

Département RBE

Unité BIODIVENV

Auteurs Ifremer : Dromer C., Reynal L., Etienne M., Mathieu H., Pau C.

Auteurs PARM : Eugène S., Régina F.

Août 2015 - R.INT.RBE/BIODIVENV 2015-2



Etude de la qualité des captures de la pêche associée aux DCP ancrés

Projet MAGDELESA



Etude de la qualité des produits de la pêche associée aux DCP ancrés

Projet MAGDELESA

Le projet MAGDELESA sur le développement durable de la pêche aux DCP dans les Petites Antilles et à Haïti est cofinancé par le FEDER dans le cadre du programme INTERREG IV Caraïbes



Rapport à citer sous la forme :

Dromer C., Eugène S., Régina F., Reynal L., Etienne M., Mathieu H., Pau C., 2015. **Etude de la qualité des produits de la pêche associée aux DCP ancrés.** Projet MAGDELESA. R.INT.RBE/BIODIVENV 2015-2, 123p.

Rédaction :

Clément Dromer, Impact Mer



Coordination générale :

Lionel Reynal, Camille Knockaert, Monique Etienne, Ifremer



Clément Dromer, Christophe Yvon, Impact Mer

Françoise Régina, Sonia Eugène, Laureen Jean-Louis, Pôle Agroalimentaire Régional de Martinique



Terrain :

Clément Dromer, Impact Mer

Héloïse Mathieu, Cédric Pau, Ifremer

Crédits photographiques :

Clément Dromer, Impact Mer

Expertises complémentaires :

Gabriela Certad, Institut Pasteur de Lille ; Jean-Jacques Joffraud, Véronique Verrez-Bagnis, Françoise Leroi, Ifremer ; Nicole Desbois, CHU Martinique ; Mélanie Gay, ANSES Boulogne

- Remerciements -

*Aux marins pêcheurs ayant contribué aux suivis de terrain,
aux financeurs et partenaires de l'étude.*

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique :	date de publication : Août 2015 nombre de pages : 91 bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : Français
Titre de l'article Projet MAGDELESA Etude de la qualité des captures de la pêche associée aux DCP ancrés	
Convention FEDER n°31372 Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) : Dromer C., Reynal L., Etienne M., Régina F., Eugène S., Mathieu H., Pau C.	Organisme / Direction / Service, laboratoire Délégation des Antilles – Station du Robert Unité BIODIVENV
Résumé <p>La qualité des produits est un élément du développement durable des pêcheries, car elle vise à garantir la fiabilité sanitaire des débarquements et leur valorisation optimale. Dans le cas de la pêche associée aux DCP ancrés, les embarcations non pontées utilisées pour la capture de grands poissons pélagiques ne sont pas de dimension suffisante pour être équipées de moyens de conservation adéquats (réglementaires) des prises. Cette étude permet, à partir d'embarquements en mer, de suivi des prises et d'analyse des chairs, de faire un point complet des pratiques et de leurs effets sur la qualité des produits de la pêche associée aux DCP ancrés.</p> <p>Plusieurs protocoles de traitement post capture sont mis en œuvre par les pêcheurs en fonction de leur connaissance, de la dimension des prises ou des moyens dont ils disposent à bord de leur embarcation. Les observations en mer montrent que la décérébration, la saignée et l'éviscération des poissons ne sont pas toujours effectuées et qu'elles ont une conséquence sur les qualités organoleptiques des produits. L'embarquement de glace paillette est actuellement généralisé dans certaines îles où elle est disponible. Cependant, les compartiments réfrigérés ou glacières embarquées ne permettent pas de stoker les plus gros poissons. Ceux-ci sont alors souvent refroidis au mieux avec des quantités variables de glace permettant de descendre la température mais pas en-dessous de 5 ou 15° C pendant la durée de la marée (6 à 8 heures). Dans certains cas le poisson doit être laissé dans le fond de l'embarcation. Il est alors protégé du soleil à l'aide d'une toile et rafraîchi régulièrement à l'aide d'eau de mer. Dans ce cas les enregistrements de température de surface du poisson montrent une élévation de la température jusqu'à 35 ° C et celle-ci ne descend pas en-dessous de 25 ° C.</p> <p>Les analyses microbiennes sur des échantillons prélevés au débarquement révèlent une contamination (coliformes) liée à</p>	

l'application insuffisante des règles d'hygiène. Les analyses chimiques en liaison avec la fraîcheur des produits montrent l'importance de saigner et d'éviscérer les poissons afin d'éviter la production d'histamine. Ce traitement post capture permet aussi de préserver la couleur de la chair sur une durée plus longue. L'absence de manche à eau sur les petites embarcations ne permet cependant pas de réaliser cette opération dans de bonnes conditions. La nécessité de procéder à la démédullation des poissons après leur capture est soulignée, afin d'éviter l'apparition du syndrome de chair brûlée. Cette opération qui peut provoquer une agitation du poisson est difficilement réalisable par une personne sur une petite embarcation.

La composition chimique de la chair des poissons analysés (thons et marlin bleu) a mis en évidence qu'il s'agit de poissons maigres avec un fort taux de protéines et peu de lipides.

L'identification sommaire de certaines familles de parasites rencontrées dans la chair des poissons conduit à conseiller une congélation à cœur pendant 24 h à -20°C avant toute consommation en cru ou légèrement cuit.

Les contaminants analysés dans la chair des poissons capturés à proximité de DCP ont une teneur inférieure à celle fixée par les règlements européens pour les PCB et dioxines. Les taux de métaux lourds mesurés sont également en dessous des normes, sauf pour un marlin bleu dans le cas du cadmium et 2 individus (un thon noir et un marlin bleu) pour le mercure total. La chloredécone analysée dans environ 150 échantillons de thons noir et jaune et de marlin bleu a toujours révélé une conformité de ces produits avec des taux inférieurs à 20 μg par kg de chair.

Les travaux sur la durée de vie des produits ont mis en évidence une conservation maximale sous glace de 6 jours, et de 10 jours grâce à un emballage sous atmosphère modifiée. Mais avec ce dernier procédé une décoloration des produits apparaît au bout de 7 jours. Le meilleur compromis est obtenu par une conservation sous vide en chambre froide $+4^{\circ}\text{C}$. Les produits peuvent ainsi être conservés entre 7 et 10 jours sans qu'aucune décoloration ne soit observée.

Les échanges entre scientifiques, pêcheurs et gestionnaires ont mis l'accent sur l'importance d'une approche globale de la question de la qualité des produits de la mer. Les pêches à petite échelle n'ont pas les moyens de suivre les migrations des poissons. Leurs débarquements sont par conséquent irréguliers (fonction de la présence des poissons à proximité) et de faible quantité, ce qui les rendent peu compétitives par rapport aux pêches à grande échelle qui alimentent l'importation des produits de la mer, en particulier dans certains pays insulaires. La durée courte des marées et les techniques de pêche utilisées (ligne à main) donnent aux petites pêches l'avantage de pouvoir débarquer des produits frais de qualité exceptionnelle, à condition que celle-ci soit préservée et bien valorisée. Pour cela, une adaptation de la filière de traitement et de conservation des captures de la pêche autour des DCP doit être faite à tous les niveaux et auprès de l'ensemble des pêcheurs afin d'éviter que les négligences des uns ne rejaillissent sur l'image de la profession. La réussite d'une telle opération passe par la création d'un poste de coordinateur qualité des actions de formation, d'équipement des points de débarquement et de commercialisation, de mise au point des pratiques adaptées aux moyens dont disposent les pêcheurs et d'élaboration d'un guide à destination des professionnels de la pêche et de la vente, d'amélioration des embarcations en relation avec les chantiers naval, d'information du consommateur sur les critères de qualité des produits de la mer et des exigences associées, etc. Ce travail nécessite une bonne connaissance théorique de la qualité des produits de la mer (aspects scientifiques et réglementaires) mais aussi une expérience des pratiques actuelles et des contraintes qui les conditionnent.

Abstract

Product quality is an element of sustainable development for fisheries because it guarantees the safety and quality of landings, as well as optimal uptake. Where FADs fishing is concerned, open boats used for the capture of large pelagic fish are not big enough to be equipped with sufficient (regulatory) catch preservation equipment. In collaboration with boats at sea, this study has made it possible to monitor landings and fish flesh analysis and to review fishing practices and their subsequent impact on the quality of FADs fishing products.

Several post-capture treatment protocols have been implemented by fishermen based on their professional knowledge, the size of the catch or the facilities at their disposal on the boats. Observations at sea have shown that *décérébration*, bleeding and gutting of the fish are not always carried out, and that this has an adverse effect on the organoleptic quality of the products. The use of crushed ice is currently widespread on the islands where it is available. However, refrigerated compartments and coolers used on board make it impossible to store the largest fish. Consequently, during the catchload (6-8 hours), variable quantities of ice are used to chill fish to temperatures ranging between 5°C and 15°C at best. Sometimes, the fish have to be stored at the bottom of the boat to be protected from the sun and kept cool using seawater. In this type of situation, the skin surface temperature of the fish shows readings between 24°C and 35°C, but never below.

Microbial analysis of samples taken from these landings reveal coliform infection due to insufficient standards of hygiene. Chemical analysis to determine the freshness of the products illustrate the importance of bleeding and gutting to prevent the production of histamine. This post-capture treatment also helps to preserve the colour of the flesh over a longer period of time. However, small boats without hoses are not able to carry out this operation in the most optimal conditions. The importance of demedullation of captured fish is highlighted in order to avoid "Burnt Tuna Syndrome". But since it is a procedure that can cause the fish to become agitated, it is not reasonably practicable for a sole individual on a small boat.

The chemical composition of the fish flesh analysed (tuna and blue marlin) shows that it involves lean fish, high in protein and low in lipids. In view of the family of parasites cursorily identified in fish flesh, deep-freezing for 24 hours at -20° C is recommended before consumption of raw or partially cooked fish. The analysis of the contaminants found in the flesh of fish caught in the vicinity of the FADs showed that the levels of PCB and dioxins were lower than those fixed by the European regulations. Levels of heavy metals were also below the norms, except for cadmium in blue marlin and total mercury in 2 specimens (black tuna and blue marlin). Chlordecone levels of under 20 ug per kilogramme of flesh were consistently achieved after analysis of approximately 150 samples of black tuna, yellow tuna and blue marlin.

Research on the shelf-life of these products has shown maximum preservation duration of 6 days under ice and 10 days using modified atmospheric packaging. However, this method brings about colour changes after approximately 7 days. The best compromise is obtained using ice in conjunction with vacuum packaging. In this way, goods can be preserved for 7 to 10 days without suffering from discoloration.

Discussions between scientists, fishermen and managers have highlighted the importance of having a global approach where the quality of seafood products is concerned. Small-scale fisheries are not in a position to be able to follow fish migrations. Consequently, their landings are irregular (depending highly on the presence of fish in the vicinity) and are small in quantity. This in turn means that these companies become increasingly uncompetitive against the large-scale fisheries, who automatically become the suppliers for the importation of seafood, particularly in certain small island countries. However, short catchloads and fishing techniques (handline trawls), mean that small-scale fisheries are at an advantage of being able to land fresh fish of exceptional quality, provided of course it is preserved properly and marketed efficiently.

For this to be achieved in FADs fishing, it is necessary to bring about changes in the treatment and preservation sectors, changes that need to be made on every level and for all fishermen, so as to ensure that the negligence of a few individuals does not tarnish the reputation of a whole industry.

Success of such an operation would entail initiatives such as creating job openings for Quality Control Training Coordinators, providing landing and marketing facilities, developing practices adapted to the means available to the fishermen, publishing a practical guide for professionals in the fishing & marketing industry, improving fishing vessels in conjunction with shipyards, providing consumer information on seafood quality standards and requirements etc.

This undertaking requires not only a good theoretical knowledge of seafood quality (both the scientific and regulatory aspects of it), but also an insight of current practices and the constraints which impact them.

Mots-clés

DCP ancré, Qualité des produits, Pêche artisanale, Développement durable

Words keys

Anchored FADs, Products quality, Small scale fishing, Sustainable development

Sommaire

1.	Contexte.....	13
2.	Objectifs.....	14
3.	Quelques notions sur la biologie des thonidés	14
3.1	Anatomie et fonction des muscles.....	14
3.2	Caractéristiques physiologiques des thonidés.....	14
4.	Etat des connaissances sur la pêche associée aux DCP en Martinique.....	15
4.1	Engin de pêche et capture du poisson.....	15
4.2	Traitement post-capture.....	15
4.3	Conservation du poisson à bord	16
4.4	Débarquement.....	16
4.5	Conditionnement à terre	16
4.6	Commercialisation	16
5.	Méthodologie de l'étude.....	17
5.1	Embarquements en mer et suivis de température.....	17
5.2	Prélèvement d'échantillons de chair au débarquement	18
5.3	Prélèvement des parasites lors de la découpe du poisson	18
5.4	Analyses microbiologiques et physicochimiques de la fraîcheur.....	18
5.4.1.	Analyses microbiologiques	18
5.4.1.1.	Les germes indicateurs d'hygiène.....	18
5.4.1.1.1.	Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT).....	18
5.4.1.1.2.	Coliformes thermotolérants croissants à 44°C.....	19
5.4.1.1.3.	Germes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)	19
5.4.1.1.4.	Salmonella	19
5.4.1.1.5.	Les germes indicateurs d'altération	19
5.4.1.1.5.1.	Pseudomonas	19
5.4.2.	Analyses Physico-chimiques de la fraîcheur et du niveau d'altération du produit.....	19
5.4.2.1.	Azote Basique Volatil Total (ABVT), Triméthylamine (TMA) et facteur P	19
5.4.2.2.	Histamine	20



5.4.2.3.	pH.....	20
5.4.2.4.	Couleur.....	20
5.5	Analyse de la composition chimique de la chair	20
5.6.	Analyse des contaminants chimiques dans la chair	21
5.7.	Suivi de vieillissement du produit	21
5.8.	Analyse sensorielle.....	22
5.9.	Synthèse du protocole général de l'étude.....	24
6.	Résultats	27
6.1.	Traitement post-capture des poissons à bord des navires	27
6.1.1.	Le gaffage	27
6.1.2.	La décérébration.....	27
6.1.3.	La saignée	28
6.1.4.	L'éviscération.....	28
6.2.	Caractérisation de la conservation à bord des navires et analyse des produits au débarquement	29
6.2.1.	Suivis de température	29
6.2.2.	Analyses microbiologiques	33
6.2.3.	Analyses de la fraîcheur du produit.....	33
6.2.4.	Cas particulier de l'histamine	34
6.2.5.	Phénomène de la chair brûlée.....	35
6.3.	Parasites.....	36
6.3.1.	Myxosporidies	36
6.3.2.	Microsporidies	37
6.3.3.	Cestode	37
6.3.4.	Nématodes.....	38
6.3.5.	Chyptosporidium	38
6.4.	Caractérisation de la composition chimique de la chair	39
6.5.	Caractérisation de la contamination chimique de la chair	40
6.5.1.	Dioxines et PCB.....	40

6.5.1.1.	Effets des dioxines et PCB sur l'homme.....	40
6.5.1.2.	Aspects réglementaires et normatifs.....	41
6.5.1.3.	Résultats	41
6.5.2.	Métaux lourds (ou éléments traces métalliques (EMT))	44
6.5.2.1.	Le mercure (Hg)	44
6.5.2.2.	Le cadmium (Cd)	44
6.5.2.3.	Le plomb (Pb).....	44
6.5.2.4.	Effet des métaux lourds sur l'Homme	45
6.5.2.5.	Notion de bioamplification dans les réseaux trophiques	45
6.5.2.6.	Aspects réglementaires et normatifs.....	45
6.5.2.7.	Réglementation en vigueur	45
6.5.2.8.	Résultats	48
6.6	Suivi de vieillissement	49
6.6.1.	Thon à nageoires noires (<i>Thunnus atlanticus</i>).....	49
6.6.1.1.	Résultats d'analyses microbiologiques	49
6.6.1.1.1.	Flore aérobie mésophile total (FAMT).....	49
6.6.1.1.2.	Coliformes thermotolérants	50
6.6.1.1.3.	Salmonelles.....	50
6.6.1.1.4.	Pseudomonas	50
6.6.1.2.	Résultats d'analyses physico-chimique.....	51
6.6.1.2.1.	Histamine.....	51
6.6.1.2.2.	ABVT (Azote Basique Volatil Total)	53
6.6.1.2.3.	pH	54
6.6.1.2.4.	Couleur	55
6.6.1.3.	Résultats d'analyse sensorielle	57
6.6.1.3.1.	Comparaison thon noir frais saigné / thon noir frais non saigné	57
6.6.1.3.2.	Comparaison thon noir non saigné frais/ thon noir non saigné conservé 6 jours sous glace	58
6.6.1.4.	Synthèse des résultats sur thon noir	59

6.6.2.	Thon à nageoires jaunes (thunnus albacares)	59
6.6.2.1.	Résultats d'analyses microbiologiques	59
6.6.2.1.1.	FAMT (Flore Aérobie Mésophile Totale).....	60
6.6.2.1.2.	Autres germes.....	61
6.6.2.2.	Résultats d'analyses physico-chimiques	62
6.6.2.2.1.	Histamine	62
6.6.2.2.2.	ABVT (Azote Basique Volatil Total)	64
6.6.2.2.3.	pH	66
6.6.2.2.4.	Couleur	Erreur ! Signet non défini.
6.6.2.3.	Résultats d'analyse sensorielle	70
6.6.2.3.1.	Comparaison thon frais, thon sous vide, thon sous atmosphère	70
6.6.2.3.2.	Comparaison thon jaune frais/thon jaune congelé importé	71
6.6.2.3.3.	Synthèse des résultats sur thon jaune.....	72
6.6.3.	Marlin bleu (Makaira nigricans).....	73
6.6.3.1.	Résultats d'analyses microbiologiques	73
6.6.3.1.1.	FAMT (Flore Aérobie Mésophile Totale).....	73
6.6.3.1.2.	Autres germes.....	74
6.6.3.2.	Résultats d'analyses physico-chimiques	74
6.6.3.2.1.	Histamine	74
6.6.3.2.2.	ABVT (Azote Basique Volatil Total)	75
6.6.3.2.3.	pH	76
6.6.3.2.4.	Couleur	77
6.6.3.3.	Résultats d'analyse sensorielle	80
6.6.3.4.	Synthèse des résultats sur marlin bleu	81
7	Discussion	82
7.1	Traitement du poisson et conservation à bord des navires de pêche	82
7.2	Parasites.....	83
7.3	Caractérisation de la composition chimique de la chair	83

7.4	Caractérisation de la contamination chimique de la chair	84
8	Conclusions	87
9	Recommandations	89
10	Résultats des échanges avec les professionnels et les représentants des pays voisins sur la qualité des produits de la pêche	90
11	Bibliographie	92
	ANNEXES.....	96
	Annexe 1 : Fiche de suivi des températures lors des embarquements en mer	97
	Annexe 2 : Protocole de collecte pour les macroparasites	98
	Annexe 3 : Protocole de collecte pour <i>Chryptosporidium</i>	100
	Annexe 4. Grille méthodologique de l'analyse sensorielle, PARM	103
	Annexe 5. Récapitulatif des suivis de température de surface réalisés en Dominique	106
	Annexe 6 : Synthèse des principaux résultats du traitement et de la conservation à bord.....	108
	Annexe 7 : Synthèse des principaux résultats des analyses microbiologiques	109
	Annexe 8 : Synthèse des principaux résultats des analyses de chimie - fraîcheur.....	110
	Annexe 9 : Arrêté du 28 décembre 1992 : Règles applicables à la recherche de parasites.....	111
	Annexe 10 : Recommandations Contaminants	113
	Annexe 11 : Réunion d'échange avec les marins pêcheurs	115
	Annexe 12 : Compte rendu des débats lors de la réunion finale du projet MAGDELESA	122

1. CONTEXTE

La pêche martiniquaise est une activité artisanale et vivrière, très ancrée dans les traditions. Les captures sont essentiellement commercialisées sur le marché local et une partie non négligeable est consommée par les familles des marins pêcheurs. Cette pêcherie est caractérisée par une forte polyvalence concernant les engins utilisés et une grande adaptabilité de l'outil de production (navire) en fonction des zones de pêche (côtières et du large), ce qui en fait une activité de type opportuniste.

En 2011, la pêcherie martiniquaise était composée de 1 151 navires dont 860 actifs à la pêche. D'une longueur moyenne de 7,2 mètres avec une puissance de 86 kW. Les métiers le plus pratiqués à bord des embarcations sont le casier à poisson (55% des navires) et les lignes et palangres à grand pélagiques (35%) (Leblond *et al.*, 2013). Un tiers de la flotte exploite donc les dispositifs de concentration de poissons (DCP) de façon plus ou moins régulière.

Le phénomène naturel de regroupement des poissons pélagiques (thons, dorades coryphènes, marlins, requins, ...) autour des objets flottants est connu depuis l'antiquité. Cette connaissance de l'agrégation et des sites propices est utilisée en zone côtière par les marins pêcheurs pour ancrer des DCP dans des fonds de 500 à 2500 mètres. Les captures sont réalisées presque exclusivement à la ligne lors de sorties à la journée (Taquet, 2011).

L'implantation de DCP ancrés autour des petits états insulaires de la Caraïbe a débuté dans les années 1980 et a été considérée comme une priorité par les scientifiques réunis lors du 36^{ème} congrès du Gulf and Caribbean Fisheries Institute – GCFI (Reynal, 2000). Le développement de la pêche des poissons pélagiques sous DCP dans la région Caraïbe a permis aux marins pêcheurs d'accéder à de nouvelles ressources que sont les thonidés (thon à nageoires jaunes *Thunnus albacares*, thon à nageoires noires *Thunnus atlanticus*) et les poissons à rostre dont le marlin bleu, *Makaira nigricans*. L'exploitation de ces grands pélagiques par des navires de pêche de petite taille nécessite une bonne connaissance des paramètres impactant la qualité des produits afin que la conservation et la mise sur le marché soient réalisées dans de bonnes conditions de salubrité et *in fine* de garantir la sécurité sanitaire des produits commercialisés.

Pour les professionnels de la pêche, proposer des produits frais et de qualité est une exigence. En effet, les règlements du « Paquet Hygiène¹ » fixent une obligation de résultats : la sécurité et la salubrité des aliments sont de la responsabilité du producteur. Il incombe donc aux producteurs primaires (pêcheurs) de mettre en œuvre tous les moyens visant à maîtriser les risques sanitaires, notamment en respectant les bonnes pratiques d'hygiène et de manipulation des aliments depuis la capture jusqu'à la remise du produit au consommateur final ou à un intermédiaire.

¹ Le paquet hygiène se compose de six textes, la "Food Law" (Règlement 178/2002), base de toute la réglementation du secteur des denrées alimentaires, qui a ensuite été complété par cinq autres règlements (Règlement (CE) n°853/2004, Règlement (CE) n°882/2004, Règlement (CE) n°852/2004, Règlement (CE) n°854/2004, Règlement (CE) n°183/2005).

2. OBJECTIFS

L'objectif de la présente étude est de recenser, dans un premier temps, les techniques utilisées par les marins pêcheurs martiniquais exploitant les ressources agrégées sous les DCP pour le traitement post-capture de leurs prises et leur conservation à bord des navires de pêche. Cet état des lieux servira, dans un second temps, à conduire une expérimentation en mer pour obtenir des données qualitatives (types de réfrigération, types de traitement du poisson, parasitisme) et quantitatives (suivis de température de surface des poissons, prélèvements et analyses de la chair) permettant d'estimer l'impact de ces pratiques sur la qualité du poisson au débarquement.

Enfin, une étude de suivi de vieillissement à l'appui d'analyses microbiologiques, physicochimiques ainsi qu'une analyse sensorielle par un jury spécialisé seront réalisées pour caractériser l'altération des filets (longes) de poissons pélagiques en fonction du temps selon trois modes de conditionnement : la conservation sous glace, l'emballage sous vide et l'emballage sous atmosphère modifiée.

3. QUELQUES NOTIONS SUR LA BIOLOGIE DES THONIDES

3.1 ANATOMIE ET FONCTION DES MUSCLES

Les thons et les marlins, au même titre que les autres poissons pélagiques, possèdent deux types de tissus musculaires : le *muscle blanc* et le *muscle rouge*. La principale différence entre ces deux types de muscles réside dans le fait que le muscle rouge contient plus de lipides et de myoglobines que le muscle blanc.

Le muscle blanc utilise préférentiellement le glycogène comme source de production d'énergie. Il utilise donc un métabolisme anaérobie qui va conduire à une accumulation d'acide lactique, lequel sera transporté jusqu'au foie pour être métabolisé. Le muscle rouge peut utiliser les lipides pour sa production d'énergie en opérant un métabolisme aérobie qui va produire du CO₂ et de l'H₂O.

Les schémas métaboliques ci-dessus référencés font que les muscles blancs sont parfaitement adaptés aux efforts importants mais brefs alors que les muscles rouges sont sollicités lors de mouvements continus mais d'intensité moins forte (Huss, 1999).

3.2 CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES DES THONIDES

Les poissons sont des organismes poïkilothermes, c'est à dire que leur température interne est identique à celle du milieu ambiant dans lequel ils évoluent, l'eau. Cependant, les Scombridae (thons, thazards, bonites) et certains requins de la famille des Lamnidae ont la capacité de maintenir une chaleur interne supérieure à celle de leur environnement grâce à un système circulatoire spécifique : le système vasculaire échangeur de chaleur ou *rete mirabile*. Cette différence de température par rapport à l'eau de mer peut atteindre + 6.5°C chez le thon à nageoires jaunes (Barrett and Hester, 1964).

Le principe du système circulatoire échangeur de chaleur peut être schématisé de la manière suivante : le sang, chauffé par l'activité métabolique, est dirigé par les veines vers les branchies pour y être ré-oxygéné. Ce sang veineux chaud va transférer une partie de sa chaleur au sang oxygéné, froid, qui vient des branchies et se dirige, dans les artères, vers les muscles. Comme la circulation du sang dans les réseaux veineux et artériel se fait en sens inverse, il y a échange de chaleur entre le sang veineux chaud et le sang artériel froid.

La température interne des thons semble être conditionnée par leur niveau d'activité (intensité et durée) et la température de l'eau dans laquelle ils évoluent. Ils ont la capacité de contrôler l'augmentation de leur

température interne par un mécanisme de thermorégulation. Cette thermorégulation semble être réalisée de deux manières : soit par une modification du comportement (migrations verticales, ralentissement de la nage) soit par des modifications physiologiques internes (utilisation des muscles blancs (fonctionnement anaérobie donc moins de chaleur produite) (Fonteneau, 1988).

Ces caractéristiques spécifiques que sont la production d'acide lactique et l'élévation de la température interne lors de la capture auront un impact non négligeable dans l'efficacité du processus de réfrigération.

4. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LA PECHERIE ASSOCIEE AUX DCP EN MARTINIQUE

La majorité des entreprises de pêche exploitant les ressources agrégées sous DCP sont des entités individuelles gérant un navire unique. Le type de bateau le plus utilisé par les marins pêcheurs professionnels est la yole. Il s'agit d'une unité non pontée, à coque semi-planante, équipée d'un moteur hors-bord.

4.1 ENGIN DE PECHE ET CAPTURE DU POISSON

Dans les Antilles, tous les grands pélagiques capturés sous DCP sont pêchés à l'hameçon. Généralement, le pêcheur quitte le port sans appât. A l'arrivée sur DCP, il met à l'eau une ou plusieurs lignes de traîne pour capturer des petits thons. Ces poissons vont servir d'appâts vivants et sont placés dans un seau contenant de l'eau de mer en attendant que le pêcheur remonte à quelques centaines de mètres en amont du DCP. D'autres appâts peuvent être utilisés, comme le poisson volant (vivant ou mort), le coulirou ou des morceaux de thon (appelés localement *bouchons*). Il accroche alors l'appât à l'hameçon de la palangre dérivante verticale qu'il file sur une profondeur de 20 à 180 mètres. La palangre est munie d'une bouée obus flottante qui se dressera dès que le poisson aura attaqué l'appât. Le pêcheur, apercevant alors la touche, se dirige vers la bouée, qu'il récupère à l'aide d'une gaffe. Il attache alors une ligne en cordelette de plusieurs centaines de mètre munie d'une attache rapide (snap) à l'œil de sa palangre, détache la bouée obus et commence le relevage manuel. En fonction de l'espèce capturée et de son poids, de la proximité du navire avec d'autres embarcations ou avec le DCP, du nombre d'hommes d'équipage à bord, le marin pêcheur va gérer différemment le combat en actionnant son moteur pour éviter un obstacle ou suivre le poisson, ou en remontant son hélice pour éviter que la ligne ne s'y enroule (cas du marlin). Le combat peut durer plusieurs dizaines de minutes, voire plusieurs heures pour les poissons de grosse taille, durant lesquelles le pêcheur va chercher à fatiguer le poisson, tout en le faisant venir au plus près du bateau. Quand le poisson est à proximité immédiate du navire, le pêcheur va essayer de le gaffer (cas des thons) ou de le harponner (pour les marlins) en visant préférentiellement la tête. Le poisson est ensuite assommé avec une massue en bois (*boutou*) au niveau du haut du crâne (partie molle entre les deux yeux). Il peut alors être hissé à bord de l'embarcation, en utilisant le roulis du bateau pour aider à la manœuvre.

4.2 TRAITEMENT POST-CAPTURE

Chaque pêcheur manipule son poisson différemment une fois que celui-ci est à bord de son navire. Certains d'entre eux placent directement le poisson, parfois même encore vivant dans la cale à glace, celui-ci ne sera éviscéré que plus tard ou alors une fois le bateau renté à terre. D'autres prennent le temps de bien préparer le poisson avant de le conserver dans la glace. Ils éviscèrent le poisson en réalisant une incision en avant de l'anus et une incision autour des branchies, puis en tirant sur les branchies les viscères sont retirés. L'opération de rinçage, qui consiste à enlever le sang de la cavité viscérale du poisson, est globalement bien respectée, bien que les yoles de pêche ne soient pas équipées d'un tuyau d'eau de mer facilitant cette étape. Quelques

pêcheurs raclent les résidus d'organes et de sang présents sous la colonne vertébrale. La perforation du crâne et la saignée ne sont quasiment pas pratiquées en Martinique.

4.3 CONSERVATION DU POISSON A BORD

Les unités de pêche disposent toutes d'un compartiment réservé pour la conservation du poisson. En fonction de la taille du navire, la cale à glace peut être de deux types différents. Sur les yoles de pêche, elle prend la forme d'un caisson de 1 à 2 m³ muni d'un couvercle sur le haut permettant l'ouverture du compartiment et de trous dans le fond pour évacuer la glace fondue. Sur les navires pontés, la cale à glace a un volume plus important (de l'ordre de 10 m³). Un panneau permet d'ouvrir la cale et de descendre, grâce à une échelle, pour glacer le produit. Une pompe de cale permet de prélever l'eau de fusion pour l'évacuer à l'extérieur du navire. La cale à glace des navires pontés est généralement compartimentée par des panneaux amovibles ce qui permet de séparer la glace propre du poisson et de couvrir de glace les poissons au fur et à mesure des captures.

Le pêcheur est libre de choisir le type de froid qu'il utilisera pour refroidir ses poissons. Depuis le développement de machines à glace collectives sur les ports de pêche, le pêcheur utilise préférentiellement des sacs de glace paillette. On rencontre encore certains pêcheurs qui utilisent des bouteilles d'eau congelées comme méthode de réfrigération. Le plus souvent, sur les yoles de pêche, le pêcheur dépose des sacs de glace paillette (environ 100kg) au fond de la glacière avant de partir en mer. Après le traitement post capture du poisson, celui-ci est simplement déposé sur les sacs de glace sans être réellement recouvert de glace. Dans le cas de grands poissons, par exemple le marlin, la taille de la glacière est généralement trop petite. Certains pêcheurs conditionnent les gros individus sur le pont du navire (en déposant dessus une feuille de bananier ou un sac de jute) alors que d'autres découpent en deux le poisson avant de le conditionner sur la glace. Dans le cas des navires pontés, les membres d'équipage glacent une à deux fois par jour le poisson capturé en alternant une couche de poisson, une couche de glace dans chaque compartiment.

4.4 DEBARQUEMENT

Le débarquement des captures se fait préférentiellement sur le port d'attache du navire. Dans certaines zones, il peut être effectué sur un autre site dédié à la commercialisation. D'ordinaire, le marin-pêcheur transfère son poisson du navire jusqu'au site de commercialisation ou de stockage, grâce à un bac en plastique (pour les petits individus). Les marlins et bien souvent les gros thons à nageoires jaunes de plus de 30kg sont fréquemment posés à même le sol au moment du débarquement. Les poissons non vidés le sont à ce moment-là, puis sont rincés à l'eau douce. Les viscères sont rejetés à proximité du ponton ou servent d'appât à des caseyeurs.

Les compartiments du navire (dont la cale à glace) et les équipements de pêche (gaffe, palangres et hameçons, couteaux) sont rincés à l'eau douce si le site de débarquement est bien équipé. L'eau du port est parfois utilisée quand les équipements font défaut. L'étape de désinfection du navire n'est pas pratiquée, par manque de connaissance des produits à utiliser.

4.5 CONDITIONNEMENT A TERRE

Les grands pélagiques sont stockés au froid, en attendant le début de la vente, dans des chambres froides positives publiques ou privées. Ils sont déposés à même le sol ou sur des palettes (en bois ou plastique), et parfois recouverts de glace paillette. Certains pêcheurs conditionnent leur poisson de petite taille en le disposant dans de simples glacières.

4.6 COMMERCIALISATION

La commercialisation des poissons pélagiques est en majorité assurée par le marin-pêcheur lui-même, ou un membre de sa famille, directement sur des étals de vente publiques ou privés. Le poisson est déposé entier sur la table de vente. La découpe s'effectue en fonction de la demande, le plus souvent en darne ou en demie-darne, sans peau pour le marlin et avec peau et arrêtes pour les thons. Le pêcheur utilise les planches à découper en polyéthylène mises à sa disposition sur les sites de vente collectifs ou ramenées par ses propres moyens. Les couteaux sont préférentiellement en inox mais l'usage du coutelas avec un manche en bois est encore d'actualité. Les tranches sont pesées puis emballées dans un sachet. En fonction de la durée de vente, le pêcheur peut ajouter de la glace paillette sur son étalage ou décider de reconditionner son produit en chambre froide en attendant la vente du lendemain.

Les points de vente collectifs sont le plus souvent équipés de tables lessivables avec un bac permettant de présenter les produits sur une couche de glace. Des robinets d'eau douce sont à disposition des professionnels ainsi que des planches polyéthylène pour la découpe des grosses pièces. *A contrario*, les sites de vente privés sont moins bien équipés, l'utilisation de tables en bois pour la découpe et la commercialisation ainsi que l'absence de robinet d'eau douce rendent la qualité des sites plus rudimentaire et aléatoire.

Certains pêcheurs ne commercialisent pas toute leur production en vente directe. Ils préfèrent passer par un intermédiaire (mareyeur, transformateur, GMS) qui achète les produits bruts en quantité plus importante. Le prix de vente est discuté entre le pêcheur et l'intermédiaire, en fonction de l'état de présentation du poisson (entier/vidé, étêté/équeuté/vidé, en filet, ...) le plus souvent quelques kilogrammes sont enlevés du poids brut pour pallier les pertes à la découpe (tête, peau, arrête centrale).

5. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

5.1 EMBARQUEMENTS EN MER ET SUIVIS DE TEMPERATURE

Afin de caractériser la conservation des poissons à bord des navires de pêche exploitant les ressources agrégées sous DCP, plusieurs embarquements ont été réalisés pour suivre l'évolution de la température de surface des poissons, depuis la capture jusqu'au débarquement. Lors de chaque sortie en mer, le personnel embarqué a rempli la fiche de suivi de la marée (Annexe 1) qui comporte les informations sur l'identification du navire, les caractéristiques de la sortie, le descriptif des pratiques de traitement post-capture, les caractéristiques du poisson échantillonné (espèce, poids, longueur) et le suivi des températures. Les trois espèces ciblées par l'étude sont présentées dans le tableau 1.

TABLEAU 1: ESPECES COMMUNEMENT CAPTUREES SOUS LES DCP ANCRÉS DANS LA CARAÏBE

Nom scientifique	Dénomination	Nom créole
<i>Thunnus atlanticus</i>	Thon à nageoires noires	<i>Boulé, Ti ton nwè, Bonit nwè</i>
<i>Thunnus albacares</i>	Thon à nageoires jaunes, Albacore	<i>Ton jône, Zèl jône, Latchè jône</i>
<i>Makaira nigricans</i>	Makaire bleu, Marlin bleu	<i>Varé, Marlin bleu</i>

L'enregistreur de température utilisé pour l'expérience est un modèle à mémorisation de données équipé de deux sondes externes (modèle Hanna Instrument-141). La sonde dédiée au suivi de la température de surface du poisson est piquée en sous cutané, après une incision de la peau dans la partie caudale du poisson. L'autre sonde a été placée selon les besoins pour suivre l'évolution de la température liée au mode de conditionnement ou de la température du poisson à cœur. Dans le premier cas, elle est placée dans l'environnement de conditionnement (cale à glace ou pont du navire), dans le second cas, elle est piquée à cœur.

5.2 PRELEVEMENT D'ÉCHANTILLONS DE CHAIR AU DEBARQUEMENT

Lors du retour à terre de l'embarcation, un ensemble d'échantillons de chair (sans peau et sans arrête) est collecté sur chaque poisson dont l'évolution de température a été suivie. Le matériel utilisé pour le prélèvement est composé de gants à usage unique, de scalpels stériles et de sachets sous vide ou de sachets en polyéthylène pour les prélèvements à des fins d'analyses microbiologiques. Les échantillons de poisson ainsi conditionnés sont ensuite conservés en chambre froide négative (-20°C) jusqu'à leur analyse.

5.3 PRELEVEMENT DES PARASITES LORS DE LA DECOUPE DU POISSON

Lors du prélèvement des échantillons de poisson, une attention particulière est portée à la recherche de parasites macroscopiques. Le protocole de collecte est présenté en Annexe 2. Les parasites collectés sont conservés dans de l'éthanol à 70% additionné de glycérol à 5% puis photographiés à la loupe binoculaire. Une base de données créée à cette occasion sert à référencer pour chaque parasite : l'espèce hôte, l'organe où il a été prélevé et la référence de la photographie. Une première identification visuelle a lieu en Martinique puis l'ensemble des échantillons est envoyé à des spécialistes.

Une étude complémentaire a porté sur la collecte d'échantillons d'estomacs et d'intestins pour la détection de *Cryptosporidium spp.* Le protocole de collecte est présenté en Annexe 3, les tubes contenant les prélèvements ont été envoyés en caisses isothermes à l'Institut Pasteur de Lille. Cette étude s'intègre dans le projet ANR Fish-Parasites. L'extraction d'ADN a été réalisée à partir de grattages de muqueuses gastriques ou intestinales de poissons en utilisant le kit NuclioSpin 96 tissue (Macherey-Nagel). Pour l'étude génotypique des prélèvements, une PCR-nichée ciblant l'ADNr 18S a été utilisée. Les amorces dégénérées ont été choisies à partir de celles publiées par Ryan *et al.* (2003). Une électrophorèse dans un gel d'agarose à 2% en tampon TBE 1X contenant 0,5 mg/ml de bromure d'éthidium sous voltage de 100-200 volts a été réalisée pour observer les fragments d'ADN amplifiés. Les produits PCR d'intérêt sont purifiés par passage sur membrane filtrante en utilisant le protocole Microcon PCR (Amicon, Millipore, USA). La stratégie de séquençage (Big Dye terminator, AB Warrington, UK) est réalisée à partir des produits PCR purifiés. Afin d'analyser l'ensemble des séquences connues de l'ADNr 18S de *Cryptosporidium spp.*, la banque de donnée GeneBank a été consultée.

5.4 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DE LA FRAICHEUR

Un panel d'analyses est réalisé sur chaque poisson dont la température de conditionnement en mer a été suivie, l'objectif étant de relier le type de conservation à bord et le traitement post-capture avec la qualité du produit au débarquement. L'ensemble des analyses décrites ci-dessous a été réalisé par l'équipe du laboratoire de microbiologie et de physicochimie du Pôle Agroalimentaire Régional de Martinique (PARM), partenaire du programme MAGDELESA.

5.4.1. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

5.4.1.1. LES GERMES INDICATEURS D'HYGIENE

5.4.1.1.1. FLORE MESOPHILE AEROBIE TOTALE (FMAT)

La FAMT permet d'évaluer le nombre d'unités formant colonie (UFC) présente dans le muscle du poisson. C'est un indicateur du niveau général d'hygiène pouvant refléter l'« histoire » du produit (rupture de la chaîne du froid, mauvaise gestion du couple temps/température).

La méthode utilisée pour le dénombrement de la FAMT est la norme AFNOR référence NF-V08-051.

5.4.1.1.2. COLIFORMES THERMOTOLERANTS CROISSANTS A 44°C

Les coliformes thermotolérants font partie des entérobactéries. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe est *Escherichia coli*. Ils sont utilisés comme indicateurs de contamination fécale d'origine humaine ou animale, la contamination pouvant être directe (hygiène du personnel) ou indirecte (contact avec du matériel souillé).

La méthode utilisée pour le dénombrement des coliformes thermotolérants croissants à 44°C est la norme AFNOR référence NF-V08-060.

5.4.1.1.3. GERMES ANAEROBIES SULFITO-REDUCTEURS (ASR)

Les anaérobies sulfito-réducteurs sont des germes telluriques, présents dans le sol, l'eau et l'air, ainsi que dans la flore intestinale de l'Homme et des animaux. Ils sont utilisés comme indicateurs de contamination fécale d'origine humaine ou animale, la contamination pouvant être directe (hygiène du personnel) ou indirecte (contact avec du matériel souillé).

La méthode utilisée pour le dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs est la norme AFNOR référence NF-V08-061.

5.4.1.1.4. SALMONELLA

Le dénombrement des *Salmonella* est utilisé comme indicateur de contamination fécale d'origine humaine ou animale, la contamination pouvant être directe (hygiène du personnel) ou indirecte (contact avec du matériel souillé).

La méthode utilisée pour le dénombrement des *Salmonella* est la norme AFNOR référence NF-V08-052.

5.4.1.1.5. LES GERMES INDICATEURS D'ALTERATION

5.4.1.1.5.1. PSEUDOMONAS

Le genre *Pseudomonas* a été utilisé dans cette étude comme critère d'altération du poisson.

La méthode utilisée pour le dénombrement des *Pseudomonas* est la norme AFNOR référence NF-V04-504.

La réglementation ne fixe pas de critères microbiologiques pour l'évaluation de la qualité des poissons. Les critères appliqués ici à titre indicatif pour le suivi de durée de vie sont indiqués dans le tableau suivant :

	Sous Glace	Sous vide et sous atmosphère	sources
FAMT	100 000	100 000	<i>critères de l'arrêté du 21/12/79 (sauf staphylocoques jugés inutiles ici)</i>
Coliforme thermotolérant	10	10	
Salmonella	abs dans 25g	abs dans 25g	
Anaérobie sulfite réducteur		10/g	
Pseudomonas	Dénombrement	Dénombrement	<i>germes rajoutés par le PARM d'après biblio et rapport Adèle DAUCHY</i>

5.4.2. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA FRAICHEUR ET DU NIVEAU D'ALTERATION DU PRODUIT

5.4.2.1. AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL (ABVT), TRIMETHYLAMINE (TMA) ET FACTEUR P

L'ABVT regroupe un ensemble de composés azotés (ammoniac, triméthylamine, diméthylamine, ...) résultant de la dégradation des protéines par l'action des bactéries et des enzymes présentes dans le poisson. Il est utilisé comme indicateur chimique de l'altération du poisson.

Le TMA peut également être dosé pour obtenir une indication plus fiable de l'état d'altération du produit. On se base alors sur la valeur du rapport TMA/ABVT, appelé également « facteur P ».

La méthode utilisée pour doser les amines volatiles est la microdiffusion, elle a été décrite par Conway et Byrne en 1933.

5.4.2.2. HISTAMINE

L'histamine résulte de la transformation de l'histidine – acide aminé présent dans les poissons- sous l'effet d'enzymes bactériennes (histidine décarboxylases) actives lors des processus d'altération de la chair. Les scombridés particulièrement riches en histidine sont particulièrement susceptibles de développer des quantités importantes d'histamine.

Les thons, notamment sont concernés par le risque de contaminations histaminiques, première cause toxique d'infections alimentaires liées à la consommation de produits de la pêche en France. (IFREMER, 2008b). L'histamine est un bon indicateur de la détérioration du poisson.

Les teneurs en histamine ont été déterminées à l'aide d'un kit de dosage commercial, RIDA®QUICK Histamin, il s'agit d'une méthode enzymatique avec détection colorimétrique.

5.4.2.3. PH

Le pH de la chair de poisson a été déterminé par un pH-mètre équipé d'une sonde Isfet.

5.4.2.4. COULEUR

Elle est étudiée à partir de photographies analysées par chromamètre CR 140 MINOLTA.

5.5 ANALYSE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LA CHAIR

La composition chimique globale ainsi que la valeur nutritionnelle moyenne ont été étudiées sur un échantillon de muscle dorsal et ventral des trois espèces ciblées par l'étude.

La teneur en eau (humidité) de l'échantillon a été déterminée par dessiccation à l'étuve à 70°C.

Le dosage des lipides totaux (ou matière grasse totale) a été réalisé par extraction directe en continu (Méthode de Soxhlet).

L'analyse des protéines totales a consisté à doser l'azote total selon la méthode de Kjeldahl et à multiplier la teneur en azote par un facteur conventionnel ($N_{\text{tot}} \times 6,25$).

La teneur en cendres (ou matières minérales totales) a été déterminée par incinération dans un four à 500°C.

La mesure de la quantité totale de glucides (ou hydrates de carbone) d'une denrée est généralement faite par calcul (différence avec les autres nutriments). Dans le cas du poisson, la teneur en glucide est à l'état de traces. La différence entre le poids total et la somme des teneurs en humidité, protéines, lipides et cendres nous renseigne davantage sur les erreurs d'analyse.

La valeur énergétique est calculée par la somme des pouvoirs énergétiques calorifique des différents nutriments, à savoir 4 kcal/g pour les protéines et 9 kcal/g pour les lipides. Dans notre calcul, les glucides n'ont pas été pris en compte.

5.6. ANALYSE DES CONTAMINANTS CHIMIQUES DANS LA CHAIR

Pour l'analyse des contaminants chimiques, des échantillons de chair ont été prélevés sur un échantillon de muscle dorsal et ventral des trois espèces ciblées par l'étude.

Les échantillons ont été envoyés sous carboglace dans des conteneurs isothermes à deux laboratoires de référence : le Laboratoire d'Etude de Résidus et Contaminants dans les Aliments (LABERCA) pour le dosage des dioxines et PCB ; et le Laboratoire de Rouen (LaboRouen) pour le dosage des métaux lourds (plomb, cadmium et mercure).

Le plomb et le cadmium ont été dosés par spectrométrie d'absorption atomique avec four graphite (GFAAS).

Le mercure total a été dosé par la technique de spectrométrie par fluorescence atomique à vapeur froide (CVAFS).

Les PCB (Polychlorobiphényles) et les dioxines ont été dosés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrophotométrie de masse haute résolution (GC-HRMS).

5.7. SUIVI DE VIEILLISSEMENT DU PRODUIT

Une étude de suivi de vieillissement, appelée également étude de durée de vie, a été réalisée au sein du PARM. Elle consiste à suivre la croissance des micro-organismes présents dans le produit et l'évolution physico-chimique de celui-ci, pendant toute la durée de conservation.

Le produit type est la longe fraîche de thon à nageoires noires, de thon à nageoires jaunes et de marlin bleu. Les poissons entiers ont été livrés au PARM le lendemain de la pêche. Ils ont été découpés en longes sans peau, dans des conditions d'hygiène maîtrisées, puis conditionnés selon trois modes : filmés sous une couche de glace paillette, emballés sous vide et emballés sous atmosphère modifiée (mélange de gaz : 40% CO₂, 60% O₂). Les longes de thons à nageoires noires ont été uniquement conditionnées sous glace mais deux lots ont été échantillonnés : l'un provenant de thons saignés et l'autre provenant de thons non saignés. Les longes de thons à nageoires jaunes et de marlin bleu, d'un diamètre plus important que pour le thon à nageoires noires, ont été découpées en pavés pour le conditionnement sous vide et sous atmosphère contrôlée et ont été conditionnées entières pour l'emballage sous glace. Tous les échantillons mis en vieillissement sont issus d'un même poisson pour le thon à nageoires jaunes et le marlin bleu et de poissons différents, mais issus d'un même approvisionnement (navire et marée identiques) pour les thons à nageoires noires.

Tous les échantillons ont ensuite été stockés en chambre froide positive (+4°C). Des prélèvements en triplicats issus de morceaux différents ont été réalisés selon le tableau 2.

TABLEAU 2: RECAPITULATIF DES PRELEVEMENTS REALISES DANS LE CADRE DU SUIVI DE VIEILLISSEMENT

Produit	Emballage	Prélèvements							
Longe de thon noir saigné	Sous glace	J ₀	J ₄	J ₇	J ₉	J ₁₁			
	Sous glace	J ₀	J ₄	J ₇	J ₉	J ₁₁			
Longe de thon jaune	Sous glace	J ₀	J ₄	J ₆	J ₈	J ₁₂			
	Sous vide	J ₀	J ₄	J ₇	J ₁₁	J ₁₄	J ₁₆		
	Sous atmosphère contrôlée	J ₀	J ₄	J ₇	J ₁₁	J ₁₄	J ₁₆	J ₁₈	J ₂₁
Longe de marlin bleu	Sous glace	J ₀	J ₄	J ₇	J ₉	J ₁₂			
	Sous vide	J ₀	J ₄	J ₇	J ₁₁	J ₁₄	J ₁₆		
	Sous atmosphère contrôlée	J ₀	J ₄	J ₇	J ₁₁	J ₁₄	J ₁₆	J ₁₈	J ₂₁

Des analyses microbiologiques (FAMT, Coliformes thermotolérants, ASR, *Salmonella*, *Pseudomonas*) et des analyses physicochimiques indicatrices de l'état de fraîcheur des poissons (Histamine, ABVT, TMA, pH) ont été réalisées sur chaque prélèvement afin de déterminer la durée de vie moyenne des longes en fonction du type d'emballage.

5.8. ANALYSE SENSORIELLE

L'évaluation sensorielle est utilisée comme un outil pour caractériser les propriétés organoleptiques des aliments. Elle permet d'évaluer l'impact du mode de conditionnement et de la durée de conservation sur la qualité sensorielle du poisson. Elle fait intervenir les sens des jurys : odorat, goût, vue et toucher, afin de décrire un produit. Ce type d'étude nécessite l'entraînement d'un jury formé à la dégustation des produits de la mer, dont l'objectif est de connaître le niveau d'acceptabilité du produit (analyse descriptive) ou de mesurer la satisfaction et les préférences des consommateurs (test hédonique). Elle permet d'obtenir un profil sensoriel (norme ISO 13-299).

La salle d'analyse sensorielle du PARM répond aux spécifications de la norme AFNOR V-09-105 (ISO 8589) et permet la réalisation des analyses dans des conditions standardisées (lumière uniforme, mur et box de couleur neutre, salle climatisée, contrôle du bruit, de la température, des odeurs et de l'humidité). Elle est équipée de 16 cabines individuelles et d'un logiciel informatique d'acquisition et de traitement de données (FIZZ, Biosystèmes) permettant d'évaluer la significativité des effets.

Un panel de 12 juges a été entraîné à l'évaluation sensorielle des poissons étudiés pour réaliser leur analyse descriptive. Leurs performances ont été préalablement vérifiées et validées (performances individuelles contrôlées par la reproductibilité de chaque juge et performances du panel entier vérifiées par la cohérence et l'homogénéité des réponses du groupe). La répétabilité (intra) des 12 juges a été de 100 %, la répétabilité (inter) du panel a été de 89 % avec une homogénéité de 70 %.

Les échantillons de poissons pour l'analyse ont été codés avec trois chiffres (anonymat) et distribués aléatoirement et dans les mêmes conditions (température, contenant, quantité). L'ordre de présentation aux différents dégustateurs est défini par le logiciel FIZZ. Les juges ont à leur disposition une bouteille d'eau de source, afin qu'ils puissent se rincer la bouche entre chaque échantillon dégusté, de façon à éviter que la dégustation d'un échantillon n'interfère avec la perception d'un autre. Les échantillons sont présentés aux juges de manière monadique, c'est-à-dire les uns après les autres. Les produits sont présentés en lumière blanche. Les échantillons sont conservés en chambre froide négative jusqu'à la veille de leur utilisation. Il est nécessaire de les sortir 24 h avant la séance de dégustation et de les stocker à 6° C en chambre froide positive pour une décongélation lente. La cuisson des poissons est réalisée au four (cuisson sèche et humide)

- ✓ Température de consigne de l'équipement utilisé : programme « Poisson Poché »
- ✓ Temps de préchauffage : 15 mn
- ✓ Température à cœur / 64 °C
- ✓ Température de service : 55 °C +/- 5 °C à cœur.

Les filets sont enveloppés dans une feuille d'aluminium et disposés dans un bac inox. Aucun additif n'est ajouté au cours et après la cuisson. La sonde de température est introduite dans le filet le plus épais. A mi-cuisson la disposition des bacs inox est modifiée dans le four (entre ceux placés aux extrémités et ceux situés au centre du four). En fin de cuisson la sonde est retirée et la bonne cuisson du poisson est vérifiée. Les échantillons sont servis immédiatement dans des assiettes préalablement maintenues au chaud.

Le profil sensoriel consiste à noter sur une échelle de 1 à 7 les critères sensoriels préalablement sélectionnés au cours d'une séance de génération de termes et validés selon leur significativité au cours de l'entraînement. Ces critères (ou descripteurs), au nombre de 18, portent sur l'aspect visuel (7 critères), les critères olfactifs (4), les critères gustatifs (3) et la texture en bouche (4). Deux supports techniques complémentaires : une grille méthodologique et une liste de références des descripteurs (voir Annexe 4), permettent d'expliquer et d'uniformiser le mode d'évaluation des descripteurs présents dans le questionnaire, à savoir :

- ✓ Donner la définition de chaque descripteur (vocabulaire spécifique) présent dans le questionnaire
- ✓ Définir le protocole de dégustation pour l'évaluation de chaque critère (descripteur)
- ✓ Présenter les références pour chaque critère (descripteur) à évaluer et ainsi les bornes des échelles de notations.

Les échantillons de poissons distribués pour l'analyse sensorielle sont :

- Longe de thon noir saigné à J₀
- Longe de thon noir saigné à J₆ conditionnée sous glace
- Longe de thon noir non saigné à J₀
- Longe de thon noir non saigné à J₆ conditionnée sous glace

- Pavé de thon jaune à J₀
- Pavé de thon jaune à J₆ conditionné sous glace
- Pavé de thon jaune à J₆ emballé sous vide
- Pavé de thon jaune à J₈ emballé sous atmosphère contrôlée (40% CO₂, 60% O₂)

- Pavé de marlin bleu à J₀
- Pavé de marlin bleu à J₆ conditionné sous glace
- Pavé de marlin bleu à J₆ emballé sous vide
- Pavé de marlin bleu à J₈ emballé sous atmosphère contrôlée (40% CO₂, 60% O₂)

5.9. SYNTHÈSE DU PROTOCOLE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

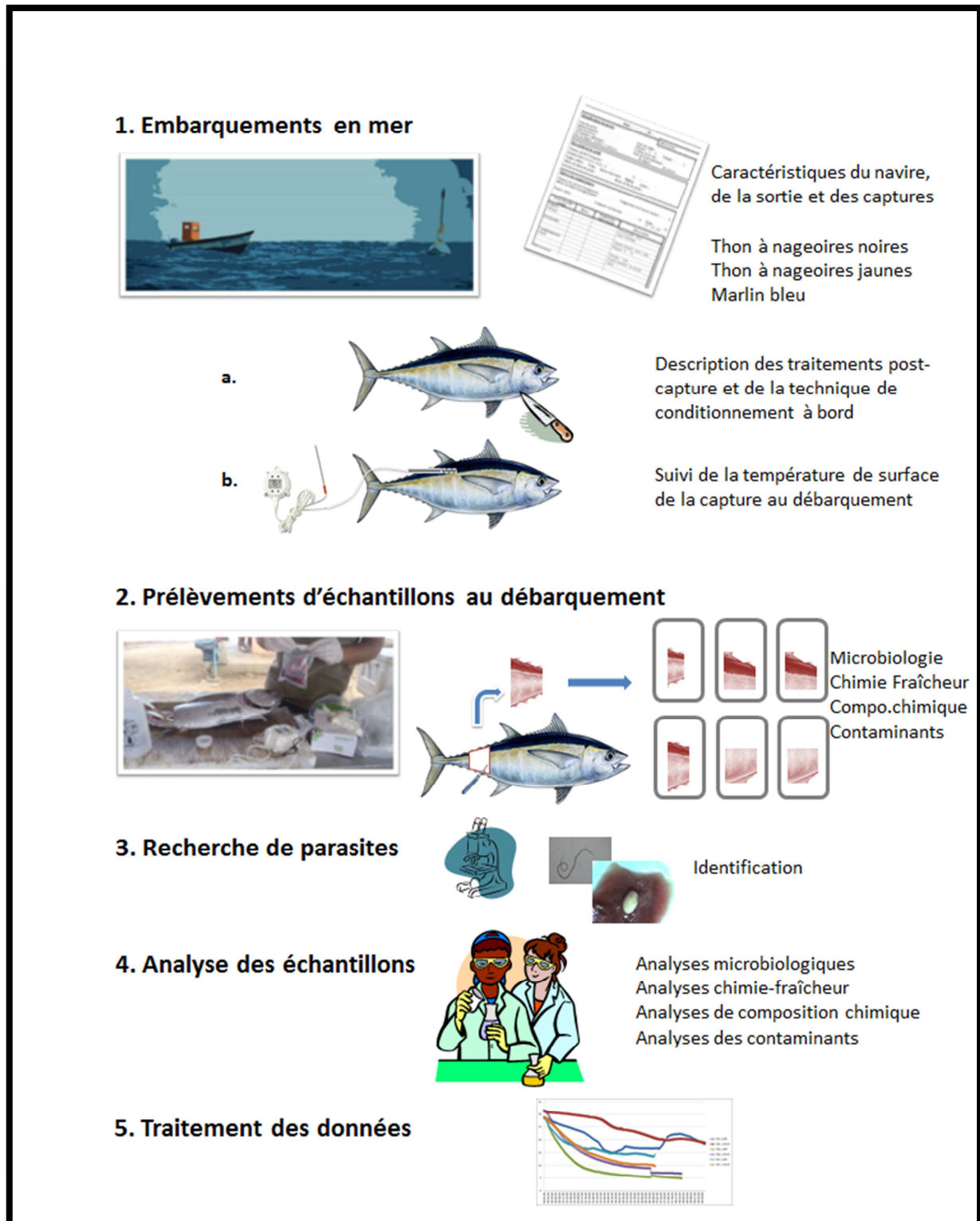


FIGURE 1 : PROTOCOLE GÉNÉRAL DE PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

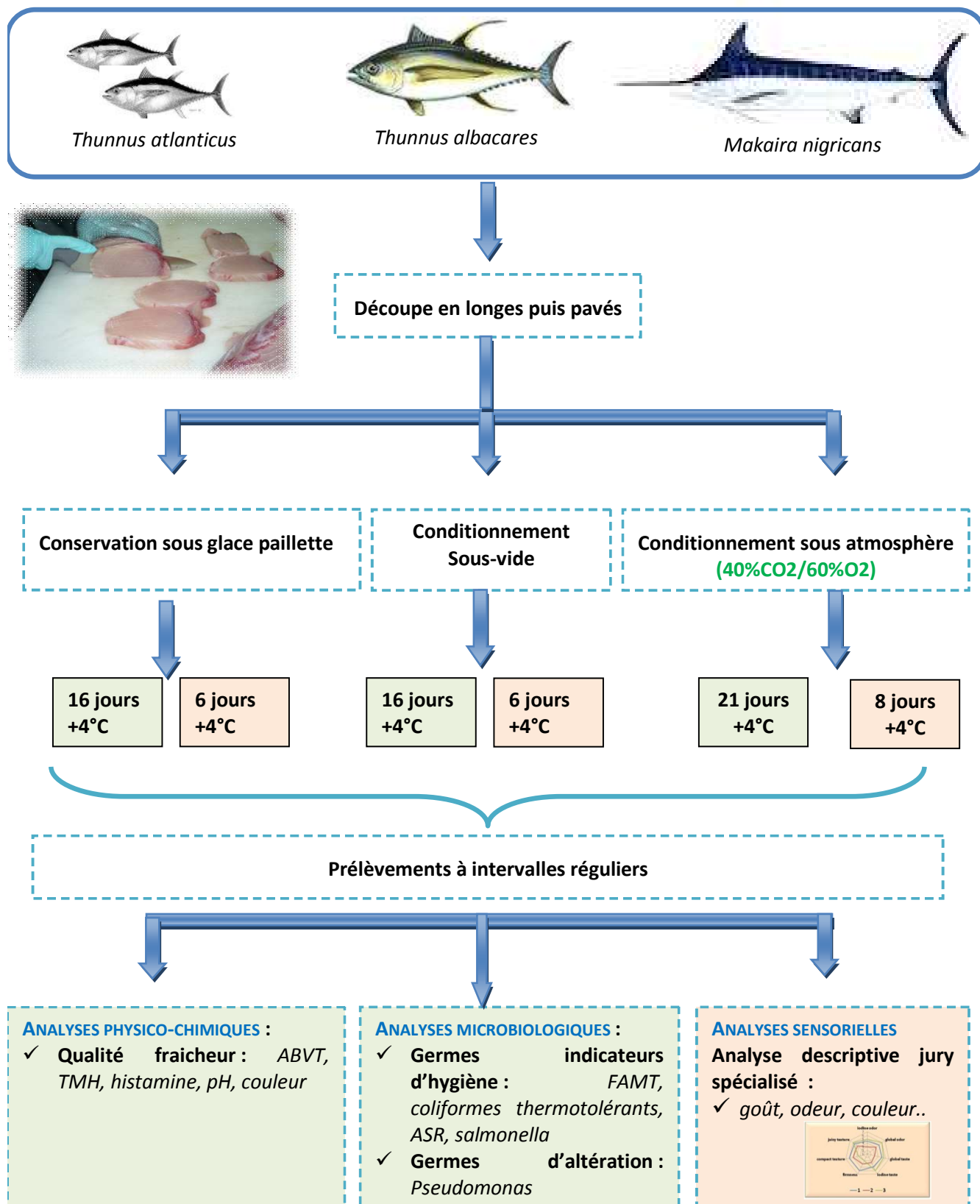


FIGURE 2 : SCHEMA GENERAL DE MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE ET DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES/PHYSICO-CHIMIQUES

TABLEAU 3 : REPARTITION DES ACTIONS ENTRE LES PARTENAIRES DU PROJET

ACTIONS	ACTEUR
▪ Définition du plan d'échantillonnage	IFREMER/PARM
▪ Logistique d'approvisionnement (capture – transfert vers les lieux de préparation des échantillons)	IFREMER
▪ Préparation des échantillons en salle froide [halle technologique du PARM] pour analyse	PARM/IFREMER
▪ Mise en œuvre des tests de conservation (sous vide – sous glace – sous atmosphère)	PARM
▪ Conduite des analyses physico-chimiques et sensorielles	PARM
▪ Exploitations statistiques des résultats	PARM/IFREMER

6. RESULTATS

Les tableaux synthétiques des résultats sont présentés en Annexes 6, 7 et 8.

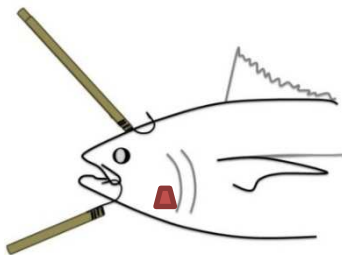
6.1. TRAITEMENT POST-CAPTURE DES POISSONS A BORD DES NAVIRES

Le traitement post-capture des poissons regroupe l'ensemble des actions réalisées par l'équipage avant le conditionnement en mer. La présente étude porte sur quatre traitements régulièrement effectués pour la pêche des grands pélagiques : le gaffage, la décérébration, la saignée et l'éviscération.

Texte de référence : La pêche à la palangre horizontale méthodes et techniques: Manuel à l'intention des pêcheurs, CPS, 2003. S. Beverly, L. Chapman et W. Sokimi

6.1.1. LE GAFFAGE

Le gaffage permet d'immobiliser le poisson à proximité du bateau avant de le monter sur le pont. Pour cela, le marin-pêcheur utilise une ou plusieurs gaffes qui doivent être piquées dans le poisson au niveau de la tête en faisant attention de ne pas perforer le cœur. Une fois le poisson gaffé, le pêcheur peut l'étourdir d'un coup sur la tête, entre les deux yeux, en utilisant un gourdin (*boutou*).



6.1.2. LA DECEREBRATION

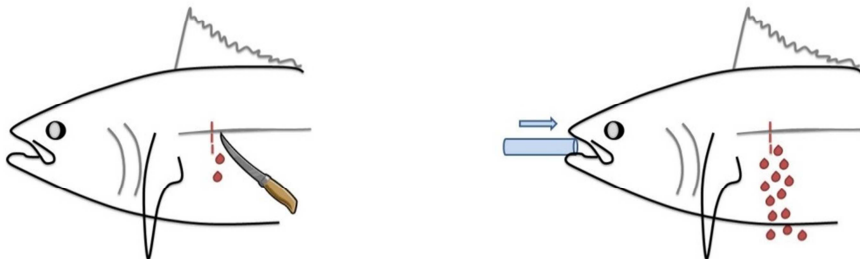
La décérébration consiste à perforer le crâne pour détruire le cerveau et de fait insensibiliser l'animal. Elle se pratique grâce à une pointe aiguisée qui perfore, selon un angle de 45°, la partie molle du crâne en arrière des yeux. Le poisson est alors pris de soubresauts. Une pratique complémentaire, la déméduation, ou méthode *Taniguichi*, vise à obtenir un poisson de « qualité Sashimi ». Elle se pratique en enfonçant un câble en acier inoxydable (ou à défaut un monofilament) par le trou provoqué par la pointe aiguisée jusqu'à la queue en suivant le canal médullaire. Il en résulte une destruction de la moelle épinière.



6.1.3. LA SAIGNEE

Chez les thonidés, la saignée est réalisée en deux temps. Une incision de 2cm est tout d'abord pratiquée en arrière des nageoires pectorales pour sectionner les vaisseaux sanguins. Ensuite, un tuyau d'eau de mer est introduit dans la bouche pendant plusieurs minutes pour permettre au sang de s'écouler complètement.

Nous distinguerons dans cette étude : (1) une saignée complète (lorsque l'ensemble des étapes ci-dessus référencées est réalisé), (2) une saignée partielle (lorsque le poisson n'a été incisé que d'un seul côté ou lorsque l'embarcation ne dispose pas d'un tuyau d'eau de mer permettant un écoulement efficace du sang) et (3) une absence de saignée.



6.1.4. L'EVISCERATION

Une éviscération efficace consiste à retirer, sans perforation des organes, l'ensemble des viscères (systèmes digestif, reproducteur et excréteur) ainsi que les branchies.

Dans le cas des thons, l'éviscération se pratique, dans un premier temps, en incisant le poisson sur 2 à 3 cm en avant de l'anus, puis en sectionnant l'extrémité de l'intestin. Et dans un second temps, en incisant les parois branchiales et en découpant les points de fixation des branchies sur la tête. Le retrait des organes internes se fait par les opercules en tirant sur les branchies. Les viscères ainsi que les reins sont enlevés à la main en passant également par l'opercule, les amas de sang présents sous la colonne vertébrale et à la base du crâne doivent être enlevés à l'aide d'une brosse. Cette étape se termine par un rinçage complet de l'animal en introduisant un jet d'eau de mer dans la bouche.

L'éviscération des poissons à rostre (marlin, voilier) est un peu différente. Il est conseillé d'inciser l'intégralité du ventre (de l'anus à la bouche) et de retirer l'ensemble des organes internes ainsi que les branchies. Une étape supplémentaire concerne le retrait des reins et de la vessie natatoire situés tous deux en dessous de l'arrête centrale. Elle se pratique en désolidarisant ces organes de la colonne vertébrale puis en frottant cette

partie jusqu'à faire apparaître l'arrête. Comme précédemment, un rinçage abondant est essentiel pour retirer les petits morceaux d'organes et de sang restants.

La technique d'éviscération est bien maîtrisée par les marins-pêcheurs martiniquais. Cependant, elle n'est pas réalisée au même moment de la marée. Certains éviscèrent leurs poissons dans l'heure suivant la capture, d'autres éviscèrent plus tard dans la journée. Enfin, quelques pêcheurs attendent le débarquement pour la pratiquer. Nous renseignerons donc le nombre d'heures entre la capture et l'éviscération.

6.2. CARACTERISATION DE LA CONSERVATION A BORD DES NAVIRES ET ANALYSE DES PRODUITS AU DEBARQUEMENT

6.2.1. SUIVIS DE TEMPERATURE

Au cours de l'étude, la température de surface a été suivie sur 23 individus pendant leur conditionnement en mer : 14 thons à nageoires noires – TN - (*Thunnus atlanticus*), 4 thons à nageoires jaunes – TJ - (*Thunnus albacares*) et 4 marlins bleus – MB - (*Makaira nigricans*).

Les séries de données de température montrent une grande hétérogénéité dépendante de plusieurs facteurs (le mode de refroidissement utilisé à bord et sa capacité frigorifique, le type de glaçage, la durée de la marée, la taille et le poids de l'individu). Afin de standardiser les résultats, nous avons choisi de définir des typologies de conservation. Pour ce faire, des profils types de température ont été choisis parmi les séries de données comme représentatif d'un mode de refroidissement (Figures 2 à 5). Ils se présentent sous la forme de graphiques montrant l'évolution de la température de surface, exprimée en degrés Celsius, en fonction du temps, exprimé en heures après la capture.

Des suivis de température ont également été réalisés en Dominique. L'Annexe 5 présente un récapitulatif de des données collectées.





FIGURE 3: POSITIONNEMENT DES SONDÉS POUR LE SUIVI DE LA TEMPÉRATURE DE SURFACE

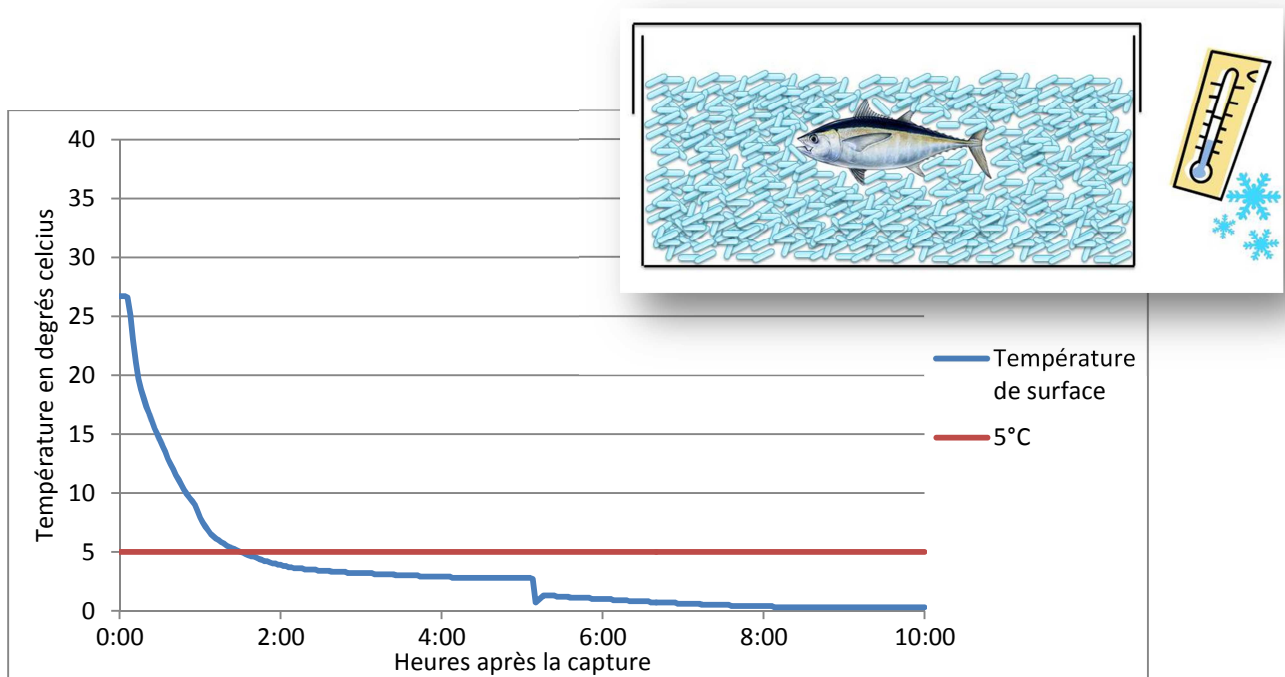


FIGURE 4: PROFIL DE TEMPERATURE A, POISSON RECOUVERT DE GLACE PAILLETTE

La glace paillette recouvre totalement le poisson et permet un échange de chaleur optimal. La température de surface chute rapidement pour atteindre 5°C dans les trois heures suivant la capture et une température proche de 0°C est atteinte au bout de 6 à 8 heures.

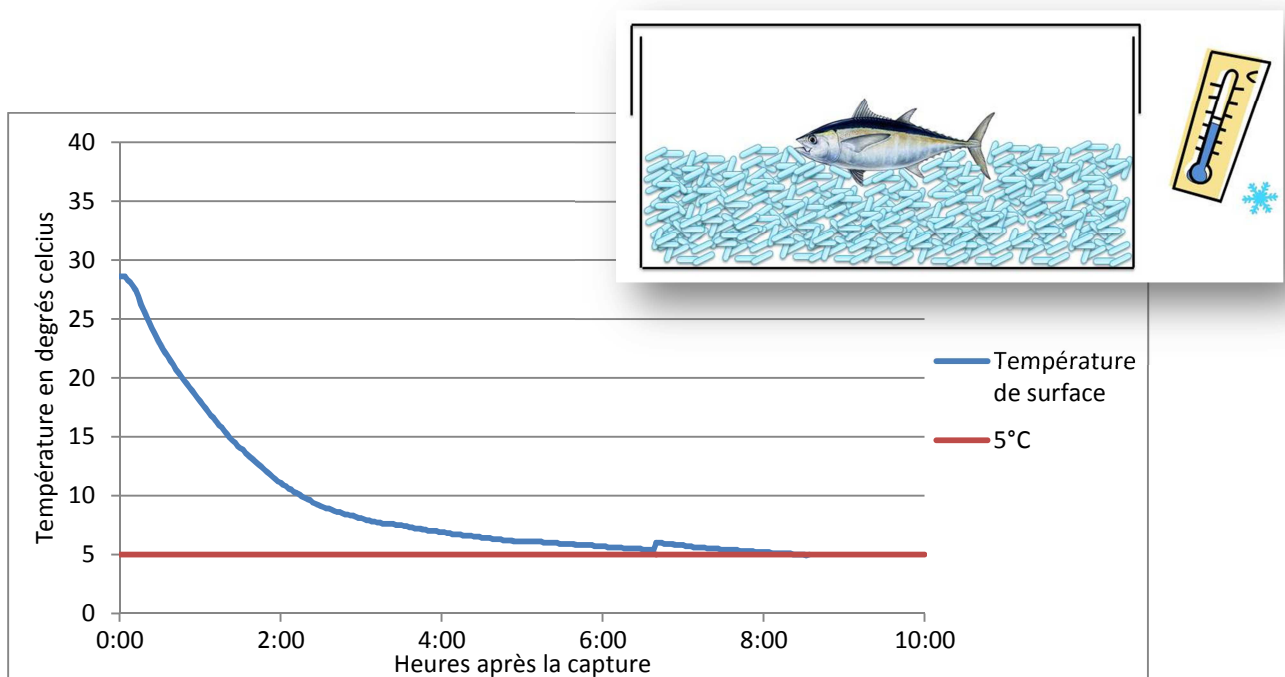


FIGURE 5: PROFIL DE TEMPERATURE B, POISSON DEPOSE SUR UNE COUCHE DE GLACE PAILLETTE

La glace paillette n'est en contact qu'avec une partie du poisson. La température de surface diminue assez rapidement pour atteindre 5°C au bout de 7 heures après la capture. La quantité de froid ne permet pas d'abaisser la température en dessous de 5°C.

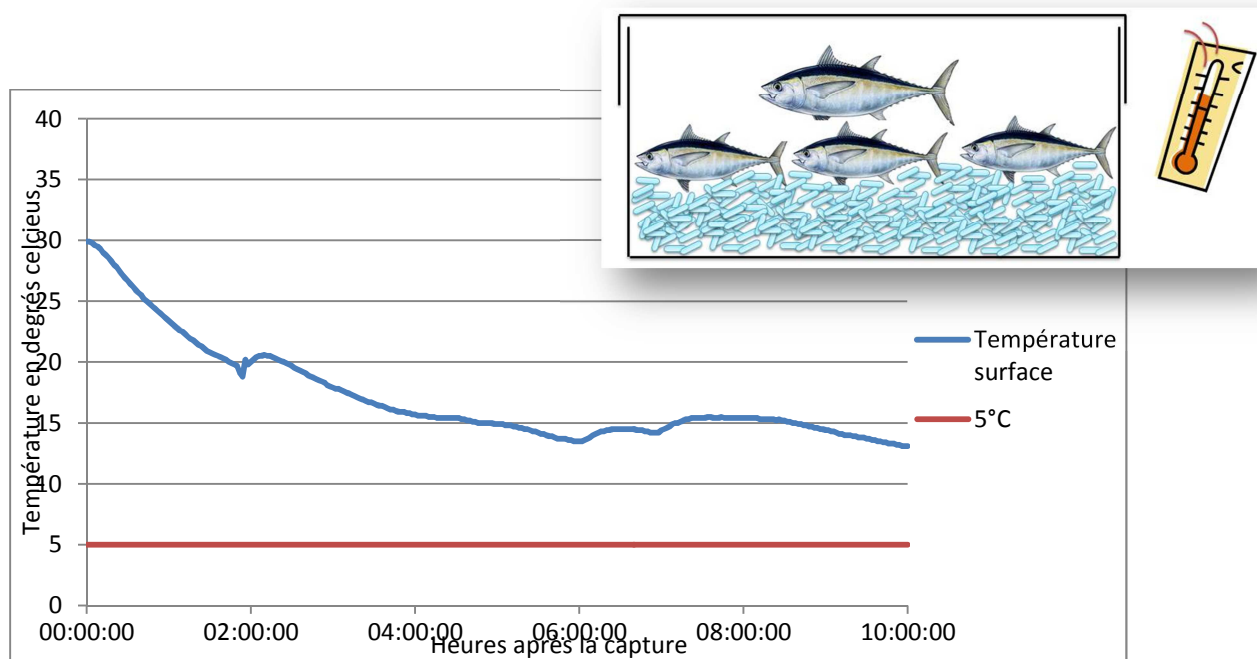


FIGURE 6: PROFIL DE TEMPERATURE C, POISSON DEPOSE SUR UNE COUCHE DE POISSONS GLACES

Les poissons sont conditionnés dans la glacière en étant déposés au-dessus des captures déjà stockées. Les derniers poissons pêchés ne sont pas en contact avec la glace, après une phase de réfrigération, leur température de surface va stagner entre 10 et 20°C.

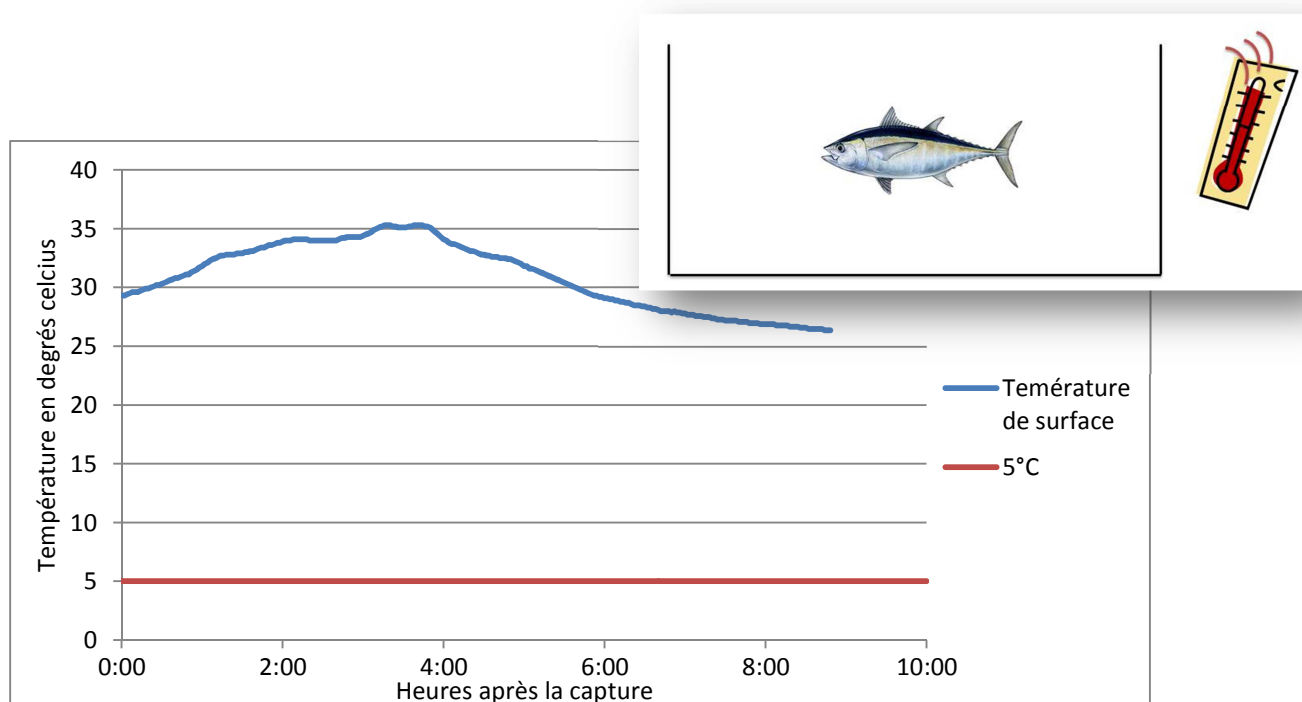


FIGURE 7: PROFIL DE TEMPERATURE D, POISSON CONDITIONNE SUR LE PONT DU NAVIRE, SANS GLACE

Le poisson n'est pas conditionné en glacière mais sur le pont du navire. Sa température va être fortement dépendante des conditions climatiques (température de l'air, réchauffement dû aux rayons du soleil). La température de surface oscille entre 25 et plus de 35°C.

Les bateaux pontés disposent d'une cale de 10 à 15 m³ pouvant contenir plusieurs mètres-cube de glace paillette. Les poissons capturés en début de marée peuvent être réfrigérés dans de bonnes conditions et voient leur température de surface chuter rapidement. Lors des deux marées échantillonnées sur ce type de navire, les profils de température relevés sont majoritairement de type A (6 TN et 1 TJ).

Les embarcations plus petites, appelées yoles, ont à bord un compartiment de stockage plus réduit (de l'ordre d'1 à 2 m³). Les patrons pêcheurs embarquent en moyenne une centaine de kilogrammes de glace paillette répartis dans plusieurs sacs déposés sur le fond de la glacière. Les profils de température sont majoritairement de type C (5TN et 2 TJ) et de type B (3TN) dépendant du moment où le poisson a été pêché. Pour les marlins, le conditionnement sur les yoles de pêche est majoritairement de type D (le poisson capturé est déposé sur le pont du navire, sans glace). Cependant, un relevé de température a eu lieu sur un marlin découpé en deux à bord et conditionné sous la glace, ce suivi est de type A.

6.2.2. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Sur l'ensemble des échantillons analysés au débarquement, deux échantillons de thon à nageoires noires (TN4 et TN12) montrent un taux de FAMT supérieur à 10⁴ UFC/g (log 4). En moyenne, toutes espèces confondues, les échantillons conditionnés sous glace (profil A) ou sur la glace (profil B) ont un taux de FAMT de l'ordre de 10³ UFC/g (log 3) alors que les échantillons conditionnés sur une couche de poissons (profil C) ou sur le pont du navire sans réfrigération (profil D) ont un taux de FAMT dix fois supérieur. Du fait que les échantillons aient été préalablement congelés avant d'être analysés, un biais d'analyse de l'ordre d'1 log peut être présent sur les résultats microbiologiques, notamment pour certaines bactéries, comme *Photobacterium*, très sensibles à la congélation (Leroi, communication personnelle).

Concernant les germes indicateurs d'hygiène, un quart des échantillons (27%) ont un taux en Coliformes thermotolérants à 44°C supérieur au seuil de 10. Seul un échantillon a un taux en ASR supérieur au seuil de 10. Aucune *Salmonella* n'a été trouvée dans nos échantillons. Globalement, l'hygiène à bord des navires de pêche échantillonnés semble bien respectée.

Le taux de *Pseudomonas*, germe indicateur d'altération, est inférieur à 100 par gramme pour la majorité des prélèvements (82%). Quatre échantillons, dont trois thons à nageoires noires et un marlin bleu ont des taux supérieurs à ce seuil (respectivement de 100, 500, 600 et 100).

6.2.3. ANALYSES DE LA FRAICHEUR DU PRODUIT

Les teneurs en ABVT dans les produits analysés au débarquement sont relativement variables avec un minimum de 2 et un maximum de 25 mgN/100g chair. En moyenne, les poissons conditionnés sous la glace (Profil A) ont une teneur en ABVT dans leur chair de l'ordre de 10 mgN/100g alors que ceux dont les profils de température sont de types B, C et D ont des teneurs en ABVT de l'ordre de 20mgN/kg.

Concernant le taux de TMA, 70% des échantillons montrent des taux inférieurs au seuil de détection de 0,1mgN/100g de chair.

Le pH de la chair des poissons analysés est de 5,8 en moyenne (min. 5,60 – max. 6,10 ; écart type 0,12).

6.2.4. CAS PARTICULIER DE L'HISTAMINE

Texte de référence : Fiche de synthèse « Histamine », Ifremer, 2008. Disponible en ligne sur Bibliomer : http://www.bibliomer.com/documents/fiches/fiche_synthese_histamine.pdf. Version 1.

Certaines familles de poissons dont les espèces pélagiques capturées localement (thons, marlins, dorades coryphènes) présentent de fortes teneurs en histidine dans leur chair, un acide aminé permettant la construction des protéines. A la mort du poisson, des bactéries vont produire une enzyme (l'histidine décarboxylase) qui va transformer l'histidine en histamine. L'histamine peut provoquer des réactions de type pseudo-allergiques, dépendantes de la sensibilité du consommateur. Les symptômes se manifestent dans les premières heures suivant la consommation de poisson contaminé.

- Premiers symptômes : rougeurs sur le visage et la nuque, œdème du visage, sensation de brûlure dans la gorge et la bouche, démangeaisons, picotements de la peau.
- Symptômes intervenants ensuite : maux de tête, étourdissement, palpitations cardiaques.
- Symptômes secondaires de type gastro-intestinal : nausées, vomissements, diarrhée.

Le règlement européen CE n°2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, définit les limites de concentration à ne pas dépasser pour l'histamine. La méthode de référence est la Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) et doit être appliquée sur 9 échantillons.

Qualité satisfaisante :*

- la teneur moyenne ne doit pas dépasser 100mg/kg
- deux échantillons sur les neuf peuvent dépasser 100 mg/kg sans dépasser 200 mg/kg
- aucun échantillon ne doit dépasser 200 mg/kg

Qualité insatisfaisante si au moins un des trois critères n'est pas rempli

Au niveau international, les normes du Codex Alimentarius fixent deux seuils :

- le **seuil de qualité**, indicateur d'altération du produit : 100mg/kg
- le **critère de santé publique** qui ne doit pas être dépassé : 200mg/kg

Le tableau 4 regroupe les informations relatives à la saignée et au type de conditionnement pour appréhender leur impact sur les teneurs en histamine.

TABLEAU 4: IMPACT DE LA SAIGNEE ET DE LA REFRIGERATION SUR LA TENEUR EN HISTAMINE

Type de saignée	Profil type de température	Echantillons (n)			Teneur en histamine (ppm)
		Thon noir	Thon jaune	Marlin Bleu	
Saignée Complète	Profil A	4	1	0	<SD tous échantillons
	Profil C	0	1	0	<SD tous échantillons
Saignée Partielle	Profil B	3	0	0	<SD 2 échantillons >SD 1 échantillon (21ppm)
	Profil C	3	1	0	<SD 1 échantillon >SD 3 échantillons (33; 50; 86ppm)
Absence de saignée	Profil A	2	0	1	<SD 2 échantillons >SD 1 échantillon (21ppm)
	Profil C	2	1	0	<SD 2 échantillons >SD 1 échantillon (73ppm)
	Profil D	0	0	3	<SD 1 échantillon >SD 2 échantillon (25 et 62ppm)

Les teneurs en histamine dans les échantillons prélevés sur des poissons saignés complètement (4 TN et 2 TJ) sont toutes inférieures au seuil de détection (2,5 ppm). Dans le cas d'une saignée partielle (exemple d'une mauvaise évacuation du sang), 50% des thons à nageoires noires ont une teneur en histamine inférieure au seuil de détection alors que 50 % ont un taux supérieur, respectivement de 21, 33 et 86 ppm. Le seul thon à nageoires jaunes saigné partiellement a un taux d'histamine de 50 ppm. Dans le cas du marlin bleu où aucun individu n'a été saigné, nous observons deux échantillons avec une teneur inférieure à 2,5ppm et deux échantillons avec des teneurs de 25 et 62 ppm.

Aucun échantillon ne dépasse la teneur limite de 100ppm. Mais la teneur en histamine dans plusieurs échantillons (TN4, TN5, TN12 et TJ3) s'en rapprochent malgré le fait que ce soit des poissons débarqués la journée même de la capture.

Malgré le faible nombre d'échantillons par catégorie, une tendance générale se dégage de l'étude : une saignée complète associée à un refroidissement efficace permet de limiter la formation d'histamine dans les thonidés.

6.2.5. PHENOMENE DE LA CHAIR BRULEE

Le phénomène de chair brûlée, appelé également *Burnt Tuna Syndrom (BTS)* en anglais ou *Yake niku* en japonais, a été rencontré par plusieurs marins-pêcheurs sur des thons à nageoires noires et de thons à nageoires jaunes en Martinique. Normalement, la chair de thon de première qualité doit être rouge vif, translucide, ferme et avec une saveur délicate. La chair de thon brûlée est pâle, avec une texture molle et un goût légèrement aigre. Bien que consommable lorsque le produit est cuit ou mis en conserve, il devient peu approprié pour une consommation en cru ou peu cuit (Watson, 1988). Ce syndrome peut affecter la totalité ou

une partie seulement de la chair de l'animal et avoir par conséquent un effet négatif important sur la commercialisation du produit, et de fait, la rentabilité de la sortie de pêche.



FIGURE 8: OBSERVATION DU PHENOMENE DE CHAIR BRULEE SUR UN THON A NAGEOIRES NOIRES

Cette altération de la chair serait en partie due à une forte température interne de l'animal au moment de la capture et un faible pH intramusculaire (voir §3 *Quelques notions sur la biologie des thonidés*). Les auteurs se rejoignent sur le fait que la décérébration (destruction du cerveau) et la démyélinisation (destruction de la moelle épinière) de l'animal lors de la capture peuvent limiter fortement l'apparition de ce phénomène de chair brûlée (Nakamura *et al.* 1977, Cramer *et al.* 1981 ; Davie et Sparksman, 1986).

6.3. PARASITES

Plusieurs parasites présents dans la chair des poissons étudiés ont été isolés et photographiés. Une identification sommaire a permis de les regrouper selon plusieurs familles et d'appréhender leur impact sur la commercialisation et sur la santé humaine grâce à une étude bibliographique.

6.3.1. MYXOSPORIDIES

Les *Myxosporidies* sont des parasites microscopiques qui appartiennent à l'embranchement des Cnidaires. Ce sont des organismes simples composés d'un faible nombre de cellules. Ils ont un cycle de vie complexe qui comprend une phase végétative dans deux hôtes : un invertébré aquatique (généralement un annélide) et un vertébré poïkilotherme, le plus souvent un poisson.

Nous avons trouvé dans deux thons à nageoires noires (*Thunnus atlanticus*), une multitude de vésicules blanches d'1 mm de diamètre qui serait des agrégations de kystes de *Myxosporidies* (Figure 7). Une étude conduite par l'équipe de Matt Griffin à St Kitts et Névis en 2012, a permis l'identification de kystes similaires sur le thon à nageoires noires, ils l'ont identifié comme étant *Kudoa thunni* (Griffin, 2014).

Les *Myxosporidies* ne seraient pas infectieuses pour l'homme mais peuvent avoir un impact non négligeable dans les pêcheries en colonisant les muscles des poissons, rendant la chair infestée peu appétissante voir non commercialisable.

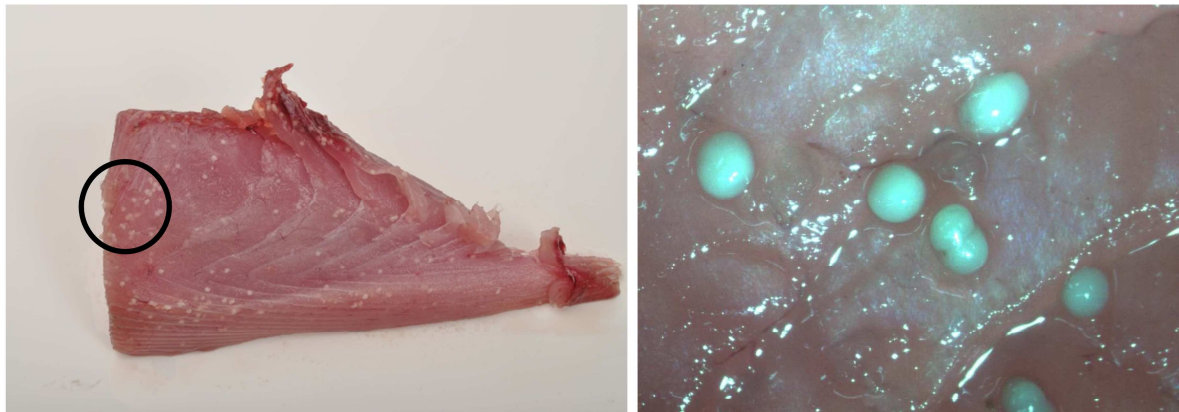


Figure 9: Photographies des kystes de *Myxosporidies* dans la chair d'un thon à nageoires noires

6.3.2. MICROSPORIDIES

Les *Microsporidies* sont des parasites microscopiques appartenant au règne des champignons (Fungi), on dénombre environ 1100 espèces. Ce sont des protistes unicellulaires eucaryotes dépourvus de flagelle et de mitochondrie. Le stade infectieux des *Microsporidies* est caractérisé par des spores extracellulaires de petite taille, entre 1 et 10 microns, selon les espèces.

Des vésicules ont été trouvées dans la chair d'un thon à nageoires noires (Figure 8). Cela pourrait ressembler à un xénoma de *Microsporidies* (complexe dans lequel les *Microsporidies* intracellulaires prennent le contrôle métabolique de la cellule hôte pour augmenter la production de spores).

Certaines espèces de *Microsporidies* pourraient être infectieuses pour l'Homme et pourraient provoquer des troubles intestinaux et oculaires. Leur détection serait permise par un examen des selles. Dans les années 1990, les microsporidioses sont devenues des maladies émergentes en pathologie humaine à cause de l'infection par le VIH.

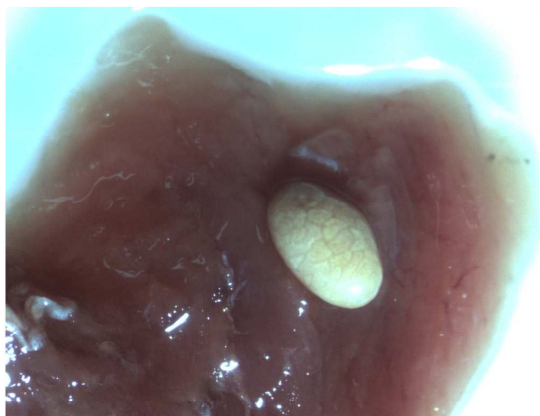


FIGURE 10: PHOTOGRAPHIE D'UN AMAS DE MICROSPORIDIES DANS LA CHAIR D'UN THON A NAGEOIRES NOIRES

6.3.3. CESTODE

Les cestodes sont des vers plats (Plathelminthes) parasites à corps segmenté et à croissance continue dont les adultes vivent dans le tube digestif des vertébrés. Les plus connus sont les ténias.

Au cours de l'étude, plusieurs parasites ont été isolés de la chair d'un thon à nageoires noires, prélevée à proximité de la cavité viscérale (Figure 9). L'observation sous loupe binoculaire a permis d'identifier ce parasite comme étant une larve plerocercóide de cestode *Trypanorhyncha*.

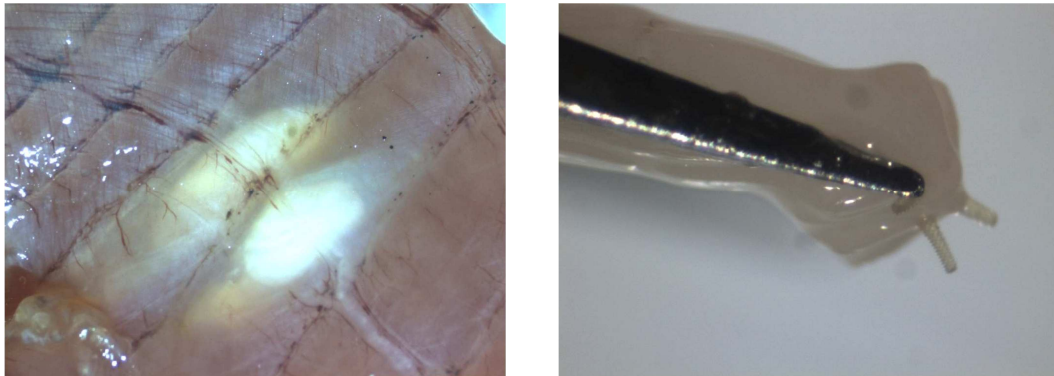


FIGURE 11: PHOTOGRAPHIES D'UNE LARVE DE CESTODE DECOUVERTE DANS LE MUSCLE D'UN THON A NAGEOIRES NOIRES

6.3.4. NEMATODES

Les nématodes sont des vers ronds très mobiles, à corps non segmenté et recouvert d'une cuticule épaisse.

Nous avons trouvé deux nématodes en surface et dans la lumière des ovaires de femelles de thons à nageoires noires (Figure 10).

Nous avons essayé d'amplifier les extraits d'ADN des parasites isolés avec les amorces dessinées au laboratoire Ifremer de Nantes pour amplifier un fragment du gène de la cytochrome oxydase sous-unité 2 (COX2), amorces assez spécifiques des parasites des genres *Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum* et un peu moins *Hysterothylacium*. Nous n'avons obtenu aucune amplification.

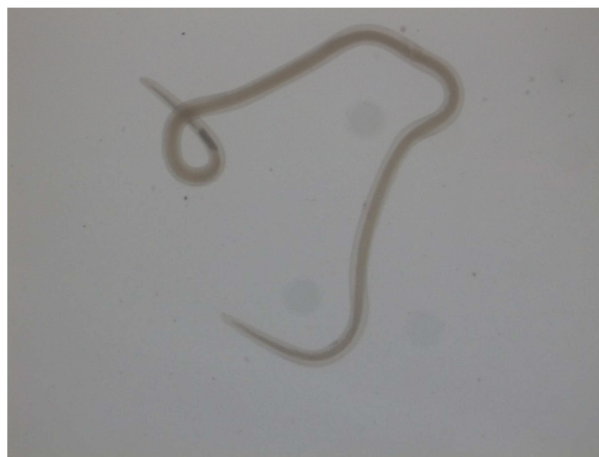


FIGURE 12: PHOTOGRAPHIE D'UN NEMATODE PRELEVE DANS LA CHAIR D'UN THON A NAGEOIRES NOIRES

6.3.5. CHRYPTOSPORIDIUM

Les *Chyptosporidium* font partie des Protistes du groupe des Apicomplexa. Ce sont des organismes unicellulaires de très petite taille, parasites obligatoires à cycle complexe.

Comme détaillé dans la partie Méthodologie, des échantillons d'estomacs, de muqueuses intestinales et gastriques ainsi que de contenus intestinaux ont été prélevés sur 30 thons à nageoires noires, 2 thons à nageoires jaunes et 2 marlins bleus. Ces prélèvements ont été analysés à l'Institut Pasteur de Lille pour une recherche de *Chyptosporidium*.

Les résultats d'analyse ont été négatifs malgré la présence de faibles bandes à la bonne taille après la nested PCR pour 3 échantillons d'estomac (TN1, TN7 et TN16). Une répétition de la PCR pour confirmation a été réalisée mais après séquençage des bandes purifiées aucun résultat positif n'est apparu.

6.4. CARACTERISATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LA CHAIR

La composition chimique de la chair a été réalisée sur 14 thons à nageoires noires, 4 thons à nageoires jaunes et 6 marlins bleus. Les caractéristiques de l'échantillonnage sont présentées dans le tableau 4.

TABLEAU 5: POIDS MOYENS ET LONGUEURS A LA FOURCHE MOYENNES DES POISSONS ECHANTILLONNES POUR L'ANALYSE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE

Espèce	Taille de l'échantillon (n)	Poids vidé en kg			Longueur à la fourche en cm		
		Moyenne	Ecart type	Min - Max	Moyenne	Ecart type	Min - Max
<i>Thunnus atlanticus</i>	14	4,1 kg	1,7	2,0 – 6,8	62 cm	8,72	51 - 76
<i>Thunnus albacares</i>	4	31,6 kg	20,39	9,6 – 60,2	120 cm	27,99	90 - 156
<i>Makaira nigricans</i>	6	63,0 kg	25,26	22 – 100	170 cm	55,38	71 - 240

Les résultats des dosages sont présentés dans le tableau 5. Pour chaque espèce, la taille de l'échantillon analysé (n), la moyenne, l'écart-type (σ) et les valeurs minimales et maximales y sont renseignées. Aucune différence entre la composition chimique des muscles dorsaux et ventraux n'a été relevée. Les valeurs présentées sont donc des moyennes des deux valeurs.

TABLEAU 6: TENEURS EN NUTRIMENTS DANS LE MUSCLE DE GRANDS PELAGIQUES CAPTURES SOUS DCP, LES VALEURS SONT EXPRIMEES EN G POUR 100G DE CHAIR.

Composant	<i>Thunnus atlanticus</i>			<i>Thunnus albacares</i>			<i>Makaira nigricans</i>		
	Moyenne	σ	Min - Max	Moyenne	σ	Min - Max	Moyenne	σ	Min - Max
Humidité	71,3	1,1	68,5-72,5	72,3	1,6	70,2-74,3	72,9	2,1	69,6-75,6
Protéines	24,6	1,9	20,2-27,8	24,9	1,5	22,6-26,6	24,0	2,3	19,3-26,6
Lipides	0,5	0,4	0,2-1,5	0,8	0,5	0,3-1,7	0,4	0,3	0,3-1,0
Cendres	1,4	0,1	1,2-1,5	1,3	0,1	1,2-1,4	1,2	0,1	1,1-1,4
VE moyenne	102,9 Kcal/100g			106,8 Kcal/100g			99,6 Kcal/100g		

La composition chimique du muscle de thons noirs, thons jaunes et marlins bleus est caractérisée par une forte teneur en protéines (de l'ordre de 24%) et une très faible teneur en lipides (entre 0 et 2%). Ces espèces rentrent donc dans la catégorie des poissons maigres. La valeur énergétique (VE) moyenne apportée par la consommation de 100g de chair est d'environ 100 Kcal.

6.5. CARACTERISATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DE LA CHAIR

6.5.1. DIOXINES ET PCB

Texte de référence : Les dioxines et les PCB chez le poisson. S.J. Kaushik, 2004. Dossiers de l'Environnement de l'INRA n°26

Le terme de « dioxines » est utilisé pour une famille de composés chimiques : les polychlorodibenzo-paradioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF). Leur structure chimique est proche des polychlorobiphényles (PCB) qui sont des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). On distingue 75 congénères dans le groupe des PCDD, 135 dans celui des PCDF et 209 dans celui des PCB. Certains PCB ont des propriétés toxiques comparables à celles des dioxines et par conséquent sont nommés « PCB dioxin-like ».

Du fait de la présence persistante des dioxines et PCB dans le milieu aquatique et de leurs propriétés liposolubles et d'accumulation dans les tissus ainsi que de la durée de leur demi-vie, ces composés sont classés comme « polluants organiques persistants » (POP) et se concentrent tout au long du réseau trophique. L'alimentation constitue la principale source d'exposition de la population générale à ces contaminants.

Les dioxines se forment principalement lors de processus de combustion. Les sources naturelles sont les feux de forêt et les activités volcaniques. Quant aux sources anthropiques, on peut citer les incinérateurs, les raffineries, la sidérurgie, les papeteries, 17 molécules sur 210 congénères ont des effets toxicologiques significatifs. La plus toxique est la « dioxine de Seveso », substance classée cancérigène pour l'Homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Les PCB ont été utilisés en mélange à partir des années 1930 pour leurs propriétés isolantes et leur stabilité chimique. Leur production et leur utilisation sont interdites en France depuis 1987 (décret n°87-59 du 02/02/1987 a interdit la mise sur le marché des PCB et des appareils en contenant. Tous les équipements contenant des PCB devront avoir disparu fin 2010).

Pour caractériser la charge toxique des dioxines, un indicateur commun a été développé : le TEQ ou quantité toxique équivalente en dioxine. Pour chaque congénère, un facteur de toxicité équivalente (TEF) a été établi par l'OMS en 2005. Ainsi pour chaque échantillon, la TEQ se calcule comme la somme des concentrations des différents composés les plus toxiques, pondérées par leurs facteurs de toxicité équivalente respectifs (WHO-TEF de l'OMS).

6.5.1.1. EFFETS DES DIOXINES ET PCB SUR L'HOMME

Selon l'OMS, une exposition de faible intensité et durable aux dioxines peut entraîner chez l'Homme une atteinte du système immunitaire et des anomalies de développement du système nerveux, du système endocrinien et des fonctions reproductrices. Une exposition de forte intensité et de courte durée peut donner lieu à des lésions cutanées et une atteinte de la fonction hépatique. Chez les animaux, l'exposition aux dioxines a entraîné l'apparition de plusieurs types de cancer.

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) classe les dioxines parmi les cancérigènes humains connus. Toutefois, la plupart des données concernant la toxicité des dioxines et des furanes s'appuie sur des études dans des populations exposées à des fortes concentrations de dioxines, soit professionnellement, soit à

la suite d'accidents industriels. Les données existantes ne suffisent pas pour prouver qu'une exposition chronique de faible intensité aux dioxines et aux furanes est à l'origine de cancers chez l'homme.

6.5.1.2. ASPECTS REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

L'OMS a fixé une dose mensuelle tolérable provisoire (DMTP) pour les dioxines, les furanes et les polychlorobiphényles (PCB) de 70 picogrammes (10^{-12} g) par kilogramme de poids corporel. La DMTP est une estimation de la quantité de ces substances chimiques qui peut être ingérée chaque mois pendant toute la durée de la vie sans risque appréciable pour la santé. L'essentiel de l'exposition aux dioxines et aux furanes est due à la chaîne alimentaire et la DMTP représente l'exposition cumulée aux dioxines et aux furanes quelle que soit leur source, aliments et eau compris.

Le Règlement (UE) n°1259/2011 a modifié les dispositions du règlement (CE) n°1881/2006 relatives aux dioxines et aux PCB. Il fixe les teneurs maximales dans les produits alimentaires et notamment les produits de la mer (Tableau 6). Ce règlement fixe :

- des teneurs maximales pour les dioxines et pour la somme [dioxines + PCB de type dioxine] qui prennent en compte les facteurs d'équivalence toxique établis par l'OMS en 2005
- des teneurs maximales pour la somme des 6 PCB indicateurs qui ne sont pas de type dioxine

TABLEAU 7 : TENEURS REGLEMENTAIRES MAXIMALES EN PCB ET DIOXINES DANS LES ALIMENTS, REGLEMENT (UE) N°1259/2011

Denrées alimentaires	Teneurs maximales		
	Somme des dioxines (OMS-PCDD/F-TEQ)	Somme des dioxines et PCB de type dioxine (OMS-PCDD/F-PCB-TEQ)	Somme des PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 et PCB180 (ICES-6)
Chair musculaire de poisson, produits de la pêche et produits dérivés, à l'exclusion : <ul style="list-style-type: none"> - de l'anguille sauvage capturée, - du poisson d'eau douce sauvage capturé, à l'exception des poissons diadromes capturés en eau douce, - du foie de poisson et des produits dérivés de sa transformation - des huiles marines 	3,5 pg/g de poids à l'état frais	6,5 pg/g de poids à l'état frais	75 ng/g de poids à l'état frais

6.5.1.3. RESULTATS

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 7. Les échantillons analysés montrent des teneurs en dioxines et PCB très largement inférieures aux teneurs maximales réglementaires applicables.

La moyenne, tous échantillons confondus et en prenant en compte l'incertitude du dosage, est de 0,014 pg/g de matrice (mini. 0,007 ; maxi. 0,029) pour le TEQ (PCDD/F), de 0,055 pg/g de matrice (mini. 0,028 ; maxi. 0,143) pour le TEQ (PCDD/F+PCB-DL) et de 0,673 ng/g de matrice (mini. 0,202 ; maxi. 1,679) pour la somme des 6 PCB-NDL. Les concentrations en PCB et dioxines dans nos prélèvements sont plus de 100 fois inférieures aux teneurs maximales réglementaires.

TABLEAU 8 : RESULTATS DES ANALYSES DE PCB ET DIOXINES DANS LA CHAIR DES THONIDES ET MARLIN ETUDIES

Espèce	Matrice	% MG	Concentrations en pg/g de matrice fraîche				Concentrations en ng/g de matrice fraîche	
			OMS-TEQ ₂₀₀₅ (PCDD/F) / poids frais	OMS-TEQ ₂₀₀₅ (PCDD/F) – incertitude	OMS-TEQ ₂₀₀₅ (PCDD/F+PCB-DL) / poids frais	OMS-TEQ ₂₀₀₅ (PCDD/F+PCB-DL) – incertitude	Somme 6 PCB-NDL / poids frais	Somme 6 PCB-NDL - incertitude
<i>Thunnus atlanticus</i>	TN1-DOR	0,75	0,020	0,017	0,043	0,034	0,837	0,647
	TN1-VEN	0,87	0,011	0,009	0,035	0,028	0,643	0,497
	TN2-DOR	0,88	0,036	0,029	0,066	0,054	0,394	0,305
	TN2-VEN	0,89	0,019	0,015	0,080	0,065	2,172	1,679
	TN3-DOR	0,56	0,016	0,013	0,070	0,056	1,115	0,862
	TN3-VEN	0,57	0,014	0,012	0,059	0,047	0,741	0,580
<i>Thunnus albacares</i>	TJ1-DOR	0,81	0,013	0,011	0,055	0,044	0,413	0,320
	TJ1-VEN	0,81	0,014	0,012	0,068	0,055	0,819	0,699
	TJ2-DOR	0,33	0,015	0,012	0,050	0,041	0,387	0,299
	TJ2-VEN	1,06	0,013	0,010	0,055	0,044	0,327	0,253
	TJ3-DOR	0,40	0,008	0,007	0,052	0,042	0,665	0,514
	TJ3-VEN	0,47	0,016	0,013	0,095	0,076	1,662	1,285
<i>Makaira nigricans</i>	MB1-DOR	0,27	0,019	0,015	0,038	0,031	0,365	0,282
	MB1-VEN	0,26	0,015	0,013	0,036	0,029	0,262	0,202
	MB2-DOR	0,40	0,018	0,014	0,047	0,038	0,761	0,588
	MB2-VEN	0,40	0,023	0,019	0,054	0,043	1,237	0,956
	MB3-DOR	0,46	0,021	0,017	0,178	0,143	1,437	1,111
	MB3-VEN	0,45	0,011	0,009	0,158	0,126	1,345	1,040

6.5.2. METAUX LOURDS (OU ELEMENTS TRACES METALLIQUES (EMT))

Le milieu marin est contaminé par de nombreux éléments métalliques. Cette pollution est causée par des rejets d'origine naturelle (émissions d'origine volcanique) et anthropique (rejets par les industries, l'agriculture et les communautés urbaines) arrivant dans le milieu marin par les voies fluviales, les vents ou directement rejetée à la mer (émissaires en mer, navires).

Parmi les éléments métalliques traces, on distingue principalement trois d'entre eux : le mercure, le plomb et le cadmium. Cette distinction est due à des caractéristiques physico-chimiques communes (conductivité électrique élevée) mais surtout à leur toxicité pour l'Homme, entraînant notamment des lésions neurologiques plus ou moins graves. Les autres EMT ont une utilité dans le processus biologique et certains, appelés oligo-éléments, sont même indispensables à la vie (fer, cuivre, nickel, chrome).

6.5.2.1. LE MERCURE (HG)

Le mercure est un métal constitutif de l'écorce terrestre, rare dans le milieu naturel, il est présent dans les roches sous la forme de sulfure de mercure (cinabre). Les composés du mercure se divisent en deux catégories principales : le mercure inorganique et le mercure organique (incluant le méthylmercure). Le méthylmercure est formé par la méthylation par les micro-organismes dans les sédiments. Il a une très grande faculté de bioamplification dans les réseaux trophiques et sa proportion augmente progressivement quand on passe d'un niveau trophique au suivant.

○ Utilisations et sources de pollution

Le mercure est utilisé par l'homme dans l'agriculture (pesticide), comme fongicide pour les papeteries et les peintures, pour le traitement des minerais d'or et d'argent, dans l'industrie catalytique et l'électrolyse, dans les équipements électroniques et électriques, les lampes, les batteries, les instruments de mesure et les amalgames dentaires (Lindquist, 1985). Ses sources sont à la fois naturelles (dégazages par les sols et la végétation, émissions d'origine volcanique) et anthropiques, dues à la combustion de produits fossiles, aux rejets industriels et à l'incinération des déchets contenant du mercure.

6.5.2.2. LE CADMIUM (CD)

Le cadmium est un métal naturellement présent à l'état de trace dans les roches superficielles de la croûte terrestre. Il est présent dans presque tous les minerais de zinc mais également dans ceux de plomb et de cuivre.

○ Utilisations et sources de pollution

L'utilisation du cadmium par l'Homme concerne l'électricité (accumulateurs Ni-Cd), l'électronique, l'agriculture (engrais phosphatés), la métallurgie (cadmiage) et les industries des matières plastiques (pigments).

Il se retrouve dans l'atmosphère par différents processus naturels (activité volcanique) et par des rejets anthropiques (raffinage des métaux non ferreux, combustion du charbon et des produits pétroliers, incinérateurs d'ordures ménagères, métallurgie de l'acier).

6.5.2.3. LE PLOMB (PB)

Le plomb est un métal naturellement présent dans l'environnement terrestre et aquatique.

○ Utilisations et sources de pollution

L'utilisation du plomb est directement liée à la métallurgie, notamment l'industrie, l'imprimerie, l'emploi de peintures et de pigments et les carburants automobiles. Les émissions de plomb par l'activité volcanique sont relativement faibles. Les rejets atmosphériques sont majoritairement dus à l'Homme et concerne encore la combustion des carburants automobiles.

- Toxicité

Le saturnisme désigne l'ensemble des manifestations de l'intoxication humaine par le plomb. Ses organes cibles sont le système nerveux, les reins et le sang. Cette maladie est caractérisée par une anémie et une perturbation du métabolisme (compétition avec les ions calcium).

La consommation des produits de la mer représente entre 3 et 11% de l'apport en plomb dans l'alimentation (Leblanc, 2006).

6.5.2.4. EFFET DES METAUX LOURDS SUR L'HOMME

Les composés organiques du mercure, en particulier le méthylmercure (MeHg) sont plus toxiques que les composés inorganiques. Chez l'Homme, la source majeure de contamination au méthylmercure est le poisson (Delcloitre, 1998 ; DGS , 1992).

Le saturnisme désigne l'ensemble des manifestations de l'intoxication humaine par le plomb. Ses organes cibles sont le système nerveux, les reins et le sang. Cette maladie est caractérisée par une anémie et une perturbation du métabolisme (compétition avec les ions calcium).

Le cadmium présente des risques pour le consommateur. Chez les individus non-fumeurs, la principale source de contamination au cadmium est l'alimentation (Delcloitre, 1998 ; DGS , 1992). Le cadmium s'accumule principalement dans les reins. Il est classé dans la catégorie 1 « cancérigène pour l'Homme » par le CIRC.

6.5.2.5. NOTION DE BIOAMPLIFICATION DANS LES RESEAUX TROPHIQUES

La bioamplification (biomagnification) décrit le processus par lequel le prédateur concentre une substance à un niveau supérieur à celui où il se trouve dans la proie. Cette amplification a été constatée pour plusieurs contaminants organiques et, dans le cas des métaux lourds, pour la forme méthylée du mercure (Fowler, 1982). Le mercure est le seul métal qui se bioaccumule à travers tous les niveaux de réseau trophique et ceci serait dû à sa forte liposolubilité. Pour le plomb et le cadmium, il n'y a pas d'évidence de bioamplification dans les réseaux trophiques.

6.5.2.6. ASPECTS REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

Le Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA) a défini pour les adultes une dose hebdomadaire tolérable (DHT) pour les métaux lourds présents dans les aliments. Ces doses ont été fixées à 1,6 µg/kg de poids corporel/semaine pour le méthylmercure, 7 µg/kg pc /sem. pour le cadmium et 25 µg/kg pc/sem. pour le plomb.

L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) fournit également des évaluations sur le risque des métaux lourds dans les aliments via un groupe scientifique sur les contaminants de la chaîne alimentaire (CONTAM). Suite à des évaluations récentes, les DHT ont été fixées à 1,3 µg/kg de poids corporel/sem pour le méthylmercure, 4 µg/kg pc/sem pour le mercure inorganique, 2,5 µg/kg pc /sem. pour le cadmium. L'EFSA a conclu que la DHT pour le plomb, fixée à 25 µg/kg pc /sem n'était plus appropriée. (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain, 2013)

6.5.2.7. REGLEMENTATION EN VIGUEUR

Europe

La qualité des denrées alimentaires, pour ce qui concerne leur teneur en contaminants chimiques fait l'objet de règlements européens, appliqués en droit national sans transposition. Le règlement cadre est le règlement européen CEE n°315/1993, qui établit les procédures communautaires relatives aux contaminants dans les

denrées alimentaires. Ce texte stipule « qu'il est essentiel, dans l'intérêt de la protection de la santé publique, de maintenir la teneur des contaminants à des niveaux acceptables sur le plan toxicologique ». Il prévoit également que « les teneurs en contaminants doivent être maintenues aux niveaux les plus faibles que permettent raisonnablement de bonnes pratiques » (article 2, Principe ALARA).

Le Règlement (CE) n°1881/2006 de la commission du 19 décembre 2006 fixe les teneurs maximales de contaminants admissibles dans les denrées alimentaires, notamment dans la chair de poisson (Tableau 8).

TABLEAU 9: TABLEAU DES VALEURS REGLEMENTAIRES EN VIGUEUR DANS LES DENREES ALIMENTAIRES POUR LES METAUX LOURDS (ADAPTEES AUX ESPECES CAPTUREES SOUS DCP DANS LES ANTILLES).

Denrées alimentaires	Teneurs maximales (en mg/kg de poids à l'état frais)		
	Plomb	Cadmium	Mercure total
3.1.5 Chair musculaire de poisson	0,30		
3.2.5 Chair musculaire de poisson, à l'exclusion des espèces énumérées aux points 3.2.6 et 3.2.7		0,05	
3.2.6 Chair musculaire des poissons suivants : ... , thon (<i>Thunnus species</i> , <i>Euthynnus species</i> et <i>Katsuwonus pelamis</i>)		0,10	
3.2.7 Chair musculaire d'espadon (<i>Xiphias gladius</i>)		0,30	
3.3.1 Chair musculaire de poisson à l'exclusion des espèces énumérées au point 3.3.1.1			0,50
3.3.1.1 Chair musculaire des poissons suivants : ... Marlin (<i>Makaira species</i>), Voilier de l'Atlantique (<i>Istiophorus platypterus</i>), Requins (toutes espèces), Espadon (<i>Xiphias gladius</i>), Thon (<i>Thunnus species</i> , <i>Euthynnus species</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>), ...			1,0

6.5.2.8. RESULTATS

L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 9.

Les échantillons analysés montrent des teneurs en plomb inférieures au seuil de détection (0,1mgPb/kg de matière sèche).

La majeure partie des échantillons analysés (89%) montrent des teneurs en cadmium inférieures aux teneurs réglementaires mais 50% des échantillons ont une teneur supérieure au seuil de détection. Deux échantillons prélevés sur un marlin bleu (MB3-DOR et MB3-VEN) ont des teneurs légèrement supérieures aux teneurs réglementaires, 0,11 mgHg/kg.

Les concentrations en mercure total des prélèvements varient entre 0,07 et 3,47 mgHg/kg de poids à l'état frais. Seuls deux individus (TN3 et MB2) sur neuf analysés montrent des teneurs en mercure total supérieures aux teneurs réglementaires. Le thon à nageoires jaunes semble moins contaminé que les deux autres espèces avec une concentration moyenne de mercure total de 0,32 mg/kg (écart type de 0,30). Le thon à nageoires noires concentre plus le mercure, avec une teneur moyenne de 0,68 mg/kg (écart type de 0,50). Quant au marlin bleu, la concentration moyenne en mercure dans la chair est de 1,67 mg/kg (écart type de 1,21).

TABLEAU 10: RESULTATS DES ANALYSES DE TENEUR EN METAUX LOURDS DANS LA CHAIR DES ESPECES ETUDIEES

Espèce	Matrice	Concentration en mg/kg de poids à l'état frais (ppm)		
		Plomb	Cadmium	Mercure
<i>Thunnus atlanticus</i>	TN1-DOR	ND	0,02	0,24
	TN1-VEN	ND	0,04	0,25
	TN2-DOR	ND	ND	0,40
	TN2-VEN	ND	ND	0,42
	TN3-DOR	ND	0,02	1,31
	TN3-VEN	ND	0,02	1,44
<i>Thunnus albacares</i>	TJ1-DOR	ND	ND	0,07
	TJ1-VEN	ND	ND	0,09
	TJ2-DOR	ND	ND	0,14
	TJ2-VEN	ND	ND	0,15
	TJ3-DOR	ND	ND	0,78
	TJ3-VEN	ND	0,01	0,70
<i>Makaira nigricans</i>	MB1-DOR	ND	0,02	0,83
	MB1-VEN	ND	0,02	0,81
	MB2-DOR	ND	ND	0,77
	MB2-VEN	ND	ND	0,83
	MB3-DOR	ND	0,11	3,47
	MB3-VEN	ND	0,11	3,29

ND : concentration en métaux lourds sous le seuil de détection (0,1 mg/kg de poids sec pour le plomb, 0,05 mg/kg de poids sec pour le cadmium et 0,1 mg/kg de poids sec pour le mercure)

6.6 SUIVI DE VIEILLISSEMENT

6.6.1. THON A NAGEOIRES NOIRES (*Thunnus atlanticus*)

L'impact de la saignée pratiquée après l'abattage a été testé sur le thon à nageoires noires. L'étude de conservation a ainsi été conduite sur deux lots de poisson conservés sous glace paillette.

- 1 lot de thon noir saigné
- 1 lot de thon noir non saigné

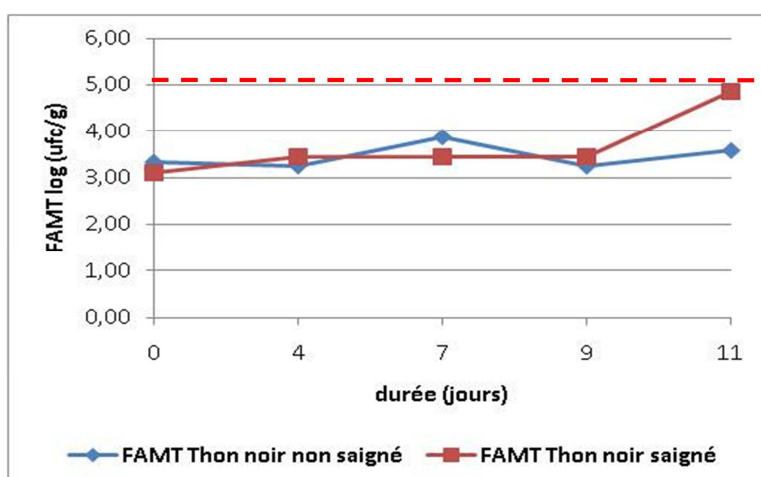
6.6.1.1. RESULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les analyses microbiologiques font ressortir une faible charge microbienne initiale des 2 lots (thon saigné et non saigné). La flore microbienne se développe après une phase de latence (9 jours pour le thon saigné). Le développement microbien est plus rapide chez les thons saignés (fig.11). Les coliformes thermotolérants sont présents et témoignent d'un respect insuffisant des règles d'hygiène. Les *pseudomonas* ne sont pas prédominants dans la flore d'altération du thon à nageoires noires.

Tableau 11: Evolution de la flore microbienne chez le thon à nageoires noires, conservé sous glace jusqu'à 11 jours après capture

		Durée de conservation sous glace (jours)				
Germes (log ₁₀ UFC/ g)		0	4	7	9	11
FAMT	TNNS	3,50	3,26	3,89	3,27	3,60
FAMT	TNS	3,12	3,48	3,48	3,60	4,86
Coli Thermo	TNNS		1,30	2,88	2,08	
Coli Thermo	TNS				1	2,06
Salmonelles	TNNS	-	-	-	-	-
Salmonelles	TNS	-	-	-	-	-
Pseudomonas	TNNS	-	-	-	-	-
Pseudomonas	TNS	-	-	3,06	3,08	-

6.6.1.1.1. FLORE AEROBIE MESOPHILE TOTAL (FAMT)



TNNS : Thon noir non saigné
TNS : Thon noir saigné

FAMT	100 000
Coliformes thermotolérants	10
Salmonella	Abs 25 g
Pseudomonas	dénombrement

Figure 13: Evolution de la flore mésophile totale (FAMT) des lots de thon à nageoires noires saigné ou non, conservés sous glace

Durant les 9 premiers jours de conservation sous glace, les niveaux de flores totales des deux lots sont relativement équivalents et demeurent stables. Cette phase en plateau correspondrait à la phase de latence observée dans la littérature : les bactéries des poissons tropicaux conservés sous glace ont besoin d'une phase d'adaptation de 1 à 2 semaines, c'est-à-dire une phase de latence et une phase de croissance lente avant d'entamer une croissance exponentielle (HUSS, 1999).

Au onzième jour, la flore du lot saigné augmente sensiblement (facteur x18) et atteint la limite de 10^5 indiquée par l'arrêté du 21 décembre 1979, tandis que la flore du lot non saigné évolue de façon moins marquée (facteur x2). Ceci peut traduire le début d'une croissance microbienne plus précoce pour le lot saigné. Ces résultats montrent que la phase de latence est retardée sur le poisson non saigné. La saignée exposerait le poisson à une multiplication microbienne précoce.

Les charges bactériennes initiales des deux lots de poissons se chiffrent environ à 10^3 UFC/g, valeurs se situant en deçà des limites de 10^5 germes/g (critères de l'arrêté du 21 décembre 1979 utilisé comme référence) et de 10^6 à 10^7 /g (recommandation de l'CMSF : Commission Internationale pour les Spécifications microbiologiques pour les aliments – Huss, 1988). Ces éléments sont en faveur d'un niveau d'hygiène satisfaisant de la technique de pêche et des traitements post-abattage ainsi que d'une qualité correcte des eaux marines. La flore bactérienne du poisson fraîchement pêché dépend davantage de l'environnement dans lequel il a été capturé que de l'espèce de poisson (LEDUC, 2011).

6.6.1.1.2. COLIFORMES THERMOTOLERANTS

Une contamination par des coliformes thermotolérants est observée sur les deux lots de thon noir (saigné et non saigné). Les niveaux de contamination sont supérieurs aux critères $<10/100$ g (arrêté du 21 décembre 1979). Le thon noir non saigné présente un développement plus précoce à 4 jours vs 9 jours pour le thon noir saigné.

Souvent associés à une contamination d'origine intestinale ou fécale, les coliformes thermotolérants sont des germes indicateurs d'hygiène ; leur présence est due à une probable contamination du poisson au cours des opérations post-abattage (éviscération,...). Une maîtrise insuffisante des pratiques d'hygiène en est certainement la cause bien que le dénombrement de la flore totale ait semblé indiquer le contraire précédemment. Ici, il peut s'agir d'une contamination de la chair par le contenu intestinal au moment de l'éviscération des poissons. Les parties ventrales du poisson étant davantage exposées à ce risque de contamination. Aussi; le développement des coliformes observés au quatrième et au neuvième jour peut être lié à la « position » de l'échantillon qui aurait été prélevé au niveau ventral. Ces éléments soulignent la nécessité de considérer les germes « indicateurs » d'hygiène spécifiques en sus de la flore aérobie mésophile totale pour l'appréciation du niveau d'hygiène des opérations.

6.6.1.1.3. SALMONELLES

Aucun germe salmonelle n'a été détecté dans les échantillons de poisson.

6.6.1.1.4. PSEUDOMONAS

Un développement de *Pseudomonas* est observé sur le thon noir saigné au septième et au neuvième jour de conservation sous glace. Ce résultat confirme l'implication des *Pseudomonas* dans le processus de dégradation du thon noir mais de façon modérée compte tenu du nombre peu élevé de colonies détectées. Ces germes

figurent à priori parmi les bactéries impliquées dans l'altération des poissons tropicaux. En effet, selon HUSS, 1999 la flore du poisson tropical est composée presque exclusivement de *Pseudomonas spp.* et *Shewanella*. Par ailleurs, plusieurs recherches ont conclu que les bactéries à Gram négatif en bâtonnets (par exemple *Pseudomonas*) dominent chez de nombreux poissons capturés dans les eaux tropicales (HUSS, 1999).

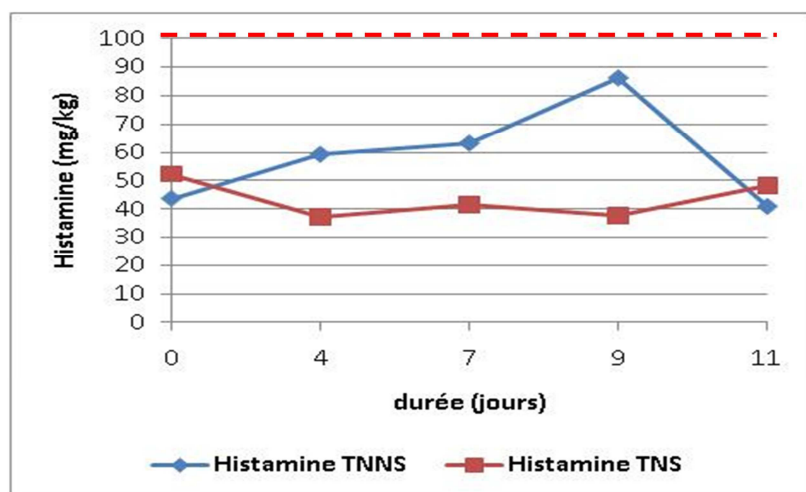
*La saignée accélère la phase de latence de la flore microbienne du poisson. Une contamination par des coliformes thermotolérants est détectée sur les deux lots et doit amener à être vigilant quant à l'application de règles d'hygiène strictes lors des opérations de manutention et de post abattage. Le genre *Pseudomonas* serait impliqué de façon relativement modérée dans le processus d'altération de la chair du thon noir.*

6.6.1.2. RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUE

Tableau 12: Evolution des paramètres physico-chimiques de lots de thon à nageoires noires saignés (TNS) et non saignés (TNNS), conservés sous glace jusqu'à 11 jours après capture

analyse	unité		Durée de conservation sous glace (jours)					moy
			0	4	7	9	11	
Histamine	mg/kg	TNNS	43,6	59,17	63,13	86,23	40,79	58,58
Histamine	mg/kg	TNS	52,27	37,23	41,55	37,6	48,19	43,37
ABVT	mg d'N/100g	TNNS	16,50	18,19	21,46	17,41	21,37	18,98
ABVT	mg d'N/100g	TNS	18,80	21,38	19,49	19,53	17,99	19,45
TMA	mg d'N/100g	TNNS	-	-	-	-	-	
TMA	mg d'N/100g	TNS	-	-	-	-	-	
pH	Unité pH	TNNS	5,92	5,89	5,97	5,96	5,93	5,93
pH	Unité pH	TNS	6,00	5,99	6,07	5,99	6,02	6,02

6.6.1.2.1. HISTAMINE



TNNS : Thon noir non saigné
TNS : Thon noir saigné

Limite max : 100 mg/kg

Règlement 2073/2005

Figure 14: Evolution de la teneur en histamine de la chair de thon à nageoires noires saigné ou non conservée sous glace

AJO, le taux d'histamine du thon noir non saigné, égale à 44 mg/kg, est inférieur à celui du thon noir saigné (56 mg/kg). Ces teneurs initiales peuvent correspondre à la teneur en histamine « physiologique » des denrées d'origine animale de l'ordre de 2 à 5 mg/100g soit 20 à 50 mg/kg (TIALLA,2002). Durant la conservation sous glace, le taux d'histamine du thon noir non saigné augmente nettement, alors que celui du thon noir saigné tend à décroître et à se stabiliser (fig. 12). On observe que **la limite maximale réglementaire de 100 mg/kg** n'est jamais atteinte sur cette expérimentation.

Au onzième jour, les deux lots présentent des teneurs en histamine équivalentes. En effet, une chute de la teneur en histamine est observée chez le thon noir non saigné.

Deux auteurs, NERISSON et GUIZANI et al, 2005 constatent une diminution du taux d’histamine durant la conservation de thon à nageoires jaunes et de hareng. Selon GUIZANI et al, elle serait due à une dégradation de l’histamine suite à une prolifération de germes capables de décomposer la molécule. Ainsi, si la formation d’histamine est souvent rapide, plusieurs auteurs remarquent qu’elle est parfois inhibée ou même que l’histamine peut être détruite (NERISSON,1975).

Tableau 13 : Evolution de l’histamine et des coliformes thermotolérants

Durée de conservation sous glace (jours)		0	4	7	9	11	moy
Histamine	TNNS	43,6	59,17	63,13	86,23	40,79	58,58
Histamine	TNS	52,27	37,23	41,55	37,6	48,19	43,37
Coli Therm	TNNS	-	20	753	120	-	298
Coli Therm	TNS	-	-	-	10	115	62,5

La teneur moyenne en histamine du lot saigné est de **43 mg/kg** contre **58 mg/kg** pour le lot non saigné. Parallèlement, les niveaux de contaminations par les coliformes thermotolérants sont plus faibles sur le thon noir saigné (**62 UFC/100g** vs **298 UFC/100g**).

D’après la littérature, les principales bactéries productrices d’histamine appartiennent à la famille des entérobactéries (DUFLOS, 2009). Les données ci-dessus montrent en ce sens une corrélation positive entre le taux d’histamine et la charge de coliformes thermotolérants (sous famille des entérobactéries).

Deux facteurs essentiels participent à la formation de l’histamine :

- La présence de bactéries productrices de l’histidine décarboxylase qui se trouvent chez la plupart des poissons, vraisemblablement par suite de contamination après la pêche. (TIALLA, 2012). Les conditions d’hygiène à bord et à terre, lors de manipulations du poisson sont importantes afin d’éviter cette contamination (DUFLOS,2009)
- La teneur en histidine liée à l’espèce de poisson. L’histidine existe sous forme libre mais aussi sous forme liée dans les pigments tels l’hémoglobine et la myoglobine. (IFREMER, 2008b). Les muscles plus vascularisés renferment plus d’histidine libre et sont par conséquent potentiellement plus histaminogènes (TIALLA, 2012).

Ces éléments bibliographiques confortent les résultats observés ici à savoir une production d’histamine plus faible sur le thon noir saigné. La saignée aurait pour effet de diminuer le risque de formation d’histamine par élimination de l’histidine contenue dans le sang. Par ailleurs, l’application de règles d’hygiène strictes au cours des opérations post-abattage permettent d’éviter la contamination du poisson.

La pratique de la saignée associée à des conditions d’hygiène rigoureuses permettent de limiter la formation d’histamine dans la chair de thon noir conservé sous glace ; d’une part en évacuant par le sang le substrat naturel transformé (histidine) et d’autre part en évitant la contamination par des bactéries histaminogènes (types coliformes).

Le taux d'histamine mesuré dans les échantillons est toutefois inférieur à 100 mg/kg de chair et reste par conséquent conforme à la réglementation (règlement 2073/2005).

6.6.1.2.2. ABVT (AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL)

L'ABVT résulte majoritairement de la dégradation des protéines par l'action de bactéries ou d'enzymes présentes dans le poisson (IFREMER, 2008 a).

L'ABVT est principalement constitué par l'**ammoniac** ; la diméthylamine (**DMA**) , la triméthylamine (**TMA**) et d'autres **amines de faibles poids moléculaires** (IFREMER, 2008 a).

- L'**ammoniac** et les **amines volatiles** résultent principalement de la **dégradation des protéines** par des bactéries ou par autolyse.
- La **TMA** est produite à partir de l'**OTMA** (Oxyde de triméthylamine) sous l'action d'une enzyme sécrétée par les **bactéries d'altération**. L'**OTMA** est un **composé typique** très important de la fraction azotée des **espèces marines**. La quantité d'OTMA dans le muscle dépend de l'espèce, de la saison, de la zone de pêche... Elle est biosynthétisée dans le phytoplancton et se retrouve dans les poissons qui se nourrissent de ce dernier (HUSS, 1988).
- La **DMA** est formée par la dégradation autolytique de l'OTMA essentiellement lors de la congélation du poisson. (IFREMER , 2008a).

En résumé l'ABVT = Ammoniac + TMA + DMA + autres amines volatiles

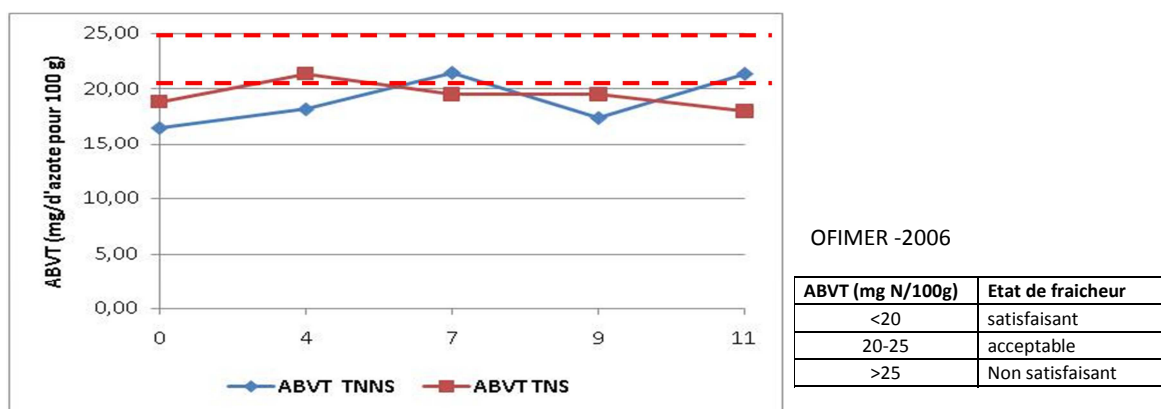


Figure 15: Evolution comparée de l'ABVT entre les lots de thon à nageoires noires saigné ou non

Le lot non saigné présente une teneur initiale en ABVT plus faible. Les deux lots ont une évolution en **dent de scie** plus atténuée néanmoins sur le lot non saigné (fig. 13).

La teneur en ABVT du lot saigné augmente durant les quatre premiers jours de conservation puis se stabilise et diminue au onzième jour. Pour le thon non saigné, l'évolution est similaire avec un pic plus tardif à 7 jours suivi d'une chute et à nouveau d'une augmentation.

Les niveaux d'ABVT atteints durant la conservation sous glace ne dépassent pas la limite de **25 mg d'N /100g** au-delà de laquelle l'état de fraîcheur est jugé non satisfaisant.

Le dosage de la TMA n'a pas été concluant ; les résultats sont demeurés en deçà du seuil de détection de l'analyse (<0,1 g/100 g). Aussi, le facteur P (rapport TMA/ABVT) n'a pu être calculé sur cette expérimentation.

D'après les données obtenues ici, la saignée ne réduirait pas ou ne retarderait pas la formation d'ABVT, autrement dit ne ralentirait pas le processus de dégradation de la chair de poisson.

Ces observations ne concordent pas avec les données bibliographiques qui avancent à l'inverse que la saignée procure un meilleur effet sur la qualité du muscle (ABVT, TMA) de poisson à chair rouge jusqu'à 15 jours de conservation sous glace. (LE AHIMBISIBWE J.B, 2010).

La saignée n'a pas eu pour effet de réduire la formation des composés azotés volatils, indicateur d'une altération de la chair.

Le niveau d'ABVT mesuré dans les échantillons reste inférieur à 25 mg d'azote/100 mg de chair. L'état de fraîcheur est donc satisfaisant à acceptable.

6.6.1.2.3. pH

Dans les heures qui suivent la mort du poisson, le pH de la chair initialement proche de la neutralité diminue sous l'effet de l'accumulation d'acide lactique. Cette acidification s'opère durant l'installation de la *rigor mortis*. La formation d'acide lactique résulte d'une dégradation anaérobie du glycogène présent dans le muscle.

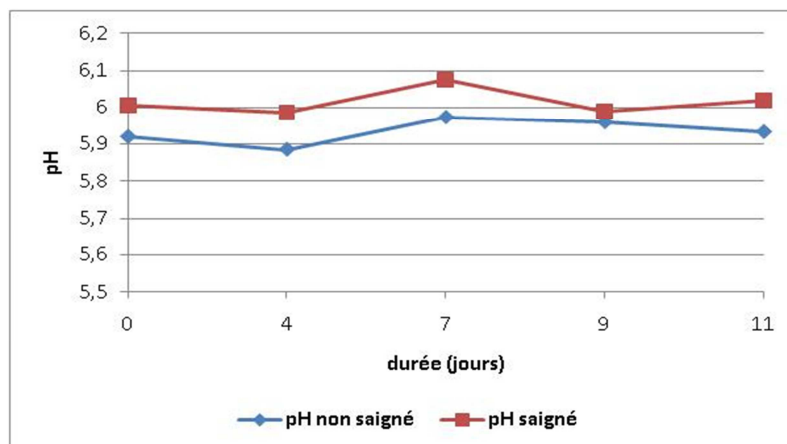


Figure 16: Evolution comparée du pH entre les lots de thon à nageoires noires saigné ou non

Tout au long de la conservation sous glace, le pH du lot saigné demeure plus élevé (+0.1 unité pH environ sauf à j9)

Plusieurs auteurs ont montré que la saignée réduisait de façon significative la production post mortem d'acide lactique (HUSS, 1999). Par déduction, la saignée limiterait le phénomène d'acidification de la chair.

Il est connu que l'acidification post-mortem exerce une action protectrice contre le développement microbien. En conséquence, la chair de poisson saigné serait davantage exposée à la prolifération microbienne.

Les résultats précédents relatifs à l'évolution de la flore aérobie mésophile totale montrent en effet une phase de latence plus rapide sur le thon saigné au onzième jour de conservation (fig. 11).

La saignée en limitant le phénomène d'acidification de la chair l'expose à une prolifération microbienne plus rapide.

6.6.1.2.4. COULEUR

Au cours de la conservation sous glace, la couleur de la chair a été évaluée selon deux modalités :

- ✓ Par le chromamètre qui décompose la couleur en 3 coordonnées chromatiques :
 - **L** : luminance est la clarté, qui va de 0 (noir) à 100 (blanc)
 - **a** : représente la gamme de l'axe rouge (valeur positive) → vert (négative) en passant par le gris (0)
 - **b** : représente la gamme de l'axe jaune (valeur positive) → bleu (négative) en passant par le gris (0).
- ✓ Par la prise de photographies

Tableau 14 : Evolution des coordonnées chromatiques (L,a,b) de la chair de thon noir saigné (TNS) et la chair de thon noir non saigné (TNNS) conservé sous glace

		Durée de conservation sous glace (jours)				
		0	4	7	9	11
L	TNNS	46,65	40,67	41,62	38,09	41,33
	TNS	37,37	39,53	41,21	38,82	36,19
a	TNNS	13,31	16,08	14,89	13,14	13,97
	TNS	17,92	19,56	19,34	18,37	11,95
b	TNNS	8,18	3,36	1,83	3,60	5,67
	TNS	4,48	5,54	6,31	6,65	4,59

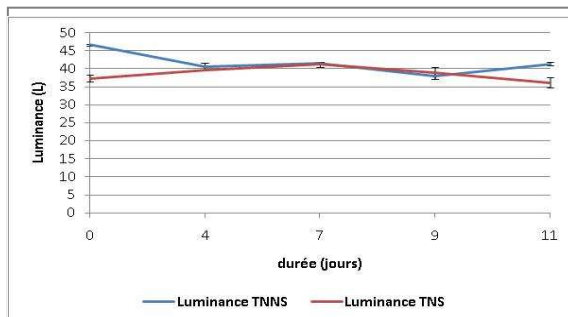


Figure 17 : Evolution de la luminance

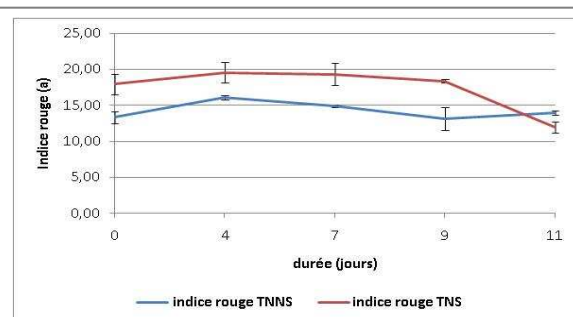


Figure 18 : Evolution de l'indice de rouge

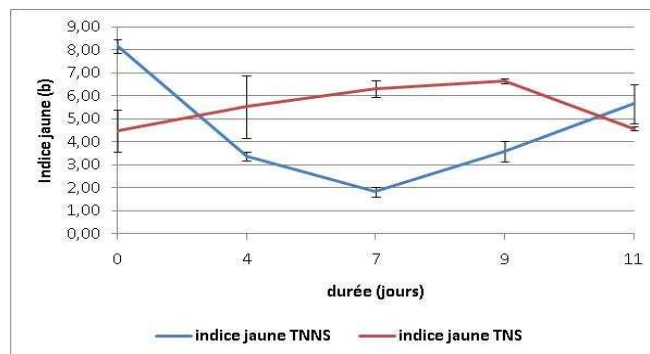


Figure 19 : Evolution de l'indice de jaune

A J0, la chair du thon noir saigné est plus claire, plus rouge et moins jaune. Jusqu'à 8 jours, sa teinte rouge est plus intense. Ceci peut s'expliquer par l'absence ou la faible quantité du sang résiduel dans les muscles, lequel favorise en règle générale les phénomènes d'oxydations des pigments du sang ou des lipides (HUSS, 1988). Selon Sohn JEONG Ho *et al*, 2011, le sang résiduel présent dans la chair constitue un facteur majeur de brunissement de la chair et du développement de flaveur indésirable.

La couleur du lot saigné paraît plus stable au cours du temps. C'est l'indice de jaune qui subit la plus forte variation avec une forte augmentation durant les 8 premiers jours. A l'inverse, l'indice de jaune du thon non saigné diminue fortement avant de remonter à un niveau similaire à celui du thon saigné.

Ces observations sont à corrélérer à l'analyse des photographies présentées ci-après :

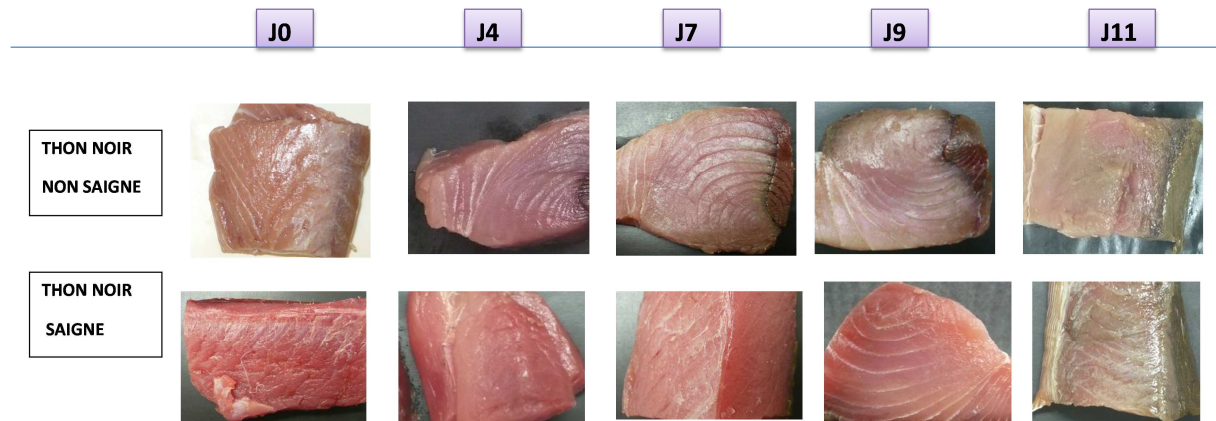


Figure 20: Evolution comparée de la couleur de la chair entre les lots de thon à nageoires noires saigné ou non

Initialement, le thon noir non saigné présente une chair moins rouge que le thon saigné. Il se caractérise par une teinte plus terne.

Les clichés montrent une altération plus précoce de la couleur de la chair du thon non saigné qui devient grisâtre et brunâtre au fil du temps. Les premières teintes brunâtres apparaissent au septième jour alors que la détérioration de couleur survient entre 9 et 11 jours pour le thon saigné.

Ainsi, la saignée permet une meilleure stabilité de la couleur, ce qui constitue un avantage non négligeable du point de vue marchand.

Ces résultats corroborent la bibliographie qui indique que la qualité de l'opération de saignée est indispensable pour éviter la décoloration de la chair et la présence de taches (spots) qui ont tendance à s'assombrir au fil du stockage en conservation, que ce soit en frais ou congelé (KNOCKAERT, 2008). La pratique de la saignée permet d'améliorer la qualité du poisson en prévenant la formation de caillots. (BEVERLY,)

Baucoup de composants du sang ont le potentiel de promouvoir l'oxydation des lipides qui est une cause majeure de la détérioration de la qualité de la chair du poisson. La dégradation de la flaveur, de l'odeur, de la couleur, de la texture, et la production de composés toxiques peuvent l'avoir comme origine (KNOCKAERT, 2008).

La saignée préserve la stabilité de la couleur de la chair jusqu'à 9 jours de conservation sous glace.

6.6.1.3. RESULTATS D'ANALYSE SENSORIELLE

6.6.1.3.1. COMPARAISON THON NOIR FRAIS SAIGNE / THON NOIR FRAIS NON SAIGNE

Des tests sensoriels ont été conduits afin d'apprécier l'impact de la saignée sur la qualité sensorielle de la chair de thon noir frais (J0).

Tableau 15 : Moyenne des notes d'évaluation des critères sensoriels de la chair cuite de thon noir saigné et de thon noir non saigné

* $p < 0,05$ - ** $p < 0,01$ - *** $p < 0,001$

	Thon noir saigné frais	Thon noir non saigné frais
Intensité couleur*	3,88	5,13
Homogénéité couleur**	4,39	2,94
Tenue du filet	5,92	5,38
Fermeté initiale	4,82	3,69
Jutosité initiale	3,63	3,50
Texture compacte	4,63	3,94
Texture fibreuse	4,07	4,19
Intensité odeur globale.	4,45	4,63
Intensité odeur de marée	3,52	4,26
Persistance odeur	3,70	4,01
Intensité goût global	5,00	4,82
Intensité goût iodé	3,57	4,25
Présence odeur anormale	1,14	1,44
Présence goût anormal	1,32	1,32

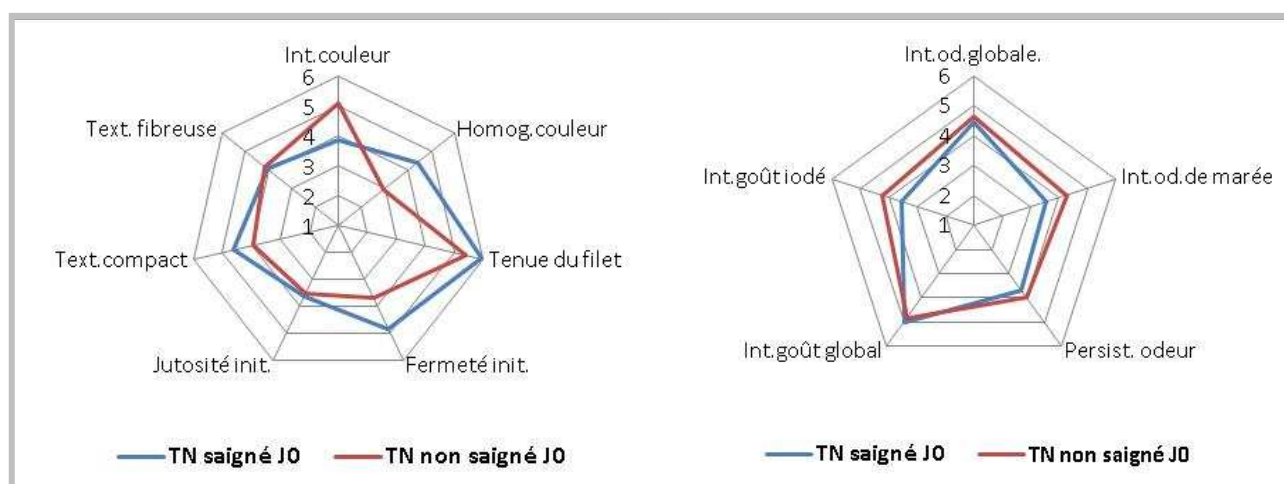


Figure 21 : Evaluation des critères sensoriels de la chair cuite de thon noir saigné et de thon noir non saigné sur échelle d'intensité croissante de 1 à 7

Les tests statistiques montrent un effet significatif à ($p < 0,05$) de la saignée du thon noir sur l'intensité et l'homogénéité de la couleur de la chair. Par ailleurs, des effets (en tendance) sont relevés au niveau de la fermeté et de la tenue du filet, ainsi que sur l'odeur de marée et du goût iodé. La chair du thon saigné présente une couleur moins intense mais plus homogène que la chair du thon non saigné. L'odeur de marée et le goût iodé seraient moins marqués. Sa texture serait plus ferme assurant ainsi une meilleure tenue du filet.

D'après la bibliographie, la saignée contribue à la purge des odeurs qualifiées d'«Off flavor» (KNOCKAERT, 2008). Il s'agit de défauts de saveurs caractérisés par de mauvais arômes ou odeurs.

Ici, aucun goût ni d'odeur anormal(e) n'a été relevé sur les deux lots. Néanmoins, la chair de thon saigné se caractérise ici par une saveur iodée de plus faible intensité, témoignant de l'impact de la saignée sur l'émergence des composantes olfactives.

La saignée du thon noir atténue la couleur de la chair et lui confère une teinte plus homogène. Elle conduit à une chair plus ferme et à une meilleure tenue du filet. En revanche, la saveur iodée est moins prononcée.

6.6.1.3.2. COMPARAISON THON NOIR NON SAIGNE FRAIS/ THON NOIR NON SAIGNE CONSERVE 6 JOURS SOUS GLACE

Tableau 16 : Moyennes des notes d'évaluation des critères sensoriels de la chair cuite de thon noir frais et de thon noir conservé sous glace 6 jours

	Thon noir non saigné frais	Thon noir non saigné sous glace 6Jours
<i>*p<0,05 - ** p<0,01 - ***p<0,001</i>		
Intensité couleur	5,13	5,32
Homogénéité .couleur	2,94	2,94
Tenue du filet	5,38	5,44
Fermeté initiale	3,69	4,07
Jutosité initiale	3,5	3,38
Texture compacte	3,94	4,19
Texture fibreuse	4,19	4,69
Intensité .odeur .globale.	4,63	4,57
Intensité .odeur poisson	4,69	4,69
Intensité odeur de marée	4,26	4,07
Persistance odeur	4,01	4,26
Intensité goût global	4,82	4,57
Intensité goût iodé	4,25	4,19
Présence odeur .anormale	1,44	1,25
Présence Goût anormal	1,32	1,75

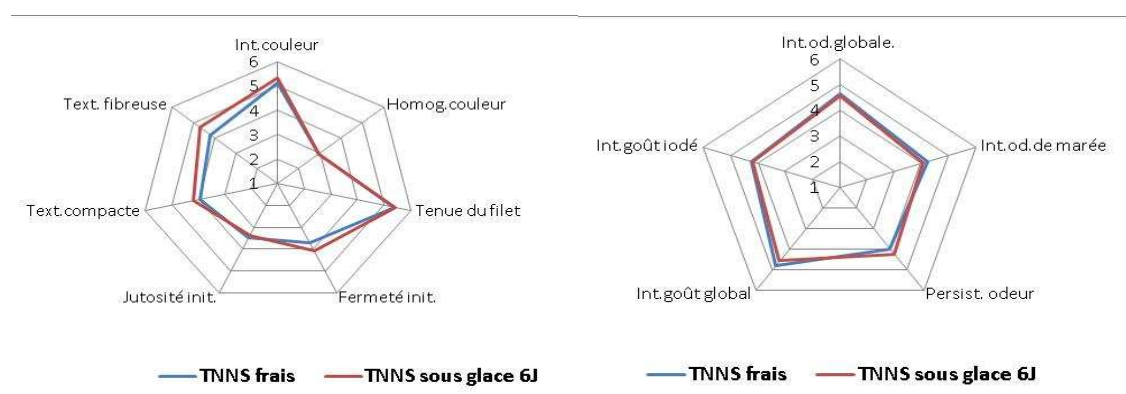


Figure 22 : Evaluation des critères sensoriels de la chair cuite de thon noir frais et de thon noir conservé sous glace sur échelle d'intensité croissante de 1 à 7

Selon les résultats de l'analyse statistique, il n'y a aucune différence significative entre le thon noir frais et le thon noir conservé 6 jours sous glace.

La conservation sous glace du thon noir non saigné sur une durée de 6 jours n'altère pas la qualité sensorielle de la chair.

6.6.1.4. SYNTHÈSE DES RESULTATS SUR THON NOIR

L'expérimentation menée sur le thon noir (*Thunnus atlanticus*) a démontré l'efficacité de la saignée sur la diminution du risque « histamine » et la préservation de la couleur de la chair durant les dix premiers jours de conservation sous glace. Elle n'a pas permis en revanche de mettre en évidence, à travers le dosage des composés volatils (ABVT), un retardement de l'altération du poisson comme annoncé par la bibliographie. La saignée aurait même pour effet d'accélérer la phase de latence microbienne et favoriserait en conséquence la prolifération des germes en raison d'une moindre acidification de la chair (pH plus élevé). La détection de coliformes thermotolérants traduit des manquements en matière d'hygiène lors des opérations d'abattage/post abattage ; cette contamination semble corrélée à la quantité d'histamine produite, montrant ainsi l'implication des entérobactéries dans la production d'histamine telle que le mentionne la littérature ; le respect de règles d'hygiène strictes de l'abattage à la découpe du poisson est en conséquence indispensable afin de limiter le risque « histamine ».

Le thon noir présente une charge microbienne globalement inférieure aux valeurs de références de la littérature. Le développement limité de *Pseudomonas* laisse penser que ce type de germes ne serait pas prédominant au sein de la flore d'altération du thon noir.

Sur le plan sensoriel, la saignée atténue l'intensité de la couleur et assure une meilleure homogénéité de la teinte. En parallèle, elle conduit à une chair plus ferme avec une meilleure tenue mais présentant une saveur iodée moins marquée.

6.6.2. THON A NAGEOIRES JAUNES (*Thunnus albacares*)

Trois modalités de conservation ont été testées sur le thon jaune :

- Conservation sous glace paillette
- Conservation sous vide
- Conservation sous atmosphère : 40% CO₂/60% O₂

6.6.2.1. RESULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Le prélèvement initial à J0 présente une FAMT élevée (10⁴ UFC/g) ainsi qu'une contamination importante par des coliformes thermotolérants. Considérant qu'il s'agit d'un aléa lié à l'échantillon prélevé (contamination exceptionnelle), il ne sera pas tenu compte des données à J0 pour l'interprétation des résultats d'autant plus que les échantillons prélevés aux jours suivants sont en rupture avec l'observation à J0.

Tableau 17: Evolution de la flore microbienne chez le thon à nageoires jaunes, jusqu'à 21 jours après capture, selon 3 modes de conditionnement

Durée (jours)	Germe (log ₁₀ UFC/g)			Colif thermo sous glace	Colif thermo sous vide	Colif thermo sous atmosphère
	FAMT sous glace	FAMT sous vide	FAMT sous atmosphère			
0		4,05			2,53	
4	2,87	3,23	3,12	-	-	-
7	3,00	3,56	3,01	-	-	1
11	3,22	5,37	3,70	-	-	-
14	-	5,98	3,78	-	-	-
16	-	6,27	5,56	-	-	-
18	-	-	4,64	-	-	-
21	-	-	5,55	-	-	-

6.6.2.1.1. FAMT (FLORE AEROBIE MESOPHILE TOTALE)

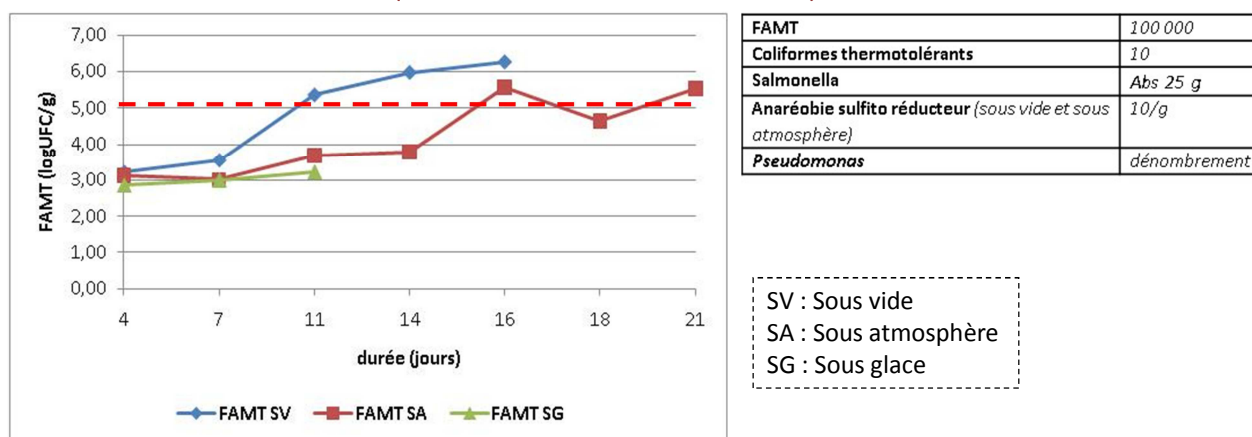


Figure 23: Evolution comparée de la FAMT entre les lots de thon à nageoires jaunes selon 3 modes de conditionnement

Durant les sept premiers jours de conservation, le thon sous atmosphère et le thon sous glace présentent une évolution similaire avec une phase en plateau. Le thon sous atmosphère se démarque au onzième jour par une augmentation de sa charge microbienne correspondant sans doute au démarrage de la multiplication microbienne tandis que la flore du thon sous glace semble poursuivre sa phase de latence.

La flore du thon sous vide, supérieure dès sept jours, amorce plus rapidement sa phase de croissance exponentielle et atteint dès 11 jours la limite de 10⁵ UFC/g de l'arrêté du 21 décembre 1979 (considéré à titre indicatif et non réglementaire). Toutefois, elle demeure en deçà de la limite de 10⁷ recommandée par l'ICMSF (Commission Internationale pour les spécifications microbiologiques pour les aliments) HUSS, 1988. Cette prolifération pourrait correspondre au développement d'une flore lactique. LEROI, 2009 indique que l'atmosphère modifiée favorise le développement de bactéries lactiques dans le poisson frais. On peut penser que le même phénomène se produit dans le poisson conservé sous vide dans des conditions anaérobies.

Selon HUSS 1999, pendant la conservation sous glace des poissons tempérés, les bactéries vont doubler pratiquement chaque jour et, après 2 à 3 semaines, elles auront atteint 10⁸ - 10⁹ UFC/g de chair ou par cm² de

peau. Ici sur le thon jaune, à onze jours sous glace, la charge microbienne s'évalue à seulement 10^3 UFC/g, ce qui est bien en deçà des données bibliographiques ci-dessus quand bien même notre prélèvement se fait à 11 jours ; ce résultat reflète une vitesse d'altération assez lente comparativement aux poissons tempérés.

A onze jours de conservation, le thon jaune sous glace présente une faible charge bactérienne totale, traduisant un développement microbien modéré. Ce laps de temps peut correspondre à la phase de latence au cours de laquelle les germes s'adaptent au froid (ABABOUC, 1996).

Il aurait été intéressant de poursuivre l'expérimentation sous glace au-delà de 11 jours afin de suivre l'évolution de la FAMT sur une plus longue période, au minimum jusqu'à la phase de croissance.

La phase de latence semble plus courte pour les flores du thon sous vide et du thon sous atmosphère qui semblent démarrer leur multiplication à, respectivement, 7 jours et 11 jours.

Ces résultats montrent un impact de la technique de conservation sur la durée de la phase de latence et par extension sur la vitesse de développement microbien.

L'état de conservation ou de fraîcheur des 3 lots de poisson ne peut être appréhendé sur la base de cette seule observation (FAMT) sachant qu'il n'existe, d'après HUSS, 1988, aucune corrélation entre la FAMT et la comestibilité ou le temps de conservation, ni entre la FAMT et la présence de bactéries pathogènes. L'auteur indique que la durée de conservation du poisson frais n'est pas affectée par l'emballage sous vide et qu'on obtient seulement une faible augmentation de la durée de conservation par l'emballage sous atmosphère modifiée. Ce dernier élément d'information peut tout de même être rapproché du constat fait ici d'une évolution retardée de la flore du poisson sous atmosphère.

Comparativement au thon jaune conditionné sous vide et sous atmosphère, le thon jaune sous glace bénéficie d'une plus longue période de latence de la FAMT (au minimum 11 jours). La conservation sous vide entraînerait une accélération de la multiplication microbienne en amorçant la croissance dès 7 jours contre 11 pour la technique sous atmosphère. De plus, la FAMT du poisson sous vide atteint la limite de 10^5 UFC/g à 11 jours de conservation alors que le poisson sous atmosphère n'atteint cette limite qu'au bout du 16^{ème} jour. Le thon jaune sous glace quant à lui demeure à un niveau de charge relativement faible inférieure à 10^5 .

6.6.2.1.2. AUTRES GERMES

Aucun développement de salmonelles ou *Pseudomonas* n'a été détecté sur les prélèvements des trois lots de poissons. Seule une dizaine d'UFC de coliformes thermotolérants a été observée ponctuellement à 7 jours sur le thon conditionné sous atmosphère. Ceci révèle une contamination du poisson au cours des opérations post abattage et conduit aux recommandations déjà faites précédemment quant à un respect strict des règles d'hygiène.

6.6.2.2. RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

6.6.2.2.1. HISTAMINE

Tableau 18 : Evolution du taux d'histamine de la chair de thon jaune conservée sous glace, conditionnée sous vide et sous atmosphère

	Histamine sous glace	Histamine sous vide	Histamine sous atmosphère
Durée (jours)	mg/kg	mg/kg	mg/kg
0	175,03		
4	157,28	67,45	3,86
7	111,09	70,75	13,41
11	159,47	84,28	58,38
14		172,87	80,38
16		171,31	45,64
18			27,62
21			211,32

Le prélèvement initial J0 présente un taux d'histamine anormalement élevé. Il ne sera pas tenu compte de ce point de prélèvement pour l'interprétation des résultats qui suit. Cette quantité anormalement importante peut être liée à la zone (anatomique) de prélèvement de l'échantillon ou à une contamination initiale du poisson utilisé pour l'expérimentation.

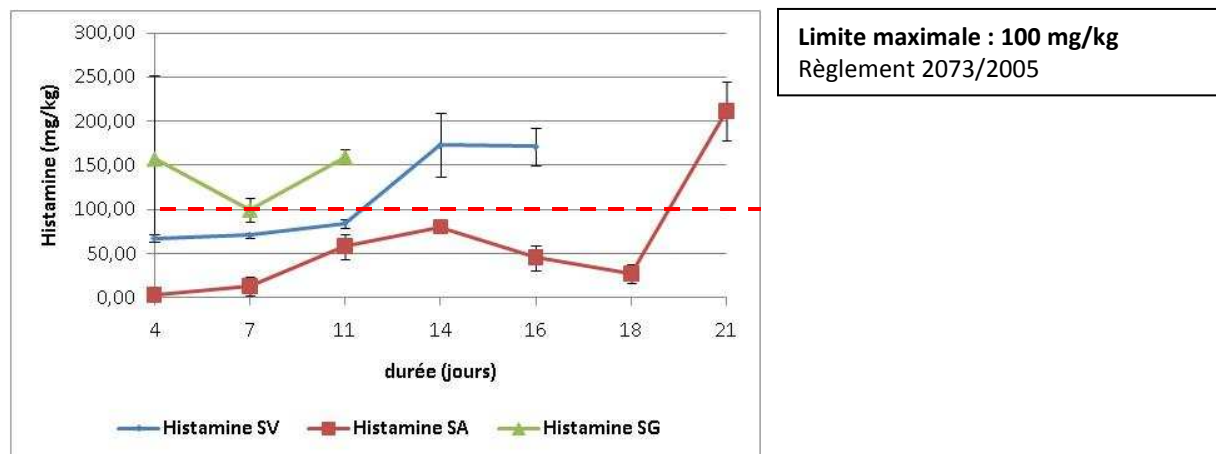


Figure 24 : Evolution du taux d'histamine de la chair de thon jaune conservée sous glace (SG), conditionnée sous vide (SV) et sous atmosphère (SA).

Tout au long de l'expérimentation, le taux d'histamine du thon jaune sous glace est supérieur ou égal à la limite maximale réglementaire de 100 mg/kg. Cela témoigne d'une multiplication précoce des bactéries histaminogènes pouvant résulter d'une contamination initiale du poisson entre la capture et les opérations post-abattage (comme signalé précédemment sur le prélèvement à J0). Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de cette contamination : mise sous glace tardive du poisson – rupture de la chaîne de froid - mauvaises

conditions d'hygiène de manipulation et de stockage du poisson. Il convient de souligner néanmoins que certaines bactéries psychotropes et histaminogènes peuvent survivre malgré le respect scrupuleux de la chaîne de froid et la traçabilité tout au long de cette chaîne (TIALLA, 2012).

Le thon sous vide présente un taux d'histamine inférieur à la limite maximale autorisée jusqu'au onzième jour, puis la production d'histamine augmente fortement pour atteindre 171 mg/kg aux quatorzième et seizième jours.

Comparativement au thon sous glace, on observe de plus faibles quantités d'histamine jusqu'au quatorzième jour. Ainsi, la technologie sous vide limiterait la formation d'histamine alors que la littérature signale des teneurs en histamine plus fortes dans des échantillons de thon conditionné sous vide.

Par rapport au thon sous glace et au thon sous vide, l'évolution du taux d'histamine est beaucoup plus lente pour le thon sous atmosphère (40%CO₂/60%O₂). Après une augmentation progressive jusqu'à 14 jours suivie d'une diminution à 18 jours, la limite de 100 mg/kg n'est dépassée qu'au bout du 21^{ème} jour de conservation. Ces résultats laissent penser que le conditionnement sous atmosphère limiterait la formation d'histamine dans la chair du poisson. Ils concordent avec les conclusions d'EMBORG et al, 2005 qui indiquent qu'une concentration élevée en O₂ pourrait inhiber la formation d'histamine. YOSHINOGA et al, 1982 montre une prédominance des bactéries anaérobies (strictes ou facultatives) au sein de la flore productrice d'histamine sur du thon skipjack (*Katsuwonus pelamis*). Néanmoins, on ne saurait en faire une généralité tant la composition des microflore peut varier d'une espèce à l'autre, d'un mode de conservation à l'autre et tant l'aptitude à produire l'histamine en présence ou absence d'oxygène fluctue d'une bactérie à l'autre.

Ainsi, la production d'histamine se trouvera stimulée en anaérobie pour une bactérie donnée tandis que l'inverse s'observera pour une autre bactérie placée dans les mêmes conditions (YOSHINOGA et al, 1982).

Dans notre expérimentation, il semblerait que les bactéries productrices d'histamine dans la chair de thon jaune soient principalement anaérobies étant donné l'effet inhibiteur de la forte concentration en oxygène.

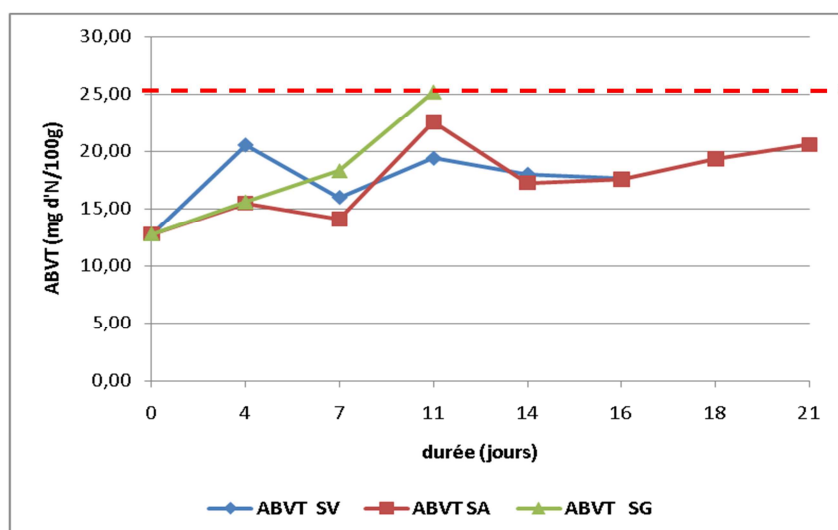
Le rapprochement entre le dénombrement de la flore totale précédemment interprété et le taux d'histamine met en évidence une corrélation apparente entre ces deux paramètres à savoir un ralentissement du développement de la flore totale associé à une plus lente évolution du taux d'histamine pour le conditionnement sous atmosphère.

Le conditionnement sous atmosphère (40% CO₂/60% O₂) retarde ou limite la formation d'histamine dans le thon jaune jusqu'à 18 jours de conservation. L'emballage sous vide exercerait également un effet positif en ce sens mais dans une moindre mesure (11 jours).

6.6.2.2.2. ABVT (AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL)

Tableau 19: Evolution de la teneur en ABVT et en TMA de la chair de thon à nageoires jaunes conservée sous glace (SG), conditionnée sous vide (SV) et sous atmosphère (SA)

Durée (jours)	ABVT	ABVT	ABVT	TMA	TMA	TMA
	sous glace	sous vide	sous atmos	sous glace	sous vide	sous atmos
	mg d’N/100g	mg d’N/100g	mg d’N/100g	mg d’N/100g	mg d’N/100g	mg d’N/100g
0	12,76	12,76	12,76	<0,1	<0,1	<0,1
4	15,57	20,54	15,47	<0,1	<0,1	<0,1
7	18,28	15,97	14,06	<0,1	<0,1	<0,1
11	25,20	19,38	22,57	<0,1	<0,1	<0,1
14		17,99	17,25		<0,1	<0,1
16		17,59	17,54		<0,1	<0,1
18			19,32			<0,1
21			20,56			<0,1



ABVT (mg N/100g)	Etat de fraîcheur
<20	satisfaisant
20-25	acceptable
>25	Non satisfaisant

OFIMER -2006

SV : Sous vide
SA : Sous atmosphère
SG : Sous glace

Figure 25: Evolution comparée de l’ABVT entre les lots de thon à nageoires jaunes selon 3 modes de conditionnement

Durant les quatre premiers jours de conservation, le lot sous vide subit une augmentation rapide de la teneur en ABVT laquelle diminue par la suite pour demeurer à des niveaux correspondant à un état de fraîcheur satisfaisant. Il pourrait s’agir d’un aléa lié à l’échantillon prélevé à J4. Si l’on considère les courbes de tendance relatives à chacune des trois courbes on notera globalement une évolution plus rapide de la teneur en ABVT pour le lot sous glace (cf ; graphe 13) alors que les lots sous vide et sous atmosphère présentent une évolution plus lente relativement similaire.

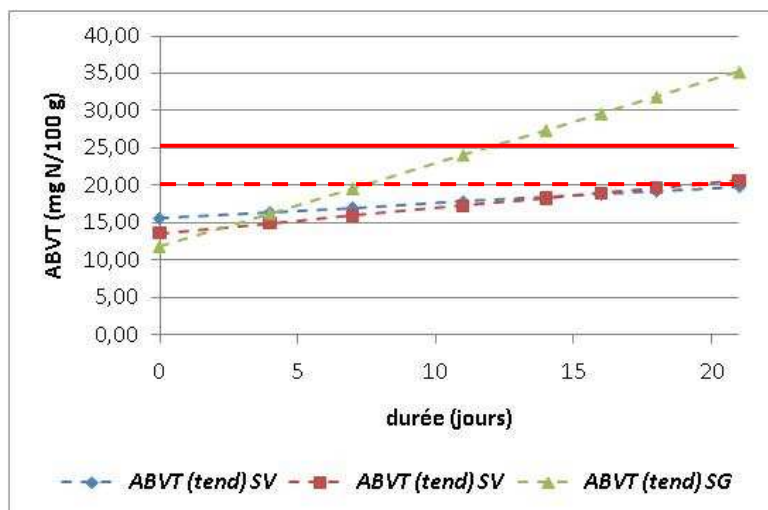


Figure 26 : Evolution modélisée de la teneur en ABVT du thon à nageoires jaunes conservé sous glace (SG), sous vide (SV) et sous atmosphère (SA)

Les conditionnements sous vide et sous atmosphère contribueraient à réduire la production d'ABVT en maintenant cet indicateur à un niveau satisfaisant/acceptable jusqu'à 21 jours tandis qu'en conservation sous glace, la limite de 25 mg d'N/100 g correspondant à un état de fraîcheur non satisfaisant serait atteinte au onzième jour.

D'après la bibliographie, l'emballage d'un poisson entraîne en général une hausse de la teneur en ABVT car les amines volatiles ne peuvent pas s'échapper comme dans le cas du poisson stocké sous glace. Il en est de même pour un conditionnement sous vide qui stimulerait la production de TMA entraînant ainsi une augmentation de la teneur en ABVT (IFREMER, 2008). Ici, comme pour le thon noir, le dosage de la TMA n'a pas été concluant. Néanmoins, l'augmentation brutale du niveau d'ABVT à 4 jours de conservation sous vide considéré comme un aléa échantillon pourrait corroborer les observations de l'IFREMER même si une diminution ultérieure est constatée.

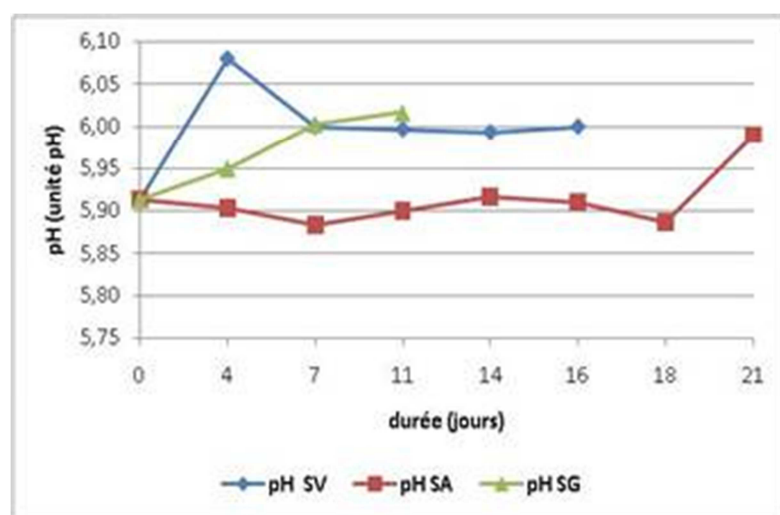
Toutefois, une teneur en ABVT faible ne signifie pas forcément que le poisson n'est pas altéré. Il faut prendre en compte d'autres indicateurs d'altération ou de fraîcheur pour s'assurer que le poisson est consommable et ou pratiquer des tests organoleptiques.(IFREMER, 2008).

Le conditionnement sous vide et le conditionnement sous atmosphère limitent la formation de composés azotés volatils dans la chair de thon jaune.

6.6.2.2.3. pH

Tableau 20: Evolution du PH des lots de thon à nageoires jaunes, jusqu'à 21 jours après capture, selon 3 modes de conditionnement

	pH sous glace	pH sous vide	pH sous atmo
Durée (jours)			
0	5,91	5,91	5,91
4	5,95	6,08	5,90
7	6,00	6,00	5,88
11	6,02	6,00	5,90
14		5,99	5,92
16		6	5,91
18			5,89
21			5,99



SV : Sous vide
SA : Sous atmosphère
SG : Sous glace

Figure 27: Evolution comparée du PH entre les lots de thon à nageoires jaunes selon 3 modes de conditionnement

Le pH initial du thon jaune est de 5,90, ce qui est relativement bas par rapport aux références bibliographiques annonçant une fourchette de 6,1 à 6,5 pour le cabillaud par exemple (HUSS, 1988).

Le pH du thon jaune sous atmosphère est relativement stable jusqu'à 18 jours de conservation. Le pH du thon sous vide, de niveau plus élevé, subit une brusque augmentation à 4 jours avant de redescendre pour se stabiliser à partir de 7 jours.

Pour le thon sous glace, une augmentation progressive jusqu'à 7 jours est observée.

L'élévation du pH constatée globalement pour les 3 modes de conservation du thon jaune est due à la formation des composés basiques azotés accompagnant les processus d'altération autolytiques et microbiens (BOUAZZAOU, ...). La corrélation entre pH et ABVT est particulièrement visible sur le lot sous vide.

Le thon conditionné sous atmosphère présente les plus bas niveaux de pH. De faibles teneurs en ABVT avaient été également observées pour ce conditionnement. Ceci met en évidence une corrélation entre pH et formation de bases volatiles.

En effet, ABABOUCHE et al, 1996 souligne le lien entre le pH et la formation d'histamine et de TMA.

Le pH optimum pour la réduction de l'OTMA est de 7,2-7,4 est de 5-6 pour la transformation de l'histidine en histamine.

Le pH du thon jaune augmente au cours de la conservation avec la mise en place du processus de dégradation de la chair. La vitesse d'élévation du pH varie avec le mode de conservation en fonction de l'efficacité de ce dernier sur le ralentissement de l'altération. Le conditionnement sous atmosphère semble le plus efficace corroborant les résultats observés sur la formation d'histamine et d'ABVT

Tableau 21 : Evolution des coordonnées chromatiques (L,a,b) de la chair de thon jaune conservé sous glace, sous vide et sous atmosphère

	Luminance (L) sous vide	Luminance (L) sous atmosphère	Luminance (L) sous glace
Durée (jours)			
0	36,36		
4	ND	37,79	36,15
7	38,15	38,27	35,81
11	37,99	39,03	36,30
14	38,40	40,40	
16	37,57	40,34	
18		38,79	
21		40,80	
	Indice de rouge (a) sous vide	Indice de rouge (a) sous atmosphère	Indice de rouge (a) sous glace
Durée (jours)			
0	19,64		
4	ND	19,57	17,55
7	17,49	18,47	16,80
11	15,37	17,01	17,16
14	14,63	11,74	
16	16,77	16,05	
18		13,52	
21		10,99	
	Indice de jaune (b) sous vide	Indice de jaune (b) sous atmosphère	Indice de jaune (b) sous glace
Durée (jours)			
0	7,38		
4	ND	7,27	5,41
7	4,51	6,87	5,01
11	4,93	6,60	3,70
14	5,01	6,67	
16	5,41	7,48	
18		6,36	
21		7,17	

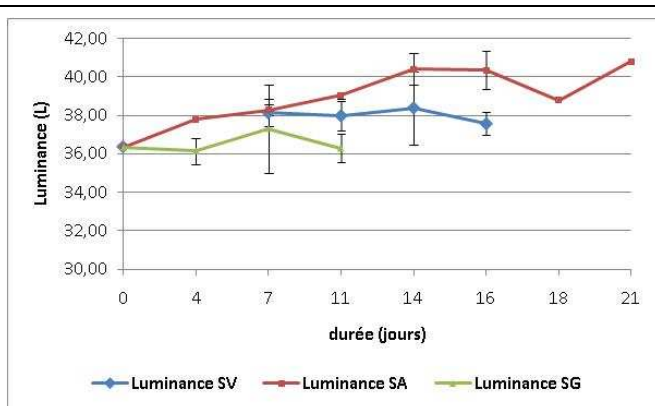


FIGURE 28 : EVOLUTION DE LA LUMINANCE (L)

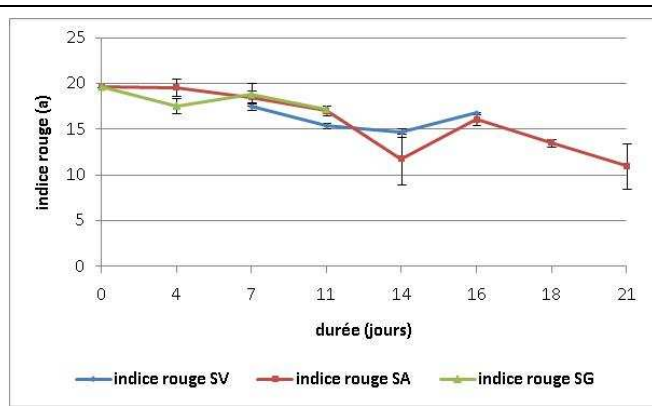


FIGURE 29 : EVOLUTION DE L'INDICE DE ROUGE (A)

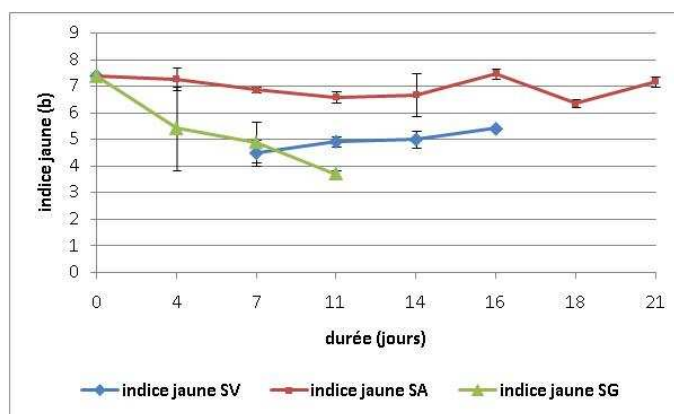


FIGURE 30 : EVOLUTION DE L'INDICE DE JAUNE (B)

Les luminances du thon jaune conditionné sous atmosphère et du thon sous vide présentent une augmentation marquée traduisant un éclaircissement de la chair. La luminance du thon sous vide se stabilise à 7 jours alors que celle du thon sous atmosphère continue à croître jusqu'à 16-21 jours.

En revanche, la luminance du thon conservé sous glace demeure relativement stable jusqu'à la fin de l'expérimentation clôturée à 11 jours.

L'indice de rouge diminue de façon régulière pour les 3 modes de conservation. Une forte dégradation est relevée sur le thon sous atmosphère à compter du seizième jour de conservation.

L'indice de jaune diminue sur le thon jaune conservé sous glace. La diminution est beaucoup plus atténuée sur le thon sous atmosphère dont l'indice de jaune demeure relativement stable. L'absence de mesure à 4 jours sur le thon sous vide laisse présager d'une diminution jusqu'à 7 jours puis d'une stabilisation voire une légère augmentation.

La conservation sous vide et la conservation sous atmosphère induisent un éclaircissement de la chair et une atténuation de la teinte rouge.

Ces résultats peuvent être visualisés à travers les photographies présentées ci-dessous.

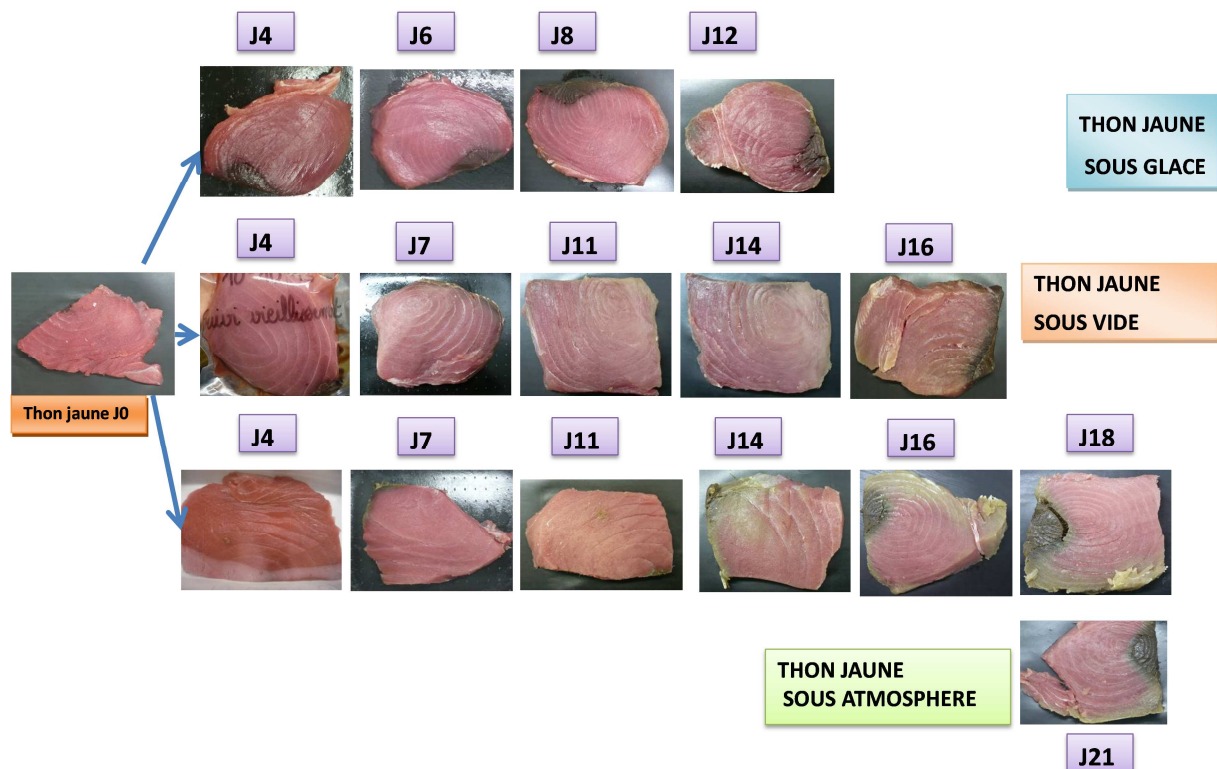


Figure 31: Evolution comparée de la couleur de la chair entre les lots de thon à nageoires jaunes selon 3 modes de conditionnement

Pour les conditionnements sous vide et sous atmosphère, la couleur de la chair demeure acceptable jusqu'à 7 jours. Au-delà, des colorations brunâtres/verdâtres apparaissent et s'intensifient au fil de la conservation particulièrement sur les échantillons sous atmosphère. Ces colorations semblent survenir en premier lieu à la périphérie des tranches de poisson avant de se propager vers le centre.

Ce phénomène semble similaire à celui observé sur la viande et appelé bordage : apparition d'une bande marron vert sur la coupe des morceaux non protégés.

Selon JEONG-HO et al, 2011 les modifications de couleur du poisson sont dues à la dégradation des pigments du sang résiduel contenu dans la chair ou de la myoglobine (pigment du muscle).

En effet, HUSS, 1999 souligne que l'emballage sous atmosphère peut stimuler la formation de metmyoglobuline (myoglobine oxydée) dans le poisson à chair rouge et produire, de ce fait, un brunissement du muscle.

Ainsi, le conditionnement sous atmosphère enrichie en O₂ (60%) favoriserait l'oxydation des pigments de la chair comparativement à l'emballage sous vide, ce qui semble logique en raison de l'implication de l'oxygène dans les réactions d'oxydation.

On constate en parallèle, sur les 3 modalités de conservation, le phénomène d'éclaircissement observé précédemment par l'analyse de la luminance. Cet éclaircissement est moins prononcé sur le poisson conservé sous glace et plus important sur le thon conservé sous atmosphère.

La couleur du thon sous glace reste relativement stable durant les huit premiers jours de conservation. A 12 jours, des teintes jaunâtres apparaissent.

La couleur de la chair de thon, bien que sujette à un éclaircissement au fil du temps, est satisfaisante ou acceptable jusqu'à 7/8 jours d'entreposage réfrigéré quel que soit le mode de conservation. L'emballage sous atmosphère favorise un brunissement/verdissement de la chair en raison des phénomènes d'oxydation dus à la forte concentration en O₂.

6.6.2.3. RESULTATS D'ANALYSE SENSORIELLE

Les tests sensoriels sur le thon jaune ont été réalisés en 2 volets :

- Comparaison du thon jaune frais au thon jaune conservé sous vide et sous atmosphère
- Comparaison du thon jaune frais au thon jaune congelé importé

6.6.2.3.1. COMPARAISON THON FRAIS, THON SOUS VIDE, THON SOUS ATMOSPHERE

Tableau 22 : Evaluation des critères sensoriels du thon jaune frais, du thon jaune conservé 6 jours sous glace, du thon jaune conservé 8 jours sous vide et du thon jaune conservé 8 jours sous atmosphère

	Thon jaune Frais J0	Thon 6j s/glace	Thon 8 j s/vidé SV	Thon 8j s/atm
Intensité couleur**	5,95 ^b	5,44 ^b	5,32 ^b	4,01 ^a
Homogénéité couleur***	5,73 ^c	5,38 ^{bc}	4,88 ^b	3,25 ^a
Tenue du filet	5,72	5,44	5,69	5,44
Fermeté initiale	3,61	4,33	4,00	4,38
Jutosité initiale	3,50	3,72	4,50	4,07
Texture compacte	3,39	4,16	3,50	3,94
Texture fibreuse*	4,06 ^{ab}	4,61 ^b	3,32 ^a	3,50 ^a
Aspect brillant	3,73 ^{ab}	3,73 ^{ab}	4,38 ^b	2,94 ^a
Aspect Juteux**	3,84 ^a	4,33 ^{ab}	5,32 ^c	5,07 ^{bc}
Intensité odeur globale	4,28	4,39	4,94	4,88
Intensité odeur de marée	3,67	4,05	3,94	3,88
Persistance odeur	3,78	4	4,13	4,32
Intensité goût global	4,17	4,16	4,51	5,07
Intensité goût iodé	3,73	3,78	3,50	4,00

* $p < 0,05$ - ** $p < 0,01$ - *** $p < 0,001$

Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes

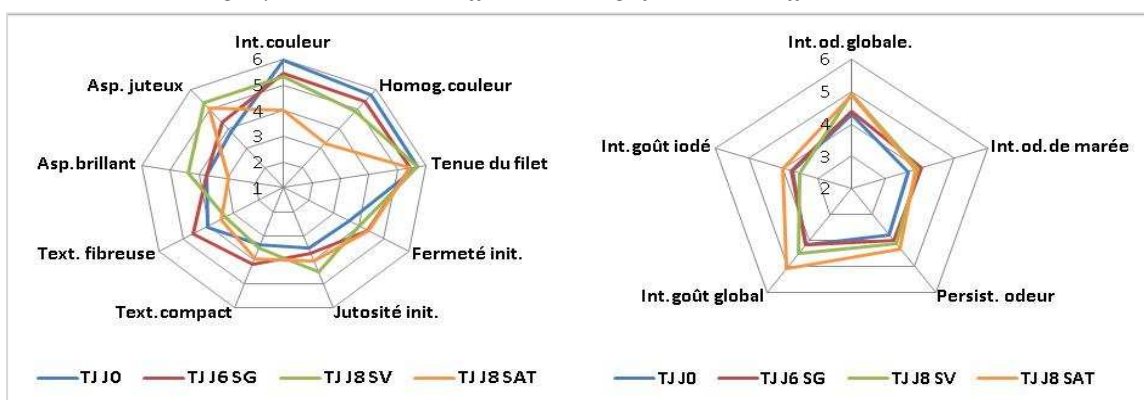


Figure 32 : Evaluation des critères sensoriels du thon jaune frais (J0), conservé 6 jours sous glace (SG), du thon jaune conservé 8 jours sous vide (SV) et du thon jaune conservé 8 jours sous atmosphère (SAT).

Comparativement au thon frais :

- le thon jaune conservé 6 jours sous glace a une couleur un peu moins homogène, un aspect plus juteux et une texture plus fibreuse.
- Le thon jaune sous vide présente une couleur moins homogène, un aspect un peu plus brillant, un aspect plus juteux, une texture moins fibreuse.
- Le thon sous atmosphère se caractérise par une couleur moins intense, moins homogène, un aspect moins brillant, plus juteux et une texture moins fibreuse.

Par rapport au thon frais, la chair de thon jaune sous atmosphère présente une couleur moins intense et moins homogène, ainsi qu'un aspect moins brillant (en tendance). Le visuel est donc le plus altéré.

En revanche, la chair du thon sous atmosphère est moins fibreuse de même que la chair de thon sous vide qui se caractérise également par un aspect plus brillant.

Des trois modes de conservation testés, le conditionnement sous vide semble préserver le mieux la qualité sensorielle du thon jaune notamment la texture qui serait moins fibreuse et d'aspect plus juteux. La conservation sous glace conduirait en revanche à une texture plus fibreuse tandis que le conditionnement sous atmosphère altérerait la couleur et l'aspect de la chair.

Le conditionnement sous vide (8 jours) préserve le mieux la qualité sensorielle du thon jaune. Les qualités gustatives des quatre types de produits (goût et odeur) demeurent équivalentes.

6.6.2.3.2. COMPARAISON THON JAUNE FRAIS/THON JAUNE CONGELE IMPORTE

Tableau 23 : Evaluation des critères sensoriels de la chair cuite de thon jaune frais local et de thon jaune importé

	Thon jaune Frais	Thon jaune importé congelé
Intensité couleur***	5,95	4,13
Homogénéité couleur**	5,73	4,69
Tenue du filet	5,72	5,38
Fermeté initiale	3,61	3,82
Jutosité initiale	3,50	4,01
Texture compacte	3,39	4,13
Texture fibreuse	4,06	4,44
Aspect juteux*	3,84	5,07
Intensité odeur globale	4,28	4,63
Intensité odeur de marée	3,67	4,32
Persistance odeur	3,78	4,26
Intensité goût global	4,17	4,25
Intensité goût iodé	3,73	3,63

* $p < 0,05$ - ** $p < 0,01$ - *** $p < 0,001$

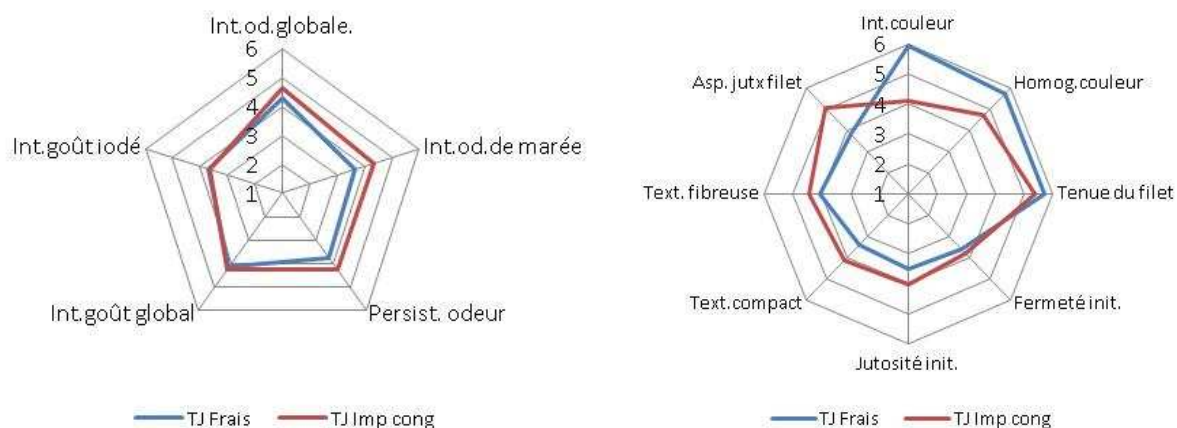


Figure 33 : Evaluation des critères sensoriels de la chair cuite de thon jaune frais local et de thon jaune importé sur une échelle de notation de 1 à 7

Comparativement au thon importé congelé, le thon jaune frais local présente une couleur plus intense et plus homogène, ainsi qu'un aspect moins juteux.

Sur le plan gustatif (flaveur), il n'y a pas de différence significative entre les deux origines.

Sur le plan gustatif, le thon jaune local est similaire au thon jaune importé congelé.

6.6.2.3.3. SYNTHÈSE DES RESULTATS SUR THON JAUNE

Comparativement à la conservation sous glace, les conditionnements sous vide et sous atmosphère semblent entraîner une accélération de la multiplication microbienne de la flore du thon jaune. Il pourrait s'agir du développement d'une flore lactique.

Le thon sous glace demeure à un niveau de charge relativement faible, inférieur à la limite de 10^5 UFC/g tout au long de l'expérimentation (11 jours). Le conditionnement sous atmosphère ralentit la multiplication de la FAMT par rapport au sous vide : la limite de 10^5 est atteinte à 16 jours sous atmosphère contre 11 jours sous vide.

La détection de coliformes thermotolérants sur certains échantillons montre la nécessité de porter une attention particulière au respect des règles d'hygiène durant les opérations de capture et post-capture, manutention du poisson, ...

Les conditionnements sous atmosphère (40% CO₂/60% O₂) et sous vide retardent la formation d'histamine dans le thon jaune avec un effet plus marqué de l'emballage sous atmosphère modifiée.

Ces deux modes de conservation limiteraient également la formation de composés azotés volatils dans la chair de thon jaune.

Quel que soit le mode de conservation, la couleur de la chair de thon jaune demeure satisfaisante ou acceptable jusqu'à 7/8 jours d'entreposage réfrigéré. L'emballage sous atmosphère entraîne une altération plus précoce et plus prononcée de la couleur.

D'un point de vue sensoriel, le conditionnement sous vide (8 jours) préserve le mieux la qualité sensorielle du thon jaune et se rapproche le plus des caractéristiques du thon frais.

6.6.3. MARLIN BLEU (*Makaira nigricans*)

Trois modalités de conservation ont été testées sur le marlin bleu:

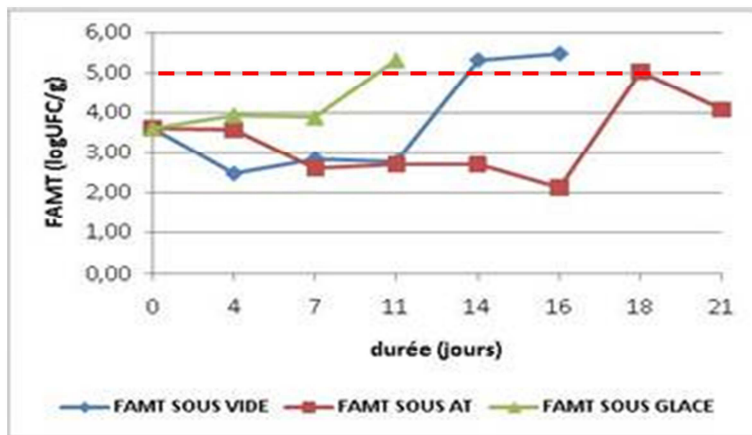
- Conservation sous glace paillette
- Conservation sous vide
- Conservation sous atmosphère : 40% CO₂/60% O₂

6.6.3.1. RESULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Tableau 24 : Evolution de la flore microbienne chez le marlin bleu, jusqu'à 21 jours après capture, selon 3 modes de conservation (sous glace, sous vide, sous atmosphère protectrice)

Durée (jours)	Germe (log ₁₀ UFC/ g)					
	FAMT sous glace	FAMT sous vide	FAMT sous atmos	Colif thermo sous glace	Colif thermo sous vide	Colif thermo sous atmos
0		3,60			1,48	
4	3,95	2,48	3,58		1,23	
7	3,88	2,85	2,60	1,30		
11	5,33	2,78	2,70	4,36	1	
14		5,32	2,70	4,77		
16		5,47	2,12			
18			5,02			
21			4,08			

6.6.3.1.1. FAMT (FLORE AEROBIE MESOPHILE TOTALE)



FAMT	100 000
Coliformes thermotolérants	10
Salmonella	Abs 25 g
Anaérobie sulfite réducteur (sous vide et sous atmosphère)	10/g
<i>Pseudomonas</i>	dénombrement

SV : Sous vide
SA : Sous atmosphère
SG : Sous glace

Figure 34: Evolution comparée de la FAMT entre les lots de marlin bleu selon 3 modes de conditionnement

La flore microbienne du marlin sous glace se développe après 7 jours de conservation contre 11 jours pour le poisson sous vide et 16 jours pour le poisson sous atmosphère. Les deux modes de conditionnement, sous vide et sous atmosphère, ont donc pour effet de retarder la prolifération microbienne. Cette prolongation de la phase de latence peut correspondre à une période d'adaptation de la microflore du poisson aux conditions d'anaérobiose pour le sous vide et à la composition gazeuse de l'emballage sous atmosphère.

La limite de 10⁵ germes/g est atteinte à 11 jours pour le lot sous glace, 14 jours pour le lot sous vide et 18 jours pour le lot sous atmosphère montrant bien l'impact du mode de conservation sur le développement de la flore microbienne du poisson.

6.6.3.1.2. AUTRES GERMES

Une contamination par des coliformes thermotolérants est observée sur l'échantillon témoin à J0 ainsi que sur les prélèvements du marlin sous vide. Ceci témoigne d'un manquement aux règles d'hygiène lors des opérations d'abattage et post-abattage.

Le conditionnement sous atmosphère et l'emballage sous vide retardent le développement de la flore aérobie mésophile totale. L'application de règles d'hygiène strictes lors des opérations d'abattage est recommandée afin de limiter la contamination du poisson.

6.6.3.2. RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

6.6.3.2.1. HISTAMINE

TABLEAU 25 : EVOLUTION DE L'HISTAMINE CHEZ LE MARLIN BLEU, JUSQU'À 21 JOURS APRES CAPTURE, SELON 3 MODES DE CONDITIONNEMENT

Durée (jours)	Histamine sous glace	Histamine sous vide	Histamine sous atmosphère
	mg/kg	mg/kg	mg/kg
0	52	52	52
4	48,25	49,05	46,72
7	57,10	67,45	22,85
11	157,7	65,94	68,96
14		33,57	27,90
16		74,68	28,51
18			44,84
21			29,85

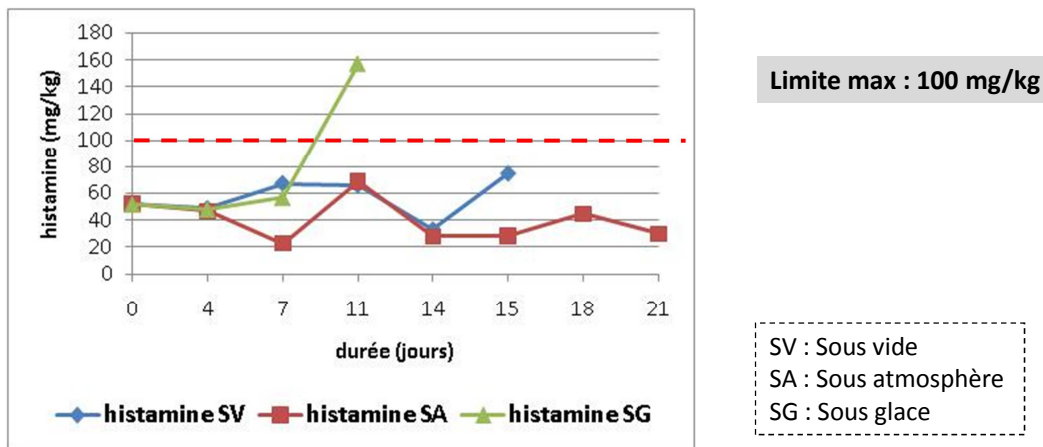


Figure 35: Evolution comparée de l'histamine entre les lots de marlin bleu selon 3 modes de conditionnement

Tous les échantillons prélevés présentent des taux d'histamine inférieurs à la limite réglementaire exceptée le marlin sous glace à 11 jours de conservation. Le poisson entreposé sous glace semble donc plus exposé au risque « histamine ». En revanche, le conditionnement sous vide et particulièrement l'emballage sous atmosphère retardent la production d'histamine.

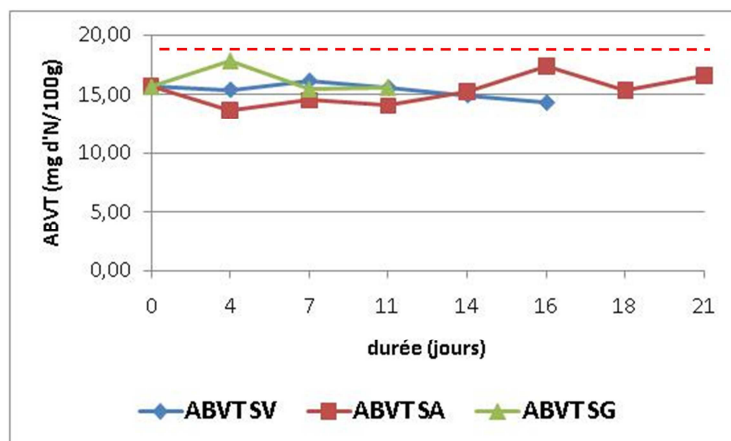
L'évolution de la flore aérobie mésophile totale, vue précédemment, est corrélée à l'évolution de la production d'histamine, montrant ainsi l'implication des bactéries dans la transformation de l'histidine en histamine.

Le conditionnement sous atmosphère et l'emballage sous vide retardent et limitent la formation d'histamine dans la chair de marlin au moins, respectivement jusqu'à 21 jours et 16 jours de conservation. Le taux d'histamine du marlin conservé sous glace dépasse la limite réglementaire à 11 jours.

6.6.3.2.2. ABVT (AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL)

TABLEAU 26 : EVOLUTION DE L'ABVT ET DU TMA DES LOTS DE MARLIN BLEU, JUSQU'À 21 JOURS APRES CAPTURE, SELON 3 MODES DE CONDITIONNEMENT

Durée (jours)	ABVT	ABVT	ABVT	TMA	TMA	TMA
	sous glace	sous vide	s/atmosphère	sous glace	sous vide	s/atmosphère
	mg d'N/100g	mg d'N/100g	mg d'N/100g	mg d'N/100g	mg d'N/100g	mg d'N/100g
0	15,70	15,70	15,70	<0,1	<0,1	<0,1
4	17,84	15,39	13,65	<0,1	<0,1	<0,1
7	15,49	16,13	14,53	<0,1	<0,1	<0,1
11	15,6	15,56	14,08	<0,1	<0,1	<0,1
14		14,94	15,26		<0,1	<0,1
16		14,32	17,40		<0,1	<0,1
18			15,35			<0,1
21			16,63			<0,1



ABVT (mg N/100g)	Etat de fraîcheur
<20	satisfaisant
20-25	acceptable
>25	Non satisfaisant

Figure 36: Evolution comparée de l'ABVT entre les lots de marlin bleu selon 3 modes de conditionnement

La formation d'ABVT est plus rapide sur le poisson entreposé sous glace, durant les 4 premiers jours notamment. Elle semble retardée et limitée sur le marlin conditionné sous vide et sous atmosphère.

Quel que soit le mode de conservation appliqué, les valeurs d'ABVT obtenues demeurent toujours à un niveau <20 mg d'N/100g traduisant un état de fraîcheur satisfaisant.

Les conditionnements sous vide et sous atmosphère limitent et retardent la production de composés azotés volatils.

6.6.3.2.3. pH

TABEAU 27 : EVOLUTION DU PH DES LOTS DE MARLIN BLEU, JUSQU'À 21 JOURS APRES CAPTURE, SELON 3 MODES DE CONDITIONNEMENT

Durée (jours)	pH	pH	pH
	sous glace	sous vide	sous atmosphère
0	6,07	6,07	6,07
4	6,05	6,13	6,13
7	5,97	6,11	6,11
11	6,0	6,11	6,10
14		6,20	6,09
16		6,11	6,11
18			6,09
21			6,06

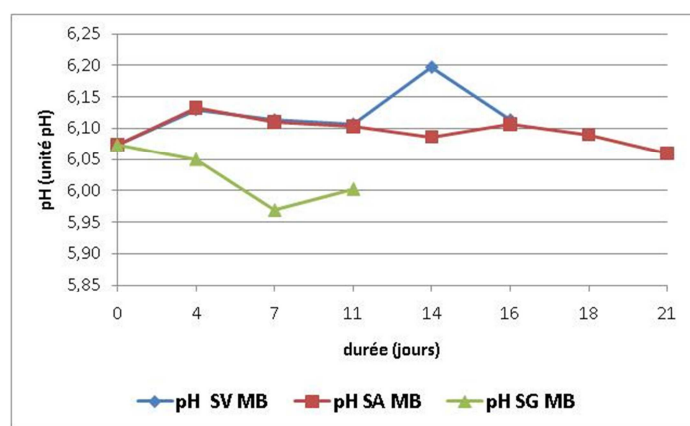


Figure 37: Evolution comparée du pH entre les lots de marlin bleu, selon 3 modes de conditionnement

Le pH du marlin diminue (- 0,1 unité pH) durant sa conservation sous glace jusqu'à 7 jours avant de remonter au onzième jour. Sur les échantillons sous vide et sous atmosphère, le pH est relativement stable avec néanmoins une augmentation ponctuelle (+0,1 unité pH) à 14 jours pour le sous vide (aléa échantillon ?). Ces résultats ne vont pas dans le sens des observations précédentes relatives à la formation d'ABVT. Une plus forte quantité d'ABVT ayant été détectée dans le poisson sous glace ce dernier devrait présenter, ici, un pH plus élevé en raison de la formation de ces composés basiques.

Le pH du marlin sous glace diminue au cours de la conservation sous glace. Il demeure assez stable sur les lots emballés sous vide et sous atmosphère.

6.6.3.2.4. COULEUR

TABEAU 28 : EVOLUTION DES COORDONNEES CHROMATIQUES (L,A,B) DE LA CHAIR DE MARLIN BLEU CONSERVE SOUS GLACE, SOUS VIDE ET SOUS ATMOSPHERE

	Luminance (L) sous vide	Luminance (L) sous atmosphère	Luminance (L) sous glace
Durée (jours)			
0	49,41		
4	55,55	57,46	
7	54,82	53,18	48,28
11	57,27	53,33	50,3
14	53,58	58,21	
16	58,71	55,99	
18		49,77	
21		51,00	

	Indice de rouge (a) sous vide	Indice de rouge (a) sous atmosphère	Indice de rouge (a) sous glace
Durée (jours)			
0	10,80		
4	11,56	10,06	
7	11,65	9,03	10,6
11	11,81	10,30	9,7
14	11,11	7,61	
16	10,01	8,70	
18		9,80	
21		8,74	

	Indice de jaune (b) sous vide	Indice de jaune (b) sous atmosphère	Indice de jaune (b) sous glace
Durée (jours)			
0	1,72		
4	8,11	12,47	
7	7,95	10,03	1,59
11	9,41	11,26	1,8
14	8,32	10,20	
16	8,30	10,98	
18		8,64	
21		10,83	

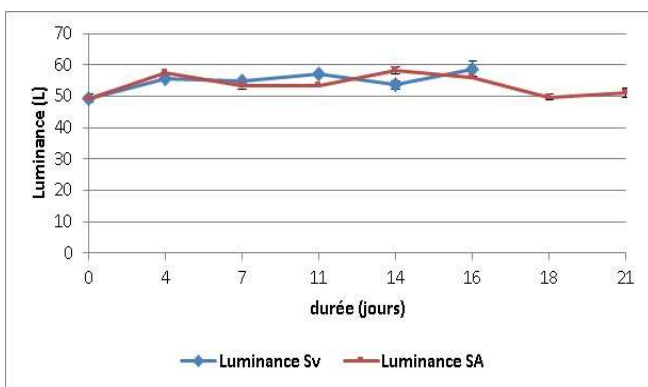


Figure 38 : Evolution de la luminance (L)

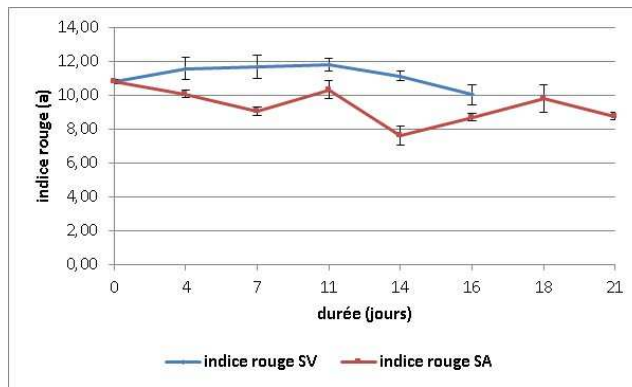


Figure 39 : Evolution de l'indice de rouge (a)

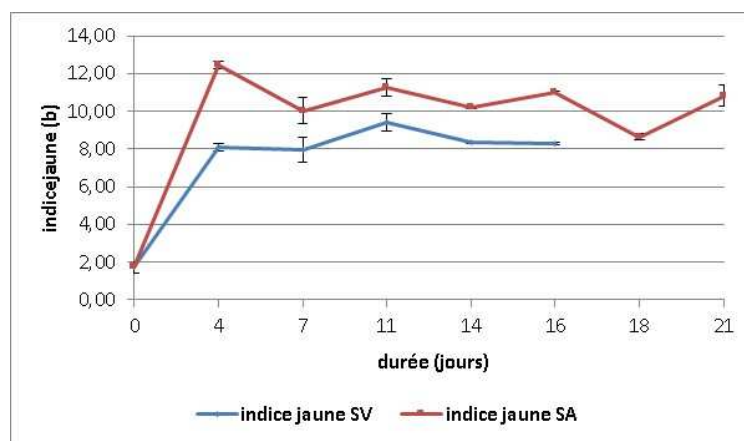


Figure 40 : Evolution de l'indice de jaune (b)

Compte –tenu du faible nombre de mesures réalisées pour le marlin sous glace, cette catégorie n'est pas représentée au niveau des graphes ci-dessus.

La luminance augmente légèrement pour les 3 modalités de conservation. La chair s'éclaircit donc légèrement au fil du temps.

L'indice de rouge a tendance à diminuer régulièrement pour le marlin sous atmosphère. En revanche, il demeure relativement stable sur le lot sous vide jusqu'à 11 jours avant d'amorcer une diminution.

En parallèle, l'indice de jaune augmente très nettement pour les lots sous vide et sous atmosphère et dans une moindre mesure pour le lot conservé sous glace (d'après les valeurs obtenues ; cf tab.23)

L'ensemble des modifications relevées résultent très probablement d'une oxydation des pigments du muscle de poisson (formation de metmyoglobine) responsable du brunissement de la chair.

L'analyse des photographies ci-après permet de visualiser ces observations.

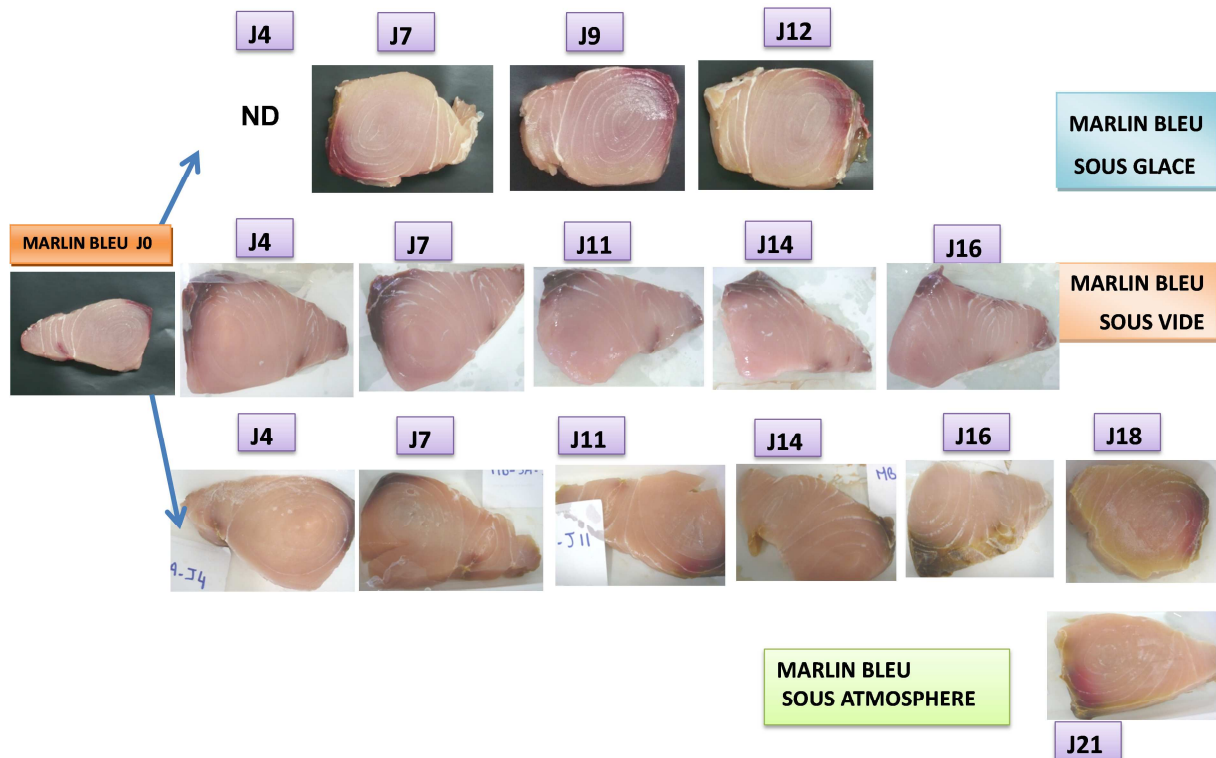


Figure 41: Evolution comparée de la couleur de la chair entre les lots de marlin bleu selon 3 modes de conditionnement

Le marlin sous glace et le marlin sous atmosphère sont l'objet d'un jaunissement de la chair dès 4 jours de conservation (photo non disponible pour le lot sous glace). Ce phénomène est accentué pour le lot sous gaz en raison du taux d'oxygène élevé dans la barquette. Une teneur élevée en oxygène favorise en effet le processus d'oxydation de la myoglobine conduisant à un brunissement de la chair.

La coloration brunâtre est particulièrement visible à la périphérie des tranches sur les deux lots.

La couleur du marlin emballé sous vide semble plus stable au cours du temps. L'absence ou la teneur très réduite en oxygène peut expliquer la limitation du phénomène d'oxydation observée sur les 2 autres lots.

Le conditionnement sous vide assure une meilleure stabilité de la couleur du marlin jusqu'à 16 jours de conservation. En revanche la chair de marlin semble plus sensible aux phénomènes de décoloration sous glace et en conditionnement sous atmosphère.

6.6.3.3. RESULTATS D'ANALYSE SENSORIELLE

Tableau 29 : Evaluation des critères sensoriels de la chair cuite de marlin bleu frais (J0) , conservé 6 jours sous glace (J6 SG) , conditionné sous vide 8 jours (J6 SV) et conditionné sous atmosphère (J8 SAT)

	Malin bleu frais J0	Marlin bleu sous glace 6jrs	Marlin bleu sous vide 8 jrs	Marlin bleu Sous atmosphère 8 jrs
Intensité couleur	2,73	3,12	3,67	2,84
Homogénéité couleur***	4,56 ^b	4,95 ^b	3,22 ^a	4,44 ^b
Tenue du filet	5,62	5,45	5,44	5,62
Fermeté initiale	4,22	4,56	4	5,06
Jutosité initiale	4,56	4,22	4,16	4,56
Texture compacte	4,17	4,39	3,775	4,73
Texture fibreuse	4,28	4,61	4,39	4,34
Intensité odeur globale.	4,84	4,67	4,78	5,17
Intensité odeur de marée	4,28	3,72	3,83	4,22
Persistance odeur	4,34	4,11	4,17	4,50
Intensité .goût global	4,78	4,45	4,78	5,06
Intensité goût iodé	4,50 ^b	3,73 ^a	3,89 ^{ab}	4,28 ^{ab}

* $p < 0,05$ - ** $p < 0,01$ - *** $p < 0,001$

Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes

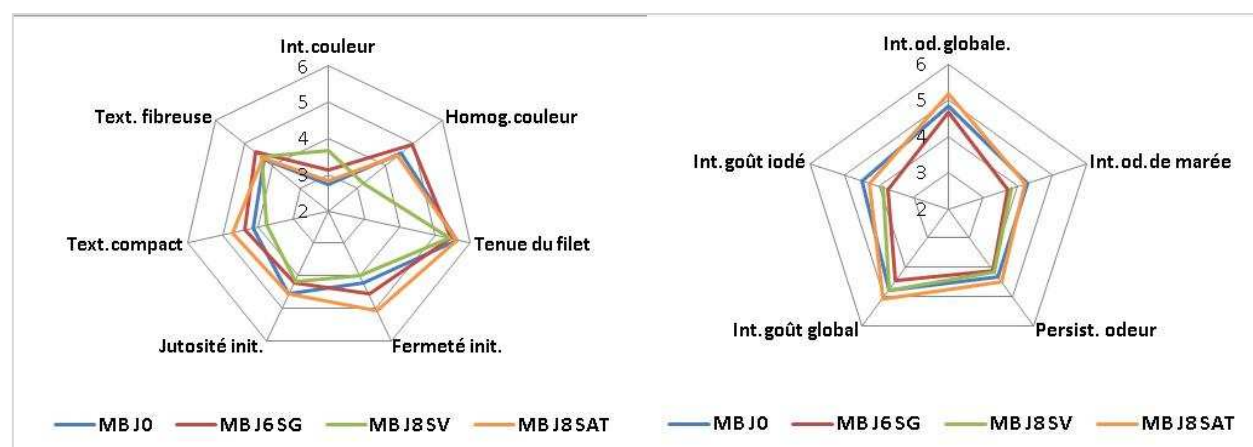


Figure 42 : Evaluation des critères sensoriels de la chair cuite de marlin bleu frais (J0), conservé 6 jours sous glace (J6 SG) , conditionné sous vide 8 jours (J6 SV) et conditionné sous atmosphère (J8 SAT)

Les profils sensoriels des trois échantillons sont relativement similaires. Seule une différence significative à $p < 0,05$ est observée au niveau de l'homogénéité de la couleur, le marlin bleu sous vide se démarquant par une couleur moins homogène.

Par ailleurs, le goût iodé aurait tendance à être plus intense sur le marlin frais.

Les trois modalités de conservation (sous glace, sous vide, sous atmosphère modifiée) ont peu d'impact sur la qualité organoleptique du marlin bleu pour les trois durées évaluées. Le profil sensoriel des 3 lots testés demeurent en effet relativement proche de la qualité du marlin fraîchement pêché à l'exception de la couleur qui devient moins homogène sous vide. Par ailleurs, l'intensité du goût iodé aurait tendance à diminuer sur les 3 lots conservés sous glace, sous vide et sous atmosphère.

6.6.3.4. SYNTHÈSE DES RESULTATS SUR MARLIN BLEU

L'emballage sous vide et le conditionnement sous atmosphère modifiée retardent le développement de la flore microbienne de la chair de marlin bleu en reportant respectivement à 14 et 18 jours l'atteinte de la limite indicative de 10^5 UFC/g, alors qu'elle est de 7 jours pour une conservation classique sous glace.

Ces deux modes de conservation retardent et limitent également la formation d'histamine au moins jusqu'à 16 jours pour le marlin conservé sous vide et 21 jours pour le marlin conservé sous atmosphère. Le taux d'histamine du marlin conservé sous glace dépasse la limite réglementaire de 100 mg/kg à 11 jours.

Il en est de même pour la production de composés azotés volatils.

Le conditionnement sous vide assure une meilleure stabilité de la couleur du marlin jusqu'à 16 jours de conservation. En revanche la chair de marlin semble plus sensible aux phénomènes de décoloration en conservation sous glace et particulièrement en conditionnement sous atmosphère.

Sur le plan sensoriel, la qualité du marlin est très peu affectée par les trois techniques de conservation testées sur les durées évaluées. Seule la couleur subit une variation sur le poisson sous vide qui présente une plus faible homogénéité de teinte. Le goût iodé serait par ailleurs mieux perçu sur le poisson frais.

7 DISCUSSION

7.1 TRAITEMENT DU POISSON ET CONSERVATION A BORD DES NAVIRES DE PECHE

Les embarquements réalisés sur des navires de pêche exploitant les ressources agrégées sous DCP ont montré une forte hétérogénéité dans les traitements post-capture du poisson et leur réalisation dans le temps, dans le type de conditionnement en mer choisi (type et volume de froid embarqué) et son efficacité pour refroidir les captures. L'étape de saignée mériterait d'être mise en œuvre à bord de tous les navires pour améliorer le refroidissement des captures et limiter la formation d'histamine. La décérébration et la démyélinisation diminueraient le nombre de poissons atteints par le syndrome de chair brûlée (BTS). Les yoles de pêche n'étant pas équipées d'un tuyau d'eau de mer, l'évacuation du sang de l'animal ainsi que le rinçage après l'éviscération pourraient être assurés en immergeant le poisson saigné, pendant plusieurs minutes, dans l'eau de mer le long du navire, avant son conditionnement à bord.

La présente étude a montré que certains germes indicateurs d'hygiène sont présents dans la chair des poissons au débarquement (Coliformes thermotolérants à 44°C et Anaérobies Sulfite Réducteurs). Cela correspond à des contaminations externes pouvant être le résultat de l'utilisation de matériel souillé, d'une contamination croisée lors de l'éviscération, d'un manque d'hygiène de la part du personnel embarqué ou d'un manque de désinfection des équipements.

Les germes d'altération utilisés dans cette étude sont le genre *Pseudomonas*. Les données collectées n'ont pas permis de relier leur dénombrement avec l'altération du poisson au débarquement. Il est probable que l'altération de ce type de produit ne puisse être mesurée par cet indicateur que plusieurs jours après la capture. La flore spécifique de l'altération des poissons tropicaux aurait globalement la même composition que celle des poissons des eaux tempérées mais avec une proportion plus importante de bactéries à Gram positif et d'entérobactéries (Devaraju et Setty, 1985 ; Huss, 1999 ; Liston, 1992). Les résultats de la thèse conduite actuellement en collaboration PARM/Ifremer devraient permettre à terme une meilleure connaissance des souches bactériennes responsables de l'altération des poissons tropicaux, en prenant comme espèce type le thon à nageoires jaunes, *Thunnus albacares*.

La vitesse d'altération des poissons et la durée de conservation sont fortement dépendantes de plusieurs paramètres : la manipulation des captures, la taille, le pH et les propriétés de la peau (Huss, 1999). L'impact de ces paramètres sur la vitesse d'altération peut être résumé dans le tableau 10.

TABLEAU 30: FACTEURS MODIFIANT LA VITESSE D'ALTERATION DU POISSON. SELON HUSS, 1999

Facteurs modifiant la vitesse d'altération	Vitesse relative d'altération	
	Rapide	Lente
Taille	Petit poisson	Grand poisson
pH post mortem	pH élevé	pH faible
Teneur en graisse	Espèces grasses	Espèces maigres
Propriétés de la peau	Peau mince	Peau épaisse

Les thons à nageoires noires et thons à nageoires jaunes sont de grands poissons, à chair maigre et à pH faible (5,8 en moyenne) mais qui ont une peau mince alors que le marlin bleu répond aux trois premiers critères mais a également une peau épaisse. Selon les données synthétisées par Huss, la vitesse d'altération des grands poissons pélagiques serait relativement lente, ce qui en ferait des espèces plus résistantes.

Il est également admis que les poissons tropicaux s'altèrent plus lentement que les poissons des mers tempérées dans la mesure où les bactéries présentes sont plutôt mésophiles et qu'elles ont donc un temps de latence plus long, afin de s'adapter aux basses températures de la conservation sous glace (Knockaert, 2006).

Une manipulation brutale des produits par les membres d'équipage, ainsi que les chocs lors de la navigation dans une mer houleuse, peuvent causer des meurtrissures sur le corps du poisson qui permettent un accès plus rapide des enzymes et des bactéries d'altération dans la chair. Il peut en résulter une dégradation plus rapide de ces produits.

7.2 PARASITES

La présente étude a permis l'identification de certaines espèces qui parasitent la chair des thons et des marlins, notamment les *Myxosporidies*, les *Microsporidies*, les cestodes et les nématodes. Un guide des parasites des grands pélagiques dans la zone des Antilles a été rédigé par une équipe de chercheurs de Puerto Rico en 1996. Il s'intitule « Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the Western Atlantic » (Williams, 1996) et devrait servir de socle de référence pour de futurs travaux en parasitologie.

La présence dans les filets de poisson de parasites est un phénomène naturel qui n'est aucunement liée à de mauvaises conditions de manutention ou de stockage du poisson à bord ou à terre. La plupart des parasites sont détruits lors de la cuisson du produit (plus d'une minute à 60°C). Dans le cas d'une consommation de poisson cru (sashimi, sushi, tartare, ceviche, poisson à la tahitienne) ou peu cuit, il est recommandé de congeler à cœur les produits au moins 24h à -20°C avant leur consommation (Annexe 9 – Arrêté du 28 décembre 1992). Cependant, la destruction des larves de nématode (type *Anisakis simplex*) par les traitements thermiques tels que la cuisson et la congélation ne prévient pas l'allergie. En effet, ces traitements n'inactivent pas tous les allergènes des nématodes (Augry, 2012).

7.3 CARACTERISATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LA CHAIR

Le muscle de thon à nageoires noires, de thon à nageoires jaunes et de marlin bleu est une excellente source de protéines. Ce sont des espèces à chair maigre, riche en eau, dont la teneur en lipides musculaires est inférieure à 2%.

Une étude conduite par une équipe chinoise a montré que les acides gras majoritaires chez le thon à nageoires jaunes sont l'acide palmitique (C16 :0), l'acide oléique (C18 :1), l'acide docosahexaénoïque – DHA (C22 :6) et l'acide stéarique (C18 :0) (Peng, 2013). Au Sri Lanka, Karunarathna a évalué la composition en acides gras de différentes parties de thonidés. Les lipides du muscle blanc du thon à nageoires jaunes sont composés de 12,3% d'acides gras saturés (AGS), de 14,1% d'acides gras mono-insaturés (AGMI) et de 72,4% d'acides gras polyinsaturés (AGPI). Les AGPI se décomposent en Acides gras Oméga-3 (ω 3) et Oméga-6 (ω 6) dans les proportions suivantes : 61,1% et 20,8% pour un ratio ω 6/ ω 3 de 0,34 dans le muscle blanc.

Une étude conduite aux Bermudes a montré que les lipides totaux de la chair de thon à nageoires jaunes sont composés de 30,3% d'AGS, de 17,6% d'AGMI et de 52,11% d'AGPI. Le ratio ω 6/ ω 3 est de 0,28. Pour le marlin bleu, les AGS, AGMI et AGPI représentent respectivement 31,9%, 21,9% et 46,2% des lipides totaux. Le ratio ω 6/ ω 3 est de 0,32 (Dewailly, 2008).

L'AFSSA recommande un ratio $\omega 6/\omega 3$ inférieur à 5 dans l'alimentation humaine pour éviter que les $\omega 6$ n'induisent une compétition excessive vis-à-vis des $\omega 3$ (AFSSA, 2003). La bibliographie citée ci-dessus indique que ce ratio dans la chair de thons et marlins est très largement inférieur à cette limite, ce qui confère un bon apport d'acides gras $\omega 3$ aux consommateurs.

7.4 CARACTERISATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DE LA CHAIR

Les teneurs en dioxines et PCB-DL et PCB-NDL relevées sur l'ensemble des échantillons de grands pélagiques (thons et marlins) sont très largement en dessous des teneurs fixées par le Règlement (UE) n°1259/2011. Ce résultat peut s'expliquer de plusieurs façons. D'une part, les espèces échantillonnées font partie de la catégorie des « poissons maigres », en effet, leur chair à une teneur en lipides inférieure à 2%. Les dioxines et PCB sont des molécules fortement lipophiles qui s'accumulent donc préférentiellement dans la matière grasse des poissons. D'autre part, les thons et marlins sont des poissons pélagiques, qui vivent, s'alimentent et se reproduisent en pleine mer. Les concentrations en PCB et dioxines sont plus importantes dans les eaux estuariennes et côtières que dans les eaux océaniques en raison de l'apport terrigène par les fleuves.

Les teneurs en métaux lourds dans les grands pélagiques dépendent fortement de l'espèce, de son âge, de sa taille (poids), et du métal dosé. La contamination au plomb de ces espèces est inférieure au seuil de détection de la méthode de dosage (0,1 mg/kg de matière sèche). Ces organismes accumulent peu ce métal dans leur chair.

La concentration en cadmium s'est révélée supérieure à la teneur réglementaire pour deux échantillons prélevés sur un même individu (MB3). A notre connaissance, très peu d'études scientifiques ont montré une accumulation de cadmium dans les grands poissons pélagiques, excepté pour l'espadon (*Xiphias gladius*) dont la teneur moyenne serait de 0,046 mg/kg de poids frais (Suppin, 2005). Les études publiées montrent que la contamination au cadmium concerne davantage les petits pélagiques côtiers comme les sardines et les harengs.

Le cas du mercure est plus spécifique, en effet, les grands prédateurs (en bout de chaîne trophique), sont connus pour accumuler le mercure en grande quantité, notamment sous sa forme organique : le méthylmercure. La bibliographie sur ce thème est relativement vaste, les principales données sont répertoriées dans le Tableau 11.

Les dosages en mercure total réalisés lors de cette étude sont en adéquation avec les données bibliographiques publiées. La moyenne des concentrations dans les échantillons de thon à nageoires noires est de 0,68mg/kg, valeur très proche de celle issue des prélèvements dans le Golfe du Mexique (Cai, 2007). Pour le thon jaune, nous avons trouvé 0,32mg/kg en moyenne, cette valeur se situe plutôt dans la partie haute des références internationales. Enfin, concernant le marlin bleu, nos valeurs se situent plutôt en deçà des valeurs publiées. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les individus prélevés sont plutôt de jeunes marlins. De nombreuses études menées à travers le monde ont mesuré le taux de mercure dans les produits de la mer. La majorité de ces études a mis en évidence une corrélation positive entre la concentration en mercure et le poids du poisson (Rasmussen, 2008).

Plusieurs études ont mesuré la proportion de méthylmercure et sa contribution à la concentration en mercure total dans le poisson. Les proportions peuvent varier, même chez les poissons d'une même espèce. Pour le thon jaune, le méthylmercure représenterait 88% du mercure total (Rivers, 1972). Une autre étude a montré que la proportion du mercure total sous forme de méthylmercure dans diverses espèces de thons serait de 70 à 77% (Yamashita *et al.*, 2005).

Pour le marlin bleu, le méthylmercure représenterait seulement 10% du mercure total (Shultz, 1976) alors que d'autres études indiquent des proportions en méthylmercure de 43% (Yamashita et al., 2005) à 51-63% (Forysth *et al.*, 2004).

TABLEAU 20: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE DES TENEURS EN MERCURE TOTAL ET EN METHYLMERCURE DANS LES THONS ET MARLINS

Espèce	Nombre de poissons	Mercure total			Méthyl mercure			Zone et auteur
		moyenne	minimum	maximum	moyenne	minimum	maximum	
<i>Thunnus atlanticus</i>	37	1,070	0,160	2,000				Floride (Adams, 2004)
	48	0,64	0,00	1,410				Golfe du Mexique (Cai, 2007)
	2	0,20	0,20	0,20				Bermuda (Dewailly, 2008)
<i>Thunnus albacares</i>	56	0,250	0,068	0,650				Floride (Adams, 2004)
	29	0,540	0,240	1,320	0,480	0,250	1,000	(Rivers, 1972)
	16	0,142	0,026	0,234				Thaïlande (Menasveta, 1997)
	105	0,210	0,012	0,680				Hawaï (Kraepiel, 2003)
	100	0,220	0,090	0,390				Hawaï (Boush, 1983)
	5	0,231	0,086	0,370	0,206			Seychelles (Matthews, 1983)
	103	0,180	0,070	0,870				Golfe du Mexique (Cai, 2007)
	17	0,37	0,18	1,10				Bermuda (Dewailly, 2008)
<i>Makaira nigricans</i>	13		1,770	12,700				Atlantique NO (Luckhurst, 2006)
	4	1,780	1,280	2,380				USA, côte Ouest
	1	3,775						USA, côte Ouest
	10	9,453	0,865	37,800				USA, côte Ouest
	3	1,162	0,120	1,765				USA, côte Ouest
	1	3,650						USA, côte Ouest
	4	1,785	1,370	2,200				Hawaï
	8	2,776	0,130	6,565				Hawaï
	2	5,062	0,813	9,310				Hawaï (Hall, 1978)
	7	0,560		0,620	0,240		0,250	Atlantique (Yamashita, 2005)
	46	3,120	0,090	10,000	0,400	0,020	1,020	Hawaï (Schultz, 1979)
	35	4,350	0,130	16,800	0,450	0,060	0,970	Hawaï (Schultz, 1976)
	9	10,520	4,950	18,720				Golfe du Mexique (Cai, 2007)
3	3,10	3,00	3,30				Bermuda (Dewailly, 2008)	

8 CONCLUSIONS

Cette étude menée sur les produits de la pêche au niveau des dispositifs de concentration de poisson (DCP) a permis de mettre en lumière l'impact des techniques post abattage telle que la saignée, ainsi que les effets des modes de conservation du poisson sur la qualité sanitaire et le profil sensoriel de la chair.

L'intérêt de la saignée a été démontré sur le thon noir en observant une nette diminution de la production d'histamine ; l'histamine étant la première cause de toxi-infections alimentaires liés à la consommation de poisson en France (DUFLOS, 2009). L'effet positif de cette pratique a également été mis en évidence sur la couleur de la chair, plus intense et plus stable au cours du temps pour le poisson saigné. Les analyses microbiologiques montrent que le genre *Pseudomonas* connus comme germes majoritaires de la flore colonisatrice des poissons des eaux tempérées est peu impliqué dans le processus de dégradation des poissons testés ici. Des travaux d'identification de la microflore des poissons pêchés dans les eaux de ma zone sont à réaliser afin de permettre d'élucider les mécanismes de leur altération et de définir les germes en cause. La détection de germes indicateurs d'hygiène sur différents prélèvements de poisson au cours de l'expérimentation témoigne d'une insuffisance de maîtrise du risque sanitaire durant les opérations de capture, post-captures et les phases de préparation/manutention du poisson.

Un traitement post-capture efficace associé à une bonne réfrigération des poissons en mer permet de conserver les prises dans un bon état de fraîcheur jusqu'au débarquement. Les principales conclusions de cette étude sont de traiter rapidement le poisson juste après sa capture (saignée complète avec évacuation du sang, décérébration et déméduation, éviscération et rinçage) puis de le glacer efficacement afin que le refroidissement soit optimal. L'équipage doit assurer également le maintien des bonnes pratiques d'hygiène à bord des navires de pêche (nettoyage et désinfection réguliers du pont du navire, du matériel et de la cale à glace, hygiène du personnel manipulant le poisson). Le respect de toutes ces conditions devrait permettre aux marins pêcheurs antillais de débarquer un produit de première qualité.

Une caractérisation plus fine des composants de la chair des grands poissons pélagiques capturés sous DCP doit conduire les marins pêcheurs à mieux renseigner leur clientèle sur les propriétés du produit commercialisé (excellente source de protéine, riche en acides gras polyinsaturés dont les Oméga-3). L'identification sommaire de certaines familles de parasites rencontrées dans la chair de ces poissons doit également servir de support pour les marins pêcheurs qui découvrent certains parasites lors de la découpe des poissons et de pouvoir conseiller les acheteurs qui souhaitent consommer du poisson pélagique en cru ou légèrement cuit (principe de précaution : congélation à cœur pendant 24h à -20°C).

Les résultats de l'étude de la contamination indiquent que les grands pélagiques capturés sous DCP dans les Antilles peuvent avoir un taux musculaire de mercure et de cadmium significatif voir supérieur à la norme européenne. Il apparaît important que les préconisations internationales puissent être connues de la part des populations à risque, notamment les femmes enceintes et allaitantes et les familles de pêcheur consommant de grandes quantités de poissons pélagiques (voir Annexe 10). Une étude plus approfondie, prenant en compte, les teneurs en mercure inorganique et en méthylmercure sur un échantillon plus conséquent, serait essentielle pour permettre de caractériser plus finement cette contamination et d'appréhender la relation bénéfices/risques de la consommation de poissons pélagiques.

La conservation sous glace pendant 6 jours ne modifie pas la qualité sensorielle du produit excepté chez le marlin dont la couleur semble rapidement sensible au brunissement. Le conditionnement sous vide offre le meilleur compromis entre qualités gustatives, aspect visuel (couleur) et qualité sanitaire (flore microbienne et histamine) aussi bien sur thon jaune que sur marlin. La durée de conservation sous vide varie avec l'espèce (7

jours pour le thon jaune – inférieure à 10 jours pour le marlin). Pour ces deux espèces, le conditionnement sous atmosphère protectrice (40 % CO₂ et 60 %O₂) permet de retarder le processus de dégradation (microbienne et biochimique) mais altère plus rapidement la couleur. Il conviendrait de tester d'autres types de mélange gazeux (azote, O₂, CO₂) afin d'en évaluer les effets.

Comparativement au conditionnement sous vide, cette technique de conservation est plus coûteuse en raison du matériel nécessaire à sa mise en œuvre (gaz, barquette, équipement).

Aucune différence gustative n'a été notée entre le thon frais pêché localement et le produit importé congelé.

9 RECOMMANDATIONS

La mise en place par les représentants de la profession d'un **Guide des bonnes pratiques à bord des navires exploitant les ressources pélagiques** à l'attention des marins pêcheurs et l'intégration d'un module « **Qualité des produits** » aux formations initiales et continues seraient primordiales pour optimiser la qualité à bord des navires de pêche. La mise en œuvre effective de ces actions par des professionnels, via une charte qualité, permettra la standardisation des pratiques afin d'homogénéiser la qualité des produits débarqués et à terme pouvoir labelliser cette pêcherie.

Le guide ainsi que les supports pédagogiques devraient se décliner en plusieurs thèmes et être illustrés de schémas pour une meilleure application sur le terrain par les professionnels :

- Hygiène à bord – Plan de désinfection du matériel et du navire
- Traitement post-capture des poissons
 - o Techniques d'abattage, de saignée, de déméduation et impacts sur la chair du poisson
- Conditionnement en mer
 - o Mode de refroidissement et capacité frigorifique
 - o Techniques de glaçage des prises pour obtenir un refroidissement efficace et rapide
- Caractérisation du produit commercialisé (composition chimique, contaminants, parasites)
- Réglementation liée à la commercialisation en vente directe et choix de matériels adaptés

Enfin, une étude portant sur la qualité du segment aval de la filière permettrait d'obtenir une vision d'ensemble de ce secteur. Pour cela, un recensement des acteurs (mareyeurs, transformateurs, revendeurs) et une description des circuits de distribution et de commercialisation des produits de la mer en Martinique seraient essentiels. Associé à cette compréhension du maillage local, un suivi spécifique de la qualité devra être mené sur les sites de vente collectifs et privés afin de mieux appréhender le devenir du poisson après le débarquement, notamment l'évolution de sa fraîcheur.

Inscrire l'ensemble de la filière « produits de la mer » dans une démarche qualité est essentiel pour promouvoir de façon optimale et durable la consommation de produits frais locaux et valoriser par ce biais les marins pêcheurs comme « fournisseurs de fraîcheur et de qualité ».

10 RESULTATS DES ECHANGES AVEC LES PROFESSIONNELS ET LES REPRESENTANTS DES PAYS VOISINS SUR LA QUALITE DES PRODUITS DE LA PECHE

Plusieurs échanges ont été organisés afin de présenter les résultats des travaux ci-dessus et recueillir les points de vue sur la valorisation de ce travail, les difficultés de mise en œuvre des recommandations et s’informer des différentes approches développées dans certains pays de la Caraïbe afin d’améliorer la qualité des produits débarqués par des petites unités artisanales non pontées (voir annexes 9 et 10).

Pour les pêcheurs, **la qualité permet de vendre plus vite ou de conserver sa production plus longtemps** sans évolution de ses qualités gustatives, visuelles et sanitaires. La qualité ne coûte pas cher car il s’agit essentiellement de respecter une pratique de traitement et de conservation du produit (pratique de la saignée du poisson ou de la déméduation, ...). Elle peut favoriser une augmentation du prix de vente, mais il est nécessaire pour cela que tous les pêcheurs fassent de la qualité car **une mauvaise image donnée par certains, rejait sur toute la profession**. Dans le cas des Antilles françaises, **la qualité est un moyen de distinguer les produits de la pêche locale dont la place sur le marché domestique s’est réduite très fortement**, ces dernières années, du fait de l’augmentation des importations, en particulier des produits congelés.

La qualité dépend, selon les pêcheurs, de :

- la quantité pêchée car plus on pêche moins on a le temps de faire de la qualité, mais aussi parce que le poisson est plus entassé (frottement, ...)
- des espèces capturées. Les thons sont plus fragiles que les marlins. Cependant, le marlin est difficile à conditionner en cale à glace car il est trop long
- la durée trop longue de la pêche favorise la dégradation de la qualité
- la quantité de glace à bord. Celle-ci est coûteuse et son poids se ressent sur le déplacement du navire (consommation, puissance motrice nécessaire, ...)
- du nombre de marins à bord. En effet, lorsqu’il y a plus d’hommes à bord, l’un d’entre eux peut se consacrer à la qualité
- **l’équipement et de la conception du navire**. Certaines embarcations n’ont pas de compartiment frigorifique. Ces derniers lorsqu’ils existent sont relativement petits sur un navire non ponté. Les vibrations et les chocs (surtout lorsque le compartiment est placé à l’avant de l’embarcation) ont été évoqués par les pêcheurs comme facteurs de dégradation de la qualité des produits. Certains pêcheurs utilisent de la paille pour réduire les frottements entre les poissons et augmenter l’isolation thermique. [NDR : cette pratique n’est pas idéale au plan de la qualité microbienne].

La question de la **légalité de certaines pratiques qui amélioreraient la qualité** à défaut de respecter strictement une réglementation impossible à mettre en œuvre en raison des équipements dont disposent les pêcheurs, a été débattue. C’est le cas par exemple du découpage de gros poissons dans les pays européens, pour pouvoir les mettre dans la cale à glace d’une petite embarcation plutôt que de les laisser au soleil dans le fond de l’embarcation.

Une **amélioration des points de débarquement est nécessaire pour faire de la qualité** à bord des embarcations de pêche. Les points suivants ont été évoqués lors des rencontres avec les pêcheurs :

- pour une bonne hygiène, les embarcations doivent être nettoyées et désinfectées. L’usage d’eau de javel est nécessaire et un rinçage de l’embarcation doit être prévu. Pour cela, **de l’eau propre est nécessaire et son évacuation doit être prévue** afin de ne pas polluer l’environnement. En absence d’équipement des ports, cette opération doit être réalisée en haute mer

- un bon équipement des ports et une optimisation de l'utilisation de ces équipements supposent le **regroupement des unités de pêche en quelques points** autour de l'île.

La question de l'approvisionnement toute l'année de structures de commercialisation a été abordée, car pendant les périodes de faibles débarquements elles ne fonctionnent pas. La **nécessité d'augmenter le prix du poisson en basse saison** a été proposée. Cette pratique est déjà testée par des pêcheurs et donne de bon résultat. Le mélange de produits locaux et importés en période de baisse de la pêche locale est une pratique courante que les pêcheurs jugent mauvaise car la qualité n'est pas la même.

Pour une amélioration de la qualité des produits et une homogénéisation de celle-ci sur l'ensemble du territoire, les pêcheurs professionnels ont proposé la démarche suivante :

- conduire une **étude sur les circuits de distribution et les acteurs de la commercialisation** afin de mieux cerner la filière avale de la pêche
- élaboré un **guide des bonnes pratiques** et l'accompagner d'une **formation décentralisée** des pêcheurs en activité (en commune plutôt qu'à l'école de pêche) et d'un **renforcement de la formation initiale** à l'école
- la mise en place d'une **charte de la qualité** engageant les professionnels à faire de la qualité a été souhaitée et serait une première étape vers la labellisation de la pêcherie
- **l'information de la clientèle** est également à prévoir pour qu'elle comprenne mieux les exigences et les critères de reconnaissance de la qualité des produits de la mer.

La réussite d'une telle opération passe par la création d'un poste de **coordinateur qualité** des actions de formation, d'équipement des points de débarquement et de commercialisation, de mise au point des pratiques adaptées aux moyens dont disposent les pêcheurs et d'élaboration d'un guide à destination des professionnels de la pêche et de la vente, d'amélioration des embarcations en relation avec les chantiers naval, etc. Ce poste nécessite une bonne connaissance théorique de la qualité des produits de la mer (aspects scientifiques et réglementaires) mais aussi une expérience des pratiques actuelles et des contraintes qui les conditionnent.

11 BIBLIOGRAPHIE

- Ababouch L.H., L.Souibri, K.Rhaliby, O.Ouahdi, M.Battal and F.F Busta, 1996. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. *Food Microbiology*, **13**, 123-132
- Adams D. H., 2004. Total mercury levels in tunas from offshore waters of the Florida Atlantic coast. *Mar. Pollut. Bull.* 49 : 659-667
- AFSSA, 2003. Groupe de travail sur les oméga 3. Acides gras de la famille Omega 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations.
- Augry S., 2012. Données actuelles sur les Anisakidés et l'anisakidose. Thèse de doctorat, Oniris, 232 p.
- Ahimbisibwe J.B., Inoue K., Shibata T. and Aoki * T.2010, Effet de la saignée sur la qualité de la chair de la sériole couronnée (*Seriola dumerili*) et la dorade japonaise (*Pagrus major*) durant un entreposage sous glace. *Fisheries Science*, 2010, **76** (2), DOI : 10.1007/s12562-009-0212-z, p. 389-394
- Arrêté du 21 décembre 1979 relatif aux critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées animales ou d'origine animale
- Barrett R.A. and Hester F.I., 1964. Body temperature of yellowfin and skipjack tunas in relation to sea surface temperature. *Nature*, Lond., 203 :96-7
- Beverly S., Chapman L.B., Sokimi W., 2003. La pêche à la palangre horizontale méthodes et techniques: manuel à l'intention des pêcheurs. Nouméa, Nouvelle-Calédonie: Secrétariat général de la Communauté du Pacifique. SPC. ix, 130 p.
- Bouazzaoui Y., Altération de la qualité des produits de la mer. Maroc. <http://fr.scribd.com/doc/46466660/Alteration-de-la-qualite-des-produits-de-la-peche>
- Boush G.M., Thieleke J.R., 1983. Total mercury content in yellowfin and bigeye tuna. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 30: 291-297.
- Cai Y., *and al.*, 2007. Bioaccumulation of mercury in pelagic fishes from the northern Gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64 : 458-469
- Cramer J. L., Nakamura R.M., Dizon A. E. and Ikehara W. N., 1981. Burnt tuna : Conditions leading to rapid deterioration in the quality of raw tuna. *Mar. Fish. Rev.* 43(6) : 12-16.
- Davie P.S., Sparksman R. I., 1986. Burnt tuna : An ultrastructural study of post-mortem changes in muscles of yellowfin tuna (*Tunnus albacares*) caught by rod and reel and southern Bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) caught on handline or longline. *J. Food. Sci.* 51 : 1122-1168.
- Delcloitre F., 1998. La part des différents aliments dans l'exposition au plomb, au cadmium et au mercure, en France. *Cah. Nutr. Diét.* 33(3) : 167-175.
- Devaraju A.N., Setty T.M.R 1985. Comparative study of fish bacteria from tropical and cold temperature marines waters. In: Reilly A. (ed.) Spoilage of tropical fish and product development. FAO Fishery Report, 317 Suppl, 97-107.

- Dewailly E., Rouja P., 2008. Balancing the risks and the benefits of local fish consumption in Bermuda. Food additives and contaminants. Part A. Chemistry, analysis, control, exposure and risk assessment, Vol. 25, n°11: 1328-1338
- Direction Générale de la Santé (DGS), 1992. Etude sur la teneur en métaux dans l'alimentation. La diagonale des métaux, Paris, 1992.
- Duflos G., 2009. Le risque histamine dans les produits de la pêche. Bull. Acad. Vét. France — 2009 - Tome 162 - N°3
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), 2013. Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal 2010; 8(4):1570. [151 pp.]. www.efsa.europa.eu/fr/search/doc/1570.pdf
- Emborg J., Laursen B.G, and Dalgaard P. 2005. Formation significative d'histamine dans le thon (*Thunnus albacares*) à 2°C - Effets des emballages sous vide et atmosphère modifiée sur les bactéries psychotolérantes. *International Journal of Food Microbiology*, 2005-06-15, 101 (3), p. 263-279
- Fonteneau A., Marcille J., 1988. Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique centre-est. FAO Doc. Tech. Pêches, 292 : 214-221.
- Forsyth D., 2004. Methylmercury levels in predatory fish species marketed in Canada. Food additives and Contaminants. 21(9) : 849-856
- Fowler S. W., 1982. Biological transfer and transport processes. Pollutant transfer and transport in the sea. G. Kullenberg, CRC press. Boca Raton: 2-65.
- Griffin M., Quiniou S., Ware C., Bogdanovic L., Soto E., 2014. *Kudoa thunni* from Blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) harvested off the island of St Kitts, West Indies. *J. of Parasitology*, 100(1) : 110-116.
- Guizanil N., Moza Abdallah Al-Busaidy; Ismail Mohammed Al-Belushi, Ann Mothershaw, Mohammad Shafiur Rahman, 2004. The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). *Food Research International* **38** (2005) 215-222.
- Hall, R.A. *and al.*, 1978. National Marine Fisheries Service Survey of Trace Elements in the Fishery Resource. Washington, DC: US Dept of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA Technical Report NMFS SSRF-721.
- Huss H.H., 1988. Le poisson frais : qualité et altérations de la qualité. Collection HUSS, pêche, **29**, 132p.
- Huss H.H., 1999. La qualité et son évolution dans le poisson frais. FAO Documents Techniques sur les Pêches – T. 348. Rome : 196p.
- IFREMER, 2008, Fiche de synthèse "Histamine"
- Karunarathna K.A.A.U., Attygalle M.V.E., 2010. Nutritional evaluation of five species of tuna. *Vidyodaya Journal of Science*, Vol. 15: 7-16
- Kaushik S.J., 2004. Les dioxines et les PCB chez le poisson. *Dossiers de l'Environnement de l'INRA*, 26, 101-108.
- Knockaert C., Cornet J., Cardinal M., Gasset E., 2008. Caractérisation de la qualité du Platax (*Platex orbicularis*) issu d'aquaculture. Transformation, composition chimique, caractérisation sensorielle. Rapport final de convention SPE/Ifremer, 88p.

- Knockaert C., 2008. Mission de soutien à la filière pêche et aquaculture en Polynésie française. Rapport et documents annexes, IFREMER
- Kraepiel A.M. *and al.*, 2003. Sources and variations of mercury in tuna. *Environ. Sci. Technol.* 37: 5551-5558.
- Leblanc J. C., 2006. CALIPSO : Etude des consommations alimentaires de produits de la mer et imprégnation aux éléments traces, polluants et oméga 3. Afssa, Inra.
- Leblond E., Daurès F., Merrien C., Demaneche S., Le Blond S., Berthou P., Reynal L., Volny-Anne C., Simonnet L., Pau C., Gréaux S., 2013. Activité 2011 des navires de pêche du quartier maritime de Fort de France (Martinique), Système d'informations halieutique Martinique. Open access version : http://sih.ifremer.fr/content/download/17715/115359/file/FICHE_LIEU_2011_ZAN_13_FF.pdf
- LEDUC F (2011). *Evaluation de la qualité des poissons frais par des approches chimiques*. Thèse de doctorat ès sciences de la vie et de la santé, Université de Sciences et technologie de Lille 1, Lille, 183 p.
- Lindqvist O., *and al.*, 1985. Atmospheric mercury - a review. *Tellus* 37B: 136-159.
- Liston J., 1992. Bacterial spoilage of seafood. In: H.H. Huss, Jakobsen M. and Liston. J. (eds.), *Quality assurance in the fish industry, Proceedings of an international conference, Copenhagen, Denmark, August 1992*. Elsevier, Amsterdam. 93-105.
- Luckhurst B.E. *and al.*, 2006. Evidence of blue marlin (*Makaira nigricans*) spawning in Bermuda waters and elevated mercury levels in large specimens. *Bull. of Marine Science.* 79 (3) : 691- 704.
- Matthews A.D., 1983. Mercury content of commercially important fish of the Seychelles, and hair mercury levels of a selected part of the population. *Environn. Res.* 30 : 305-312.
- Menasveta P., Siriyong R., 1977. Mercury content of several predacious fish in the Andaman Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 8: 200-204.
- Nakamura K., Fujii Y., Ishikawa S., 1977. Experiments on the prevention of "burning" of tuna – I. An examination of causes of occurrence. *Bull. Takai Reg. Fish. Res. Lab.* 90 : 39-43
- Nerisson P, 1975. L'histamine comme indicateur d'altération. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 39(4), 471-482
- OFIMER, 2006. Guide pratique de l'hygiène à bord des navires de pêche 117 p.
- Peng S., Chen C., Shi Z., Wang L., 2013. Amino Acid and Fatty Acid Composition of the Muscle Tissue of Yellowfin Tuna (*Thunnus Albacares*) and Bigeye Tuna (*Thunnus Obesus*). *Journal of Food and Nutrition Research* 1.4 : 42-45
- Règlement CE n°2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005, concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, JO UE, L 338 : 11-12.
- Règlement CE n°1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, portant fixation des teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, JO UE, L 364 : 5-24.
- Règlement UE n°1259/2011 de la Commission du 2 décembre 2011, modifiant le règlement CE n°1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB autre que ceux du type dioxine des denrées alimentaires, JO UE, L 320 :

- Reynal L., Van Buurt G., Taquet M., 2000. Perspectives de développement des DCP ancrés dans les Petites Antilles. L'exemple de trois îles: Guadeloupe, Martinique et Curacao. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Caribbean-Martinique, 15-19 octobre 1999.
- Rivers J. *and al.*, 1972. Total and organic mercury in marine fish. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 8 (5) : 257-266
- Shultz C. *and al.*, 1976. The distribution of total and organic mercury in seven tissues of the Pacific blue marlin, *Makaira nigricans*. Pacific Sci., 30, 101-107
- Shultz C., 1979. Mercury and selenium in blue marlin, *Makaira nigricans* from the Hawaiian Islands, U.S.A. U.S. Natn Mar. Fish. Serv. Fish. Bull., 76, 872-979.
- Suppin D., Zahlbruckner R., *and al.*, 2005. Mercury, lead and cadmium content of fresh and canned fish collected from Austrian retail operations. Arbeitstagung des arbeitsgebietes lebensmittelhygiene 46: 633-636
- Taquet M., Blanc M., Dagorn L., Filmalter J. D., Fonteneau A. *and al.*, 2011. Artisanal and industrial FADs: A question of scale. Tahiti conference reviews current FAD use and technology. Fisheries Newsletter, 136, 35-45. Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00115/22657/>
- Watson C., Bourke R.E., Brill R.W., 1988. A comprehensive theory on the etiology of burnt tuna. U S Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin, 862: 367-372
- Williams E. H., Bunkley-Williams L., 1996. Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the western Atlantic. Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources, San Juan, PR, and the University of Puerto Rico, Mayaguez, PR, 382p.
- Yamashita Y. *and al.*, 2005. Total mercury and methylmercury levels in commercially important fishes in Japan. Fisheries Science. 71 : 1029-1035.

ANNEXES

MAGDELESA - Etude Qualité – Suivi des températures

Date : / / 20....

Observateur :

Identification du navire

Nom du navire : Type de coque :
 Immatriculation : Glacière : O / N Volume : L
 Nom du patron : Couleur de la cale :
 Nb hommes embarqués : Type de froid embarqué :
 Port de départ / arrivée (si différent) : H. départ : H. arrivée :

Descriptif de la sortie

Numéro du DCP fréquenté :
 Position GPS (WGS84, DMS) : N ° ...' ... / W ° ...' ...
 Engins utilisés : Traîne Bouées dérivantes Jigging Autres :
 Heure de début de pêche : Heure de fin de pêche :

Relevé des températures

Numéro de série de l'enregistreur : Température de l'eau de surface : °C
 Heure de début d'enregistrement :
 Espèce suivie : Longueur à la fourche : cm Poids : kg
PP / PV / PEV

Nature du point critique	Heure	Température sonde blanche	Observations
Capture			Poisson gaffé ou harponné
Abattage			Type d'abattage
Décérébration			Oui / Non
Saignée			Complète / Partielle / Absence
Eviscération			Organes internes / ouies / sang
			Rinçage Oui / Non
Conditionnement			Glacière / Cale
			Feuilles bananier / sac de jute

ANNEXE 2 : PROTOCOLE DE COLLECTE POUR LES MACROPARASITES

Tous les parasites isolés seront conservés dans une solution d'éthanol 70% additionné de glycérol à 5% à 4°C avant identification visuelle sous microscope et/ou loupe binoculaire ou par des techniques de biologie moléculaire.

Matériel pour la dissection de poissons et la collection des échantillons pour la détection des nématodes (vers ronds) et autres parasites

- gants
- planche à découper
- pinces, manche de scalpel et couteaux
- lames de scalpel à usage unique
- pots pour laver le matériel de dissection
- Solution physiologique ou eau MilliQ stérile pour laver le matériel de dissection entre prélèvements
- brosse à dents pour laver le matériel de dissection en fin de journée
- portoirs pour micro-tubes Eppendorf de 2 ml
- tubes Eppendorf de 1.5 ou 2 ml , piluliers de 5, 15 ou 50 ml
- Ethanol à 70% + glycérol à 5%
- Sacs, papier aluminium

Collection des parasites (ectoparasites, copépodes, nématodes, trématodes)

1. Observer attentivement la peau, les ouïes, l'intérieur de la bouche et les nageoires. Prélever les ectoparasites avec des pinces et insérer les dans les tubes différents selon l'organe, de contenance adéquate préalablement remplis avec 70% d'éthanol additionné de 5% de glycérol.
2. Ouvrir la cavité abdominale. A l'aide d'une pince fine et des ciseaux, faire une boutonnière dans la peau de l'abdomen du poisson, un peu en avant de l'orifice urinaire. Réaliser une seconde boutonnière dans la paroi musculaire de l'abdomen et inciser cette paroi suivant la ligne médiane jusqu'à la pointe du sternum. Sortir avec précaution les viscères
3. Prélever les parasites présents sur le péritoine, le foie, et les gonades et les introduire dans des tubes différents selon l'organe contenant 70 % d'éthanol et 5% de glycérol.
4. A l'aide d'une pince fine et des ciseaux ouvrir l'estomac et les intestins afin d'observer la présence de nématodes (vers ronds) ou de trématodes ou cestodes (vers plats), les prélever et les conserver dans l'éthanol glycérolé dans des tubes différents selon l'organe. Prélever également tous les parasites

visibles à la surface de ces organes et les mettre de façon identique dans l'éthanol glycérolé et dans des tubes identifiés.

5. Conserver les poissons éviscérés soit à 4°C, soit dans la glace ou congelés avant d'isoler les parasites présents dans la chair (filets);
6. Isoler les parasites des muscles soit par dissection fine, soit par digestion à la pepsine. Si l'isolement est réalisé par dissection fine, tous les parasites macroscopiques pourront être isolés. Si la séparation des parasites des tissus est réalisée par la méthode de digestion, ce seront essentiellement les larves de nématodes qui seront isolées.

ANNEXE 3 : PROTOCOLE DE COLLECTE POUR *CRYPTOSPORIDIUM*

Matériel pour la dissection de poissons et la collecte des échantillons pour la détection de *Cryptosporidium*

- gants
- plateaux pour la dissection de poisson
- boîtes de matériel de dissection (1 pince droite, 1 pince courbe, petit ciseaux, grand ciseaux)
- boîtes de scalpels à usage unique, emballage individuel
- Pots pour laver le matériel de dissection
- Bactipal pur (ou une autre solution décontaminant) pour décontaminer le matériel de dissection entre prélèvements (Dilution 10%)
- Solution Physiologique pour laver le matériel de dissection entre prélèvements
- Brosse à dents pour laver le matériel de dissection en fin de journée
- 1 flacon contenant du Surfanios pour laver le matériel de dissection en fin de journée
- seringues de 10 ml pour la distribution de solutions
- portoirs pour micro-tubes Eppendorf de 2 ml
- tubes Eppendorf de 2 ml (si possible colorés : rouges pour le grattage d'estomac, bleus pour le contenu intestinal, blancs pour le grattage d'intestin)
- pots formol 10%
- grattoirs de cellules (25 cm lame 18 mm) (Ref Dutscher 010154)
- boîtes de Pétri
- Pipettes de transfert de 5 ml
- Eau MilliQ ou solution physiologique pour le lavage des organes
- Pipettes Pasteur cotonnées fermées
- RNA later (Ambion, Cat 7020) ou RCL2
- Dichromate de Potassium (2,2 gr/100 ml H₂O)

Préparation tubes *Cryptosporidium*

1. Remplir tubes Eppendorf rouges de 2 ml avec 1,5 ml de RNA later pour récupérer le grattage de la muqueuse gastrique.
2. Remplir tubes Eppendorf blancs de 2 ml avec 1,5 ml de RNA later ou RCL2 pour récupérer le grattage de la muqueuse intestinale.
3. Remplir 150 tubes Eppendorf bleus de 2 ml avec 1 ml de Dichromate de Potassium (2,2 gr/100 ml H2O) pour récupérer une partie du contenu intestinal.

Collection des échantillons pour *Cryptosporidium*: estomac

1. A l'aide d'une pince fine et des ciseaux, faire une boutonnière dans la peau de l'abdomen du poisson, un peu en avant de l'orifice urinaire. Réaliser une seconde boutonnière dans la paroi musculaire de l'abdomen et inciser cette paroi suivant la ligne médiane jusqu'à la pointe du sternum.
2. Détacher l'œsophage auquel la bouche est étroitement unie. Inciser le diaphragme afin de libérer la partie terminale de l'œsophage. Dérouler avec précaution l'appareil digestif en sectionnant les replis du péritoine et les nombreux vaisseaux qu'il renferme.
3. Détacher l'estomac. Ouvrir l'estomac avec des ciseaux dans le sens longitudinal.
4. Dans une boîte de pétri laver avec de la solution physiologique et à l'aide d'une pipette de transfert stérile pour se débarrasser du contenu gastrique.
5. Couper un morceau d'estomac et le déposer dans un pot de Formol à 10%.
6. Déposer la partie restante de l'estomac (ou une portion si c'est un grand poisson) dans une boîte de Pétri propre, en orientant la muqueuse vers le haut. Déposer sur la muqueuse 1,5 ml de "RNA later" (pour la stabilisation et protection des ARN dans les tissus).
7. Gratter la muqueuse de l'estomac avec le grattoir de cellules (en faisant attention à rincer le grattoir dans le RNA later).
Récupérer le liquide contenu dans la boîte de Pétri après le grattage et le transférer dans un tube Eppendorf de 2 ml. Placer à -20°C (ou à 4°C si vous ne disposez pas d'un congélateur).
8. Laver les instruments avec une solution désinfectante (Nous utilisons du Bactipal à 10% -solution à base d'acide péracétique, de peroxyde d'hydrogène et d'acide acétique).
9. Recommencer avec l'intestin en utilisant du nouveau matériel.

Collection des échantillons pour *Cryptosporidium*: intestin

1. Une fois que vous avez déroulé avec précaution l'appareil digestif (en sectionnant les replis du péritoine et les nombreux vaisseaux qu'il renferme), détachez l'intestin.
2. Récupérer une partie du contenu intestinal dans un tube avec du dichromate de potassium 2%.
3. Couper un morceau d'intestin et le déposer dans le même pot de formol à 10% contenant déjà l'estomac.
4. Ouvrir l'intestin ou une partie. Vous pouvez utiliser une pipette Pasteur dans le sens longitudinal à l'aide des ciseaux.
5. Laver avec de la solution physiologique et à l'aide d'une pipette de transfert stérile.
6. Déposer l'intestin ou une partie dans une boîte de Pétri propre (orienter la muqueuse vers le haut), puis ajouter 2 ml de "RNA later".
7. Gratter la muqueuse de l'intestin avec le grattoir de cellules (en faisant attention à rincer le grattoir dans le « RNA later »).
8. Récupérer le liquide contenu dans la boîte de Pétri après le grattage et le transférer dans un tube Eppendorf de 2 ml. Placer à -20°C (ou à 4°C si vous ne disposez pas d'un congélateur).
9. Laver les instruments avec de Bactipal et recommencer avec un autre poisson en utilisant du nouveau matériel.

ANNEXE 4. GRILLE METHODOLOGIQUE DE L'ANALYSE SENSORIELLE, PARM

ASPECT VISUEL		Note 1	Note 7
<p>Intensité de la couleur de la chair</p> <p>Observer la chair du filet de poisson et évaluer l'intensité de la couleur</p>	Evaluer la chair du poisson	Blanc cassé	Gris
<p>Homogénéité de la couleur de la chair</p> <p>Evaluation de la régularité et de l'uniformité de la couleur du poisson, en appréciant l'intensité des contrastes de couleur de la chair</p>	Evaluer la chair du poisson	Mauvaise (4 nuances différentes)	Très homogène (1 seule nuance de couleur)
<p>Aspect brillant de la chair de poisson</p> <p>Evaluation de l'aspect brillant de la chair de poisson pouvant laisser penser à une surface brillante</p>	Evaluer la chair du poisson	Peu brillant	Très brillant
<p>Aspect gélatineux de la chair de poisson</p> <p>Evaluation de l'aspect gluant de la chair de poisson, pouvant laisser penser à une surface de gélatine</p>	Evaluer la chair du poisson	Peu gélatineux	Très gélatineux (brillant, gluant)
<p>Tenue du filet</p> <p>Correspond à évaluer le maintien et la cohésion du filet</p>	Observation (sans manipulation)	Mauvaise	Très bonne
<p>Aspect juteux visuel</p> <p>Correspond à l'observation de la quantité de jus de cuisson dégagée par la tranche sans aucune manipulation</p>	Observation (sans manipulation)	Peu juteux	Très juteux
<p>Présence de gouttes de gras</p> <p>Evaluation du nombre de gouttes de gras présentes dans le jus de cuisson</p>	Observation (sans manipulation)	Absence de gras	Nombreuses gouttes

CRITERES OLFACTIFS		Note 1	Note 7
<p>Intensité de l'odeur globale</p> <p>Correspond à l'intensité de l'odeur que vous percevez, toutes odeurs confondues</p>	Sentir le filet de poisson	Absence	Très intense
<p>Intensité de l'odeur de marée</p> <p>Correspond à l'intensité de l'odeur que vous percevez, identique à celle</p>	Sentir le filet de poisson	Absence	Très intense (poisson de

perçu près de la mer (iode, algue, ...)			mer)
Intensité de l'odeur de poisson Correspond à l'intensité de l'odeur que vous percevez, identique à celle perçue près de la mer (iode, algue, ...)	Sentir le filet de poisson	Absence	Très intense (poisson de mer)
Persistance de l'odeur Estimation du critère saturant et persistant du poisson	Sentir le filet de poisson et évaluer après 3 secondes	Absence	Très intense
Présence d'odeur anormale Estimation du critère anormal (rance) de l'odeur du poisson	Sentir le filet de poisson et évaluer après 3 secondes	Absence	Très intense

CRITERES GUSTATIFS		Note 1	Note 7
Intensité du goût global en attaque Correspond à l'intensité du goût que vous percevez, tous arômes et saveurs confondus immédiatement à la mise en bouche	Prélever un morceau du cœur du filet (3x3cm)	Absence	Très intense
Intensité du goût iodé Evaluation des sensations gustatives que vous percevez identique au goût iodé, perçues par le nez et la voie rétro-nasale	Sentir le filet et ensuite se boucher le nez, mettre un morceau en bouche, mastiquer, relâcher le nez tout en continuant de mastiquer et estimer la flaveur	Absence	Très intense
Intensité de l'odeur de poisson Correspond à l'intensité de l'odeur que vous percevez, identique à celle perçue près de la mer (iode, algue, ...)	Prélever un morceau du cœur du filet (3x3cm)	Absence	Très intense

TEXTURE EN BOUCHE		Note 1	Note 7
<p>Fermeté initiale</p> <p>La fermeté découle de la notion de dureté. Il s'agit d'estimer la réactivité du poisson, à savoir la souplesse ou la force à appliquer pour déformer la chair lors de la première mastication</p>	Comprimer le morceau entre les molaires jusqu'à pénétration complète. Evaluer la fermeté de l'aliment lors de cette première mastication	Non ferme (saumon)	Très ferme (thon)
<p>Jutosité initiale</p> <p>Evaluation la quantité d'eau dégagée par le produit dès l'introduction du produit lors des premières mastICATIONS</p>	Placer l'échantillon entre les molaires et après 2 mastICATIONS, évaluer la jutosité de l'aliment	Non juteux (thon)	Très juteux
<p>Texture compacte en bouche</p> <p>Evaluer si les fibres du poisson se disloquent sous l'action de la mastication : appréciation de la cohésion compacte des fibres</p>	Comprimer le morceau entre les molaires jusqu'à pénétrations complète. Effectuer cette manipulation 3 fois de suite	Non compact	Très compacte (thon)
<p>Texture fibreuse en bouche</p> <p>Evaluation de la texture filandreuse en bouche</p>	Après mastication, évaluer la texture filandreuse en bouche	Non fibreux	Très fibreux (morue)

ANNEXE 5. RECAPITULATIF DES SUIVIS DE TEMPERATURE DE SURFACE REALISES EN DOMINIQUE

Par Héloïse Mathieu

Traitement post-capture et caractérisation de la conservation à bord des navires dominiquais

Des suivis de température ont été réalisés dans les eaux dominiquaises au cours d'embarquements en mer à bord de navires de pêcheurs professionnels. Le traitement post-capture des individus p ch s a également été noté suivant la fiche pr sent e en Annexe 1.

En Dominique, la température de surface a été suivie au total sur 3 marlins bleus (*Makaira nigricans*) et 3 thons à nageoires jaunes (*Thunnus albacares*). Ces suivis de température de surface sont présentés respectivement en figure A et figure B.

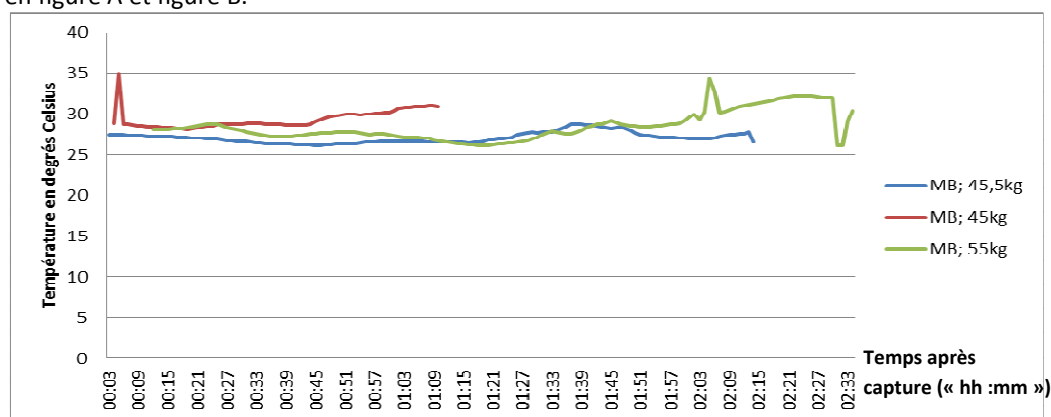


FIGURE A: SUIVIS DE TEMPERATURE DE SURFACE REALISES EN DOMINIQUE SUR TROIS MARLINS BLEUS

Les trois marlins bleus ont eu le même conditionnement à bord du navire. Le poisson est enveloppé dans un tapis, puis placé sur le pont du navire pendant tout le reste de la sortie en mer, rincé une fois de temps en temps avec de l'eau de mer. Ces individus vont ainsi obtenir un profil de température de type D, spécifique du conditionnement sur le pont du navire sans réfrigération. L'éviscération pour ces trois individus a eu lieu après débarquement.

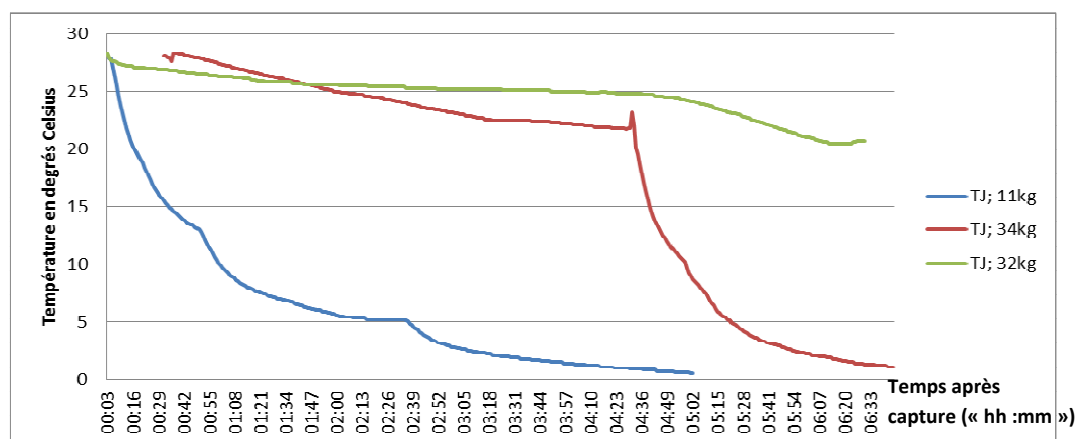


FIGURE B: SUIVIS DE TEMPERATURE DE SURFACE REALISES EN DOMINIQUE SUR TROIS THONS   NAGEOIRES JAUNES

Les trois thons à nageoires jaunes n'ont pas subi le même conditionnement à bord du navire, ce qui explique les différents profils de température obtenus sur la figure B.

Le thon à nageoires jaunes de 11kg (série en bleu) a été placé immédiatement dans une glacière après gaffage sans autre traitement post-capture, suivant ainsi un profil de température de type A. Le poisson sera éviscéré une fois à terre. Le thon de 34kg (série en rouge) a lui aussi été placé en glacière mais après avoir été étêté et éviscéré à bord du navire, une fois placé dans la glacière l'individu suit un profil de température de type A. Enfin le troisième thon à nageoires jaunes (série en vert) suit un profil de température de type D car il est resté sur le pont du navire pendant le reste de la sortie en mer.

De façon générale le traitement post-capture des poissons se limite au gaffage avant de monter l'individu à bord du navire et de l'éviscération qui se fait encore par certains professionnels à terre malgré un fort effort de formation des pêcheurs de la part de la « Fisheries Division » (département de pêche de la Dominique). La décérébration et la saignée ne sont pas pratiquées par la plupart des pêcheurs. Quant à la conservation à bord, elle est souvent limitée par la taille de navire. Certains navires ne sont pas équipés d'une cale à glace intégrée dans leur coque. Les marins pêcheurs embarquent une glacière de type camping d'un volume de 80 à 100 litres qui sera le seul moyen de conservation des captures au froid à bord des navires dominiquais.

ANNEXE 6 : SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS DU TRAITEMENT ET DE LA CONSERVATION A BORD

Espèce	Référence Echantillon	Date de capture	Poids vidé (kg)	Longueur fourche (cm)	Type navire	Traitement à bord			Type de profil température	Diff. en h. Evisc/Deb.	Diff. en h. Capture/Déb.
						Décérébration	Saignée	Eviscération			
<i>Thunnus atlanticus</i>	TN1	15/05/2012	3,5	62	Yole	Non	Non		C	2 :00	8 :00
	TN2	09/07/2012	1,2	46	Yole	Non	Partielle		B	3 :00	3 :00
	TN3	09/07/2012	4,0	60	Yole	Non	Partielle		B	1 :00	4 :00
	TN4	03/09/2012	6,8	74	Yole	Non	Non		C	1 :00	13 :00
	TN5	21/10/2012	2,3	51	Yole	Non	Non		A	6 :00	6 :00
	TN6	05/03/2013	6,4	76	Ponté	Oui	Complète		A	0 :00	73 :00
	TN7	06/03/2013	2,5	56	Ponté	Oui	Complète		A	0 :00	57 :00
	TN8	06/03/2013	5,0	69	Ponté	Oui	Complète		A	0 :00	56 :00
	TN9	28/03/2013	2,3	51	Ponté	Non	Non		A	1 :00	34 :00
	TN10	28/03/2013	2,3	53	Ponté	Non	Complète		A	1 :00	21 :00
	TN11	29/03/2013	2,0	52	Ponté	Non	Non		A	1 :00	13 :00
	TN12	19/6/2013	5,1	69	Yole	Non	Partielle		C	7 :00	7 :00
	TN13	17/07/2013	6,6	69	Yole	Oui	Partielle		C	7 :00	7 :00
	TN14	01/08/2013	3,3	58	Yole	Non	Partielle		B	0 :00	8 :00
	TN15	04/09/2013	5,0	66	Yole	Non	Partielle		C	0 :00	7 :00
<i>Thunnus albacares</i>	TJ1	05/12/2012	15,2	96	Ponté	Oui	Complète		C	0 :00	4 :00
	TJ2	06/03/2013	9,6	90	Ponté	Non	Complète		A	0 :00	54 :00
	TJ3	22/03/2013	60,3	156	Yole	Non	Non		C	0 :00	4 :00
	TJ4	17/07/2013	41,2	139	Yole	Oui	Partielle		C	4 :00	4 :00
<i>Makaira nigricans</i>	MB1	24/07/2012	65	190	Yole	Non	Non		D	0 :00	09 :00
	MB2	04/10/2012	60	180	Yole	Non	Non		D	2 :00	02 :00
	MB3	22/03/2013	84	210	Yole	Non	Non		A	0 :00	06 :00
	MB4	01/08/2013	22	71	Yole	Non	Non		D	0 :00	04 :00

ANNEXE 7 : SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Espèce	Référence Echantillon	Date capture	Poids vidé (kg)	Longueur fourche (cm)	Microbiologie				
					FAMT (log)	Coliformes Thermo. 44°C	ASR	Salmonella	Pseudomonas
<i>Thunnus atlanticus</i>	TN1	15/05/2012	3,5	62	3	< 10	< 10	Abs. ds 25g	<100
	TN2	09/07/2012	1,2	46	3	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN3	09/07/2012	4,0	60	3	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN4	03/09/2012	6,8	74	4,6	< 10	10	Abs. ds 25g	<100
	TN5	21/10/2012	2,3	51	3,5	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN6	05/03/2013	6,4	76	2,7	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN7	06/03/2013	2,5	56	2,7	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN8	06/03/2013	5,0	69	1	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN9	28/03/2013	2,3	51	2,7	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN10	28/03/2013	2,3	53	2,6	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN11	29/03/2013	2,0	52	2,3	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TN12	19/6/2013	5,1	69	4,2	< 10	< 10	Abs. ds 25g	100
	TN13	17/07/2013	6,6	69	3,5	50	< 10	Abs. ds 25g	500
	TN14	01/08/2013	3,3	58	3,7	80	< 10	Abs. ds 25g	600
	TN15	04/09/2013	5,0	66				Abs. ds 25g	
<i>Thunnus albacares</i>	TJ1	05/12/2012	15,2	96	2,7	10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TJ2	06/03/2013	9,6	90	2,6	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TJ3	22/03/2013	60,3	156	3,3	10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	TJ4	17/07/2013	41,2	139	3,3	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
<i>Makaira nigricans</i>	MB1	24/07/2012	65	190	3,9	10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	MB2	04/10/2012	60	180	2,5	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	MB3	22/03/2013	84	210	3,7	< 10	< 10	Abs. ds 25g	< 100
	MB4	01/08/2013	22	71	3,5	170	< 10	Abs. ds 25g	100

ANNEXE 8 : SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS DES ANALYSES DE CHIMIE - FRAICHEUR

Espèce	Référence Echantillon	Date capture	Poids vidé (kg)	Longueur fourche (cm)	Chimie fraîcheur				
					ABVT (mgN/100g)	TMA (mgN/100g)	Facteur P (%)	Histamine (ppm)	pH
<i>Thunnus atlanticus</i>	TN1	15/05/2012	3,5	62	20	3	14 %	< 2,5	5,82
	TN2	09/07/2012	1,2	46	20	3	17 %	< 2,5	5,88
	TN3	09/07/2012	4,0	60	23	4	18 %	< 2,5	5,76
	TN4	03/09/2012	6,8	74	21	6	28 %	73	5,66
	TN5	21/10/2012	2,3	51	18	1	8 %	88	5,69
	TN6	05/03/2013	6,4	76	2	< 0,1	-	< 2,5	5,90
	TN7	06/03/2013	2,5	56	7	< 0,1	-	< 2,5	5,90
	TN8	06/03/2013	5,0	69	7	< 0,1	-	< 2,5	6,10
	TN9	28/03/2013	2,3	51	14	< 0,1	-	21	5,87
	TN10	28/03/2013	2,3	53	5	< 0,1	-	< 2,5	5,86
	TN11	29/03/2013	2,0	52	12	< 0,1	-	< 2,5	5,83
	TN12	19/6/2013	5,1	69	19	< 0,1	-	86	5,83
	TN13	17/07/2013	6,6	69	20	< 0,1	-	21	5,72
	TN14	01/08/2013	3,3	58	14	< 0,1	-	33	5,96
	TN15	04/09/2013	5,0	66	14	< 0,1	-	<2,5	5,86
<i>Thunnus albacares</i>	TJ1	05/12/2012	15,2	96	24	< 0,1	-	< 2,5	5,60
	TJ2	06/03/2013	9,6	90	20	< 0,1	-	< 2,5	5,91
	TJ3	22/03/2013	60,3	156	16	< 0,1	-	94	5,78
	TJ4	17/07/2013	41,2	139	22	< 0,1	-	50	5,80
<i>Makaira nigricans</i>	MB1	24/07/2012	65	190	22	6	26 %	25	5,64
	MB2	04/10/2012	60	180	25	< 0,1	-	< 2,5	5,57
	MB3	22/03/2013	84	210	5	< 0,1	-	< 2,5	5,90
	MB4	01/08/2013	22	71	15	< 0,1	-	62	5,86

ANNEXE 9 : ARRETE DU 28 DECEMBRE 1992 : REGLES APPLICABLES A LA RECHERCHE DE PARASITES

Arrêté du 28 décembre 1992 portant réglementation des conditions d'hygiène applicables dans les établissements de manipulation des produits de la pêche

- **Section 5 : Conditions concernant les parasites**

Art. 33. - Pendant la production et avant leur mise à la consommation humaine, les poissons et produits de poissons sont soumis à un contrôle visuel en vue de la recherche des parasites.

Les poissons ou les parties de poissons manifestement parasités sont enlevés et soustraits de la consommation humaine.

Art. 34. - Certains poissons et produits de poissons destinés à être consommés en l'état doivent, en outre, avant cette consommation, être assainis par congélation : température à cœur égale ou inférieure à - 20 °C appliquée au produit cru ou au produit fini pendant une période d'au moins vingt-quatre heures.

La liste des poissons et produits soumis à cette obligation est donnée en annexe I.

Art. 35. - Les fabricants doivent s'assurer que les poissons et produits de poissons visés à l'article précédent ou les matières premières destinées à leur fabrication ont subi, avant la mise à la consommation, l'assainissement par congélation prescrit.

Ces mêmes poissons et produits doivent, lors de leur mise sur le marché, être accompagnés d'une attestation du fabricant indiquant le type de traitement auquel ils ont été soumis.

Des arrêtés de ministres chargés de l'agriculture et des pêches maritimes :

- définissent les modalités du contrôle visuel des parasites tel que prévu à l'article 33 ;
- modifient si besoin la liste des poissons et produits soumis à l'obligation d'assainissement telle que prévue à l'article 34 ;
- fixent les critères permettant de considérer les traitements comme suffisants ou insuffisants pour détruire les parasites ;
- définissent les modalités de l'attestation de traitement telle que prévue au présent article.

ANNEXE I

POISSONS ET PRODUITS SOUMIS À L'OBLIGATION D'ASSAINISSEMENT PAR LE FROID

- I. - Poisson devant être consommé cru ou pratiquement cru, tel que le hareng (maatje).

- II. II. - Poissons devant être traités par un fumage à froid pendant lequel la température à mur reste inférieure à + 60 °C - hareng ; - maquereau ; - sprat ; - saumons sauvages de l'Atlantique et du Pacifique.
- III. III. - Hareng mariné et/ou salé quand le traitement subi est insuffisant pour détruire les larves de nématodes

ANNEXE 10 : RECOMMANDATIONS CONTAMINANTS

Française

« Au regard des bénéfices nutritionnels liés à la consommation de poissons (acides gras essentiels, protéines, vitamines, minéraux et oligoéléments), l'ANSES recommande :

- de consommer du poisson deux fois par semaine dont les poissons gras (saumon, maquereau, sardine, anchois, truite, hareng...);
- de diversifier les espèces de poissons consommées.

Pour les femmes enceintes et allaitantes et les enfants en bas âge (moins de 30 mois), l'Agence recommande de prendre des précautions particulières :

- éviter à titre de précaution de consommer les poissons les plus contaminés : requins, lamproies, espadons, marlins (proche de l'espadon) et sikis (variété de requin)
- limiter la consommation de poissons susceptibles d'être fortement contaminés (*) à 150 g par semaine pour les femmes enceintes et allaitantes et à 60 g par semaine pour les enfants de moins de 30 mois. »

(*) *baudroies ou lottes, loup de l'Atlantique, bonite, anguille et civelle, empereur, hoplostète orange ou hoplostète de Méditerranée, grenadier, flétan de l'Atlantique, cardine, mullet, brochet, palomète, capelan de Méditerranée, pailona commun, raie, grande sébaste, voilier de l'Atlantique, sabre argent et sabre noir, dorade, pageot, escolier noir ou stromaté, rouvet, escolier serpent, esturgeon, thon ...*

Source : <http://www.anses.fr/fr/content/consommation-de-poissons-et-exposition-au-méthylmercure> ; mise à jour le 4/03/2013.

USA

« Selon la Food and Drug Administration (FDA), le risque d'une contamination au mercure par la consommation de produits de la mer n'est pas une préoccupation en matière de santé publique pour la plupart des personnes. Cependant, certains produits de la mer peuvent contenir un niveau de mercure qui pourrait causer des dommages à un bébé à naître (et particulièrement pour son développement cérébral et son système nerveux). Chez le jeune enfant, un fort taux de mercure peut interférer avec le développement de son système nerveux. La FDA établit trois recommandations pour les jeunes enfants, les femmes enceintes et les femmes en âge de procréer :

1. Ne pas manger de requin, d'espadon, de thazard ou de doré.
2. Consommer jusqu'à 340g par semaine de produits de la mer avec de faibles concentrations de mercure (crevette, conserve de thon à chair blanche, saumon, colin et poisson chat)
3. Vérifier les avis de sécurité locaux pour les poissons provenant des lacs, rivières et des zones côtières. »

Source : [What You Need to Know About Mercury in Fish and Shellfish \(Brochure\)](http://www.fda.gov/food/resourcesforyou/consumers/ucm110591.htm) ; <http://www.fda.gov/food/resourcesforyou/consumers/ucm110591.htm> ; mise à jour 24/06/2013

Cet avis est basé sur le programme de surveillance « Concentration en mercure dans le poisson ». Les grands pélagiques (thons et marlin) font partie de la table 3. Poissons avec des niveaux intermédiaires en mercure. 231 thons jaunes (Yellowfin tuna) ont été échantillonnés, la moyenne de concentration en mercure total est de 0,354ppm (mini. 0,00 ; maxi. 1,478). Quant au marlin, la FDA dose uniquement le méthylmercure, la moyenne de concentration en méthylmercure est de 0,485ppm (mini. 0,100 ; maxi. 0,920) pour 16 poissons échantillonnés.

Source : Mercury levels in commercial fish and shellfish (1990-2010) <http://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/metals/ucm115644.htm> ; mise à jour 16/04/2013.

Canada

« Santé Canada a identifié certains types de poissons qui suscitent plus de préoccupations en matière de présence de mercure dans le poisson. Le mercure peut s'accumuler dans les tissus musculaires du poisson suite à son absorption à partir des eaux environnantes, mais surtout, par son absorption, suite à la consommation de proies qui contiennent du mercure. La concentration de mercure peut aussi augmenter en fonction du rang dans la chaîne alimentaire. Ainsi, la concentration en mercure dans la chair d'un poisson ichtyophage (ou prédateur) qui consomme de grandes quantités d'autres poissons pour s'alimenter aura tendance à être plus élevée que dans celle d'un poisson qui en consomme peu.

Ceux-ci comprennent le thon frais/congelé, le requin, l'espadon, le marlin, l'hoplostète orange et l'escolier. Les Canadiens qui aiment consommer ces types de poisson peuvent continuer à faire, mais ils devraient limiter leur consommation aux quantités présentées ci-dessous. Pour compléter leur consommation de poisson hebdomadaire selon la recommandation du *Guide alimentaire*, ils devraient choisir d'autres types de poisson.

Population en général : 150 g par semaine

Femmes enceintes, celles qui prévoient de le devenir et celles qui allaitent : 150 g par mois

Les enfants âgés de 5 à 11 ans : 125 g par mois

Les enfants âgés de 1 à 4 ans : 75 g par mois »

Source : Consigne de consommation à l'égard du mercure présent dans le poisson : Choisir en toute connaissance de cause ; <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/envIRON/mercur/cons-adv-etud-fra.php> ; mise à jour le 15/02/2008.

ANNEXE 11 : REUNION D'ÉCHANGE AVEC LES MARINS PECHEURS

Projet MAGDELESA – Action Qualité des produits

Lundi 31 mars 2014 – 9h, Station Ifremer du Robert

Affichage et diffusion : Contact téléphonique et sms de rappel à J-2

Personnes invitées :

- CRPMEM (Président, Bureau)
- CRPMEM (Responsable de la Commission spécialisée Commercialisation)
- AFIPAM (Association de préfiguration de l'Interprofession Pêche Martinique)
- PARM
- Marins-pêcheurs ayant participé à l'étude
- Marins pêcheurs actifs sur DCP

Personnes présentes

Prénom	Nom	Fonction
LONDY	Pierre	Marin-pêcheur de Trinité
JONCART	Claude	Marin-pêcheur du Vauclin
H. DESPOINTES	Maxime	Marin-pêcheur du François
EUSTACHE ROOLS	Elie	Marin-pêcheur du François
SEGRETIER	Jérôme	Marin-pêcheur du François
DE POMPIGNAN	Alexandra	Matelot du François
TERRIEUX	Philippe	DAAF/SALIM – Pôle Sécurité Qualité Alimentaire
MACNI	Patricia	CG972 - BIPM
VENUS	Eddy	CG972 - BIPM
FRANGOUCES	Katia	Université de Brest
DAUCHY	Adèle	Thésarde PARM/Ifremer/UAG

Equipe projet

Organisme	Nom	Prénom
Impact Mer	Dromer	Clément
Ifremer	Reynal	Lionel
PARM	Eugène	Sonia
Impact Mer	Yvon	Christophe
Impact Mer	Pau	Cédric
Impact Mer	Mathieu	Héloïse
Impact Mer	Letellier	Jérôme

La réunion débute à 9h30 par une présentation du projet MAGELESA puis de l'ordre du jour :

- Echange sur la notion de « qualité des produits de la mer » et les mesures mises en place par les marins-pêcheurs sur leurs navires
- Présentation des principaux résultats de l'action Qualité des produits, issus du projet MAGELESA
- Discussions des résultats de l'étude
- Réflexions sur l'optimisation de la qualité à bord des navires
- Echanges sur les suites de l'étude

Les marins-pêcheurs sont invités à définir la notion de *qualité des produits* et la façon dont ils optimisent cette qualité à bord de leur navire.

Un pêcheur dit que pour obtenir un poisson de qualité, il faut l'éviscérer et le mettre en glace le plus rapidement possible après la capture. Selon lui la qualité n'est pas constante dans le temps mais elle dépend principalement de la quantité de poissons pêchés. Une grande quantité de poissons capturés signifie moins de temps pour l'équipage à la manipulation du poisson et souvent la quantité de glace à bord ne suffit pas pour bien réfrigérer les poissons. Alors que dans le cas d'une pêche avec des faibles captures, une attention plus importante peut être donnée aux manipulations du poisson et que les produits au débarquement seront de meilleure qualité. Il soulève le problème du prix de la glace et la question du poids des sacs de glace, c'est notamment à cause de cela qu'il n'embarque que deux sacs de 25kg.

Un autre marin pêcheur embarque 2 sacs de 70kg de glace paillette. Il rejoint la première intervention sur le fait que le poids des sacs de glace est un facteur limitant mais ajoute également que plus la quantité de glace embarquée est importante, plus le moteur du navire va forcer.

Un patron s'interroge sur les raisons pour lesquelles certains poissons ont une belle chair alors que d'autres non. Il n'a trouvé aucune explication à ce phénomène.

Un pêcheur évoque la rapidité d'éviscération du poisson après capture comme un élément essentiel pour obtenir une chair de qualité.

L'ensemble des marins pêcheurs présents sont d'accord pour dire que le thon est une espèce plus délicate que le marlin car il s'altère plus vite. Ils ont mis aussi l'accent sur le fait que le marlin ne peut pas être conditionné dans leur cale à glace à cause de sa taille trop importante.

Pour reconnaître l'état d'altération d'un poisson, les marins-pêcheurs utilisent des critères visuels (couleur de la chair et du sang, présence de sang au niveau de la tête du poisson, les yeux) ainsi que l'odeur qui se dégage du produit.

Un autre marin-pêcheur pense que sur les navires pontés (à bord desquels l'équipage est composé de trois ou quatre personnes), un matelot peut être en charge de la qualité du poisson (manipulation et conditionnement) alors que sur les yoles, opérées par une seule personne (au mieux deux), les étapes de préparation sont ralenties (donc le nombre des personnes à bord conditionne aussi la qualité du poisson).

Concernant l'emplacement des cales à glace à bord des navires de pêche, certains navires armés à la pêche au DCP ne sont, à l'origine, pas équipés de compartiment frigorifique. Les propriétaires en ont conçu un mais cela crée plus de vibration et abîme plus le poisson. Certains pêcheurs ont notamment mis la glacière en avant du bateau mais la structure même des coques planantes fait que les poissons s'entrechoquent dans la glacière.

Un pêcheur nous fait part de sa technique de glaçage du poisson. Il met de la paille séchée entre le poisson et la glace pour éviter que le poisson ne s'abîme trop à cause des chocs et des frottements (amortissement) et pour que la réfrigération soit meilleure. Une fois utilisée, la paille est rincée et séchée avant d'être réutilisée.

Pour éviter que le poisson ne glisse dans la glacière ou sur le pont du navire plusieurs techniques sont utilisées. Les poissons sont rangés tête contre queue ou une moquette est disposée dans le fond. Sur les navires semi-pontés, les poissons subissent moins de choc que sur les navires non pontés. Les meurtrissures dues au fait que le poisson subit des chocs se traduisent par une chair ayant l'aspect de carton.

Les marins pêcheurs se rejoignent sur le fait que la qualité à bord des navires de pêche en Martinique dépend beaucoup du patron pêcheur. Certains marins pour qui la pêche est une activité non régulière (polyactivité) font moins attention à la qualité des poissons (moins de glace à bord, poisson déposés sur le béton chaud lors du débarquement). Si tout le monde ne fait pas de la qualité, c'est l'image de la profession qui est dégradée et tous les pêcheurs en subissent les conséquences. Il est essentiel que tous les pêcheurs se coordonnent pour faire de la qualité afin de promouvoir le produit local.

L'équipe projet a résumé les interventions des marins pêcheurs et expliqué que la qualité pouvait être schématisée par différentes entités qui interagissent entre elles : la matière première, l'équipage, le matériel (navire, glace, matériel de pêche, ...) et les techniques (traitement post-capture, glaçage).

L'équipe projet a ensuite présenté la méthodologie de l'étude :

- Embarquements en mer (description de la sortie et des manipulations effectuées par l'équipage, suivis de température de surface des captures – thons à nageoires jaunes, thons à nageoires noires et marlin bleu)
- Prélèvements d'échantillons de poisson
- Prélèvements des parasites
- Analyses des échantillons par le PARM (microbiologie, chimie-fraîcheur, composition chimique) et des analyses sous-traitées (métaux-lourds et PCB)
- Suivis de vieillissement et analyse sensorielle des produits

Les principaux résultats de l'étude ont ensuite été présentés :

- Traitements post-capture du poisson et relation avec le syndrome de chair brûlée et la teneur en histamine
- Réfrigération des captures à bord (profil type de température)
- Analyses des échantillons de chair
 - o Germes indicateurs d'hygiène
 - o Indicateurs d'altération
 - o Cas particulier de l'histamine (relation avec la saignée et la réfrigération)
- Composition chimique de la chair des poissons pélagiques étudiés
 - o Poissons maigres, très riches en protéines et pauvres en lipides (comparaison avec le muscle de bœuf)
- Contaminants
 - o PCB et dioxines : teneurs dans les thons et marlins très en dessous des teneurs réglementaires
 - o Métaux lourds
 - Pas de plomb dans les échantillons
 - Teneur en cadmium supérieure aux teneurs réglementaires pour un individu sur les neuf prélevés
 - Teneur en mercure total supérieure aux teneurs réglementaires pour deux individus sur les neuf prélevés

- Chlordécone : présentation des résultats des prélèvements étals de la DAAF, 150 échantillons de grands pélagiques, tous conformes aux normes réglementaires
- Parasites collectés : incertitude sur l'identification de certaines espèces. Besoin de suivre les recommandations européennes générales pour limiter tout risque avec les parasites (cuisson à cœur à 60°C pendant au moins une minute ou congélation à -20°C pendant 24h dans le cas d'une consommation en cru ou en peu cuit)

Chaque point fort des résultats a été repris dans la conclusion et les marins pêcheurs sont amenés à donner leur point de vue.

Un pêcheur est inquiet des résultats de l'étude sur les contaminants et souhaiterait que la communication soit maîtrisée pour éviter une chute de la vente des pélagiques comme cela avait été le cas avec la problématique langoustes/chlordécone.

Un autre marin pêcheur se demande pourquoi les analyses de contaminants n'ont été réalisées que sur ces trois espèces (thon à nageoires noires, thon à nageoires jaunes et marlin bleu) alors que d'autres espèces pourraient être étudiées (dorade, thazard, poissons rouges, ...).

L'intervenant a répondu que dans le cadre du projet MAGDELESA, seulement certaines espèces ont été étudiées et que l'objectif n'était pas de dresser le profil de contaminant de l'ensemble des ressources halieutiques. D'autres projets pourront à l'avenir compléter ces premières données s'il y a besoin.

Le représentant de la DAAF a rappelé qu'il y a des plans nationaux sur la recherche de contaminants qui s'appliquent aussi localement sur les produits de la mer commercialisés (produits locaux et produits importés). Aucune alerte n'est à signaler à partir des prélèvements réalisés, la présence de métaux lourds a été décelée seulement sur quelques lots de poisson d'importation.

Les pêcheurs disent rencontrer de temps en temps des parasites lors de la découpe du poisson. Parfois, cela crée un manque à gagner à cause du taux d'infestation de la chair. Selon eux, les thazards blancs ne sont quasiment jamais parasités.

La désinfection du navire et du matériel a également été abordé. Le représentant de la DAAF conseille l'utilisation de l'eau de javel diluée et d'effectuer le rinçage avec de l'eau propre du large. Il explique que l'eau de javel est utilisée comme désinfectant aussi pour l'eau d'irrigation des végétaux. Le nettoyage des navires avec l'eau du port est une pratique courante car il n'y a pas d'eau propre permettant aux pêcheurs de les nettoyer après avoir débarqué leurs prises. Le rejet dans le port des eaux souillées n'est pas sans conséquence sur l'environnement.

Les représentants du Conseil Général rappellent le projet de centralisation des points de débarquement et les avantages qu'ils offrent aux marins pêcheurs car ils pourront accéder à des chambres froides collectives et à la pesée de leurs captures.

L'équipe projet rappelle que des projets de structure de commercialisation collective ont déjà été menés en Martinique mais que le principal problème est de stabiliser l'approvisionnement toute l'année. En période de pic de production, la structure de commercialisation est alimentée normalement mais en cas de faibles débarquements, les pêcheurs préfèrent vendre directement pour tirer un meilleur

prix et rentabiliser leur sortie. Pendant ces périodes de faibles captures, les structures de commercialisation n'ont pas assez de produit pour fonctionner.

Un marin pêcheur commercialisant du poisson de plusieurs collègues nous fait part de son expérience. Il augmente ses prix d'achat lorsque les débarquements sont faibles pour ne pas perdre sa clientèle et conserver la vente des produits des pêcheurs qui lui fournissent du poisson à l'année. Il rappelle que les végétaux ont un prix qui fluctue, en Martinique, en fonction des saisons mais que le prix du poisson est bloqué à 10€/kg.

L'équipe projet demande aux pêcheurs s'ils seraient d'accord pour qu'une structure de commercialisation travaille avec leurs produits en période de pic de production et avec les produits importés lorsque la production locale est faible. Les pêcheurs répondent que non, car les produits importés sont de moindre qualité. En effet, il s'agit de produits réfrigérés et non de produits du jour. Le mélange de la production locale avec des produits réfrigérés d'importation pratiqué par de nombreuses marchandes leur fait déjà beaucoup de tort car la clientèle assimile la production locale aux poissons réfrigérés.

L'équipe projet présente ensuite deux axes d'étude pour l'avenir :

- La mise en place d'un guide des bonnes pratiques à bord des navires de pêche qui sera accompagnée de formations sur la qualité à destination des jeunes marins-pêcheurs (formation initiale) et de leurs aînés (formation continue). La mise en place d'une Charte qualité dans laquelle les marins pêcheurs s'engagent à appliquer à bord de leur navire des mesures pour optimiser la qualité des produits avec à terme la labellisation de la pêche.
- Une étude des circuits de distribution et des acteurs de la commercialisation des produits de la mer. L'objectif final étant d'inscrire l'ensemble de la filière dans une démarche qualité et de valoriser le travail des marins pêcheurs comme « Fournisseurs de fraîcheur et de qualité »

Les marins pêcheurs appuient ces projets et pensent que la qualité est la seule manière de mieux valoriser leur production à l'avenir. Ils proposent que les formations soient réalisées dans les communes et non pas à l'école des pêches pour garantir une meilleure participation des marins pêcheurs.

Le représentant de la DAAF rappelle que la découpe et la commercialisation de poissons sont soumises à réglementation et notamment à une déclaration au registre du commerce. Un pêcheur ne peut vendre ses produits que dans un rayon de 50km et jusqu'à 250kg. Il doit commercialiser ses produits entiers et ne peut les découper.

La question des besoins en formation et en diplôme pour pouvoir commercialiser du poisson découpé est restée en suspens car il n'y avait pas de spécialiste de cette question présent à la réunion, mais les pêcheurs indiquent avoir suivis une formation à l'hygiène (qui serait dispensée à l'école des pêches).

Un pêcheur fait remarquer que pour bien conserver le marlin, il faudrait le découper pour le mettre en glacière mais si la réglementation ne lui permet pas de le faire le poisson restant sur le pont sera abimés par le soleil. Il se pose la question de savoir comment il peut vendre un gros marlin sans le découper. Les pêcheurs font remarquer que le respect de la réglementation passe aussi par une éducation de la clientèle qui ne comprend pas certaines pratiques imposées par la réglementation.

Le représentant de la DAAF répond que les poissons locaux ou d'importation fraîche des pays étrangers de la région sont pêchés dans la même zone FAO et que l'étiquetage de la provenance des produits concerne la zone de pêche.

Pour les pêcheurs, la qualité leur permettrait de vendre plus vite leur poisson et peut être à un meilleur prix. Pour certain pêcheur si la qualité ne permet pas toujours de vendre plus cher, celle-ci ne coûterait rien au pêcheur car il s'agit de respecter une pratique de traitement et de conditionnement du produit.

Les pêcheurs sont intéressés par un label pêche locale qui permettrait une meilleure commercialisation du poisson.

La réunion se termine à 12h30.

ANNEXE 12 : COMPTE RENDU DES DEBATS LORS DE LA REUNION FINALE DU PROJET MAGDELESA

Lors de la réunion finale du projet MAGDELESA, les résultats de cette étude ont été présentés et débattus. Dans un premier temps s'est tenu un atelier avec les pays partenaires du projet représentés par un responsable du service des pêches et un représentant des pêcheurs professionnels. Au cours de cet atelier il a été possible de mieux apprécier les travaux réalisés dans les pays voisins de la Martinique. Dans un second temps, s'est tenue une réunion publique avec les membres de l'atelier et un public essentiellement martiniquais et guadeloupéen composé de pêcheurs professionnels, représentants de la profession (CRPMEM de Martinique et Guadeloupe, COPEMAR), représentant de l'administration, élus ou fonctionnaires des collectivités territoriales. Cette rencontre a permis d'échanger sur les approches d'amélioration de la qualité des produits de la pêche. Les comptes rendus succincts de ces deux réunions sont présentés ci-dessous.

[Compte rendu des débats de l'atelier sur la qualité des produits \(Jennifer Cruickshank-Howard\)](#)

Au cours de l'atelier, les participants ont présenté la situation dans leur île au regard de la qualité des produits. Parmi les interventions, à noter les points suivants :

- A la Grenade, les grands poissons pélagiques et en particulier le thon jaune, sont exportés. Les pêcheurs sont formés à la qualité et suivent le protocole HACCP (Hazard Analysis & Critical Control Point) pour garantir la sécurité alimentaire. Contrairement à la pêche à la palangre horizontale, **l'exploitation des DCP ancrés permet de capturer le poisson vivant.**
- La Dominique a mis en place des étapes pour assurer la qualité des produits débarqués :
 - Tous les pêcheurs sont appelés à suivre une formation de base dans laquelle la qualité du poisson et l'hygiène sont enseignés
 - Tous les pélagiques pêchés doivent être immédiatement saignés et éviscérés en mer.
 - Si l'embarcation est équipée de cale, le poisson doit être mis en glace pour descendre sa température autour de 5 ° C. Si nécessaire, la tête et la queue doivent être coupées pour qu'il puisse tenir dans la cale. La partie antérieure du poisson doit autant que possible être placée au-dessus de la partie postérieure. Une protection doit être mise sur la partie coupée.
 - S'il n'y a pas de cale à glace, le poisson doit être protégé des rayons du soleil et régulièrement rafraîchi avec de l'eau glacée ou de l'eau de mer. Dans ce cas, il est recommandé que le pêcheur retourne à terre dans les deux heures après la capture.
 - Des officiers des pêches conseillent les pêcheurs pour la manipulation du poisson sur les points de débarquement et à bord des navires. L'hygiène est un aspect important y compris dans les embarcations. Les vendeurs de poisson doivent aussi suivre une formation et obtenir un certificat du Ministère de la Santé.
- Par ailleurs, il a été indiqué que dans certains cas, les DCP étant proche de la côte, la durée des marées était courte et que les pêcheurs n'utilisaient pas de glace. Le fait de vider le poisson diminue son poids et certain pêcheur préfèrent de ce fait le vendre non vidé.

[Discussions publique sur la qualité des produits](#)

Les participants ont fait ressortir le **manque de moyen à la disposition des pêcheurs pour faire de la qualité** dans les meilleures conditions :

- les **embarcations sont trop petites** et les cales à glace ne permettent pas de stocker de gros poissons entiers (gros thons jaunes ou marlins). **L'absence de manche à eau** sur les petites unités non pontées empêche de retirer complètement le sang du poisson,
- **les sites de vente ne sont pas toujours correctement équipés** : beaucoup de tables en bois pour la vente du poisson, pas de poubelle, pas d'eau courante, ...
- la **glace paillette n'est pas toujours disponible** et à un prix élevé.

Certains ont fait ressortir le fait qu'un pêcheur seul sur son embarcation pouvait se faire du mal en voulant déméduler un poisson, car celui se débattait. D'autres ont attiré l'attention sur le fait que certains pêcheurs préféreraient vendre leurs produits sans les vider car le prix à la vente étant au poids, c'était le moyen d'en tirer une plus grande valeur. Un débat s'est instauré sur l'intérêt de faire de la qualité. Celle-ci ayant un coût, le profit à en tirer est-il à la hauteur de l'investissement ? Une comparaison entre les différentes approches de soutien à la profession pour améliorer la qualité des produits de la mer a aussi été faite. Dans certains pays, une réglementation définit précisément les équipements et les procédures de conservation du poisson. Si ceux-ci ne sont pas respectés, l'administration doit verbaliser le contrevenant. Dans d'autres pays, une attitude plus volontariste et pragmatique a été adoptée pour aider les pêcheurs à avoir des produits de qualité. Une formation et des conseils leur sont régulièrement donnés par des fonctionnaires sur le terrain.

Les réponses aux préoccupations ci-dessus ont été apportées au cours de la réunion. **Des produits de qualité attirent le client par leur aspect et par leur goût.** La qualité permet donc de garantir le marché et parfois de commercialiser plus vite le produit. S'il doit être **conservé**, il pourra l'être **plus longtemps** sans perdre ses caractéristiques organoleptiques. Lorsque la qualité du produit est reconnue, le pêcheur peut **augmenter son prix de vente**. L'exemple de la Dominique illustre l'intérêt de faire un effort pour améliorer la qualité des produits puisque les importations ont diminué ces dernières années de 30 % au profit de la production locale.

S'il ne peut traiter son produit dans le respect des normes imposées par la réglementation, il faut que le pêcheur utilise tous les moyens à sa disposition. Si la mise en glace du poisson est impossible, il est possible de le maintenir à l'ombre et de le rafraîchir avec de l'eau. Un retour à terre dans les deux heures après la capture est également recommandé. Si la cale à glace est trop petite, il est possible aussi de couper la tête du poisson et sa queue, voire de le découper. Les parties coupées doivent être protégées par un matériel de protection (film plastique alimentaire) avant d'être mis en glace.