots, N_o$, N_o being the number of records in the logbook file) is associated to (1) cpue U_o ⁶, to vessel $i(o)$, (2) the individual fishing power (the effective one as opposed to the “administrative” fishing power) of which is $P_{i(o)}$, (3) to the Ices square $j(o)$, (4) to month $k(o)$ and (5) to year $l(o)$. In order to use the simplest linearised models, only non null values are considered (the frequency of null and non null catches will be analysed later on). Instead of the original CPUEs U_o , their logarithms (more precisely the decimal ones) u_o have been considered ($u_o = \log_{10}(U_o)$). The same applies to fishing powers $p_i = \log_{10}(P_i)$. Geographical (square) effects will be considered in some models and noted G_j and g_j for their logarithms. Monthly effects, which may vary from square to square (interactions between square and month effects, which means that seasonal changes in apparent abundance/CPUE may vary between squares) will be considered. $S_{j,k}$ is the monthly effect for square j and month k , and the associated decimal logarithm is $s_{j,k}$. The same logic applies to year effects which may vary between squares, for instance because they are associated to different individual stocks. Year effects (between years “trends”) for square j and year l will be $T_{j,l}$ for non transformed values and $t_{j,l}$ for the logarithms. When interactions between squares, months and years are considered (model 1 below), this implies an overall stratum effect $C_{j,k,l}$ or on a logarithmic scale $c_{j,k,l}$

⁵It can be proved that using arithmetic averages then using weighted least squares lead to the same results.

⁶Capital bold letters are used for basic non transformed parameters, by contrast to the logarithmic values. All logarithms are decimal ones.

Three additive models will be considered. For all of them $i(o)$, $j(o)$, $k(o)$ and $l(o)$ are respectively the vessel, the ICES square, the month and the year associated to observation o .

The simplest model brings back to Robson (1966) and a two factors model:

➤ **(Model 1)**
$$\mathbf{u}_o = \mathbf{p}_{i(o)} + \mathbf{c}_{j(o),k(o),y(o)} + \boldsymbol{\epsilon}_o^1$$
 ϵ_o^1 being a residual

In a context where interactions between month and year effects are strong, this simple first model offers the best bases (Cheikh-Baye et al (2014)).

The second one is a basic four factors model ((1)vessel (2) square (3) square x month (4) square x year

➤ **(Model 2)**
$$\mathbf{u}_o = \mathbf{p}_{i(o)} + \mathbf{g}_{j(o)} + \mathbf{s}_{j(o),k(o)} + \mathbf{t}_{j(o),l(o)} + \boldsymbol{\epsilon}_o^2$$
 ϵ_o^2

being also a residual

The last one is a modified four factors models, which considers groups of squares for either months effects or year effects. Fall all squares which belong for seasonal effects to the group gm , month effects are equal for any given month. The same rule applies to year effects, and for instance all squares related to the same stock can be considered as a such a group, even if seasonal patterns may, and will often differ between squares.

➤ **(Model 3)**
$$\mathbf{u}_o = \mathbf{p}_{i(o)} + \mathbf{g}_{j(o)} + \mathbf{s}_{gm(j(o)),k(o)} + \mathbf{t}_{gy(j(o)),l(o)} + \boldsymbol{\epsilon}_o^3$$
 ϵ_o^3 being again a residual.

Constraints must be added to the three equations in order to avoid over parameterization. As for fishing powers the overall sum of log relative fishing powers, or the sum within a specified set of vessels is set to zero. The same rule is applied to month effects within a square (equation II) or a group of squares (equation III).

For all three models parameters are estimated through the minimisation of the sum (over observations) of squared residuals, a residual being the difference between predicted values (see right part of the equations without the residuals) and the observed values u_o . This procedure does not correspond to any optimal criteria in any statistical sense, since optimality would require modelling of the overall statistical distributions which is not realistic. All analyses have shown for instance strong correlations between residuals associated to the same vessel over neighbouring days. Simple least square fitting merely is a robust approach, which happens to give the same results as simple means when there is no “missing” data (when all vessels have provided data for all strata).

Model 1 makes it possible to analyse possible changes in the seasonal pattern for the same square but between years. It is also possible to refer to an average seasonal pattern in order to split month effects from year effects in the stratum effects $C_{j,m(o),y(o)}$ related to a single square j . This is best obtained through a second stage fitting of a two factors (month and year) model for each square. This is what has been done in

2015. Within this paper priority has however been given to models II and III, since interactions between years and months will be studied at a later stage. For the time being as for model 1 the key message is that it leads to similar conclusions in terms of average (i) seasonal patterns and (ii) multiannual changes as models 2 and 3, but also that its results appear more noisy (due to the increased number of parameters).

In order to get an "overall" annual index of abundance for a set of squares it is necessary to perform a complementary treatment of yearly abundance indices related to individual squares, whether they come from models I with complementary treatment or from model II. This easiest way corresponds to simple arithmetic means (over logarithms).

Log fishing powers have been standardized setting their overall average to zero. Within each square the average of all (in most cases 12) month log effects have been set to zero. As for year effects the average over years 2008 and 2009 has also been set to zero.

For a number of treatments logarithms are to be used directly. In other cases it may be appropriate to come back to untransformed scales. This is achieved through a simple $y = 10^x$ back transform.

III Results

III-1 Details about the specific models applied

Fishing powers results will not be discussed here. Also the key output corresponds to annual abundance indices, some results seasonal patterns are discussed, because they are relevant in terms of stock structures. Year effects use the average (on logarithmic values) over years 2008/2009 as a reference since only changes in apparent abundance are useful.

Various selections of vessels groups have been used: (1) use of the only bottom trawlers. (2) no selection (all fishing techniques being kept) (3) fixed gears (gill nets - longlines) (4) mere elimination of "pelagic" gears (midwater trawls and purse seines="bolinche")

Results from model 1 will not be discussed here since they do not add important elements to results from models 2 and 3, model 1 being necessary when there are major changes over years in seasonal patterns, or when focussing on such changes, for instance when looking to the influence of hydrological changes.

As for model 3 two types of squares grouping for annual (gfy = **g**rouping **f**or **y**ears) changes have been considered, based upon available evidences in terms of stock structures, including comparisons between ICES squares of seasonal patterns and year to year changes but also first results of tagging programs, as well as one example of seasonal grouping (gfm = **g**rouping **f**or **m**onth effects).

The first agregation for year effects (**Grouping 1**) only considers 9 sets of ICES squares:

- 1/ **Bay of Biscay South** : 15E8 16E8 17E8 18E8 19E7 19E8 20E7 20E8
- 2/ **Bay of Biscay Centre**: 21E6 21E7 21E8 22E6 22E7 22E8
- 3/ **Bay of Biscay North**: 23E5 23E6 23E7 24E3 24E4 24E5 24E6 24E7
- 4/ **West of Brittany** : 25E2 25E3 25E4 25E5
- 5/ **North of Brittany** : 26E8 26E7 26E6 26E5 26E4 26E3
- 6/ **English Channel North West**: 29E7 29E6 28E7 28E6 28E5 28E4 28E3 27E7 27E6 27E5 27E4
- 7/ **Celtic Sea South West** : 32E3 31E4 31E3 31E2 30E4 30E3 29E1 29E3 29E4 29E5
- 8/ **English Channel East**: 27E8 27E9 28E8 28E9 28F0 28F1 29E8 29E9 29F0 29F1 30E9 30F0 30F1
- 9/ **North Sea - South** : 31F1 31F2 32F1 32F2

The second aggregation (**Grouping 2**) correspond to 3 large sets:

- 1/ **Bay of Biscay** (grouping of the first three above mentioned sets (1 + 2 +3)
- 2/ **West of Brittany** is the same as above (25E2 25E3 25E4 25E5)
- 3/ **Enlarged** (to South West of the Celtic Sea and South of the North Sea) **English Channel** which includes all other squares.

Only one example of grouping of squares for the seasonal pattern (**Grouping 3**) will be briefly discussed. It considers 8 blocks, within which the individual squares exhibit very similar seasonal patterns.

- 1/ **Bay of Biscay Spawning Grounds Center**: 16E8 17E8 18E8
- 2/ **Bay of Biscay North of Spawning Grounds** (Médoc): 20E8 21E7 21E8
- 3/ **Bay of Biscay West of Vendée**: 22E7 23E6 23E7
- 4/ **English Channel West 1**: 27E5 27E6 28E5
- 5/ **English Channel West 2**: 28E6 28E7
- 6/ **English Channel West 3** : 27E7 29E6 29E7
- 7/ **English Channel East** : 28E9 29E9
- 8/ **North Sea South** : 31F1 31F2

The pivotal study corresponds to model 2 (no grouping) applied to bottom trawlers (Section III-2) . Other ones (sections III-3 and III-4) will only be discussed for comparison purposes. For illustration purposes a set of selected squares will be used for a number of figures. They have been chosen in order to cover a South to North range in the Bay of Biscay, and a West to East range in the English Channel.

III-2 Results from model 2- bottom trawlers

The overall variance of log cpues is equal to 0.50. The average over squared residuals (MSR = mean square residuals) is 0.28. The variance between individual (log) fishing powers is 0.14, the variance between the square effects is 0.18, the average (over squares) of the (log) month effects is 0.12 and the equivalent for the year effects is almost the same (0.13).

(1) Seasonal patterns

For each square the corresponding months effects can be associated to a curve, which fluctuates around 1 (logarithms fluctuating around 0). In order to make the pattern in winter easier to perceive, curves have been drawn over a 18 months period, from January to June, the values over the first six months being repeated. It is not possible to put on a single graph the seasonal patterns associated to the 70 squares. Results for the selected set of squares appear in Table III-2 (1), the excel table which covers all squares being part of the complementary material. Figures III-2 (1) and (2) illustrate Table III-2 (1) respectively for the Bay of Biscay and the English Channel.

Another tool has been used in order to visualize month effects, through a simplified map for each month of the values for all squares (appendix 3I – summarized maps). We do hope the reader can guess the contours of UK and France so that he better realises the location of the various squares.

Figures III-2 (1) and (2), maps III-2 (1) and (2) prove that significant seasonal patterns can be highlighted through basic logbook data, for instance major spawning grounds (read squares on map III-2 (1)) where apparent abundance is high in January, while out of the spawning season (see July) apparent abundance corresponds to a very different geographical distributions. Contrasts seem however to be much stronger in the English channel than in the Bay of Biscay. More detailed analyses, including all squares and all months even suggest migrations in both areas, as well as specific patterns (different from both the Bay of Biscay and the English Channel) west of Brittany and may be in the South West of the Celtic Sea.

(2) Year effects and apparent changes between years of apparent abundance⁷

Since neighbouring squares are often related to the same stock, and should then show similar year effects, it has been chosen to select 3 sets of adjacent squares: South of the Bay of Biscay, North West of the English channel and East Channel (see above section III-1), and for each set to calculate for each year the geometric mean over squares⁸. Results appear in tablesII-2 (2) and (3), which correspond to figures III-2(3) and (4), while results for all squares can be found in the complementary material. One can notice that year effects vary below and over 1, the average over years 2008-2009 having been forced to 1 for each square in model2.

In the Bay of Biscay, apart from isolated peaks (see year 2010 in square 17E8), trends have been consistent between squares since 2005, and the average over squares gives a reasonable overall trend.

The situation is less favourable in other areas as illustrated by figures III-2 (4), and (5). In the western part of the English Channel, even after setting aside the 2013 value for square 28E4, which will deserve further analyses, and year 2015 which will be treated separately, consistency between squares does not emerge from figure III-2 (4). Squares

⁷ The geometric average over years 2008 and 2009 has been used as the reference abundance.

⁸ The limited number of empty cells makes it possible to use simple geometric averages, although it would be preferable to use a two factors model.

that correspond to latitude 27 exhibit isolated peaks. By contrast to the Bay of Biscay it does not seem possible in the Western Channel to get useful results at the level of a square, even if some squares (e.g. 28E6) correspond to time series consistent with previous stock assessments. The situation is however better in the Eastern Channel. Apart from three special squares (29F0,30F0 and 27E8) a common multiannual trend emerges, as illustrated by figure III-2 (6) when the previously mentioned squares are set aside.

Averaging over squares multiannual trends

The better regularity of averages over an area has been mentioned. This is further illustrated by table III-2 (5), which groups the averages for all 9 areas defined in section III-1, as well as the overall averages for (i) the Bay of Biscay and (ii) the "enlarged English Channel" (enlarged to South West of the Celtic Sea and the North Sea South). The overall averages are calculated by the geometric means over the 3 component of the Bay of Biscay, and the 5 components of the enlarged English Channel. The West of Brittany area has been kept aside since it exhibits month effects and year effects which do not seem consistent neither with the Bay of Biscay, nor the English Channel. One should also keep in mind that there are some empty cells in the year effect by Ices square table, and that in such a context averages are at best a first approximation.

"Maps"

Another way for illustrating changes over years corresponds to maps associated to a specific difference between years. In order to illustrate midterm changes one can study changes between the 3 years ($y-1, y, y+1$) and the average three years later ($y+2, y+3, y+4$). This is quantified by the ratio of the corresponding geometric means, and illustrate by map III-2 (3)

One can notice a real continuity between neighbouring squares, which do not coincide however systematically with current hypotheses about stocks structures.

Short term changes can in the same way be studied by the ratio for each square between year y and the geometric mean over years $y-1$ and $y+1$, as illustrated by map III-2 (4).

Such a map illustrates the compared singularities of year 2012 over the neighbouring years in the various squares. Some geographical patterns seem to appear.

For the last year, 2015, the most useful comparison is with year 2014, and corresponds to major changes in the sea bass fisheries. It corresponds to map III-2 (5). Violent contrasts between neighbouring squares appear in the English channel, which do deserve detailed examination.

III-3 Results for model 3 - bottom trawlers

As mentioned in section III-1 three groupings have been studied : (1) 9 groups of squares for year effects without grouping for month effects, (2) 3 groups of squares for year effects without grouping for month effects (3) 9 groups of squares for year effects with 8 groups for month effects.

(1) Month effects

Detailed results can be found in the complementary material. Table III-3 (1) compares for the 8 groups of squares results obtained from model 2 and simple geometric averages and from model 3. In most cases they are quite similar. However as illustrated by figure III-3 (1) differences may appear.

(2) Year effects

As illustrated by table III-3 (2) year effects for the 9 sets of squares (grouped for year effects) are almost unchanged by grouping for months.

III-4 Selecting gears

Previous analyses rely on the only trawlers. (gears selection 1). As previously mentioned three other selections have been considered: all gears (no selection; selection (2)), fixed gears + hand line (selection (3)), all gears but midwater trawls and purse seiners ("bolinche") (selection 4). Comparing selections (1) and (3) is of special interest since these two analyses correspond to non overlapping sets of data/vessels. Since data may be scarce, especially in the English channel, an analysis has also been performed with the previously mentioned 8 groups of squares for months. **(1) Month effects**

As illustrated by table III-4 (1) (results for all squares can be found in the complementary material), even between selections (1) and (3), results are quite similar in the southern part of Bay of Biscay, especially when using groups of squares for month effects. North of the Bay of Biscay lags seem to appear between bottom trawlers and "fixed gears". In the Channel even with square grouping for months, it is difficult to find clear patterns, even if the apparent abundance is always higher in winter in the Western part than in the Eastern part, while from April to September it is just the opposite.

(2) Year effects

Table III-4 (3) gives the results for the basic areas (grouping for years), area 7 (Celtic Sea - South West has been excluded because there are not enough relevant data for fixed gears) and gears selections 1 and 3 (bottom trawling ; fixed gears + hand line). Complete results are available in the complementary material.

Figures III-4 (1) to (5) make it possible to compare respectively for the Bay of Biscay, West Brittany and the English Channel enlarged to Southern North Sea multiannual changes in the apparent abundance obtained on one hand from bottom trawlers and on the other hand fixed gears and hand lines.

(i) In the **Bay of Biscay** results are quite consistent from one area to another, and from one gears selection to another, apart from changes in the northern part over the last years.

(ii) **West of Brittany** results do vary according to the gear selection, and cannot be easily related neither to the Bay of Biscay (North) nor to the English Channel (West).

(iii) For the area **English Channel + North Sea South**, between 2009 and 2013 a similar declining trend can be found in most areas (but for North Sea South, which does not correspond to a large data set) for both gears selections. The increase in 2014, and even more in 2015, only appears for bottom trawlers in the western part of the English Channel, which deserves further analysis.

Conclusions

Simple linear models applied to logbooks data make it possible to reveal useful patterns. A large number of models are however possible, and one must carefully define the details of the specific models that are used.

Although this point has not been addressed in this paper when interactions between year and month in a square (indicated changes between years in the seasonal patterns) model 1 (two factors) is necessary. But for this specific case Model 2 offers the most appropriate basis. Grouping of squares (model 3) so that within a group the same year or month effects are imposed has to be preferred⁹ to averaging over squares after square specific year effects have been calculated through model 2. It reduces the number of parameters in the model.

Time series describing month or year effects are of course necessary, but simple maps are also useful.

In terms of preliminary results compared seasonal patterns in the different squares are robust to changes in the details of the model, as well as, apart from some nuances, to the selection of gears. They do reveal crucial patterns in the stocks structures debate. If year effects are also robust in the Bay of Biscay, and to a large extent up to 2013 in the English Channel, recent developments in this later area require further analyses.

⁹ One should however that least squares fitting over individual observations result in giving more weight to squares (and) vessels which did provide more individual observations. IN some cases it could be wise to compensate it by an appropriate use of weighted least squares.

References

Cheikh-Baye Braham, , Pierre Fréon, Alain Laurec Hervé Demarcq, Nicolas Bez (2014) New insights in the spatial dynamics of sardinella stocks off Mauritania (North-West Africa) based on logbook data analysis Fisheries Research 154(2014)195-235.

Gavaris, S., (1980) Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37, 2272–2275. Hara,

Laurec, A., Fonteneau, A., (1979). Estimation de l'abondance d'une classe d'âge. Utilisation des CPUE de plusieurs engins en différentes zones et saisons. Rec. Doc.Sci. ICCAT 8 (1), 79–100.

Laurec, A., Perodou, J.B., (1987). Regards statistiques et informatiques sur l'analyse des puissances des pêches et des abondances apparentes. Doc. Sci. 9. Cons. Int. Explor. Mer

Laurent, A.G., (1963) The log-normal distribution and the translation..method: description and estimation problems. J. Am. Stat. Assoc. 58, 231–

Robson, D.S., (1966) Estimation of the relative fishing power of individual ships. International Commission for the Northwest Atlantic. Fish. Res. 3, 5–15.