

**Centre Océanologique du Pacifique
Département Ressources Biologiques et Environnement**

Vincent Buchet
Bastien Richard
Camille Knockaert
Eric Gasset

Service de la Pêche, cellule Développement, unité Aquaculture

Moana Maamaatuaiahutapu
Thierry Tamata
Alexandre Teissier

Rapport final de la Convention n° 8.0033/MPA/SPE du 02/09/2008

Relative à la collaboration du Service de la Pêche de Polynésie
française et de l'Ifremer :

Approche qualité post-récolte du *Platax orbicularis*
d'aquaculture en milieu tropical insulaire



SOMMAIRE

1. Introduction	4
2. Contexte et objectifs	5
3. Choix des protocoles d'abattage	7
4. Suivis de la qualité.....	8
4.1. Altération biochimique et choix des indicateurs	8
4.2. Altération organoleptique et choix des méthodes d'évaluation.....	9
4.3. Mise en place et évolution de la rigor mortis.....	10
4.4. Démarche HACCP	11
5. Matériel & Méthodes.....	11
5.1. Les poissons	11
5.2. Les protocoles expérimentaux	12
5.2.1. Les opérations communes aux suivis.....	12
5.2.2. Suivi biochimique de l'altération sous 21 jours	14
5.2.3. Suivi organoleptique de l'altération sous 21 jours	17
5.2.4. Suivi de la cinétique de rigor mortis sous 48h	19
5.3. Les méthodes d'analyses	23
5.3.1. Analyses microbiologiques.....	23
5.3.2. Analyses chimiques.....	23
5.3.3. Analyses sensorielles	24
5.4. Méthodologie et outils de l'approche sanitaire	25
6. Résultats et discussions.....	26
6.1. Conservation en glace sous 21 jours des poissons frais	26
6.1.1. Volet biochimique.....	26
6.1.2. Volet sensoriel	31
6.2. Cinétiques de rigor mortis	37
6.3. Approche HACCP des opérations post-récolte.....	39
6.3.1. Appliquée a l'objectif de vente de poissons frais entiers a partir de l'exemple Tahiti Aquaculture.....	39
6.3.2. Etendue à l'objectif de poissons éviscérés et de filets	42
6.3.3. Discussion	43
7. Recommandations aux éleveurs.....	44
8. Conclusions	45
9. Références	47
10. Liste des Annexes	49
11. Annexes	50

1. Introduction

Ce document constitue le rapport final rendant compte des travaux réalisés dans le cadre de la convention **n°8.033/MPA/SPE du 2 décembre 2008 modifiée et à l'avenant n° 0680 du 2 février 2011** entre l'Ifremer et le ministère des ressources marines de Polynésie Française. Il est mené en collaboration avec le Service de la Pêche de Polynésie (SPE).

L'objet de cette convention était : **la définition d'un protocole d'abattage et de conditionnement du Paraha peue (*Platax orbicularis*) d'élevage**. Les travaux étaient centrés sur la recherche de la meilleure qualité du poisson et de l'évaluation de son évolution au cours de son stockage en vue du développement de sa filière aquacole en milieu insulaire tropical. Les différentes voies de traitement du produit péri abattage étant évaluées quant à leur impact sur la qualité finale du produit. C'est à ce niveau que se situe l'objet de ce rapport : acquérir les données nécessaires à la filière débutante en vue d'accompagner les futurs aquaculteurs.

Le terme qualité désignant à la fois la qualité sanitaire et la qualité organoleptique du produit. Il ne fait pas mention de la qualité nutritionnelle.

2. Contexte et objectifs

L'aquaculture en Polynésie Française, mise à part la perliculture, concerne actuellement essentiellement la production de crevettes (*L. stylirostris*) qui se situe aux environs de 40 tonnes (SPE, 2010). L'élevage de poisson est une activité récente. Actuellement, seule une ferme de Platax a commencée à vendre sa production en 2011. Une seconde devrait débiter ses commercialisations en fin d'année 2011. Une troisième structure devrait voir le jour en 2012.

Depuis septembre 2001, le Service de la Pêche polynésien (SPE) travaille en collaboration avec l'Ifremer de Vairao sur la pisciculture lagonaire, axée depuis 2006 sur le Paraha peu (*Platax orbicularis*) ou poisson lune. Ce choix est en partie dû au fait que cette espèce est autochtone des eaux polynésiennes (FAO, 2001). Pour développer la filière piscicole du Paraha peu en Polynésie Française, basée sur un micromarché d'une centaine de tonnes par an, il est primordial de mettre au point une procédure simple et efficace de récolte, d'abattage et de conditionnement adaptée au contexte local et permettant d'obtenir un produit sain apte à la vente. La manière dont sont menées les opérations post-récolte a des répercussions importantes sur la qualité du produit fini. Il apparaît judicieux d'en évaluer l'impact sur la conservation du Platax entier frais. Pour cela, l'altération biochimique et organoleptique doit être suivie. De plus, le respect du bien-être animal, que ce soit pour des motivations éthiques ou pour contribuer à assurer une qualité optimale, doit être considéré. Enfin, une approche sanitaire de maîtrise des risques est nécessaire pour garantir la production d'un produit sain.

Une première phase de travaux concernant la qualité du Platax a déjà été réalisée dans le cadre d'une convention (N° 7.0017/MPA/SPE du 16 novembre 2007) de collaboration entre l'Ifremer et le SPE ; elle était intitulée : « **Caractérisation de la qualité du Platax (*Platax orbicularis*) issu d'aquaculture ; Transformation – Composition chimique – Caractérisation sensorielle** ». Ce deuxième volet vise donc également à vérifier que les résultats obtenus lors du premier volet concernant la conservation des poissons décongelés peuvent être confirmés sur le poisson frais.

Les résultats obtenus au cours de ces premiers travaux sur le *Platax* congelé peuvent être résumés ainsi :

- rendements: 52% parés 43% parés-pelés 34% parés-pelés-ébarbés,
- teneur en lipides: 3 à 4% filets sans barbes 10% filets avec barbes ; il s'agit donc d'un poisson mi-gras,
- suivi microbiologique: conservation excellente avec une flore initiale < 102,5 ufc/g et croissance lente au cours de la phase de conservation,
- suivi chimique: apparition des composés de dégradation après 2 semaines et de façon mesurée,
- cotation organoleptique: bonne jusqu'à 14 jours, ce qui permet de définir une DLC aux environs de 10 jours,
- la caractérisation sensorielle: permet de positionner le Platax comme plus proche de la daurade et du bar.

Les travaux menés au cours de cette convention devaient donc permettre d'évaluer l'influence de diverses pratiques d'abattage potentiellement applicables au contexte local sur l'altération de la qualité biochimique et sensorielle du poisson frais entier conservé

sous glace en vue de pouvoir déterminer ultérieurement des DLC (Date Limite de Consommation) admissibles.

Les cinétiques de *rigor mortis* en relation avec ces pratiques, afin de connaître les périodes critiques en cas de manipulation ou de transformation du poisson devaient être caractérisées. A l'issue de ce travail nous devons disposer des courbes caractéristiques relatives aux différents protocoles d'abattages.

La finalité étant de pouvoir proposer une technique de récolte, d'abattage et de conditionnement du poisson frais entier adaptée aux conditions locales et permettant d'obtenir une qualité optimale.

3. Choix des protocoles d'abattage

Quatre protocoles post-récolte ont été comparés. Ils comprennent deux méthodes d'abattages différentes (électronarcose, hypothermie) suivis ou non d'une éviscération. Le choix de ces protocoles fait suite à une réflexion menée par l'Ifremer et le Service de la Pêche au sujet de leurs impacts potentiels sur la qualité biochimique et des possibilités réelles de leur mise en pratique en milieu insulaire tropical.

Dénomination des protocoles :

Hypothermie - Non Eviscéré : **HNE**

Hypothermie - Eviscéré : **HE**

Electronarcose - Non Eviscéré : **ENE**

Electronarcose - Eviscéré : **EE**

Il avait été envisagé de « tranquilliser » les poissons avant l'opération d'abattage, mais, le produit retenu ne donnait pas toutes les garanties en terme de consommation humaine.

Il avait également été prévu dans un premier temps de saigner les poissons, mais l'éviscération a été considérée comme une opération de saignée. Celle-ci a donc finalement été abandonnée.

Actuellement la méthode utilisée par les pêcheurs et les premiers éleveurs est l'hypothermie. Les poissons sont plongés directement dans un bain de saumure (eau + glace) après avoir été ou non éviscérés. Il est donc intéressant d'avoir des données sur la conservation des poissons abattus ainsi.

Par l'électronarcose (Photo 1) les poissons ne sont qu'engourdis. Ils sont ensuite plongés dans un bain de saumure. Il n'y a pas mort par électrocution. Le choix de cette technique vient du fait que les poissons « anesthésiés » ne se débattent pas lorsqu'ils sont plongés ensuite dans la saumure. Il n'est pas envisageable qu'un éleveur qui aurait un nombre conséquent de poissons à abattre par électronarcose ne les entrepose pas en saumure en attente de la fin des opérations. Dans un souci pratique de méthode adaptable localement, il a été décidé que les poissons « anesthésiés » par électronarcose, mais encore vivants, soient ensuite plongés en saumure.

Dans le cas pour l'hypothermie classique, les poissons non engourdis préalablement se blessent mutuellement en se débattant. Cette différence pourrait modifier le vieillissement de la chair. Le protocole intégrant l'électronarcose paraît meilleur d'un point de vue du stress de l'animal comme le confirment Morzel *et al.*, (2003).



Photo 1: bac à électronarcose

Enfin, l'intérêt de l'éviscération figure dans le fait que si elle est correctement réalisée, elle limite le risque de contamination microbiologique de la chair et peut donc réduire l'altération. Cependant en cas de mauvaise manipulation (péritoine percé, mauvaise hygiène) l'effet peut-être inverse.

4. Suivis de la qualité

4.1. Altération biochimique et choix des indicateurs

Les micro-organismes se trouvent sur toute la surface externe (peau et branchies) et dans les intestins des poissons vivants fraîchement pêchés. Le nombre varie de 10^3 à 10^9 UFC/g de branchie ou d'intestins (Shewan, 1962). On rencontre des bactéries psychrotrophes (supportant le froid) capables de se développer à 0°C mais avec un optimum aux environs de 25°C et des psychrophiles (aimant le froid) possédant une température maximale de croissance aux environs de 20°C et une température optimum à 15°C (Morita, 1975).

La microflore des poissons d'eaux tempérées est dominée par les bactéries psychrotrophes à gram négatif en forme de bâtonnets appartenant aux genres *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella* et *Flavobacterium*. Les membres de la famille des *Vibrionaceae* (*Vibrio* et *Photobacterium*) et des *Aeromonodaceae* (*Aeromonas spp*) sont aussi des bactéries aquatiques courantes et typiques de la flore du poisson. Plusieurs études ont montrées que la microflore des poissons tropicaux est très semblable à celle des espèces tempérées (Acuff *et al.*, 1984 ; Dos Santos 1978 ; Surendran *et al.*, 1989). L'étude menée en Inde par Surendran *et al.*, (1989) a permis d'isoler une microflore constituée de *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella* et *Vibrio* et de ce fait plusieurs auteurs concluent, comme Liston en 1980 que la microflore du poisson tropical porte une charge légèrement supérieure en bactéries à Gram positif et entériques, mais est par ailleurs semblable à la flore du poisson des eaux tempérées.

A la mort du poisson, le système immunitaire s'effondre et les bactéries peuvent proliférer librement. A la surface de la peau, les bactéries colonisent largement les alvéoles des écailles. Pendant le stockage, elles envahissent la chair en se déplaçant entre les fibres musculaires. Murray et Shewan (1979) ont trouvé que seul un nombre très limité de bactéries envahissent la chair pendant la conservation sous glace. Les bactéries des

poissons capturés dans les eaux tropicales ont une phase de latence de 1 à 2 semaines avant d'entrer dans la phase de croissance exponentielle (immédiate pour les poissons tempérés) si le poisson est conservé sous glace. Au cours de la dégradation, le niveau bactérien des poissons tropicaux est semblable à celui observé sur les espèces de poissons des eaux tempérées (Gram, 1989). Dans la conservation sous glace en aérobiose, la flore est composée presque exclusivement de *Pseudomonas spp* et *S. putrefaciens* après 1 à 2 semaines. Ceci serait dû à leur temps de génération relativement court à basse température (Morita, 1975 ; Devaraju et Setty, 1985) et se vérifie pour toutes les études menées sur du poisson qu'il soit d'eaux tropicales ou tempérées.

La distinction doit être faite entre : « flore d'altération » et « bactérie d'altération ». La première décrit uniquement les bactéries présentes sur le poisson quand il s'altère tandis que la seconde constitue le groupe spécifique qui produit les odeurs et les goûts désagréables associés à la dégradation. La flore d'altération du poisson des mers tropicales est composée presque exclusivement de *Pseudomonas spp* et *Shewanella putrefaciens* (gram -). Quelques espèces de *Pseudomonas* sont responsables de l'altération des poissons tropicaux d'eau douce stockés sous glace (Dos Santos, 1978) et constituent avec *S. putrefaciens* les bactéries d'altération des poissons marins tropicaux conservés sous glace (Gillespie et Mac Rae, 1975 ; Gram, 1989). Cependant *S. putrefaciens* est incapable de se développer en présence d'un grand nombre de *Pseudomonas* et n'a pas été identifié comme jouant un rôle important dans l'altération du *Platax orbicularis* dans les travaux de Knockaert *et al.*, (2009).

Les choix de suivi des indicateurs microbiologiques s'est donc fait en fonction de ces éléments ; il s'agit des micro-organismes psychrotrophes et mésophiles ainsi que de *Pseudomonas spp*.

L'azote basique volatil total (ABVT) est un critère utilisé pour évaluer l'altération des produits de la mer. Il se traduit par l'odeur d'ammoniaque susceptible de se dégager d'un poisson. L'ammoniaque, les di et triméthylamines ainsi que les amines résultant de la dégradation des protéines constituent l'ensemble de l'ABVT.

En général, pour des poissons et filets crus, les teneurs en ABVT restent stables pendant les premiers jours de conservation sous glace puis évoluent suite au développement microbien. Les valeurs limites de consommation varient de 30 à 35 mg d'azote pour 100 g de chair en fonction des espèces (décision de la commission CE du 8 mars 1995). N'ayant pas de valeur pour les poissons tropicaux, nous prendrons le seuil de 20 mg d'azote %g.

4.2. Altération organoleptique et choix des méthodes d'évaluation

Les études organoleptiques menées précédemment à l'Ifremer qui comparaient le Paraha au Thon rouge, à la Dorade coryphène et au Saint Pierre, le caractérisent par une odeur et une flaveur moyennement intense, légèrement poisson gras, marine et de pomme de terre cuite. Le Platax a une couleur blanche, peu homogène. Sa chair, plutôt compacte, présente de nombreuses stries noires (petits vaisseaux sanguins) qui le distinguent des autres poissons. Sa texture est moins ferme, moins dense, moins fibreuse, plus humide, plus friable et plus fondante (Knockaert *et al.*, 2009).

Nous avons choisi d'effectuer un suivi sensoriel afin d'évaluer l'influence de chacun des protocoles d'abattage sur l'altération de l'aspect, de l'odeur et de la saveur du poisson frais

et l'odeur et la saveur du poisson cuit. Il sera à mettre en relation avec le suivi biochimique de l'altération.

La méthode QIM (Quality Index Method) choisie pour le poisson frais est une méthode couramment utilisée par les professionnels (Bonilla *et al.*, 2004 ; Mai *et al.*, 2009). Elle permet d'établir une augmentation linéaire du QI (Quality Index) en fonction de la durée de stockage. En parallèle, des dégustations sont réalisées à l'état cuit afin de déterminer le moment où le poisson est inconsommable et à quelle valeur de QI cela correspond. On peut utiliser le QI d'un lot inconnu afin de calculer le nombre de jours déjà passé en stock. Sa durée de conservation restante peut alors être déduite à partir de la durée maximale de référence.

L'odeur et la saveur des filets de poisson cuits sont évaluées avec la méthode utilisant l'échelle de la Torry, qui est la plus courante pour juger la fraîcheur du poisson cuit. Elle est employée aussi bien par des industriels que par des acheteurs du secteur de la pêche. C'est une cotation descriptive établie pour les poissons maigres, semi-gras et gras. Le Platax étant défini comme un poisson semi-gras. Les points attribués se situent entre 10 (odeur et saveur non altérées) et 3 (odeur et saveur altérées). Les notes inférieures ne sont pas décrites car le poisson est inconsommable. Une notation moyenne de 5.5 est considérée comme limite pour la consommation humaine. Pour des notes inférieures, les membres du jury d'analyse sensorielle détectent des signes évidents d'altération comme des saveurs aigres ou l'apparition de saveurs indésirables.

4.3. Mise en place et évolution de la rigor mortis

L'état de rigidité cadavérique ou *rigor mortis* est caractérisé par une perte de l'élasticité des tissus et l'apparition d'une raideur caractéristique. Des modifications physico-chimiques se produisent et ont des répercussions sur la chair. La réduction du pH *post mortem* du muscle dénature les protéines et leur capacité à retenir l'eau. Ainsi le tissu musculaire en état de *rigor mortis* perd son humidité et est particulièrement inapte à un traitement ultérieur par la chaleur. Love (1975) a montré qu'il y a un rapport inverse entre la dureté du muscle et le pH. Le phénomène survient quand le niveau d'ATP dans le muscle est inférieur à 1 mmole/g. Un poisson en état de *rigor mortis* ne peut normalement pas être fileté ou traité car la carcasse est trop raide pour être manipulée et est souvent déformé.

On décrit communément 3 stades péri-mortem :

- un stade *pré-rigor* caractérisé par un tissu souple,
- un stade de rigidité cadavérique où le muscle perd son élasticité et se raidit progressivement,
- un stade *post-rigor* de résolution de l'état cadavérique.

Les premiers essais réalisés sur le Platax ont montré qu'il était impossible de constater le début de la résolution en 27 jours de suivi (Vanquin et Knockaert, 2008). Les poissons avaient une température interne de 2°C lors de l'expérimentation et étaient placés en glace immédiatement après l'abattage. L'entrée en *rigor mortis* avait été observée 40 min après abattage.

Il s'agirait d'un phénomène de « cold shock » constaté chez certaines espèces de poissons tropicaux (Curran *et al.*, 1986). Le phénomène est variable selon les espèces mais se manifeste par une entrée rapide et quasi-irréversible de la *rigor mortis*. Il a été observé

chez la dorade élevée à 25°C et stockée à une température inférieure à 10°C (Lee *et al.*, 1998).

Il s'agit donc de vérifier ce phénomène pour caractériser la cinétique chez *Platax orbicularis* et voir l'influence éventuelle des méthodes d'abattage. Nous avons utilisé la méthode de Bito (Bito *et al.*, 1983), la plus couramment mise en œuvre.

4.4. Démarche HACCP

Les données acquises au cours des différents suivis seront utilisées pour réaliser une approche HACCP (Hazard Analysis for Controlled Critical Point) des opérations post-récolte. Cette approche sera faite à partir d'un cas réel.

5. Matériel & Méthodes

5.1. Les poissons

Les poissons utilisés sont issus d'une même ponte élevés dans les installations expérimentales (cages de 15 m³) de Vairao. Ils sont âgés de un an au moment de l'expérience. Leur poids moyen, calibré à 900 g +/- 100 g, correspond aux cibles commerciales envisagées. Ils ont été nourris avec de l'aliment Ombrine diam. 7 mm, à une charge en élevage au moment de la pêche de 4,9 à 7,1 kg.m⁻³.

La chimie de composition de 3 poissons a été analysée (Tableau 1). La teneur en lipide (2%) est légèrement inférieure à celle décrite dans les travaux de Knockaert *et al.*, (2009) (3 à 4%) pour un calibre similaire. La teneur en cendre (est elle supérieure à celle mentionnée dans ces mêmes travaux (5,75% versus 1 à 2 %).

Tableau 1 : Chimie de composition des poissons utilisés exprimé en %. (n=3, moyennes, (écart-type))

	Matière Sèche	Matière minérale (cendres)	Lipides	Protéines
Moyenne	25,34	5,79	2,04	21,42
(écart-type)	(0,77)	(0,18)	(0,11)	(0,73)

Les caractéristiques des poissons utilisés pour chaque le suivi sont récapitulées dans le Tableau 2. K est le coefficient d'embonpoint ($K = \text{Poids}/(\text{Taille}^3)$) qui permet d'évaluer la conformation du poisson et la teneur en graisse. Il semble assez homogène pour les 3 suivis.

Tableau 2 : Caractéristiques morphologiques des poissons utilisés

	Suivi biochimique	Suivi sensoriel	Suivi de la <i>rigor mortis</i>
--	--------------------------	------------------------	--

Nombre de poissons	48	32	15
Poids mini (g)	701	528	648
Poids maxi (g)	1231	1094	1520
Poids moyen (g)	936,7	867,9	856,3
RMS relatif Poids	0,13	0,16	0,25
Taille mini (cm)	24,9	24	24,5
Taille maxi (cm)	28,4	28,5	28,5
Taille moyenne (cm)	26,9	26,7	25,9
RMS Taille	0,91	1,16	1,24
K mini	0,04	0,036	0,039
K maxi	0,054	0,0054	0,097
K moyen	0,048	0,045	0,05
RMS K	0,003	0,004	0,014

5.2. Les protocoles expérimentaux

5.2.1. Les opérations communes aux suivis

- **Jeûne avant récolte** : il permet de clarifier les intestins et concourt à améliorer de façon sensible la qualité microbiologique et par conséquent le stockage du produit (Paterson *et al.*, 1997). Il débute 24h avant la récolte.

- **Récolte** : elle s'effectue à J-1. Les poissons sont transférés dans une cuve de transport remplie d'eau de mer pour le transfert à terre. La température est suivie au niveau des bacs. Une fois acheminés à terre, les poissons sont stockés en bacs d'eau de mer de 1m³ oxygénés jusqu'à l'abattage. L'opération de capture à l'épuisette doit être effectuée avec précaution, afin de ne pas altérer la couche protectrice de mucus ou les écailles.

- **Hypothermie (Protocoles HNE et HE)** : L'objectif est de tuer le poisson par hypothermie. Elle est réalisée en bac pour une bonne homogénéité du mélange, directement après la récolte dans les bacs de stockage intermédiaires. Douze poissons par récipient de 50L au maximum, en laissant le temps nécessaire à leur mort. La saumure est réalisée selon un ratio de 20% d'eau de mer et 80% de glace.

Le temps pendant lequel le poisson se débat sera chronométré. La température du bac sera suivie.

- **Electronarcose suivie d'un bain en saumure (Protocoles ENE et EE)** : Dans ce cas l'objectif est l'engourdissement du poisson pour limiter le stress avant sa mort par hypothermie.

Dans un bac à électrocuter les poissons sont soumis à un courant alternatif de 48V pendant 30 secondes (appareil réglé au maximum). Anesthésiés, ils sont transférés dans un bac de saumure pendant 10 minutes. Le bac à électrocuter¹ est rempli à moitié (h = 26 cm) d'eau de mer correspondant à un volume de 150L. Les électrodes du bac à électrocuter ont pour dimensions 60x99 cm. La conductivité sera suivie ainsi que la température.

Il est à noter que des Platax de 900 g soumis à un courant alternatif de 48V pendant 30 sec sont simplement « choqués » alors que des truites de 3 kg dans les mêmes conditions meurent. Ceci met en avant la constitution (squelettique ?) particulière du Platax, qu'on sait par ailleurs très difficile à abattre par «stunning».

¹ Bac C.O.F.A. (Coopérative Française d'Aquaculture), 110x70x60cm, 150kg, 220V/12V/4A, réf. 9015.

- **Eviscération (Protocoles HE et EE) :** Elle est réalisée dans le but d'éviter une contamination de la chair due à la présence de microorganismes.



Photo 2 : Eviscération et filetage dans les installations de Vairao

Le poisson est ouvert par la partie ventrale. Les viscères sont éliminés, le rein est gratté. Au cours de cette opération il est important de veiller à ne pas percer le péritoine. La cavité abdominale du poisson est ensuite rincée abondamment à l'eau douce. Le matériel nécessaire est le suivant: couteau, planche en polypropène, gant, blouse.

- **Suivi de la température :** La température est prise directement après la récolte au niveau des bacs de stockage (thermomètre électronique). Elle est suivie lors des abattages (bac à hypothermie, bac à électrocuter). Des puces température (iBcod modèle 22L de chez Progres Plus) assurent ensuite le suivi depuis le conditionnement en glacière (une puce à l'extérieure de la glacière (chambre froide), une puce à l'intérieure de la glacière, une puce dans la bouche ou dans la cavité abdominale d'un poisson par glacière) jusqu'à la fin du stockage pour le prélèvement. Une puce dans la glacière de transport des prélèvements.

- **Mesures de maîtrise sanitaire :** Elles sont prises afin d'éviter une contamination exogène lors des diverses étapes. Donner les éléments pour travailler en conditions sanitaires maîtrisées. Et afin de pouvoir retracer l'historique du produit depuis la récolte.

Le plan de nettoyage - désinfection, est décrit en annexe 0. A l'Ifremer, les carcasses de poissons sont congelées dans le congélateur prévu à cet effet qui est vidé régulièrement. Aucun déchet n'est laissé sur place chez le mareyeur (Fenua Fish).

Afin de pouvoir tracer les poissons tout au long des protocoles et des suivis, des fiches sont renseignées. La fiche de traçabilité pour le suivi en altération contient les informations suivantes :

- Origine du poisson : cage n°
- Date et heure de récolte :
- T°, pH lors de la mise en bac :

- Poids :
- Date et heure d'abattage :
- Si hypothermie, temps pendant lequel le poisson se débat (sec) :
- Durée dans le bac de saumure suite à l'électronarcose (sec) :
- Numéro de glacière (1 à 7) :
- Marquage du sac de prélèvement (ex : P1J0A1):
- Date et heure de conditionnement en glacière:
- Date et heure de préparation des filets :
- Taille :
- Protocole d'abattage (1 à 6) :
- Date et heure d'arrivée au CAIRAP :

Et en ce qui concerne la fiche de traçabilité pour le suivi de la rigor mortis et le suivi sensoriel, les informations sont :

- Date et heure de récolte :
- Origine (numéro cage) :
- Poids :
- Taille :
- Protocole d'abattage :
- Si hypothermie, temps pendant lequel le poisson se débat (sec) :
- Notation du poisson :
- Numéro de glacière lors du stockage :
- Date et heure de lever des filets (suivi sensoriel) :
- Date et heure de début de suivi ou d'évaluation :
- Date et heure de fin de suivi ou d'évaluation :

5.2.2. Suivi biochimique de l'altération sous 21 jours

Pour comparer l'influence des protocoles sur l'altération biochimique, des poissons sont suivis pendant 21 jours avec des points de mesure tous les 7 jours (jours 0, 7, 14 et 21). Le choix de cette durée fait suite à des travaux précédents (Knockaert *et al.*, 2009) montrant une nette dégradation biochimique après une quinzaine de jours. Il permet d'envisager l'étude de la conservation du poisson frais sur un plus long terme. Pour chaque point, 3 poissons seront suivis.

Les poissons seront récoltés, abattus, éviscérés et conditionnés (selon le protocole) sur le site de l'Ifremer à Vairao. Ils seront immédiatement expédiés à Papeete, où ils seront stockés dans les chambres froides d'un mareyeur, Fenua Fish. Après avoir été préparés chez le mareyeur, les filets seront envoyés au laboratoire d'analyse CAIRAP² (Arue). Le suivi à J0 nécessite cependant de préparer les filets à l'Ifremer à Vairao suite à l'abattage et de les expédier directement au laboratoire CAIRAP.

Tableau 3 : Paramètres du suivi biochimique en altération

² Centre d'Analyses Industrielles et de Recherche Appliquée pour le Pacifique

Nombre de poisson	4 protocoles x 4 points de suivis x 3 poissons = 48 poissons + 3 poissons analyse composition = 51 poissons	
Mesures à la récolte	Poids, Tailles, Température	
Protocoles d'abattages suivis	1 à 4	
Mesures	3 poissons par stades. Point de suivi à 7 jours d'intervalles. Chimie de composition analysée seulement à J0.	
	J0	Chimie de composition (eau, lipides, protéines, cendres) Chimie de suivi (ABVT, TMA, OTMA) Microbio (flores, pseudomonas)
	J7	Chimie de suivi (ABVT, TMA, OTMA) Microbio (flores, pseudomonas)
	J14	Chimie de suivi (ABVT, TMA, OTMA) Microbio (flores, pseudomonas)
	J21	Chimie de suivi (ABVT, TMA, OTMA) Microbio (flores, pseudomonas)

Les opérations se sont déroulées suivant le calendrier ci –dessous :

Semaine 1 :

05/07/11 Abattages HNE et HE + suivi J0

06/07/11 Abattages ENE et EE + suivi J0

Semaine 2 :

12/07/11 Suivi HNE et HE J7

13/07/11 Suivi ENE et EE J7

Semaine 3 :

19/07/11 Suivi HNE et HE J14

20/07/11 Suivi ENE et EE J14

Semaine 4 :

26/07/11 Suivi HNE et HE J21

27/07/11 Suivi ENE et EE J21

5.2.2.1. Stockage des échantillons dans une chambre froide de mareyage

Les poissons sont stockés dans des glacières entreposées dans la chambre du mareyeur à 6°C +/- 2°C. Les glacières produisant de l'exsudat, l'eau fondante est vidée par le mareyeur et la glace changée par un employé de sorte à ce que la glacière soit toujours pleine. Elle est vérifiée par l'expérimentateur ou le manipulateur de l'Ifremer lors de ses 2 visites hebdomadaires. Le bouchon d'évacuation des glacières est ouvert à l'arrivée en chambre froide et les glacières sont inclinées pour faciliter l'écoulement de la glace fondante. Le bouchon est refermé lors des procédures de nettoyage de la chambre froide (le mareyeur ainsi que les agents de l'entreprise sont informés).

5.2.2.2. Préparation des échantillons avant analyses

L'objectif de cette étape est d'assurer la traçabilité des échantillons et éviter toute contamination exogène.

Le matériel utilisé est le suivant: Gants, Blouse, Bottes, Couteau, Thermomètre, Glacière, Sac plastique de prélèvement, Feutre indélébile, Rouleau de papier absorbant

Deux filets, sans peau et avec barbe (bande supérieure de la partie dorsale du filet, riche en lipides), sont prélevés en atelier Ifremer (suivi J0) ou en salle de mareyage (J7, J14, J21). (photo de couverture). Les filets sont rincés à l'eau froide et séchés avec un rouleau de papier avant d'être placé individuellement en sac de prélèvement. Les prélèvements sont réalisés en conditions sanitaires maîtrisées avec des sachets de prélèvement à usage unique. Les références des échantillons sont indiquées sur les sacs de prélèvement au feutre indélébile (Photo 3)

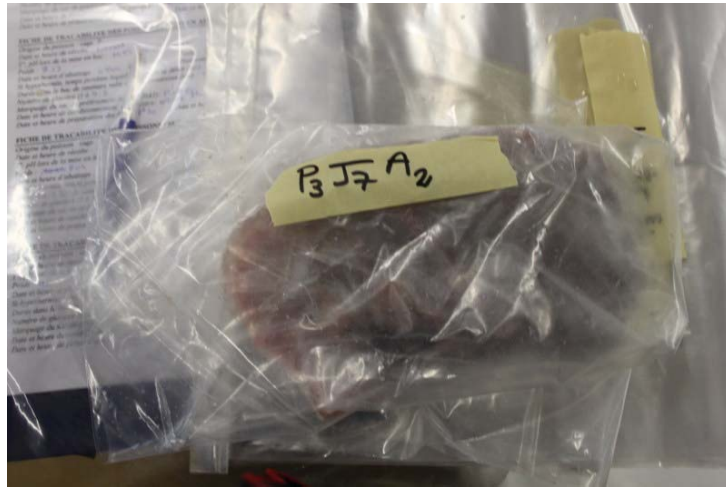


Photo 3: Conditionnement des filets prélevés

La notation suit la formule suivante : PxJyAz

x va de 1 à 4 correspondants aux 4 protocoles (1=HNE, 2=HE, 3=ENE et 4=EE).

y va de 0 à 21 correspondants aux stades de suivi (en jours) : 0, 7, 14 et 21.

A, B ou C suivant que ce soit le premier, deuxième ou troisième poisson.

z = 1 ou 2 suivant que ce soit le premier ou le deuxième filet.

Ainsi : P1J0A1 indique qu'il s'agit du prélèvement correspondant au premier filet du 1^{er} poisson du protocole 1 (HNE), dont l'analyse aura lieu au jour zéro.

5.2.2.3. Conditionnement et transport

Les conditions de conditionnement et de transport sont déterminées afin de limiter l'altération due aux conditions de stockage classiquement mises en œuvre sur les circuits locaux de distribution.

Le conditionnement se fait en glacière remplie au 1/3 de glace en paillette. Douze poissons d'environ 900gr par glacière sont positionnés à la verticale, ventre vers le bas. Ils sont recouverts d'une couche de glace. Le suivi de la température est fait par deux puces par glacière : une dans la glacière, une dans la gueule du dernier poisson qui est pris lors du dernier prélèvement, ou bien dans la cavité viscérale si le poisson est éviscéré. Une puce pour le suivi température est placée dans la chambre froide où sont stockées les glacières.

Les temps de trajet sont estimés à 1h30 pour le transfert de l'Ifremer à la société Fenua Fish (port de pêche) et à 15 min pour le trajet entre Fenua Fish et le laboratoire CAIRAP à Arue.

Les échantillons doivent arrivés avant 9h au CAIRAP, afin d'être traités dans la journée.

5.2.3. Suivi organoleptique de l'altération sous 21 jours

Une deuxième expérience permet le suivi sensoriel des poissons frais et cuits. Les tests sont réalisés par un jury préalablement entraîné, composé de 5 à 7 membres du personnel de l'Ifremer de Vairao. Les tests reposent sur des critères d'aspect, d'odeur, de texture et de goût. Ils sont réalisés sur 2 poissons par point (J0, J7, J14 et J21) pour chacun des 4 protocoles (HNE, HE, ENE et EE).

Les poissons seront récoltés, abattus, éviscérés et conditionnés (selon le protocole) sur le site de l'Ifremer à Vairao. Ils seront stockés dans la chambre froide positive du site (6°C +/- 1°C).

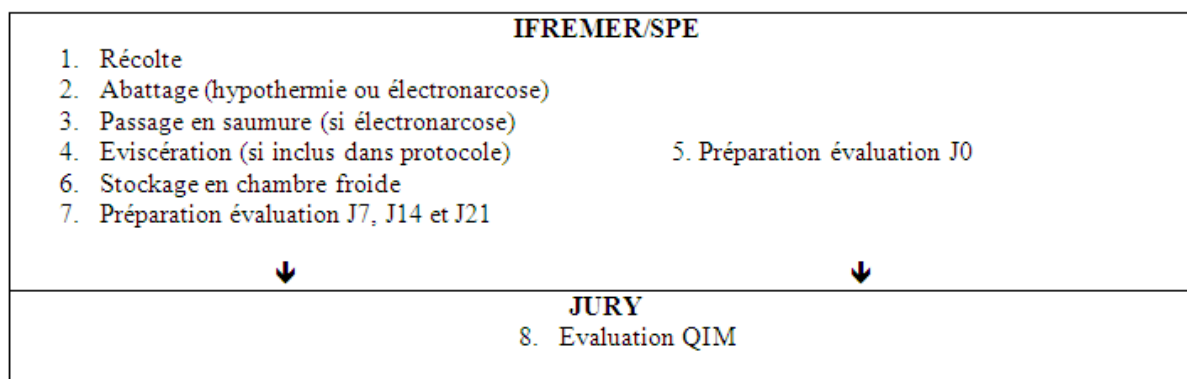


Figure 1 : Schéma général des étapes de traitement pour le suivi sensoriel

Le **suivi organoleptique** nécessitera 32 poissons.

Tableau 4: Paramètres du suivi organoleptique

Nombre de poisson	4 protocoles x 4 points de suivis x 2 poissons = 32 poissons	
Mesures à la récolte	Poids, Tailles, Température	
Protocoles d'abattages suivis	1 à 4	
Mesures	2 poissons par stades. Point de suivi à 7 jours d'intervalles. Chimie de composition analysée seulement à J0.	
	J0	Evaluation QIM « frais » et « cuit »
	J7	Evaluation QIM « frais » et « cuit »
	J14	Evaluation QIM « frais » et « cuit »
	J21	Evaluation QIM « frais » et « cuit »

Le calendrier des opérations pour le suivi sensoriel est le suivant :

Semaine 1 :

06 et 08/09/2011 : Formation du jury

Semaine 2 :

13/09/2011 : Abattage + test J0 pour Protocole 1 et 3

15/09/2011 : Abattage + test J0 pour Protocole 2 et 4

Semaine 3 :

20/09/2011 : Test J7 pour Protocole 1 et 3

22/09/2011 : Test J7 pour Protocole 2 et 4

Semaine 4 :

27/09/2011 : Test J14 pour Protocole 1 et 3

29/09/2011 : Test J14 pour Protocole 2 et 4

Semaine 5 :

04/10/2011 : Test J21 pour Protocole 1 et 3

06/10/2011 : Test J21 pour Protocole 2 et 4

5.2.3.1. Stockage des échantillons dans la chambre froide

Les échantillons sont stockés dans des conditions devant permettre de limiter l'altération du produit induite par les conditions de stockage pratiquées dans les circuits locaux de distribution.

Les poissons sont stockés dans la chambre froide positive de l'Ifremer à 6°C +/- 1°C. Les glacières produisant de l'exsudat, l'eau fondante est vidée et la glace est changée tout les 2 jours de manière à ce que la glacière soit toujours remplie de glace. Le bouchon d'évacuation des glacières est ouvert à l'arrivée en chambre froide et les glacières sont inclinées afin de faciliter l'écoulement de la glace fondante. Des puces dans les glacières permettent un suivi thermique.

5.2.3.2. Préparation des échantillons avant analyses

Les conditions selon lesquelles, les échantillons sont préparés avant les analyses doivent assurer la traçabilité des échantillons et éviter toute contamination exogène.

Le matériel nécessaire est le suivant : Gants, Blouse, Bottes, Couteau, Thermomètre, Glacière, Sacs plastique de prélèvement, Feutre indélébile et Rouleau de papier absorbant.

Un filet est prélevé sur chaque poisson et servira à l'analyse sensorielle en « cuit ». Le reste du poisson permettra l'évaluation en « frais ».

5.2.3.3. Protocole de déroulement des tests sensoriels

Les séances d'évaluation sont réalisées entre 10h30 et 12h30. La cuisson des filets (portion dorsale uniquement de 10 à 15g) est réalisée au four à micro-ondes (600W). La durée de cuisson est de 45 secondes par échantillon. Les échantillons, codés anonymement par une lettre, sont disposés dans des coupelles d'aluminium. Les membres du jury évaluent simultanément chacun un échantillon, différent d'un membre à l'autre. La cotation d'un échantillon cuit alterne avec celle d'un échantillon frais. A la fin de la séance du mardi, chaque membre a évalué les 4 mêmes poissons (HNE A et B, ENE A et B) en cuit et en frais. Les poissons issus des protocoles HE et EE sont évalués lors de la séance du jeudi.



Photo 4: Séance de test organoleptique



Photo 5 : test sensoriel en frais (gauche) et en cuit (droite)

En annexe II-1 sont récapitulées les informations relatives aux membres du jury.

5.2.4. Suivi de la cinétique de rigor mortis sous 48h

La cinétique de rigor mortis est comparée pour deux des quatre protocoles : Hypothermie/Non éviscérés (HNE) et Electronarcose/Non éviscérés (ENE). Elle est réalisée en température froide (T_f). Des témoins pour chaque protocole à température ambiante (T_a) sont également déterminés. Enfin la rigor mortis d'un poisson abattu par « stunning », conservé à température ambiante sera également suivie. La durée de 48h a été choisie en référence aux précédents essais réalisés sur le Platax (Vanquin et Knockaert 2008) qui montre que la cinétique varie peu après cette durée.

Tableau 5 : Suivi de la cinétique de rigor mortis

Nombre de poisson	2 protocoles x 3 poissons x 2 températures = 12 poissons + 3 poissons (test témoin) = 15 poissons
Mesures à la récolte	Poids, Tailles, Température
Protocoles d'abattages suivis	1, 4 et témoin
Mesures	Suivi de 3 poissons pendant 48h. Point de suivi à 30 min d'intervalles les 5 premières heures puis à 1h d'intervalles. Méthode de Bito. Suivi de la température pendant 48h. Un suivi photographique à chaque point sera effectué.

Le schéma général des étapes de traitement des produits pour les tests de rigor mortis est similaire à ceux mis en place pour les autres suivis (altération biochimique, microbiologique et organoleptique) :

1. Récolte en cage,
2. Abattage (hypothermie, électronarcose ou stunning),
3. Conditionnement en chambre froide ou à température ambiante,
4. Suivi de la rigor mortis (48h).

Une biométrie (poids et longueur) est réalisée sur les poissons après abattage. Les essais sont d'abord réalisés en température froide (Tf) en chambre froide à 6°C +/-1°C après abattage par les protocoles HNE et ENE. Les essais sont ensuite réalisés à température ambiante (Ta) pour ces mêmes protocoles.

Le Tableau 5 récapitule les paramètres du suivi de la cinétique de la *rigor mortis*.

Le calendrier des opérations est le suivant :

Semaine 1

27-29/06/2011 Stunning

Semaine 2

01-03/08/2011 : ENE Tf

Semaine 3

09-11/08/2011 : ENE Ta

Semaine 4

16-18/08/2011 : HNE Tf

Semaine 5

22-24/08/2011 : HNE Ta

5.2.4.1. Stockage et marquage des échantillons dans la chambre froide de l'Ifremer à Vairao

Les échantillons sont stockés dans des conditions devant permettre de limiter l'altération du produit induite par les conditions de stockage représentatives des circuits locaux de distribution. Les conditions devront également permettre de tracer les échantillons.

Les poissons sont stockés dans la chambre froide de l'Ifremer à 6°C +/- 1°C, à plat sur des étagères. Deux puces températures permettent un suivi thermique: une puce à l'intérieur de la chambre froide et une puce dans la gueule du poisson.

La notation des échantillons est la suivante : PxTyZ

X prend les valeurs 1 et 3 (1=HNE, 3=ENE).

Y prend les valeurs « f » ou « a » correspondant aux 2 températures possibles (a : ambiante, f : froide).

Z prend les valeurs A, B ou C suivant que ce soit le premier, le deuxième ou le troisième poisson.

Ainsi : P1TaA indique qu'il s'agit du prélèvement correspondant au premier 1^{er} poisson (A) du protocole 1 (HNE), à température ambiante Ta).

La mise en place de la rigor mortis et le calcul de l'indice se fait par la méthode de Bito. Le dispositif utilisé permet de placer 3 poissons simultanément à T0 sur un plateau (Photo 6). Une réglette et une toise permettent de les poser à la moitié de leur longueur, dépassant ainsi de moitié du plateau.



Photo 6 : Dispositif de mesure de Rigor Index au cours du temps

A T₀ on mesure X₀, distance entre l'extrémité de la caudale et la table. Connaissant H_{tot} (11cm), on en déduit H₀ (Photo 7). Puis à un point de mesure T_i on mesure X_i et on en déduit H_(i) à chaque instant. Ainsi on calcule le Rigor Index (*RI*) tel que :

$$RI = [(H_0 - H_i) / H_0] \times 100$$

La mesure de X₀ au niveau de la caudale est effectuée à son extrémité (Photo 7). Entre chaque mesure les poissons sont déposés à plat toujours reposant sur le même flanc.

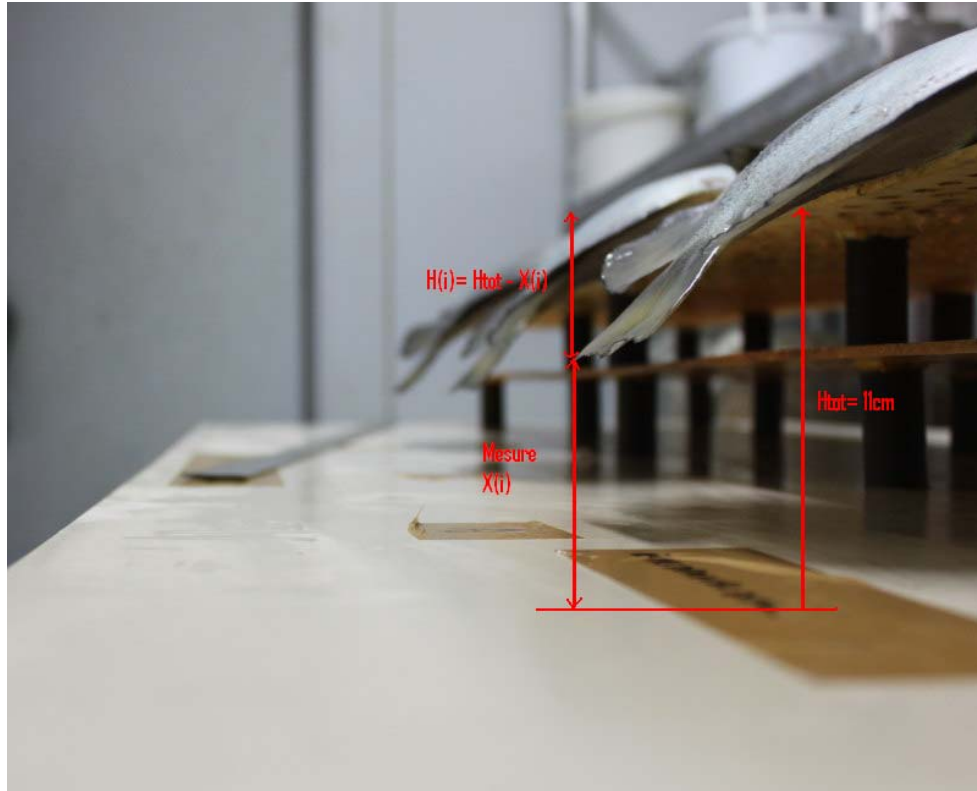


Photo 7 : Prise de mesures, à l'extrémité de caudale, pour évaluation du Rigor Index

5.3. Les méthodes d'analyses

Les analyses microbiologiques et chimiques sont réalisées par le CAIRAP, laboratoire agréé. Les prélèvements ont été effectués au niveau du muscle dorsal (sans barbes, ni peau).

5.3.1. Analyses microbiologiques

Les micro-organismes aérobies mésophiles 30°C ont été dénombrés sur gélose Plate Count Agar (PCA) (voir annexe I-4). Les micro-organismes aérobies psychotropes 15°C ont été dénombrés sur gélose Long and Hammer. Les *Pseudomonas spp* ont été analysés suivant la méthode ISO 13 720.

5.3.2. Analyses chimiques

La teneur en Azote Basique Volatil Total (ABVT) a été mesurée par microtitration selon la méthode de Conway (voir annexe I-4). La matière sèche, les protéines et les lipides pour la chimie de composition ont été mesurées respectivement par les méthodes NF V 04-401³, NF V 04-407⁴ et NF V 04-402⁵.

³ Adaptée (séchage à 100°C jusqu'à masse constant)

⁴ Adaptée (azote Kjeldhal x 6,25)

⁵ Adaptée (extraction à l'hexane au Soxhlet)

5.3.3. Analyses sensorielles

Les tests organoleptiques sont un complément d'évaluation du suivi biochimique de l'altération. Les grilles d'analyses sensorielles ont été élaborées avec l'appui de Josiane CORNET de l'unité Biotechnologies et Ressources Marines – STBM du centre Ifremer de Nantes. Ils sont mis en place sur centre Ifremer de Vairao, à savoir :

- Le jury est composé pour chaque test de 5 à 7 membres non professionnels issus du personnel du centre Ifremer de Vairao.
- Les membres ne sont pas tous fixes d'un test à un autre.
- Les membres ont tous une expérience de ce type de test et des produits de la mer. Deux séances de tests organoleptiques d'apprentissage ont été prévues avant le démarrage des tests expérimentaux proprement dits.
- Bien que l'agencement des locaux se rapproche sur la plupart des points de ce qui est exigé dans le cadre de la norme AFNOR V-109 (Norme internationale relative aux locaux des tests sensoriels), il faut noter qu'ils ne sont pas dotés de cabines individuelles, comme le demande cette norme de standardisation. Des précautions seront donc prises dans l'analyse des résultats.

5.3.3.1. La méthode QIM d'analyse du poisson frais

Pour le suivi sensoriel des échantillons, nous avons choisi d'utiliser la méthode QIM (Quality Index Method) ou Méthode de l'Indice de Qualité (QI), qui est un outil fiable pour la détermination de la fraîcheur du poisson (Bonilla, 2004 ; Mai *et al.*, 2009). Il est basé sur l'évaluation sensorielle de certains caractères qualifiant plusieurs parties du poisson (peau, yeux, branchies...) en utilisant un système de points de cotation (de 0 à 3). Il se présente sous la forme d'une grille contenant tous les paramètres de qualité d'intérêts et de points de cotation selon le degré d'intensité du paramètre cité. Cependant, cette grille est spécifique à une espèce donnée. Une grille de cotation spécifique au Paraha peut d'aquaculture a déjà été mise en place (voir annexe II-3) sur la base des résultats obtenus lors de la première étude portant sur la caractérisation de la qualité du Platax (*Platax orbicularis*) issu d'aquaculture, convention N° 7.0017/MPA/SPE du 16 novembre 2007 (travaux de Knockaert *et al.*, 2009). Mais elle concerne le Platax congelé et doit donc au minimum être adaptée au cas du Platax conservé en frais.

5.3.3.2. L'échelle de Torry pour l'analyse du poisson cuit

La grille de cotation pour les poissons mi-gras a été établie sur le Sébaste (annexe II-4). Elle a été adaptée au Platax par des pré-tests d'abord menés lors des travaux de Knockaert *et al.*, en 2009 puis complétés lors de cette présente convention. C'est un jury réduit de 4 testeurs entraînés à goûter des poissons abattus depuis des périodes plus ou moins longues (de 0 à 21 jours) qui a ajusté les termes de l'échelle de la Torry, au niveau de la notation. Il l'a complété à partir de termes mis en avant par le jury professionnel de l'Ifremer de Nantes caractérisant le Platax (convention N° 7.0017/MPA/SPE). La grille adaptée se trouve en annexe II-5.

5.4. Méthodologie et outils de l'approche sanitaire

Les établissements d'aquaculture devraient être exploités de façon responsable conformément aux recommandations du Code de conduite pour une pêche responsable (FAO, 1995) afin de réduire le plus possible les effets nocifs pour la santé et pour l'environnement.

Au sens de la norme ISO 22000-2005⁶, une approche HACCP des opérations post-récolte est donc réalisée, en dernière partie de ce travail, basée sur une production de poissons frais.

A partir d'un interview du gérant de la seule ferme (Tautira Aquaculture) ayant pour l'instant commencé à commercialiser sa production, le diagramme des opérations depuis la récolte jusqu'à la vente du produit est réalisé. L'aquaculteur ayant parfaitement intégré qu'il ne s'agissait pas d'évaluer ses méthodes de travail, nous a fourni un ensemble d'informations très utiles à la construction de ce diagramme.

Cette approche intervient dans le contexte particulier du milieu insulaire tropical caractérisé par un fort isolement des structures, des températures atmosphériques élevées et un approvisionnement en eau douce aléatoire en ce qui concerne la qualité. Pour la détermination des points critiques, nous avons utilisés l'arbre de décision préconisé par le Codex Alimentarius visible à l'annexe IV-1.

Cette approche post-récolte servira de support au plan HACCP global de production, systématiquement demandé aujourd'hui par les centrales d'achats de la grande distribution par exemple. Elle pourra également servir à prédéfinir un cahier des charges utile au producteur pour assurer la gestion de la qualité dans son entreprise, en conformité avec les règlements en vigueur. Elle doit également être envisagé dans le cas d'une commercialisation à l'export.

⁶ Norme internationale relative à la maîtrise de la qualité

6. Résultats et discussions

Les données acquises dans les suivis dont les résultats sont présentés ci-dessous seront utilisés pour mettre en place une approche HACCP des opérations post-récolte, présentée à la fin de cette partie.

6.1. Conservation en glace sous 21 jours des poissons frais

6.1.1. Volet biochimique

6.1.1.1. Résultats

La Figure 1 montre qu'à J0 la flore en *Pseudomonas spp.* est faible pour les lots abattus par hypothermie (protocoles HNE et HE). Elle est par contre largement supérieure (facteur 10^2) pour les lots abattus par électronarcose (protocoles ENE et EE). L'écart s'estompe à J7 avant de disparaître à J14. De manière générale la flore en *Pseudomonas spp.* est comprise entre 10^2 et 10^4 UFC/g, ce qui est faible, et on ne constate pas de croissance exponentielle.

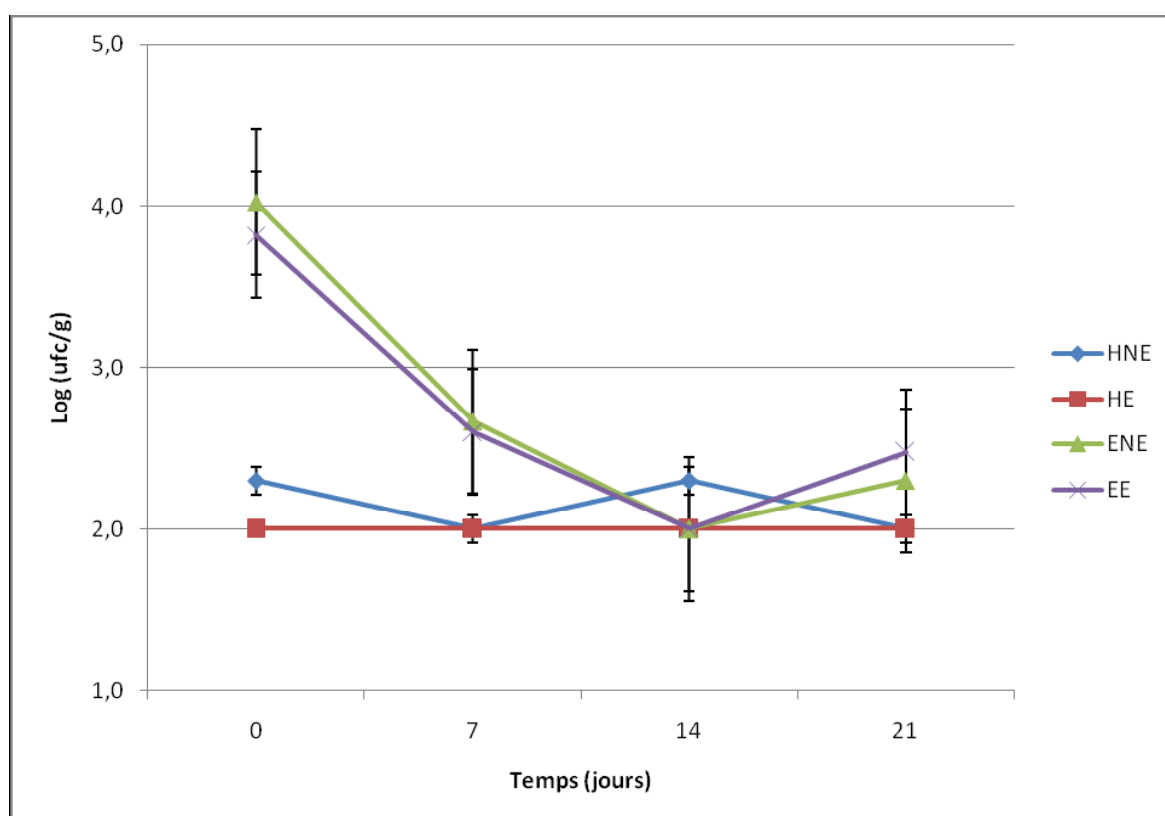


Figure 2 : Evolution de la flore en *Pseudomonas spp.* en fonction du temps de stockage (moyennes et écarts-types, n=3)

La Figure 3 quant à elle montre qu'à J0 la flore en micro-organismes mésophiles aérobies 30°C est faible pour les lots abattus par hypothermie (protocoles HNE et HE). On retrouve sur cette flore le même écart (facteur 10^2) que constaté pour les *Pseudomonas spp.* avec les lots abattus par électronarcose (protocoles ENE et EE). De J7 à J21 les points ne sont pas, non plus, significativement différents mais on dans ce cas on observe une croissance régulière. Finalement, les dénombrements deviennent plus élevés ($>10^5$ UFC/g) entre 7 et 14 jours.

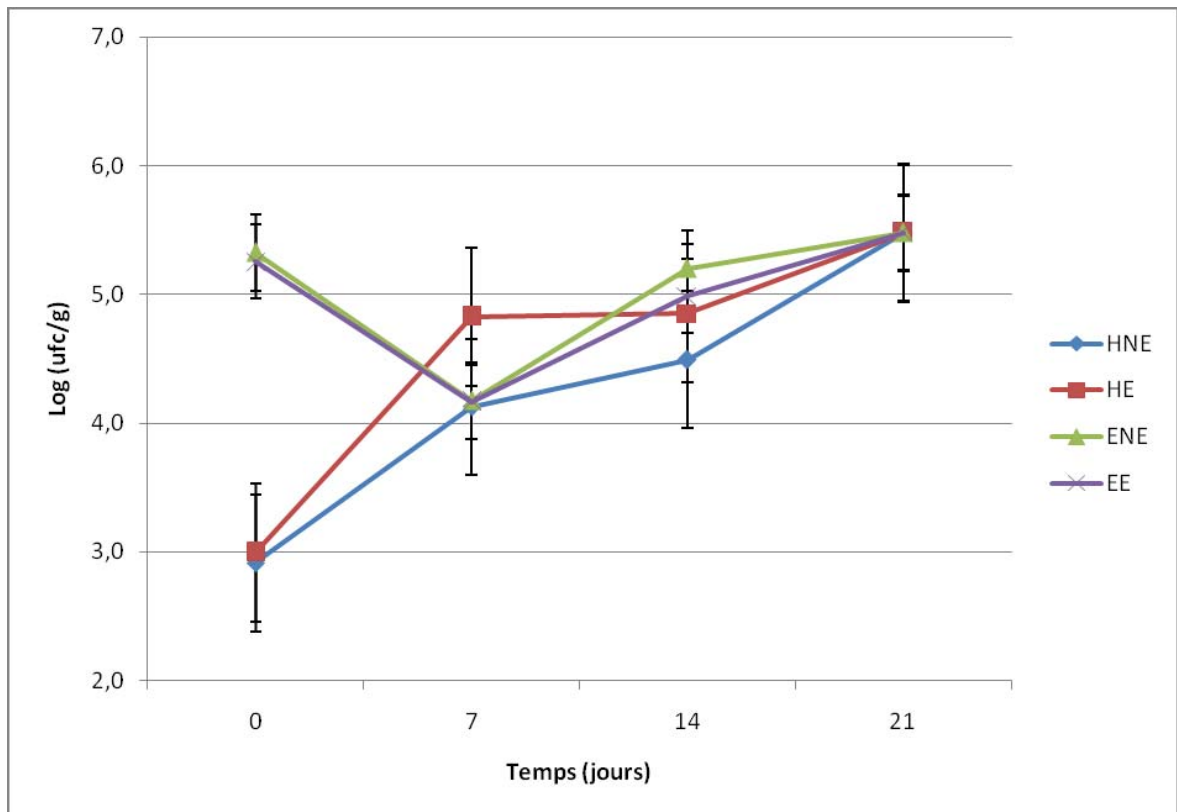


Figure 3 : Evolution des micro-organismes aérobies mésophiles 30°C au cours du temps (moyennes et écarts-types, n=3)

La Figure 4 montre que l'évolution des micro-organismes psychrotrophes 15°C présente le même profil que celui des micro-organismes mésophiles aérobies 30°C. Des différences sont constatées à J0 mais pas de J7 à J14 avec des dénombrements devenant assez élevés entre J7 et J14.

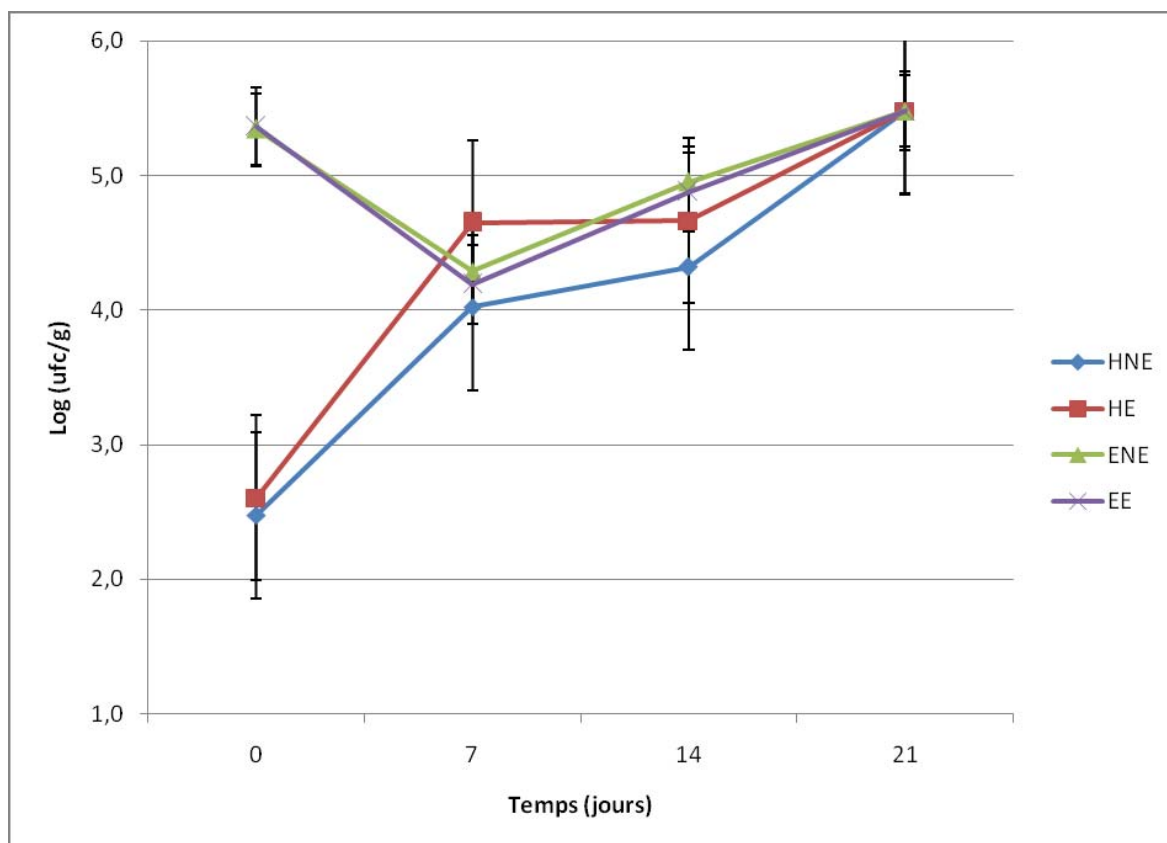


Figure 4 : Evolution des micro-organismes 15°C psychrotrophes en fonction du temps (moyennes et écarts-types, n=3)

La Figure 5 montre l'évolution de la teneur en ABVT au cours du temps. Celle-ci présente le même profil que décrit précédemment : une différence est constatée à J0 entre les lots mais plus au-delà. Les lots abattus par électronarcose (protocoles ENE et EE) présentent des teneurs légèrement supérieures à ceux abattus par hypothermie (HNE et HE) à J0. La teneur en ABVT n'évolue pas du tout au cours des 21 jours pour les lots abattus par électronarcose alors qu'elle évolue légèrement entre J0 et J7 pour les lots abattus par hypothermie. De manière générale la teneur observée est faible. L'annexe I-1 résume les moyennes et écart-types observées.

L'éviscération ne laisse pas constater de différence au niveau des dénombrements des micro-organismes et dans l'évolution de la teneur en ABVT au cours des 21 jours d'entreposage en glace.

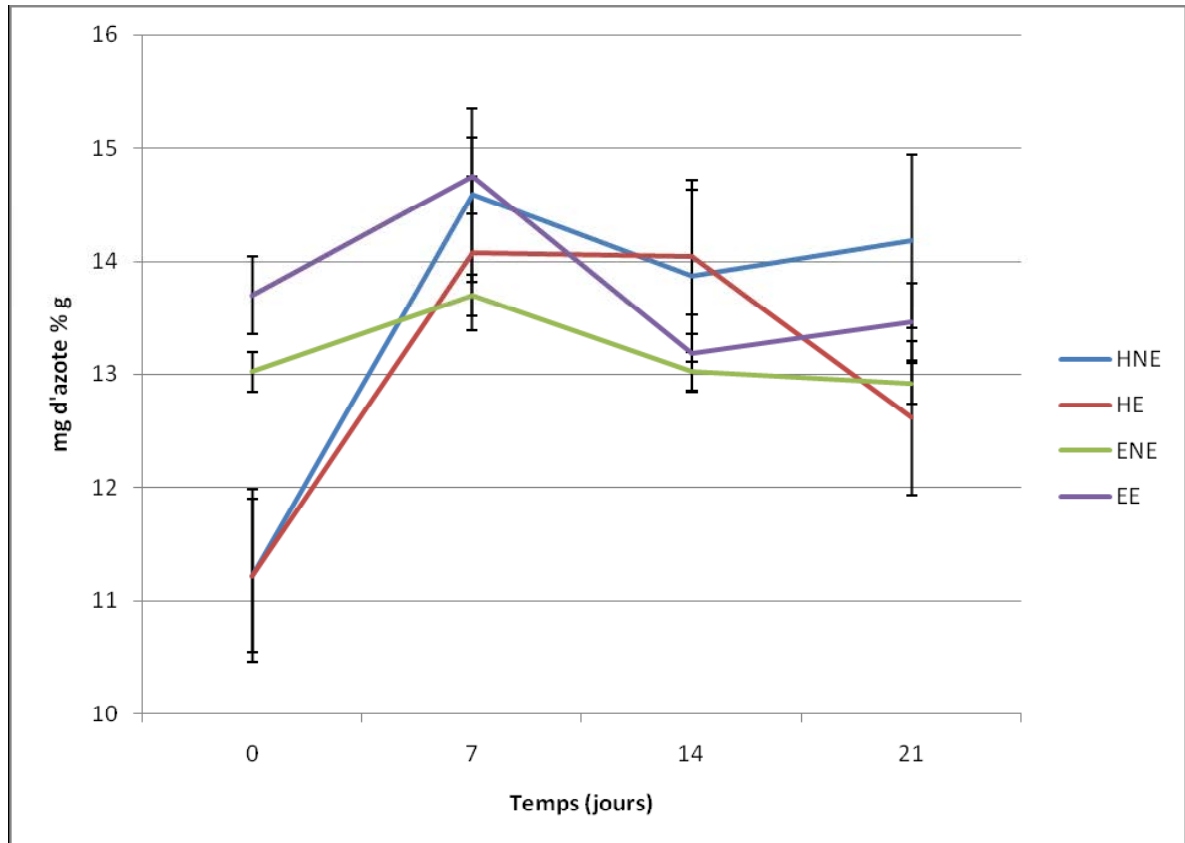


Figure 5 : Evolution de la teneur en ABVT en fonction du temps

6.1.1.2. Discussion

Depuis le règlement européen n°2073/2005 (CE, 2005), la flore totale n'est plus un critère microbiologique (donc les *Pseudomonas spp.*, les micro-organismes psychrotrophes et mésophiles ne sont plus des critères sanitaires) alors que le décret de 1979 (abrogé) fixait le niveau maximum autorisé à 10^5 UFC/g. Si on se réfère à cette valeur et compte tenu des résultats ci-dessus le Platax issu d'abattages par hypothermie (protocoles HNE et HE) se conserverait environ une dizaine de jours, qui correspond à ce qui avait été mis en évidence lors des travaux précédents pour le Platax congelé. Il est difficile d'être plus précis car l'intervalle entre deux points de mesure est d'une semaine.

De manière générale la flore microbienne se développe peu en 21 jours sous glace sur du Platax entier, éviscéré ou non. Cela corrobore la littérature qui indique qu'en général la microbiologie du poisson tropical est composée de bactéries mésophiles qui, se retrouvant ensuite à 0°C, ont un temps de latence et un taux de croissance plus faible que les bactéries psychrotolérantes rencontrées sur des poissons marins tempérés. Pour ces derniers on atteint souvent la valeur de 10^8 ufc/g dans les 12-16 jours contre 25-30 jours pour les poissons tropicaux.

La flore mésophile (30°C) est la même que la flore dénombrée à 15°C, ce qui confirme également les remarques faites ci-dessus. En effet sur les poissons d'eaux tempérées on trouve souvent plus de bactéries sur un milieu Long & Hammer à 15°C que sur PCA à 30°C. On manque parfois à 30°C certains psychrotolérants comme *Photobactérium phosphoreum* alors qu'à 15°C les psychrophiles et mésophiles se développent.

Concernant les lots issus des abattages par électronarcose, plusieurs hypothèses peuvent être posées afin d'expliquer les différences constatées essentiellement à J0 par rapport aux lots abattus par hypothermie.

- 1) L'abattage par électronarcose favorise le développement des bactéries par une période plus longue à température ambiante. En effet, l'eau du bac à électrocuter est en moyenne à 26°C et les poissons restent 2 à 3 minutes dans le bac. Les poissons narcosés ne se débattent pas lorsqu'ils sont transférés dans la saumure. On peut supposer que le refroidissement interne se fait plus lentement que pour les poissons mis directement en saumure qui pendant la phase précédant la mort se débattent et favorisent vraisemblablement des transferts d'eau glacée à l'intérieur des cavités buccale et viscérale. A J7 ces dénombrements chutent du fait de l'entreposage en glace et du temps de latence des bactéries, puis croissent légèrement vers J14 et J21. Les bactéries présentes dans la chair après électronarcose paraissent très sensibles à la conservation sous glace (diminution de 1 log). L'hypothermie élimine une grande partie de la flore, au moment de l'abattage. Il se peut alors qu'elle ait modifiée la composition de la flore initiale et qu'il ne reste que des bactéries qui sont capables de se multiplier lors de la conservation à basse température.
- 2) Une contamination a eu lieu pour les lots « électronarcosés » lors de la levée des filets à J0 dans les installations de Vairao. Pour mémoire, les abattages avec hypothermie ont été effectués la veille des abattages par électronarcose.
- 3) Elle peut également avoir eu lieu lors de l'étape de transfert jusqu'au laboratoire d'analyses. La glacière ayant servi à transporter les lots « électronarcosés » à J0 s'est refroidie un peu plus lentement que ce qui a été observé pour le transport des échantillons de J0 pour les poissons abattus par hypothermie. (Tableau 6). Lors du transport des échantillons à J0 la température est de 1,75°C en moyenne pour les « électronarcosés » contre 0°C pour ceux abattus par hypothermie. Cette différence pourrait être suffisante pour développer une flore externe à croissance rapide qui aurait contaminé les filets à J0. Une conséquence semble être que, dans ce cas, les poissons se soient refroidis moins vite. Ceci est visible par la comparaison des profils de température à l'annexe I-2. La température met 4h environ pour atteindre 5°C à l'intérieur des poissons « électronarcosés » contre 1h chez les poissons abattus par hypothermie.

Cependant, un test a été réalisé afin de confirmer un éventuel moindre refroidissement comme envisagé pour les hypothèses 1 et 3. Des puces électroniques permettant d'enregistrer la température ont été placées dans la cavité viscérale de poissons abattus simultanément par hypothermie ou par électronarcose (conformément aux protocoles). Aucune différence n'a pu être mise en évidence.

Étant donné les éléments en notre possession la première hypothèse ne peut être retenue. Cependant, il n'est pas possible de privilégier l'une des deux hypothèses (2 et 3). Ceci met en avant la nécessité pour les producteurs de prendre toutes les mesures nécessaires pour ne pas rompre et surveiller la chaîne du froid lors des opérations post-récolte, dont il sera à nouveau fait mention lors de l'approche HACCP au paragraphe 6.3.

Tableau 6: suivi des températures au cours des différentes étapes de traitement des échantillons

Étapes	Température (°C)		
	Mini	Moyenne	Maxi
Transfert Ifremer-Cairap J0 Glacière 1 (HNE et HE)	0	0	0
Transfert Ifremer-Cairap J0 Glacière 2 (ENE et EE)	0	1,75	4,5
Chambre froide Fenua Fish J0 à J7	1	1,52	2,5
Chambre froide Fenua Fish J7 à J14	1,5	2,52	3,5
Chambre froide Fenua Fish J14 à J21	1	1,13	3,5
Transfert Fenua-Cairap J7	-	0,5*	-
Transfert Fenua-Cairap J14	-	1*	-
Transfert Fenua-Cairap J21	-	2*	-
Puce dans poisson HNE (bouche)	-0,5	-0,44	0
Puce dans poisson HE (ventre)	-0,5	-0,43	0
Puce dans poisson ENE (bouche)	0	0,39	8,5
Puce dans poisson ENE (ventre)	0	0,38	8,5
Puce dans glacière 1 (HNE et HE)	0	0,054	9,5
Puce dans glacière 2 (ENE et EE)	0	0,09	9
Salle de levage filets (Ifremer) jour 1	25,5	25,5	25,5
Salle de levage filets (Ifremer) jour 2	24,5	24,63	25

* Une seule mesure disponible

Concernant les teneurs en ABVT observées (14 mg d'azote pour 100 g), elles sont largement inférieures à 20 mg d'azote pour 100 g retenue initialement et aux teneurs limites de consommation fixées par la commission CE du 8 mars 1995 (30 mg d'azote pour 100 g). Au cours du suivi entre J7 et 21 jours, on n'observe pas d'augmentation significative de l'ABVT. Cela ne semble donc pas être un bon indicateur d'altération pour ces produits. Il est effectivement classiquement reconnu que sur les poissons tropicaux les molécules altérantes sont surtout les esters d'acides gras et non la TMA ou NH₃ qui font partie de l'ABVT.

6.1.2. Volet sensoriel

6.1.2.1. Résultats

L'observation de la Figure 6 met en évidence des droites d'équations des lots non éviscérés assez proches ; Cette observation peut également être faite pour les lots éviscérés (Figure 7). L'évolution des poissons éviscérés est plus lente que celle des poissons non éviscérés, puisque la valeur 15 (médiane de l'échelle d'évaluation) n'est atteinte qu'au bout de 21

jours seulement. ENE (Figure 6) l'atteint par contre entre 7 et 14 jours et HNE entre 14 et 21 jours.

Une différence semble apparaître pour les lots non éviscérés à partir de J21 qui montre une altération plus forte pour les poissons « électronarcosés ». Pour les lots éviscérés le point J0 montre également une altération plus forte pour ces poissons, mais qui disparaît au cours du suivi.

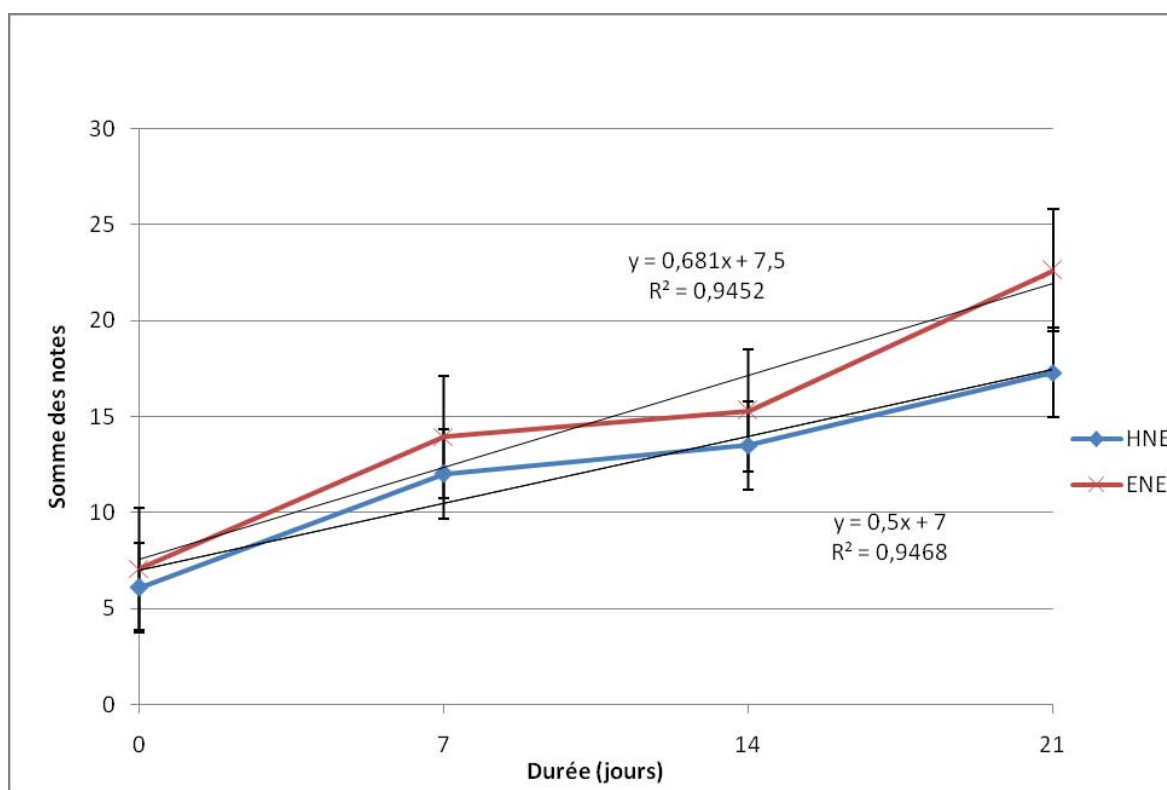


Figure 6 : Evolution de la cotation QIM des lots non éviscérés conservés en glace, (moyennes et écarts-types, n=2)

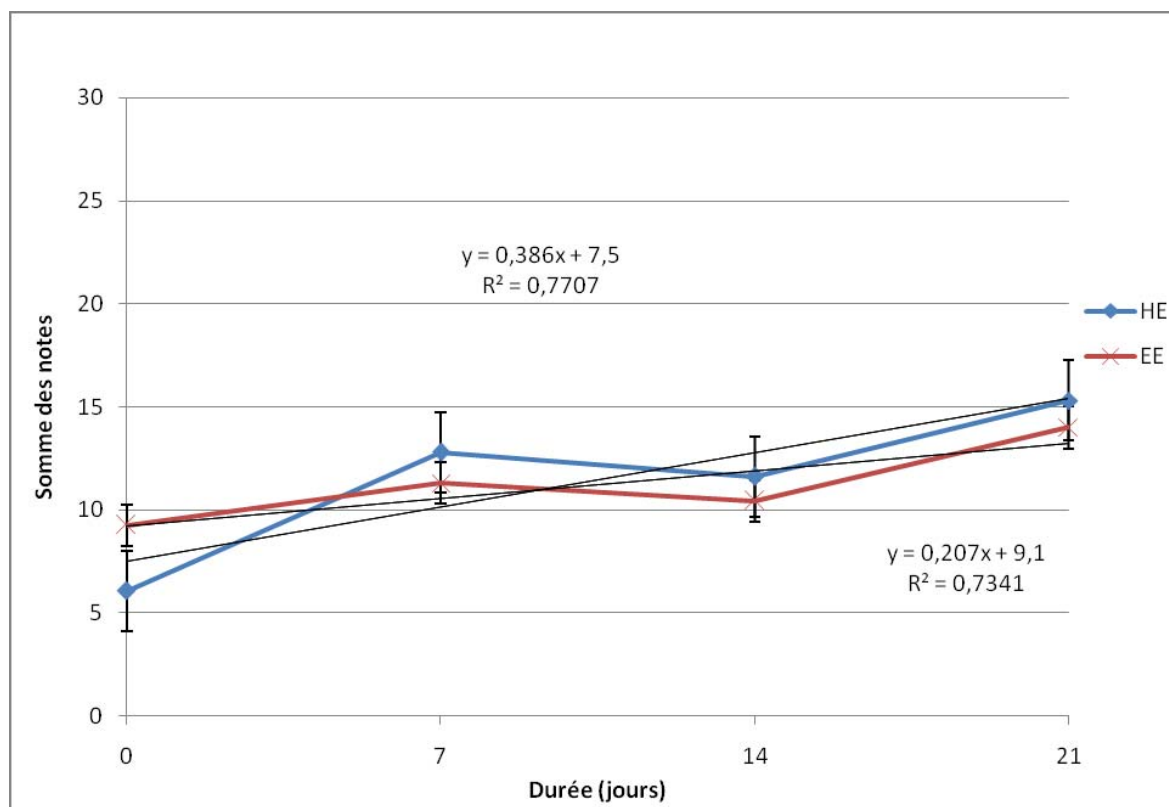


Figure 7 : Evolution de la cotation QIM des lots éviscérés conservés en glace, (moyennes et écarts-types, n=2)

Pour ce qui est de l'évaluation en cuit par la grille d'évaluation Torry, la comparaison sur le critère d'odeur entre les lots non éviscérés (HNE et ENE) montre une légère différence sur les points J14 et J21 (Figure 8, graphe de gauche). Pour les lots éviscérés, seul le point J7 fait apparaître une différence (Figure 8, graphe de droite).

Les pentes des courbes de tendance des lots non éviscérés sont proches et négatives. Celles des lots éviscérés sont également proches et légèrement moins négatives. Les lots non éviscérés (HNE et ENE) se révèlent être plus altérés au point J21 que les lots éviscérés.

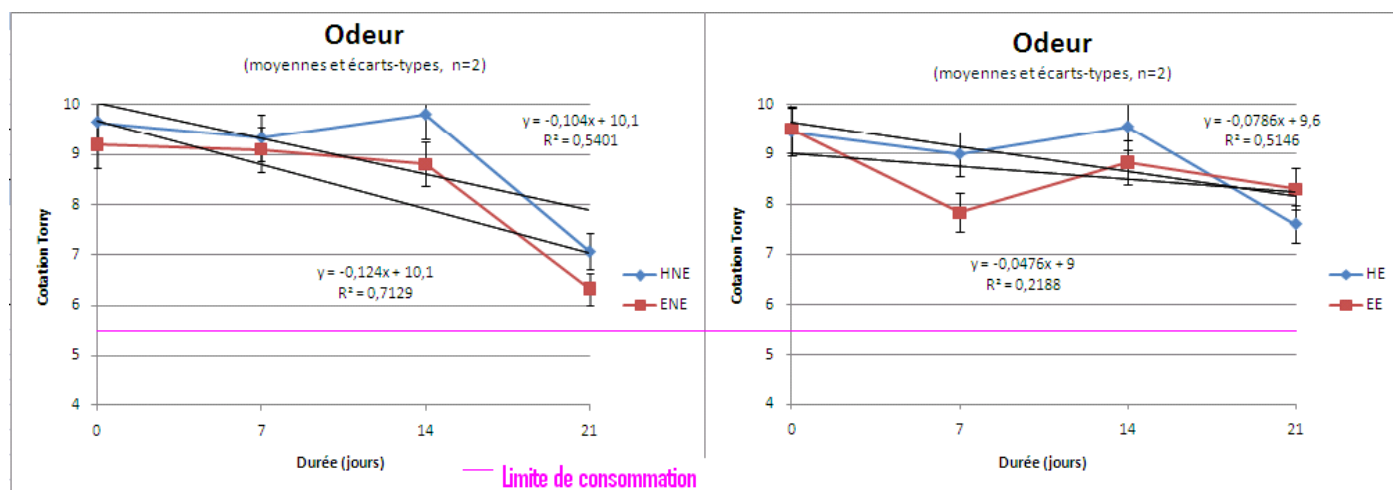


Figure 8 : Cotation Torry du Platax frais pour le critère d'odeur

Pour la cotation de la saveur, les pentes des droites d'équations des lots éviscérés (HE et EE, Figure 9 à gauche) sont très proches mais le lot « électronarcosé » (EE) est significativement moins bien noté avec une différence d'environ 1 point sur l'ensemble des points (J0, J7 J14). L'évaluation à J21 n'a pas été faite en raison des densités importantes en micro-organismes montrées lors du suivi microbiologique. Pour les lots non-éviscérés cette différence entre poissons « électronarcosés » et poissons abattus par hypothermie n'est visible qu'au point J0 (Figure 9 à droite).

L'évaluation de la saveur en cuit ne montre pas que l'éviscération entraîne une meilleure cotation avec une note maximum de 9 aussi bien pour les lots éviscérés que les lots non éviscérés.

Il faut signaler qu'aucun des lots n'est passé en dessous de la valeur de 5.5 considérée comme seuil limite pour l'acceptabilité en vue de la consommation. La cotation en cuit est très bonne pour le Platax dont l'odeur n'est pas cotée en dessous de 6 en 21 jours et la saveur en-dessous de 7 en 14 jours.

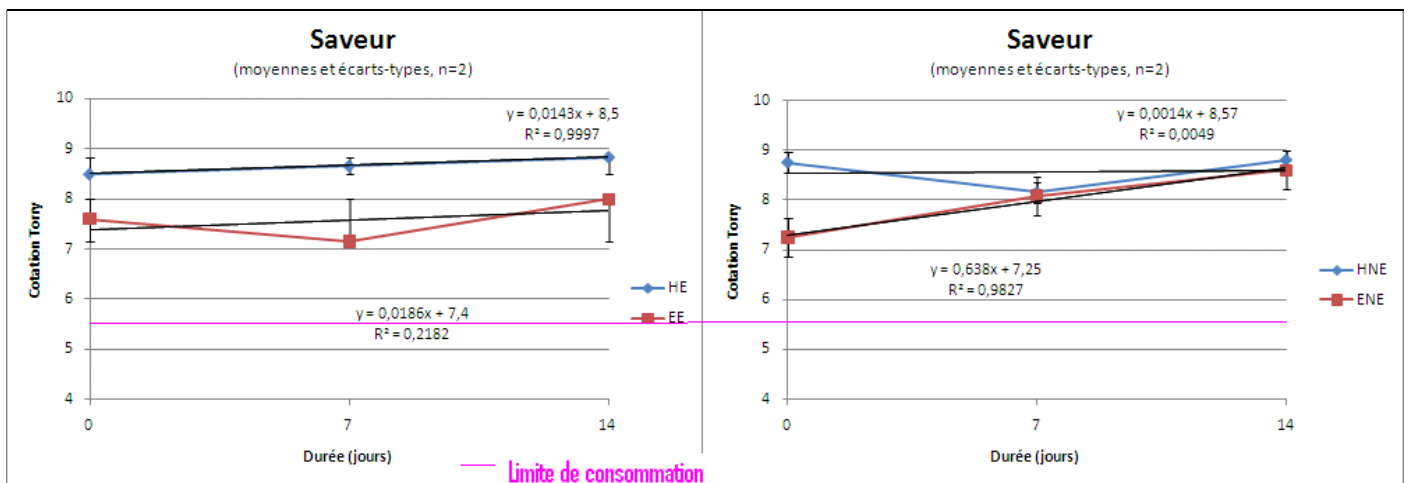


Figure 9 : Cotation Torry du Platax frais pour le critère de saveur

6.1.2.2. Discussion

Le décalage qui existe entre la bonne cotation en cuit tout au long du suivi qui reste au-dessus du seuil d'acceptabilité sur 14 jours pour la saveur et 21 jours pour l'odeur et la cotation en frais qui elle passe sous la limite de 5.5 entre 7 et 14 jours pour les lots les plus se dégradant le plus rapidement (ENE) doit être signalé. La cuisson semble faire disparaître (tout au moins atténué) des critères entraînant une diminution de la note entre le poisson cru et cuit. On peut penser notamment à tous les critères concernant l'aspect tels que la couleur ou odeur.

L'éviscération apparaît comme un facteur de meilleure notation en frais puisque la valeur 15 (médiane de l'échelle d'évaluation) est atteinte au bout de 21 jours seulement. Ceci doit être rapproché d'une moindre dégradation lié à l'absence des viscères qui peut être corrélé avec les résultats obtenus à l'issue du suivi de l'altération biochimique et microbiologique.

Dans les travaux précédents effectués sur des Paraha congelés (Knockaert *et al.*, 2009) la cotation en cuit avait révélée des odeurs ou des saveurs désagréables après 14 jours, ce qui

correspondait alors à une valeur QIM de 12. Nous n'avons pas retrouvé un tel phénomène, même après 21 jours pour le poisson frais.

Lorsque une espèce poisson a été suffisamment testé (nombre de tests et nombre de jury, pour un mode d'abattage donné, ce qui n'est pas encore le cas à la fin de cette étude), l'intérêt de la méthode QIM est de pouvoir déterminer la durée restante d'entreposage sous glace pour un lot de poissons non identifié. Ainsi un professionnel peut évaluer le « temps de vie » restant d'un poisson dont il ne connaît pas sa date d'abattage. Par exemple : pour une lot abattu par électronarcose, si la notation du produit par la méthode QIM, aboutit à une note de 12, alors le temps pendant lequel le produit à déjà été entreposé est de :

$x = (y - 7,5) / 0,681 = (12 - 7,5) / 0,681 = 6,6$ jours si le produit a été abattu suivant le protocole ENE car l'équation associée est $y = 0,681x + 7,5$ (Figure 6),

et en suivant le même raisonnement,

$x = (y - 7) / 0,5 = 10$ jours si le produit a été abattu suivant le protocole HNE car l'équation associée est $y = 0,5x + 7$ (Figure 7),

$x = 11,6$ jours pour le protocole HE,

$x = 14$ jours pour le protocole EE.

Si on considère une DLC de 10 jours d'après les résultats du suivi biochimique (paragraphe 6.1.1) alors il reste moins de 4 jours de conservation pour le lot ENE et les lots HNE, HE et EE sont déjà périmés.

Une Analyse en Composante Principale (ACP) normée a été réalisée à l'aide du logiciel R sur les données obtenues à partir de l'évaluation selon la grille QIM (voir annexe II-3).

On peut observer tout d'abord que le cercle de corrélation des variables (Figure 10 à gauche) montre que les critères évoluent tous dans le même sens « effet taille ». Ce qui est cohérent avec le sens de la notation qui progresse de 0 (altération minimale) à une note plus élevée (altération maximale). L'axe 1 détermine probablement la qualité des poissons. Ainsi, plus on se place sur la gauche de l'axe horizontal, plus l'altération est forte et plus on se place vers droite, moins les échantillons sont altérés.

Notons que le plan 1-2 représente 77% de l'information avec 66% pour la composante 1 et 11% pour la composante 2. Il existe une nette corrélation entre toutes les variables de l'axe 1 (annexe II-7). Ceci signifie que des échantillons qui présenteront une faible note pour un critère auront également une faible note pour les autres critères. L'axe 2 est structuré par l'opposition nette entre les variables « couleurs de la bouche » et « forme des yeux ». Plus on se place en haut et plus le critère « couleur des yeux pèse sur la notation », plus on se place en bas et plus le critère « forme des yeux » pèse dans la notation. Par contre l'inertie de cet axe est faible (11%). Ainsi, il participe peu au classement des échantillons. Les contributions des variables aux axes sont représentées dans l'annexe II-7.

Il est probable que le critère « couleur de la bouche » ait été mal noté par le jury. Il semble que la couleur de la bouche soit difficile à évaluer car les couleurs des lèvres et de l'intérieur de la bouche tout proche sont très différentes. Il est possible que ce facteur ne soit pas discriminant pour l'évaluation de la qualité du produit testé. S'il devait être

conservé dans les évaluations ultérieures, il devra faire l'objet d'une sensibilisation particulière du jury.

En ce qui concerne l'évaluation de la forme des yeux, on peut supposer que leur aspect se « dégrade » très rapidement et qu'il ne permet pas de coter les poissons au fur et à mesure de leur évolution. A priori ce critère ne devrait pas être retenu dans des évaluations à venir.

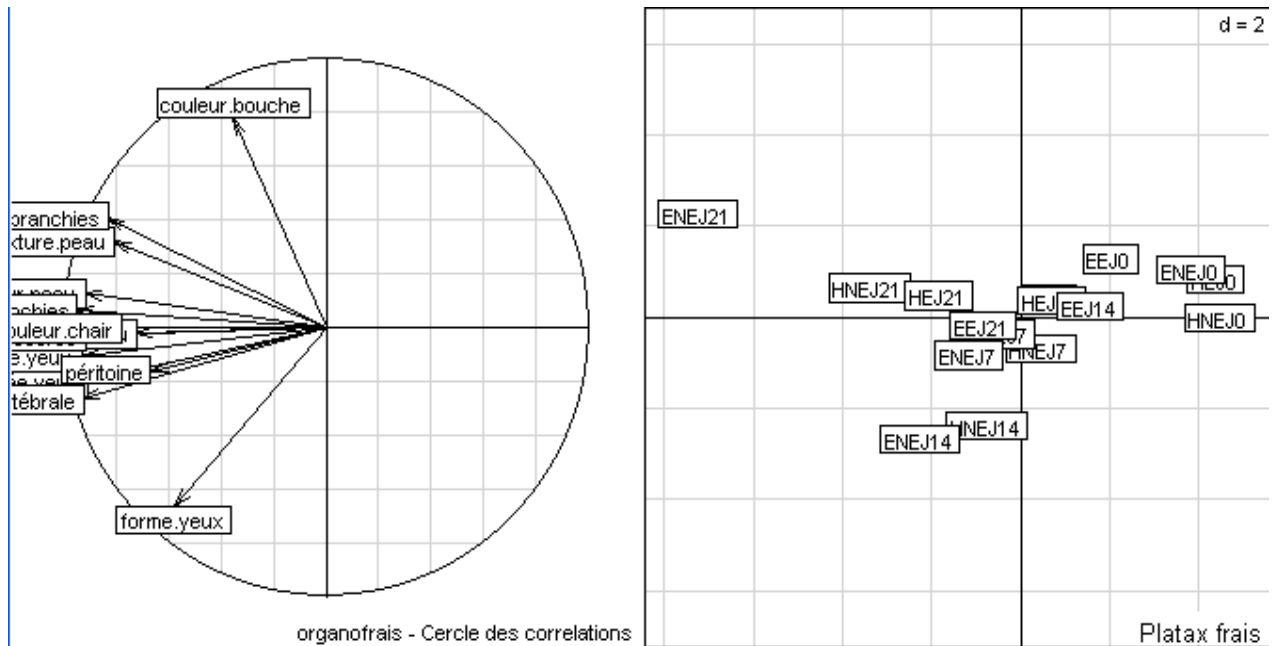


Figure 10 : Cercle de corrélation des variables de l'ACP normée, Plan 1-2 et Carte factorielle des individus pour Platax frais

A partir de ces informations on peut interpréter la carte factorielle des individus (Figure 10 à droite). Ainsi, les individus « J0 » se situent les plus à droite, ils sont donc les moins altérés. On note que « EE » se détache un peu vers la gauche, indication d'un poisson plus altéré. Les individus « J7 » sont assez regroupés, ils sont assez homogènes.

Pour les « J14 » on observe deux groupes distincts: les non-éviscérés plus altérés et placés plus bas, donc pour lesquels le critère « forme des yeux » à participer fortement à leur notation. Cela semble confirmer que ce n'est pas un bon critère d'évaluation. Alors que les éviscérés sont moins altérés et plus au centre.

On retrouve pour les individus « J21 » une plus forte altération pour les non-éviscérés (HNE et ENE), placés plus à gauche des éviscérés (HE et EE).

La Figure 11 montre le résultat de l'ACP pour l'évaluation en cuit. L'axe 1 représente 78% de l'information et les variables odeur et saveur sont corrélées entre elles. L'axe 2 représente 22% de l'information et est structuré par l'opposition de ces 2 mêmes variables. Plus on se place à droite, plus la qualité est mauvaise et plus on se place en haut, plus la saveur est mauvaise et plus l'odeur est bonne. Cette opposition entre les critères saveur et odeur, même si elle est légère, est inattendue. Aucune donnée analytique ne peut permettre de fournir une explication. Il se pourrait que l'on soit confronté à un résultat d'évaluation

lié au jury proprement dit ayant des critères d'évaluation lié aux habitudes de la cuisine polynésienne. Cette proposition pourrait être validée par des tests réalisés avec un jury différent.

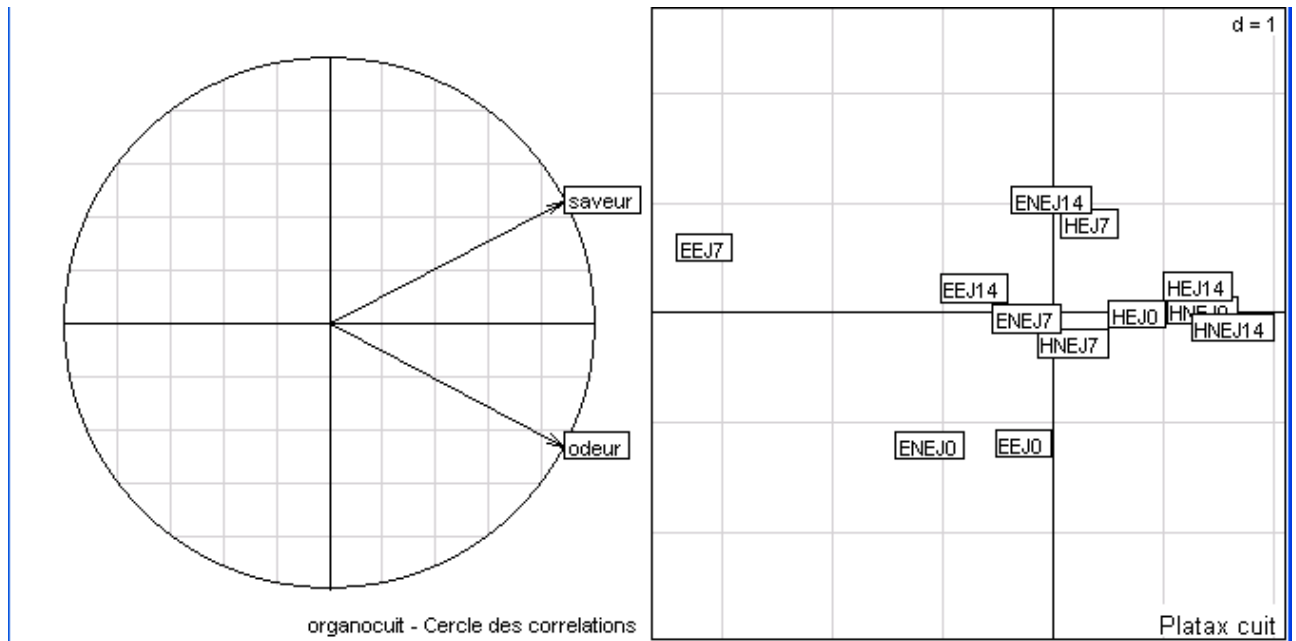


Figure 11 : Cercle de corrélation des variables de l'ACP normée, Plan 1-2 et Carte factorielle des individus pour Platax cuit

Concernant les échantillons on remarquera que le mieux noté est un « J7 ». On ne constate pas de différence entre échantillons éviscérés et non-éviscérés.

On ne constate pas vraiment de tendance particulière liée à la durée de conservation qui semble très peu intervenir sur l'altération de la saveur et de l'odeur en cuit.

6.2. Cinétiques de rigor mortis

6.2.1.1. Résultats

L'observation globale des courbes de la Figure 12 permet d'identifier deux phases différentes dans la cinétique de mise en place de la *rigor mortis*. Une première phase de croissance du Rigor Index atteignant un maximum au bout de 4h environ. Une seconde phase en plateau avec de très faibles variations (non significatives du Rigor Index persistant jusqu'à 48h.

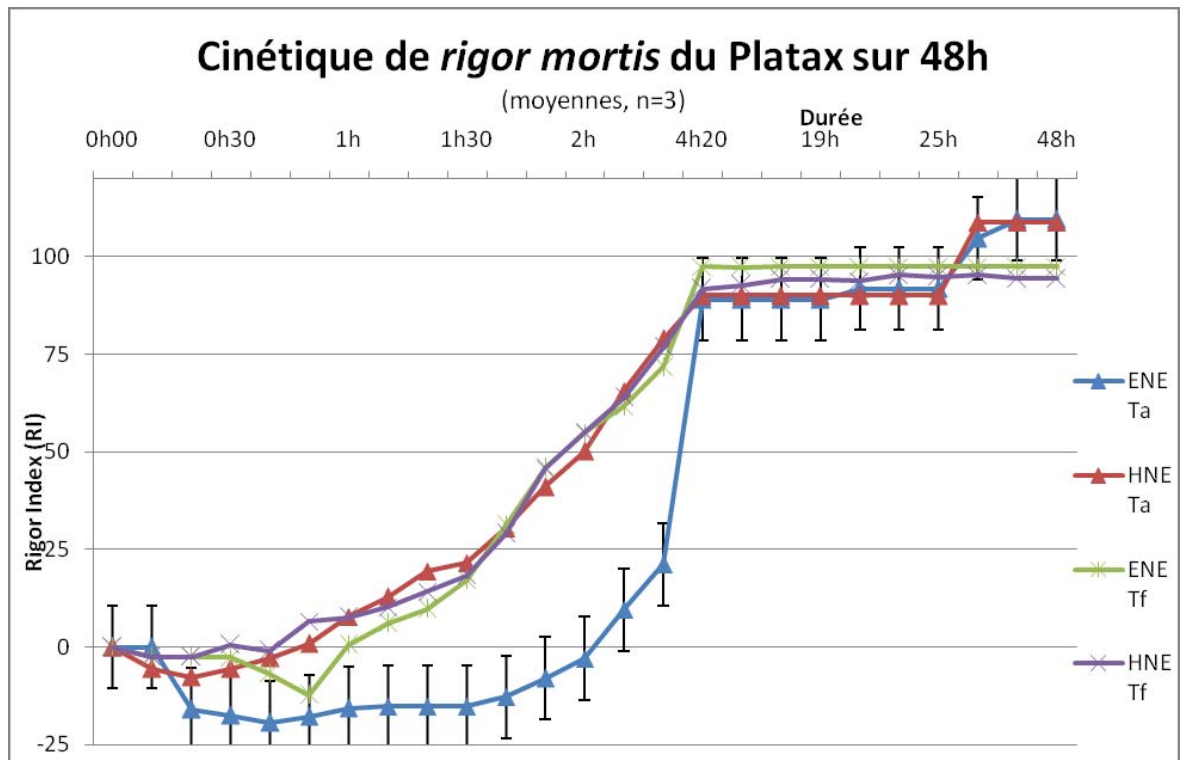


Figure 12 : Cinétique de la mise en place de la *rigor mortis* à température ambiante (Ta et Température froide (Tf)

Le début de mise en place de la *rigor mortis* est différent selon les protocoles. La croissance commence en effet au bout de 45 min environ pour « HNE Tf », « HNE Ta » et « ENE Tf » alors que pour « ENE Ta » elle n'apparaît qu'après 1h45 environ, corrélée à la diminution significative dans la première heure.

Quelque soit la vitesse de mise en place de la rigor, tous les poissons se retrouvent en rigor mortis maximale dans le même laps de temps (4h20).

6.2.1.2. Discussion

L'installation de la *rigor mortis* est rapide et commence dès 40 minutes. Elle est définitivement en place au bout de 4h après l'abattage. Or, il est indispensable de manipuler (filetage, ...) le poisson avant la mise en place de la rigor, afin d'éviter le risque de gaping qui engendre une altération de la structure de la chair des filets (Erikson *et al.*, 1997). Le filetage pré-rigor permet d'obtenir un filet plus ferme (Skjervold *et al.*, 2001). La contraction associée à la *rigor mortis* provoque des tensions dans le muscle quand il est relié à la structure squelettique. Les travaux d'El Sherbieny (1973) mettent en évidence un moindre degré de gaping quand le filet est réalisé en phase de pré-rigor. Par ailleurs, une étude sur le saumon a montré que les filets congelés pendant la *rigor mortis* sont plus susceptibles de présenter des problèmes de gaping au moment de la décongélation, la couleur et la fermeté étaient meilleures sur des filets congelés pré-rigor (Einen *et al.*, 2002).

Nous n'observons pas la 3^{ème} phase de post-rigor connue chez d'autres espèces (Bito *et al.*, 1983) qui se met en place au bout de 9 heures chez le maquereau commun et de 40 heures chez le « japanese sea bass » par exemple.

6.3. Approche HACCP des opérations post-récolte

Le contexte local avec des caractéristiques telle qu'une température élevée, une eau douce parfois (souvent) impropre à la consommation et un isolement des structures de production rend d'autant plus importante cette approche pour les aquaculteurs. Cette approche doit être considérée comme un outil **préventif**.

Pour la réaliser, nous avons rencontré Mr Edouard LEHARTEL de Tautira Aquaculture, seule ferme commercialisant sa production actuellement, pour être au plus près des réalités de terrain de la filière débutante.

Cette approche concerne les étapes post-récolte de traitement de la production jusqu'à la commercialisation avec un objectif de vente de poissons frais entiers dans un premier temps. La discussion avec les fermiers ayant révélée l'existence d'une demande en poissons éviscérés et en filets de la part des particuliers et des restaurateurs notamment, nous étendrons ensuite le travail à ces cas.

6.3.1. Appliquée a l'objectif de vente de poissons frais entiers a partir de l'exemple Tahiti Aquaculture

6.3.1.1. Description du produit

Pour une meilleure compréhension du produit qui facilitera l'identification des dangers et défauts potentiels nous suivrons la méthode de description préconisée par le Codex alimentarius (2003a et b) concernant la démarche HACCP. Le Tableau 7 récapitule les informations relatives au produit.

La production compte 4 cycles par an avec 8 cages de 350 poissons par cage (mortalité variant de 10 à 16%). Il convient de préciser que 3 calibres sont commercialisés selon 3 marchés de différentes ampleurs. Deux marchés semblent exister pour les fourchettes allant de 350 à 450 g et de 650 à 900 g mais le plus gros marché se situe sur la fourchette 450 à 600 g. Le producteur vend environ 150 kg par semaine qui correspondent à deux abattages (le plus souvent le mercredi et le vendredi). Selon le producteur, le marché maximum est de 8 tonnes pour ce produit : restaurateurs (exemples : Dalhia, Feng Shui), quelques snacks, particuliers, grande distribution. Les contraintes imposées par la grande distribution (agrément, exigences sanitaires, négociation restreinte sur les prix) semblent être un frein important à la conquête de ce marché.

Tableau 7 : Description du produit « Paraha frais entier »

Nom(s) du produit	Platax orbicularis (nom polynésien : Paraha peu) frais entier, conservé en saumure
Source de la matière première	Ferme aquacole Tautira Aquaculture (presqu'île de Tahiti)
Caractéristiques importantes du produit fini	Pas de risques de ciguatera (gratte)
Ingrédients	Aucun autre ingrédient que le poisson entier
Emballage	Poche plastique fermée mais non sous vide
Comment doit-être utilisé le produit fini	Préparation (écaillage, éviscération et lever des filets) avant consommation cru ou cuit
Durée de conservation	10 jours
Où le produit sera vendu	Restaurateurs, particuliers, grandes surfaces
Instructions d'étiquetage particulières	« A consomme de préférence avant le...» « Poids net du poisson :... »
Mesures spéciales de contrôle de la distribution	Contrôle de la température si stockage du produit

6.3.1.2. Diagramme des opérations

La Figure 13 présente le diagramme des opérations depuis la récolte jusqu'à la vente du produit.

Les étapes de préparation durent environ 7 heures. La *rigor mortis* est donc installée lors de la manipulation des poissons.

Les transferts en bateau et en camion forment un temps de transport cumulé assez long et dépendant du temps de livraison donc du nombre de clients à livrer.

Il est difficile de livrer les clients le même jour que les abattages à cause de ce facteur d'éloignement du site de production et qui entraîne le stockage de la production pendant la nuit avant la livraison le lendemain.

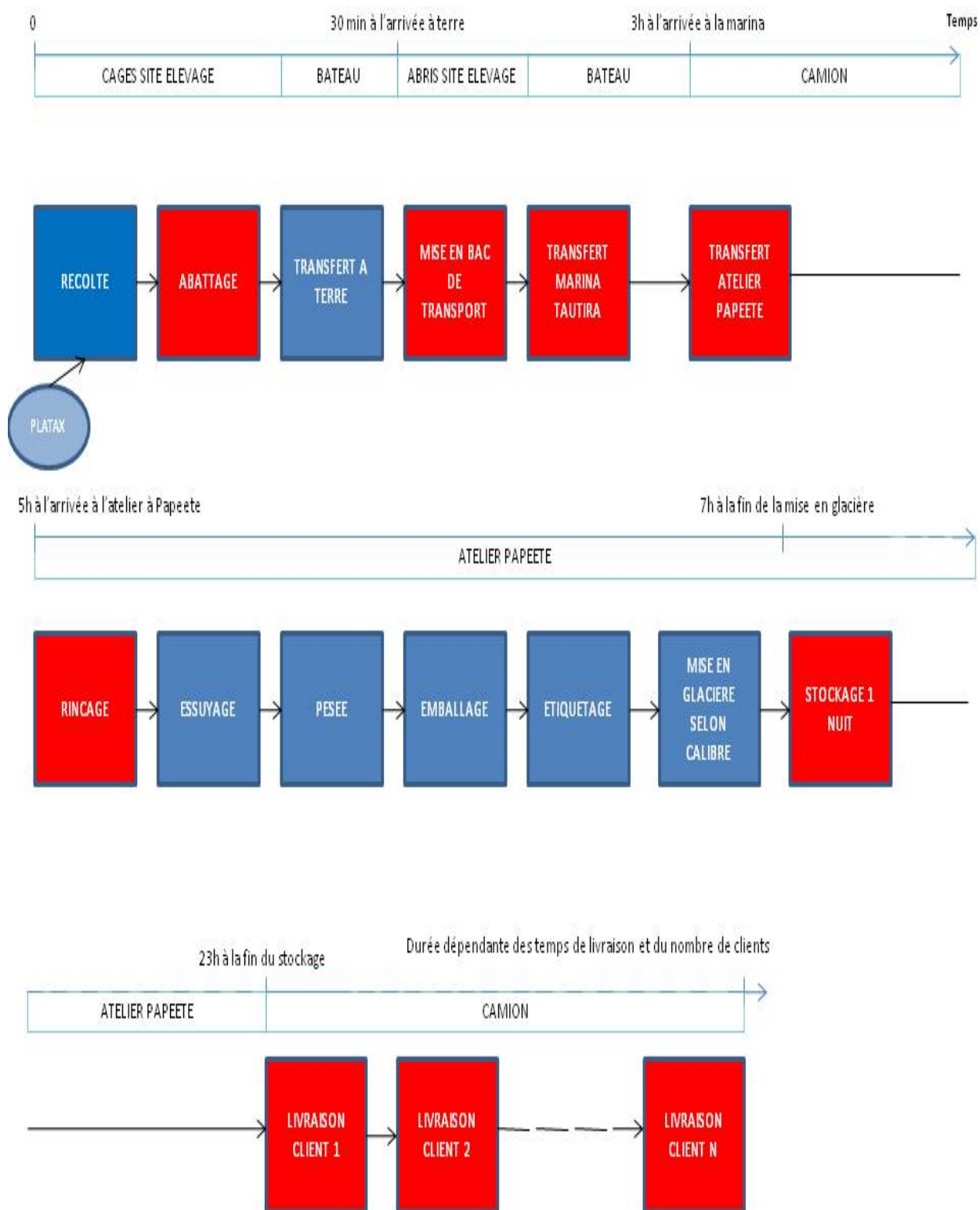


Figure 13 : Diagramme des opérations post-récolte

6.3.1.3. Approche HACCP

La rupture de la chaîne du froid a des conséquences sur la qualité et représente le principal danger des opérations post-récolte. Les nombreuses manipulations et le contact des poissons avec des surfaces contaminées (glacières, tables de tri, de découpe,...) constituent les principaux facteurs de dégradation.

Le séjour de quelques heures à une température élevée (environ 10°C) n'entraîne pas d'évolution immédiate de la flore microbienne mais provoque un réchauffement qui active des bactéries à croissance rapide au cours des étapes suivantes de la filière.

Les opérations ultérieures (conditionnement, transport, distribution) doivent essentiellement répondre aux exigences sanitaires de tout procédé de transformation (pas de contamination croisée, et locaux aux normes sanitaires).

Le tableau de l'approche HACCP reporté en annexe IV-2 récapitule les dangers, les CCP (Controlled Critical Point, notion définie dans le cadre de la HACCP) et les mesures à entreprendre pour leur maîtrise.

6.3.2. Etendue à l'objectif de poissons éviscérés et de filets

D'après le producteur une demande existe en poissons éviscérés auprès des particuliers et en filets auprès des restaurateurs ou des grandes surfaces.

6.3.2.1. Etapes supplémentaires

L'éviscération devrait se faire en début de processus car elle freine la prolifération bactérienne. Il faudrait éviter de la réaliser lorsque le produit est en état de rigidité cadavérique, c'est-à-dire passé 4h après l'abattage, pour limiter les dommages sur la chair au cours de cette phase. Elle nécessite d'être bien réalisée, en particulier il est important que le péritoine ne soit pas percé et qu'elle soit complète (grattage du rein). La formation du personnel est primordiale.

Le problème matériel qui se pose actuellement au niveau de cette étape est que les éleveurs n'ont pas d'atelier respectant les normes sanitaires sur leur lieu de production. Les coûts d'investissements et d'entretien sont trop élevés.

Hormis le problème de la rigor mortis, le filetage en fin de processus est la meilleure option car la chair du poisson entier est moins sujette à la prolifération bactérienne lors du transport que les filets.

Mais dans ce cas également le problème d'un local aux normes sanitaires s'impose pour cette étape.

Si l'objectif de commercialisation de filet semble correspondre à l'option de vente à l'exportation, il faut prendre en compte les délais plus longs et les contraintes inhérentes au transport longue portée (avion). Le cahier des charges des différents intermédiaires doit concorder avec les exigences sanitaires du produit (DLC notamment).

6.3.2.2. Extension de l'approche HACCP

Le résultat de cette approche est résumé dans le tableau en annexe IV-4.

6.3.3. Discussion

En aquaculture les conditions d'abattage et de traitement sont déterminantes pour garantir une qualité optimale. La bonne gestion de l'abattage par rapport aux capacités des unités de conditionnement est primordiale pour réaliser un traitement des flux sans attente. Ceci est particulièrement vrai dans notre exemple et dans le contexte polynésien où les sites de production peuvent être assez éloignés des zones de commercialisation. Le faible niveau de traitement post-récolte nécessite de disposer d'une matière première de bonne qualité.

Il est ainsi préférable, pour l'objectif de commercialisation de filets, de garder entier le poisson lors des étapes de conditionnement et de transport, plutôt que déjà fileté. Le fait de laisser le poisson entier évite la contamination de la chair. Cependant ceci se confronte au problème de l'installation rapide et irréversible de la rigor mortis qui empêche toute transformation tardive du produit.

Une autre spécificité due au contexte est la variabilité de la qualité de l'eau douce captée. Dans notre exemple le captage de Tautira ne permet pas de prévoir une eau propre systématiquement. C'est pourquoi les étapes (étape d'abattage, étape de rinçage...) où l'eau, et éventuellement la glace, interviennent sont ici des « points critiques » nécessitant des mesures de surveillance supplémentaires. Avec la garantie d'une eau propre (captage de Papeete, mareyeur) ces étapes ne seraient plus des points critiques.

Ce qui ressort de la rencontre avec Mr Edouard LEHARTEL est que le temps affecté à la commercialisation est très important et empiète sur celui nécessaire à la production. C'est dans ce contexte que des aléas sanitaires non maîtrisés peuvent surgir. Pour cette raison, l'éleveur recherche un partenariat, avec un mareyeur éventuellement, pour se décharger du volet commercialisation. Le partenariat avec un mareyeur est également intéressant du point de vue sanitaire puisque le conditionnement et la transformation post-récolte bénéficierait des locaux du mareyeur et de source d'eau douce propre. Cette option serait intéressante en attendant que les producteurs disposent d'un atelier de transformation aux normes sanitaires, dont l'investissement est important. Le manque d'un tel outil est d'ailleurs le principal frein à la commercialisation de poissons éviscérés et de filets aujourd'hui. Ce type de partenariat temporaire (alternatif) est donc à encourager s'il il permet de maintenir une marge satisfaisante pour le producteur. Une analyse économique de l'entreprise et du marché serait d'ailleurs particulièrement intéressante pour la filière débutante.

L'installation d'une outil mutualisé sur la marina de Tautira permettrait de réaliser les étapes de transformation (éviscération, filetage) en début de processus avant que la rigidité cadavérique soit installée totalement. Les productions récoltées sur les cages pourraient être transférées directement à la marina sans passer par les abris des sites de productions. La mise en glace se ferait à la marina. Une machine sous vide pourrait être achetée et partagée entre les éleveurs. Cependant, son utilisation nécessite une formation. La mise en sacs plastiques des filets qui se fait actuellement semble rassurer l'aquaculteur mais n'est pas une réelle mesure de maîtrise sanitaire, surtout si l'emballage est réalisé dans des locaux non professionnels. Il faudrait suivre d'ailleurs l'évolution de la microbiologie dans ces sacs plastiques « non sous vide ».

En pratique le port de gants n'est pas systématique tout comme le suivi des températures. Un travail de formation du personnel et de sensibilisation aux risques est donc à envisager. Sans un respect des bonnes pratiques d'hygiène et des mesures préventives les étapes figurant comme maîtrisées dans l'approche ci-dessus, n'étant donc pas des CCP, ne le seraient plus.

Cette approche HACCP post-récolte doit être un premier pas vers un plan HACCP de tout le processus de production nécessaire aujourd'hui en cas d'audit de contrôle et recommandé pour assurer une production dans de bonnes conditions d'hygiène pour satisfaire aux exigences en matière de santé et d'innocuité. Elle doit être également un appui à la mise en place du cahier des charges. Elle entre dans un plan global de maîtrise sanitaire indissociable des autres outils: plan de nettoyage-désinfection, plan de formation du personnel, cahier des charges, amélioration continue, conception et entretien des installations, traçabilité des produits, propreté du site d'installation, étude d'impact, lutte contre les nuisibles...



Photo 8 : Exemple d'un débouché - Carte d'un restaurant avec prix de vente

7. Recommandations aux éleveurs

Ce paragraphe résume les principales mesures pouvant être prises afin d'assurer la qualité de la production après la récolte.

➤ Mesures spécifiques au Platax :

- Il est préférable de transformer le Platax dans les 4 premières heures après l'abattage, le mieux étant dans les 40 premières minutes. La *rigor mortis* n'a alors pas encore commencé sa mise en place.

- La DLC à prendre en compte est d'environ 10 jours.

➤ Mesures spécifiques au contexte de production sur la presqu'île de Tahiti :

- L'isolement implique des temps de transports longs. En amont, il nécessite de prévoir du matériel de remplacement sur les sites. Des instructions spécifiques doivent être données telles que le respect des temps de chargement et de déchargement, ainsi que des délais.
- Le climat impose une surveillance accrue de la chaîne du froid. La récolte devrait être rapide pour ne pas exposer inutilement le poisson à une température élevée. Le transport du poisson doit se faire dans les meilleurs délais avec un équipement conçu pour cela. Garder une température aussi proche que possible de zéro. Surveiller la température à l'aide de thermomètres enregistreurs. Lors du stockage, entretenir la glace et éliminer l'exsudat de glace fondue. L'utilisation d'un double fond dans les glacières est recommandée.
- Il faut prendre en compte les aléas liés à la qualité aléatoire des alimentations en eau douce de la presqu'île. Lavage, éviscération et filetage : éviscération bien réalisée lorsque le tractus intestinal et les organes internes ont été enlevés, sans percer le péritoine. Le personnel doit être formé à propos des manipulations exigeant des précautions (eau propre) et sur l'hygiène en particulier.
- Un accent particulier doit être mis sur la traçabilité des produits. Les poissons ne doivent pas être transportés avec d'autres produits qui pourraient les contaminer. Présentation systématique d'un bon de livraison à récupérer. Il peut servir de preuve juridique en cas de litige, s'il comporte suffisamment d'information sur la chaîne de conditionnement entre pêche et livraison (température, ...). Les spécifications portées sur l'étiquetage pourraient comprendre : les caractéristiques organoleptiques, les indicateurs d'altération, les caractéristiques physique (poids net, taille), la date de pêche, la DLC, des informations sur la zone d'élevage, ... éventuellement que ce poisson est non ciguatoxique.

8. Conclusions

En ce qui concerne les protocoles d'abattage et de conditionnement, si l'électronarcose à l'avantage en matière de bien-être animal, elle ne semble pas avoir d'atouts supplémentaires par rapport à l'autre technique.

Pour ce qui est de la composante microbiologique et biochimique, il ne semble pas y avoir d'avantage d'un protocole par rapport à un autre. En effet, et même en dépit d'une contamination à J0, la flore des lots « électronarcosés » ne se démarque pas sur le reste du suivi. Il est possible que l'hypothermie, modifiant la flore initiale, explique les différences observées à J0 qui de toute façon ne se retrouvent pas par la suite.

D'un point de vue sensoriel on ne constate que très peu de différence, l'hypothermie étant légèrement mieux cotée en cuit. On retiendra d'une manière générale l'excellente cotation en cuit sur 21 jours de conservation qui ne suit pas la tendance de dégradation observée en frais, ni même la croissance microbienne mise en avant par la biochimie. Cependant, celle-ci pourrait être affinée en se focalisant sur une méthode en particulier et en resserrant les points d'analyse. Il serait bon de suivre également l'évolution des salmonelles et d'E. Coli pour la détermination de la DLC évaluée à 10 jours.

Le paramètre température est important dans le contexte insulaire tropical. Il peut, couplé à l'isolement (temps d'attente prolongé) être facteur d'importantes conséquences en termes de développement microbien. Pour cela l'hypothermie semble mieux adaptée aux aquaculteurs polynésiens qui la pratiquent déjà et son image n'est pas altérée par rapport à celle de l'électronarcose. Le choix de l'électronarcose, en vue de circuit de traitement plus

long par exemple, nécessiterait en tout cas une solide maîtrise des opérations post-récolte et des moyens adaptés.

L'hypothermie telle qu'elle est pratiquée pour un objectif de poisson entier peut assurer une production saine si les étapes « critiques » mentionnées lors de l'approche HACCP sont l'objet de surveillances particulières. Mais celle-ci seront « inutiles » sans le respect des bonnes pratiques d'hygiène de base ainsi que des mesures préventives.

L'éviscération n'entraîne pas d'amélioration particulière de la conservation d'un point de vue microbiologique et biochimique, mais paraît améliorer sensiblement l'évaluation sensorielle en frais. Si elle est adoptée par un producteur, il serait plus intéressant qu'il la place au début de son schéma d'opérations post-récolte. Ceci est aussi valable pour l'étape de filetage pour un objectif de commercialisation de filets.

Par ailleurs, le suivi de la *rigor mortis* nous a amené à caractériser sa cinétique particulière, sans différence notable entre hypothermie et électronarcose lorsque les poissons sont conservés en chambre froide à 6°C. La mise en place de la rigor est rapide et cet état se maintient au moins au-delà de 48h. Des mesures complémentaires simples pourraient permettre d'affiner le délai réel de mise en place de cette rigor évalué pour le moment à 4h. En effet celui-ci pourrait éventuellement être encore plus court (3 heures). Une approche à l'aide d'un texturomètre pourrait être complémentaire dans l'analyse de ce phénomène de « cold shock » observé.

Enfin, cette caractéristique pourrait malgré tout être un avantage. En effet, des travaux en cours semblent vouloir montrer qu'un poisson ayant présenté un état de rigor mortis serait obligatoirement non ciguatoxique.

Un travail de structuration de la filière semble à réaliser en prenant en compte toutes ces données ainsi que le schéma des étapes post-récoltes. Un élément important (incontournable) serait l'installation de locaux aux normes sanitaires. La mutualisation de cet outil pouvant se faire éventuellement au niveau de la marina de Tautira.

Références

- Acuff G., Izat A.L. et Finne G. (1984), Microbial flora on pond-reared tilapia (*Tilapia aurea*) held on ice. *Journal of Food Protection*, 47, 778-780
- Bito M., Yamada K., Mikumo Y. et Amano K. (1983), Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified cutting's method. *Bulletin of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*, 109, 89-96
- Bonilla A. C. (2004), Fisheries training, programme, Development of a quality index method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and consumer acceptance of different cod product
- CE. (2005), Règlement N°2073/2005 de la commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal Officiel de l'Union Européenne*
- Codex alimentarius. (2003a), Code d'usage international recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire, CAC /RP 1-1969, Rév. 4
- Codex alimentarius. (2003b), Système d'analyse des dangers – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et directives concernant son application (Appendice au CAC /RP 1-1969, Rév. 4
- Codex alimentarius. (2003c), Code d'usage pour les produits de la pêche, CAC/RCP 52-2003.
- Curran C.A., Poulter R.G., Brueton A. and Jones N.R. (1986), Effect of handling treatment on fillet yields and quality of tropical fish. *Journal of Food Technology*, 21, 301
- Devaraju A.N. and Setty T.M.R. (1985), Comparative study of fish bacteria from tropical and cold temperate marine coasters. In: Reilly A. (ed) Spoilage of tropical fish and product development. *FAO Fisheries. Report. Supp.*, 97-107
- Dos Santos L. (1978), Bacteriological spoilage of iced Amazonian freshwater catfish (*Brachyplatistema vaillanti* Valenciennes). Master's Thesis, Loughborough University of technology
- Einen O., Guerin T., Fjaera S.O., Skjervold P.O. (2002), Freezing of pre-rigor fillets of atlantic salmon. *Aquaculture*, 212, 129-140
- El Sherbieny A.M. (1973), Chilling or freezing pre-rigor prevents break-up of filets. *Proceedings of the 13th International Congress of Refrigeration*, 3, 249-254
- Erikson U., Sigholt T. and Seland A. (1997), Handling stress and water quality during live transportation and slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 149, 243-252
- FAO. (1995), Eléments pouvant être inclus dans un projet de document directeur et de plan d'action sur la sécurité alimentaire universelle. CL 108/12 pour la 108ème session du Conseil de la FAO, Rome.
- FAO. (2001), Species identification guide for fishery purposes, The living marine resources of the western central Pacific, Volume 6 Bony fishes part 4 (*Labridae* to *Latimeriidae*), estuarine crocodiles, sea turtles, sea snakes and marine mammals
- Gillespie N.C. and Mc Rae I.C. (1975), The bacterial flora of some Queensland fish and its ability to cause spoilage. *Journal of Applied Bacteriology*, 39, 91-100

- Gram L. (1989), Identification, characterization and inhibition of bacteria isolated from tropical fish. Ph. D thesis. the technological laboratory of the Danish Ministry of Fisheries and the Royal Veterinary and Agricultural University
- Knockaert C., Cornet J., Cardinal M., Grasset E., Maamaatuaiahutapu M., Coves D. (2009). Rapport final de convention, Caractérisation de la qualité du Platax (*Platax orbicularis*) issu d'aquaculture, Ifremer
- Lee K.H., Tsuchimoto M., Onishi T., Wu Z., Jabarsyah A., Misima T. and Tachibana K. (1998), Differences in progress of rigor mortis between cultured red sea bream and cultured Japanese flounder. *Fisheries Sciences*, 64, 309-313
- Liston J. (1980), Microbiology in fisheries science. In: Connell, *Advances in fishery science and technology*, Fishing News Books, Farnham, England, 138-157
- Love R.M. (1975), Variability in Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from northeast atlantic – Review of seasonal and environmental influences on various attributes of flesh. *Journal of The Fisheries Research Board of Canada*, 32 (12), 2333-2342
- Mai N., Martinsdottir E., Sveinsdottir E., Olafsdottir G., and Arason S. (2009), Application of Quality Index method, texture Measurements and electronic nose to assess the freshness of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 57, 283-289
- Morita R. Y. (1975), Psychrophilic bacteria. *Bacteriological Reviews*, 39, 144-167
- Morzel, M., Sohier, D. and Van de Vis, H. (2003), Evaluation of slaughtering methods for turbot with respect to animal welfare and flesh quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 19–28
- Murray C. K. and Shewan J.M. (1979), The microbial spoilage of fish with special reference to the role of psychrotrophs. In: Russel A.D. and Fuller R. *Cold tolerant microbes in spoilage and environment*, Academic Press, 117-136
- Paterson, B., Goodrick B. and Frost S. (1997), Controlling the quality of aquacultured food products. *Trends in food science and technology*, 8, 8, 253-257
- Service de la Pêche de Polynésie française. (2010), Synthèse des données de la pêche professionnelle et de l'aquaculture, Bulletin 2010
- Shewan J.M. (1962), The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes. In: Hawtorn J., *Recent advances in food sciences*, 1, 167-193
- Skjervold P.O., Benrze A.M., Olav Fjana S., Vegusdal A., Vorre A., Einen O. (2001), Effects of pre- or post-rigor filleting of live chilled atlantic salmon. *Aquaculture*, 194; 3-4, 315-326
- Surendran P. K., Joseph J., Shenay A.V., Perignan P. A., Iyer K. M. and Gopakumar K. (1989), Studies on spoilage of commercially important tropical fishes under iced storage. *Fisheries Research*, 7, 1-9
- Vanquin V. et Knockaert C. (2008), Définition d'un protocole d'abattage et de conditionnement du Paraha peu (*Platax orbicularis*) d'élevage, Rapport Ifremer

9. Liste des Annexes

Annexe 0 : Mesures de maîtrise sanitaire communes aux suivis - Plan de nettoyage-désinfection

Annexe I : Documents relatifs au suivi biochimique de l'altération

Annexe I-1 : ABVT en mg d'azote %g (moyennes et écarts-types – 3 répliques)

Annexe I-2 : Suivi des températures des échantillons (manip. altération)

Annexe I-3 : Protocoles des analyses en laboratoire

Annexe I-4 : Photos du suivi en altération

Annexe II : Documents relatifs au suivi sensoriel

Annexe II-1 : Jury

Annexe II-2 : Résultats (compléments graphiques)

Annexe II-3 : Grille de cotation QIM adaptée au Platax frais

Annexe II-4 : Grille de cotation Torry du poisson cuit avant adaptation au Platax

Annexe II-5 : Grille de cotation Torry du poisson cuit adaptée au Platax

Annexe II-6 : Suivi de la température lors du stockage des échantillons

Annexe II-7 : Corrélation des variables et contributions aux axes de l'ACP normée pour le Platax frais

Annexe II-8 : Photos du suivi sensoriel

Annexe III : Documents relatifs au suivi cinétique de la rigor mortis

Annexe III-1 : Calendrier des opérations

Annexe III-2 : Suivi des températures

Annexe III-3 : Photos du suivi

Annexe IV : Documents relatifs à l'approche HACCP

Annexe IV-1 : Arbre de détermination des CCP (Codex Alimentarius CAC/RCP 52/2003)

Annexe IV-2 : Dangers inhérents aux produits de la mer et mesures préventives

Annexe IV-2.1 : Dangers biologiques

Annexe IV-2.2 : Dangers chimiques

Annexe IV-2.3 : Dangers physiques

Annexe IV-2.4 : Dangers liés aux achats

Annexe IV-2.5 : Dangers liés aux opérations de transports et d'entreposage

Annexe IV-3 : Approche HACCP pour l'objectif de vente de poissons entiers

Annexe IV-4 : Extension de l'Approche HACCP pour l'objectif de vente de poissons éviscérés et de filets

Annexe IV-5 : Documents de référence relatifs à la sécurité sanitaire

10. Annexes

Annexe 0 : Mesures de maîtrise sanitaire communes aux suivis - Plan de nettoyage-désinfection

NETTOYAGE : Elimination des souillures visibles (PROPRETE VISUELLE)

DESINFECTION : Destruction des micro-organismes (PROPRETE MICROBIOLOGIQUE)

DEGRAISSAGE : Eliminer les traces de matières grasses (PROPRETE CHIMIQUE)

Nature des désinfectants utilisés :

Matériels : Brosse, balai, seau, raclette,...

PREPARATION : Ranger, enlever les grosses souillures, débrancher et démonter les machines, prélever si nécessaire, protéger les matériels sensibles (prise électrique,...).

NETTOYAGE : Préparer la solution de lavage/dégraissage en respectant dose et température (55°C en général : température supportée par la main). Enlever les souillures en frottant.

RINCAGE : Rinçage à l'eau claire et chaude afin d'éliminer les souillures et le détergent.

DESINFECTION : Préparer la solution de désinfection (dose, température).

Application afin de détruire les germes invisibles. Laisser agir.

RINCAGE FINAL : Rinçage à l'eau claire afin d'éliminer les traces du désinfectant pour les matériaux en contact avec les aliments.

SECHAGE : Séchage à l'air ou essuyage à l'aide de papier à usage unique (proscrire l'usage de torchons).

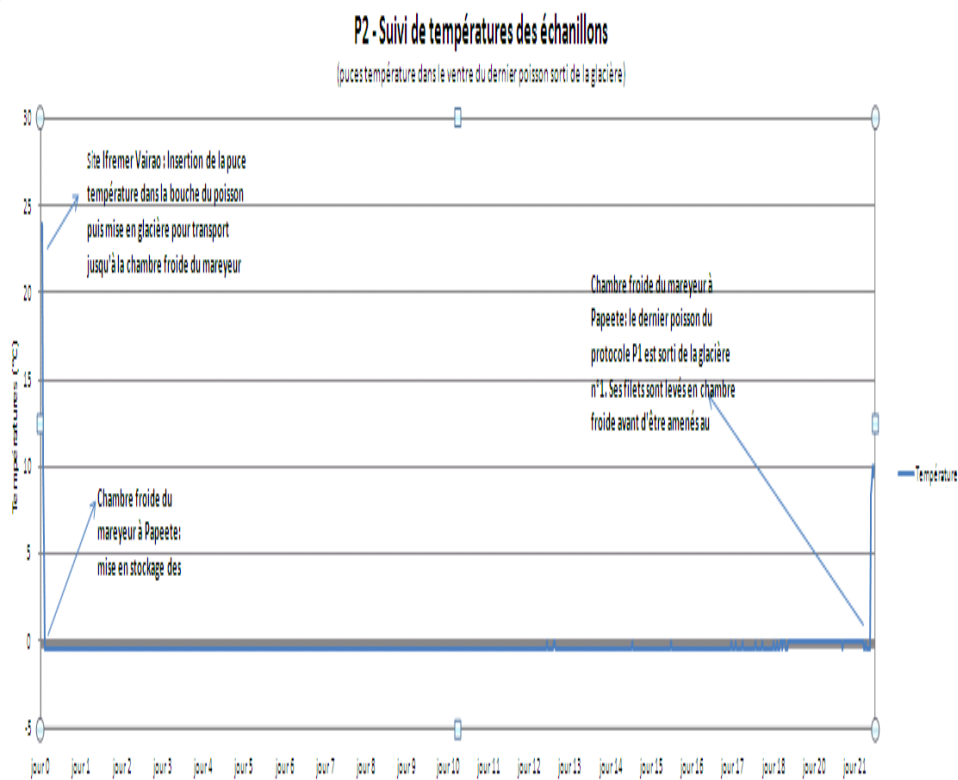
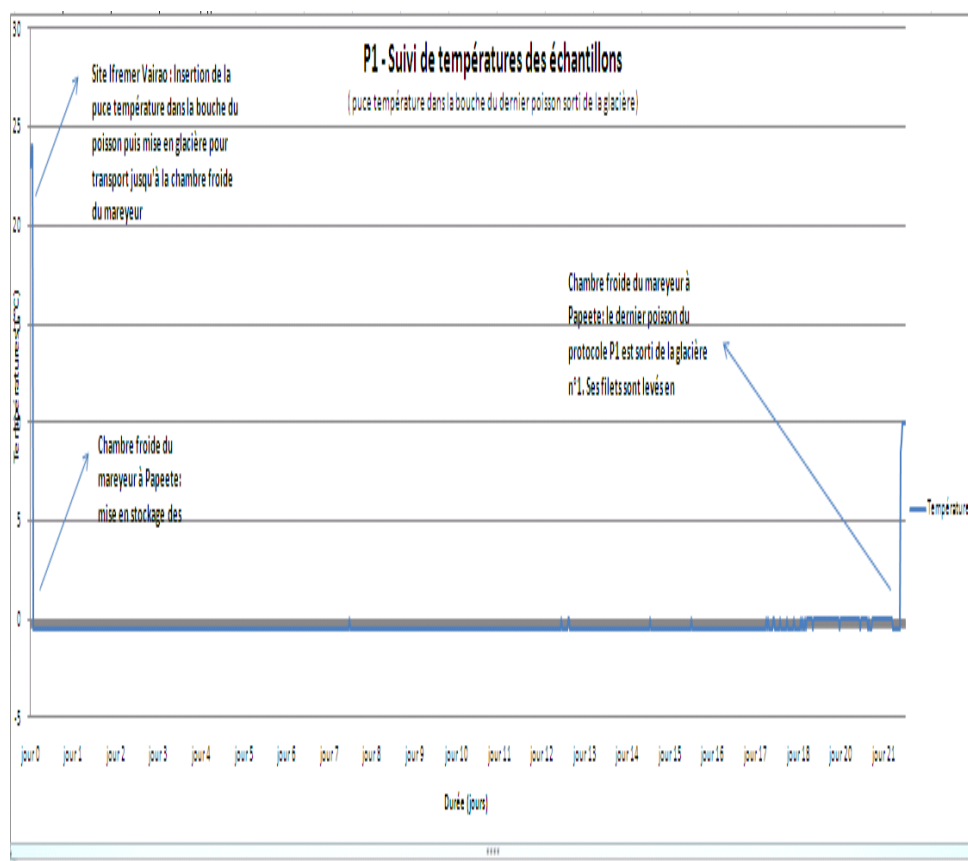
SURFACE	RESPONSABLE	FREQUENCE	PRODUIT	MODE OPERATOIRE
Bac de transfert	Stagiaire	A chaque utilisation	Suma San D10-1 Johnson Diversey	Concentration 10 mL/L au minimum. Laissez agir 5 min. Rincez.
Bac de stockage			Javel	Appliquer à l'aide d'une lavette, d'une brosse ou d'un poste de désinfection. Rincez.
Salle d'abattage				
Salle de lever des filets				
Chambre froide Ifremer	Stagiaire, équipe Ifremer, équipe SPE	1 fois / 6 mois	Javel	Appliquer à l'aide d'une lavette, d'une brosse ou d'un poste de désinfection. Rincez.
Chambre froide du mareyeur	Mareyeur	A chaque utilisation	Suma San D10-1 Johnson Diversey	Concentration 10 mL/L au minimum. Laissez agir 5 min. Rincez.
Bac à électronarcose	Stagiaire		Javel	Appliquer à l'aide d'une lavette, d'une brosse ou d'un poste de désinfection. Rincez.
Salle de mareyage	Mareyeur		Suma San D10-1 Johnson Diversey	Concentration 10 mL/L au minimum. Laissez agir 5 min. Rincez.
Ustensiles utilisés	Stagiaire			

Annexe I : Documents relatifs au suivi de l'altération

Annexe I-1 : ABVT en mg d'azote %g (moyennes et écarts-types, n=3)

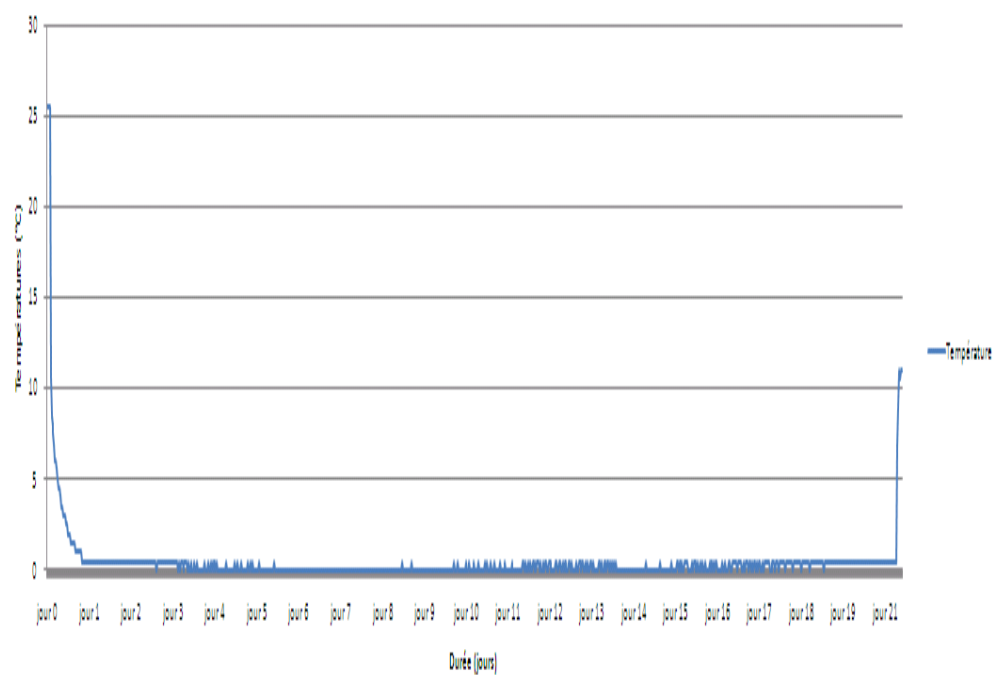
Durée d'entreposage (jours)	HNE	HE	ENE	EE
0	11,22 (0,88)	11,22 (0,88)	13,02 (0,29)	13,70 (0,78)
7	14,58 (1,24)	14,07 (0,83)	13,70 (1,38)	14,75 (0,65)
14	13,87 (1,44)	14,04 (0,29)	13,02 (0,29)	13,19 (0,59)
21	14,18 (0,35)	12,61 (0,82)	12,92 (0,29)	13,46 (1,24)

Annexe I-2 : Suivi des températures des échantillons (manip. altération)



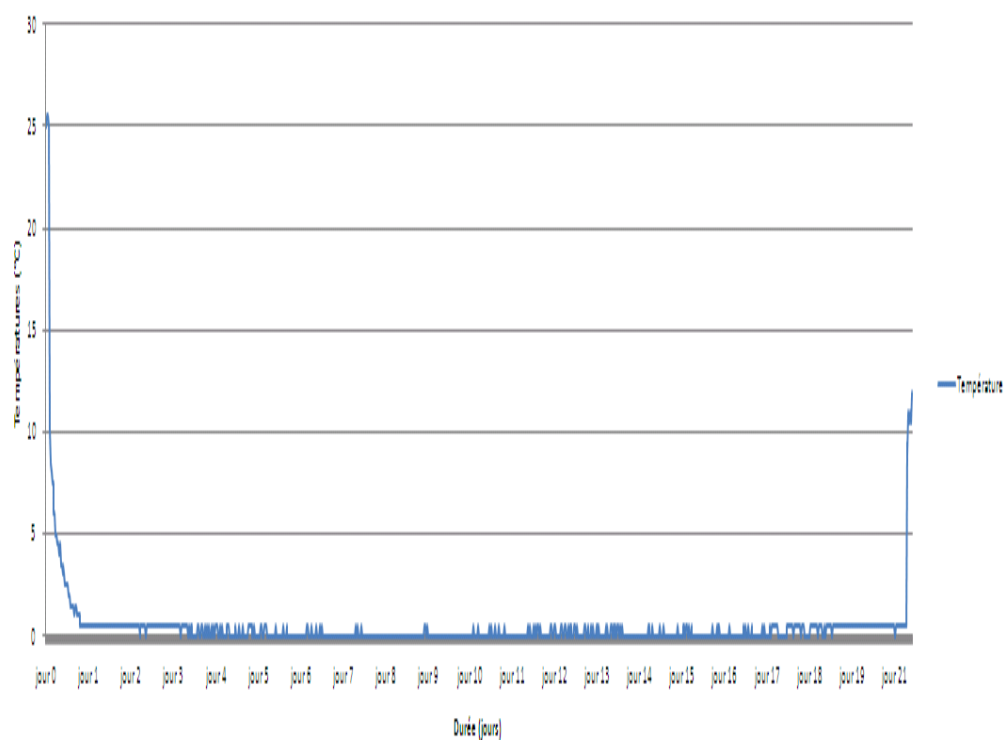
P3 - Suivi des températures des échantillons

(puce température dans la bouche du dernier poisson sorti de la glacière)



P4 - Suivi des températures des échantillons

(puce température dans le ventre du dernier poisson sorti de la glacière)



Relevé du Thermobouton : 740000000AE38541			Relevé du Thermobouton : 3A00000007ECFA41		
Date de la relève : 05/07/2011 13:50:53			Date de la relève : 06/07/2011 11:04:24		
Date	Heure	Température	Date	Heure	Température
05/07/2011	05:52:01	24,5	06/07/2011	04:55:01	25,5
05/07/2011	06:22:01	25	06/07/2011	05:25:01	25,5
05/07/2011	06:52:01	25	06/07/2011	05:55:01	25,5
05/07/2011	07:22:01	7	06/07/2011	06:25:01	25,5
05/07/2011	07:52:01	0	06/07/2011	06:55:01	6
05/07/2011	08:22:01	0	06/07/2011	07:25:01	4,5
05/07/2011	08:52:01	0	06/07/2011	07:55:01	1,5
05/07/2011	09:22:01	0	06/07/2011	08:25:01	1
05/07/2011	09:52:01	0,5	06/07/2011	08:55:01	0
05/07/2011	10:22:01	0,5	06/07/2011	09:25:01	0,5
05/07/2011	10:52:01	7,5	06/07/2011	09:55:01	0
05/07/2011	11:22:01	25	06/07/2011	10:25:01	0,5

Annexe I-3: Protocoles des analyses en laboratoire

PREPARATION MILIEU PCA

Sécurité :

- port de la blouse
- habilitation à la conduite de l'autoclave

Objectif :

- Préparation d'un milieu pour le dénombrement de flore totale

Matériel :

- Balance
- Autoclave
- Eprouvette graduée 1l
- Flacon
- Spatules
- Ruban test stérilisation

Solutions et réactifs :

- Milieu P.C.A. (Plate Count Agar) Biokar BK043
 - Composition pour 1 litre de milieu prêt à l'emploi
 - Tryptone 5,0 g
 - Extrait autolytique de levure 2,5 g
 - Glucose 1,0 g
 - Agar Agar Bacteriologique 12,0 g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7.0+/- 0,2

- NaCl Merck 1.06404
- Eau distillée

Mode opératoire :

- Préparation du milieu de culture pour 1 litre
 - Peser directement dans un flacon :
 - 20,5 g/l de milieu PCA
 - 5,0 g/l de NaCl
 - Ajouter 1 litre d'eau distillée
 - Etiqueter le flacon avec le ruban témoin de stérilisation, y inscrire le milieu, la date de fabrication et nom de l'agent
 - Autoclaver (121°C, 15 min)
 - Couler les boîtes
 - Stockage au froid (maximum 1 mois)

DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL PAR LA METHODE DE KJELDHAL

Sécurité :

INRS :	FT 13	FT 20	FT 30	FT 138	FT 150
--------	-------	-------	-------	--------	--------

Porter une blouse et des gants
Travailler sous hotte

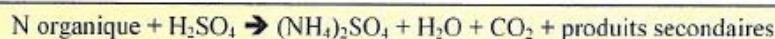
Théorie :

La méthode de Kjeldahl a été développée en 1882 par Johan Kjeldahl, un chimiste danois. Elle a pour but de déterminer la quantité d'azote présente dans les substances organiques et inorganiques. Dans l'agroalimentaire, on utilise cette méthode entre autre pour déterminer la quantité de protéines contenue dans un échantillon, en dosant l'azote.

On y distingue 3 différentes phases.

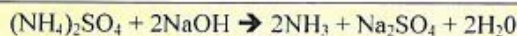
1. Phase de digestion.

La digestion consiste à faire bouillir un échantillon homogène dans de l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré, ce qui produit une solution de sulfate d'ammonium $(NH_4)_2SO_4$.



2. Phase de distillation.

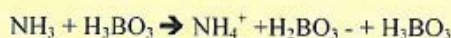
Le principe est d'ajouter de la base en excès pour convertir l'ion NH_4^+ (ammonium) en NH_3 (gaz ammoniac). Etant volatile, le NH_3 est récupéré après distillation dans un milieu acide (H_3BO_3 ou H_2SO_4) pour reprendre la forme d'ion NH_4^+ .



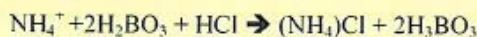
3. Phase de Titration.

Par titration on peut quantifier l'ammoniac dans la solution réceptrice. Ainsi, on peut calculer la quantité d'azote initialement contenue dans l'échantillon. On utilise de l'acide borique (2%) dans la solution réceptrice. L'ammoniac est capturé par l'acide borique, formant un complexe d'ammonium borate. Ensuite, l'azote est titré directement avec de l'acide chlorhydrique. Il y a changement de couleur.

Ammoniac + acide borique \rightarrow Complexe d'ammonium borate + acide borique en excès (changement de couleur).



Complexe d'ammonium borate + acide Chlorhydrique \rightarrow Chlorate d'ammonium + acide borique.



Objectif :

L'azote total est dosé par minéralisation à l'acide sulfurique selon la méthode de Kjeldhal, l'ammoniac obtenu est déplacé par une solution concentrée d'hydroxyde de sodium, recueillie dans une solution d'acide borique et titrée à l'acide chlorhydrique.

Matériel :

- Broyeur de type Turmix
- Balance analytique
- Tube à minéralisation (**NE PAS UTILISER LES TUBES EBRECHES**)
- Erlenmeyer de 250 mL
- Bloc de minéralisation
- Unité de distillation
- Burette de 10 ml graduée au 1/20^{ème} de ml
- Gants de protection anti-chaleur

Solutions et réactifs :

Tous les réactifs doivent être de qualité analytique

- Acide sulfurique concentré
- Hydroxyde de sodium concentré (10 N, lessive de soude, qualité analytique)
- Solution d'acide borique avec indicateur coloré)

Préparation de l'acide borique : (Pour 1 litre)

Dissoudre 10 g d'acide borique dans 200 ml d'alcool éthylique à 96% et 700 ml d'eau.

- Ajouter 10 ml d'indicateur coloré préparé comme suit :
 - ❖ Dissoudre 33 mg de vert de bromocrésol et 66 mg de rouge de méthyl dans 100 ml d'alcool éthylique à 96%
 - ❖ Ajuster à pH 5.0 à l'aide d'HCl 1N.
 - ❖ Compléter à 1 litre.

- Acide chlorhydrique (normalité en fonction du produit étudié)
- Catalyseur de minéralisation : Pastilles Wieninger
 - Composition :
 - 4.75 g de sulfate de potassium
 - 0.075 g de sulfate de cuivre
 - 0.1g de sélénium
- Eau milliQ

Mode opératoire :

Faire deux déterminations par échantillon

Minéralisation

- Homogénéiser l'échantillon.
- Peser précisément la matière à minéraliser (environ 1g de produit sec ou 4 g de matière fraîche) et l'introduire dans des tubes de minéralisation (Soit M cette masse)
- **Sous hotte**, ajouter dans le tube à minéraliser une pastille de catalyseur et 20 mL d'acide sulfurique concentré **avec précaution**.
- Placer les tubes dans le bloc de minéralisation.
- Placer les capteurs de fumée sur les tubes, allumer l'eau et faire chauffer **progressivement** jusqu'à 450°C (th 8).
- Laisser jusqu'à l'obtention d'une solution verte ou bleu pâle (Si la pesée est effectuée sur une feuille d'aluminium, le liquide reste blanchâtre).Le temps nécessaire varie de 2 à 4 heures. Laisser refroidir. Rincer le capteur de fumée avec de l'eau milliQ que l'on recueille dans le tube.
- Ajouter **avec précaution** 20 mL d'eau milliQ

Distillation

- Allumer l'unité de distillation et l'eau du système de refroidissement.
- Avant le début de toute analyse, vérifier les niveaux d'eau dans le générateur vapeur et de soude..
- Mettre dans un erlenmeyer de 250 mL 20 mL de solution d'acide borique.
- Placer cet erlen dans l'unité de distillation en prenant bien soin à ce que la tige plonge dans la solution.
- Mettre le tube de minéralisation de l'autre coté de l'unité.
- Neutraliser avec la soude (80 ml) .
- Mettre en route la vapeur.
- Arrêter lorsque le distillat atteint 150-200 mL (environ 6 min par échantillon)

Titration

- Titrer le distillat avec de l'acide chlorhydrique de normalité voulue (soit n cette normalité) jusqu'à virage au rose.. (Soit V ce volume)

Expression des résultats :

La teneur en azote total est donné par la formule : $(1.4 * n * V) / M = \%N$

n : normalité de l'acide chlorhydrique

V : volume en ml d'acide chlorhydrique utilisé

M : masse en gramme de la prise d'essai.

Répétabilité

La différence entre les résultats de deux déterminations effectuées simultanément ne doit pas être supérieur à 0.05g d'azote total pour 100g d'échantillon

NB. La teneur en protéines en g pour 100g est abusivement donné par la formule :

$$\text{Teneur en protéines} = N * 6.25$$

DANGER : cette formule est approximative et fausse dans l'absolu :

Le coefficient 6.25 est approximatif: toutes les protéines de poisson ne contiennent pas exactement 16% d'azote

N déterminée est la teneur en azote totale et inclus donc l'azote non protéique.

DOSAGE DE L'ABVT, TMA et DE L'OTMA PAR MICROTITRATION METHODE DE CONWAY

Sécurité : Porter lunettes, blouse et gants

Objectif : Déterminer la teneur en oxyde de triméthylamine d'un échantillon. Le principe de cette méthode est d'extraire les bases azotées volatiles par une solution d'acide trichloracétique.

Matériel

- Balance de précision (0.1g)
- Broyeur type TURMIX
- Cellules de Conway en plexiglas nettoyées méticuleusement
- Agitateur magnétique
- Plaque de verre
- Microburette de 2 ml graduée au 1/100 ml
- Filtre plissé

Solutions et réactifs :

- Solution d'acide trichloracétique à 20% (m/V)
- Solution d'acide borique 1%
- Solution d'aldéhyde formique (au moins 37%) neutralisée par de l'hydroxyde de sodium N en présence de phénolphaléine
- Solution saturée de carbonate de potassium
- Solution d'acide chlorhydrique 0.01N
- Vaseline
- Solution de chlorure de titane(III) à environ 15% (solution commerciale, conservée à l'abri de la lumière)

Mode opératoire :

- Préparation de l'échantillon

Broyer et mélanger à l'aide du broyeur TURMIX un échantillon représentatif de 200g au minimum et prélever immédiatement la prise d'essai.

- Prise d'essai et extraction des bases azotées volatiles

❖ Cas des poissons frais

Peser à 0.1 g près 100g (m_1) d'échantillon dans un turmix. Ajouter 50 ml d'eau (m_2), homogénéiser puis ajouter 50 ml (m_3) de solution trichloracétique à 20%. Mélanger à nouveau et filtrer le mélange sur filtre plissé. Le dosage de l'ABVT et de la TMA se fait sur le filtrat obtenu.

❖ Cas des poissons en conserve et des soupes de poissons

Même procédé avec $m_1=50g$, $m_2=50ml$ et $m_3=50ml$

➤ Dosage de l'ABVT

Introduire dans la partie centrale de la cellule de Conway 1 ml de la solution d'acide borique.

- Solution d'acide borique 1% : dissoudre 10 g d'acide borique dans 200ml d'alcool éthylique à 95% et 700 ml d'eau. Ajouter 10 ml d'indicateur coloré, ajuster à pH= 5 avec de l'HCl 1N et compléter à un litre.
- Indicateur coloré : dissoudre 33 mg de vert de bromocrésol et 66 mg de rouge de méthyle dans 100 ml d'alcool éthylique à 95%.

Introduire dans la couronne de la cellule, 1 ml du filtrat. Y ajouter 1.5ml d'eau.

Placer sur la cellule, un carré en verre enduit de vaseline. Laisser un espace pour introduire rapidement 1ml de la solution de carbonate de potassium dans la couronne.

- Solution saturée de carbonate de potassium (environ 112g/100ml)

Fermer le couvercle de façon étanche.

Par un mouvement de rotation, mélanger avec précaution le contenu de la couronne.

Incuber pendant deux heures à 37°C ou douze heures à T° ambiante.

Titrer les bases volatiles dans la solution d'acide borique au centre de la cellule par la solution d'acide chlorhydrique 0.01N en utilisant une microburette.

Effectuer au moins deux déterminations sur le même extrait de trichloracétique.

Annexe I-4 : Photos du suivi en altération



Salle du mareyeur Fenua Fish à Papeete : levé des filet

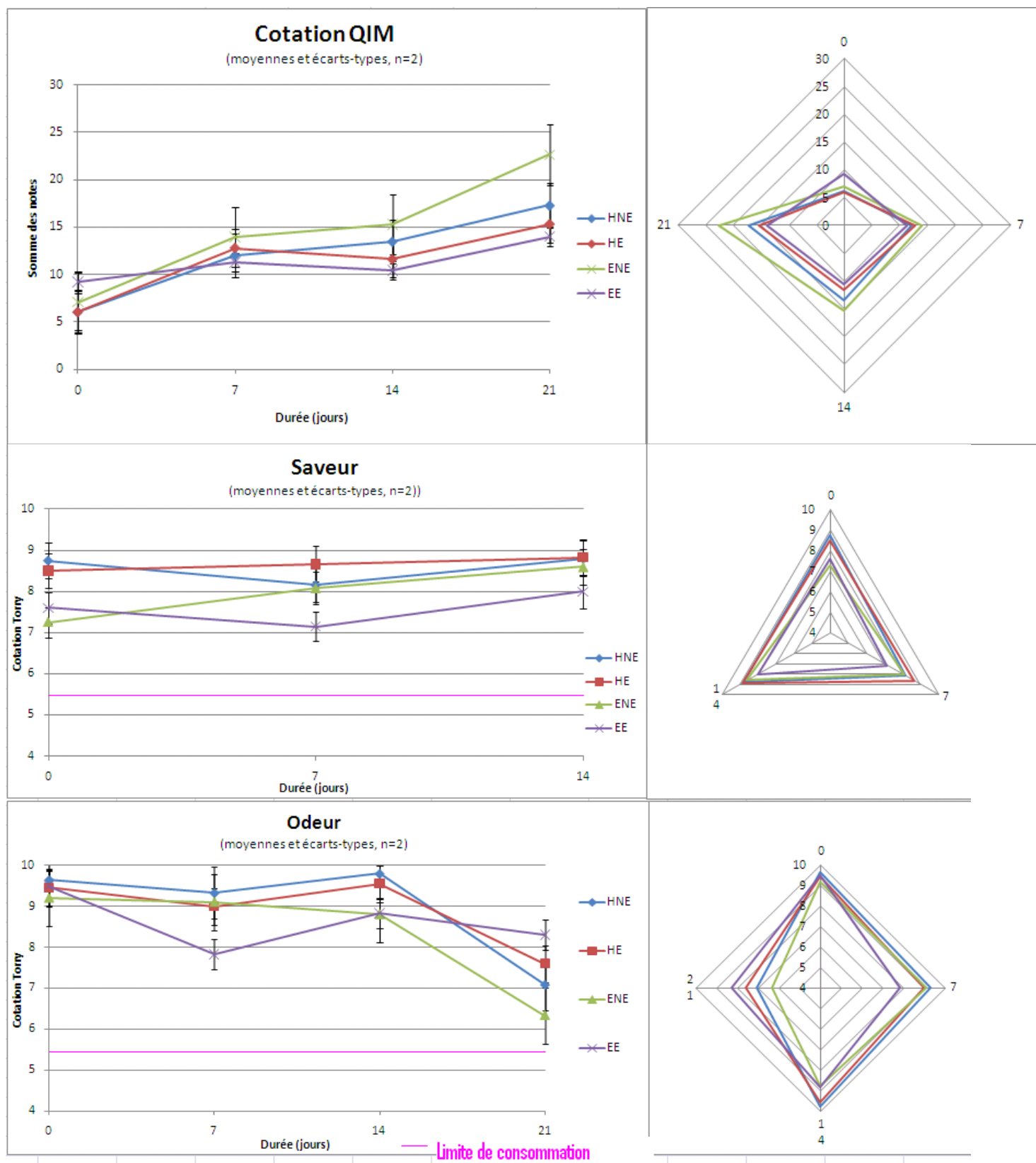


Stockage des glacières dans la chambre froide du mareyeur



Filet découpé (avec barbe, sans peau)

Annexe II-2 : Résultats (compléments graphiques)



Annexe II-3 : Grille de cotation QIM adaptée au Platax frais

Grille de cotation QIM pour Platax entier frais			
Peau	Couleur	Brillante, insee	0
		Mate, se décolorant	1
		Terne, Jaunissant	2
	Odeur	Marne, algue	0
		Herbe, concombre, métallique	1
		Neutre, linge mouillé	2
		Putride	3
	Texture	Ferme	0
		Molle - Marque disparaît rapidement	1
Très molle - Marque reste + 3 secondes		2	
Bouche	Couleur	Rouge vif	0
		Rose, rouge clair	1
		Décoloré, brun	2
Yeux	Corne	Transparente	0
		Opalescente	1
		Rouge, laiteuse	2
	Forme	Convexe, bombe	0
		Plate, légèrement affaissée	1
		Concave, creuse	2
Pupille	Noire	0	
	Voile blanc +	1	
	Voile blanc +++	2	
Branchies	Couleur	Rouge sombre	0
		Légèrement décolorée	1
		Décolorée, spot/points blanc	2
		Marron/jaune, spots blanc/jaunissant	3
	Odeur	Algue, neutre	0
		Métallique, herbe Aigre, moisi, rance Putride	1 2 3
Cavité viscérale	Penteine	Adhérent	0
		Faiblement adhérent	1
		Non adhérent	2
	Odeur	Marne	0
		Végétal, neutre	1
		Oxydée (beurre rance - huile de lin) Aigre, putride	2 3
Colonne vertébrale	Chair avoisinante	Fortement adhérent	0
		Adhérent	1
		Se détache facilement non adhérent (purée)	2
Chairs, filets	Couleur	Translucide, bleustre, brillante	0
		Cireuse, laiteuse	1
		Gris jaune, s'effrite	2

Annexe II-4 : Grille de cotation Torry du poisson cuit avant adaptation au Platax (Eurofish)

Tableau de cotation de la Torry pour l'évaluation de la fraîcheur de poissons mi-gras comme le sébaste

Odeur	Saveur	Points
Faible, de foie de morue bouilli, d'huile, de féculent	Foie de morue bouilli, aqueuse, métallique	10
De mollusques ou de crustacés, d'algues, de viande bouillie, d'huile, de foie de morue	Saveur huileuse, de foie de morue bouilli, sucrée, viande, spécifique	9
Perte d'odeur, odeur neutre	Saveurs douces et caractéristiques, mais faibles	8
De copeaux de bois, de sève, de vanille	Neutre	7
De lait, de pomme de terre	Insipide	6
De lait tourné, linge mouillé	Légère acidité, trace de saveurs indésirables, rances	5
D'acide lactique, de lait aigre, de triméthylamine	Légère amertume, aigre, saveurs indésirables, de triméthylamine, rance	4
D'acides gras (par exemple acide acétique ou butyrique), d'herbe en décomposition, de savon, de navet, de suif	Forte amertume, caoutchouc, légère perception de soufre, de rance	3

Annexe II-5 : Grille de cotation Torry du poisson cuit adaptée au Platax

Tableau de cotation Torry du platax à l'état cuit

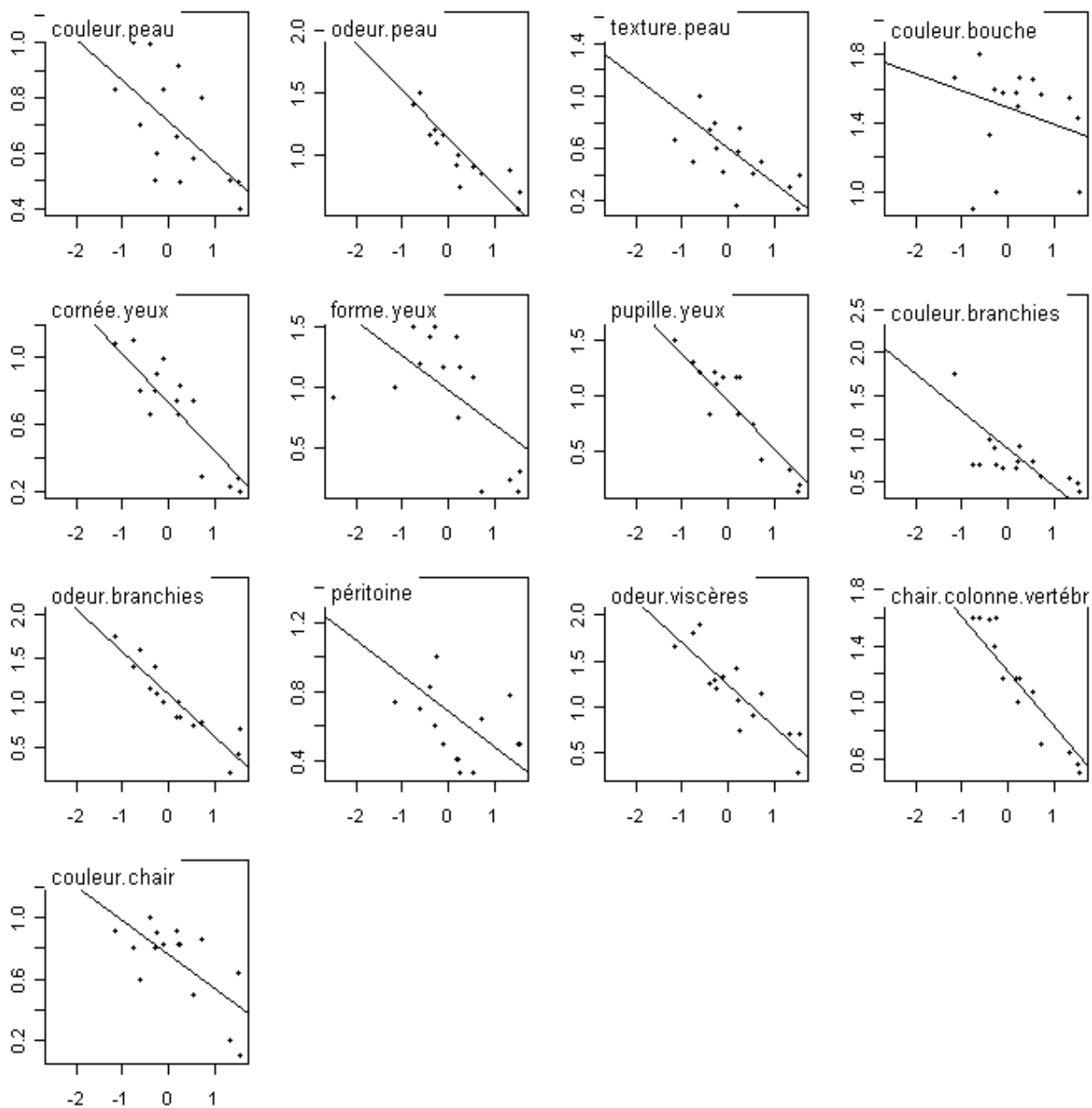
Odeur	Saveur	Points
Pomme de terre cuite, marine, faible intensité, de féculent	Poisson gras léger, sucrée, métallique	10
Viande bouillie, d'huile, de mollusques et crustacés, d'algues, de foie de morue	De viande, saveurs douces et caractéristiques	9
Neutre	Neutre, papier mâché	8
Poisson gras, copeaux de bois	Poisson gras	7
De lait	Insipide	6
De lait tourné, linge mouillé	Légère acidité, traces de saveurs indésirables	5
De lait aigre, d'acide lactique	Légère amertume, aigre, saveurs indésirables, un peu rance	4
Rance, de navet, d'herbe en décomposition, de savon, de suif	Forte amertume, caoutchouc, légère perception de soufre, rance	3

Annexe II-6 : Suivi de la température lors du stockage des échantillons

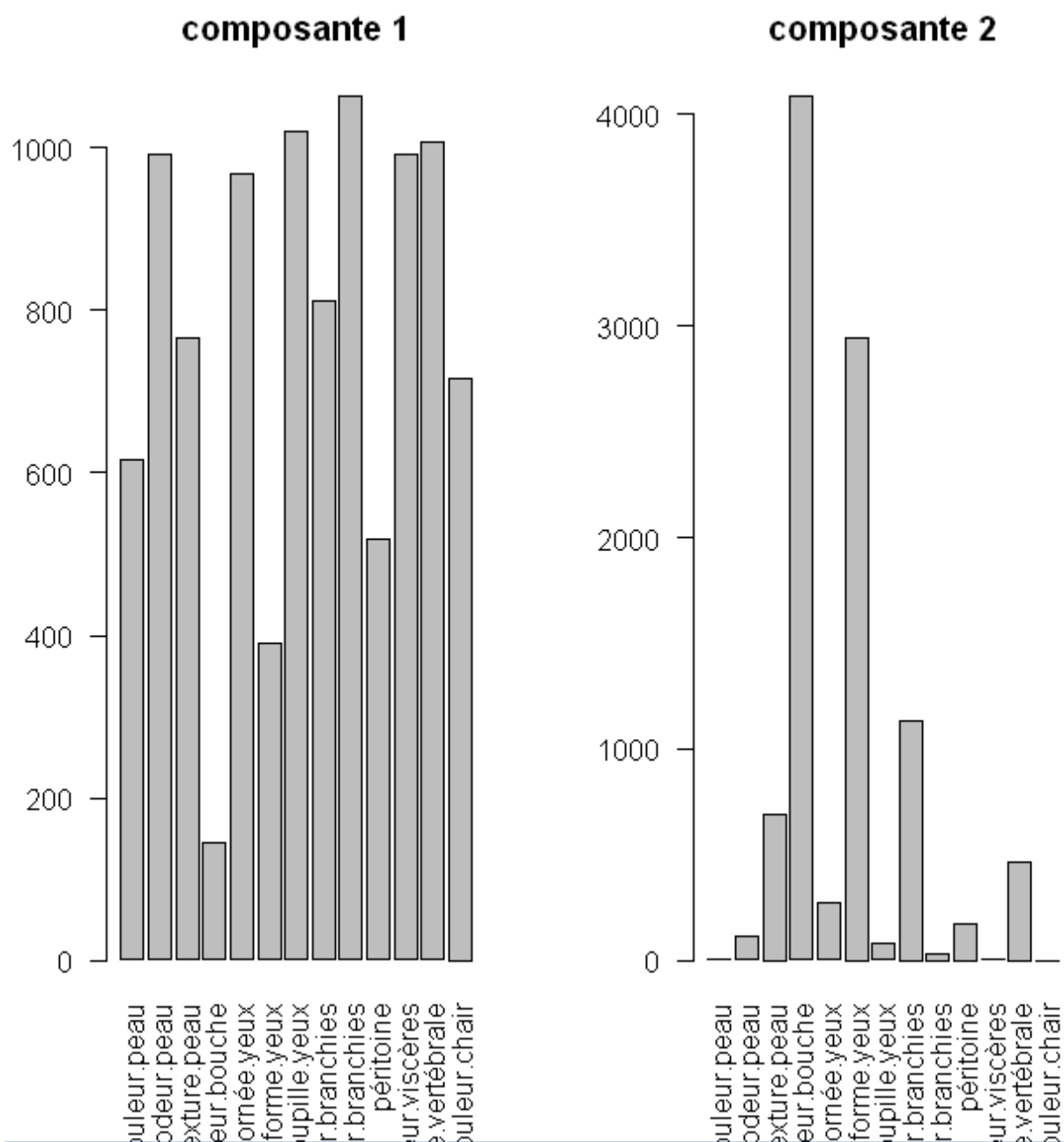
	<i>Min</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Max</i>
Pré-tests	0	0,17	1
HNE	0	0,0005	0,5
HE	-0,5	-0,49	0,5
ENE	0	0,006	0,5
EE	1	0,2	3

Annexe II-7 : Corrélation des variables et contributions aux axes de l'ACP normée pour le Platax frais

Corrélation des variables entre elles



Contribution des variables aux axes



Annexe II-8 : Photos du suivi sensoriel



Pièce de préparation des échantillons à évaluer



Micro-onde, assiettes et coupelles en aluminium



Dispositif du jury pour l'évaluation



Présentation d'un échantillon frais à évaluer

Annexe III : Documents relatifs au suivi cinétique de la rigor mortis

Annexe III-1 : Suivi des températures

	<i>Min</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Max</i>
HNE Ta (P1 Ta)	22,5	24,85	29
HNE Tf (P1 Tf)	5,5	6,1	9,5
ENE Ta (P3 Ta)	22	25,2	30
ENE Tf (P3 Tf)	5	6,32	9

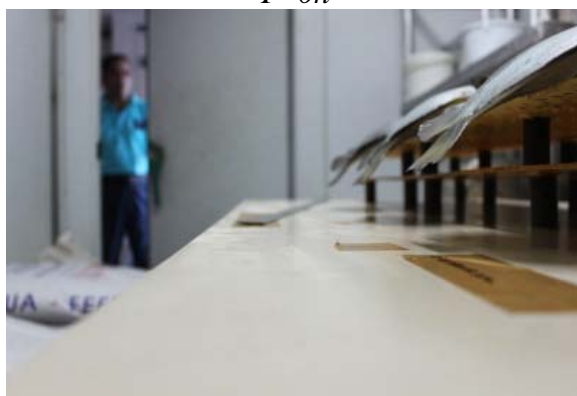
Annexe III-2 : Photos du suivi de la mise en place de la rigor mortis sur 48 h



T=0h



T=4h



T=1h30



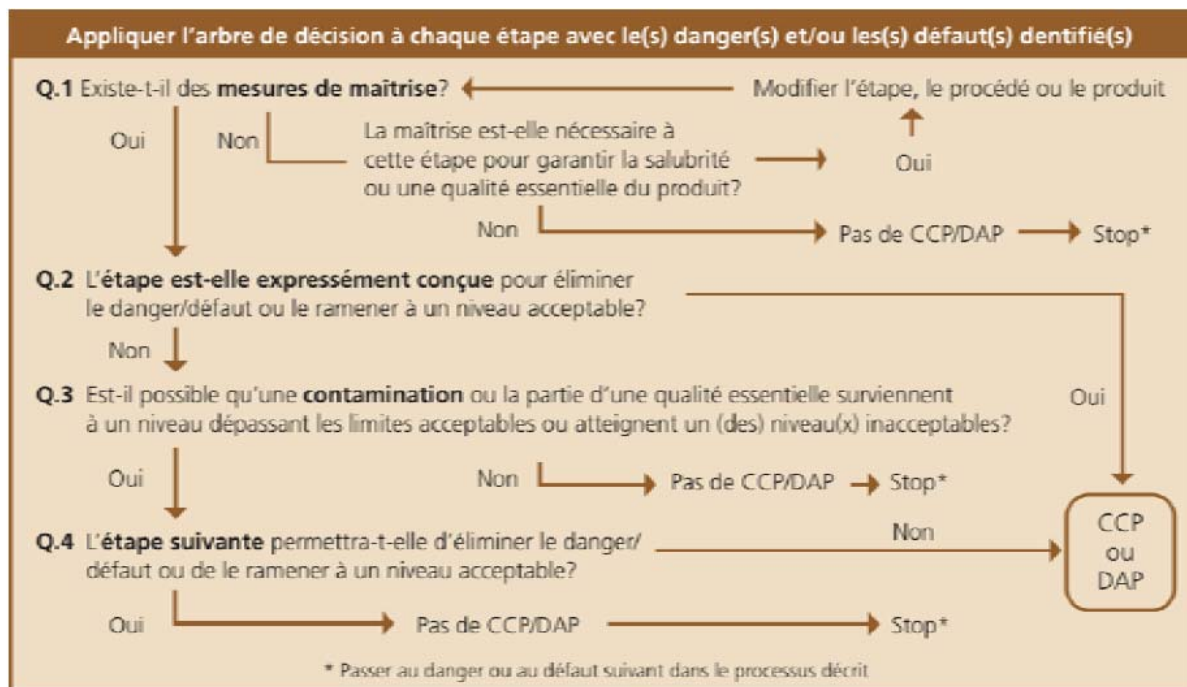
T=48h



T=2h

Annexe IV : Documents relatifs à l'approche HACCP

Annexe IV-1 : Arbre de détermination des CCP (Codex alimentarius CAC/RCP 52/2003)



Annexe IV-2 : Dangers inhérents aux produits de la mer et mesures préventives

Annexe IV-2.1 : Dangers biologiques

Parasites

DANGERS	ORIGINE	EFFETS SUR LA SANTÉ	MESURES PRÉVENTIVES
Protozoaire <i>Cryptosporidium</i> <i>Giardia</i> , <i>Toxoplasma gondii</i> , ...)	Eau de mer polluée	Gastro-entérite aiguë	Glace à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre

Bactéries pathogènes

On les classe généralement en deux groupes (données FAO) :

1. Les flores indigènes du milieu aquatique (indiquées FI dans les tableaux suivants) ;
2. Les flores non indigènes du milieu aquatique, c'est-à-dire d'origine humaine ou des animaux terrestres (indiquées FNI dans les tableaux suivants)

DANGERS	ORIGINE	EFFETS SUR LA SANTÉ	MESURES PRÉVENTIVES
<i>Aeromonas hydrophila</i> (FI)	Présence « normale » dans l'environnement aquatique (microflore indigène) Se trouvent essentiellement sur la peau, dans les branchies ou le tube digestif des poissons (poissons d'eau douce principalement)	Gastro-entérites particulièrement chez les enfants, personnes âgées et immunodéprimées	Respect des bonnes pratiques d'hygiène T° des poissons (glaçage, chaîne du froid, gestion des temps d'attente lors des opérations hors chaîne du froid (chargement, déchargement, ...))
<i>Clostridium botulinum</i> (FI)	Présence « normale » dans l'environnement aquatique (microflore indigène)	Nausées et vomissements ; puis signes nerveux : oculaires (diplopie, accommodation difficile), digestifs (difficulté à déglutir), puis, dans les cas graves, paralysie respiratoire et mort Pas de fièvre, ni de diarrhée.	
<i>Clostridium perfringens</i> (FI)	Présence dans l'environnement aquatique	Production d'entérotoxine dans le tube digestif humain provoquant des nausées, diarrhées, et parfois des vomissements	
<i>Bacillus cereus</i> (FI)	Présence dans l'environnement aquatique	Toxine diarrhéique : douleurs abdominales, diarrhées Toxine émétique : Nausées et vomissements	

DANGERS	ORIGINE	EFFETS SUR LA SANTÉ	MESURES PRÉVENTIVES
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (FI) avec gènes d'hémolysine (TDH ou TRH)	Selon l'origine (plutôt lors des mois chauds) dans les coquillages, notamment mollusques bivalves, crustacés et aussi, mais moins souvent dans les poissons Eau de mer	Diarrhée hydrique, parfois légère fièvre, coliques, nausées	Respect des bonnes pratiques d'hygiène T° des poissons (glaçage, chaîne du froid, gestion des temps d'attente lors des opérations hors chaîne du froid (chargement, déchargement, ...))
<i>Vibrio cholerae</i> (FI) sérotype O1 ou O139 ou avec gène de toxine cholérique	Poissons des eaux d'estuaire dans les zones chaudes Eau de mer	Diarrhée aqueuse, vomissements, déshydratation	
<i>Listeria monocytogenes</i> (FI et surtout FNI)	Présence « normale » dans l'environnement aquatique surtout sur les poissons d'élevage Se trouvent essentiellement sur la peau, dans les branchies ou le tube digestif des poissons Contamination lors des opérations amont (abattage, éviscération, filetage, etc.)	Méningite, encéphalite, septicémie, avortement	
<i>Salmonella</i> spp. (FNI)	Contamination de l'environnement par des déchets domestiques ou industriels Se trouvent essentiellement sur la peau, dans les branchies ou le tube digestif des poissons Selon l'origine des poissons Contamination lors des opérations amont (abattage, éviscération, filetage, etc.)	Syndrome typhoïdique : abattement, prédominance de fièvre > 38° C, avec diarrhées en général, coliques, Rarement des vomissements Pas de signes respiratoires	Respect des bonnes pratiques d'hygiène (hygiène du personnel manipulant les produits non emballés notamment)
<i>Shigella</i> (FNI)		Diarrhée hydrique abondante, avec sang et pus parfois, fièvre	Respect des bonnes pratiques d'hygiène (hygiène et formation du personnel) T° des poissons (glaçage, chaîne du froid, gestion des temps d'attente lors des opérations hors chaîne du froid (chargement, déchargement, ...))
<i>Edwardsiella tarda</i> (FNI) <i>Plesiomonas shigelloides</i> (FI) <i>Yersinia enterocolitica</i> (FNI)		Diarrhée liquide aiguë, fièvre, céphalées	
<i>Staphylococcus aureus</i> (FNI)	Contamination humaine lors de la pêche, de la capture ou des manipulations Eau de mer (prélèvement proches des côtes)	(Voir les symptômes de la toxine staphylococcique)	Hygiène du personnel manipulant les produits non emballés notamment

Virus

DANGERS	ORIGINE	EFFETS SUR LA SANTÉ	MESURES PRÉVENTIVES
Norovirus (Norwalk, Southampton, ...)	Eau de mer (pollution par les égouts)	Troubles gastro-intestinaux	Glace fabriquée à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre
Rotavirus		Diarrhées chez les enfants nécessitant un traitement voire une hospitalisation	
Adénovirus		Gastro-entérites chez les enfants (moins sévères que celles liées aux rotavirus mais éventuellement plus longues)	
Astrovirus		Gastro-entérites (diarrhée, nausées, vomissements, fièvre, anorexie, douleurs abdominales)	
Entérovirus		Maladies parfois sévères (poliomyélite, myocardites aigues, méningites, ..)	
Virus de l'hépatite A		Jaunisse avec fièvre, maux de tête, nausées, malaises, vomissements, diarrhées, douleurs abdominales,	

Toxines biologiques

DANGERS	ORIGINE	EFFETS SUR LA SANTÉ	MESURES PRÉVENTIVES
Scombrottoxine (histamine)	Dans les muscles de certains poissons, riches en histidine tels que thon, maquereau, espadon, sardines, anchois ² , .., mal refroidis après capture Contamination par flore histaminogène lors des opérations Remontée en température lors opérations	Eruption cutanée, rougeurs, enflure du visage, bouffées de chaleur, nausée, vomissements, diarrhée, maux de tête, étourdissement, goût de poivre dans la bouche, sensation de brûlure dans la gorge, maux d'estomac, démangeaisons, picotements de la peau, palpitations Parfois choc anaphylactique	Respect des bonnes pratiques d'hygiène (formation du personnel manipulant les produits) T° des poissons (glaçage, chaîne du froid, gestion des temps d'attente lors des opérations hors chaîne du froid (chargement, déchargement, ...))

Toxines provenant des micro-algues

DANGERS	ORIGINE	EFFETS SUR LA SANTÉ	MESURES PRÉVENTIVES
Toxines lipophiles dont Diarrhetic shellfish poisoning (DSP)	Coquillages contaminés par une toxine produite par des dinoflagellés (<i>Dinophysis</i> , <i>Prorocentrum</i> , ...)	Diarrhée, vomissement, douleurs abdominales	Glace fabriquée à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre
Amnesic shellfish poisoning (ASP)	Coquillages contaminés par une toxine produite par une diatomée	Perte de mémoire, nausée, vomissement, diarrhées, maux de tête, troubles neurologiques (vertiges, désorientation, confusion)	
Parasitic shellfish poisoning (PSP)	Coquillages contaminés par une toxine produite par un dinoflagellé gonyaulacoïde (<i>Alexandrium</i> , <i>Gymnodinium</i> , ...)	Depuis des picotements des extrémités jusqu'à une paralysie musculaire respiratoire	
Neurotoxic shellfish poisoning (NSP)	Coquillages contaminés par une toxine produite par un dinoflagellé (<i>Gymnodinium breve</i>)	Picotements sur la face, la gorge, les doigts, vertiges, fièvres, sensation de froid, douleurs musculaires, abdominales, nausées, vomissements, maux de tête et réduction du rythme cardiaque	

Bactéries d'altération

Les bactéries d'altération³ sont des bactéries en général naturellement présentes et qui vont, suite à leur développement favoriser l'altération des poissons. Les principales bactéries d'altération des poissons frais sont, selon l'origine des poissons :

Shewanella putrefaciens, *Photobacterium phosphoreum*, des *Vibrionaceae*, des *Enterobacteriaceae*, des *Pseudomonas* ainsi que des *Aeromonas*

Le maintien d'une température basse ($\leq 2^{\circ}\text{C}$) (glaçage, chaîne du froid, gestion des temps d'attente hors glace notamment lors du chargement et du déchargement) permettent de limiter la prolifération de la flore d'altération.

Pour les poissons sous glace, les principales bactéries d'altération sont :

- *Shewanella putrefaciens*, typique de l'altération aérobie de nombreux poissons d'eau de mer à l'état réfrigéré ; il produit de la triméthylamine (TMA), de l'hydrogène sulfuré (H₂S) et autres sulfites volatils (odeur d'oeuf pourri), aussi bien pour les poissons d'eaux tempérées que tropicales ;
- *Photobacterium phosphoreum* (poissons des eaux tempérées), typique de l'altération des poissons sous CO₂ ;
- *Pseudomonas* spp. (poissons des eaux tropicales).

Annexe IV-2.2 : Dangers chimiques

DANGERS		ORIGINE	MESURES PRÉVENTIVES
Résidus phytosanitaires	Désinfectants, pesticides, herbicides, algicides, fongicides, etc.	Contamination de l'environnement Contamination lors des manipulations Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	Respect des bonnes pratiques d'hygiène (maintenance, ...) Glace fabriquée à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre
Résidus de médicaments vétérinaires	Antibiotiques, hormones de croissance, autres additifs de l'alimentation des poissons.	Alimentation des poissons (poissons d'élevage) Contamination de l'environnement Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	
Dioxines PCB, ...	Déchets industriels, d'eaux d'égout ou déjections de l'animal.	Contamination de l'environnement Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	
Hydrocarbures, etc.	Dégazage, pollution, etc.	Contamination de l'environnement (quais de débarquement, ...) Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	
dont HAP	Origine naturelle ou anthropique Produits bitumineux utilisés pour l'étanchéité des réservoirs ou canalisation	Contamination de l'environnement Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	
Mercure	Origine naturelle ou anthropique	Poissons carnivores	
Autres métaux lourds (cadmium, ...)	Origine naturelle ou anthropique	Contamination de l'environnement Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	
Autres métaux lourds (plomb)	Origine naturelle ou anthropique Migration des canalisations	Eau – Glace Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	
Antimoine	Origine naturelle ou anthropique Soudures sans plomb des canalisations		
Nickel Cuivre	Origine naturelle ou anthropique Plomberie		

DANGERS		ORIGINE	MESURES PRÉVENTIVES
Aluminium Sulfates Chlorites Chlorures Bromates	Origine naturelle ou anthropique Traitement des eaux	Eau – Glace Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	Glace fabriquée à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre
Arsenic Baryum Sélénium Fluorures Trichloroéthylène Tétrachloroéthylène	Origine naturelle ou anthropique		
Migration des matériaux au contact des produits		Matériaux de manutention, équipements et matériels, gants, ...	Cahier des charges (attestation d'aptitude au contact alimentaire, tests de migration)
Solvants résiduels		Produits de nettoyage	Cahier des charges (produits homologués) (AM du 8/09/1999)
Produits de traitement du bois, vert malachite, TBT, etc.		Poissons Eau de mer Glace à partir d'eau de mer	Glace fabriquée à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre
Substances diverses		Fluides frigorigènes, graisses, raticides, etc.	Respect des bonnes pratiques d'hygiène (maintenance, ...) Glace fabriquée à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre
Composés liés à l'altération des poissons	Aldéhydes, cétones, ...	Altération chimique (oxydation des composés lipidiques des poissons)	Respect des bonnes pratiques d'hygiène (formation du personnel manipulant les produits) T° des poissons (glaçage, chaîne du froid, gestion des temps d'attente lors des opérations hors chaîne du froid (chargement, déchargement ...))
	Odeurs, colorations anormale de la chair	Altération autolytique (enzymatique)	

Annexe IV-2.3 : Dangers physiques

DANGERS	ORIGINE	MESURES PRÉVENTIVES
Clips, verres, plastiques, agrafes, bouts de carton ...	Etat des caisses et installations des bateaux ou des professionnels	Respect des bonnes pratiques d'hygiène (tenue du personnel, formation, ...)
Cheveux, bijoux, ...	Main d'œuvre	
Pièces métalliques	Machines et ustensiles défectueux	

Annexe IV-2.4 : Dangers liés aux achats

PRODUITS	DANGERS	MESURES PRÉVENTIVES
Glace (éventuellement pour entrepôts)	Contaminations biologiques Contaminations chimiques	Utilisation d'eau potable ou d'eau de mer propre
Produits de nettoyage et désinfection	Contamination croisée (résidus) Non efficacité	Détergents aptes à entrer au contact des denrées alimentaires et désinfectants homologués Qualification préalable
Matériels et équipements de manutention Graisse de maintenance, ...	Contamination chimique Contamination biologique Contamination physique	Aptitude au contact alimentaire Aptitude au nettoyage Qualification du matériel Graisse d'alimentarité reconnue

Annexe IV-2.5 : Dangers liés aux opérations de transports et d'entreposage

	CAUSE	DANGERS	MESURES PRÉVENTIVES
Contamination croisée	Propreté des camions et entrepôts (transport/entreposage en caisses vrac, altération de l'emballage)	Bactéries pathogènes Contaminations chimiques	Nettoyage du moyen de transport ou locaux d'entreposage avant utilisation Spécialisation des moyens de transport ou entreposage
	Glaçage (entrepôts)		Glace fabriquée à partir d'eau potable ou d'eau de mer propre
	Manipulations		Formation du personnel aux manipulations
Prolifération	Température des produits transportés ou entreposés	Bactéries pathogènes Toxines (histamine) (toxine staphylococcique)	Adéquation des équipements frigorifiques avec les volumes transportés ou entreposés et les conditions climatiques Maintien du glaçage (poissons en caisses non fermées dans les entrepôts) Température des moyens de transport ou entreposage Gestion des temps et conditions de chargement ou déchargement ou de mise en entrepôts, d'expédition Glaçage éventuel des caisses (entrepôts)
Altération	Conditions de transport ou d'entreposage	Altération physique des poissons favorisant une altération biologique	Cahier des charges de transport/entrepôt (éviter les chocs physiques)
Mortalité	Conditions de transport ou d'entreposage	T° trop élevée	Cahier des charges de transport/entrepôt (éviter les chocs thermiques)

Annexe IV-3 : Approche HACCP pour l'objectif de vente de poissons entiers

ETAPE	DANGER(S)	MESURES PREVENTIVES	CCP	VALEUR CIBLE	ACTIONS DE SURVEILLANCE	MESURES CORRECTIVES	ENREGISTREMENTS /VERIFICATIONS
RECOLTE	-Contamination bactérienne (épuisette) -Altération physique (plaie, dommages corporels) -Non-conformité (maladie, calibre, dommages)	- Formation de personnel (récolte sans dommages, sélection des pêches, hygiène) -Suivi pathologique des animaux préalable -Plan de nettoyage/désinfection (matériel propre)	NON				
ABATTAGE	-Contamination bactérienne (poubelle, saumure) -Altération physique (dommages corporels)	- Formation du personnel et instructions de manipulations (densité d'abattage, mélange saumure 1/3 glace) -Plan de nettoyage/désinfection (matériel propre) -Cahier des charges fournisseur de glace (si extérieur à l'entreprise)	OUI	Produit non altéré (non contaminé, non endommagé)	-Encadrement -Surveillance de la propreté de la saumure (eau, glace)	-Correction des densités d'abattages ou de la saumure -Isoler les lots non propres pour évaluation de leur devenir (informer l'acheteur, commercialisation accélérée pour limiter la prolifération,...)	-Analyse microbiologique de la glace et de l'eau utilisée pour la saumure -Fiche de traçabilité des produits (date et heure d'abattage, corrections réalisées) -Audit interne ou audit du fournisseur (si extérieur à l'entreprise)
TRANSFERT A TERRE	Prolifération bactérienne	-Instruction de transfert et formation du personnel (temps de chargement et déchargement, délais de transfert)	NON				

ETAPE	DANGER(S)	MESURES PREVENTIVES	CCP	VALEUR CIBLE	ACTIONS DE SURVEILLANCE	MESURES CORRECTIVES	ENREGISTREMENTS/ VERIFICATIONS
MISE EN BAC DE TRANSPORT	-Prolifération bactérienne (rupture de la chaîne du froid) -Contamination bactérienne (agents, bac, glace) -Altération du produit (manipulation en état de <i>rigor mortis</i>)	- Instructions de manipulation et formation du personnel (réduction maximum du temps de manipulation, hygiène) -Plan de nettoyage/désinfection -Cahier des charges fournisseur glace (si extérieur à l'entreprise)	OUI	-Pas d'attente à température élevée -Manipuler le poisson dans les 4 premières heures après sa mort(état de <i>rigor mortis</i> totalement installé après ce délai) -Pas de contamination	-Encadrement -Surveillance de la propreté de la glace -Chronométrage -Surveillance de la température des produits	Refroidissement des produits ou isolement pour évaluation de leur devenir	- Relevé de température -Analyse de la glace -fiche de traçabilité des produits (date et heure de mise en bac) - Audit interne
TRANSFERT MARINA	-Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération du produit pendant transfert	Instruction de manipulation et formation du personnel (stockage adaptée sur bateau à l'ombre, faux-fond de glacière pour limiter contact avec l'exsudat fondu,...)	OUI	Température de stockage la plus proche possible de 0°C avec le moins de variations possibles	-Encadrement -Surveillance Température	Refroidissement des lots, isolement de leur devenir (processus de commercialisation accéléré ou adapté,...)	-Relevé température - Fiche de traçabilité des produits (Date et heure de chargement, de déchargement, lots écartés,...) - Audit interne
TRANSFERT ATELIER	-Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération du produit pendant transfert	Instruction de manipulation et formation du personnel (stockage adaptée sur bateau à l'ombre, faux-fond de glacière pour limiter contact avec l'exsudat fondu,...)	OUI	Température de stockage la plus proche possible de 0°C avec le moins de variations possibles	-Encadrement -Surveillance Température	Refroidissement des lots, isolement de leur devenir (processus de commercialisation accéléré ou adapté,...)	-Relevé température - Fiche de traçabilité des produits (Date et heure de chargement, de déchargement, lots écartés,...) - Audit interne

ETAPE	DANGER(S)	MESURES PREVENTIVES	CCP	VALEUR CIBLE	ACTIONS DE SURVEILLANCE	MESURES CORRECTIVES	ENREGISTREMENTS/ VERIFICATIONS
RINÇAGE	-Contamination bactérienne (eau, agent) -Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération des produits (manipulation en état de <i>rigor mortis</i>)	-Instruction de manipulation et formation du personnel (hygiène, temps brefs, précautions de manipulation) -Locaux aux normes sanitaires	OUI	-Produit non contaminé, non altéré -Etat de <i>rigor mortis</i> totalement installé 4h après l'abattage	-Surveillance température -Surveillance propreté de l'eau de rinçage -Surveillance des dommages occasionnés sur la chair par la manipulation du produit en état de <i>rigor mortis</i>	Refroidissement des produits ou isolement pour évaluation de leur devenir (informer l'acheteur, ...)	-Relevé de température -Analyse de l'eau de rinçage -Fiche de traçabilité des produits
ESSUYAGE	-Contamination bactérienne (chiffon, agent) -Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération des produits (manipulation en état de <i>rigor mortis</i>)	-Instruction de manipulation et formation du personnel (hygiène, temps brefs, précautions de manipulation) -Locaux aux normes sanitaires -Plan de nettoyage/désinfection (chiffon propre)	NON				
PESEE	-Contamination bactérienne (balance, agent) -Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération des	-Instruction de manipulation et formation du personnel (hygiène, temps brefs, précautions de manipulation) -Locaux aux normes	NON				

ETAPE	DANGER(S)	MESURES PREVENTIVES	CCP	VALEUR CIBLE	ACTIONS DE SURVEILLANCE	MESURES CORRECTIVES	ENREGISTREMENTS/ VERIFICATIONS
MISE EN GLACIERE SELON CALIBRE (SUITE)	-Altération des produits (manipulation en état de <i>rigor mortis</i>)	-Locaux aux normes sanitaires -Plan de nettoyage/désinfection (glacière plastique)					
STOCKAGE (entrepôt ou mareyeur)	Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid)	-Instructions de stockage et formation du personnel (changement de glace, évacuation de l'exsudat,...) -Locaux aux normes sanitaires -Plan de nettoyage-désinfection (entretien des locaux) -Cahier des charges mareyeur (si stockage réalisé chez un mareyeur)	OUI	Température de stockage la plus proche possible de 0°C avec le moins de variations possibles	-Surveillance de l'état de la glace -Surveillance température	Isolement pour évaluation de leur devenir (informer l'acheteur, ...) ou écarter les produits	-Relevé température -Fiche de traçabilité des produits (durée de stockage,...)
LIVRAISON	-Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération des produits pendant la livraison	-Instructions et formation du personnel (temps de chargement et déchargement, délais de livraison,...) -Plan de nettoyage-désinfection (entretien des véhicules de livraison) -Cahier des charges livreur (si livraison effectuée par un sous-traitant)	OUI	-Température de stockage la plus proche possible de 0°C avec le moins de variations possibles -Prendre en compte une DLC d'environ 10 jours	Surveillance de la température	-Correction chargement - Isolement pour évaluation de leur devenir (informer l'acheteur, ...) ou écarter les produits	-Bon de livraison -Relevé température -Fiche de traçabilité des produits (durée de stockage,...) -Bon d'expédition (si livraison effectuée par un sous-traitant)

Annexe IV-4 : Extension de l'Approche HACCP pour l'objectif de vente de poissons éviscérés et de filets

ETAPE	DANGER(S)	MESURES PREVENTIVES	CCP	VALEUR CIBLE	ACTIONS DE SURVEILLANCE	MESURES CORRECTIVES	ENREGISTREMENTS/ VERIFICATIONS
EVISCERATION	<ul style="list-style-type: none"> -Contamination bactérienne (ustensiles, agent) -Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération des produits (manipulation en état de <i>rigor mortis</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> -Instruction de manipulation (éviscération bien réalisée, grattage du rein, péritoine non percé) et formation du personnel (hygiène, port de gants,...) -Plan de nettoyage-désinfection (ustensiles et locaux propres) -Locaux aux normes sanitaires 	OUI	<ul style="list-style-type: none"> -Poisson non contaminé -Etat de <i>rigor mortis</i> installé 4h après l'abattage 	<ul style="list-style-type: none"> -Encadrement -Surveillance température 	<ul style="list-style-type: none"> Isoler les lots mal éviscérés pour évaluation de leur devenir 	<ul style="list-style-type: none"> -Relevé température -Fiche de traçabilité des produits (date et heure des opérations,...)
LEVER LES FILETS	<ul style="list-style-type: none"> Contamination bactérienne (ustensiles, agent) -Prolifération bactérienne (rupture chaîne du froid) -Altération des produits (manipulation en état de <i>rigor mortis</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> -Instruction de manipulation (éviscération bien réalisée, grattage du rein, péritoine non percé) et formation du personnel (hygiène, port de gants,...) -Plan de nettoyage-désinfection (ustensiles et locaux propres) -Locaux aux normes sanitaires 	OUI	<ul style="list-style-type: none"> -Poisson non contaminé -Etat de <i>rigor mortis</i> installé 4h après l'abattage 	<ul style="list-style-type: none"> -Encadrement -Surveillance température 	<ul style="list-style-type: none"> Isoler les filets mal levés pour évaluation de leur devenir 	<ul style="list-style-type: none"> -Relevé température -Fiche de traçabilité des produits (date et heure des opérations,...)

Annexe IV-5 : Documents de référence relatifs à la sécurité sanitaire

Textes réglementaires européens

Référence	Objet
Règlement (CE) n° 178/2002	Principes généraux et prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires
<i>Règlement (CE) n° 852/2004</i>	Hygiène des denrées alimentaires
<i>Règlement (CE) n° 853/2004</i>	Règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale
<i>Règlement (CE) n° 882/2004</i>	Contrôles officiels effectués pour s'assurer de la conformité avec la législation sur les aliments pour animaux et les denrées alimentaires et avec les dispositions relatives à la santé animale et au bien-être des animaux
<i>Directive 85/374/CEE</i>	Responsabilité du fait des produits défectueux
<i>Règlement (CE) n° 37/2005</i>	Contrôle des températures dans les moyens de transport et les locaux d'entreposage et de stockage des aliments surgelés destinés à l'alimentation humaine
<i>Règlement (CE) n° 1935/2004 et directives spécifiques</i>	Matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires
<i>Règlement (CE) n° 648/2004</i>	Détergents

Autres documents de référence

- FAO (2004) Fisheries Technical paper 444 - Assessment and quality
- FAO (1999) - Document technique sur les pêches 348 - La qualité
- FAO (1998) - Document technique sur les pêches 334 - Assurance
- Système de management de la sécurité des denrées alimentaires appartenant à la chaîne alimentaire (NF EN ISO 22000 - Octobre
- Système de management de la sécurité des denrées alimentaires l'application de l'ISO 22000 :2005 (ISO/TS 22004 :2005)
- Traçabilité de la chaîne alimentaire - principes généraux et exigences conception du système et à sa mise en œuvre (ISO 22005)

RESUME

Ce document présente les travaux réalisés dans le cadre de la convention n°8.033/MPA/SPE du 2 décembre 2008 modifiée et à l'avenant n° 0680 du 2 février 2011 entre l'Ifremer et le ministère des ressources marines de Polynésie Française. L'objet de ces travaux était « **la définition d'un protocole d'abattage et de conditionnement du Paraha peu (*Platax orbicularis*) d'élevage** ».

Quatre protocoles d'abattage et de conditionnement péri abattage ont été comparés, soit l'abattage par hypothermie, technique appliquée classiquement en Polynésie, soit le même procédé précédé par une phase d'étourdissement des poissons par électronarcose. Ces deux phases étaient suivies ou non par une éviscération.

Si l'électronarcose à l'avantage en matière de bien-être animal, elle ne semble pas avoir d'atouts supplémentaires par rapport à l'autre technique. Pour ce qui est de la composante microbiologique et biochimique, il ne semble pas y avoir d'avantage d'un protocole par rapport à un autre. En effet, et même en dépit d'une contamination à JO, la flore des lots « électronarcosés » ne se démarque pas sur le reste du suivi.

D'un point de vue sensoriel on ne constate que très peu de différence, l'hypothermie étant légèrement mieux cotée en cuit. On retiendra d'une manière générale l'excellente cotation en cuit sur 21 jours de conservation qui ne suit pas la tendance observée en frais, ni même la croissance microbienne mise en avant par la biochimie. Cependant, celle-ci pourrait être affinée en se focalisant sur une méthode en particulier et en resserrant les points d'analyse. Il serait bon de suivre également l'évolution des salmonelles et d'E. Coli pour la détermination de la DLC évaluée à 10 jours.

Le paramètre température est important dans le contexte insulaire tropical. Il peut, couplé à l'isolement, être facteur d'importantes conséquences en termes de développement microbien. Pour cela l'hypothermie semble mieux adaptée aux aquaculteurs polynésiens qui la pratiquent déjà et son image n'est pas altérée par rapport à celle de l'électronarcose. Le choix de l'électronarcose, en vue de circuit de traitement plus long par exemple, nécessiterait en tout cas une solide maîtrise des opérations post-récolte et des moyens adaptés.

L'hypothermie telle qu'elle est pratiquée pour un objectif de poisson entier peut assurer une production saine si les étapes « critiques » mentionnées lors de l'approche HACCP sont l'objet de surveillances particulières.

L'éviscération n'entraîne pas d'amélioration particulière de la conservation d'un point de vue microbiologique et biochimique, mais paraît améliorer sensiblement l'évaluation sensorielle en frais. Si elle est adoptée par un producteur, il serait plus intéressant qu'il la place au début de son schéma d'opérations post-récolte, comme pour une éventuelle étape de filetage.

Par ailleurs, le suivi de la *rigor mortis* nous a amené à caractériser sa cinétique particulière, sans différence notable entre hypothermie et électronarcose lorsque les poissons sont conservés en chambre froide à 6°C. La mise en place de la rigor est rapide (4 heures) et cet état se maintient au moins au-delà de 48h.

Un travail de structuration de la filière devrait être réalisé en prenant en compte toutes ces données ainsi que le schéma des étapes post-récoltes. Un élément important (incontournable) serait l'installation de locaux aux normes sanitaires.