

Direction des Programmes et de la Coordination des Projets
Département des Ressources biologiques et environnement (RBE)

Laboratoire BIODIVHAL de Guyane

Loïc Baulier, Fabian BLANCHARD

Décembre 2013 – RBE/BIODIVHAL 2013-4

**Evaluation de l'impact potentiel de la prospection
sismique pétrolière sur les rendements de la
pêche de vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*)
en Guyane**



Ligneur vénézuélien au large du Vieux Port de Cayenne

Sommaire

Résumé	2
Introduction.....	3
Matériel et méthodes	4
Résultats	7
Discussion	9
Bibliographie	10
Annexes	11

Résumé

L'existence d'un impact de la prospection sismique pétrolière sur les rendements journaliers des pêcheurs Vénézuéliens ciblant le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) au large de la Guyane au cours de la période 2002–2012 a été évaluée au cours de cette étude. Les informations recueillies dans les fiches de pêche ont permis de tenir compte de facteurs tels que l'effort de pêche, le secteur et la période de pêche ainsi que la profondeur prospectée. Une fois ces différentes influences prises en considération, l'effet de la co-occurrence d'une campagne de prospection a été testé. Les analyses ont révélé des effets des campagnes de prospection positifs ou négatifs mais non significatifs statistiquement à deux exceptions près avec. Les deux seuls résultats significatifs sont de plus contradictoires (l'un positif et l'autre négatif) et seraient donc davantage imputables à la variabilité de l'échantillonnage qu'à une réelle influence de la prospection sismique. **Il ne ressort donc de cette analyse aucun impact significatif de la prospection sismique sur les rendements des ligneurs vénézuéliens.**

Introduction

Les ondes de pression d'origine anthropique, lorsqu'elles possèdent une intensité supérieure au bruit de fond ambiant dans le milieu sous-marin, peuvent être de nature à affecter les organismes qui s'y trouvent. C'est notamment le cas des ondes générées par les canons à air utilisés lors de campagnes de prospection sismique. Les canons à air composant les flûtes sismiques tractées par les navires de prospection sismique émettent ces ondes de pression qui, après réflexion sur des interfaces entre des structures de densités différentes, sont captées par un (sismique 2D) ou plusieurs hydrophones (sismique 3D), traînés également par le navire de prospection. Le niveau sonore des déflagrations est généralement de l'ordre de 140 à 165 dB (réf. 1 μ Pa) (Hirst and Rodhouse 2000), pour des fréquences tombant dans la gamme audible de la plupart des poissons. De tels niveaux sonores sont susceptibles d'entraîner des dommages physiques aux poissons sur des distances de quelques mètres autour des canons à air (Hirst and Rodhouse 2000). Les poissons ne possédant pas de vessie gazeuse dont le volume varie sous l'impact des ondes sismiques, et a fortiori les invertébrés tels les crevettes qui ne perçoivent ces ondes qu'à l'aide de mécanorécepteurs sont moins exposés à de tels dommages physiques.

A des distances plus importantes, pouvant s'étendre à plusieurs dizaines de kilomètres, le comportement des poissons peut être affecté, conduisant à des changements de distribution (Engås et al. 1996, Slotte et al. 2004) des poissons qui fuient les zones de prospection, et à des modifications de la prise alimentaire (Skalski et al. 1992). Les crustacés, en raison notamment de l'absence de poches d'air dans leur corps, semblent ne pas être affectés au-delà de plusieurs mètres de la source sonore. Andriguetto-Filho *et al.* (2005), dans une étude concernant l'impact de l'utilisation de canons à air sur les captures de crevettes pénaïdes au Brésil ont d'ailleurs conclu à l'absence d'influence de la prospection sismique sur les rendements des crevettiers. En conséquence, il a été décidé de ne pas considérer les modifications de rendement des chalutiers crevettiers guyanais en fonction de la prospection sismique, mais de se focaliser ici uniquement sur l'autre pêcherie située au-delà de la bande côtière en Guyane : la pêcherie de vivaneaux (*Lutjanus purpureus*) pratiquée par des ligneurs vénézuéliens.

Les zones de pêches fréquentées par les ligneurs vénézuéliens étant situées à plusieurs dizaines de kilomètres des secteurs explorés par prospection sismique, il est difficile d'anticiper les résultats de l'étude effectuée ici. En effet, les vivaneaux qui auraient fui la zone de prospection et ses abords pourraient se concentrer dans la zone exploitée par les pêcheurs, mais également plus au large ou plus près de la côte. Par ailleurs, ces changements de distribution potentiels ne permettent pas de présager d'éventuelles modifications de comportement alimentaire.

Matériel et méthodes

Les données de capture ont été compilées à partir des fiches de pêche fournies par les ligneurs vénézuéliens ciblant le vivaneau. Les données brutes de captures journalières présentent une forte variabilité (Fig. 1) qui empêche une estimation directe de l'effet des campagnes de prospection sismique sur les rendements des ligneurs, d'autant plus que les campagnes n'ont pas forcément lieu dans le secteur où sont réalisées les captures. Il est donc nécessaire, afin d'estimer l'effet potentiel de ce facteur, de prendre en compte les autres variables influençant les rendements. Une approche statistique est utilisée ici dans cet objectif.

En plus des captures journalières estimées en masse, les fiches de pêche contiennent des informations sur le nombre de pêcheurs présents à bord, le nombre d'hameçons par ligne (pour l'année 2012 uniquement), le temps de pêche ainsi que le secteur (annexe 1) et la profondeur moyenne prospectée.

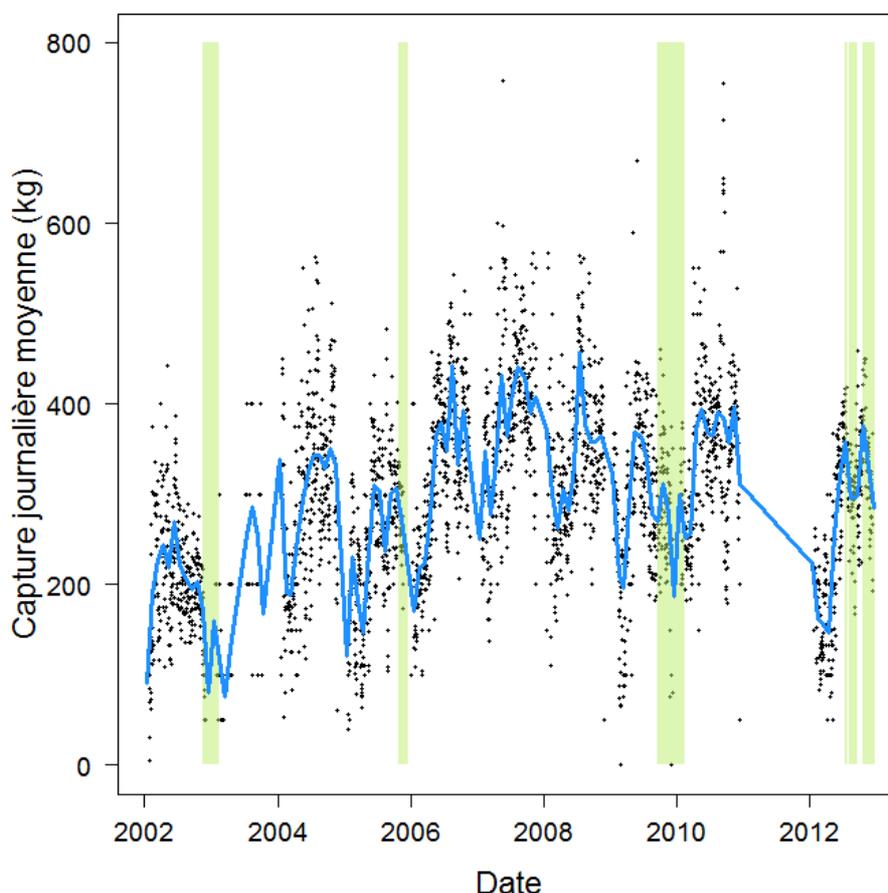


Fig. 1 Captures journalières par navire de vivaneau rouge de 2002 à 2012. La courbe bleue représente la moyenne journalière. Les plages vert clair indiquent les périodes de campagnes de prospection sismique.

Ces informations nous permettent, par l'ajustement d'un modèle statistique linéaire généralisé (GLM), d'évaluer les influences de différents facteurs sur les captures estimées et par là-même d'obtenir des captures standardisées. Une fois le meilleur modèle sélectionné, une variable binaire indiquant si la journée de pêche dans un

secteur s'est déroulée simultanément à une opération de prospection sismique dans cette même zone est introduite. L'introduction de cette nouvelle variable en dernière position permet la prise en compte préalable de l'influence des autres variables avant la considération d'un potentiel effet de la prospection sismique. Les données de prospection sismique, fournies par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), couvrent une période s'étendant de novembre 2002 à décembre 2012. Le tableau I résume les périodes de prospection ainsi que les zones concernées.

Tableau I Calendrier des campagnes de prospection sismique ayant eu lieu au large de la Guyane entre 2002 et 2012.

Dates	Zones Ifremer	Interruptions	Type de sismique
15/11/02 – 15/02/03	1,2,3,4		2D
25/10/05 – 15/11/05	1,2,3		2D
15/11/05 – 20/12/05	1		3D
19/09/09 – 14/02/10	1,2		2D et 3D
12/07/12 – 30/07/12	1		3D
07/08/12 – 23/12/12	2,3	21/09/12 – 22/10/12	3D

Les modèles utilisés pour décrire les captures journalières des ligneurs ont été ajustés séparément sur les données de chaque année civile. Ils possèdent la forme suivante :

$$\overline{\text{Ln}(\text{Capt})} = \text{Ln}(\text{Tps_pêche}) + \text{Ln}(\text{Nb_pêcheurs}) + \text{Prof} + \text{Sect} + \text{Mois} + \text{Prospect} + \varepsilon$$

où *Capt* est la capture estimée en kilogrammes, *Tps_pêche* est l'effort de pêche exprimé en heures, *Nb_pêcheurs* est le nombre de pêcheurs présents à bord, *Prof* est la profondeur du lieu de pêche, *Sect* correspond aux secteurs 1 à 4 définis par Ifremer et est défini comme un facteur, *Mois* est le mois du retour de marée défini comme facteur, *Prospect* est une variable binaire indiquant si une opération de prospection a été menée au jour donné et dans la zone concernée, ε est le terme d'erreur, distribué selon une loi Normale.

Le caractère significatif ou non de l'influence de chacune des variables est déterminé par analyse de covariance (ANCOVA). Seules les variables significatives sont retenues dans le modèle sélectionné. Une fonction de lien logarithmique a été choisie afin de tenir compte de l'effet multiplicatif de l'influence du temps de pêche et du nombre de pêcheurs sur les captures. Les captures sont ensuite prédites en fixant les variables *Tps_pêche*, *Prof* et *Sect*, tout en faisant varier le jour de pêche (et donc *Mois* et *Prospect*). On obtient ainsi des valeurs standardisées de captures qui sont alors assimilables à des rendements. Les prédictions standardisées correspondent aux captures en fixant les caractéristiques suivantes :

- 8 pêcheurs à bord du navire
- 10 heures de pêche journalière
- Profondeur de 40 brasses (environ 73 m)

A noter que le nombre de pêcheurs n'a pas été renseigné pour l'année 2010. Afin de pouvoir conserver cette variable, le nombre moyen de pêcheur observé en 2009 pour chacun des navires a été reporté en 2010. Par ailleurs, le nombre moyen d'hameçons

par ligne (son transformé logarithmique) a été inclus dans le modèle décrivant les captures de l'année 2012.

Au cours d'analyses parallèles, une extension de 5 jours de la période d'influence de la prospection sismique a été considérée, suivant les conclusions de Engås *et al.* (1996) qui ont constaté que la réduction des captures de morue (*Gadus morhua*) et d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) s'étendait sur au moins 5 jours après l'arrêt des tirs. Par ailleurs, des analyses similaires ont été réalisées en combinant les données de toutes les années (série 2002-2012) et incluant une variable *Année* au modèle. Les données de 2011 ne sont pas intégrées à cette série, les fiches de pêche n'ayant pas été saisies dans la base de données cette année-là.

Résultats

En moyenne, les modèles décrivant la variabilité des captures de vivaneaux n'expliquent qu'une part relativement faible de cette variabilité puisqu'en moyenne 23.8% de cette variabilité est expliquée par les modèles. Ce pourcentage s'élève tout de même à 61.2% pour l'année 2003, par ailleurs le seul cas pour lequel l'effet de la prospection est positif et significatif (Tableau II).

Les modèles sélectionnés intègrent dans tous les cas l'effet du temps de pêche et du nombre de pêcheurs (Tableau II), ainsi que les effets du mois et du secteur Ifremer, et leur interaction. En revanche, l'effet de la profondeur n'apparaît pas significatif dans le cas de l'année 2003. Dans ce cas, l'influence de cette dernière variable sur les captures de vivaneaux est positive. Cependant, la variable *Prospect* ne permet d'expliquer qu'un peu moins de 4% de la variabilité des données cette année-là.

Tableau II Résumé des résultats des modèles ajustés individuellement pour chaque année. p.val *Prospect* est la probabilité associée à l'ANCOVA (ANalyse de COVAriance) sur le coefficient lié à la variable *Prospect*. Effet *Prospect* donne le signe associé à ce coefficient. On considère que les p.val inférieures à 0.05 reflètent un effet significatif.

Année	Modèle	p.val <i>Prospect</i>	Effet <i>Prospect</i>	Pourcentage de déviance expliquée	Pourcentage prospect
2002	Ln(<i>Nb_pêcheurs</i>)+Ln(<i>Tps_pêche</i>)+ <i>Prof</i> + <i>Sect</i> + <i>Mois</i>	0.060	-	9.10	0.16
2003	Ln(<i>Nb_pêcheurs</i>)+Ln(<i>Tps_pêche</i>)+ <i>Sect</i> + <i>Mois</i>	0.002	+	61.18	3.89
2005	Ln(<i>Nb_pêcheurs</i>)+Ln(<i>Tps_pêche</i>)+ <i>Prof</i> + <i>Sect</i> + <i>Mois</i>	0.024	-	20.06	0.17
2009	Ln(<i>Nb_pêcheurs</i>)+Ln(<i>Tps_pêche</i>)+ <i>Prof</i> + <i>Sect</i> + <i>Mois</i>	0.116	-	12.63	0.07
2010	Ln(<i>Nb_pêcheurs</i>)+Ln(<i>Tps_pêche</i>)+ <i>Prof</i> + <i>Sect</i> + <i>Mois</i>	0.078	-	16.98	0.08
2012	Ln(<i>Nb_pêcheurs</i>)+Ln(<i>Tps_pêche</i>)+Ln(<i>Nb_hameçons</i>)+ <i>Prof</i> + <i>Sect</i> + <i>Mois</i> + <i>Sect x Mois</i>	0.105	+	22.60	0.70

Les modèles utilisant une extension de la période de réaction aux campagnes sismiques de 5 jours conduisent à des résultats similaires aux analyses des données sans période de réaction pour les années 2002, 2005, 2009 et 2012, tandis que l'influence positive de la prospection sismique perd sa significativité pour 2003 et que son influence négative devient significative pour 2010.

Les sorties du modèle basé sur l'ensemble de la série de données indiquent l'absence de significativité de la prospection sismique sur les captures de vivaneaux (ANCOVA, p.val = 0.88). L'importante variabilité temporelle des rendements des ligneurs

vénézuéliens n'apparaît donc pas modifiée par la conduite de campagnes de prospection sismique (Fig. 2).

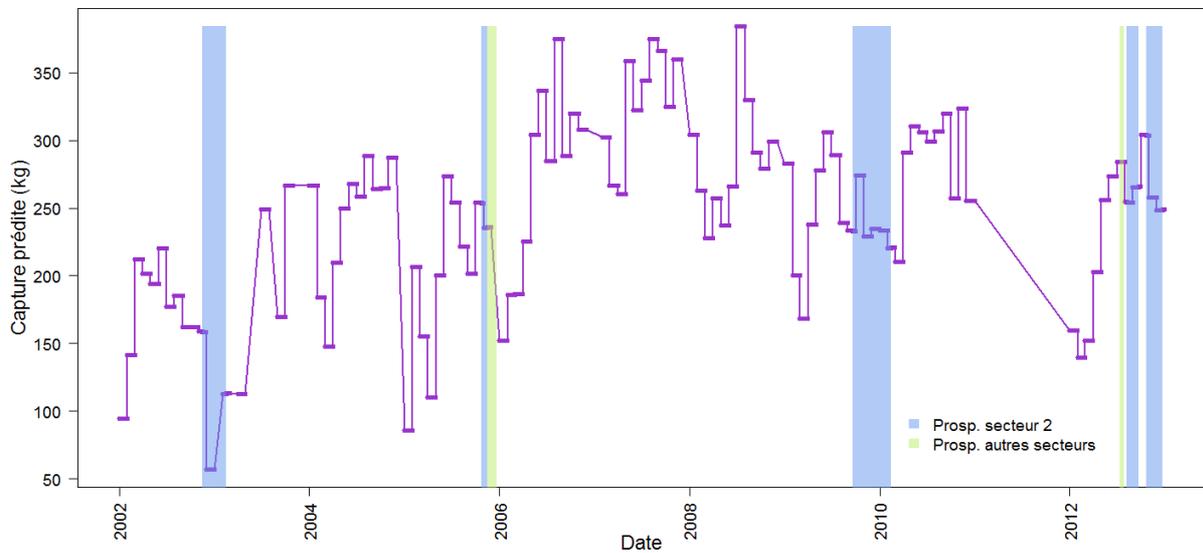


Fig. 2 Capture journalière standardisée prédite pour l'ensemble de la série de données et dans le secteur 2

Discussion

L'effet de la prospection sismique sur les captures de vivaneaux apparaît significatif pour les années 2003 et 2005 (au seuil de 0.05). Dans le premier cas, les résultats suggèrent une influence positive de cette variable sur les captures, qui augmenteraient donc durant la période des campagnes sismiques. Ce résultat isolé, combiné au fait qu'il correspond au seul modèle pour lequel l'effet de la profondeur n'est pas statistiquement significatif, conduisent à la prudence pour interpréter ce résultat. Il semblerait que la significativité de l'effet prospection est fortuit et serait donc imputable à la variabilité inhérente aux données. Cette interprétation est renforcée par le fait que la campagne sismique correspondante s'est déroulée dans les premières semaines de l'année, qui coïncide avec le plus faible nombre de marées observées. En effet, seules deux marées sont relevées au cours de la période de prospection en 2003. Dans le second cas, l'ANCOVA révèle une influence négative des campagnes de prospection sismique sur les captures de vivaneaux. Cependant, la prise en compte de l'effet de la prospection ne permet d'expliquer que 0.17% de la variabilité des données, indiquant une influence très minime de ce facteur.

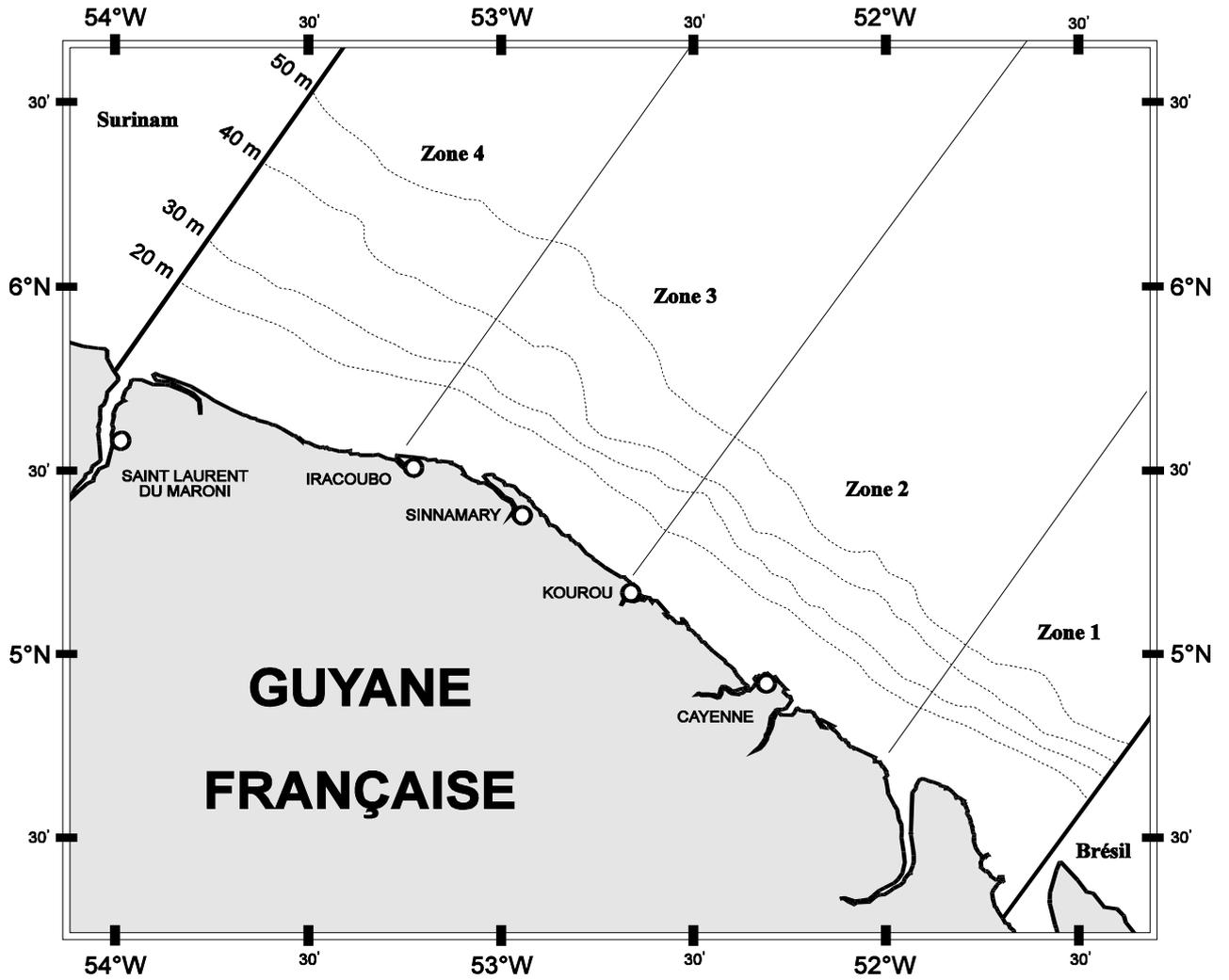
En conclusion, il n'apparaît pas d'effet notable de la prospection sismique sur les rendements de la pêcherie de vivaneaux. Ce résultat est en contradiction avec ceux de Skalski *et al.* (1992) et de Engås *et al.* (1996) qui relèvent une diminution des captures à proximité des zones de tirs. Cependant, il est en accord avec les observations de Wardle *et al.* (2001) qui notent qu'après une réaction réflexe à la suite des détonations, les poissons restent à proximité des récifs sur lesquels ils étaient déjà présents avant les tirs. Il est aussi fort probable que la distance souvent importante entre les zones de prospection sismique et les zones de pêche du vivaneau en Guyane explique l'absence d'effet constatée sur les rendements des ligneurs. En effet, bien que les sons générés par les canons à air soient potentiellement perceptibles par les poissons à plus de 100 km dans des conditions de transmission optimales (Greene and Richardson 1988), l'intensité sonore à de telles distances est probablement insuffisante pour induire des modifications comportementales.

Bibliographie

- Andriguetto-Filho, J.M., Ostrensky, A., Pie, M.R., Silva, U.A., and Boeger, W.A. 2005. Evaluating the impact of seismic prospecting on artisanal shrimp fisheries. *Continental Shelf Research* **25**: 1720-1727.
- Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E., and Soldal, A.V. 1996. Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **53**(10): 2238-2249.
- Greene, C.R., and Richardson, W.J. 1988. Characteristics of marine seismic survey sounds in the Beaufort Sea. *Journal of the Acoustical Society of America* **83**(6): 2246-2254.
- Hirst, A.G., and Rodhouse, P.G. 2000. Impacts of geophysical seismic surveying on fishing success. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **10**: 113:118.
- Skalski, J.R., Pearson, W.H., and Malme, C.I. 1992. Effects of sound from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook-and-line fishery for rockfish (*Sebastes* spp.). *Canadian Journal for Fisheries and Aquatic Sciences* **49**: 1357-1365.
- Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., and Ona, E. 2004. Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fisheries Research* **67**.
- Wardle, C.S., Carter, T.J., Urquhart, G.G., Johnstone, A.D.F., Ziolkowski, A.M., Hampson, G., and Mackie, D. 2001. Effects of seismic air guns on marine fish. *Continental Shelf Research* **21**: 1005-1027.

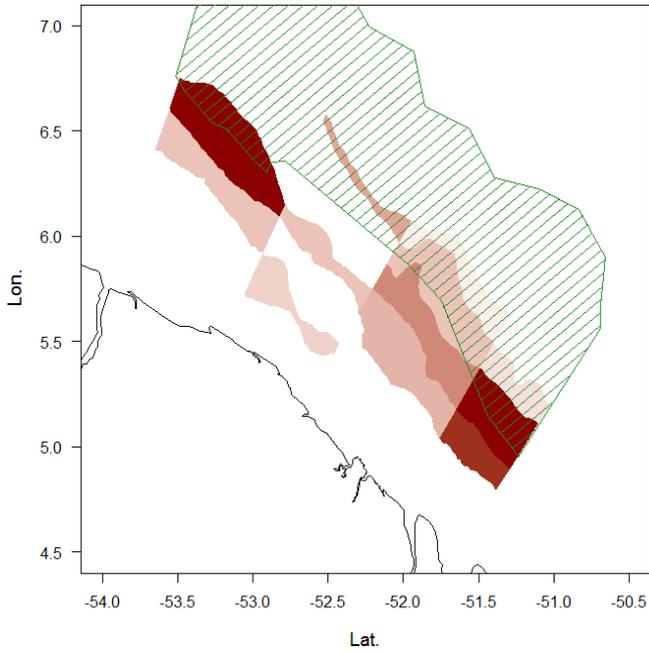
Annexes

Annexe I Secteurs de pêche tels que définis par Ifremer pour le suivi de la pêche de vivaneaux

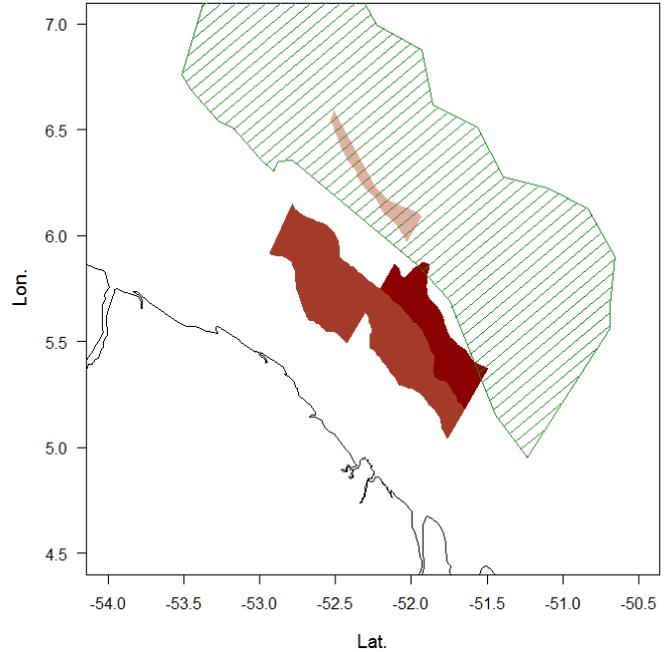


Annexe II Distribution de l'effort de pêche durant les campagnes de prospection sismique et position des zones de prospection sismique (hachures vertes et bleues). L'intensité de la couleur est proportionnelle à l'effort déployé dans une strate.

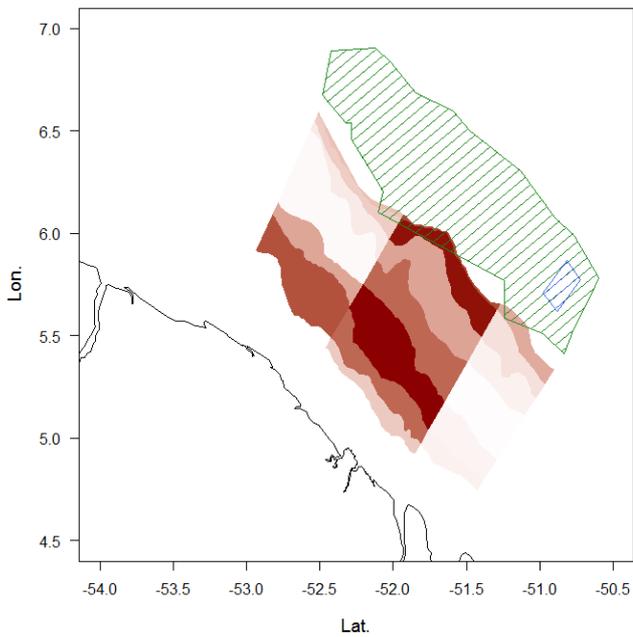
2002



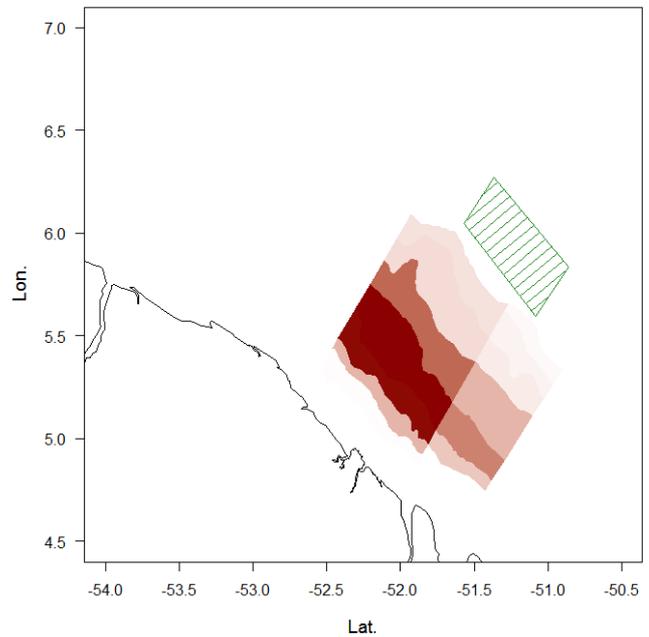
2003



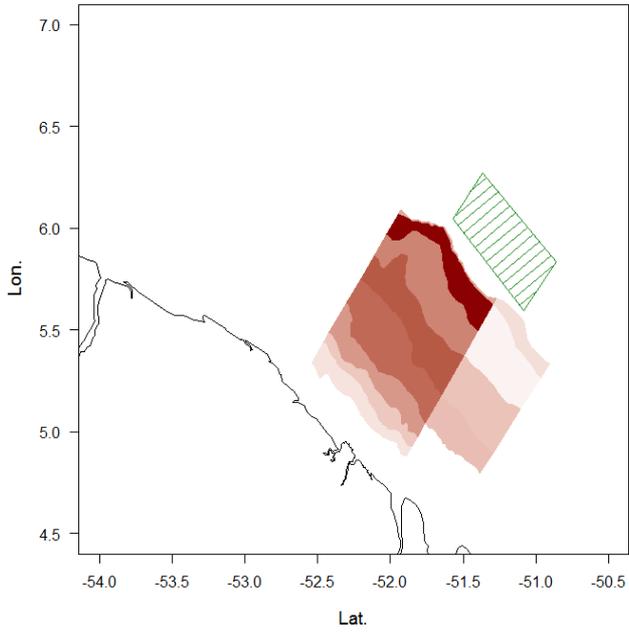
2005



2009



2010



2012

