



Effets des variabilités climatiques saisonnières et interannuelles sur l'habitat et les captures de thons dans la ZEE de Nouvelle-Calédonie

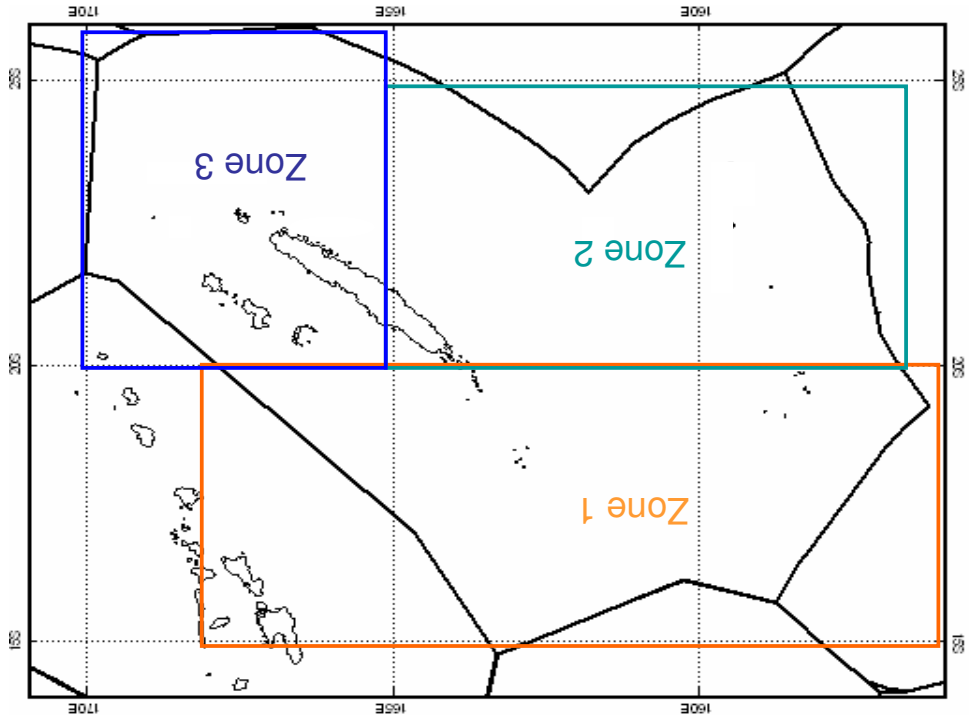
Travaux réalisés par Karine BRIAND, chargée de recherche pour le programme ZONECO, sous l'encadrement de F. Lehody (Chargé de recherche principal en biologie et écologie thonière, CPS)

- Principaux résultats -

CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE LA ZEE DE NOUVELLE CALÉDONIE : (EXPLICATIONS EN PAGE 4)

Zone 1

- Courants :**
- La masse d'eau chaude et dessalée en provenance du Courant Equatorial Sud (SEC) entre dans la ZEE par cette zone et se dirige globalement vers l'Ouest-Sud-Ouest
- Température :**
- Dans la couche de surface (0-100m), les températures varient sur l'année entre 24,5° et 27°
- Chlorophylle :**
- Fortes concentrations de chlorophylle au niveau d'Entrécasteaux et des plateaux des Chesterfield et de Lansdowne
 - Cette zone connaît un pic saisonnier en juin. Un second pic peut apparaître en février-mars (été)
- Proies :**
- Quelques soit la profondeur considérée, cette zone est la plus pauvre en proies



Zone 2

- Courants :**
- On observe une circulation tourbillonnaire à l'échelle de la zone mais il est difficile d'établir une tendance générale.
- Température :**
- Dans la couche de surface (0-100m), les températures sont plus faibles et l'écart thermique entre les saisons est plus important. Les températures varient entre 22° et 25,5°.
- Chlorophylle :**
- Dans la couche intermédiaire (100-400m), les températures restent quasiment stables tout au long de l'année (18-19°C)
 - Un pic saisonnier est observé en juillet-août. Un second pic peut apparaître en février-mars (été).
- Proies :**
- C'est dans cette zone que la concentration de proies en surface (0-100m) est la plus importante, notamment la nuit

Zone 3

- Courants :**
- La masse d'eau fraîche et salée en provenance du Courant Sub-Tropical (STCC) entre dans la ZEE au niveau de cette zone et se dirige globalement vers l'Est.
 - Dans cette zone, les eaux du SEC longe la côte Est et entrent en contact avec les eaux du STCC. Ceci entraîne une forte discontinuité (fronts) thermohaline très favorable à la concentration des grands pélagiques et des mammifères marins surtout durant la période hivernale.
- Température :**
- Dans la couche de surface (0-100m), les températures sont plus faibles et l'écart thermique entre les saisons est plus important. Les températures varient entre 22° et 25,5°.
- Chlorophylle :**
- Dans la couche intermédiaire (100-400m), les températures restent quasiment stables tout au long de l'année (18-19°C)
 - Forte concentration de chlorophylle quelque soit les années ou les mois. Un pic saisonnier est observé en juillet-août. Un second pic peut apparaître en février-mars (été).
- Proies :**
- Cette zone, est la plus riche en proies si l'on considère les couches profondes (> 100 m)



CONTEXTE ET OBJECTIF :

Les connaissances engrangées depuis le démarrage de la pêche thonière dans le Pacifique ont montré que la distribution des différentes espèces de thon, dans l'espace et dans le temps,

Les études réalisées par différentes disciplines scientifiques ont mis en évidence que l'existence de cycles saisonniers et pluri-annuels avait des répercussions très fortes sur le milieu marin. Ces effets peuvent varier selon les espèces, les régions et en conséquence, sur les différentes pêcheries. Si l'on mesure aujourd'hui l'importance de ces phénomènes sur les rendements de thon, il est difficile de distinguer les variables qui ont le plus d'influence et s'il existe des différences significatives entre les espèces.

Cette étude a été conduite afin d'évaluer le degré d'impact des paramètres environnementaux sur les rendements de la pêche palangrière en Nouvelle Calédonie. Les paramètres pris en compte proviennent à la fois de données observées par imagerie satellitaire (température de surface, Chlorophylle-a) et de modèles numériques développés depuis plusieurs années par la CPS. L'incidence de ces paramètres sur les rendements est mesurée à l'aide d'analyses statistiques sur la période 1983-2004.

La ZEE de Nouvelle-Calédonie a été stratifiée en 3 zones distinctes. L'environnement de chacune des zones est décrit sur la base d'observations in situ, de données satellitaires et également de variables prédites par un modèle couplé physique-biogéochimique (ESSIC). Au préalable, certaines caractéristiques générales des conditions environnementales en NC peuvent être listées :

Courants : Il est très délicat de faire descriptif fiable de la circulation océanique générale autour de la Nouvelle Calédonie car les courants varient fortement en direction et en intensité selon les saisons et les vents. Globalement les courants dans la ZEE sont alimentés par une masse d'eau chaude et dessalée arrivant par le nord de la ZEE (Courant Equatorial Sud ou SEC) et une masse d'eau plus fraîche et salée arrivant par le sud (Contre Courant Sub-Tropical ou STCC). Une autre tendance générale est que les courants dominants sont plus intenses durant la période hivernale et plus fort au Nord qu'au Sud de la ZEE.

Chlorophylle A (production primaire): La production est continue à l'intérieur du lagon de la Grande Terre et des îles Loyautés où les apports en éléments nutritifs venant de la terre restent emprisonnés dans le lagon. Les données satellites de chlorophylle montrent un pic saisonnier pour les trois zones durant la période hivernale (juin et août) autour de la Nouvelle-Calédonie. Suivant les zones, il est possible de distinguer des variations saisonnières notables.

Oxygène : Les taux d'oxygène dans la ZEE étant compris entre 5 ml/l et 3,9 ml/l, ce facteur est largement supérieur au seuil des 2ml/l en deçà duquel il devient limitant pour la distribution des thons.

SAISONNALITE DES CAPTURES ET DISTRIBUTION SPATIALE : (PAGE 2)

Les variations de rendements observés sur la période 1983-2004 ont été analysées via des modèles statistiques (GAM) afin d'expliquer l'influence relative de différents paramètres spatio-temporels que sont la longitude, la latitude, les années et les périodes de 10 jours. Il s'avère, après analyses, que ces paramètres spatio-temporels expliquent entre 14 % (BET) et 24 % (ALB) des variations de rendement sur la période. L'effet le plus significatif est représenté, pour chacune des espèces, par un astérisque. Si le pourcentage expliqué par chacune des variables peut paraître faible, il illustre bien la grande complexité des relations thons environnement ou de nombreuses variables, souvent liées les unes aux autres, pouvant influer de manière croisée sur les rendements de la pêche palangrière.

Les résultats présents en page 2, représentent les anomalies, c'est-à-dire les zones ou les périodes pour lesquelles les rendements observés sont supérieurs ou inférieurs à la moyenne de la période (représentée par une ligne horizontale).

INFLUENCE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX : (PAGE 3)

Suite à l'analyse de l'influence des paramètres spatio-temporels sur les rendements de thon, une analyse du même type a été conduite afin de comprendre l'influence de l'environnement sur ces mêmes rendements. Les variables prises en compte sont issue du modèle SEAPODYM (déjà décrit) et concerne :

- le courant
- la température de l'eau,
- la concentration de proie
- ainsi que la production primaire

On désigne par production primaire les premiers maillons de la chaîne trophique des océans qui se compose de cellules végétales appelée « phytoplancton ». Ce phytoplancton se distribue dans les 100 premiers mètres de la colonne d'eau et va conditionner la présence d'organismes animaux (zooplancton, necton) plus complexes dont les éléments les plus gros vont constituer les proies des thon. La Chlorophylle-A, mesurée par image satellite n'est qu'une image de la concentration de ces organismes dans les premiers mètres de la colonne d'eau. Les variables qui ont la plus forte influence sur les rendements sont présentées par espèce dans le tableau suivant de manière hiérarchique.

INCIDENCE DES PHENOMENES ENSO SUR LES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DANS LA ZEE ET LES CAPTURES :

Les résultats, basés sur des données observées ou prédites par le modèle, sont comparés afin de proposer un schéma de fonctionnement de l'écosystème pélagique soumis à l'influence des épisodes ENSO, pour les différentes zones présentes et les différentes couches de la colonne d'eau.

Courant :

Le courant marin est étudié en séparant la composante zonale (Est-Ouest) de la composante méridienne (Nord-Sud).L'impact du phénomène ENSO sur le courant n'est pas identique :

- A toutes les profondeurs : lors d'un épisode El Niño, on assiste à un renforcement des courants vers l'Ouest dans l'ensemble des couches de la ZEE et à un renforcement du courant vers le Nord pour les profondeurs supérieures à 100m.
- Dans toutes les zones : ce phénomène est beaucoup plus marqué au Nord de la ZEE qu'au Sud.

Température :

Ce phénomène apparait avec un décalage allant de 6 mois dans le Nord à 9 mois dans le Sud

Rélation avec les captures des palangriers :

Si les effets varient selon l'espèce considérée et suivant l'échelle à laquelle on cherche à comprendre ce phénomène, de grandes tendances peuvent être avancées : lors d'un événement ElNiño, la température de l'eau dans la ZEE diminue et on assiste à une exposition de phytoplancton dans la ZEE qui entraînera après quelques mois une augmentation de la concentration de proies dans la zone. A grande échelle, un tel phénomène attirera les prédateurs à la recherche de proies et principalement les espèces préférant les eaux relativement fraîches comme le thon blanc (inversement pour LaNina, qui attirera espèce aimant les eaux plus chaudes, tels les thons jaunes et obèse). En fonction du décalage entre l'apparition de l'effet El Nimo et sa répercussion sur les différentes composantes de la chaîne alimentaire, certaines zones et certains mois seront plus ou moins favorables selon la densité des proies dans une zone considérée et selon le métabolisme de l'espèce qui vient s'y alimenter. Cependant les phénomènes ElNiño et LaNina ont également une influence très importante sur le succès de la reproduction de ces espèces et donc à long terme sur toute l'espèce. Ces phénomènes à moyen et long terme peuvent donc interagir ou s'opposer.

PRISE EN COMPTE DES PROIES DES THONS

L'un des intérêts majeurs du travail ici réalisé est qu'il s'appuie sur le modèle SEAPODYM, développé par le programme Pêche Hauturière de la CPS : un modèle est une représentation simplifiée de la réalité qui dans ce cas précis s'intéresse au fonctionnement de l'Océan Pacifique et au comportement des thons au sein de celui-ci.

Ce modèle utilise les notions fondamentales de physique, de biologie et de géochimie pour offrir une représentation réalisée du fonctionnement d'une partie de l'écosystème du Pacifique. Il a été conçu en quantifiant des relations majeures liant les caractéristiques physiques de l'océan (vent, courants, T°C, profondeur) aux composantes biologiques. Ces dernières, constituant la chaîne biologique de l'océan, peuvent être décomposées en communautés biologiques distinctes interagissant les unes avec les autres, depuis la production primaire (dont la Chlorophylle-a est un élément essentiel et mesurable) jusqu'aux prédateurs supérieurs que sont les thons, en passant par différentes tailles d'organismes intermédiaires (zooplancton, necton etc).

Le modèle SEAPODYM décompose la colonne d'eau en trois couches d'eau différentes : la couche de surface entre 0 et 100 m, la couche intermédiaire entre 100 et 400 m et la couche profonde entre 400 et 1000 mètres. Ces trois couches ont des caractéristiques différentes en terme de température, de courant et d'organismes vivants, chacune étant reliée aux autres par des interactions proies-prédateurs.

Tout comme les thons qui ont un comportement, un régime alimentaire et des habitats préférentiels, les proies des thons se composent d'espèces très différentes, caractérisées par des tailles, des profondeurs et des comportements alimentaires et migratoire différents. Cette étude apporte un éclairage particulier sur l'influence de ces proies, de leur densité et de leur répartition géographique sur les captures des différentes espèces de thon.

A ce jour, aucune des technologies disponibles n'est mise à profit pour obtenir des informations en temps réel sur la présence de ces proies caractéristiques physiques de l'océan sont utilisées pour circonscrire les résultats présentés dans ce résumé apportent un éclairage nouveau sur l'écologie et les dynamiques des espèces thonières et doivent permettre, à moyen terme, d'identifier les facteurs les plus pertinents pour un meilleur ciblage des espèces thonières.

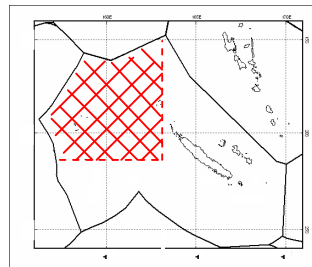
SAISONNALITE DES CAPTURES ET DISTRIBUTION SPATIALE : (EXPLICATIONS EN PAGE 4)

Variabilité :

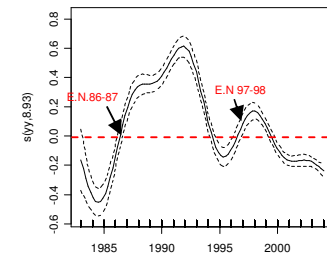
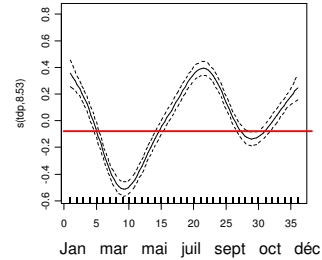
Spatiale

Saisonnière

Inter-annuelle



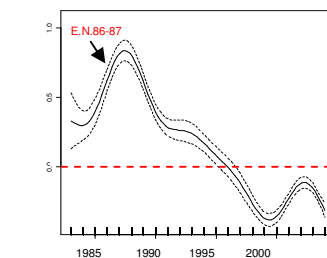
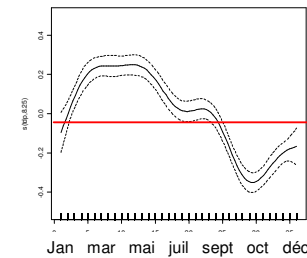
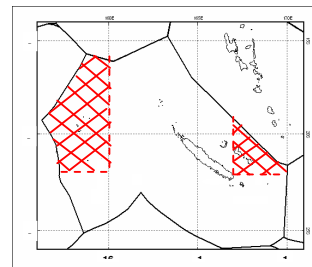
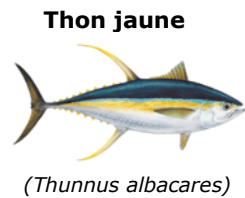
*



Les meilleurs rendements sont obtenus dans le Nord-Ouest de la ZEE (Chesterfield – Lansdowne).

Les meilleurs rendements sont obtenus de :
Mai à Septembre et de Novembre à Février

L'apparition d'un évènement El-Nino (E-N) caractérisé par un refroidissement des eaux dans la ZEE semble avoir un effet bénéfique sur les captures de thon blanc.

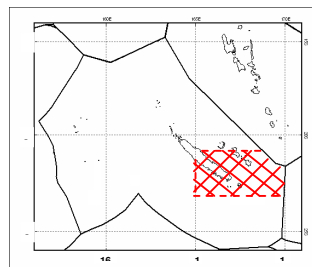


*

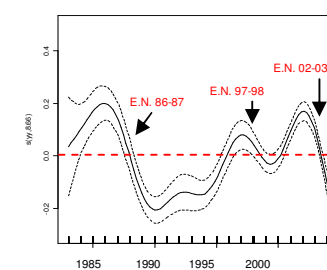
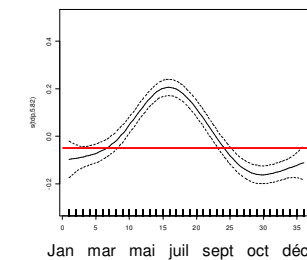
Les meilleurs rendements sont obtenus dans l'Ouest (Chesterfield) et aux Iles Loyautés bien que la tendance soit moins nette que pour les autres espèces

Les meilleurs rendements sont obtenus de :
Février à Août

Baisse des rendements à partir de 1998, concécutif à une hausse importante de l'effort de pêche et une baisse du recrutement
L'influence d'El-Nino semble moins significative.






*



Les meilleurs rendements sont obtenus dans le Sud de la grande Terre (englobant les Iles Loyautés et l'Ile des Pins) .

Les meilleurs rendements sont obtenus de :
Mars à Août

El-Nino semble ici avoir un influence négative sur les captures de thon obèse. A l'inverse, les évènements La-Nina (rechauffement des eaux) apparaissent comme bénéfiques sur les captures de thon obèse.

<p><i>Variables ayant une influence significative</i></p> <p>Thon blanc</p>  <p>(<i>Thunnus alalunga</i>)</p>	<p>Courant</p> <p>1/ La composante zonale (est-ouest) dans la couche 0-100 m a une influence significative sur les rendements :</p> <p>→ Les rendements sont supérieurs à la moyenne lorsque les courants sont dirigés vers l'ouest et ont une certaine intensité</p> <p>→ Lorsque les courants vont vers l'est, les rendements obtenus sont inférieurs à la moyenne</p> <p>→ L'hypothèse avancée est que les courants dirigés vers l'ouest peuvent entraîner des enrichissements de production primaire et des apparitions de fronts thermiques, notamment dans les zones où les masses d'eau sont arrêtées par le relief (ex : Chesterfield, Lansdowne). Ces phénomènes vont favoriser la concentration de proies et de thons. A l'inverse, lorsque les courants faiblissent ou se dirigent vers l'Est, les conditions de concentration des proies ne sont pas réunies : les thons se dispersent donc sur une plus grande échelle à la recherche de nourriture.</p>	<p>Proies</p> <p>2/ La densité de proies a une influence significative sur les rendements dans la couche de surface la nuit et dans la couche intermédiaire le jour.</p> <p>→ Les résultats montrent que les rendements sont supérieurs à la moyenne pour une densité de proies intermédiaire.</p> <p>→ Lorsque les proies deviennent trop nombreuses, les rendements diminuent. L'hypothèse avancée est que les appâts sont délaissés par le thon qui préfère se nourrir sur les proies vivantes environnantes.</p>	
<p><i>Variables ayant une influence significative</i></p> <p>Thon jaune</p>  <p>(<i>Thunnus albacares</i>)</p>	<p>Température</p> <p>1/ La température dans la couche intermédiaire a une influence significative sur les rendements.</p> <p>→ Les rendements sont supérieurs à la moyenne dans les eaux de plus de 20°C (correspond à la couche située au dessus de la thermocline)</p> <p>→ A l'inverse, les rendements sont inférieurs à la moyenne dans les eaux inférieures à 20°C</p>	<p>Proies</p> <p>2/ La densité de proies a une influence significative sur les rendements dans la couche de surface la nuit et dans la couche intermédiaire le jour.</p> <p>→ Les résultats montrent que les rendements sont supérieurs à la moyenne pour une densité de proie intermédiaire.</p> <p>→ Les rendements restent supérieurs à la moyenne même lorsque les proies deviennent très abondantes.</p> <p>→ Ce résultat peut s'expliquer par une différence physiologique entre les deux espèces. En effet, le thon jaune est sans doute moins exigeant sur la nourriture car il dépense plus d'énergie lors de ses déplacements et a besoin d'un apport en nourriture plus conséquent pour compenser ses pertes.</p>	<p>Production primaire</p> <p>3/ La production primaire a une influence significative sur les rendements.</p> <p>→ Les meilleurs rendements sont obtenus dans des eaux où la charge particulaire est faible (faible concentration en Chlorophylle-a).</p> <p>→ Ce résultat peut s'expliquer par le comportement de chasse à vue de cette espèce qui recherche les zones où la charge particulaire n'est pas trop forte.</p>
<p><i>Variables ayant une influence significative</i></p> <p>Thon obèse</p>  <p>(<i>Thunnus obesus</i>)</p>	<p>Température</p> <p>2/ La température dans la couche de surface a une influence significative sur les rendements.</p> <p>→ Pour cette espèce, les relations sont moins claires et difficiles à expliquer</p>	<p>Production primaire</p> <p>1/ La production primaire a une influence significative sur les rendements.</p> <p>→ Bien que la relation soit délicate à expliquer, le thon obèse semble, comme le thon jaune, éviter les eaux trop chargées.</p> <p>→ Par contre, à l'inverse du thon jaune, il préfère les eaux qui présentent quand même une charge particulaire moyenne.</p>	