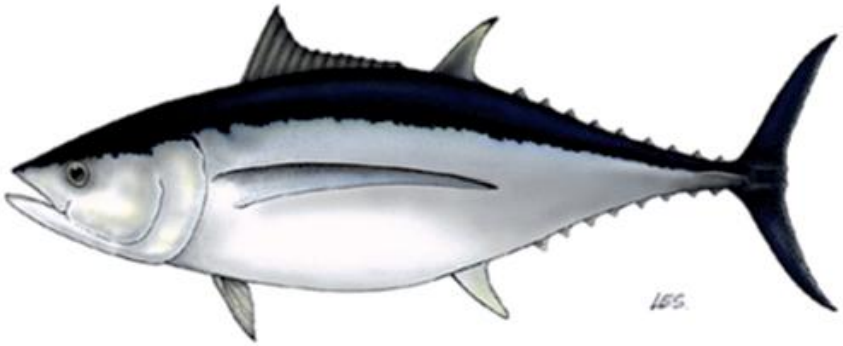
Mémoire de Master 1 Biologie
Spécialité « Dynamique des Écosystèmes Aquatiques »
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Analyses de données halieutiques (séries historiques) sur le thon germon, *Thunnus alalunga*, en Atlantique Nord-est

AUDREY PATUCCA



(Source : www.iccat.fr)

Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'entreprise ou du laboratoire d'accueil

Année universitaire 2014/2015

Tuteurs : Gilles Morandeau[1], Natacha Nikolic[2]
(1) IFREMER – Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaines, Anglet
(2) IFREMER – Délégation de La Réunion, Rue Jean Bertho, BP 60, 97 822 Le Port Cedex, La Réunion

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Nathalie Caill-Milly, Responsable du Laboratoire Ressource Halieutique d'Aquitaine, pour m'avoir permis d'effectuer ce stage et de m'avoir accueilli dans le laboratoire IFREMER d'Anglet.

Je tiens à remercier mes responsables de stage. Je remercie Gilles Morandeau pour m'avoir apporté des connaissances spécifiques dans le domaine halieutique et sur l'historique des pêches en Atlantique. Son aide précieuse m'aura permis de me donner des bases d'autant plus solides pour me préparer au monde du travail. Je remercie Natacha Nikolic pour m'avoir permis d'acquérir des connaissances dans le domaine des statistiques, la modélisation, et l'halieutique.

Mes remerciements vont également à Muriel Lissardy et Florence Sanchez pour m'avoir aidé et soutenu tout au long de ce stage.

Merci également à Marie-Noëlle De Casamajor et Yann Lalanne pour m'avoir permis d'effectuer des sorties de terrain et pour leur aide durant ce stage.

Je tiens à remercier Noëlle Bru, Directrice de l'UPPA, pour avoir répondu à de nombreuses questions.

Mes responsables de stage se joignent à moi pour remercier Marc Taquet et Loïc Antoine (Ifremer) pour nous avoir fourni des séries de données anciennes sur le thon germon et indispensables pour ce travail et les travaux à venir en lien avec l'évaluation des stocks.

Enfin, merci à Laura Huguenin, également stagiaire, pour sa bonne humeur.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 2
INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ÉTUDE 3
1. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE 4
1.1 L'espèce *Thunnus alalunga* en Atlantique Nord-est. 4
1.2 L'histoire de la pêche du thon germon 5
1.3 L'évolution des captures 6
1.4 La mise en place des suivis de captures 6
1.5 Présentation de la CICTA 7
1.6 Le calcul des Captures par Unités d'Effort (CPUEs) et la standardisation des données 7
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES 9
2.1 Les bases de données utilisées (1967 à 2014) 9
2.2 Utilisation des données pour les formulaires CICTA 10
2.3 Les corrections d'anomalies dans les bases de données 11
2.4 Les analyses de données 14
3. RÉSULTATS 15
3.1 Les formulaires CICTA et les données d'échantillonnages 15
3.2 Les données de 1967 à 1986 16
3.3 Les données de 1991 à 2014 20
4. DISCUSSION 24
CONCLUSION ET PERSPECTIVES 28
BIBLIOGRAPHIE 29
WEBOGRAPHIE 31
ANNEXES 32
RÉSUMÉ 63

AVANT-PROPOS

L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) a été crée en 1984, c'est un établissement public à caractère industriel et commercial, qui contribue au système de recherche et d'innovation national dans les sciences marines. Cet institut est organisé en quatre départements (Ressources Biologiques et Environnement, Ressources physiques et écosystèmes de fond de mer, Océanographie et dynamique des écosystèmes, et Infrastructures marines et numériques) dont le siège se trouve à Paris (www.ifremer.fr). La structure dans laquelle j'effectue mon stage est implantée à Anglet, au Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaine (LRHA), rattaché au département Ressources Biologiques Environnement. Les principales thématiques de recherche du LRHA concernent les écosystèmes marins et lagunaires.

INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le germon, *Thunnus alalunga*, est un poisson pélagique ayant une large répartition géographique puisqu'il est présent dans l'ensemble des régions océaniques (Atlantique, Pacifique, Indien, et Méditerranée) excepté les régions polaires. C'est l'une des sept espèces de thon les plus commercialisées dans le monde. Au cours de la dernière décennie (de 2001 à 2010), cette espèce a représenté 5,9 % des captures totales de thonidés (Nikolic et al. 2015). Les captures se réalisent essentiellement dans le Pacifique (63 %), puis dans l'Océan Atlantique (20 %) et l'Océan Indien (15 %) (www.fao.org). Elles ne représentent que 2 % en Méditerranée (www.fao.org). Ce chiffre n'est pas négligeable au regard des 20% de l'apport des protéines animales consommées par l'homme et provenant de la mer (Daw et al. 2009). Il est donc essentiel de maintenir des stocks exploitables en évitant une surpêche qui fragiliserait les populations de germon. Il y a donc un double enjeu, écologique et socio-économique.

Six stocks de germon ont été identifiés par le RMFOs (Regional Fisheries Management Organisations). En Atlantique, deux stocks ont été définis, un dans la partie de l'hémisphère Nord et l'autre dans la partie Sud. Le Parlement Européen a mis en place la politique commune de la pêche (PCP, Règlement N°1380/2013 du Parlement Européen et du Conseil), visant à améliorer la conservation et l'exploitation durable des ressources halieutiques. Le Taux Annuel de Capture (TAC) est fixé à 4421 tonnes en France (Règlement (UE) 2015/104 du Conseil).

Depuis 1966, la CICTA (Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique) réunit des groupes d'experts pour étudier les stocks de thonidés en Atlantique (Nord et Sud). L'objectif de ces groupes est d'évaluer l'évolution de l'état des stocks des espèces halieutiques exploitées afin de déterminer les mesures de gestion pour une exploitation durable des ressources marines. Pour cela, les données halieutiques doivent être transmises par l'ensemble des états membres. Ces données comportent principalement des informations sur le type de pêcherie et les captures des espèces exploitées. Ainsi chaque année, plusieurs séries de données en statistique des pêches, synthétisées via des formulaires communs à tous les pays membres, sont rendues à la CICTA. L'IFREMER prépare ces informations pour l'ensemble des espèces exploitées, dont le thon germon, puis elle les transmet, via un organisme gouvernemental, à la DPMA (La Direction des Pêches maritimes et de l'Aquaculture) et la CICTA.

Au cours de ce stage, nous nous sommes intéressés aux données halieutiques de thon germon provenant de l'Atlantique Nord-est. Les données halieutiques représentaient des données de captures de pêche et de captures par unité d'effort (CPUEs) selon les flottilles et les engins en fonction de l'hétérogénéité géographique et temporelle.

Les objectifs du stage furent :

- De préparer et d'analyser les données de captures de thon germon (identifier les anomalies et proposer des corrections) à partir de la base de données du SIH (Système d'Information Halieutique) de l'IFREMER et des séries historiques reposant sur un système déclaratif mis en place par l'OSTPM (Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, depuis 1967).
- De préparer les formulaires CICTA, à partir de ces données, afin de les restituer aux groupes d'experts, et accompagnés d'un paragraphe de matériel et méthode.
- D'analyser ces données (statistiques et cartographies) pour les préparer aux travaux futurs (en dehors de ce stage, en collaboration avec la NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration) de standardisation des Captures par Unités d'Effort (CPUEs).

1. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 L'espèce *Thunnus alalunga* en Atlantique Nord-est

Le thon germon est une espèce quasiment menacée d'extinction selon l'IUCN (www.iucnredlist.org) et surexploitée dans l'Atlantique selon la CICTA, même si certains modèles d'évaluations des stocks révèlent des incertitudes (ICCAT, 2010 ; Nikolic et al. 2015[1]).

1.1.1 La biologie de l'espèce étudiée

Le thon germon, appelé aussi thon blanc, est un poisson migrateur osseux de la famille des Scombridés. Sa taille peut atteindre 140 cm et un poids jusqu'à 40 kg (Biseau, 2002). L'une de ses principales caractéristiques est la longueur de ses nageoires pectorales pouvant atteindre la seconde pinnule dorsale (Quéro et Vayne, 1997). Sa durée de vie est d'environ 10 ans.

Ce poisson possède un système respiratoire bien développé, grâce à la *rete mirabilis* qui est un organe doté d'échangeurs thermiques à contre-courant permettant de limiter la perte de chaleur (www.iccat.int/fr). Il possède également des muscles rouges internes chargés en forte quantité de mitochondries et entourés de muscles blancs, un grand volume de sang, et un cœur de taille importante. L'ensemble de ces adaptations lui permettent de maintenir des températures internes élevées dans les eaux froides (Morrison et al. 1978). Les adultes sont ainsi capables de thermorégulation et de se déplacer dans les eaux plus profondes. En effet, les juvéniles n'ont pas encore entièrement développé ce système. La température est un facteur environnemental crucial dans la distribution du germon. L'Oscillation Nord-Atlantique (NAO) et le Gulf Stream Index (GSI) sont connus pour avoir une influence sur le comportement migratoire et le recrutement du germon (Goikoetxea, 2014). Avec une NAO forte, le recrutement est faible (Santiago, 2004). Les CPUEs dans l'Atlantique Nord sont significativement plus fortes lorsque la NAO est négative. Une diminution de la température de l'eau de surface affecterait les captures et réduirait à la fois l'abondance et le recrutement des thonidés (Nikolic et al. 2015).

Il atteint sa maturité sexuelle au cours de la cinquième année pour une taille totale au alentour de 85 cm (Bard, 1981). Une femelle peut porter de 800 000 à 2 600 000 ovules avec une ponte généralement au printemps. La ponte est synchronisée avec les températures chaudes afin de favoriser la croissance des œufs et des larves. Les individus de plus de 85 cm sont majoritairement des mâles car le pourcentage de femelle diminue avec leur taille (Bard, 1981).

Concernant son alimentation, le germon se nourrit de poissons, de crustacés et de céphalopodes, avec un régime alimentaire opportuniste (Salman et Karakulak, 2008). Dans le Golfe de Gascogne, ce poisson aurait une préférence pour les anchois (*Engraulis encrasicolus*) qui aurait une valeur calorifique plus élevée (Nikolic et al. 2015).

[1] En cours de publication.

1.1.2. La répartition spatiale de l'espèce

Le germon est un poisson épi- et méso-pélagique, réparti au niveau des régions tempérées et tropicales du globe, dans des eaux comprises entre 13,5 et 25,2 °C (Collette and Nauen 1983). La recherche des températures optimales pousse le thon germon à effectuer des migrations verticales dans la colonne d'eau des eaux chaudes en surface aux eaux plus froides en profondeur. La profondeur maximale atteinte connue est de 450 mètres (www.iccat.int/fr). Les germons semblent se diriger vers des zones riches dans le secteur Atlantique Nord-oriental, il s'agit de migrations trophiques qui sont réalisées chaque année. Elles débutent au sud, vers les Açores, en suivant les eaux chaudes et salées. Deux routes migratoires semblent être empruntées : le long des côtes Portugaises jusqu'à l'intérieur du Golfe de Gascogne, ou des Açores en suivant la baie externe du Golfe pour arriver jusqu'au sud-ouest de l'Irlande. En début d'automne, les poissons effectuent la migration inverse, du nord vers le sud de l'Atlantique Nord (Dao, 1971).

De ce fait, les pêcheurs se sont adaptés pour optimiser la capture de cette espèce à forte valeur commerciale. La pêche est saisonnière et se fait essentiellement au large, car il s'agit d'un poisson pélagique et d'un grand migrateur. La pêche du germon par les navires français est propice environ 5 mois dans l'année loin des côtes, ce qui explique l'importance d'engins performants.

1.2 L'histoire de la pêche du thon germon

La pêche au thon germon était déjà pratiquée au 18ème siècle (Le Masson du parc, 1727). En Atlantique Nord-est et particulièrement dans le Golfe de Gascogne, elle se faisait au moyen de lignes de traîne dans les "pinasses", bateaux à voiles ou chaloupes. Au cours du 19ème siècle, l'invention de la conserve, l'apparition du chemin de fer et les crises liées à la sardine ont favorisé la pêcherie du germon (Taquet et al. 2008). Dans les années 1950, la pêche à l'appât vivant (ou dit aussi pêche avec canne) est inventée par les Californiens et introduite par les basques à Saint Jean-de-Luz en 1956 (Beucher, 2008 ; Dao, 1971). Cette technique, avec la pêche à la ligne de traîne, furent très utilisées pour la pêche au germon jusque dans les années 1970.

La diminution de la rentabilité de l'exploitation saisonnière des canneurs (pêche à l'appât vivant) a entraîné le déclin de cette technique aux milieux des années 1970. D'autres font leur apparition dans les années 1980 et entrent en concurrence avec la pêche à la traîne et à la canne : le chalut pélagique en bœuf et le filet maillant dérivant. Ces deux techniques furent alors controversées et contestées (captures d'espèces protégées, mauvaise qualité des poissons, etc.). L'Union Européenne a fini par interdire l'utilisation du filet maillant dérivant en janvier 2002, après de nombreuses restrictions sur la taille des filets. Le forum des pays du sud Pacifique l'avait interdit dès 1990 (Northridge, 1991).

De nos jours, l'engin principalement utilisé pour la pêche au germon en Atlantique reste le chalutage pélagique[2]. Les raisons de son succès sont multiples, comme la possibilité d'avoir une activité complémentaire à la pêche au germon puisque cette pêche est saisonnière. Ces navires capturent un gros volume de thon germon et ont une bonne rentabilité (Taquet, 2008).

[2] Les chalutiers pélagiques pêchent le jour en utilisant des lignes de traînes (afin de trouver les bancs de poissons) pour optimiser la pêche de nuit qui s'opère au chalut pélagique.

En 1996, la palangre dérivante (inventée par les Japonais) est introduite dans le Golfe de Gascogne, mais elle reste encore très peu utilisée, bien que certains pêcheurs de l'Ile d'Yeu se soient spécialisés dans ce métier[3].

1.3 L'évolution des captures

De 1886 à 1936, la modernisation des navires a favorisé la capture des germons. La capture totale a augmenté pendant cette période pour les navires pratiquant la pêche à la ligne. Les données de 1914 à 1919 sont absentes en raison de la 1ère Guerre Mondiale. Pendant la Seconde Guerre Mondiale, le germon a été faiblement exploité et quasi nul en 1940. L'apparition d'une nouvelle technique de pêche, la pêche à l'appât vivant, a probablement favorisé l'augmentation des captures de 1950 à 1957 (Taquet, 2008). Jusqu'en 1967, l'exploitation fut très importante, notamment grâce à la coopération entre les navires, ce qui permettait de couvrir une plus grande surface de recherche.

À la suite de ces années de fortes exploitations, une baisse des captures a été observée, causée par la diminution des navires actifs. De 460 ligneurs (ligne de traîne) et 86 canneurs (ligne avec canne, à l'appât vivant) capturant près de 14 300 tonnes de germon en 1966, les captures sont passées à 1830 tonnes avec seulement 39 ligneurs et 15 canneurs en 1987 (Liorzou, 1989). L'auteur cite quelques facteurs pouvant être à l'origine de cette diminution, comme le non renouvellement des flottilles vieillissantes, une diminution des rendements (par l'absence de poissons et/ou une diminution de la rentabilité des sorties en mer), et la désaffection des jeunes pêcheurs pour ce métier. Depuis, la tendance observée représente une diminution des captures même si l'apparition de nouveaux engins comme le filet maillant dérivant et le chalut bœuf pélagique ont pu inverser ponctuellement leur diminution (Taquet, 2008). Autrefois le germon était une espèce importante quant aux quantités et au nombre de pêcheurs concernés, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui.

1.4 La mise en place des suivis de captures

Partout dans le monde, la nécessité d'encadrer et de suivre l'activité de pêche est importante en raison de son importance économique et alimentaire. Le premier texte réglementaire sur les pêches côtières, visant à assurer la conservation de la pêche et d'en réguler l'exercice, est apparu en 1852.

La pêche, de plus en plus importante à partir des années 1950 en Atlantique Nord (Taquet et al. 2008), a favorisé les travaux de recherches sur le thon germon. En 1967, le chercheur E. Postel a mis en place, avec la collaboration de nombreux pêcheurs, un système de carnet de suivi des pêches. Parallèlement, J.C. Dao (1971) a collecté des informations biologiques sur l'espèce à bord des navires de pêche (longueurs des poissons, contenus stomacaux, échantillons de sang et écailles). Ces initiatives ont permis de récolter d'importantes données indispensables pour l'évaluation de l'état du stock. En 1982, la Communauté Européenne a rendu obligatoire la déclaration de capture de pêche via les logbooks (dit aussi Log Books) (règlement CE n°2057 ; Sanchez et Santurtun, 2013).

[3] Le métier définie le couple engin espèce cible (exemple la ligne de traine à germon)

La grande difficulté pour cette espèce migratrice est d'estimer son abondance et sa biomasse au regard de sa grande dispersion spatiale. Les CPUEs standardisées sont souvent utilisées comme indices d'abondance relative dans l'analyse des données de capture. Cependant, de nombreux scientifiques s'interrogent sur la possibilité d'utiliser les CPUEs comme indicateur d'abondance (Coehlo, 2014 ; Lauretta, 2015). Le problème majeur qui réside dans la standardisation est que les CPUEs et l'abondance ont une relation très faible. En effet, les CPUEs peuvent refléter une capturabilité et pas forcément un changement d'abondance dans la population. Elles dépendent fortement de l'engin utilisé au moment des pêcheries (ligne de traîne, ligne avec canne, chalut, etc.), du temps passé à la pêche, de la surface parcourue, etc. (Andrade, 2007), expliquant les modèles de plus en plus complexes de standardisation pour intégrer l'ensemble des variables.

1.5 Présentation de la CICTA

La Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (CICTA) regroupe des experts responsables de la conservation des thonidés et des espèces apparentées dans l'océan Atlantique et les mers adjacentes. Il s'agit d'une organisation qui a été établie en 1966 et qui est devenue active en 1969 à la suite de la ratification de la Convention Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique par plusieurs pays de l'Union Européenne. Cette commission portent des études sur la biométrie, l'écologie, l'océanographie, ainsi que les effets de la pêche sur l'abondance des stocks halieutiques dont le thon germon (www.iccat.int/fr). L'Organisation Régionale des Pêches (ORP) joue également un rôle important dans l'évaluation des ressources marines puisqu'elle travaille en étroite collaboration avec les Ministères des Pêches de chaque pays ayant signé la Convention (Hoang, 2008). En France, l'IFREMER assure la collecte, l'archivage et le traitement des données sur les pêcheries françaises (Annexe n°1). Ces données sont aujourd'hui regroupées au sein d'une même base de données, les formulaires électroniques de la CICTA. Les référentiels de la CICTA et de la base de données IFREMER ne se superposant pas (Taquet, 2008), le détail des difficultés rencontrées est présenté au § 2.3 et Annexe n°2. Les informations sont « formatées » par l'IFREMER et sont transmises à la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA) qui se charge de les transmettre à la CICTA. Ces données aux formats CICTA sont donc un point essentiel pour avoir des informations ayant une même signification pour l'ensemble de la communauté scientifique.

1.6 Le calcul des Captures par Unités d'Effort (CPUEs) et la standardisation des données

Les prises par unité d'effort ou captures par unité d'effort, dénommées aussi CPUEs, sont égales à la capture effective (nombre ou poids de poissons capturés sur une unité de temps) divisée par l'effort de pêche. L'effort de pêche est une mesure de la pression réelle exercée sur un stock, pendant une unité de temps. Les CPUEs standardisées sont des méthodes usuelles dites de standardisation qui exprime les captures, dans un premier temps, en fonction de l'effort de pêche ; puis dans un second temps, en fonction de différentes variables pouvant jouer sur les captures.

À l'équilibre, les CPUEs sont proportionnelles à l'abondance, elles correspondent à la production biologique du stock. Si on prélève exactement ce que le stock produit, l'abondance reste constante et l'équilibre est atteint (Biseau et al. 2013). Au sein de nos travaux, les CPUEs obtenues pour la période 1991-2014 sont en poids capturés par heure de pêche (par effort de pêche). C'est à partir des CPUEs qu'une standardisation approfondie peut être réalisée, afin que les captures étudiées sur un intervalle de temps longs et différents métiers aient une signification et unité commune. Ainsi, la standardisation est une méthode de modélisation sur les données de capture pour accéder au niveau d'exploitation.

La standardisation utilise généralement un model global. Pour ajuster le modèle global, il faut disposer d'une série historique de données observées, qui mesurent l'abondance du stock et l'effort de pêche exercé, généralement d'au moins une dizaine d'années. Ces données permettent d'analyser la fonction de réponse du stock à l'accroissement de l'effort de pêche. En principe, on observe une décroissance de l'abondance du stock lorsque la pression de pêche augmente. Le modèle théorique est ajusté sur ces données. L'expérience montre que le modèle global ne s'applique bien qu'à certains types de ressources. Ceci conduit à distinguer les ressources dites stables des ressources dites instables.

● **Les ressources stables** sont caractérisées par un recrutement peu variable (généralement, d'un facteur 2 à 10). Il s'agit plutôt d'espèces démersales (mais également des grands pélagiques migrateurs), d'espèces à durée de vie longue, situées dans les hauts niveaux trophiques (plutôt des prédateurs supérieurs) et de forte valeur commerciale. Ce qui correspond à l'espèce étudiée pendant ce stage, *Thunnus alalunga*.

● **Les ressources instables** sont à l'inverse caractérisées par des recrutements extrêmement variables (fréquemment d'un facteur 20 à 100, voire plus). De manière très schématique, il s'agit plutôt d'espèces pélagiques à durée de vie courte, situées dans les bas niveaux trophiques (typiquement, plutôt les proies que les prédateurs) et de faible valeur commerciale.

Parmi le modèle global, le modèle linéaire généralisé (MLG ou GLM en anglais) est généralement un outil utilisé pour réaliser la standardisation afin de mettre en corrélation les CPUEs avec un indice d'abondance, de façon à évaluer le stock d'une espèce (Coelho, 2014). Mais un modèle fiable reste encore à être mis en place pour qu'il soit applicable à une multitude d'engins de pêche utilisé. Car les CPUEs diffèrent selon l'engin qui réalise les captures et les efforts ne sont alors pas identiques (Biseau et al. 2013).

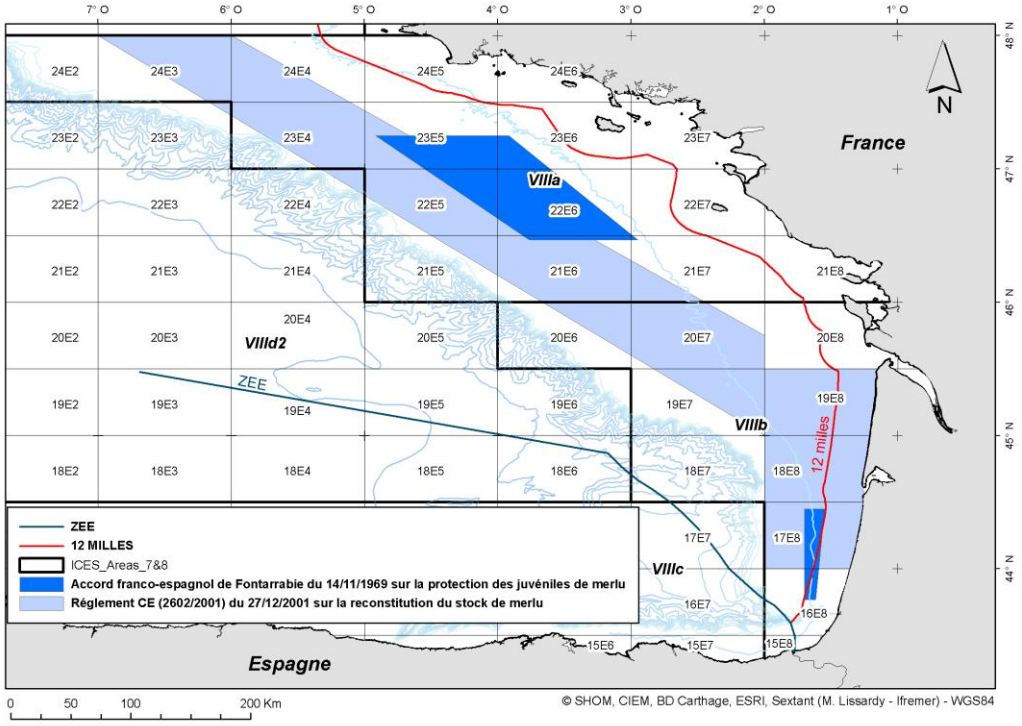


Figure 1 : Représentation des rectangles statistiques du CIEM.
Source : SYNTAX, 2013.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Les bases de données utilisées (1967 à 2014)

2.1.1 Les captures spatialisées issues du système déclaratif

Depuis l'adoption par l'Union Européenne du règlement CE 2057/82 en 1982, les patrons des navires déclarent dans les logbooks (journaux de bords) les dates de pêche, les engins, et les captures associées à l'échelle du rectangle statistique[4] établie par le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) (Figure 1). La réglementation a évolué au cours du temps, faisant entrer dans son champ d'application de plus en plus de navires. Dès lors le système a évolué tant du point de vue quantitatif (l'ensemble des navires) que qualitatif (information sur les captures spatialisées). La qualité des séries historiques n'est donc pas homogène. Cet ensemble constitue les données " Marées ", enregistrées (centralisation et harmonisation des différents enregistrements) par le Système d'Information Halieutique (SIH) de l'IFREMER, dans la base de données " Harmonie " (Mahé, 2011).

Depuis 2008, les données de captures et d'effort de pêche déclarées sont donc enregistrées en mer via le log-book électronique (règlement CE N°1077/2008) au moment des pêches par le capitaine du navire. Ces données servent à la constitution des formulaires 2 et 3 de la CICTA. Les séries de données datant de 1967 à 1986 ont été obtenues via les carnets de pêches mis en place par J.C. Dao (cf. Partie 1.). Il s'agit de données spatialisées déclarées par les professionnels de la pêche. Les données de 1989 à 2014 proviennent également du système déclaratif. Les données de 2000 à 2008 ont été étudiées par M. Taquet et celles de 2009 à 2013 par G. Morandeau. Les formulaires CICTA ont donc déjà été remplis pour ces périodes.

2.1.2 Les captures non spatialisées

Les captures non spatialisées, c'est-à-dire les données " ventes ", sont aussi disponibles dans la base de données "Harmonie" du SIH. L'information est issue du Réseau Inter Criée (RIC), crée dans les années 80 ; ce réseau traite de toutes les ventes effectuées dans toutes les criées françaises (www.sih.ifremer.fr). Ces données sont centralisées et gérées par France-Agrimer (depuis 2008 et précédemment par l'OFIMER) puis transmises à la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA). Par convention entre l'IFREMER et la DPMA, ces informations sont stockées par le SIH (Annexe n°1) et elles intègrent les identifiants des navires, leurs dates de vente, les espèces commercialisées, les informations sur les lots de vente (présentation, qualité, etc.), les quantités (kg) et les montants (€). Les données historiques utilisées dans cette étude concernent uniquement le thon germon pour évaluer la représentativité (exprimée en pourcentage dans les formulaires CICTA) des déclarations log-book. En partant du principe que les captures (nommées également « tonnage ») issues des ventes sont supérieures, voire égales, aux quantités déclarées[5], et que ces données sont disponibles depuis une trentaine d'années, il est possible d'étudier les captures obtenues en criée depuis 1989 jusqu'à aujourd'hui. Ces informations ne sont pas disponibles pour la série de 1967 à 1986 car ce système n'était pas encore mis en place ou peu fiable.

---

[4] Un rectangle statistique correspond à une surface définie par 1 degré de longitude et 0.5 de degré de latitude (SYNTAX, 2013).

[5] Sauf si il y a des ventes hors criée, aux usines par exemple.

2.1.3 Les données d'échantillonnages

Les paramètres biologiques (longueur à la fourche et poids) ont été recueillis soit en criée (cas de 1991), soit en mer directement sur les navires de pêche (cas pour 2014 par exemple). « L'investissement » de l'IFREMER en échantillonnage sur le germon a varié au cours du temps. Certaines années, ce type de données n'est pas disponible. Les données disponibles sont issues des fichiers COST pour 1991 et FREE pour 2014 (source Harmonie). Ces fichiers sont utilisés pour réaliser les formulaires 4 et 5 de la CICTA. Les données de 1988 sont issues des échantillonnages réalisés en criée ou en usine (fond d'archives de Liorzou B.). Les données de 1989 sont issues des observations à la mer (fond d'archives d'Antoine Loïc.). Ces informations sont donc très peu disponibles par rapport à l'ensemble des séries de données car depuis 1967 seules quatre années[6] (1988, 1989, 1991 et 2014) renseignent sur les données d'échantillonnages.

2.2 Utilisation des données pour les formulaires CICTA

2.2.1 Présentation des formulaires

- Formulaire 2 - tâche I : estimation de la prise nominale.

Le formulaire 2 (Tâche I) détaille les estimations de prise nominale annuelle de germons. La Tâche I inclue toutes les captures de germon classées par flottille de pêche, par zone d'échantillonnage et zone de pêche ainsi que par pavillon.
Les données "Marée" depuis 1967 (sauf l'année 1987) sont utilisées pour remplir ces formulaires année par année.

- Formulaire 3 - tâche II : estimation de la prise d'effort.

Le formulaire 3 détaille les statistiques de prises (composition de la capture par espèce, et d'efforts - Tache II). Les données sont classées par flottilles de pêches, engin (code CICTA), strate temporelle (par mois) et strate spatiale (rectangle statistiques). Les données sont donc géo-référencée.

- Formulaire 4 – tâche II : échantillonnage de taille (Thonidés et requins) et 5 – tâche II : estimation de la prise par taille (CAS) (Thonidés et requins).

Le formulaire 4 détaille les fréquences de tailles du germon pour chaque flottille (pavillon), par strate temporelle (mois) et spatiale selon l'engin (code ICCAT) au moment de la capture.

- Formulaire 5 : prise totale.

Le formulaire 5 donne des indications sur les prises totales par tailles selon la flottille, les strates de la capture (code engin, zone, rectangle statistique, mois de la capture) et les strates de l'échantillon (poids, nombre, classe de taille).

[6]D'autres années avec échantillonnage existent, mais n'ont été utilisées ici

2.3 Les corrections d'anomalies dans les bases de données

- Liées aux incompatibilités espèces/engins

Il s'agit d'une étape importante de compréhension des données dont nous disposons avant de commencer les analyses statistiques et les formulaires pour la CICTA. Un grand nombre d'informations dans la base de données sont erronées. Au cours de ces travaux de stage, les erreurs détectées ont été corrigées. Ce travail a ainsi permis dans un premier temps de mieux comprendre les engins ciblant principalement le germon (ex : pourquoi et quand certaines techniques n'ont pas pu être utilisées). Dans un second temps, d'obtenir des données optimales pour les analyses statistiques et cartographiques. Ce travail s'est appuyé également sur une recherche historique de la pêche au germon.

Le repérage des erreurs s'est appuyé sur le positionnement de l'engin de pêche en relation avec l'habitat (pélagique) du germon. La question sous-jacente était : cet engin peut-il vraiment capturer du germon ? Ainsi, lorsqu'une anomalie de ce type est repérée, la modification s'est opérée sur le code engin par l'attribution d'un code CICTA et FAO plus appropriés (Annexe n° 2). La détermination s'est effectuée en fonction des critères du navire (identifié par son numéro d'immatriculation) et de l'engin utilisé habituellement, de façon à effectuer une correction la plus juste possible. L'option de l'utilisation du code UNCL (engin inconnu) n'est utilisée qu'en dernier recours.

Certaines incompatibilités espèces/engins ont été mises en évidence pour les captures datant de 1989 à 2014. Il s'agit des engins tels que le filet droit, le trémail, la palangre calée, le chalut de fond à panneaux, métier n'exerçant pas dans l'habitat (colonne d'eau) des germons et de pouvant ainsi pas les capturer. Le Tableau 1 résume les corrections apportées sur les engins.

Tableau 1 : grille de corrections apportées sur les engins de pêche.

Codes FAO initial Harmonie	GN ; GNS	LL	LLD	LLS ; MIS ; NK ; GTR	OTB ; OTM ; PT
Codes FAO après correction	GND ou UNCL *	LTL ou UNCL **	UNCL ***	UNCL	PTM

** Navires qui présentent des captures pour les métiers codifiés GN ou GNS et GND sont considérés comme des navires n'utilisant que du GND. Si le navire ne présente que du GN, du GNS, ou du GN et du GNS, et jamais de GND, alors l'engin utilisé est considéré comme inconnu (UNCL).*

*** De même pour les métiers de la ligne, si les navires présentent à la fois du LL et du LTL, la technique de pêche utilisée est alors du LTL (ligne de traine). Mais si les navires ne présentent que du LL, la technique de pêche est inconnue (UNCL).*

**** La palangre dérivante ou palangre verticale dérivante fut utilisée à partir des années 1996/1997. Cette technique de pêche est indiquée pour certains navires dans les bases avant cette date (exemple de 1990 à 1994), la codification engin fut alors corrigée en UNCL (inconnue) avant 1996/1997.*

- Liées à la présence de doublons

La présence de données répétées a été vérifiée pour limiter les erreurs d'analyses. Pour la série de données de 1967 à 1986, 135 lignes de doublons furent supprimées. Les séries de 1989 à 2014 n'en présentaient pas.

- Liées à la spatialisation des données selon les rectangles statistiques

L'Atlantique Nord-est est divisé en zone CIEM. La réglementation, notamment celle qui concerne l'attribution des quotas de capture, s'appuie sur ce découpage statistique (Figure 1 ; 0,5 degré de latitude sur 1 degré de longitude). Chacune de ces zones est constituée de rectangles statistiques. Ce sous-découpage permet de spatialiser l'activité des navires et d'affiner les expertises (Skarniak, 2010). Pour la mise en forme des données au format CICTA, ces rectangles doivent être modifiés en 1 degré de latitude (la plus sud) et 1 degré de longitude (la plus est). On peut résumer comme ceci : un espace maritime à l'échelle de deux rectangles des bases du SIH devient un point (une longitude et une latitude). A l'origine, ce rectangle est défini comme secteur code dans les bases de données.

Pour la préparation des formulaires CICTA et le formatage des rectangles, le logiciel Access® a été utilisé. Un calcul détaillé en Annexe n°2 reprend la procédure et l'obtention des longitudes et latitudes. D'autre part, toutes les données spatiales des captures de 1967 à 1986 ont été ajustées au méridien de Greenwich et à la latitude géodésique pour obtenir les rectangles au format CIEM (de 0.5° de latitude sur 1° de longitude).

Les captures spatialisées avec les grands rectangles statistiques (par exemple 008B10) n'ont pas été utilisées pour la cartographie, faute de précision. Ces données ont été supprimées du fichier sous QGIS de façon à conserver uniquement les données qui peuvent être représentées avec les latitudes et longitudes adéquates, 1,65 % des données de la période 1991-2014 n'ont alors pas été utilisées.

- Liées aux captures

Les données de 1967 à 1986 renseignent sur le nombre de germons capturés et les captures en kg. Mais pour un même cas, l'une des deux informations est parfois manquante et une correction a dû être réalisée. Pour les valeurs nulles ou manquantes, nous avons déterminé s'il s'agissait bien d'une capture nulle ou d'une donnée manquante. Pour faire cette distinction, nous avons pris en compte des informations annexes comme la présence ou non d'activité de pêche, et l'information sur un nombre d'individu pêché. Dans le cas de donnée manquante et de la présence du nombre de poisson comme autre information, le poids a été calculé sur la base du poids moyen par poisson du mois et de l'année considéré (la valeur moyenne était de ± 4,7 kg).

Concernant les données de 1991 à 2014 sur le chalut pélagique, quelques données ont été supprimées car la capture avait une valeur trop élevée. Les captures supérieures à 36 000 kg effectuées en une seule opération de pêche[7] furent supprimées de la base de données (soit 5 lignes).

[7] Comparaison des données de captures avec les observations à la mer réalisée de 2006 à 2014 où les captures maximales sont de 36000 kg. Ce qui confirme que les données récupérées dans la base du SIH supérieures à cette valeur ont une forte probabilité d'être fausses ou liées à des erreurs de saisies.

- Liées à l'immatriculation des navires

Certains numéros d'immatriculation des navires des séries de 1967 à 1986 n'étaient pas renseignés et présentaient une valeur nulle. Pour limiter les erreurs lors des analyses, ces valeurs ont été remplacées par un code d'immatriculation navire (fictif). Par exemple, pour un navire sorti en mer le 10 juillet 1985, son code d'immatriculation est G7101985. De fait, le nombre de navires différents a pu être augmenté pour certaines années, mais cela est plus cohérant que de conserver un seul navire « 0 » dont les CPUE seraient surévaluées. Ces modifications représentent 1,21 % des données de 1967-1986.

- Liées aux temps de pêche par navire (en heures) et aux nombre d'opérations de pêche

Les données sur le « temps de pêche » ont été modifiées pour les captures au chalut pélagique (période 1991 à 2014). En effet, certaines captures enregistrées furent associées dans la base de données à des opérations de 24 heures. Or, les traits de chalut ne se réalisent pas en 24 heures mais plutôt par tranche de 4 à 6 heures en moyennes, la nuit[8]. Il s'agissait bien d'erreurs de saisie, le temps de pêche a été remplacé par une valeur moyenne connue pour limiter les erreurs d'analyses.

[8] Observés lors des échantillonnages en mer.

Les échantillons sont indépendants et les variables sont quantitatives ou qualitatives.

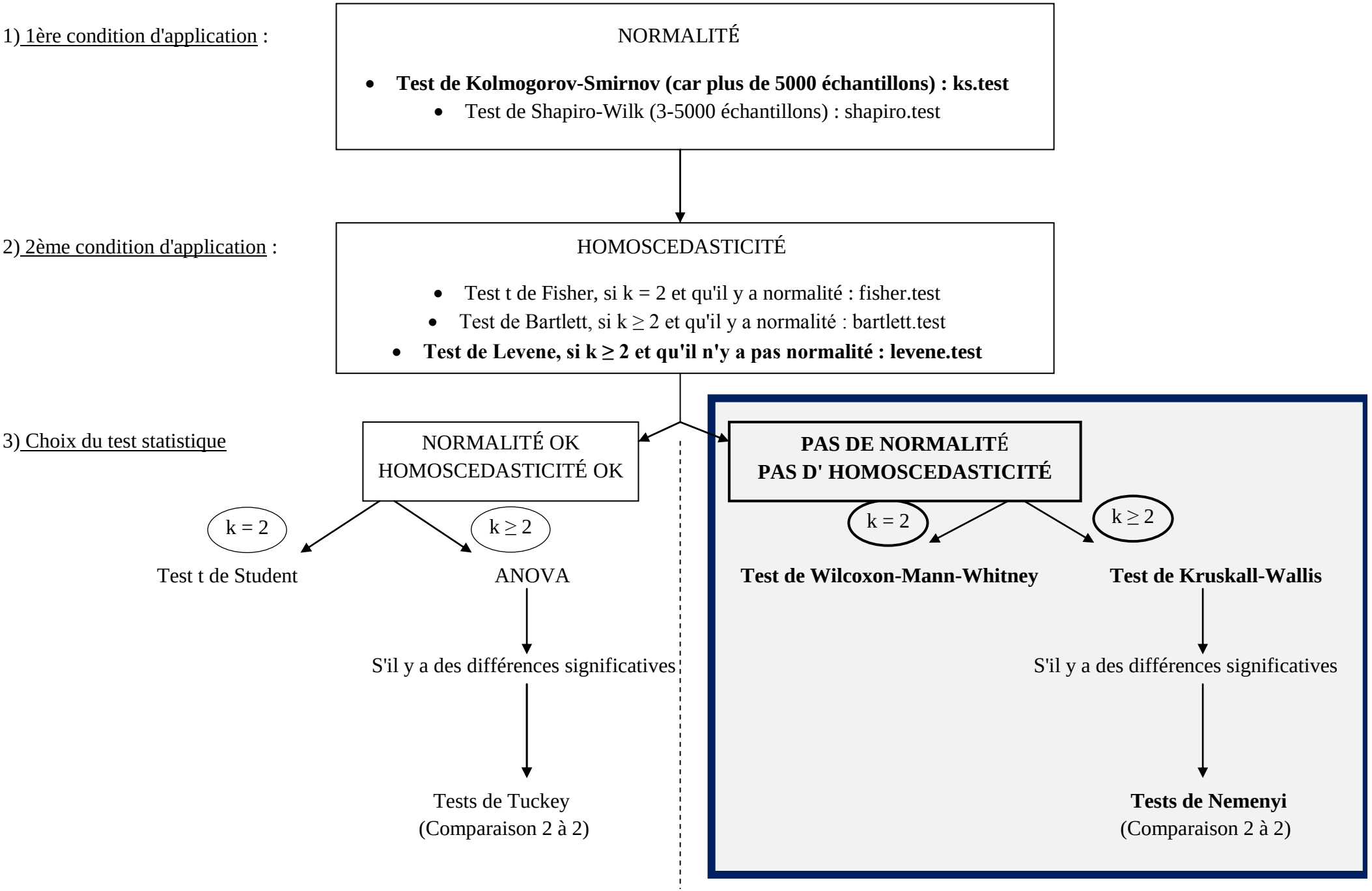


Figure 2 : démarche des tests statistiques pour les séries de données de 1967-1986 et 1991-2014 ; k = nombre de groupe d'échantillons.

2.4 Les analyses de données

2.4.1 Analyses statistiques

Des tests statistiques ont été réalisés pour déterminer si les captures selon les engins de pêche étaient significativement différentes. Pour les données comprises entre 1967 et 1986, seuls deux engins furent considérés (la ligne de traîne : LTL, et la ligne avec canne dit aussi à l'appât vivant : LHP), alors que six engins furent retenus de 1989 à 2014 (ligne de traîne, ligne avec canne, chalut pélagique en bœufs, la senne, le filet maillant dérivant, et la palangre dérivante). Puis, ces analyses ont été effectuées pour les différents efforts de pêche (cas connu entre 1967 et 1986), et pour les différentes années, les mois et les trimestres.

Pour préparer la standardisation des données de captures, il est nécessaire de se focaliser sur un engin de pêche et des CPUEs sur une longue période (10 ans). Les techniques de pêche sont différentes, passives ou actives, les distances parcourues au moment de la pêche sont très différentes d'un engin à l'autre, ainsi que le volume d'eau « filtré » ; leur performence est donc différente. Les outils nécessaires pour ramener les captures à une valeur qui serait comparable entre les engins ne sont pas encore connus. L'engin PTM (chalut en boeufs pélagique) a été choisi pour servir de référence en vue de préparer la standardisation des CPUEs de 1991 à 2014 et pour réaliser les analyses statistiques et cartographiques. Cet engin a été utilisé tout au long de la période étudiée (il apparait à partir de 1987) ; c'est aujourd'hui l'engin principalement utilisé par les navires français et les informations disponibles sont les plus complètes et fiables.

Les années 1989 et 1990 n'ont pas été prises en compte pour trois raisons, i) la valeur est manquante (nombre d'opération) pour de nombreuses variables, ii) les données de captures semblent incohérentes en 1990 (mauvaise saisie) et iii) les captures de 1989 représentent 8,75% des ventes réalisées en criée. Par précaution, ces années ont été écartées de l'analyse afin de limiter les erreurs d'interprétations. Les tests réalisés pour la période 1991-2014 concernent donc uniquement les captures et les CPUEs du chalut pélagique. Les CPUEs ont été obtenues en calcuant le ratio capture (kg/heures de temps passé à la pêche par navire). Avant de choisir le test statistique adapté à la question et aux données, deux conditions d'application ont été vérifié, il s'agit de la normalité (par le test de Kolmogorov-Smirnov) et du test de l'homoscedasticité (test de Levene). Les tests utilisés pour les variables engins LTL et LHP entre 1967 et 1986 sont ceux de Wilcoxon-Mann-Whitney. Pour les variables « effort de pêche », « mois » et « trimestres », des périodes 1967-1986 avec le LHP et le LTL, ainsi qu'avec l'engin PTM pour la période 1991-2014, les tests de Kruskall-Wallis sont utilisés (Figure 2).

2.4.2 Analyses cartographiques

Les captures avec la ligne de traine et la canne de 1967 à 1986, et le chalut pélagique en bœuf de 1991 à 2014, ont été représentées sous QGIS. Ces représentations cartographiques ont permis de mettre en évidence les secteurs anormaux car nous savons qu'ils ne sont normalement pas fréquentés par les germons et ainsi de réaliser des corrections.

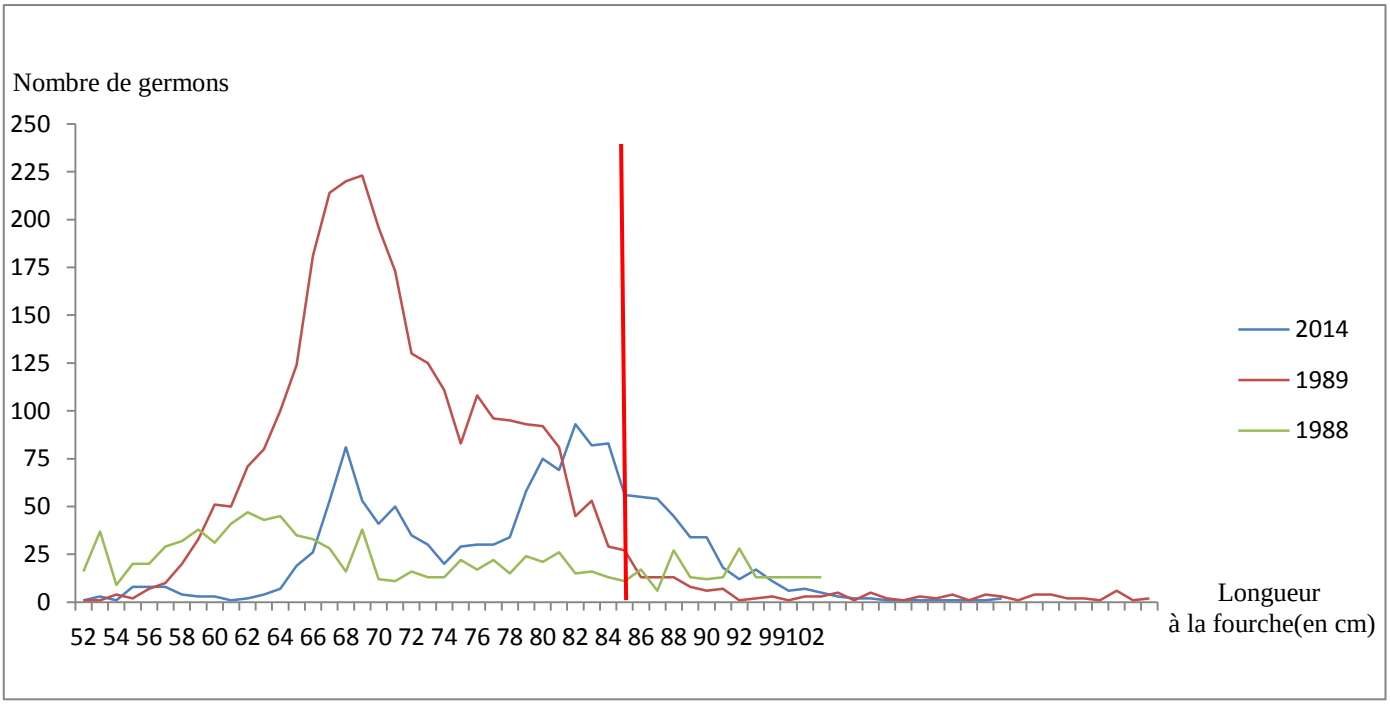


Figure 3 : Nombre de thon germon capturés en fonction de leur taille (longueur à la fourche en cm) avec le chalut pélagique en 1988, 1989 et 2014

3. RÉSULTATS

3.1 Les formulaires CICTA et les données d'échantillonnages

3.1.1 Les formulaires

Les formulaires réalisés pour la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique au cours du stage sont détaillés par un exemple sur une année en Annexe n°3.

Les formulaires 2 et 3 ont été réalisés pour les captures depuis 1967 (sauf pour l'année 1987 et 1988). Les formulaires 4 ont été réalisés seulement pour les années 1988, 1989 et 2014 par manque de données d'échantillonnages. L'année 1991 n'a pas été conservée pour effectuer le formulaire 4 en raison des incertitudes et des incohérences sur les données. Seule l'année 2014 a permis de réaliser le formulaire 5 car elle contenait les informations nécessaires. La liste de l'ensemble des formulaires préparés pour la CICTA est présentée dans l'Annexe n°2. La vérification des données a permis d'homogénéiser les unités des variables avant de préparer les formulaires et de réaliser les analyses statistiques.

3.1.2 La structure en classe de tailles des captures

Les données récoltées lors des échantillonnages en mer mettent en évidence les classes de tailles (longueur à la fourche) et le nombre de germons pêchés, pour les années 1988, 1989 et 2014 avec le chalut pélagique (Figure 3). Les distributions des tailles de thon germon sont différentes entre les 3 années (Figure 3). En effet, en 1988 les tailles s'étendent de 52 à 102 cm avec une légère augmentation des captures pour des thonidés autour de 62 cm. En 1989, un pic de taille d'individu immature est observé autour de 68 cm. En 2014, la distribution est bimodale (autour de 64 et 78 cm) provenant de deux modes de pêches différents, surface et profond, ciblant d'un côté des immatures et de l'autre des adultes. Des données sur les classes de taille sont aussi disponibles avec les autres métiers - ligne de traîne, filet maillant dérivant et palangre dérivante (Annexe n°4).

La grande majorité des captures sont inférieures à 85 cm (trait rouge) pour 1988, 1989 et 2014, et pour chaque engin (Figure 3 ; Annexe n°4 Figure 1).

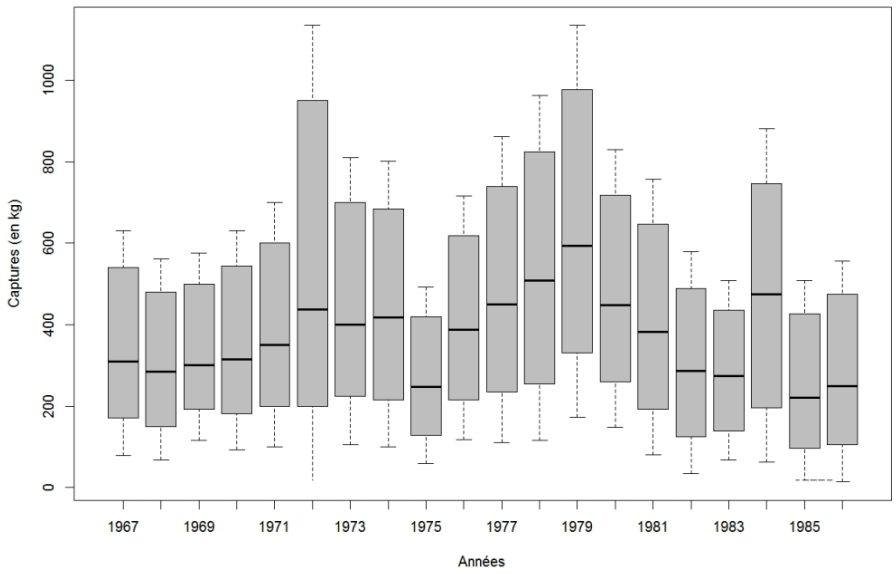


Figure 4: Boîte à moustaches des captures de thon germon annuelles (kg) de 1967 à 1986.

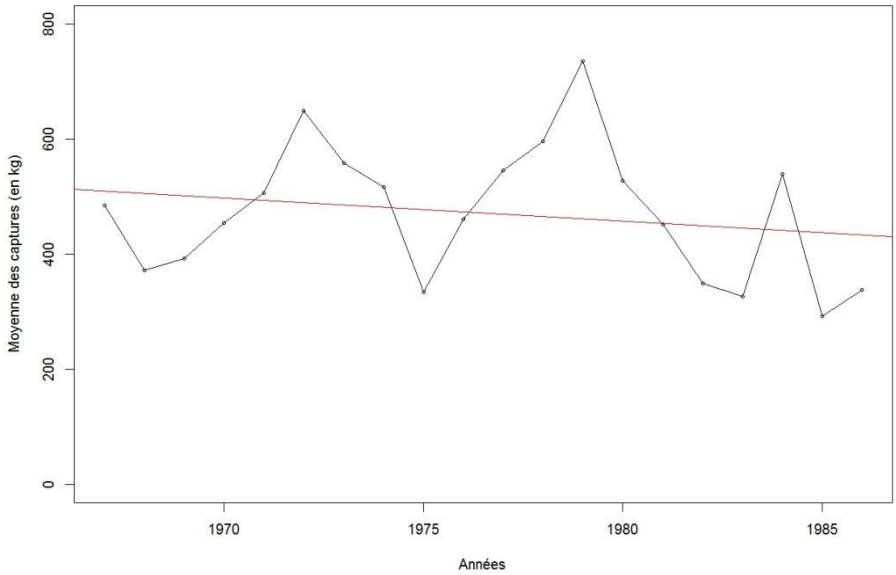


Figure 5 : Moyenne annuelle des captures de thon germon journalières par navire.

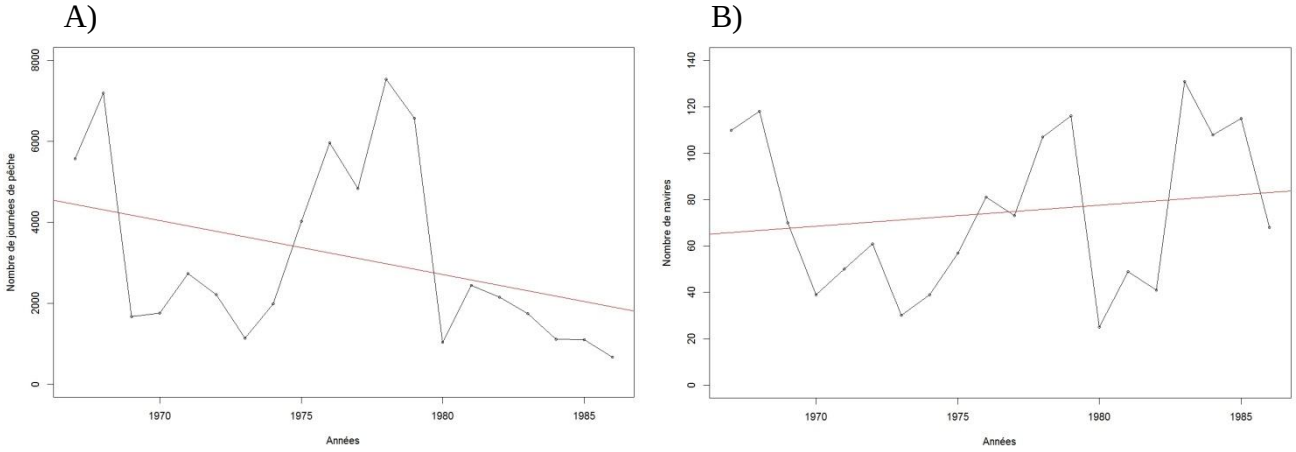


Figure 6 : Nombre de journées de pêche (A) et de navires (B) de 1967 à 1986 ciblant le thon germon.

3.2 Les données de 1967 à 1986

3.2.1 Premières analyses descriptives

Des représentations graphiques des captures, des nombres de navires et des jours passés en mer en fonction des années ont été effectuées pour observer les tendances (Figure 4 à Figure 6 B). Les captures prélevées oscillent entre des captures faibles et importantes (Figures 4 et 5), mais avec une tendance globale à la baisse (Figure 5). Par exemple, de 1967 à 1968, les captures diminuent de 485 kg à 372 kg, puis elles augmentent en moyenne jusqu'en 1972 à 648 kg. Il est observé des périodes d'augmentations des captures journalières sur 1968-1972 et de 1975 à 1979, et inversement, des périodes de baisses (1972-1975). Sur ces 20 années, le nombre de jours de pêche (Figure 6 A) a beaucoup varié, de 5 570 journées en 1967 à 673 journées en 1986. La tendance observée sur toute la période reflète une diminution générale de l'effort de pêche (Figure 6 A), observée aussi dans les captures (Figure 5). Concernant les années 1968, et de 1976 à 1979, le nombre de jours de pêche fût important (entre 7 537 et 5 959). Les autres années, le nombre de journées fût faible à modéré (de 637 à 4 025). L'intérêt des pêcheurs au cours de ces années pour cette activité semble avoir fortement varié. La tendance observée reflète une augmentation générale du nombre de navire (Figure 6 B). L'année 1968 est marquée par des captures très faibles (Figure 5), bien que le nombre de journées en mer et le nombre de navires soient importants (Figure 6 A et B).

La fluctuation du nombre de navires partis pêchés le thon germon suit la même tendance que le nombre de jours passés en mer (Figure 6 A et 6 B). Plus il y a de navires, plus les jours sont nombreux. En revanche, ce n'est pas le cas de 1983 à 1985 où les jours passés en mer diminuent et le nombre de navires augmentent. Sur ces 20 années, le nombre de navires de pêche varie, de 110 bateaux en 1967 à 68 navires en 1986 (Figure 6 B).

3.2.2 Tests statistiques

Les captures pendant cette période furent réalisées sur deux engins (la ligne de traîne et la ligne avec canne) avec trois types d'effort de pêche enregistrés (60 pour le matin, 40 pour le soir, et 100 pour toute la journée). Les variables "années", "efforts de pêche", "mois" et "engins de pêche" furent donc utilisées pour déterminer les facteurs qui pourraient faire varier le poids des captures durant la période étudiée. Afin de déterminer les tests statistiques à appliquer sur les données, nous avons testé certaines des conditions d'application comme la normalité (test de Kolmogorov-Smirnov) et l'homoscédasticité de Levene (homogénéité des variances) en raison du nombre élevé d'échantillons (supérieurs à 5000). Les Annexes n°5 et n°6 reprennent les démarches réalisées plus en détail selon les résultats de chaque test.

- Test de Kolmogorov-Smirnov

Les résultats pour chaque variable étudiée sont présentés ci-dessous dans la Table 2 (voir détail et script en Annexes n°5 et n°6).

Tableau 2 : Résumé des résultats des tests de Kolmogorov-Smirnov sur différentes variables.

Variables	Effort de pêche			Mois (de mai : 5 à novembre : 11)							Année de capture	Engin de pêche	
	40	60	100	5	6	7	8	9	10	11	1967	LHP	LTL
Résultats valeur-p	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	= 1.314e-06	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16
Normalité	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non

Les résultats sont significatifs (valeur-p dit aussi p-value < 0,05) (Table 2), les variables ne suivent pas une loi normale.

- Test de Levene :

Le test a été réalisé pour chaque groupe de variables (les années, les mois, les efforts de pêche et les engins) :

Tableau 3 : Résumé des résultats des tests de Levene pour les données de 1967 à 1986 sur différentes variables.

Variables	Effort de pêche			Mois							Année de capture	Engin de pêche	
	40	60	100	5	6	7	8	9	10	11	1967	LHP	LTL
Résultats valeur-p	< 2,2e-16			< 2,2e-16							< 2,2e-16	< 2,2e-16	
Homoscédasticité	non			non							non	non	

Les résultats sont significatifs (Table 3), il n'y a pas d'homoscédasticité pour l'ensemble des variables testées.

Ces résultats nous amène à travailler à partir de tests non-paramétriques. Nous avons ainsi appliqué un test de Kruskall-Wallis et de Wilcoxon-Mann-Whitney.

Pour les efforts de pêche (3) et les mois (7), il y a plus de deux variables à étudier, le test de Kruskall-Wallis est donc utilisé. Pour les engins de pêches, le test de Wilcoxon-Mann-Whitney est utilisé car y a deux variables à étudier (LHP et LTL).

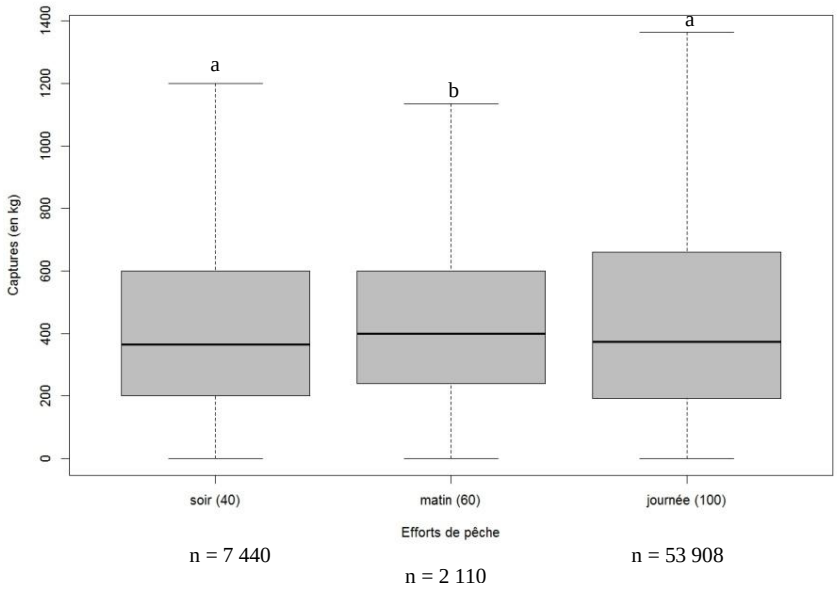


Figure 7 : Boîte à moustache des captures de germons par engin de pêche et par effort (kg). (n), nombre d'échantillon. (« *lettre* » au dessus des boites à moustache), une même lettre signifie que les résultats ne sont pas significativement différents.

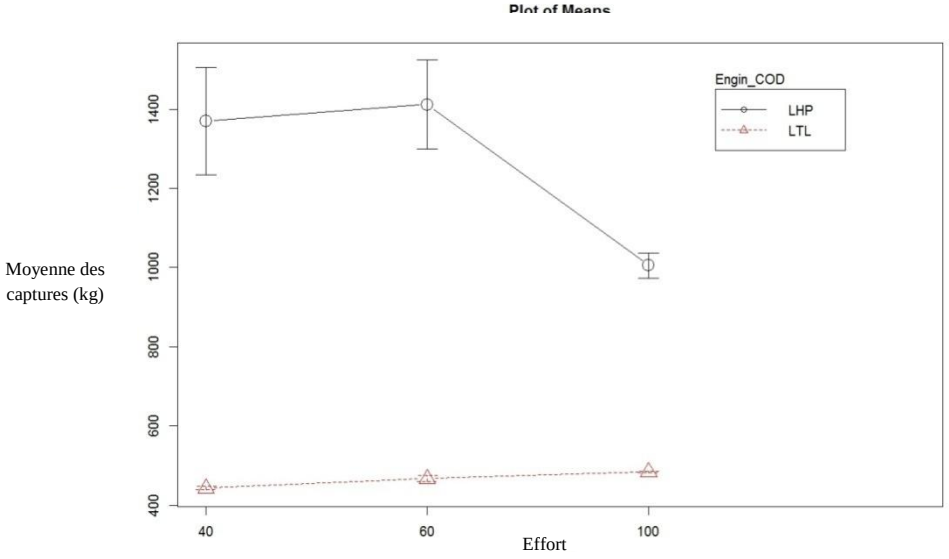


Figure 8 : Évolution des moyennes de captures de thon germon par engin et par effort de pêche sur la période 1967-1986.

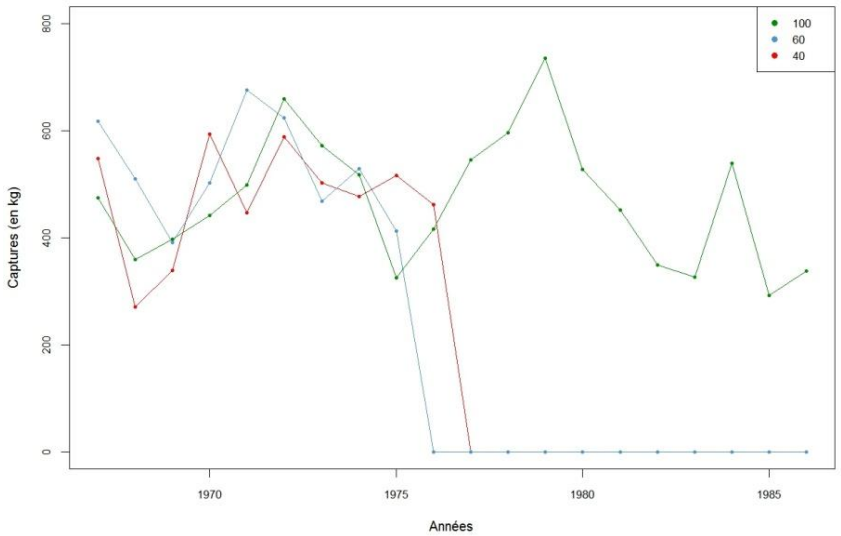


Figure 9 : Évolution des captures de thon germon (kg) par effort de pêche sur la période 1967-1986.

- Test de Kruskall-Wallis :

Le résultat de ce test indique que les efforts de pêches, pour les captures avec les 2 engins, LTL et LHP, influencent significativement le poids des captures de pêche (valeur-p obtenue = $1{,}62.10^{-7}$). Au moins un des 3 types d'effort de pêche serait différent des autres et les captures de germon sont significativement différentes (Figure 7 ; Figure 8) car la valeur-p obtenue est inférieure à α de 5 %. En effet, la règle de décision est de rejeter l'hypothèse de départ si la valeur-p est inférieure à 0,05 (Annexes n°5 et n°6).

Pour déterminer le type d'effort de pêche concerné, le test de Nemenyi a été réalisé, il s'agit d'un test de comparaison 2 à 2 (test post-hoc). Voici les résultats :

Tableau 4 : Résumé des résultats des tests de Nemenyi sur l'effort de pêche (40 = pêche le soir, 60 = pêche le matin, 100 = pêche toute la journée).

Variables	Effort de pêche		
	40-60	40-100	60-100
Résultats	**TRUE**	**FALSE**	**TRUE**

Les efforts entre le couple journée-matin et le couple matin-soir sont différents les uns des autres (TRUE). Les captures réalisées en cours de journée et le soir ne sont pas différentes (FALSE). Ces résultats du test concordent avec les représentations des Figures 7, 8 et 9. Les captures du matin se démarquent donc des 2 autres. La médiane des captures du matin (60) est supérieure aux captures effectuées le soir (40) et la journée (100).

Pour ces deux engins, les captures matinales sont plus abondantes (Figures 7 et 8). Peu de différences sont visibles pour une activité de pêche en journée ou le soir pour l'engin LTL (Figure 8).

Concernant la variable « mois », le résultat indique qu'au moins un des mois étudié sur la période 1967-1986 permet de réaliser des captures significativement différentes (valeur-p obtenue = < 2,2e-16).

Le test de Nemenyi révèle que seul les mois de mai, octobre et novembre n'ont pas des captures significativement différentes contrairement aux autres mois. L'Annexe n°4 Figure 4 met en évidence les mois plus intéressants pour les captures sur cette période.

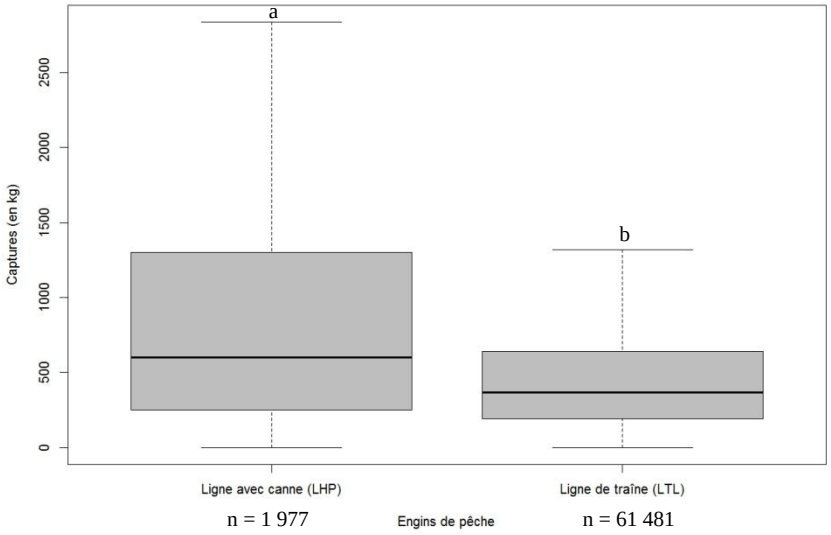


Figure 10 : Boîte à moustache des captures de thon germon (kg) pour chaque engin de pêche (canne et ligne de traine). (n), nombre d'échantillon. (« *lettre* » au dessus des boites à moustache), une même lettre signifie que les résultats ne sont pas significativement différents.

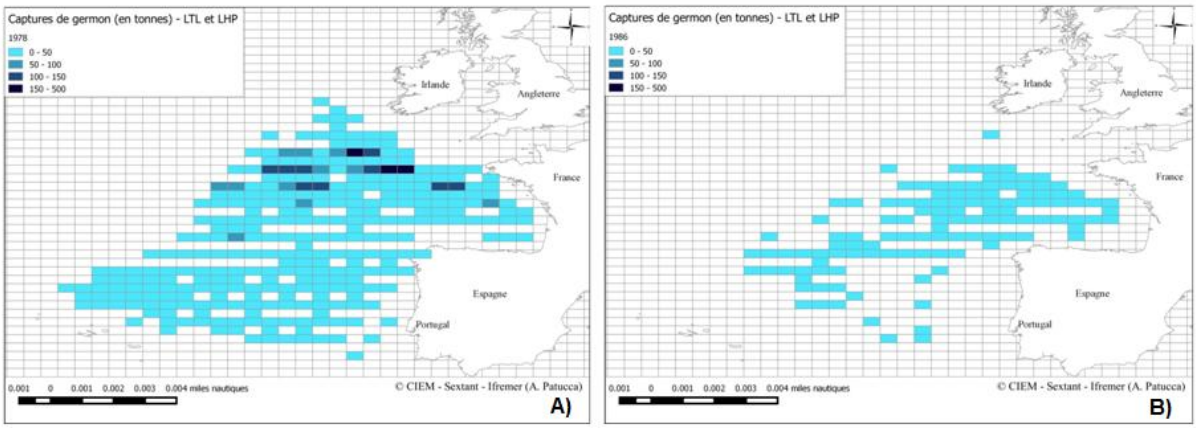


Figure 11 : Répartition des captures de thon germon cumulées (deux engins) en 1978 (A) et 1986 (B).

- Test de Wilcoxon-Mann-Whitney :

Ce test a été utilisé pour mettre en évidence s'il y avait des différences de capture de thon germon entre les engins LHP et LTL (par test bilatéral) et si les captures étaient supérieures avec l'engin LHP (test unilatéral). Chacun des deux tests montrent des résultats significatifs (valeur-p = 2,2e16). La valeur-p étant inférieure à 0,05 ; alors on rejette H0. Il y aurait des différences entre les captures de germon entre les deux engins (test bilatéral), et l'engin LHP permet de réaliser des captures plus importantes (test unilatéral), ce qui confirme les observations des Figures 8 et 10. On rejette donc H0 au risque de 5 %.

La médiane de la boîte à moustache pour l'engin LHP (ligne avec canne) est supérieure à celle pour l'engin LTL (ligne de traîne). De plus, quelques valeurs extrêmes apparaissent pour les captures au LHP et non pas avec le LTL. Les valeurs du 1er et du 3ème quartile sont plus grandes que celles avec l'engin LTL, ce qui traduit un engin (LHP) réalisant des captures plus importantes. Avec la ligne de traîne, les captures sont plus faibles (Figure 10).

3.2.3 Cartographie des captures de 1967 à 1986

Deux années (1978 et 1986) ont été représentées à titre d'exemple (Figure 11). La répartition géographique de la flottille n'est pas figée au cours de la période étudiées. En 1978, la zone semble avoir été beaucoup plus spatialement exploitée (nombreux rectangles). En 1986, la représentation globale des captures spatialisées est semblable à 1978, mais le nombre de rectangle avec des captures est beaucoup moins important (Figure 11 A et B).

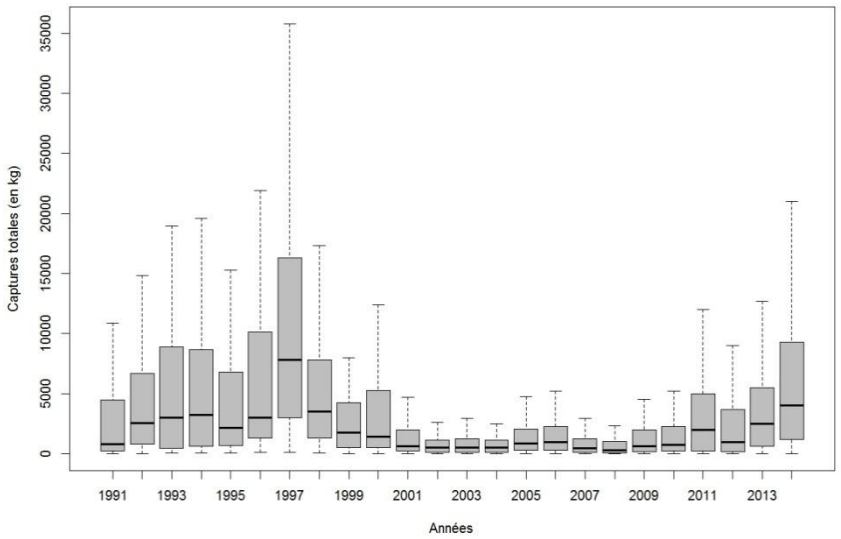


Figure 12 : Boîte à moustache des captures annuelles de thon germon (kg) entre 1991 et 2014.

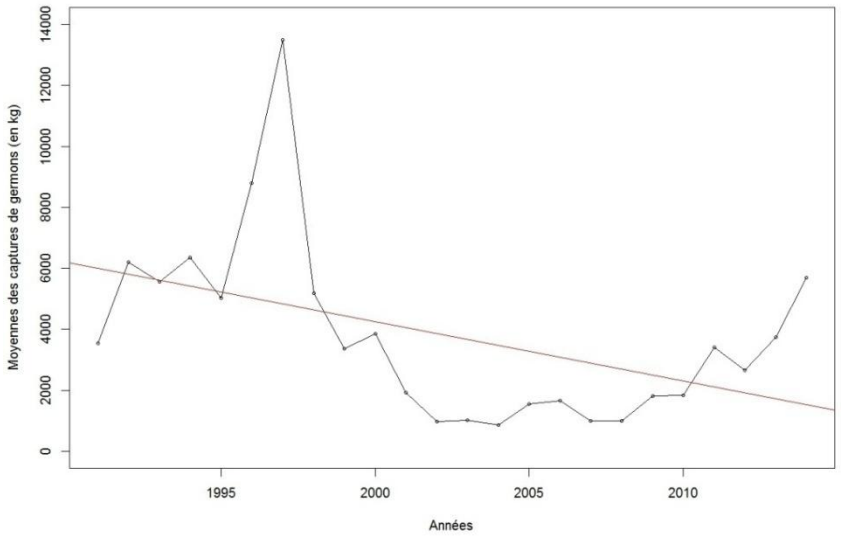


Figure 13 : Moyenne annuelle des captures de thon germon journalières par le chalut pélagique.

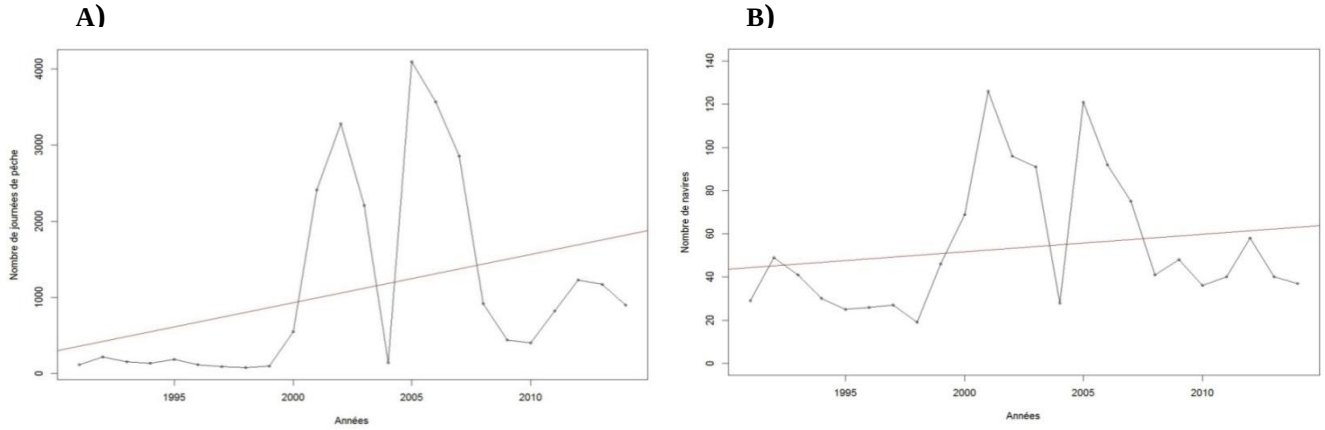


Figure 14 : Évolution du nombre de journées de pêches (A) et du nombre de navires (B) ciblant le thon germon par an de 1991 à 2014.

3.3 Les données de 1991 à 2014

3.3.1 Analyses descriptives

Ne sont considérés dans ce chapitre que les chalutiers pélagiques (§ 2.4.1).

Sur la période 1991-2014, les captures ont beaucoup variées (Figures 12 et 13). L'année 1997 apparait comme étant la plus productive. Les années de 1991 à 2000 ont enregistré des variations plus importantes dans les captures. Les années de 2001 à 2008 représentent une période de faibles captures. L'augmentation des captures de pêche est effective à partir de 2008.

Pour les journées de pêche, on peut noter d'importantes variations avec une courbe discontinue (Figure 14 A). Le nombre de journées (Figure 14 B) est plutôt faible de 1991 à 2000 (175 en moyenne) ; néanmoins pendant la période 2001-2008, on distingue une grande activité (avec un maximum de 4095 jours en 2006), hormis l'année 2004 avec 140 jours. La tendance générale montre une diminution des captures et inversement une augmentation de l'activité (journées de pêche) au cours de cette période (Figure 13 et 14A).

La tendance générale du nombre de navire au cours de cette période montre une augmentation, malgré de grandes fluctuations (Figure 14 B). A partir de 1999, le nombre de navire augmentent. Les années de 2000 à 2003 et de 2005 à 2007 sont marquées par un nombre important de thoniers, alors qu'il est faible en 2004. On observe une corrélation entre le nombre de navires et le nombre de jours passés en mer (Figure 14 A et B). L'effort de pêche en heure par opération de pêche se maintenait autour de 5h jusqu'en 2000, puis il a fluctué avec de plus en plus d'opérations de pêche longues (Figure 15 A) alors que le nombre d'opérations de pêche par marées diminuait (Figure 15 B).

A) **B)**

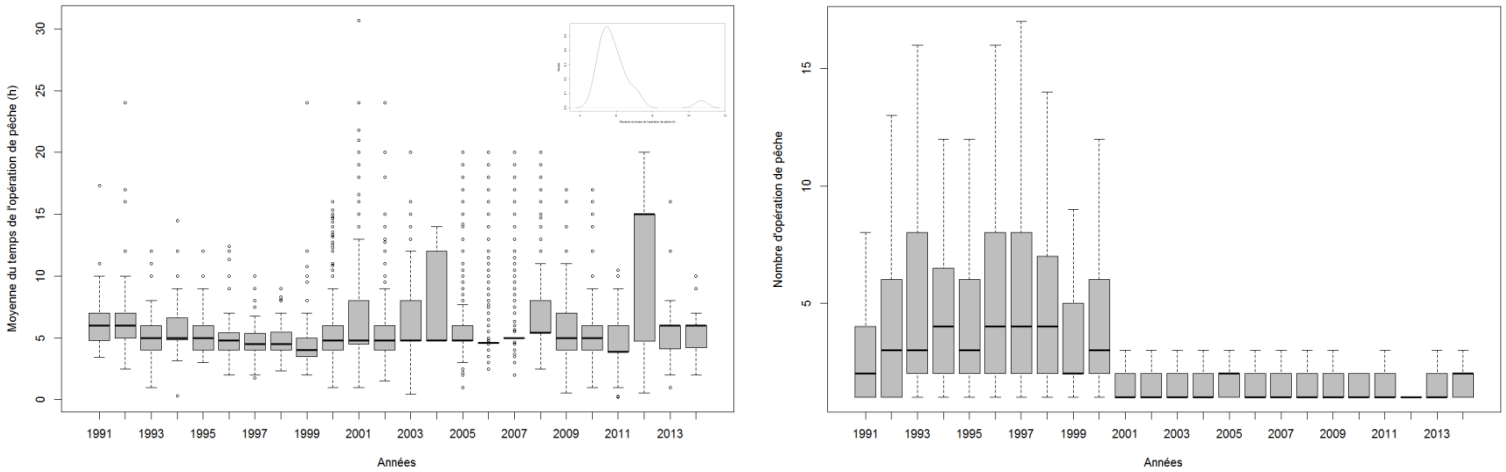


Figure 15A : Boite à moustache des temps moyen des opérations de pêche (op) par le chalut pélagique ciblant le thon germon de 1991 à 2014. Distribution de ces temps moyen des op en haut à droite.

Figure 15 B : Boite à moustache du nombre d'opérations de pêche (op) par le chalut pélagique ciblant le thon germon de 1991 à 2014.

3.3.2 Tests statistiques

Les Annexes n°5 et n°7 reprennent les démarches réalisées selon les résultats de chaque test.

- Test de Kolmogorov-Smirnov

Les conditions d'application (normalité et homoscédasticité) ont été vérifiées pour les variables de la récente période 1991-2014. Il s'agit des années, des trimestres (T2, T3, T4), et des mois (de juin à novembre). Les efforts de pêche ne sont pas renseignés pour cette période et l'engin est le même, il s'agit du chalut pélagique. Ces deux dernières variables n'interviennent donc pas dans les tests statistiques. Les résultats des deux tests d'application sont présentés dans les Tableaux 5 et 6. Le détail du script et des résultats sont en Annexe n°7.

Tableau 5 : Résumé des résultats des tests de Kolmogorov-Smirnov pour les données de 1991 à 2014 sur différentes variables.

Variables	Année	Trimestre			Mois (de juin : 6 à novembre : 11)					
	1991	T2	T3	T4	6	7	8	9	10	11
Résultats valeur-p	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16	<2,2e-16	< 2,2e-16	< 2,2e-16
Normalité	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non

Il n'y avait pas de normalité, le test de Levene a été effectué pour tester l'homoscédasticité de chaque groupe. Un test a été réalisé pour toutes les années, un autre pour tous les trimestres et enfin un dernier pour tous les mois.

- Test de Levene :

Tableau 6 : Résumé des résultats des tests de Levene sur différentes variables.

Variables	Année	Trimestre			Mois					
	1991	T2	T3	T4	6	7	8	9	10	11
Résultats valeur-p	< 2,2e-16	1,037e-05			< 2,2e-16					
Homoscédasticité	non	non			non					

Puisque les conditions d'application ne sont pas respectées et que plus de 3 groupes sont étudiés pour chaque variable (24 pour les années, 3 pour les trimestres et 6 pour les mois), le test de Kruskall-Wallis fût utilisé.

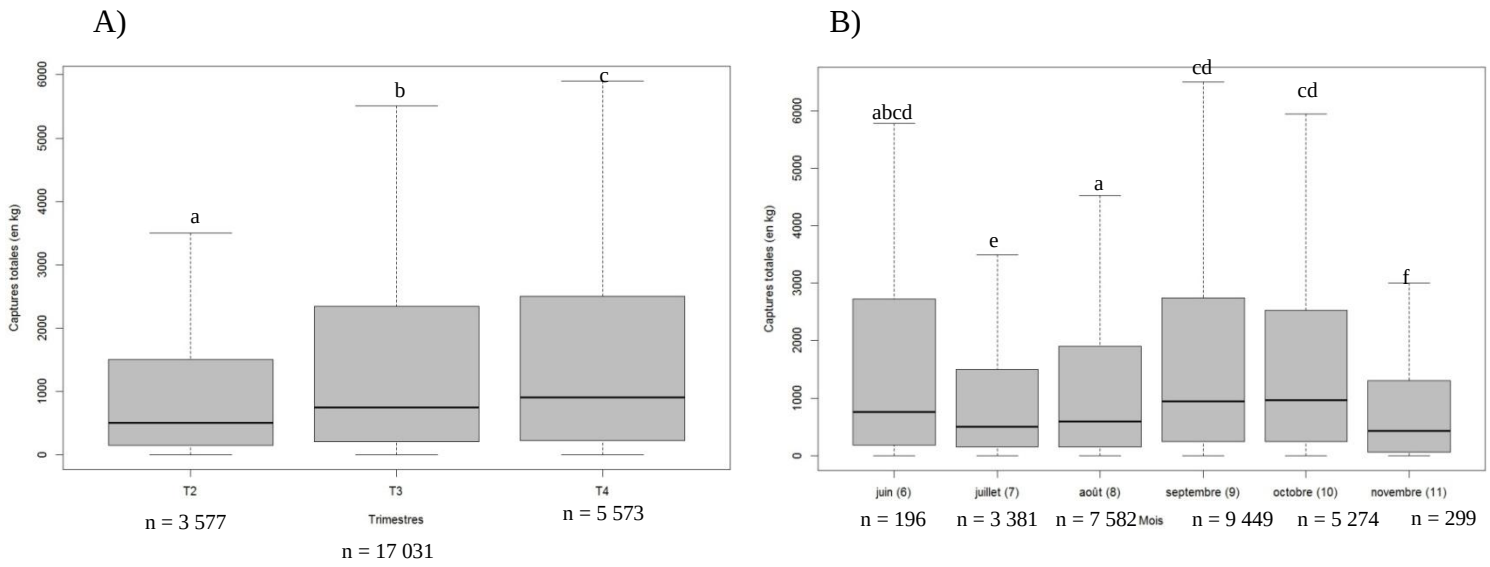


Figure 16 : Boîte à moustache des captures trimestrielles (A) et mensuelles (B) de thon germon de 1991 à 2014 (kg). (n), nombre d'échantillon. (« *lettre* » au dessus des boites à moustache), une même lettre signifie que les résultats ne sont pas significativement différents.

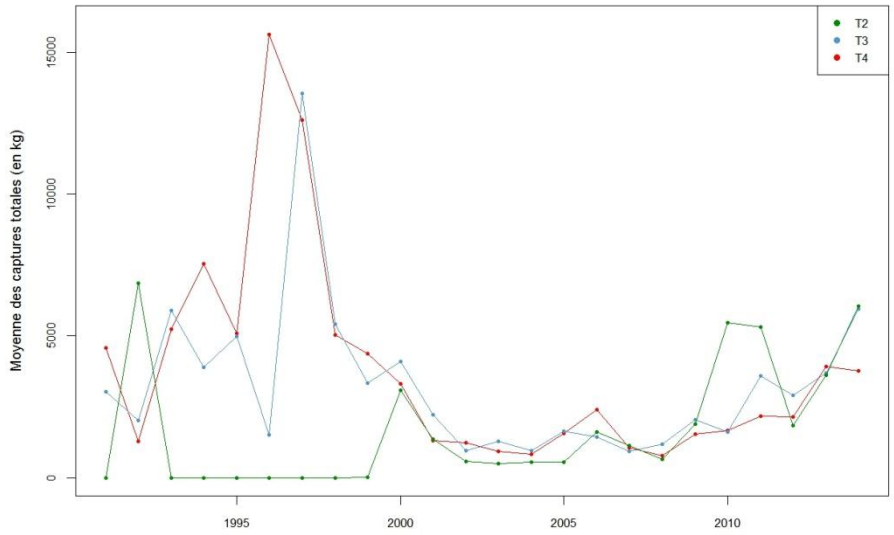


Figure 17 : Variation des captures (kg) trimestrielles de thon germon au chalut pélagique.

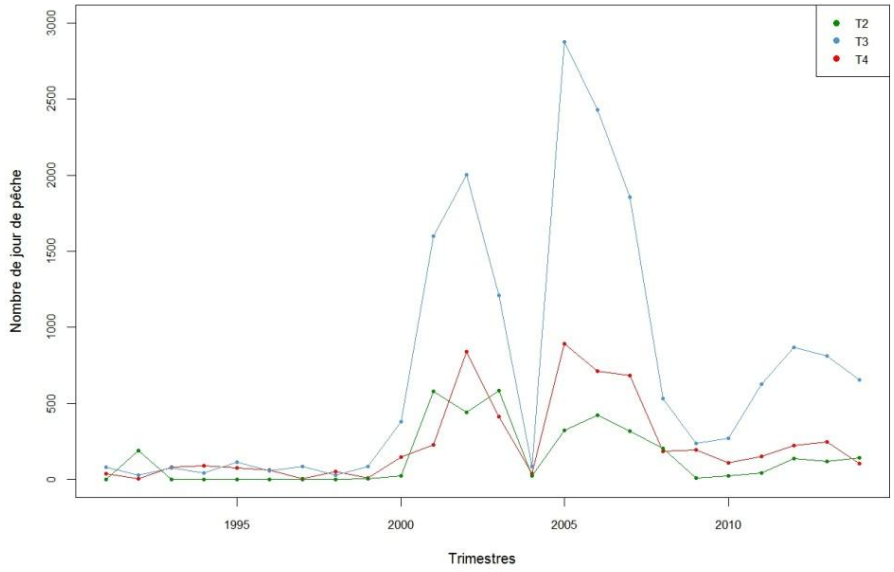


Figure 18 : Variation trimestrielle du nombre de jour de pêche au chalut pélagique.

- Test de Kruskall-Wallis :

Pour la variable "mois", la valeur-p est de : < 2,2e-16, ce qui est également le cas pour la valeur-p des trimestres. Il a été possible de réaliser le test de Nemenyi pour identifiés les trimestres et les mois différents entre eux.

- Test de Nemenyi :

Tableau 7 : Résumé des résultats des tests de Nemenyi pour les captures de thon germon selon les trimestres.

Variables	Trimestre		
	T2-T3	T2-T4	T3-T4
Résultats	**TRUE**	**TRUE**	**TRUE**

Les captures de thon germon étaient significativement différentes entre elles (TRUE) pour chaque trimestre. La saisonnalité a une influence sur les captures de pêche. Les captures et les efforts effectués (au niveau du nombre de jour de pêche) le printemps, l'été et l'automne furent très différentes (Figures 16 A, 17 et 18). Le trimestre 4 est celui avec le plus de captures, puis le troisième et enfin le deuxième (médiane la plus basse).

Tableau 8 : Résumé des résultats des tests de Nemenyi pour les captures selon les mois.

Variables	Trimestre														
	6-7	6-8	6-9	6-10	6-11	7-8	7-9	7-10	7-11	8-9	8-10	8-11	9-10	9-11	10-11
Résultats	**T**	**F**	**F**	**F**	**T**	**T**	**T**	**T**	**F**	**T**	**T**	**T**	**F**	**T**	**T**

Des variations mensuelles ont été observées (Figure 16B). Sur la période étudiée, les mois de juillet et novembre semblent avoir procuré le moins de captures. Au contraire, les mois de juin, septembre et octobre semblent avoir été les plus productifs pour les pêcheurs.

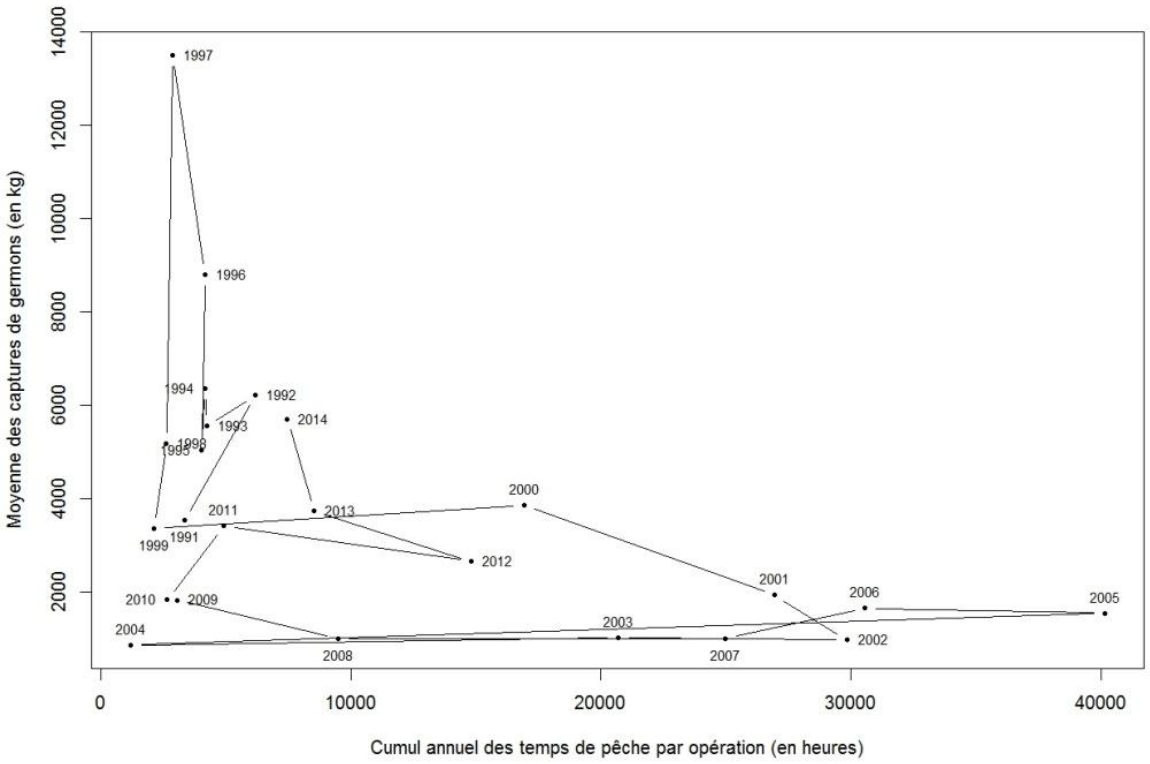


Figure 19 : Variations des captures annuelles de 1991 à 2014 par heures de pêche (kg/heures) de thon germon.

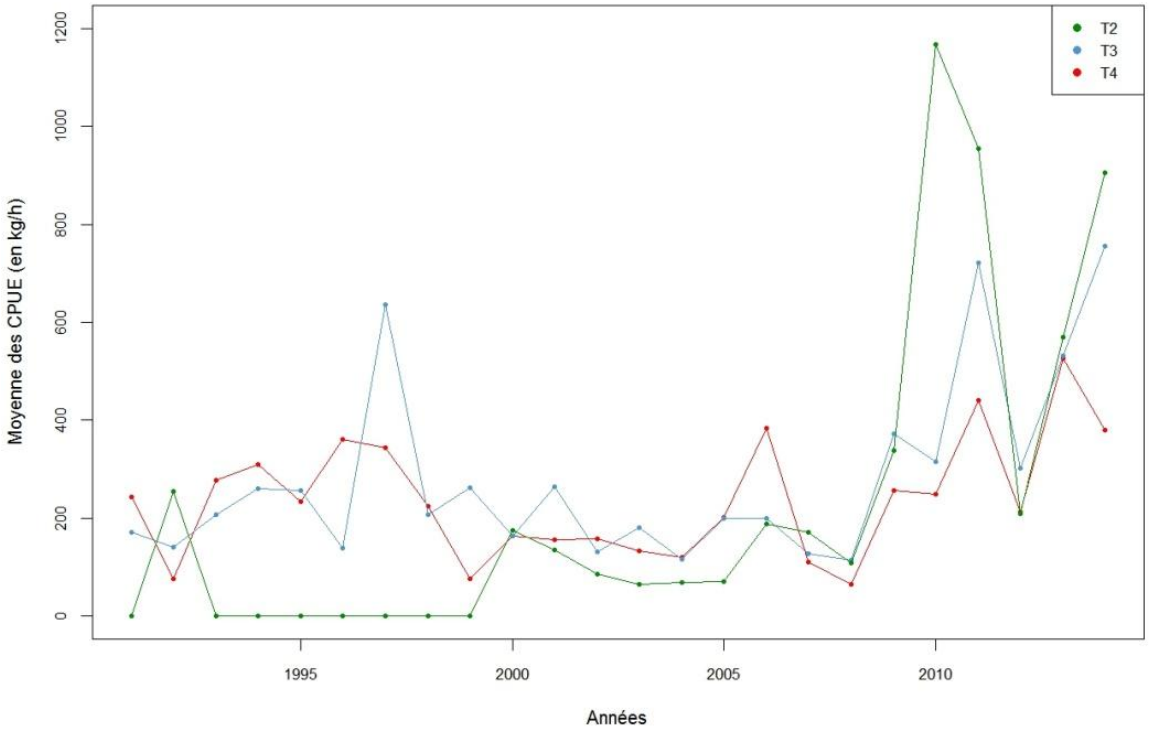


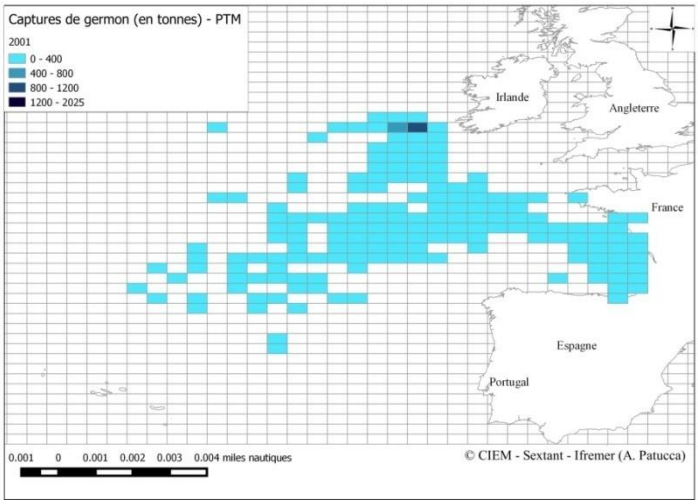
Figure 20 : Évolution des moyennes de CPUE trimestrielles par heures de pêche (en kg/heures/trimestres) entre 1991 et 2014.

La Figure 19 montre l'évolution de l'effort de pêche exprimée en somme d'heures de pêche et la moyenne annuelle des captures (en kg/navire/par jour de pêche). L'année 1997 apparait comme l'une des plus productives (faible effort et captures importantes), alors que les années 2002, 2005, et 2006 montrent un effort de pêche élevé (autour de 40 000 heures) et de faibles captures. En regardant les CPUEs trimestrielles (Figure 20), on peut constater que les captures (exprimées en kg/h) furent principalement réalisées aux trimestres 2 et 3. La pêche au trimestre 2 est devenue importante à partir de l'année 2000.

3.3.3 Cartographies des captures de 1991 à 2014

Les années 2001 et 2014 sont présentées à titre d'exemple, dans les Figures 21 A et B. En 2001, les captures sont plus dispersées dans l'Atlantique comparées à 2014. Sur cette dernière année, les captures furent réalisées essentiellement au niveau du talus continental et du sud-ouest de l'Irlande.

A)



B)

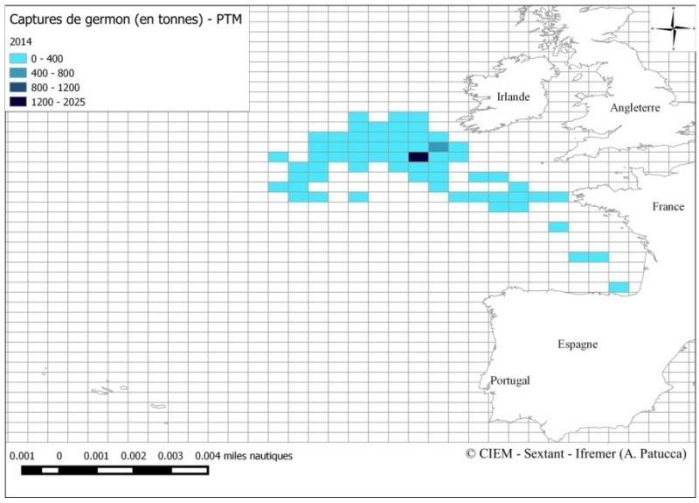


Figure 21 : Cartographie des captures de thon germon (kg) en 2001 (A) et en 2014 (B).

4. DISCUSSION

Les données halieutiques sur le thon germon en Atlantique Nord-est ont été étudiées au cours de ces travaux dans le cadre d'application des expertises sur l'évaluation des stocks. Ces données ont plusieurs origines (logbooks, observations à la mer et archives). La qualité et la quantité de ces informations ont évoluées au cours du temps ainsi que les moyens de leurs enregistrements. Depuis 1985, les logbooks sont des journaux de bord dans lequel les patrons pêcheurs sont tenus de consigner leurs captures (Skarniak, 2010). Les observations à la mer se sont intensifiées depuis 2003 avec la mise en place de l'action OBSMER dont le but est la collaboration entre scientifiques et pêcheurs dans le cadre des observations embarquées. Les diverses sources de ces données peuvent parfois poser problèmes et un contrôle est nécessaire avant leur utilisation. Le premier volet de ces travaux s'est ainsi attaché à vérifier et corriger les données, tout en assurant la standardisation des formats de base afin de leurs restitutions aux instances gouvernementales. Ce premier volet ayant été mené à bien, les travaux ont poursuivi sur le traitement statistique de ces données collectées, leurs interprétations et leurs présentations afin de les rendre compréhensibles pour les analyses halieutiques futures.

Actuellement, la CICTA impose aux états membres la remise de données statistiques sous un format normalisé (les formulaires 1 à 5, Annexe 3). L'expertise scientifique internationale sur les thonidés s'appuie aussi sur ces données. Il s'agit maintenant d'une condition obligatoire pour l'obtention des quotas de pêche. Chaque année, les stocks de thonidés sont donc évalués. Bien qu'obligatoire, les déclarations statistiques sont souvent de qualités inégales en raison des erreurs de saisie, des déclarations incomplètes et imprécises. Cependant, à l'occasion de ce stage, les formulaires 2 et 3 pour les années de 1967 à 1986, de 1988 à 1998 et pour 2014 (et les formulaires 4 pour 1988, 1989 et 2014) ont pu être réalisés et transmis à la CICTA (Annexes 2 et 3). Concernant les formulaires 3, certains secteurs codes n'étaient pas sous la forme d'un rectangle statistique du CIEM. L'information spatiale issue des logbooks (latitude et longitude obtenues à partir des secteurs codes) étant nécessaire, les données de captures à l'échelle d'une grande zone (en kg pour le rectangle 007K10 par exemple) ont été conservées. Pour chaque exception dans la production d'information, le détail des démarches a été fourni dans un espace dédié aux commentaires. Concernant les problématiques rencontrées et corrigées au cours de ces travaux, il y a eu tout d'abord les unités de chacune des variables qui ont été homogénéisées.

Concernant la période 1967-1986, deux métiers sont prépondérants : la ligne de traine et la ligne avec la canne. Les ligneurs pêchent généralement des poissons dispersés, contrairement aux canneurs qui capturent des poissons qui se trouvent en bancs. Cette dernière technique et le développement de la radio (communication entre les navires) ont permis d'améliorer les conditions de pêche et d'augmenter les captures avec ces engins (Bard, 1981). Les rendements sont plus importants avec les navires pêchant à l'appât vivant, comme on le voit sur les Figures 8 et 10. Malgré que le nombre de ces navires soit inférieur au métier de la ligne de traîne (les captures avec les lignes avec cannes représentent 3,11 % des données sur la période 1967-1986). Les canneurs ont la capacité de faire monter les poissons plus en surface et de pêcher des individus de plus grande taille qui ont habituellement tendance à rester dans les couches d'eau plus profondes (Bard, 1981).
A l'inverse, les thoniers ligneurs ne pêchent qu'entre 0 et 25 mètres de profondeur, ce qui sélectionne des poissons de plus petite taille (appelés bonite ou demi, Annexe 2).

Au cours de cette période, la nette diminution des captures observée au cours de ces travaux est en accord avec les diminutions révélées par les observations scientifiques (Liorzou, 1989 ; Dao, 1971). Le vieillissement de la flottille, une désaffection des pêcheurs, et l'augmentation du coût du pétrole dans les années 1970 ont contribué à cette diminution. De plus, certains navires ont abandonné la motorisation au profit de la voile, entrainant une diminution des performances (Bard, 1981). De plus, les paramètres environnementaux semblaient défavorables à la pêcherie germonière comme en 1968 (Figure 5). Les vents dominants provenant du Nord-est ont constitué une barrière thermique pour le germon qui longe la zone côtière du Golfe de Gascogne (Dao, 1971). Les poissons ont tendance à se diriger vers les côtes du Golfe de Gascogne lorsque les vents viennent du Sud-ouest et inversement, ils sont repoussés vers le large lorsque les vents viennent du Nord-est (Dao, 1971). Par exemple, en 1984 le thon germon se trouvait loin des côtes en début de saison à cause des vents Nord-est et les canneurs n'ont pas réalisé leur pêche sur la côte (Liorzou 1989). Mariette (1991) avait également constatée, entre 1969 et 1985, que les captures réalisées au niveau du talus continental furent impactées par un retardement de la présence des germons, causé par les épisodes de vents forts. Le vent favorise le brassage des eaux de surface et la remontée des nutriments, qui enrichissent les eaux en proies. Plus au large, ce phénomène est peu marqué. Sur la carte de 1978 par exemple, on observe des captures plus élevées au niveau du talus continental.

Quant au chalut pélagique, concernant les données de 1991 à 2014, cet engin avait et a la capacité de pêcher des poissons dispersés ou regroupés en bancs. Cela explique que les captures soient supérieures à celles des lignes de traînes et des lignes avec cannes (capture maximales à 736 kg en moyenne en 1979 avec ces deux engins contre 13 496 kg en 1996 avec le chalut pélagique, Figures 5 et 13). L'interdiction de la pêche à l'anchois au printemps 2004 est un facteur qui a favorisé le déplacement de l'effort de pêche vers la pêche au thon germon les années suivantes (Taquet, 2008). En effet, suite à la baisse des quotas de capture pour l'anchois, de nombreux bateaux se sont tournés vers la pêche saisonnière sur le thon germon pour maintenir leur activité de pêche. Ce redéploiement s'est déroulé dans un contexte de faibles captures. En effet, les captures étaient en baisse depuis 1997 et faibles depuis 2002, malgré une augmentation de l'effort de pêche (Figures 13, 14 A et 14 B).

En 2004, les CPUEs étaient de 858 kg pour 1197 heures (Figure 19) et 109 kg/h pour 9 heures (Annexe n°4 Figure 8). L'année 1997 fût la plus productive de l'ensemble des deux périodes étudiées, avec un effort de pêche relativement faible et des captures importantes (13 496 kg pour 2 888 heures de pêches et 616 kg/h). Le rapport de la CICTA de 2009 (ICCAT, 2010) montre qu'à partir de 1993 jusqu'en 1995, le recrutement fût à la hausse. On sait par ailleurs qu'il n'est pas directement lié au nombre de reproducteurs mais plutôt aux conditions environnementales optimales pour les œufs et les larves (Biseau et al. 2002). Néanmoins, la hausse du recrutement a pu favoriser les bonnes captures observées en 1997. D'autres facteurs ne sont pas à exclure expliquant les captures élevées, comme la stratégie et la chance par les bateaux, et les conditions météorologiques favorables. Les années de 1992 à 1998 montrent des captures relativement intéressantes pour un minimum d'effort de pêche, et ainsi des CPUEs importantes (de 5 027 à 13 496 kg pour un maximum de 6 188 heures). Les années de 2001 à 2008 furent marquées par de très faibles CPUEs (de 858 à 1 929 kg pour des efforts allant jusqu'à 40 146 heures), avec en 2002, 2005, 2006 et 2011, un effort de pêche plus important.

Les professionnels ont passé plus de temps en mer pour des rendements plus faibles (Figure 13, Figures 15 A et 15 B). Cette tendance à l'augmentation de l'effort de pêche avec de faibles captures va dans le sens de la CICTA concernant la surexploitation de cette espèce en Atlantique (ICCAT 2010a, 2013a).

Les données ont également pu montrer que les germons capturés étaient principalement des juvéniles pour l'ensemble des métiers avec cependant des évolutions temporelles. Comme nous l'avons vu dans la partie bibliographique, le thon germon est considéré mature à partir de 85 cm (Bard, 1981). Les données en 1988, 1989 et 2014, ont montré des captures majoritairement constituées de tailles de thon germon inférieures à 85 cm pour le chalut pélagique (ligne rouge, Figure 3), et les autres métiers (Annexe n°4 Figure 1). Ceci était déjà le cas en 1971 (Le Gall, 1974). La surexploitation constaté sur les stocks ces dernières décennies pourrait être la conséquence de l'exploitation des juvéniles. Cela rejoint les constats de l'IUCN sur la classification du germon comme espèce menacé d'extinction (www.iucnredlist.org). Pour obtenir des réponses sur les effets de la pêche ciblant des classes de tailles, des études approfondies sur la taille et le poids des captures, incluant l'ensemble des paramètres démographiques (recrutement, mortalité, survie), les spécificités des navires (efforts, stratégie, localisation), et les paramètres environnementaux sont nécessaires. Ce volet complexe n'a pu être abordé au cours de ces travaux de stage mais est en cours par mes tuteurs de stage.

Le germon a tendance à se nourrir le matin et au crépuscule, au moment où les migrations nycthémérales sont les plus importantes (Bard, 1981). Ce phénomène explique nos observations des activités de pêche dans ces créneaux horaires (Figures 7, 8 et 9), où les captures sont plus élevées, notamment la matinée pour les chaluts pélagiques. Mais ces données sur l'activité de pêche ne sont disponibles qu'entre 1967 et 1976. Les captures pratiquées le matin et au soir ne sont pas indiqués après cette période ; les pêcheurs ont probablement modifié leur façon de déclarer.

Dans le Golfe de Gascogne, les mois les plus intéressants pour la pêche au germon se situeraient d'août à octobre (Bard, 1981). Nos résultats sur les données récentes (1991-2014) confirment cette tendance (Figure 16 B), ce qui n'est pas le cas pour la période ancienne 1967-1986 (Annexe 4, Figure 4). Pourtant, il semblerait qu'entre août et octobre, le germon bénéficierait de ressources alimentaires abondantes, comme une faune mésopélagique et des poissons du genre Clupeidae (Bard, 1981). De plus, les conditions hydrologiques et météorologiques seraient favorables en cette saison, facilitant la pêche à la canne. Les captures sur la période la plus ancienne au sein de nos données furent particulièrement propices en juillet.

En parallèle, on observe un décalage dans les sorties en mer des navires et dans le nombre de jours passés à la pêche entre la période 1967-1986 et celui de 1991-2014. Les thoniers opérant depuis 1991 ont décalé leurs saisons de pêche pour commencer plus tard par rapport à la période 1967-1986.

A titre d'exemple, la carte de l'année 1978 (Figure 11 A) est présentée en raison du nombre de navires et de captures relativement importants. La carte permet d'avoir une représentation de la répartition de la pêche pendant cette période. L'année 1986 a été également représentée puisqu'elle permet de distinguer une période dans laquelle les captures étaient plus faibles, avec moins de navires. Dans la période récente, les captures sont bien moins dispersées, comparée à la période 1967-1986. Elles se concentrent essentiellement le long du talus continental et s'étendent jusqu'en Irlande où s'opèrent les phénomènes d'upwellings. Très peu de captures ont été réalisées au niveau de l'Espagne et des Açores.

Ces secteurs semblent délaissés par les flottilles françaises. Au dire d'experts, les professionnels privilégient une pêche moins éloignées des côtes françaises (Figure 21) et des lieux de ventes pour s'assurer de bons rendements.

Bien que les captures soient peu dispersées, ils peuvent aller jusqu'à environ 2 025 tonnes, alors que le maximum pour la période historique (1967-1986) était d'environ 500 tonnes.

L'introduction du filet maillant dérivant dans les pêcheries en 1986, en vue de relancer l'activité économique, a provoqué des conflits avec les métiers traditionnels, en raison de la compétition pour l'espace maritime, les ressources halieutiques et les lieux de ventes. De plus, 3 ans plus tard, la composition des captures des filets maillants dérivants était constituée pour 90,5% de germons (http://www.fao.org/docrep/003/T0502F/T0502F04.htm). De ce fait, l'introduction du filet maillant a participé au déclin des métiers à la ligne mais il a été interdit en 2002.

Comme toutes les pêcheries, la pêche au thon germon cherche à rentabiliser au maximum les sorties en mer, en choisissant la période la plus propice à la pêche, les zones et les périodes. Le chalut pélagique est pratiqué avec 2 navires. Le chalut tracté filtre un grand volume d'eau et augmente la probabilité de captures. L'engin est plus performant et l'effort de pêche global est moindre. A ce jour, la ligne de traîne et les lignes avec cannes sont des engins marginaux. Ces métiers sont ainsi peu pratiqués par les flottilles françaises. Néanmoins, les chalutiers pélagiques utilisent la ligne de traîne en journée pour optimiser leur pêche de nuit (en cherchant les bancs de poissons). Nous pouvons ainsi constater que la compréhension des fluctuations des captures de pêche ne peut pas s'expliquer seulement par l'évolution des efforts de pêche. Les stratégies des navires jouent un rôle important dans l'optimisation de ces captures.

Finalement, au cours de ce stage des tendances globales des captures du thon germon dans l'Atlantique Nord-est ont pu être produites selon différents métiers et périodes. L'étude bibliographique a permis de soulever la complexité historique des métiers et des paramètres pouvant jouer un rôle dans ces tendances afin d'ouvrir sur des perspectives d'études.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les captures de pêche et les caractéristiques des navires sont depuis très longtemps utilisées pour évaluer l'abondance des stocks des ressources marines. Afin d'accéder aux indices d'abondance des espèces exploités, les CPUEs peuvent être utilisés, comme c'est le cas chez les espèces pélagiques tel que les thons. La relation entre les CPUEs et l'abondance peut être très faible. En effet, les CPUEs peuvent aussi refléter les changements de la capturabilité (Clark, 1985) qui dépend du comportement des poissons dans la colonne d'eau, des conditions météorologiques, de l'engin utilisé, et du savoir-faire des pêcheurs.

Les travaux effectués au cours de ce stage ont permis de fournir des données sur le thon germon exploité par les pêcheries Françaises en Atlantique Nord ainsi que de mieux comprendre ces données par des approches en statistiques classiques. Ces travaux vont faire l'objet d'un article scientifique de Rang B qui sera soumis à la CICTA (voir Annexe n°8, l'article en cours de préparation). Ce stage a également effleuré l'aspect changement dans les paramètres environnementaux et l'abondance en utilisant des scripts pour l'extraction des données environnementales (ex. températures de surface) et l'utilisation des modèles linéaires et additifs.

Les données de captures des lignes de traîne et de l'appât vivant (avec cannes) de 1967 à 1986, sur les flottilles françaises et le germon en Atlantique Nord-est, ont été utilisées pour estimer les indices d'abondance des stocks, via les CPUEs dans les études antérieures (Goujon, 1996). Les modèles ont permis de standardiser les CPUEs afin d'évaluer les stocks de thon germon et fournir un diagnostic pour les gestionnaires de la pêche. Concernant nos données sur les chalutiers pélagiques français de 1991 à 2014, un travail est en cours de réalisation qui fera l'objet d'un article scientifique. La question des relations de l'abondance avec les variables environnementales et la dispersion spatiale des thons germon sera abordée plus profondément par Natacha Nikolic de l'IFREMER et Matthew Lauretta de la NOAA, dans le cadre d'une demande de la CICTA.

BIBLIOGRAPHIE

Andrade H.A, Pereira M.D, Mayer F.D (2007) Alternative methods for calculating catch-per-unit-effort for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southwestern atlantic ocean. Aquatic Science and Technology, 11(2):63-66

Bard FX (1981) Le Thon Germon (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre 1788) de l'Océan Atlantique. De la dynamique des populations à la stratégie démographique. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Pierre et Marie Curie.Paris XI

Biseau A, Shassot E., Forest A., Gascuel D (2013) Dynamique des populations marines exploitées. Campus numérique ENVAM, 195 p

Beucher Jean-Paul, Barthélémy Patricia, Deschamps Gérard, Péronnet Isabelle, Duhamel Erwan (2008) Histoire des engins et des techniques de pêches. Présentation synthétique, IFREMER, 42 p

Coelho R, Nikolic N, Evano H, Santos M.N, Bourjea J (2014) Reunion island pelagic longline fishery characterization and standardization of albacore catch rates. IOTC–2014–WPTmT05–12 Rev_1. 36 p

Collette BB, Nauen CE (1983) FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos, and related species known to date. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 2. Rome, Italy: FAO Press: 137 p

Dao JC (1971) Rapport scientifique et technique n°4 L'étude du thon blanc (*Thunnus alalunga*) dans le Golfe de Gascogne. Résultats préliminaires des travaux du CNEXO de 1969 à 1970

Daw T, Adger WN, Brown K, Badjeck MC (2009) Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of scientific knowledge, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Rome, FAO, 530:107-150

Biseau A (2002) Gardons la pêche. Regards sur la ressource pour une activité maitrisée. 2ème édition, IFREMER

Goikoetxea N, Fontán A, Caballero A, Santiago J, Goñi N, Arrizabalaga H, Sagarminaga Y, Chifflet M, Arregi I, Mader J (2014) Influence of oceano-meteorological conditions on the behaviour, distribution and abundance of the northeast atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(3): 1256-1275

ICCAT (2013a) Report of the 2013 ICCAT North and South Atlantic albacore data preparatory meeting. Madrid, Spain – April 22 to 26, 2013

ICCAT (2010) Report of the 2009 ICCAT albacore Stock Assessment Session. ICCAT Coll Vol Sci Pap 65:1113-1253

Lauretta L, Walter J, Christman M (2015) Some consideration for CPUE standardization ; variance estimation and distributionam considerations. SCRS/2015/029

Le Gall J (1974) Exposé synoptique des données biologiques sur le Germon *Thunnus alalunga* (Bonaterre, 1788) de l'Océan Atlantique. Synopsis FAO sur les pêches 109:70 pp

Le Masson du Parc F (1727) Procès Verbaux des visites faites par ordre du Roy concernant la pesche en mer in Pêches et Pêcheurs du domaine maritime et des îles adjacentes d'Aunis et du Poitou, au XVIIIe siècle. Amirautés de Marennes, de La Rochelle etet Des Sables d'Olonne. Les Editions de l'Entre-deux-Mers, 2009:3-357

Liorzou B (1989) Les nouveaux engins de pêche pour la capture du germon. Description, statistique, impact sur le stock Nord Atlantique. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 30 (1):203-217

Mahé Florent (2011) Évolution de l'activité de pêche dans le sud-est du golfe de Gascogne entre 1986 et 2008 et identification des facteurs pouvant l'affecter. Rapport de Master 1 Dynamique des Écosystèmes Aquatiques, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Mariette AL (1991) Relationship between a drop of sardine and albacore catches and a relaxation of wind, tested 1580 by a superposed epoch analysis. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 71:1581 207-223

Marsac F. 2001. Climate and oceanographic indices appraising the environmental fluctuations in the 1582 Indian Ocean. IOTC Process, 4:293-301

Morrison DC, Laurs RM, Ulevitch RC (1978) Activity of albacore serum complement reflects its thermoregulatory capacity. In: The physiological ecology of tunas (GD Sharp and AE Dizon, eds). New York: Academic Press:141-150

Nikolic N, Fonteneau A, Morandeau G, West W, Hoarau L, Arrizabalaga H, Puech A, Hoyle S, Nicol S, Farley JH, Williams J, Bourjea J (2015). A review of the fishery, biology, and ecology of albacore tuna, *Thunnus alalunga*. Reviews in Fish Biology and Fisheries (*soumis*)

Northridge SP (1991) Driftnet fisheries and their impacts on non-target species: a worldwide review. FAO Rome, 1991. FAO Fisheries Technical Paper 320

Pitel-Roudaut M, Merrien C, Le Mestre S (2012) Les référentiels géographiques du SIH. Cartographie des sous rectangles statistiques et unités statistiques au 12 décembre 2012. Rapport IFREMER

Quéro Jean-Claude et Vayne Jean-Jacques (1997) Les poissons de mer des pêches françaises. Identification, inventaire et répartition de 209 espèces, édition Delachaux et Niestlé, 304 p

Salman A, Karakulak S (2008) Cephalopods in the diet of albacore, *Thunnus alalunga*, from the Eastern Mediterranean. Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom, 89(3):635-640

Sanchez Florence, Santurtun Marina (2013) SYNThèse et Analyse des données eXistantes sur un écosystème profond transfrontalier : le gouf de Capbreton – « SYNTAX » », 224p.

Santiago J (2004) Dinámica de la población de atún blanco (*Thunnus alalunga*, Bonaterre 1788) del Atlántico 1738 Norte. Thèse de Doctorat, Euskal Erico Unibertsitatea, Bilbao, 320 pp

Soriguer F, Serna S, Valverde E, Hernando J, Martín-Reyes A, Soriguer M, Pareja A, Tinahones F, Esteva I (1997) Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the South of Spain. European Journal of Epidemiology, 13:451-463

Skarniak Florent (2010) Évolution de l'activité de pêche autour de gouf de Capbreton entre 1985 et 2008. Rapport de Master 1 Dynamique des Écosystèmes Aquatiques, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Taquet Marc, Hoang Elodie, Guillotreau Patrice (2008) Bilan et mise à jour des données françaises de germon (*Thunnus alalunga*) dans l'Atlantique Nord pour la période de 1999 à 2007, 25 p

WEBOGRAPHIE

www.aquamaps.org
www.arkive.org
www.fao.org
www.fishbase.org
www.guidedesespeces.org
www.hookline.fr
www.iccat.int/fr
www.iucnredlist.org
www.ifremer.fr
www.sih.ifremer.fr
http://www.fao.org/docrep/003/T0502F/T0502F04.htm

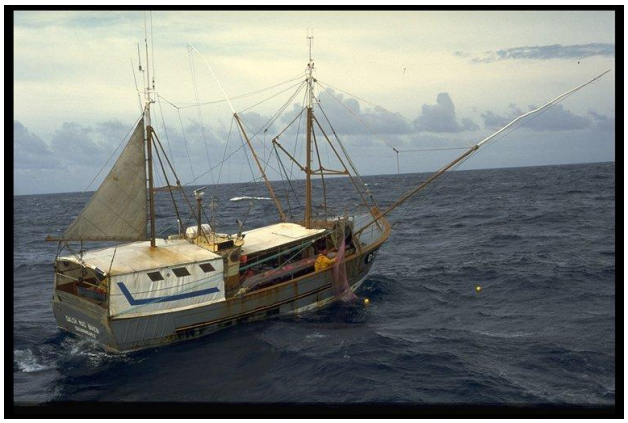
ANNEXES

Annexe n°1 : Circuit de l'information halieutique.

Circuit de l'information pêche

En criée

En mer



©Ifremer - Olivier BARBAROUX

Réseau Inter Criée (RIC)

Carnet de pêche informatique[1] (depuis 2008)

Carnet de pêche papier[1]

France Agrimer

DDTM[2]

IFREMER/SIH
(Système d'Information Halieutique)

Base de données Harmonie
- ✓ Marées
- ✓ Ventes
- ✓ Échantillonnages

[1] Log-book
[2] Direction départementale des Territoires et de la Mer

Annexe n°2 : La préparation des données historiques 1967-1986 pour une restitution au format CICTA et à la base de donnée du SIH d'IFREMER.

1) Les données germon 1967-1986

1.1) Présentation

En 1967, E. Postel, chercheur à l'OSTPM (Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) a mis en place un système de collecte de données sur les captures de thon germon par les flottilles française. J.C. Dao et F.X. Bard ont poursuivi ce travail au sein du CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans) puis à l'IFREMER à partir de 1984. Ces informations étaient transmises par les professionnels de la pêche via les carnets de pêche, sur la base du volontariat (Dao, 1971 ; Bard, 1977). En 1982, la Communauté Européenne a mis en place un système obligatoire de déclarations de l'effort de pêche et des captures via les logbooks (règlement CE n°2057 in Sanchez et Santurtun, 2013). De ce fait, les deux systèmes ont donc perduré entre 1982 et 1986. Les logbooks Européen supplantant peu à peu, mais tardivement, les carnets de pêche. Parallèlement à la mise en place des carnets de pêche, des observateurs ont embarqué sur un navire d'assistance durant les campagnes de pêche au thon germon (Le Pierre Adrien, navire affrété par le Comité Central des Pêches Maritimes et le syndicat professionnel). Sur les lieux de pêche, ils ont mesuré des captures, récupéré des contenus stomacaux, des échantillons de sang, identifié les parasites, etc. Concernant la répartition du nombre d'individus par classe de taille, ces informations ne sont pas ou plus disponibles aujourd'hui.

Le Tableau 1 ci-dessous présente les données de carnet de pêche telles qu'elles sont enregistrées et disponibles aujourd'hui. Ces données ont été récupérées par M. Taquet.

Tableau 1 : Données initiales (source M.Taquet, IFREMER). Nombre (Nb). Immatriculation des navires (Immat.).

Latitude	Longitude	Date-mois-jour	Année	Nb germon	Nb bonite	Nb de demis pêchés	Nb de gros pêchés	Capture (kg)	Effort de pêche	Nb de lignes	Immat.
434	140	602	1967	71	0	0	0	320	34	9	2774

Les Tableaux 2, 3 et 4 présentés ci-dessous permettent la compréhension des informations de cette série historique. Ces grilles d'interprétation ont permis la mise en forme des données historiques au format 2015 (présentées dans le Tableau 6).

Tableau 2: Grille d'interprétation de l'effort.

Effort_stratégie		
Effort	**Engin_COD**	**Commentaires liés aux stratégies de pêche**
100	LHP et LTL	Pêche toute la journée
60	LHP et LTL	Pêche au matin
40	LHP et LTL	Pêche au soir
39	LHP	Pêche au cours de la route vers ou au retour des lieux de pêche, par opportunité
34	LTL	Pêche au cours de la route vers ou au retour des lieux de pêche, par opportunité
44	LHP	Pêche au cours d'un changement de parage (de secteur), par opportunité
58	LTL	Pêche au cours d'un changement de parage (de secteur), par opportunité
35	LHP	Navire "à la cape", mais pêche par opportunité
28	LTL	Navire "à la cape", mais pêche par opportunité

Annexe n°2 suite

Tableau 3 : Grille d'interprétation des lignes.

Engin_nombre			
Lignes	**Engin_COD**	**Nb_engin**	**Commentaires Postel et CNEXO**
1	LHP		Nombre d'engin inconnu dans lignes
4	LTL	14	Si nombre (n dans colonne lignes) ≤ 4 et ≤8 alors Nb_engin= 10+n
	LTL	15	Si nombre (n dans colonne lignes) ≤ 4 et ≤8 alors Nb_engin= 10+n
6	LTL	16	Si nombre (n dans colonne lignes) ≤ 4 et ≤8 alors Nb_engin= 10+n
7	LTL	17	Si nombre (n dans colonne lignes) ≤ 4 et ≤8 alors Nb_engin= 10+n
8	LTL	18	Si nombre (n) ≤ 4 et ≤8 alors Nb_engin= 10+n
9	LTL		Nombre d'engin inconnu

Tableau 4 : Grille d'interprétation des catégories commerciales.

Appéllation_Postel et etCNEXO			
Appéllation	**Fourchette de taille (cm)**	**Fourchette de poids (kg)**	**Source**
Bonite	45-57	2-4	Bard, 1981
Demis	58-67	4-6	Bard, 1981
Gros	68-80	6-10	Bard, 1981

1.2) Corrections réalisées

A l'origine, 71 544 lignes étaient contenues dans le fichier de données. Pour la préparation des formulaires CICTA, 71 408 lignes ont été retenues après corrections, et tous les efforts ont été utilisés. Cependant, seules les occurrences « effort » 100/60/40 (cf Tableau 2, Effort et stratégie) ont été sélectionnées, soit 63 459 lignes de données, pour les analyses statistiques (test de la normalité, d'homoscedasticité et de Kuskall-Wallis) car les efforts 34/44/58/35/28 sont trop sujets à discussion et interprétations.

1. Recherche des doublons : Les doublons ont été identifiés ce qui a entraîné la suppression de 135 lignes dans les données pour arriver à un total de 71 408 lignes [les doublons sur toutes les colonnes ont d'abord été éliminés (97 valeurs), puis les doublons sans le nombre de bonite, de demi et de gros (37 valeurs), et enfin les doublons liés aux efforts ont été éliminés (1 valeur)].

2. Les données spatiales ont été ajustées au méridien de Greenwich et à la latitude géodésique (cf Tableau 1), pour une représentation correcte dans le but de cartographier les données et d'obtenir les secteurs codes au format CIEM qui est de 0.5° de latitude sur 1° de longitude.

3. Les occurrences « Nb de lignes » déclarées dans les carnets de pêche (cf Tableau 1) ont été traduites en code engin selon la grille d'interprétation présentée dans le tableau 3.

4. Les dates ont été mises au format du type jour/mois/année ; elles correspondent à la date de pêche.

5. Pour les valeurs nulles ou simplement manquantes, concernant le nombre de germon et les captures (kg), il était primordial de savoir s'il s'agissait d'une sortie de pêche dans laquelle il n'y avait eu aucune capture. En effet, nous devions nous assurer qu'il ne s'agissait pas d'une donnée manquante. La réflexion à donc été la suivante : si la capture et le nombre de germon sont nuls, alors il y a eu une activité de pêche mais aucun individu n'a été pêché. Mais si un zéro est observé alors que l'une des deux variables présente une valeur, alors il est préférable de considérer l'information comme manquante. Dans le cas de poids non indiqué mais avec le nombre de poissons déclaré, le poids a été calculé sur la base du poids moyen par poisson du mois et de l'année considérée (la valeur moyenne était d'un écart-type de ± 4.7 kg).

Annexe n°2 suite

6. Certains numéros d'immatriculation des navires n'étaient pas renseignés et présentaient une valeur "zéro". Pour limiter les erreurs lors des analyses, ces valeurs ont été remplacées par un code d'immatriculation navire (fictif) avec une lettre (G pour germon) suivi de la date de sortie du navire (mois-jour-année). Par exemple, pour un navire sorti en mer le 10 juillet 1985, son code d'immatriculation est G7101985. De fait, le nombre de navire différents a pu être augmenté pour certaines années, mais cela est plus cohérant que de conserver un seul navire « 0 » dont les CPUE seraient de fait surévaluées.

Le tableau 5 résume la liste des commandes utilisées sous Excel pour réaliser les corrections des données d'origine.

Tableau 5 : Formules utilisées sous Excel pour corriger les données

Les formules du Tableau 5 permettent d'obtenir des données corrigées sur le Tableau 6. Celui-ci reprend une partie de l'ensemble des informations contenues dans le fichier.

Champ	Latitude	Longitude	Date (mmjj)	année	Nombre de germon	Capture en kg	Effort	Nombre de lignes (métier)	Immatriculation
Donnée de base	463	41	911	1967	1	0	28,34,35,39,40,44,58, 60,100	1 à 9	0
Formules Sous Excel	=ARRONDI.INF (463*0.1;0)	=ARRONDI.INF (41*-0.1;0)	extraction (mmjj) + concaténation (année)		=SI(ET(capture en kg<>0;nombre de germon=0);"";nombre de germon)	=SI(ET(nombre de germon<>0;capture en kg=0);"";capture en kg)	Filtre de 40,60,100	Si 1 = LHP Si <1=LTL	G(pour Germon)mmjjaa
Résultat (Donnée corrigée)	lat_court = 46	Long_court = -4	11/9/1967		Nb germon bis = 1 (qui est le nombre de germon)	Capture en kg bis = valeur manquante	Effort = 40,60,100	ICCAT= LTL ou LHP	ID_navire= G8061985

Tableau 6 : Données 1967-1986 au format 2015. (N) nombre.

ID	ID_Navire	Latitude	Longitude	Secteur_COD	Date_pêche	Nb germon	Capture (kg)	Engin_COD	Effort	Nb_engin
44852	9545	45	-4	19E6	09/10/1976	97	465	LTL	40	
41917	9545	46	-6	21E4	03/10/1976	88	421	LTL	40	

Annexe n°2 suite

1.3) Tests statistiques

Des tests statistiques ont été ensuite réalisés via le logiciel R pour les efforts 100/60/40 à partir des données corrigées (tableau 6). Plusieurs variables (ex : les engins de pêche et les efforts de pêche) ont été choisies pour déterminer si les captures varient. La normalité et l'homoscedasticité de chacune de ces variables furent vérifiées. Le test de Kruskall-Wallis puis de Nemenyi furent aussi utilisés pour tester si les efforts de pêche ont une influence sur les captures de germon. Le test de Wilcoxon-Whitney a été utilisé pour mettre en évidence s'il y avait des différences significatives de captures de germons entre les engins LHP et LTL.

2) Les données germon 1988 et 1989

Les données 1988 sont issues des échantillonnages réalisés en criée ou en usine (fond d'archives de Liorzou B.). Les données de 1989 sont issues des observations à la mer (fond d'archives d'Antoine L.)

En vue de préparer les formulaires ST02 et ST04 de la CICTA (année 1988), les archives papiers d'IFREMER (Références des archives: 20062008w17 ; 20082005w11 ; 20062002w14) ont été saisies car non disponibles dans la base Harmonie du SIH d'IFREMER. Les informations contenaient les feuilles d'échantillonnages (navire/date/nombre de poissons par classe de taille et poids total de l'échantillon et de la capture du navire).

De même pour l'année 1989, les feuilles de bord réalisées par différents observateurs en mer sur des navires de pêche ont été ressaisies. Ces données contenaient des informations sur l'effort de pêche (engin, temps de pêche, longitude latitude, profondeur de pêche), la température de l'eau, sur les captures associées (nombre de germons par classe de taille, individus rejetés et ou conservés etc.). Seul le formulaire ST04_1989 a été réalisé, car les données de captures étaient incomplètes dans la base harmonie (kg totales/engins/ports/mois/navire) pour ce formulaire empêchant d'élever les échantillons à la strate de l'échantillon. Par ailleurs, le formulaire ST03 (bis) a été réalisé en vue de compléter une première version de ce formulaire réalisée grâce aux données « logbook » issues de la base Harmonie.

3) les données 1990-1998 et 2014

Pour cette période, les données "marée" et "ventes" ont été obtenues à partir de la base Harmonie. Les données "marée" proviennent des logbooks remplis par les pêcheurs lors des sorties en mer. Les données "ventes" sont issues du réseau inter-criées (RIC). Ces données permettent de vérifier la capture vendue en vue de la comparer au à la capture déclarée dans les logbooks. Ainsi il est possible de calculer le taux de couverture des données de capture qui sont spatialisées.

$$\text{Couverture des données} = \frac{\sum \text{captures issues des marées bien géoréférencées}}{\sum \text{captures issues des ventes}} \times 100$$

Durant la période aucun échantillonnage (mesure de poissons) n'a été réalisé en criée. Les observations réalisées en mer au cours de la saison de pêche 2014, ont été utilisées pour préparer les formulaires ST04 et ST05.

Un fichier Excel "Marée tot 1989-1998" a été crée pour rassembler les données de chaque années séparée en un seul et même fichier (7754 lignes).

Les erreurs liées à la saisie des données ou de codification non compatibles avec les formats de la CICTA ont nécessité des corrections selon les critères ci-dessous.

Annexe n°2 suite

1. La présence de doublons a été vérifiée.
2. Certaines incompatibilités espèces/engins ont été mises en évidence. Il s'agit des engins tels que le filet droit, le trémail, la palangre calées, le chalut de fond à panneaux car ils ne « travaillent » pas dans l'habitat (colonne d'eau) des germons. Ils ne peuvent donc pas en capturer.
3. L'inexistence au cours de la période historique considérée, comme par exemple la palangre dérivante avant 1996 ou l'interdiction d'engin tel que le filet maillant dérivant après l'année 2000, n'ont pas pu être utilisés pour cibler le germon avant ou après la période (voir Liorzou, 1989).
   Le tableau 7 résume les corrections apportées sur les engins.

Tableau 7 : Grille de corrections apportées sur les engins de pêche.

** Les navires qui présentent des captures pour les métiers codifiés GN ou GNS et GND, sont considérés comme des navires n'utilisant que du GND. Si le navire ne présente que du GN ou que du GNS ou du GN et du GNS mais pas de GND, alors l'engin utilisé est considéré comme inconnu (UNCL) puisque ni le GN ni le GNS ne peuvent capturer des germons.*

*** De même pour les métiers de la ligne, si les navires présentent à la fois du LL et du LTL, la techniques de pêches utilisés est alors du LTL (ligne de traine). Mais si les navires ne présentent que du LL, la technique de pêche est inconnu (UNCL).*

**** La palangre dérivante ou palangre verticale dérivante fut utilisée à partir des années 1996/1997 (CF § 3.1.1). Cette technique de pêche est indiquée pour certains navires dans les bases avant cette date (exemple de 1990 à 1994), la codification engin est alors corrigée en UNCL (inconnue) avant 1996/1997.*

4. Codification au format CICTA

Codes FAO initial Harmonie	GN ; GNS	LL	LLD	LLS ; MIS ; NK ; GTR	OTB ; OTM ; PT
Codes FAO après correction	GND ou UNCL *	LTL ou UNCL **	UNCL ***	UNCL	PTM

Tableau8 : Grille de codification FAO/CICTA.

Code FAO	**Code CICTA**
GND	GILL
LHP	HAND
LLD	LL-deri
PTM	MWTD
LTL	TROL
UNCL	UNCL

5. Transformation des rectangles CIEM en longitude et latitude : les rectangles CICTA sont définis par 1 degré de latitude (la plus sud) et 1 degré de longitude (la plus est), alors que les secteurs codes qui correspondent aux rectangles statistiques du CIEM (Conseil Internationale pour l'Exploitation de la Mer) sont définis par 0,5 degré de latitude sur 1 degré de longitude.

Annexe n°2 suite

Pour la mise en "conformité" des rectangles, Access a été utilisé. Des fonctions d'Access ont été reprises. Par exemple, pour le secteur code 16E8 :

CChaîne : chaine de caractère, ici c'est 16E8
ASC : code ASCII, pour E = 69
SECT_COD : 8 pour la longitude et 16 pour latitude
Fix : pour donner un nombre entier

- **Longitude** : CChaîne(ASC(ExtracChaîne([SECT_COD];3;1))70)*10+Droite([SECT_COD];1)+1
  = ((69-70)*10) + (8+1) = -1

- **Latitude**:
  Fix(CChaîne((Gauche([SECT_COD] ;2)/2+35)))
  = (16/2) + 35 = 43

Pour le rectangle statistique 16E8, la longitude est donc de -1 et la latitude est de 43.
Dans le cas d'un secteur différent du rectangle statistique CIEM comme par exemple des grandes zones CIEM du type 007K10 ou 008B10, aucune transformation en 1 degré de longitude et 1 degré de latitude n'a été opérée au sein des fichiers transmis à la DPMA. Cependant, les latitudes et longitudes pour ces rectangles ont été estimés au sein des données utilisées dans le tranvail préliminaire de standardisation. Pour cela, le package vmstools (Niels et al. 2011) sous R a été utilisé.
L'information (tonnage/engin/mois/zone CIEM) est donnée en forme de note dans le formulaire ST03.

D'un point de vue statistique, des tests sous R ont été réalisés pour savoir s'il y a une différence significative concernant la capture de germon (kg) entre les engins de pêches pour les séries de données entre 1989 et 1998 (5 engins : LHP, LTL, GND, PTM et UNCL) et entre 1999 et 2014 (7 engins : LHP, LTL, LLD, GND, PTM, PS1 et UNCL). Le test de Kruskall-Wallis et de Nemenyi permettent de répondre à cette problématique. Avant cela, la normalité et l'homoscedasticité ont été vérifiées pour choisir ce test non paramétrique.

Enfin, les données ont été traitées sous Access, comme évoqué ci-dessus, en vue de remplir les formulaires ST02, ST03, ST04 et ST05 de la CICTA année par année de 1990 à 1999 et 2014. Les formulaires de 2000 à 2008 ayant été réalisés par M. Taquet et ceux de 2009 à 2014 par G. Morandeau.

Tableau 9 : Formulaires restitués à DPMA à la suite des traitements.

Annexe n°2 suite

	Formulaires remis DPMA /SDRH/BAEI (T. Roche)						
Année	Date remise	Form ST02T -INC.xls	Form ST03-T2CE.xls	Form ST04-T2SZ.xls	Form ST05-CAS.xls	Commentaires	Source données
1967	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	E. Postel et JC Dao (OSTPM) via M. Taquet (Ifremer)
1968	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	E. Postel et JC Dao (OSTPM) via Taquet (Ifremer)
1969	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1970	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1971	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1972	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1973	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1974	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1975	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1976	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1967-1976.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1977	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1978	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1979	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1980	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1981	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1982	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1983	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1984	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1985	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1986	28/04/2015	ST02T -INC_1967-1986.xls	ST03-T2CE_1977-1986.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST05	CNEXO via Taquet (Ifremer)
1987						Aucune donnée dans base Harmonie d' Ifremer	

Annexe n°2 suite

1988	27/05/2015	ST02T -INC_1988.xls		ST04-T2SZ_1988.xls		Données spatialisées indisponibles pour ST02 et données criées indisponibles pour ST05	Fond d'archives B.Liorzou v (ref archive: 20062008w17; 20082005w11;20062002w14)
1989	28/04/2015	ST02T -INC_1989.xls	ST03-T2CE_1989.xls				SIH (base Harmonie Ifremer)
1989	27/05/2015		ST03-T2CE_1989_bis.xls	ST04-T2SZ_1989.xls		Données captures incomplètes (kg totales/engins/ports/mois/navire)	Fond d'archives L. Antoine (ref archive: 20062008w17 ; 20082005w11;20062002w14)
1990	28/04/2015	ST02T -INC_1990.xls	ST03-T2CE_1990.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST06	SIH (base Harmonie Ifremer)
1991	28/04/2015	ST02T -INC_1991.xls	ST03-T2CE_1991.xls			Données échantillonages trop incohérentes ST04 et ST07	SIH (base Harmonie Ifremer)
1992	28/04/2015	ST02T -INC_1992.xls	ST03-T2CE_1992.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST08	SIH (base Harmonie Ifremer)
1993	28/04/2015	ST02T -INC_1993.xls	ST03-T2CE_1993.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST09	SIH (base Harmonie Ifremer)
1994	28/04/2015	ST02T -INC_1994.xls	ST03-T2CE_1994.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST10	SIH (base Harmonie Ifremer)
1995	28/04/2015	ST02T -INC_1995.xls	ST03-T2CE_1995.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST11	SIH (base Harmonie Ifremer)
1996	28/04/2015	ST02T -INC_1996.xls	ST03-T2CE_1996.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST12	SIH (base Harmonie Ifremer)
1997	28/04/2015	ST02T -INC_1997.xls	ST03-T2CE_1997.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST13	SIH (base Harmonie Ifremer)
1998	28/04/2015	ST02T -INC_1998.xls	ST03-T2CE_1998.xls			Données échantillonnages non disponibles pour ST04 et ST14	SIH (base Harmonie Ifremer)
2014	28/04/2015	ST02T -INC_2014.xls	ST03-T2CE_2014.xls	ST04-T2SZ_2014.xls	ST05-CAS_2014.xls		SIH (base Harmonie Ifremer)

Annexe n°2 suite

Référence :

Bard F.X. (1977). Commentaires sur l'état du stock de germon (*Thunnus alalunga*) Nord Atlantique. col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 6 (2): 215-232 (1977)

Dao J.C. (1971) Rapport scientifique et technique n°4 "L'étude du thon blanc (*Thunnus alalunga*) dans le Golfe de Gascogne. Résultats préliminaires des travaux du CNEXO de 1969 à 1970"

Liorzou B. (1989). Les nouveaux engins de pêche pour la capture du germon. Description, statistique, impact sur le stock Nord Atlantique. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 30 (1) : 203-217 (1989)

Sanchez Florence et Santurtun Marina (2013) « SYNThèse et Analyse des données eXistantes sur un écosystème profond transfrontalier : le gouf de Capbreton – « SYNTAX » », 224p

Annexe n°3 : Formulaires CICTA pour l'année 2014 (ST02, ST03, ST04 et ST05).

ST02-T1NC	TÂCHE I - CAPTURES NOMINALES CICTA: COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DES THONIDÉS DE L'ATLANTIQUE	Version	Langue
		2015a	FRA

Correspondant statistique — ok

Affiliation
Nom: Morandeau Gilles
E-mail: gilles.morandeau@ifremer.fr — Téléphone: 229008597
Identification
Institution: IFREMER
Département: RBE
Adresse: UPPA, Parc Montaury 64600 Anglet — Pays: EU.France

Réservé au Secrétariat

Date de déclaration:
Nº Reference:
Nom du fichier (proposé): ST02_EU.FRA2014-14F#.xlsx

Critères de filtrage

	Filtre 1	Filtre 2
a)	0	0
b)	0	0
c)	0	0
d)		

Caractéristiques du jeu de données — ok

Pavillon déclarant: EU.France — EU.FRA
Années visées (de): 2014 (à) 2014
Quantités: kg
Type de produit: LW
Version transmise: Final
Contenu (données): NEW data
Data never reported to ICCAT (NEW information)

Notes

Attributs sur les captures — **Traitement des données (facultatif)**

Flotte ID (EU.FRA)		Données de capture							Quantités capturées (kg)				Traitement des données (facultatif)			
													Débarquement		Rejets	
Pavillon du navire (cod)	Zone/Port d'attache	Année	Espèce (cod)	Stock (M.Unit)	Zone échantillonnage (cod)	Zone Tâche I (facultatif)	Engin (cod)	Zone de pêche (cod)	Débarqué (morts, L)	Rejets (morts, DD)	Rejets (vivants, DL)	BFT mis en cage (vivants, FA)	Sources données (cod)	Corrections (L)	Sources données (cod)	Corrections (D)
FlagVesCd	PortZone	YearC	SpeciesCd	SpcStockCd	SaAreaCd	AreaT1Cd	GearCd	FishZoneCd	qtyLkg	qtyDDkg	qtyDLkg	qtyFAkg	DSourceLCd	corrL	DSourceDCd	corrD
FRA	Mainland	2014	ALB	NE	AL31		LL-deri	COMB	166				C.LB			
FRA	Mainland	2014	ALB	NE	AL31		TROL	COMB	8191				C.LB			

Annexe n°3 suite

ST03-T2CE — TÂCHE II - PRISE ET EFFORT

CICTA: COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DES THONIDÉS DE L'ATLANTIQUE

Version: 2015a — Langue: FRA

Correspondant statistique — ok

Affiliation	Nom	MORANDEAU Gilles	
	E-mail	gilles.morandeau@ifremer.fr	Téléphone 02292008597
Identification	Institution	IFREMER	
	Département	RBE	
	Adresse	UPPA, Parc Montaury 64600 Anglet	Pays EU.France

Réservé au Secrétariat

Date de déclaration

Nº Reference

Nom du fichier (proposé): ST03_FRA2014-14F#.xlsx

Critères de filtrage

	Filtre 1	Filtre 2
a)	0	0
b)	0	0
c)	0	0
d)		0
e)		0

Caractéristiques du jeu de données — ok

Pavillon déclarant	EU.France	FRA
Années visées (de)	2014	(à) 2014
Couverture des données (%)	100	%
Sources données (cod)	C.LB	Catches from Log-Books
Version transmise	Final	
Contenu (données)	NEW data	

Unités d'effort

Effort 1 units

Effort 2 units

Attributs de la capture

Type de WGT kg

Type de LW Live (round) weight

Notes

Composition des captures par espèce ⇒

Espèce (cod)	BFT	ALB	BET	SKJ	YFT	SWO	BUM	WHM	SAI	SPF	BSH	POR	SMA
T. Banc (cod)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
L/D	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	sp01	sp02	sp03	sp04	sp05	sp06	sp07	sp08	sp09	sp10	sp11	sp12	sp13

Thonidés et espèces apparentées, requins (ciblées et prises accessoires): sp01, sp02, sp03, sp04, sp05, sp06, sp07, sp08, sp09, sp10, sp11, sp12, sp13, sp14, sp15, sp16, sp17, sp18, sp19, sp20, sp21, sp22, sp23, sp24, sp25, sp99

Attributs de prise et effort

Flotte ID (FRA): Pavillon du navire (cod)	Zone/Port d'attache	Série temporelle / engin: Année	Mois	Engin (cod)	Zone géographique: T. Carré (cod)	Carré (cod)	Lat	Lon	Données d'effort: Effort 1	Effort 1 type (cod)	Effort 2	Effort 2 type (cod)	sp01	sp02
FlagVesCd	PortZone	YearC	Month	GearCd	GeoGridCd	QuadCd	Lat	Lon	Effort1	Eff1TypeCd	Effort2	Eff2TypeCd	sp01	sp02
FRA	FRA	Mainland	7	MWTD	1x1	NE	47	-18	3	NO.SETS				9640
FRA	FRA	Mainland	7	MWTD	1x1	NE	47	-17	1	NO.SETS				0
FRA	FRA	Mainland	7	MWTD	1x1	NE	47	-15	12	NO.SETS				66460

ST04-T2SZ — TÂCHE II - ÉCHANTILLONNAGE DE TAILLE (thonidés et requins)

CICTA:2COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DES THONIDÉS DE L'ATLANTIQUE

Version: 2015a — Langue: FRA

Correspondant statistique — inc

Affiliation	Nom	MORANDEAU Gilles	
	E-mail	gilles.morandeau@ifremer.fr	Téléphone
Identification	Institution	IFREMER	
	Département	RBE	
	Adresse	UPPA, Parc Montaury 64600 Anglet	Pays EU.France

Réservé au Secrétariat

Date de déclaration

Nº Reference

Nom du fichier (proposé)

Critères de filtrage

	Filtre 1	Filtre 2
a)	0	0
b)	0	0
c)	0	0
d)		

Caractéristiques du jeu de données — ok

Pavillon déclarant	EU.France	EU.FRA
Année civil	2014	
Espèce (cod)	ALB	Thunnus alalunga
Version transmise	Final	
Contenu (données)	NEW data	

Attributs de la capture

Type de capture	WGT	kg
Type de produit	LW	Live (round) weight

Attributs d'échantillonnage

Lieu (cod)	ATS	At sea
Unité échantillon (cod)	CCM	multiple commercial cat.
Extrapolé (SU) ?	NO	

Attributs des fréquences de taille

Type de classe de taille	FL	Fork length
Intervalle	1	cm
Limite de classe	LL	lower limit

Notes

Prise totale non disponible pour l'ensemble des échantillons (non recueillie en mer)

Attributs de l'échantillon / **Détails de la fréquence de taille**

Flotte ID (EU.FRA): Pavillon du navire (cod)	Zone/Port d'attache	Strates de la capture associées aux échantillons: Période temporelle	Engin (cod)	Type de capture (cod)	T. Banc (cod)	Zone géographique: Zone échantillonnage (cod)	T. Carré (cod)	Carré (cod)	Lat	Lon	Sources données (cod)	Prise totale (kg)	Strates de l'échantillon: Unité échantillon ID (SU)	Période temporelle	Total poissons échantillonnés: Poids (kg)	Nombre	Classe de taille	Nombre & Sexe: U	M	F	I
FlagVesCd	PortZone	TimeCatch	GearCd	CatchTypeCd	SchoolTypCd	SaAreaCd	GeoGridCd	QuadCd	Lat	Lon	DSourceCd	TotCatch	SampleID	TimeSample	FishSaW	FishSaN	szClass	NoUs	NoMs	NoFs	NoIs
FRA	Concarneau	9	MWTD	L	FSC	AL31	1x1	NE			L.PO	32	5848864	9	3	7	52	1			
FRA	Concarneau	9	MWTD	L	FSC	AL31	1x1	NE			L.PO	32	5848864	9	3	7	53	1			
FRA	Concarneau	9	MWTD	L	FSC	AL31	1x1	NE			L.PO	32	5848864	9	3	7	54	1			

Annexe n°3 suite

ST05-CAS	TÂCHE II - ESTIMATIONS DE PRISE PAR TAILLE (principaux thonidés)	Version	Langue
	CICTA: COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DES THONIDÉS DE L'ATLANTIQUE	2015a	FRA

Correspondant statistique — ok

Affiliation	Nom	Morandeau Gilles	
	E-mail	gilles.morandeau@ifremer.fr	Téléphone: 0229008597
Identification	Institution	IFREMER	
	Département	RBE	
	Adresse	UPPA, Parc Montaury 64600 Anglet	Pays: EU.France

Réservé au Secrétariat

Date de déclaration	
Nº Reference	
Nom du fichier (proposé)	ST05_EU.FRA_ALB2014F#.xlsx

Critères de filtrage

	Filtre 1	Filtre 2
a)	0	0
b)	0	0
c)	0	0
d)		

Caractéristiques du jeu de données — ok

Pavillon déclarant	EU.France	EU.FRA	
Année civil	2014		
Espèce (cod)	ALB	*Thunnus alalunga*	
Version transmise	Final		
Contenu (données)	NEW data		

Attributs de la capture

Type de produit	LW (Live/round Weight)	

Attributs des fréquences de taille

Type de classe de taille	FL	Fork length
Intervalle	1	cm
Limite de classe	LL	lower limit

Notes

Attributs CAS — **Détails CAS**

Flotte ID (EU.FRA)		Strates de la capture associées aux échantillons									Détails d'échantillonnage			Détails CAS				
							Zone (carrés 5x5)			Prise totale							Nombre & Sexe			
Pavillon du navire (cod)	Zone/Port d'attache	Période temporel	Engin (cod)	Type de capture	T. Banc (cod)	Zone échantillonna	Carré (cod)	Lat	Lon	Poids (Kg)	Nombre	Nombre d'échantillons	Poids (kg)	Nombre de poissons	Classe de taille	U	M	F	I
FlagVesCd	PortZone	TimeCa	GearCd	CatchTypeC	SchooltypCd	SaAreaCd	QuadCd	Lat	Lon	TotCatchW	TotCatchN	NrSamples	FishSampW	FishSampN	szClass	NoUc	NoMc	NoFc	NoIc
FRA	Lorient	7	MWTD	C	FSC	AL31	NE			153467		1	22	41	81	2			
FRA	Lorient	7	MWTD	C	FSC	AL31	NE			153467		1	12	41	83	1			
FRA	Lorient	7	MWTD	C	FSC	AL31	NE			153467		2	80	71	75	11			

Annexe n°4 :

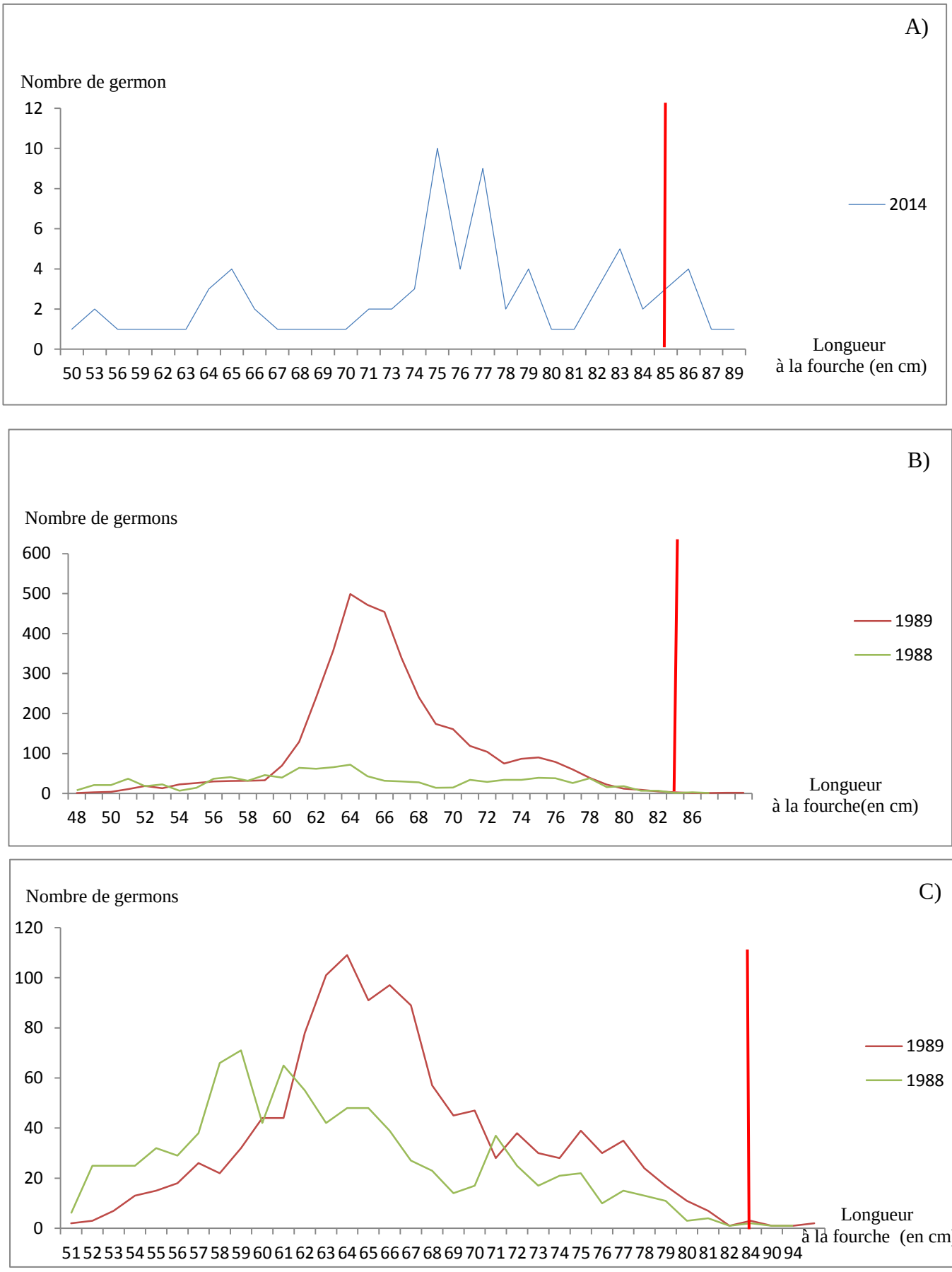
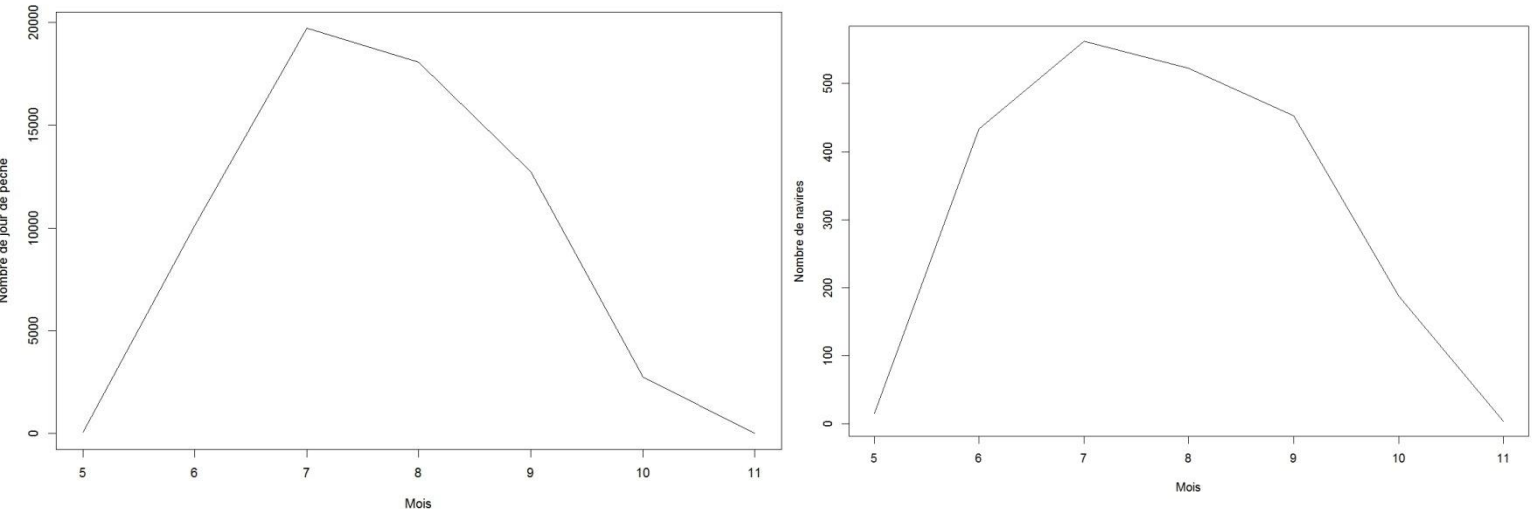


Figure 1 : Nombre de thon germon capturés par classe de taille (longueur à la fourche en cm) avec la palangre dérivante en 2014 (A), le filet maillant dérivant en 1989 et 1988 (B) et la ligne de traîne en 1989 et 1988 (C).

Annexe n°4 suite :



Figures 2 et 3 : Évolution mensuelle du nombre de jour de pêche (à gauche) et de navires (à droite) de 1967 à 1986.

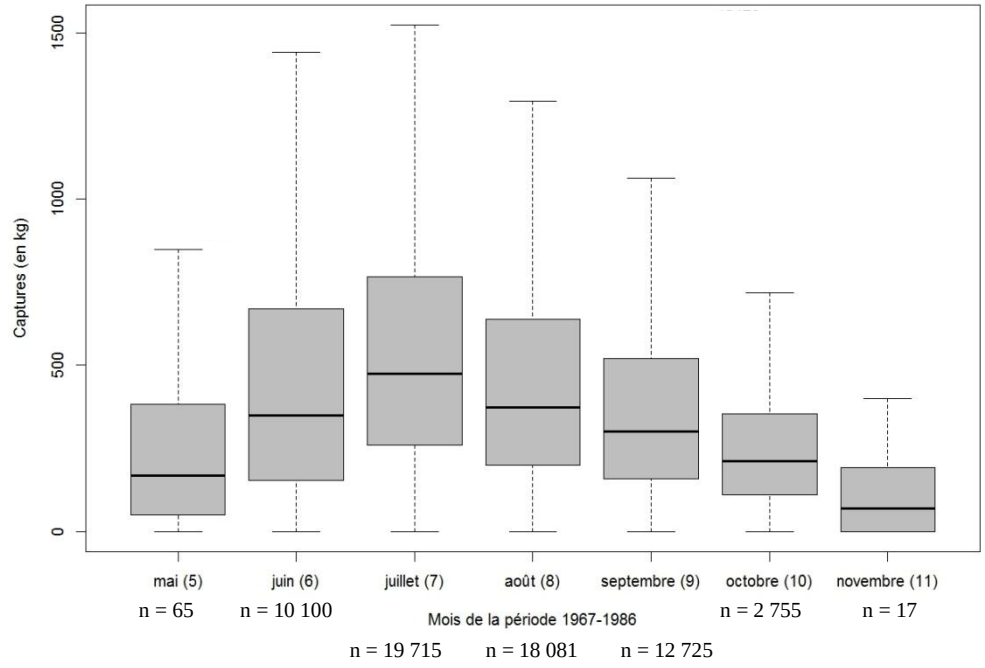
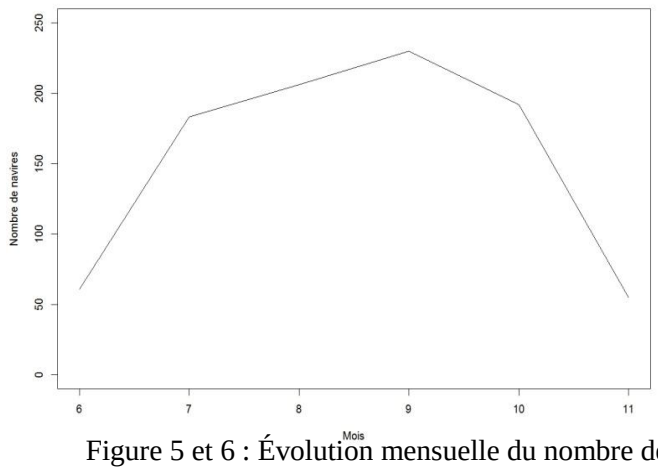


Figure 4 : Boite à moustache des captures mensuelles de thon germon entre 1967 et 1986 (kg), (n), nombre d'échantillon.

Annexe n°4 suite :



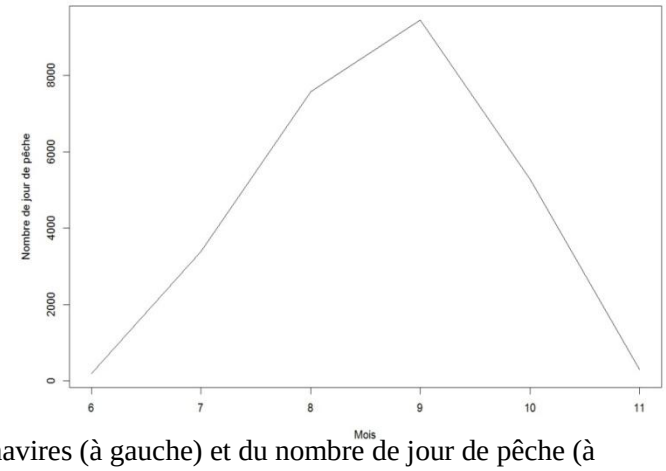


Figure 5 et 6 : Évolution mensuelle du nombre de navires (à gauche) et du nombre de jour de pêche (à droite) entre 1991 et 2014 ciblant le thon germon.

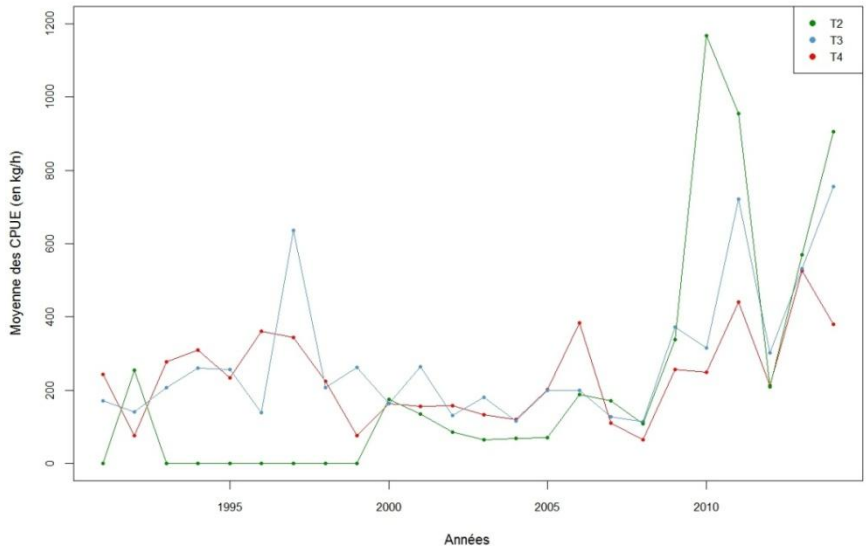


Figure 7 : Évolution des moyennes de CPUE trimestrielles par heures de pêche (en kg/heures/trimestres) entre 1991 et 2014 ciblant le thon germon.

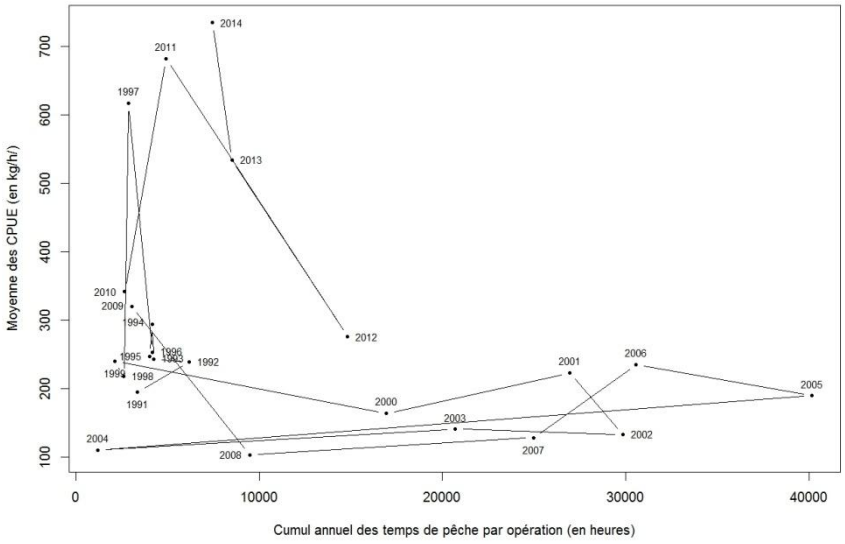


Figure 8 : Variation des CPUEs annuelles de 1991 à 2014 par heures de pêche (kg/heures) de thon germon.

Annexe n°5 : Détails des résultats des tests statistiques.

Normalité

Question : Les variables (engins, effort de pêche, années, mois, trimestres) suivent-elles une loi normale? On prend l'exemple de l'année 1991.

Les hypothèses posées sont : pour la variable "année 1991".

H0 : la variable suit une loi normale.
H1 : la variable ne suit pas une loi normale.

Règle de décision : On rejette H0 au risque α de 5% si la valeur-p est inférieur à 0,05. La normalité est alors testée pour chaque effort de pêche, chaque année, chaque engin, chaque trimestre et chaque mois, ce qui fait un total de 58 tests. Seul 1 test parmi les 58 est présenté ici pour l'année 1991.

Calcul :

data1991 <- subset(data, subset=year=="1991")
ks.test(data1991$Total_Catch_Kg,"pnorm")
D = 1, **valeur-p < 2.2e-16**

Résultat : la valeur-p est de 2,2e-16, cette valeur est inférieur au seuil α (car 2,2e-16 < 0,05). On rejette donc H0 au risque de 5%.

Conclusion : Dans notre exemple, on peut dire que la variable "année 1991" ne suit pas une loi normale.
On répète l'opération pour chaque année avant de tester l'homoscedasticité de l'ensemble du groupe "année". De même pour les autres variables engins, effort, trimestre et mois.
Puisqu'il y a plus de 5000 échantillons (63459 lignes de données pour la période 1967-1986 et 26182 pour 1991-2014) et qu'il n'y a pas de normalité, le test de Levene est utilisé pour vérifier l'égalité des variances de chaque variable est le plus approprié.

Homoscedasticité

Question : Les variances des groupes (années, engins, effort, trimestre, et mois) sont-elles égales entre elles? On prend l'exemple des années.

Les hypothèses posées sont : pour la variable "année 1991-2014".

H0 : les variances des groupes sont égales entres elles.
H1 : les variances des groupes ne sont pas égales entres elles.

Règle de décision : On rejette H0 au risque α de 5% si la valeur-p est inférieur à 0,05. L'homoscedasticité est alors testée pour chaque effort de pêche, chaque année (période 1967-1986 et 1991-2014), chaque engin, chaque trimestre et chaque mois, ce qui fait un total de 6 tests. Seul 1 test parmi les 6 est présenté ici (pour la période 1991-2014).

Annexe n°5 suite :

Calcul :
year<-as.factor(year)
with(data, tapply(totalcatch,year, var, na.rm=TRUE))

1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998
32867710 99087731 46737833 80609615 45850821 160363458 288958658 32495463
1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006
18568931 28121373 14883591 2531292 2748732 1320221 3830460 4270682
2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014
2585763 2579775 9824098 7191195 17775604 14757109 15919491 29537482

leveneTest(totalcatch~year, data=data, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")

Df F value Pr(>F)
group 23 195.09 **< 2.2e-16 *****
26156

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Résultat : la valeur-p étant inférieur à 0,05 ($2{,}2.10^{-16}$), alors on rejette H0 pour la variable "année 1991-2014".

Conclusion : Les variances des groupes ne sont pas égales entres elles.

Il est donc possible de déterminer quels tests statistiques sont appropriés aux données et aux conditions d'applications. Il n'y a ni normalité, ni homoscédasticité, les tests non paramétriques vont donc être utilisés. Pour les efforts de pêche, les années, les mois, les trimestres, il y a plus de deux variables à étudier, le test de Kruskall-Wallis est donc utilisé. Pour les engins de pêches, le test de Wilcoxon-Mann-Whitney est utilisé car y a deux variables à étudier (LHP et LTL).

Test de Kruskall-Wallis

Question : Y-a t-il une différence significative de captures de pêche entre les mois ?

Les hypothèses posées sont :

H0 = les captures effectuées entre juin et novembre ne sont pas significativement différentes entres elles.
H1 = au moins un des mois permet d'obtenir des captures significativement différentes.

Règle de décision : On rejette H0 au risque α de 5%.

Calcul du test :

kruskal.test(totalcatch ~ month, data=data)
Kruskal-Wallis chi-squared = 430.4574, df = 5, **valeur-p < 2.2e-16**

Résultat : la valeur-p est très faible et inférieur à 5%. Il y a bien au moins un mois entre juin et novembre qui permet d'obtenir des captures de pêche de germon significativement différents.

Annexe n°5 suite :

Conclusion : pour connaitre quel mois est significativement différents des autres, il faut réaliser un test de comparaison multiples, le test de Nemenyi.

Test de Nemenyi

Question : quel mois permet d'obtenir des captures significativement différentes ?

Les hypothèses posées sont :

H0 = aucun des mois n'est différents.
H1 = le mois de juin permet d'obtenir des captures différents de juillet, d'août, de septembre, de novembre et de décembre, … .
Donc juillet ≠ juin, juillet ≠ aout, juillet ≠ septembre, juillet ≠octobre et juillet ≠ novembre et etc. pour les autres mois entre eux.

Calcul : le package pgirmess doit être installé pour réaliser ce calcul.

kruskalmc(totalcatch,month)
Multiple comparison test after Kruskal-Wallis
p.value: 0.05
Comparisons
obs.dif critical.dif difference
6-7 1778.3034 1629.7980 TRUE
6-8 967.3463 1604.8667 FALSE
6-9 709.8804 1600.8681 FALSE
6-10 459.9871 1613.6915 FALSE
6-11 2488.6168 2038.7497 TRUE
7-8 810.9571 458.7490 TRUE
7-9 2488.1838 444.5584 TRUE
7-10 2238.2905 488.7264 TRUE
7-11 710.3134 1338.4146 FALSE
8-9 1677.2266 342.0349 TRUE
8-10 1427.3333 397.7552 TRUE
8-11 1521.2705 1307.9409 TRUE
9-10 249.8933 381.3013 FALSE
9-11 3198.4971 1303.0314 TRUE
10-11 2948.6039 1318.7540 TRUE

Résultat : les mois ayant le résultat TRUE permettent de réaliser des captures significativement différentes entre eux.

Conclusion : donc les mois ayant des captures différents sont :

Juin ≠ juillet et juin ≠ novembre
Juillet ≠ août ≠ septembre
Juillet ≠ octobre
Août ≠ septembre ≠ novembre
Aout ≠ Octobre ≠ novembre

Annexe n°5 suite :

Test de Wilcoxon-Mann-Whitney

Question : y-a-t-il des différences de captures de germons entre les engins LHP et LTL ?

Les hypothèses posées sont :

1) Test bilatéral

H0 : il n'y a pas de différences entre les engins LHP et LTL pour les captures de germon.
H1 : test bilatéral où les captures de germons ne sont pas le même avec les deux engins.

Règle de décisions : On rejette H0 si la valeur-p est inférieur à 0,05.

Calculs :

wilcox.test(germon$log.capture.en.kg.bis~germon$Engin_COD, data=germon)
W = 76993580, **valeur-p < 2.2e-16**

La valeur-p étant inférieur à 0,05 ($2{,}2.10^{-16}$), alors on rejette H0. Il semble qu'il y a des différences dans la capture de germon entre les deux engins. Un test unilatéral est nécessaire pour confirmer ce résultat. Des hypothèses sont à nouveau émises.

2) Test unilatéral

H0 : il n'y a pas de différences entre les engins LHP et LTL pour les captures de germon.
H1 : test unilatéral où il y a plus de captures avec l'engin LHP que le LTL.

wilcox.test(germon$log.capture.en.kg.bis~germon$Engin_COD,data=germon,alternative="less")
W = 76993580, **valeur-p = 1**

wilcox.test(germon$log.capture.en.kg.bis~germon$Engin_COD,data=germon,alternative="greater")
W = 76993580, **valeur-p < 2.2e-16**

Résultats et conclusion : La deuxième formule sur R (alternative="greater") confirme que l'engin LHP permet d'avoir une capture plus importante de germon. On rejette donc H0 au risque de 5 %.

Annexe n° 6 : scripts des tests statistiques pour les données de la période 1967-1986.

Pour les représentations graphiques :

```
germon<-read.table("Marée tot 1967-1986final.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")

germon$effort<-as.factor(germon$effort)
germon$année<-as.factor(germon$année)
germon$Engin_COD<-as.factor(germon$Engin_COD)
mois<-germon$mois

Boxplot(capture.en.kg.bis~année, data=germon,xlab="Années",ylab="Captures (en kg)",outline=FALSE,col="grey",pch=16,cex=0.5,range=0.25)

Boxplot(capture.en.kg.bis~effort, names=c("soir","matin","journée"),data=germon,xlab="Efforts de pêche",ylab="Captures (en kg)",outline=FALSE,col="grey",pch=16,cex=0.5)
```

Annexe n°6 suite :

```
Boxplot(capture.en.kg.bis~Engin_COD, names=c("ligne avec canne","ligne de traîne"),data=germon,,xlab="Engins de pêche",ylab="Captures (en kg)",outline=FALSE,col="grey",pch=16,cex=0.5)

Boxplot(capture.en.kg.bis~mois,names=c("mai","juin","juillet","août","septembre","octobre","novembre"), data=germon,xlab="Mois de la période 1967-1986",ylab="Captures (en kg)",outline=FALSE,col="grey",pch=16,cex=0.5)

with(germon, plotMeans(capture.en.kg.bis, année, effort, error.bars="se"))
################################################
effort<-read.table("effort.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
year<-effort$year
germon40<-effort$germon40
germon60<-effort$germon60
germon100<-effort$germon100

plot(germon40~year,type="o",ylim=c(0,800),cex=0.5,col="red",pch=16,xlab="Années",ylab="Captures (en kg)",cex.axis=0.8)
lines(germon60~year,type="o",ylim=c(0,800),cex=0.5,col="steelblue3",pch=16)
lines(germon100~year,type="o",ylim=c(0,800),cex=0.5,col="green4",pch=16)
legend("topright",legend = c("100","60","40"), col = c("green4", "steelblue3","red"), pch = 16, bty = "o", pt.cex = 1, cex = 0.8, text.col = "black")

################################################
id<-read.table("journée de pêche id navire.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
an<-id$an
capture<-id$moyenne.capture.kg
navire<-id$nombre.id.navire

plot(navire~an,type="o",ylim=c(0,8000),cex=0.5,col="black",ylab="Nombre de journées de pêche",xlab="Années")
lines(capture~an,type="o",cex=0.5,col="steelblue3",pch=16)
abline(lm(navire~an), col = "red")

################################################
capt<-read.table("essai capture.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
année<-capt$ANNEE
capturekg<-capt$moyenne.capt.kg
plot(capturekg~année,type="o",ylim=c(0,800),cex=0.5,col="black",xlab="Années",ylab="Moyenne des captures (en kg)")
abline(lm(capturekg~année), col = "red")

################################################
nbboat<-read.table("nb bateaux.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
année<-nbboat$année
nbbateaux<-nbboat$nb.bateaux
plot(nbbateaux~année,type="o",ylim=c(0,140),cex=0.5,col="black",xlab="Années",ylab="Nombre de navires")
abline(lm(nbbateaux~année), col = "red")
```

Annexe n°6 suite :

```
################################################
nbjour_navire_mois<-read.table("nb jour et nb navire par mois.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
mois<-nbjour_navire_mois$mois
nbnavire<-nbjour_navire_mois$nb.navire
nbjour<-nbjour_navire_mois$nb.jour.de.pêche

plot(nbnavire~mois,xlab="Mois",ylab="Nombre de navires",
pch=16,cex=0.5,data=nbjour_navire_mois,type="l")
plot(nbjour~mois,xlab="Mois",ylab="Nombre de jour de pêche",
pch=16,cex=0.5,data=nbjour_navire_mois,type="l")
```

- Test de Kolmogorov-Smirnov

```
germon5 <- subset(germon, subset=mois=="5")
  ks.test(germon5$capture.en.kg.bis,"pnorm")
        D = 0.9231, valeur-p < 2.2e-16

germon6 <- subset(germon, subset=mois=="6")
  ks.test(germon6$capture.en.kg.bis,"pnorm")
        D = 0.9762, valeur-p < 2.2e-16

germon7 <- subset(germon, subset=mois=="7")
  ks.test(germon7$capture.en.kg.bis,"pnorm")
        D = 0.9925, valeur-p < 2.2e-16

germon8 <- subset(germon, subset=mois=="8")
  ks.test(germon8$capture.en.kg.bis,"pnorm")
        D = 0.9909, valeur-p < 2.2e-16

germon9 <- subset(germon, subset=mois=="9")
  ks.test(germon9$capture.en.kg.bis,"pnorm")
        D = 0.9898, valeur-p < 2.2e-16

germon10 <- subset(germon, subset=mois=="10")
  ks.test(germon10$capture.en.kg.bis,"pnorm")
        D = 0.9717, valeur-p < 2.2e-16

germon11 <- subset(germon, subset=mois=="11")
  ks.test(germon11$capture.en.kg.bis,"pnorm")
        D = 0.6471, valeur-p = 1.314e-06

germon40 <- subset(germon, subset=effort=="40")
  ks.test(germon40$capture.en.kg.bis, "pnorm")
        D = 0.999, valeur-p < 2.2e-16

germon60 <- subset(germon, subset=effort=="60")
  ks.test(germon60$capture.en.kg.bis, "pnorm")
        D = 0.999, valeur-p < 2.2e-16
```

Annexe n°6 suite:

germon100 <- subset(germon, subset=effort=="100")
ks.test(germon100$capture.en.kg.bis, "pnorm")
D = 0.9869, valeur-p < 2.2e-16

germonLHP <- subset(germon, subset=Engin_COD=="LHP")
ks.test(germonLHP$capture.en.kg.bis, "pnorm")
D = 0.9853, valeur-p < 2.2e-16

germonLTL <- subset(germon, subset=Engin_COD=="LTL")
ks.test(germonLTL$capture.en.kg.bis, "pnorm")
D = 0.9879, valeur-p < 2.2e-16

Et pour chaque année (exemple pour 1986) :
germon1986 <- subset(germon, subset=année=="1986")
ks.test(germon1986$capture.en.kg.bis, "pnorm")
D = 1, valeur-p < 2.2e-16

- Test de Levene :

with(germon, tapply(capture.en.kg.bis, année, var, na.rm=TRUE))
leveneTest(capture.en.kg.bis ~ année, data=germon, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
Df F value Pr(>F)
group 19 111.69 < 2.2e-16 ***
63438

with(germon, tapply(capture.en.kg.bis,mois, var, na.rm=TRUE))
leveneTest(capture.en.kg.bis ~ mois, data=germon, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
Df F value Pr(>F)
group 6 136.47 < 2.2e-16 ***
63451

with(germon, tapply(capture.en.kg.bis, effort, var, na.rm=TRUE))
leveneTest(capture.en.kg.bis ~ effort, data=germon, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
Df F value Pr(>F)
group 2 66.151 < 2.2e-16 ***
63455

with(germon, tapply(capture.en.kg.bis, Engin_COD, var, na.rm=TRUE))
leveneTest(capture.en.kg.bis ~ Engin_COD, data=germon, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
Df F value Pr(>F)
group 1 3403.6 < 2.2e-16 ***
63456

Annexe n°6 suite :

- Test de Kruskall-Wallis et de Nemenyi :

kruskal.test(capture.en.kg.bis ~ mois, data=germon)
Kruskal-Wallis chi-squared = 2916.601, df = 6, p-value < 2.2e-16

kruskalmc(germon$capture.en.kg.bis,germon$mois)
p.value: 0.05
Comparisons

	obs.dif	critical.dif	difference
5-6	10686.723	6925.2251	TRUE
5-7	16509.900	6914.4182	TRUE
5-8	12074.668	6915.4449	TRUE
5-9	7921.030	6920.6561	TRUE
5-10	1025.008	6984.0067	FALSE
5-11	9578.755	15160.8433	FALSE
6-7	5823.178	681.0138	TRUE
6-8	1387.945	691.3594	TRUE
6-9	2765.693	741.6746	TRUE
6-10	9661.715	1196.2229	TRUE
6-11	20265.478	13509.4696	TRUE
7-8	4435.232	573.0742	TRUE
7-9	8588.870	632.8645	TRUE
7-10	15484.893	1131.9830	TRUE
7-11	26088.655	13503.9329	TRUE
8-9	4153.638	643.9840	TRUE
8-10	11049.661	1138.2371	TRUE
8-11	21653.423	13504.4586	TRUE
9-10	6896.022	1169.4815	TRUE
9-11	17499.785	13507.1280	TRUE
10-11	10603.762	13539.6963	FALSE

kruskal.test(capture.en.kg.bis ~ effort, data=germon)
Kruskal-Wallis chi-squared = 31.2719, df = 2, valeur-p = **1.62e-07**

kruskalmc(germon$capture.en.kg.bis, germon$effort)
p.value: 0.05
Comparisons

	obs.dif	critical.dif	difference
40-60	2502.8653	1081.6672	**TRUE**
40-100	397.3659	542.3839	**FALSE**
60-100	2105.4994	973.2303	**TRUE**

- Test de Wilcoxon-Mann-Whitney :

wilcox.test(germon$capture.en.kg.bis~germon$Engin_COD, data=germon)
W = 76993580, valeur-p < **2.2e-16**

wilcox.test(germon$capture.en.kg.bis~germon$Engin_COD, data=germon, alternative="less")
W = 76993580, valeur-p **= 1**

wilcox.test(germon$capture.en.kg.bis~germon$Engin_COD, data=germon, alternative="greater")
W = 76993580, valeur-p **< 2.2e-16**

Annexe n°7 : scripts des tests statistiques des données pour la période 1991-2014.

Pour les représentations graphiques :

```
data<-read.table("Data-Thunnusalalunga-French-Trawl.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")

month<-data$Month
month<-as.factor(month)
year<-data$Year
year<-as.factor(year)
quarter<-data$Quarter
cpue<-data$CPUE
totalcatch<-data$Total_Catch_Kg

boxplot(totalcatch~quarter, xlab="Trimestres",ylab="Captures totales (en kg)", pch=16,cex=0.5,col="grey",data=data,outline=FALSE)

boxplot(totalcatch~month,names=c("juin","juillet","août","septembre","octobre","novembre"),xlab="Mois",ylab="Captures totales (en kg)", pch=16,cex=0.5,col="grey",data=data,outline=FALSE)

boxplot(totalcatch~year, xlab="Années",ylab="Captures totales (en kg)", pch=16,cex=0.5,col="grey",data=data,outline=FALSE)

#########################################################
quarter2<-read.table("quarter2.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
year<-quarter2$année
T2<-quarter2$T2
T3<-quarter2$T3
T4<-quarter2$T4
plot(T4~year,type="o",ylim=c(0,1200),cex=0.5,col="red",pch=16,xlab="Années",ylab="Moyenne des CPUE (en kg/h)",cex.axis=0.8)
lines(T3~year,type="o",cex=0.5,col="steelblue3",pch=16)
lines(T2~year,type="o",cex=0.5,col="green4",pch=16)
legend("topright",legend = c("T2","T3","T4"), col = c("green4", "steelblue3","red"), pch = 16, bty = "o", pt.cex = 1, cex = 0.8, text.col = "black")

#########################################################
sumcatch<-read.table("sum cpue catch time.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
year<-sumcatch$year
meancpue<-sumcatch$mean.of.CPUE..kg.h.
meantotcatch<-sumcatch$mean.of.total.catch..kg.
sumtime<-sumcatch$sum.of.time.for.FO..h.
plot(meancpue~year, ylim=c(0,10000),xlab="Mois",ylab="Nombre de jour de pêche", pch=16,cex=0.5,data=navire_jour_mois,type="l")
lines(nbjour~mois, axis=4,xlab="Mois",ylab="Nombre de jour de pêche", col="red",pch=16,cex=0.5,data=navire_jour_mois,type="l",ylim=c(0,10000))

plot(sumtime,meantotcatch,xlab="Cumul annuel des temps de pêche par opération (en heures)",ylab="Moyenne des captures de germons (en kg)",pch=16,cex=0.5,type="b")
text(3375,3536,1991,cex=0.75,pos=1)
text(6188,6207,1992,cex=0.75,pos=4)
text(4256,5556,1993,cex=0.75,pos=4)
```

Annexe n°7 suite :

```
text(4179,6356,1994,cex=0.75,pos=2)
text(4047,5027,1995,cex=0.75,pos=2)
text(4173,8799,1996,cex=0.75,pos=4)
text(2888,13496,1997,cex=0.75,pos=4)
text(2630,5178,1998,cex=0.75,pos=4)
text(2128,3355,1999,cex=0.75,pos=1)
text(16931,3855,2000,cex=0.75,pos=3)
text(26939,1929,2001,cex=0.75,pos=3)
text(29822,969,2002,cex=0.75,pos=4)
text(20692,1017,2003,cex=0.75,pos=3)
text(1197,858,2004,cex=0.75,pos=3)
text(40146,1541,2005,cex=0.75,pos=3)
text(30557,1648,2006,cex=0.75,pos=3)
text(24964,994,2007,cex=0.75,pos=1)
text(9486,994,2008,cex=0.75,pos=1)
text(3052,1822,2009,cex=0.75,pos=4)
text(2670,1830,2010,cex=0.75,pos=2)
text(4928,3411,2011,cex=0.75,pos=3)
text(14826,2652,2012,cex=0.75,pos=4)
text(8524,3731,2013,cex=0.75,pos=4)
text(7468,5699,2014,cex=0.75,pos=4)
################################################
boatcode<-read.table("nb sorties en mer boat code.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
year<-boatcode$year
totcatch<-boatcode$mean.og.total.catch..kg.
numboat<-boatcode$number.of.boat.code

plot(numboat~year,type="o",cex=0.5,col="black",ylab="Nombre de journées de pêche",xlab="Années")
abline(lm(numboat~year), col = "red")
plot(totcatch~year,type="o",ylim=c(0,14000),cex=0.5,col="black",ylab="Moyennes des captures de germons (en
kg)",xlab="Années")
abline(lm(totcatch~year), col = "red")

############################################
nbboat<-read.table("nb boat.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
année<-nbboat$année
nbbateaux<-nbboat$nb.bateaux
plot(nbbateaux~année,ylim=c(0,140),type="o",cex=0.5,col="black",ylab="Nombre de navires",xlab="Années")
abline(lm(nbbateaux~année), col = "red")

############################################
navire_jour_mois<-read.table("nb navire et nb jour par mois.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
mois<-navire_jour_mois$mois
nbnavire<-navire_jour_mois$nb.navire
nbjour<-navire_jour_mois$nb.jour.de.pêche
plot(nbnavire~mois,ylim=c(0,250), xlab="Mois",ylab="Nombre de navires",
pch=16,cex=0.5,data=navire_jour_mois,type="l")
plot(nbjour~mois, ylim=c(0,10000),xlab="Mois",ylab="Nombre de jour de pêche",
pch=16,cex=0.5,data=navire_jour_mois,type="l")
lines(nbjour~mois, axis=4,xlab="Mois",ylab="Nombre de jour de pêche",
col="red",pch=16,cex=0.5,data=navire_jour_mois,type="l",ylim=c(0,10000))
```

Annexe n°7 suite :

```
########################################
jour_par_trimestre<-read.table("nb jour par trimestre.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")
année<-jour_par_trimestre$année
T2<-jour_par_trimestre$T2
T3<-jour_par_trimestre$T3
T4<-jour_par_trimestre$T4

plot(T4~année,type="o",cex=0.5,col="red",pch=16,ylim=c(0,3000),xlab="Trimestres",ylab="Nombre de jour de pêche",cex.axis=0.8)
lines(T3~année,type="o",cex=0.5,col="steelblue3",pch=16,ylim=c(0,3000))
lines(T2~année,type="o",cex=0.5,col="green4",pch=16,ylim=c(0,3000))
legend("topright",legend = c("T2","T3","T4"), col = c("green4", "steelblue3","red"), pch = 16, bty = "o", pt.cex = 1, cex = 0.8, text.col = "black")

#####################################
data<-read.table("Data-Thunnusalalunga-French-Trawl-LatLong.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=",")

boxplot(Time_FO~Year, data=data, id.method="y",ylab="Moyenne du temps de l'opération de pêche (h)", xlab="Années", pch=1,cex=0.5,col="grey")
gg=density(MeanData)

plot(gg, xlab="Moyenne du temps de l'opération de pêche (h)",ylab="Densité")
boxplot(Number_FO~Year, data=data, pch=1,cex=0.5,col="grey",id.method="y",ylab="Nombre d'opération de pêche", xlab="Années",outline =FALSE)
```

- Test de Kolmogorov-Smirnov

ks.test(totalcatch, "pnorm")
D = 0.9359, valeur-p < **2.2e-16**

Exemple pour 1991 (de même pour les autres années) :

data1991 <- subset(data, subset=year=="1991")
ks.test(data1991$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 1, valeur-p < **2.2e-16**

dataT2 <- subset(data, subset=Quarter=="T2")
ks.test(dataT2$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.9231, valeur-p < **2.2e-16**

dataT3 <- subset(data, subset=Quarter=="T3")
ks.test(dataT3$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.9405, valeur-p < **2.2e-16**

dataT4 <- subset(data, subset=Quarter=="T4")
ks.test(dataT4$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.9305, valeur-p < **2.2e-16**

data6 <- subset(data, subset=month=="6")
ks.test(data6$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.9133, valeur-p < **2.2e-16**

Annexe n°7 suite :

data7 <- subset(data, subset=month=="7")
ks.test(data7$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.9237, valeur-p **< 2.2e-16**

data8 <- subset(data, subset=month=="8")
ks.test(data8$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.9323, valeur-p < **2.2e-16**

data9 <- subset(data, subset=month=="9")
ks.test(data9$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.947, valeur-p **< 2.2e-16**

data10 <- subset(data, subset=month=="10")
ks.test(data10$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.9343, valeur-p **< 2.2e-16**

data11 <- subset(data, subset=month=="11")
ks.test(data11$Total_Catch_Kg, "pnorm")
D = 0.8629, valeur-p **< 2.2e-16**

- Test de Levene

year<-as.factor(year)
with(data, tapply(totalcatch, year, var, na.rm=TRUE))
leveneTest(totalcatch~year, data=data, center="median")
Df F value Pr(>F)
group 23 195.09 < **2.2e-16 *****

with(data, tapply(totalcatch, quarter, var, na.rm=TRUE))
leveneTest(totalcatch~quarter, data=data, center="median")
Df F value Pr(>F)
group 2 11.482 **1.037e-05 *****

month<-as.factor(month)
with(data, tapply(totalcatch, month, var, na.rm=TRUE))
leveneTest(totalcatch~month, data=data, center="median")
Df F value Pr(>F)
group 5 21.915 **< 2.2e-16 *****

- Test de Kruskall-Wallis

kruskal.test(totalcatch ~ month, data=data)
Kruskal-Wallis chi-squared = 430.4574, df = 5, valeur-p **< 2.2e-16**

kruskal.test(totalcatch ~ year, data=data)
Kruskal-Wallis chi-squared = 2847.237, df = 23, valeur-p < **2.2e-16**

kruskal.test(totalcatch ~ quarter, data=data)
Kruskal-Wallis chi-squared = 169.8557, df = 2, valeur-p < **2.2e-16**

Annexe n°7 suite :

- Test de Nemenyi

kruskalmc(totalcatch, month)
Multiple comparison test after Kruskal-Wallis
p.value: 0.05
Comparisons
obs.dif critical.dif difference
6-7 1778.3034 1629.7980 TRUE
6-8 967.3463 1604.8667 FALSE
6-9 709.8804 1600.8681 FALSE
6-10 459.9871 1613.6915 FALSE
6-11 2488.6168 2038.7497 TRUE
7-8 810.9571 458.7490 TRUE
7-9 2488.1838 444.5584 TRUE
7-10 2238.2905 488.7264 TRUE
7-11 710.3134 1338.4146 FALSE
8-9 1677.2266 342.0349 TRUE
8-10 1427.3333 397.7552 TRUE
8-11 1521.2705 1307.9409 TRUE
9-10 249.8933 381.3013 FALSE
9-11 3198.4971 1303.0314 TRUE
10-11 2948.6039 1318.7540 TRUE

kruskalmc(totalcatch, quarter)
Multiple comparison test after Kruskal-Wallis
p.value: 0.05
Comparisons
obs.dif critical.dif difference
T2-T3 1644.0172 332.7732 **TRUE**
T2-T4 1982.6521 387.6273 **TRUE**
T3-T4 338.6349 279.2152 **TRUE**

Annexe n°8 :

Albacore catch data from french fishery in Noth Atlantic

Audrey Patucca[1], Natacha Nikolic[2], Gilles Morandeau[1]

(1) IFREMER, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, UFR Côte Basque - 1, allée du Parc Montaury - 64600 Anglet

(2) IFREMER, Délégation de La Réunion, Rue Jean Bertho, BP 60, 97 822 Le Port Cedex, La Réunion, France

Keywords

Thunnus alalunga, catch, Atlantic, fishery

Corresponding authors

Audrey Patucca

Address: IFREMER, Anglet, La Réunion, France

Electronic mail address: audrey.patucca@hotmail.fr

Running title:

Catch of albacore in North-east Atlantic ocean.

Abstract

In this study, we present albacore missing data from french fishery in the northeast Atlantic. Two main set of data (1967-1986 ; 1991-2014) has been provided in ICCAT forms. The differentiation of catch and catch per units efforts has been analysed in function of type of gear, quarter, month, years, and fishing operation time and number. Then, assumptions and job prospects are discussed.

RÉSUMÉ

Les travaux réalisés au cours de ce stage (mars-août 2015) ont permis de corriger les séries de données et d'étudier la variation des captures de thon germon, depuis 1967 jusqu'en 2014 (sauf pour les années de 1987 à 1990) sur 3 métiers : la ligne de traîne, la ligne avec canne et le chalut pélagique. En parallèle, un travail effectué sur les formulaires CICTA s'est révélé être indispensable pour fournir les informations aux groupes d'experts, en vue de définir les quotas de pêche. Les captures débarquées et l'effort de pêche (défini par le nombre de navires et le temps consacrés en mer) ont fortement variées sur ces 50 ans, et se trouvent en augmentation sur les dernières années, après avoir fortement diminuées. La pêche aujourd'hui se concentre aux abords du plateau continental, alors qu'elle était très océanique auparavant. Ce sont principalement les juvéniles qui sont pêchés, alors que le stock est considéré comme surexploités et menacé d'extinction. Ce travail constitue une étape préalable à la mise en place de la standardisation de ces données, qui est effectué à la suite de ce stage par les équipes de la NOAA et de l'IFREMER de La Réunion.

Mots-clés : *Thunnus alalunga*, captures, Atlantique, pêcheries.

The works carried out during the training (2015, march-august) allowed to correct the datasets and to study the variation of albacore catches from 1967 at 2014 (except from 1987 to 1990) based on three gears: longlines, baitboat, and pelagic trawls. Simultaneously, key CICTA delivered was provided at the experts, to define fishing quotas. The landed catches and the fishing effort (by number of boats and times spent at sea) varied greatly on the fifty years with an increase these last years. Nowadays, the albacore fishery is concentrated on the edge of the continental shelf, while it was very in the ocean in the past. Juveniles seem mainly affected by fisheries, while the stock is considered overfished and endangered. This work is a step prior to the establishment of data standardization, which is performed following this training by teams from NOAA and IFREMER La Reunion.

Keywords : *Thunnus alalunga*, catch, Atlantic, fishery.

El trabajo realizado durante esta practica (marzo-agosto de 2015) permitió corregir las series de datos y estudiar la variación en el atún blanco, desde 1967 hasta 2014 (a excepción de los años de 1987 hasta 1990) en 3 empresas: la línea de arrastre, la línea con bastón y redes de arrastre pelágico. En paralelo, el trabajo en los formularios ICCAT ha demostrado ser esencial para transmitir información a los grupos de expertos, para definir las cuotas de pesca. La captura y esfuerzo de pesca desembarcados (definido por el número de buques y el tiempo pasado en el mar) han variado mucho en estos 50 años, y están aumentando en los últimos años, habiendo disminuido en gran medida. La pesca de hoy se centra en el borde de la plataforma continental, mientras que era oceánica antes. En gran mayoría, son les jóvenes los que son capturados a pesar de que se considera que las existencias son sobreexplotadas y en peligro de extinción. Este trabajo es una etapa previa a la creación de la normalización de los datos, que se realiza después de esta practica por los equipos de la NOAA y IFREMER Reunión.

Palabras clave : *Thunnus alalunga*, capturas, Atlántico, pesquarías.