

Centre de Nantes

Département « Sciences et Techniques Alimentaires »

Département Aquacole de Polynésie

Camille Knockaert

Josiane Cornet

Mireille Cardinal

Eric Gasset

Moana Maamaatuaiahutapu

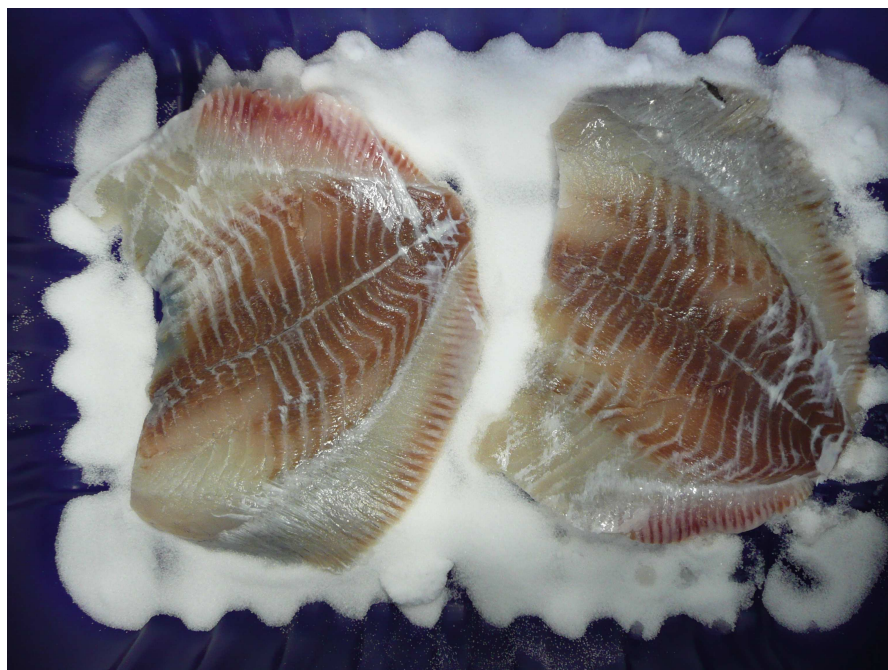
Denis Coves



POLYNESIE FRANCAISE

AVRIL 2009 - Convention N° 7.0017/MPA/SPE du 16 novembre 2007
relative à l'étude intitulée

**CARACTERISATION DE LA QUALITE DU PLATAX
(*Platax orbicularis*) ISSU D'AQUACULTURE
Transformation – Composition chimique – Caractérisation sensorielle**



RAPPORT FINAL

SOMMAIRE

I	PRESENTATION DE L'ETUDE.....	4
I.1	Contexte	4
I.2	Objectifs de l'étude	4
II	PRESENTATION DU PROGRAMME REALISE	4
II.1	Aspect technique de préparation et d'envoi des poissons	6
II.2	Point sur les opérations « péri abattage » du Platax	6
II.2.1	Rappel.....	6
II.2.2	Les manipulations du poisson	7
II.2.3	Techniques utilisées lors de la visite	7
II.2.4	Observations concernant les différentes étapes.....	7
II.2.5	Protocole d'abattage pratiqué lors des envois	8
III	MATERIELS ET METHODES	8
III.1	Les poissons	8
III.1.1	Platax 600g	8
III.1.2	Platax 900g	9
III.1.3	Platax 1.0kg	9
III.1.4	Platax 1.2kg	10
III.2	Préparations des échantillons	10
III.2.1	Décongélation.....	10
III.2.2	Glaçage	10
III.2.3	Filetage	10
III.2.4	Saumurage	10
III.2.5	Prélèvements	10
III.3	Méthodes d'analyses	11
III.3.1	Analyses microbiologiques	11
III.3.2	Analyses chimiques	11
III.3.3	Analyses génétiques	11
III.3.4	Analyses sensorielles.....	12
III.3.5	Mesures de couleur.....	13
IV	RESULTATS ET DISCUSSION	14
IV.1	Platax 600g	14
IV.1.1	Rendements	14
IV.1.2	Composition chimique	14
IV.1.3	Conservation en glace des poissons entiers.....	14
IV.1.4	Tests sensoriels.....	18
IV.2	Platax 900g	19
IV.2.1	Rendements	19
IV.2.2	Composition chimique	19
IV.2.3	Conservation en glace des poissons entiers.....	19
IV.2.4	Tests sensoriels.....	22
IV.2.5	Essai préliminaire de fumage	24

IV.3	Platax 1.0kg.....	25
IV.3.1	Rendements	25
IV.3.2	Composition chimique	25
IV.3.3	Conservation à l'état réfrigéré	25
IV.3.4	Tests sensoriels.....	30
IV.4	Platax 1.2kg frais.....	31
IV.4.1	Rendements	31
IV.4.2	Composition chimique	32
IV.4.3	Conservation à l'état réfrigéré	32
IV.5	Platax 1.2kg fumé.....	36
IV.5.1	Rendements	37
IV.5.2	Composition chimique	37
IV.5.3	Conservation à l'état réfrigéré.....	38
IV.5.4	Tests sensoriels.....	39
IV.6	Comparaison des 4 calibres.....	40
IV.6.1	Rendements	40
IV.6.2	Teneurs en lipides.....	41
IV.6.3	Conservation à l'état réfrigéré	41
IV.6.4	Tests sensoriels.....	46
IV.6.5	Analyses génétiques	47
CONCLUSION.....		49
ANNEXE 1 – COURBES DE TEMPERATURES PENDANT LE TRANSPORT		51
ANNEXE 2 – METHODES D'ANALYSES		53
ANNEXE 3 – TABLEAUX DES RESULTATS MICROBIOLOGIQUES ET CHIMIQUES		72
ANNEXE 4 – TABLEAUX DES COTATIONS ORGANOLEPTIQUES		76
ANNEXE 5 – TABLEAUX DES TESTS SENSORIELS		81

CARACTERISATION DE LA QUALITE DU PLATAX (*Platax orbicularis*) ISSU D'AQUACULTURE

Transformation – Composition chimique – Caractérisation sensorielle

I Présentation de l'étude

I.1 Contexte

La seconde phase du Contrat de développement Etat/Territoire 2000-2003 prévoyait la mise en place d'un programme visant à développer la pisciculture d'espèces locales de poissons lagunaires.

Depuis septembre 2001, une équipe du service de la Pêche (SPE) travaille à l'Ifremer de Vairao sur plusieurs espèces de poissons d'élevage. La collaboration menée avec l'Ifremer depuis 2003 sur la pisciculture lagunaire est axée depuis 2006 sur le Paraha peue (*Platax orbicularis*) ou poisson lune.

L'avancée des travaux zootechniques permet désormais le transfert de la phase éclosion à l'unité de production dont la construction est en cours.

Dans le cadre de la convention de collaboration 6.0175 du 24 mai 2006, entre l'Ifremer et le SPE, il a été convenu de fiabiliser et d'optimiser les techniques de production de Paraha peue et d'améliorer la rentabilité des élevages en s'appuyant sur deux axes de recherches :

- d'une part, des essais zootechniques et des premières évaluations économiques, travaux en cours et prévus dans la convention 6.0175,
- d'autre part, des études, non prévues initialement, concernant l'identification, la caractérisation biochimique, la transformation du produit selon diverses gammes de taille.

I.2 Objectifs de l'étude

L'action proposée vise à accompagner le développement d'une future filière de production aquacole de platax en Polynésie.

Les objectifs de cette étude sont d'apporter aux futurs producteurs, des informations sur :

- la caractérisation biochimique et sensorielle de leurs produits,
- l'évolution de la qualité en fonction du cycle de production,
- l'évaluation de procédés simples permettant une première transformation,
- la mise au point de marqueurs permettant de définir l'appellation de ce poisson et d'éviter une concurrence déloyale.

II Présentation du programme réalisé

Cette étude porte, dans un premier temps, sur la caractérisation du produit d'un point de vue biochimique à trois stades de la production.

Cette caractérisation a été réalisée, sur une durée d'un an, par le suivi de l'évolution qualitative du produit au fil d'un cycle de croissance.

Les poids des animaux échantillonnés devaient correspondre aux différentes cibles commerciales envisagées pour le platax (0.5, 0.9, 1.2kg).

En réalité, quatre calibres ont été suivis, à savoir 0.6, 0.9, 1.0 et 1.2kg.

Le troisième envoi (calibre 1.0kg) ayant subi les péripéties d'un voyage de deux semaines, la qualité des poissons à l'arrivée était très moyenne et hétérogène. Cependant, nous avons pris la décision d'étudier ce lot, tout en demandant à en recevoir un autre. Il s'est trouvé que le dernier envoi correspondait à la taille commerciale initialement visée, à savoir 1.2kg.

Les différents points qui ont été réalisés au fil de la réception des 4 lots sont les suivants.

Point 1 : Détermination de la composition chimique globale et des rendements

eau, lipides, protéines, cendres et positionnement des masses adipeuses si elles existent. Le rendement au filetage a été établi sur chaque lot de poisson

Analyses génétiques : authentification du Platax

La détermination des séquences d'ADN codant d'une part pour le gène nucléaire de la rhodopsine et d'autre part pour le gène mitochondrial du cytochrome *b* a été effectuée. Ces séquences d'ADN peuvent être utilisées pour authentifier cette espèce sur des échantillons frais, congelés ou ayant subi des traitements de transformation (par exemple le fumage). Ce travail, une fois déposé dans Gene Bank, identifie définitivement le poisson.

Point 2 : Etude de conservation en glace

pour évaluer à la fois les limites d'un point de vue altération et les conséquences sur la qualité. Concernant le poisson entier, cette étude a été réalisée sur tous les calibres; la conservation des filets pelés a été suivie pour les poissons de 1.0kg et de 1.2kg (ce qui correspond à une certaine logique de vente).

Point 3 : Etude de conservation en emballage sous vide

qui correspond au marché de vente du poisson "prêt à consommer". Cette étude a porté sur les filets pelés des poissons de 1.0kg et de 1.2kg.

Point 4 : Vérification de l'aptitude à la transformation

en particulier par la technique du fumage. Il existe depuis un certain nombre d'années en Polynésie une entreprise de fumage qui présente une palette de produits adaptés aux habitudes locales ; ce type de préparation est susceptible d'offrir une voie de valorisation au platax. Aussi, la mise au point d'un protocole de fumage adapté et le suivi du produit conservé à +2°C peuvent être un atout en terme de valorisation de cette espèce en fournissant aux transformateurs potentiels une fiche technique complète « process-produit ».

Point 5 : Caractérisation sensorielle

qui porte sur l'évaluation de l'odeur, l'aspect, la flaveur et la texture des produits. Il s'agit de tests analytiques à ne pas confondre avec des tests consommateurs. Cette évaluation est réalisée par le jury entraîné et spécialisé sur les produits de la mer de l'Ifremer.

D'un point de vue sensoriel, le positionnement du platax, par rapport à d'autres espèces de la pêche locale, peut s'avérer intéressant afin d'évaluer sa place en terme de potentialités de développement, ce qui peut être utile pour de futurs investisseurs. Le platax a été comparé à du thon rouge et de la daurade coryphène.

Un positionnement a également été effectué par rapport à du saint-pierre et à deux poissons d'élevage consommés en métropole : le bar et la dorade royale.

Enfin, le positionnement du platax fumé a été réalisé par rapport à des espèces fumées localement (thon, marlin).

Le tableau ci-dessous récapitule toutes les opérations qui ont eu lieu de mars à décembre 2008.

	600g	900g	1.0kg	1.2kg
Rendements au filetage	X	X	X	X
Composition chimique eau, protéines, cendres, lipides	X	X	X	X
Analyse génétique	X	X	X	X
Conservation sous glace poisson entier Analyses microbiologiques, chimiques, cotation, mesures de couleur	X 14 j	X 21 j	X 14 j	X 21 j
Conservation sous glace filet Analyses microbiologiques, chimiques, cotation, mesures de couleur			X 14 j	X 14 j
Conservation sous vide filet Analyses microbiologiques, chimiques, cotation, mesures de couleur			X 14 j	X 21 j
Conservation de filets fumés Analyses microbiologiques, chimiques				X 25 j
Tests de description sensorielle	X			
Test de profil sensoriel positionnement du platax par rapport à des poissons locaux		X		
Test de profil sensoriel positionnement du platax par rapport à du bar et de la dorade royale			X	
Test de profil sensoriel platax cuit avec et sans barbe			X	
Test de profil sensoriel fumé positionnement du platax fumé par rapport à du thon et du marlin				X

II.1 Aspect technique de préparation et d'envoi des poissons

Les échantillons ont été congelés entiers éviscérés à chaque point de prélèvement et envoyés aussitôt afin de limiter les dégradations physico-chimiques au cours du stockage (dénaturation, rancissement, dessiccation...).

Les périodes d'échantillonnage et d'envoi des lots ont été choisies en fonction de la croissance des animaux, à savoir janvier (600g), avril (900g), septembre (1.0kg), novembre 2008 (1.2kg). Ainsi que spécifié précédemment, le lot 4 a été étudié pour confirmer et compléter les résultats obtenus sur le lot 3, qui avait subi de mauvaises conditions de transport.

II.2 Point sur les opérations « péri abattage » du Platax

(cf. rapport de mission juillet 2008)

Une mission, effectuée du 8 juin au 15 juin 2008, a eu pour objectif principal de sensibiliser à la démarche qualité, les différents acteurs impliqués dans le développement du platax d'aquaculture. Dans ce contexte, une journée a été consacrée à l'observation des opérations « péri abattage » et au filetage du poisson.

II.2.1 Rappel

La collecte du poisson comprend les opérations de capture dans les cages d'anesthésie, d'abattage, de saignée, de transport (pré ou post abattage) et de conditionnement en caisse pour la distribution.

Ces opérations ont une grande importance dans la maîtrise de la qualité et aucune étape ne doit être négligée.

La manière dont sont menées les procédures de traitement pré et post abattage a des répercussions sur la qualité du produit fini. En cas de mauvaise conduite, les efforts d'une bonne pratique d'élevage peuvent être ruinés.

Autre aspect important à prendre en considération : le respect du bien-être animal à tous les niveaux de la collecte, que ce soit pour des motivations éthiques ou pour contribuer à assurer une qualité optimale.

II.2.2 Les manipulations du poisson

Si les opérations de capture à la senne et au filet ne sont pas correctement effectuées, la couche protectrice de mucus s'altère et des écailles disparaissent, ce qui a pour effet d'amplifier le risque d'invasion parasitaire ou pathogène.

Les manœuvres doivent être lentes de manière à ne pas accroître la méfiance naturelle du poisson, qui peut conduire à une activité excessive et un épuisement potentiel.

L'emploi d'épuisette à fond plein permet au poisson de rester immergé et limite l'impact des coups.

La détresse et les blessures interviennent souvent quand les poissons sont chargés dans les filets de levage et sortis de l'eau. Le poids excessif de la force gravitationnelle sur le poisson, positionné au fond du filet, peut provoquer des blessures dues à la compression et aux épines des nageoires. Le poids de la charge doit être limité pour prévenir un stress excessif et des dommages corporels. Il est moins stressant de déplacer le poisson dans l'eau en utilisant des pompes à poisson ou des tuyaux de transfert, techniques beaucoup moins agressives.

II.2.3 Techniques utilisées lors de la visite

La pêche est réalisée au moyen d'une épuisette. Les poissons sont immergés dans un bac contenant un mélange d'eau et de glace.

Après transport vers le local de préparation (une vingtaine de minutes), on remarque à la prise en charge que des poissons sont encore très vifs et peu affectés par l'immersion dans le mélange eau/glace.

L'abattage par un coup sur la tête semble inadapté étant donné la résistance du poisson aux coups répétés. De nombreuses hémorragies avaient d'ailleurs été observées sur les premiers poissons reçus au Département STAM (calibre 600g).

Une étude anatomique de la tête a permis de constater que le cerveau est particulièrement bien protégé par un renfort osseux.

Par conséquent, pour tuer ce poisson, il n'existe pas d'autres alternatives que de piquer le cerveau à l'endroit le plus approprié, à la fois pour des raisons éthiques et pour préserver la qualité. Ce point semble être à proximité immédiate derrière l'œil.

En pratiquant ainsi, la mort est immédiate. La saignée est pratiquée en ôtant les viscères aussitôt après.

II.2.4 Observations concernant les différentes étapes

Jeûne du Platax avant abattage

Ce poisson dispose d'un intestin particulièrement long. Il faudra, au fil des essais, déterminer la durée optimale de la mise à jeun.

Le jeûne avant abattage est indispensable, il permet de clarifier les intestins et concourt à améliorer, de façon sensible, la qualité microbiologique et, par conséquent, la conservation.

Pour prendre en compte le métabolisme du poisson en relation avec les saisons, il peut être intéressant de fixer une période de jeûne en introduisant la notion de degré/jour. Par exemple : 60°C/jour, soit 3 jours à 20°C.

Enfin, à titre d'information, dans le cadre de cahier des charges, l'industrie de la transformation recommande une période minimale de jeûne à observer de façon stricte pour réduire l'activité enzymatique potentielle dans le muscle après la mort, cause de ramollissement de la chair.

La pêche

Ce poisson, compte tenu de sa morphologie (poisson plat), est particulièrement exposé aux risques de coups lors de la pêche. Aussi, une technique de pêche le gardant le plus longtemps possible immergé est à étudier (par exemple, filet à poche à eau).

Ceci impliquera de le prélever dans les cages, uniquement par petites quantités, pour limiter les risques d'endommager son aspect extérieur et éviter la formation d'hématomes.

L'anesthésie par le refroidissement à l'état vivant est une bonne méthode. Le fait que les poissons aient une température musculaire plus basse au moment de la mort entraîne un délai plus long dans le déroulement des processus biochimiques, laissant plus de temps pour travailler le poisson, avant son entrée en *rigor mortis*.

Pour obtenir une excellente qualité, le poisson doit être conditionné à une température corporelle suffisamment basse avant d'entrer en phase de *rigor mortis*.

En effet, la température à laquelle le poisson entre en *rigor mortis* affecte la force de la contraction du muscle et peut entraîner l'apparition du phénomène de gaping, d'où l'intérêt de l'abaissement de la température corporelle.

II.2.5 Protocole d'abattage pratiqué lors des envois

Les poissons du calibre 600g ont été refroidis dans un mélange eau + glace après avoir été abattus par un coup sur la tête. Pour les 3 autres calibres, les poissons ont été abattus par piquage derrière l'œil, puis immergés également dans un mélange d'eau et de glace à écailles.

Pour assurer une saignée complète, les poissons ont été vidés aussitôt après la mort, soit environ 20mn après la pêche (délai pour les amener au local de traitement) et avant l'apparition du stade de *rigor mortis*.

La saignée a été suivie d'un « rinçage » en eau à fort renouvellement. Ensuite les poissons ont été conditionnés en sachet plastique individuel et refroidis aussitôt à +2°C.

Les poissons, après congélation à cœur en chambre froide (-25°C), ont été introduits dans des glacières refroidies par cryogénie. Le transport a duré de 4 à 13 jours selon les envois.

III Matériels et méthodes

III.1 Les poissons

III.1.1 Platax 600g

Les poissons ont été expédiés en janvier. Les conditions de transport n'ont pas été très bonnes (enregistrement des températures des glacières en annexe 1).

Les analyses ont commencé début mars, soit après 2 mois d'entreposage à l'état congelé.

Les 3 poissons destinés à la composition chimique globale ont été parés, pelés et ébarbés.

Pour le suivi de la qualité à l'état réfrigéré, 5 poissons ont été analysés après décongélation (J0) et 25 autres ont été mis sous glace et entreposés à 2°C.

10 poissons ont été filetés, parés, pelés, ébarbés puis rincés et séchés, pour un test de description sensorielle qui s'est déroulé le lendemain du filetage. Les filets ont été coupés en 2 : la partie dorsale et la partie ventrale (plus petite et peu épaisse). Les rendements ont été effectués sur ces poissons.

Après 13 jours, la qualité sensorielle des poissons glacés n'étant plus satisfaisante, le suivi a été interrompu. Les 15 poissons restants ont fait l'objet de nouvelles analyses de composition globale, de rendement au filetage et d'un autre test de description sensoriel (J15).

III.1.2 Platax 900g

Les poissons ont été expédiés en avril. Ils ont voyagé dans de bonnes conditions (4 jours de transport), sans avoir subi de rupture de la chaîne du froid (enregistrements des températures en annexe 1).

Après un mois de stockage à -20°C à Nantes, 25 platax ont été décongelés pour réaliser les analyses de composition (avec et sans barbe), les analyses génétiques et le suivi à l'état réfrigéré pendant 3 semaines.

Après deux mois de stockage à -20°C , 10 platax ont été décongelés et filetés.

Les rendements ont été calculés sur les filets avec peau et barbe et sur les filets pelés parés ébarbés.

Sur ces poissons un test de profil sensoriel a été mis en place pour comparer le platax à trois autres espèces de poisson :

- du thon rouge : un cœur de longe conditionné sous vide (mareyeur), origine Maldives
- de la dorade coryphène : un poisson de 6 kg (hypermarché), pêché au Sénégal
- du saint-pierre : 7 poissons (mareyeur)

Le thon rouge et la dorade coryphène sont des espèces consommées en Polynésie.

Le saint-pierre a été retenu, car il était intéressant d'évaluer ce poisson dont l'aspect, à l'état entier, peut évoquer le platax.

Ces trois lots de poisson ont été congelés, en morceaux (thon, dorade) ou entier (saint-pierre) puis entreposés à -20°C pendant le mois qui a précédé le test, afin de se mettre dans des conditions proches du platax.

Les critères sensoriels retenus sont décrits en annexe 5. Ils ont été choisis en tenant compte des caractéristiques des 4 espèces présentées. Le nombre de critères étant important, il a été nécessaire d'organiser 2 séances : les poissons ont d'une part été évalués au niveau de l'odeur et de la texture et d'autre part au niveau de l'aspect et de la flaveur. Les mêmes 22 juges ont participé à ces tests.

Après 3 mois de stockage à -20°C , les platax restants ont été utilisés pour des essais préliminaires de fumage. L'objectif était de définir les paramètres à appliquer aux différentes étapes de la transformation. Des analyses chimiques ont été effectuées pour valider ces paramètres. Les filets ont été fumés avec barbe.

III.1.3 Platax 1.0kg

Les poissons ont été expédiés en septembre. Les courbes de températures (annexe 1) ont confirmé que les glacières étaient restées ouvertes en chambre froide pendant une quinzaine d'heures, ce qui a probablement provoqué une décongélation partielle de certains poissons. Les produits ont voyagé au moins 6 jours de plus qu'initialement escompté.

Une fois décongelés, les premiers poissons, prélevés de façon aléatoire, avaient une qualité très moyenne ; la chair présentait en particulier une couleur grise et une texture molle. Il a été décidé d'effectuer le suivi des poissons entiers glacés, des filets glacés et des filets conditionnés sous vide mais d'annuler le fumage.

Les poissons prélevés pour le suivi des filets sous vide étaient de meilleure qualité que les autres. Ils ont subi un très léger saumurage avant d'être séchés et conditionnés.

Un nouveau lot de platax a été demandé en Polynésie afin de réaliser la partie "fumage" dans de bonnes conditions. Les poissons restants ont été utilisés pour réaliser deux tests sensoriels qui n'étaient pas prévus mais qui semblaient intéressants :

a) un test de profil pour positionner le platax par rapport au bar et à la dorade royale d'élevage (Grèce) Des filets de bars et de dorades (poissons de 400g non congelés) ont été comparés à des portions de platax pelé (sans barbe). La liste des critères sensoriels retenus était plus restreinte que celle du test de juin; nous avons utilisé les descripteurs du bar et de la dorade, poissons que le panel est amené à déguster régulièrement.

b) un test de profil pour comparer des filets de platax cuits avec et sans barbe

Les filets gauches de 5 poissons ont été ébarbés alors que les filets droits ne l'étaient pas. Pour ces derniers, les consignes données aux juges précisait de consommer un morceau de chair et de barbe en même temps.

III.1.4 Platax 1.2kg

Les 50 poissons ont été expédiés en novembre et l'envoi s'est déroulé dans de bonnes conditions.

Après une semaine de stockage à -20°C , 31 poissons ont été décongelés : 20 sont restés entiers et 8 ont été mis en filet (pelés, avec barbe) pour le suivi en glace. Trois poissons ont été utilisés pour la détermination de la composition globale.

La semaine suivante, 8 autres poissons ont été filetés (pelés, avec barbe), saumurés, conditionnés sous vide et entreposés à 2°C . Les poissons restants ont été fumés.

III.2 Préparations des échantillons

III.2.1 Décongélation

Les poissons, emballés dans leur sachet, ont été décongelés en chambre froide (2°C) pendant 20h. La décongélation à l'eau courante est plus rapide (2h) mais alors les sachets doivent être scellés. Cette technique a été utilisée quand le planning le nécessitait (filetage le lundi).

III.2.2 Glaçage

Une fois décongelés, les poissons ont été rincés et immédiatement glacés, à plat, en caisse de polystyrène, à raison de 5 à 6 poissons par caisse (une caisse par point d'analyse).

Lors du premier essai, de la glace a été disposée en dessous et au-dessus des poissons, isolés par un film plastique alimentaire. Cette technique n'est pas recommandée, car l'exsudat du poisson reste alors en partie piégé par le film inférieur

Par la suite, les poissons ont été posés directement dans la caisse et glacés par-dessus, toujours avec un film protecteur pour éviter le contact direct avec la glace. Les caisses ont été entreposées à 2°C . De la glace a été ajoutée régulièrement, de façon à ce que les poissons soient toujours entièrement recouverts. Les filets ont été glacés de la même façon (côté peau dans le fond).

III.2.3 Filetage

Les poissons ont tous été filetés par la même personne. Selon les besoins de l'étude, les filets ont été préparés avec barbe ou sans barbe.

III.2.4 Saumurage

Les filets destinés au suivi sous vide ont été immergés quelques secondes dans une saumure saturée. Ils ont été ensuite mis à sécher sur une grille pendant 2 heures dans une chambre à 2°C avant d'être conditionnés.

III.2.5 Prélèvements

Tous les lots suivis à l'état réfrigéré ont été analysés en triplicat une fois par semaine (pendant 2 ou 3 semaines), pour les analyses chimiques et microbiologiques qui ont porté sur les mêmes poissons. En parallèle, les cotations organoleptiques se sont déroulées sur 2 à 3 autres poissons.

III.3 Méthodes d'analyses

Les protocoles des analyses sont présentés en annexe 2

III.3.1 Analyses microbiologiques

Les prélèvements (30g) ont été effectués au niveau du muscle dorsal (sans barbe, ni peau).

Flore aérobie totale : dénombrement sur Plate Count Agar (PCA)

Flore productrice d'H₂S : dénombrement sur gélose au fer

III.3.2 Analyses chimiques

Teneur en Protéines

détermination de l'azote total par minéralisation à l'acide sulfurique selon la méthode de Kjeldahl;

Teneur en Lipides

extraction à l'hexane d'un échantillon séché ;

Teneur en Eau (ou extrait sec)

dessiccation dans une étuve à 103°C jusqu'à poids constant;

Teneur en Matière Minérale

étuvage à 550°C pendant 5 h (minimum)

Azote basique volatil total et Triméthylamine (ABVT et TMA)

le dosage de ces indicateurs d'altération est réalisé par la méthode de micro diffusion de Conway (Conway & Byrne, 1933). Les teneurs sont exprimées en mg N / 100 g de chair.

Indice thiobarbiturique (IT)

l'oxydation des lipides est déterminée selon la méthode de Vyncke (1970) par la quantification spectrophotométrique des composés secondaires d'oxydation de type carbonylés réagissant avec l'acide thiobarbiturique. L'indice est exprimé en mg de malonaldéhyde / kg de chair (%g de lipides).

Teneur en sel

dosage du chlore des chlorures solubles dans l'eau (chloruremètre Corning 926) ; elle est exprimée en g de chlorure de sodium pour 100 g de chair

Teneur en phénols

extraction des phénols dans une solution alcoolique, passage en milieu alcalin, développement en présence de ferricyanure de potassium d'une coloration avec l'acido 4 antipyrine. La mesure spectrophotométrique est faite à 455nm après extraction chloroformique du composé coloré. Les résultats sont exprimés en mg pour 100 g de chair

III.3.3 Analyses génétiques

Extraction d'ADN PCR et séquençage afin de déterminer les séquences d'ADN codant d'une part pour le gène nucléaire de la rhodopsine (séquence partielle de 460 pb) et d'autre part pour le gène mitochondrial du cytochrome b (environ 1141 pb). Les PCR sont réalisées à partir d'extrait d'ADN obtenus par la méthode phénol (PCI) ou l'utilisation du kit d'extraction à bille magnétique Invitrogène (Annexe 2).

III.3.4 Analyses sensorielles

III.3.4.1 Cotation organoleptique

Pour le suivi des échantillons réfrigérés, nous avons choisi d'utiliser la méthode QIM (méthode de l'indice de qualité) qui permet d'évaluer objectivement, facilement et rapidement l'état de fraîcheur d'un lot de poisson et de déterminer sa durée de vie restante.

Cette méthode est basée sur l'évolution des caractéristiques du poisson frais et notamment sur l'aspect (yeux, peau, branchies), l'odeur et la texture. Les évaluations sont faites à l'aide d'un tableau de référence à établir, au préalable, en examinant plusieurs lots de l'espèce étudiée. Les critères à évaluer sont notés avec un système de points qui sont additionnés pour donner un score sensoriel global ou Indice de Qualité (QI). L'objectif est d'avoir une augmentation linéaire du QI en fonction de la durée de stockage sous glace. 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.

Au final, à l'aide de l'équation de la droite établie, le QI d'un lot inconnu permet de calculer le nombre de jours déjà passé sous glace. Sa durée de conservation restante peut alors être déduite à partir de la durée maximale de référence. L'idéal pour ce genre de test est qu'au moins 5 poissons soient évalués par 3 personnes entraînées.

Référence : Martinsdottir, E., Sveinsdottir, K., Luten, J., Schelvis-Smit, R., Hyldig, G. (2001) Evaluation sensorielle de la fraîcheur du poisson. Manuel de référence pour la filière produits de la pêche. QIM Eurofish (eds) www.qim-eurofish.com

Dans un premier temps, les tableaux de cotation QIM existants n'étant pas adaptés au platax, les évaluations ont été descriptives (annexe 4). Les cotations ont été réalisées sur 2 à 3 poissons, à chaque point d'analyse, par 2 personnes expérimentées. Des photos ont été effectuées.

L'objectif était de constituer un référentiel (grille QIM en annexe 4) qui permette par la suite de remplacer les observations par des notes ; des droites d'évolution ont pu ainsi être tracées.

Les valeurs des seuils limite de consommation ont été établies en dégustant les échantillons. Elles ne sont pas du même ordre de grandeur, selon qu'il s'agisse de poisson entier ou de filet car le nombre de critères notés n'est pas le même, 11 et 5 respectivement.

III.3.4.2 Tests sensoriels

Les tests sensoriels ont été réalisés par le jury interne d'analyse sensorielle de l'Ifremer de Nantes.

Ce panel a une longue expérience des produits de la mer; il est sollicité, une à deux fois par semaine pour tester des produits ou pour des séances d'entraînement.

Les séances d'évaluation sensorielle se déroulent dans une pièce climatisée, conçue pour offrir le maximum de concentration aux juges et éviter dans la mesure du possible toutes perturbations extérieures.

Cette salle climatisée est composée de 10 cabines individuelles de dégustation, éclairées par une lumière blanche standard ($T = 6500^{\circ}\text{K}$) répondant aux spécifications de la norme AFNOR V-09-105 concernant les recommandations relatives à l'implantation des locaux destinés à l'analyse sensorielle





Un système informatique permet l'acquisition automatique des données (logiciel Fizz, Biosystèmes, Dijon) et leur traitement statistique

Les séances d'évaluation sensorielle sont réalisées le matin entre 10h30 et 12h30.

La cuisson des filets de poisson (portion de 50g) est réalisée au four à micro-ondes (600W) dans des bols transparents (avec couvercle) codés de façon anonyme. La durée de cuisson (1 à 3mn) dépend du nombre d'échantillons.

Les tranches de poisson fumé sont enveloppées individuellement dans des feuilles d'aluminium, également codées.

Les tests mis en œuvre au cours de cette étude sont des tests de profil sensoriel (NF ISO 1105) qui permettent de caractériser et de discriminer les produits au niveau de l'aspect de la chair, de l'odeur, de la flaveur et de la texture.

L'échelle de notation utilisée par les juges est une échelle non structurée bornée par les termes "faible intensité" et "forte intensité", correspondant à une notation de 0 à 10.

Au cours de chaque séance, les juges testent les mêmes produits, dont l'ordre de présentation est alterné d'un juge à l'autre pour éviter un biais dû à l'effet du 1er produit testé. Les échantillons à comparer sont servis simultanément.

Le choix des descripteurs sensoriels utilisés a été réalisé par les responsables du jury en faisant référence aux critères habituellement utilisés à l'Ifremer pour du poisson cuit ou du poisson fumé.

III.3.5 Mesures de couleur

Un filet de poisson cru frais a généralement un aspect translucide. Au cours d'un entreposage réfrigéré, la chair devient progressivement laiteuse puis opaque. Ce phénomène, dû probablement à une dénaturation des protéines, peut être évalué en mesurant un paramètre de couleur (L^*) qui aura tendance à diminuer quand le filet s'opacifie. En même temps, la teinte des filets à chair blanche peut avoir tendance à jaunir.

Des mesures instrumentales de couleur ont donc été réalisées sur les filets crus avec un spectrocolorimètre (marque Konica Minolta) dans le système L^*, a^*, b^* (illuminant D65). L^* correspond à la clarté de l'échantillon, a^* et b^* donnent une indication de la teinte ; le b^* , dans sa partie positive, est un indice de jaune et le a^* un indice de rouge.

Les mesures ont été réalisées au niveau du muscle dorsal des filets crus, côté colonne vertébrale ; 4 à 5 mesures ont été effectuées par filet, là où la couleur de la chair était la plus homogène. Les filets ont été essuyés mais non lavés.

IV Résultats et discussion

IV.1 Platax 600g

IV.1.1 Rendements

Poids moyens Poissons éviscérés (g)	Filets (avec barbe) parés, pelés (%)	Filets parés, pelés, ébarbés (%)
568 (84)	42.42 (1.2)	34.3 (2.0)

Tableau 1 : Rendements au filetage
(moyennes et écart-types - 30 poissons)

Les poissons se sont révélés assez difficiles à fileter. Les rendements sont faibles car la cavité viscérale est grande et encore plus médiocres lorsque l'on retire la barbe, pratique qui ne devrait pas être utilisée en Polynésie, car cette partie du filet est très appréciée des consommateurs. Il faut préciser que le filetage sur cette espèce demande un bon entraînement avant d'être optimal et que le fait de travailler un poisson en fin de décongélation est une difficulté supplémentaire.

Remarques

- certains filets présentaient des myotomes très apparents et séparés, ce qui est probablement dû à la décongélation partielle pendant le transport. Cette déstructuration du filet est caractéristique d'un produit ayant souffert d'un stockage congelé de mauvaise qualité. Ce type de dommage est très préjudiciable, à la fois pour la qualité et la présentation.

- les poissons avaient derrière la tête un hématome provoqué par un coup; cette technique d'abattage, pour la raison évoquée précédemment, n'a pas été pratiquée pour les essais suivants.

- les peaux, très épaisses, pourraient être intéressantes à valoriser. Le retrait de ces peaux s'effectue assez facilement, grâce à la couche de graisse sous cutanée, ce qui permet de disposer de peaux entières.

IV.1.2 Composition chimique

Les résultats sont présentés dans le tableau 2. Les données obtenues à J0 et à J13 ont été globalisées.

Eau (%)	Lipides (%)	Protéines (%)	Cendres (%)
74.51 (0.60)	3.99 (0.93)	20.16 (0.52)	1.07 (0.20)

Tableau 2 : Composition chimique globale des filets pelés, parés et ébarbés
(moyennes et écart-types - 8 poissons)

La teneur en lipides correspond à une catégorie de poisson moyennement gras mais les analyses ont été réalisées sur les filets sans barbe, parés et pelés. A l'origine, les filets présentent en périphérie une large barbe qui est riche en lipides. Une composition globale sur des filets parés, pelés mais non ébarbés a été réalisée pour les poissons des autres calibres. A cette étape de l'étude, l'intérêt porté à la barbe, par les consommateurs polynésiens, ne nous était pas connu.

IV.1.3 Conservation en glace des poissons entiers

IV.1.3.1 Analyses microbiologiques

Il est généralement admis que la microflore des poissons d'eaux tempérées est composée de bactéries à Gram négatif, psychrotolérantes, dont la croissance est possible à 0°C, l'optimum se situant aux alentours de 25°C. Parmi ces bactéries, on peut trouver les genres *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Moraxella*, *Psychrobacter* et *Photobacterium*.

Chez les poissons tropicaux, la microflore a globalement la même composition mais souvent avec une proportion plus grande de bactéries à Gram positif (*Micrococcus*, *Bacillus*, Corynéformes) et d'entérobactéries.

Parmi ces germes, seules certaines espèces sont réellement impliquées dans l'altération. Pour le poisson des mers tempérées conservé en glace, ce sont souvent des espèces du genre *Shewanella* qui sont impliquées (*Shewanella putrefaciens*, *baltica hafniensis* et *morhuae*); elles produisent du soufre (H_2S) et de la triméthylamine (TMA), très malodorante. Les poissons tropicaux sont en général altérés par des *Pseudomonas*. *Sh. putrefaciens* a également été isolée dans ces produits mais elle ne semble pas jouer un rôle important dans l'altération. Ceci est peut-être dû à l'incapacité de ce micro-organisme à se développer en présence d'un grand nombre de *Pseudomonas*. L'altération causée par ce germe se distingue nettement de celle due à *Sh. putrefaciens* par l'absence de TMA et de composés soufrés et par l'apparition d'odeurs fruitées et de moisi causées par des aldéhydes, des cétones et des esters.

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

La figure 1 montre qu'à J0, les dénombrements de la flore totale des platax entiers sont faibles. Une phase de latence est clairement présente pendant la première semaine d'entreposage, ensuite les bactéries entrent en phase exponentielle de croissance.

Depuis le règlement européen n° 2073/2005, la flore totale n'est plus un critère microbiologique, alors que le décret de 1979 (abrogé) fixait le niveau maximum autorisé de cette flore à 10^5 ufc/g. Si on se réfère à cette valeur, le platax se conserverait **une dizaine de jours**. Cette estimation est à relativiser car les analyses n'ont été réalisées qu'une fois par semaine et il s'agit de poisson décongelé. Par ailleurs, cette valeur seuil n'est en général pas corrélée avec l'altération gustative du poisson.

La flore productrice d' H_2S est très peu présente, ne dépassant pas 10^2 ufc/g. Selon des études poussées réalisées sur les poissons des mers tempérées, ce nombre de germe est trop faible pour causer l'altération sensorielle du platax, qui est en générale perçue lorsque 10^8 ufc/g de bactéries H_2S+ sont dénombrées. Sur le platax, il est fort probable que la flore dominante puisse être constituée de *Pseudomonas*, qui ne produisent pas d' H_2S .

Les poissons, trop altérés à J21, n'ont pas été analysés.

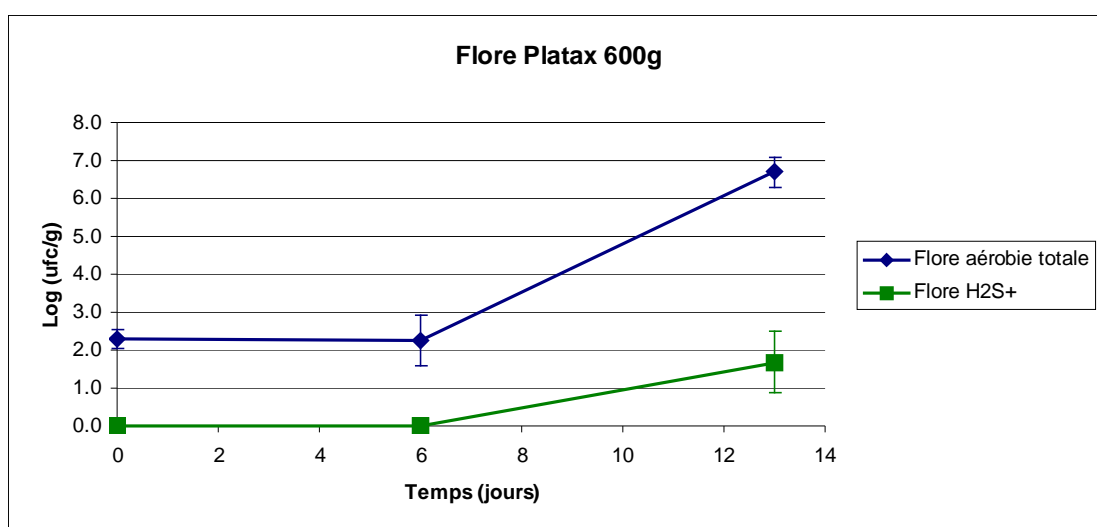


Figure 1 : Evolution des flores aérobique totale et productrice d' H_2S au cours du temps (moyennes et écart-types — 3 poissons)

IV.1.3.2 Analyses chimiques

Les analyses ont porté sur la chair (sans barbe) des 3 poissons après que les prélèvements microbiologiques aient été effectués.

Azote basique volatil total (ABVT) et triméthylamine (TMA)

L'azote basique volatil total 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 triméthylamine 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 évolue suite au développement microbien.

Les valeurs limites de consommation varient en fonction des espèces (décision de la commission CE du 8 mars 1995) :

- 30 mg d'azote %g : Pleuronectidés (poissons plats) sauf flétan
- 35 mg d'azote %g : Salmonidés, Gadidés

La triméthylamine, qui a une odeur typique, est issue de la réduction de l'oxyde de triméthylamine (OTMA) par des bactéries spécifiques d'altération. L'OTMA est présent dans tous les poissons mais à des taux très variables. Un dosage effectué sur de la chair de platax a indiqué une teneur d'une vingtaine de mg d'azote %g, ce qui est peu. Des analyses devront être réalisées sur des poissons très frais pour établir si des teneurs plus élevées peuvent être présentes.

Les valeurs limites de TMA varient en fonction des espèces et des produits :

- 10/15 mg d'azote %g pour le poisson conservé en aérobiose
- 30 mg d'azote %g dans le cabillaud emballé.

Les teneurs en ABVT et en TMA (tableau 3) des platax entiers sont faibles et n'évoluent pas au cours des 13 jours d'entreposage en glace. Le dosage de ces composés n'est peut-être pas adapté pour évaluer la qualité du platax à l'état réfrigéré. Ces résultats confirmeraient ceux de microbiologie qui évoquaient une altération plutôt due à des *Pseudomonas* qui ne produisent pas de TMA.

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote %g)	TMA (mg d'azote %g)
0	15,97 (0.14)	0,83 (0)
6	16,95 (0.85)	1,14 (0.23)
13	17,79 (0.42)	1,51 (0.06)

Tableau 3 : Evolution de l'ABVT et de la TMA au cours du temps
(moyennes et écart-types – 3 poissons)

Indice thiobarbiturique (IT)

Certains aldéhydes, produits secondaires d'oxydation des lipides, réagissent à l'acide thiobarbiturique, en formant un composé de couleur rougeâtre qui peut être dosé par spectrophotométrie. Les résultats sont exprimés par rapport au standard utilisé : le malonaldéhyde (MDA).

Les teneurs mesurées dans le platax entier sont très faibles, probablement parce qu'il s'agit d'un poisson d'élevage nourri avec un aliment contenant un antioxydant (tableau 4). En effet, sur des poissons d'élevage assez riches en lipides, il a souvent été observé une stabilité au regard de l'oxydation (cas du saumon d'élevage par exemple).

A titre indicatif, les IT de poissons de pêche (maquereau, sardine, chinchard, mullet) entreposés en glace se situent aux alentours de 1-2 mg/kg de chair à J0 et atteignent une dizaine de mg/kg après une semaine.

Durée d'entreposage (jours)	IT (mg MAD/kg chair)	IT (mg MDA%g lipides)
0	0.12 (0.06)	0.80 (0.53)
6	0.37 (0.11)	0.88 (0.21)
13	1.36 (0.40)	5.69 (1.35)

Tableau 4 : Evolution de l'indice thiobarbiturique au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 poissons)

IV.1.3.3 Cotations organoleptiques

Les tableaux de cotation qui ont permis de tracer la droite de la figure 2 sont présentés en annexe 4. Les cotations des poissons décongelés posent des difficultés car certains critères importants, comme l'aspect des yeux et de la chair, sont modifiés du fait de la congélation. Le tableau de cotation de référence (annexe 4) a été constitué à partir des observations faites au cours des 4 périodes de l'étude; **il devra être modifié pour coter des platax n'ayant pas été congelés.**

L'aspect des poissons entiers évolue peu au cours de l'entreposage et la fermeté de la chair reste très élevée, même après 13 jours. La couleur des filets crus varie du **blanc-gris** au **gris-jaune**. L'*odeur végétale* de la peau et des filets crus, pourrait être due à la présence de certains aldéhydes, autres que ceux dosés par l'indice thiobarbiturique. A **J13**, la cavité viscérale présente une *odeur rance* (huile de lin) assez prononcée et le péritoine n'est plus très adhérent.

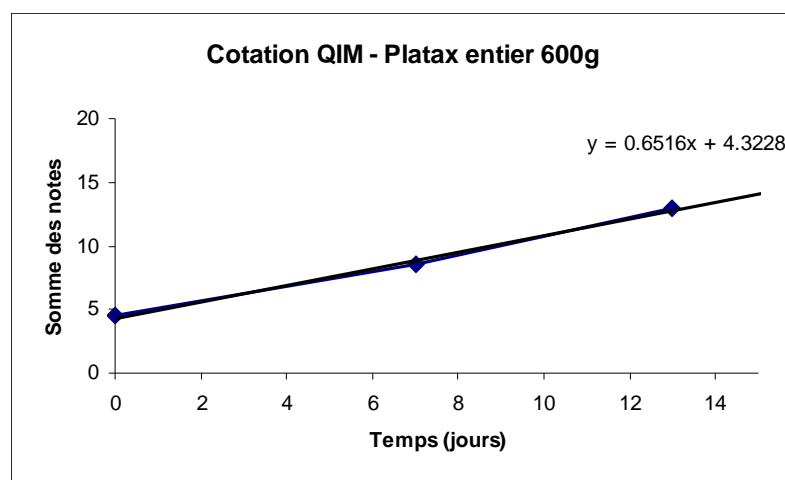


Figure 2 : Evolution de la cotation QIM au cours du temps

A **J0** les filets cuits ont une odeur et une saveur légèrement *marine*, plutôt *pomme de terre*; à **J7** la caractéristique *poisson gras* (lipides de poisson cuits) est plus prononcée et à **J13** des notes *formol, oxydée et amère* sont détectées. La texture, *ferme, dense et sèche* à **J0**, devient *molle, humide et pâteuse* à **J13**.

La durée limite de conservation de ces poissons se situerait donc entre 7 et 13 jours. En considérant les résultats microbiologiques, il serait souhaitable de ne pas dépasser **10 jours** de réfrigération, ce qui correspondrait à une valeur de QIM **de 11**. Cette valeur sera à confirmer car les fluctuations de température subies au cours du transport ont pu altérer la qualité des poissons.

IV.1.3.4 Mesures de couleur instrumentales

Une analyse de variance met en évidence des différences significatives au niveau du L^* et du b^* , en fonction de la durée d'entreposage.

La clarté L^* des filets diminue entre 0 et 6 jours, la chair devient plus opaque. Elle n'évolue plus entre J6 et J13 (figure 3).

Les valeurs de b^* , c'est à dire de la teinte jaune (valeur positive), augmentent au cours du temps (figure 4).

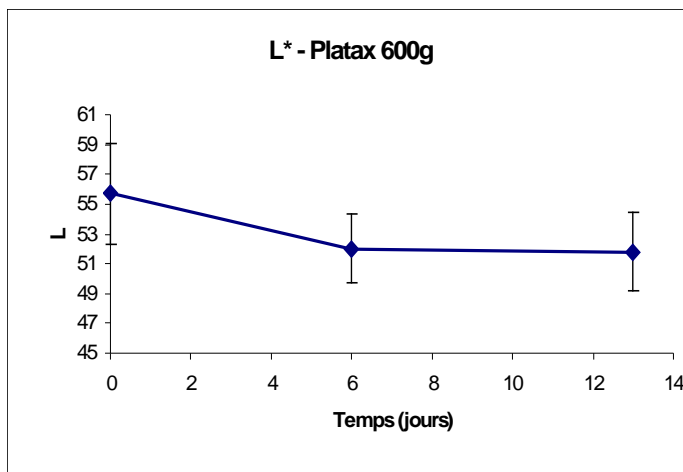


Figure 3 : Evolution de la clarté (L^*) des filets crus au cours du temps (moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

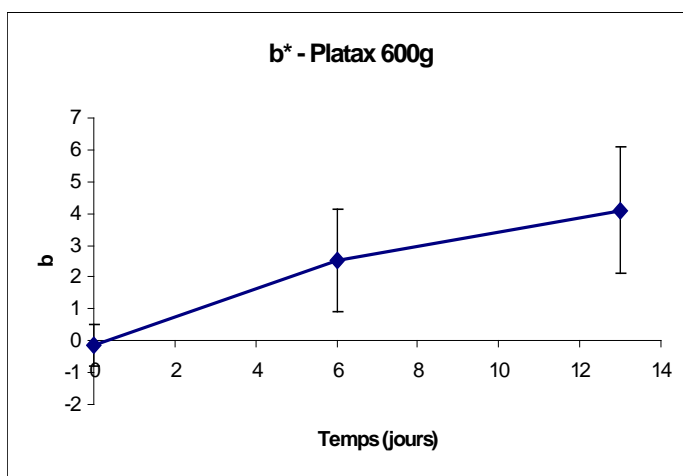


Figure 4 : Evolution de la teinte jaune (b^*) des filets crus au cours du temps (moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

IV.1.4 Tests sensoriels

Les résultats des tests de description sont présentés en annexe 5.

Les critères les plus fréquemment cités fournissent une première approche des caractéristiques sensorielles du platax (décongelé) cuit.

Odeur

Peu intense, poisson semi-gras, marine, lait bouilli, pomme de terre. Les notes « rance », « terre » et « champignon » sont évoquées à J0 mais sont davantage perçues à J15.

Flaveur

Peu intense, poisson semi-gras, marine, salée, métallique. Des notes « champignon », « terre » sont présentes à J0. A J15 sont également citées des flaveurs liées à l'oxydation, ainsi que de l'acidité et de l'amertume.

Aspect

Chair compacte, couleur peu homogène, blanc-gris, présence de fines stries noires (vaisseaux sanguins), de protéines coagulées en surface (effet de la congélation), quelques gouttes de gras dans le jus.

Texture:

- A la morsure : ferme et dense à J0.
- Pendant la mastication : fibreuse, collante, sèche (effet de la congélation), peu grasse à J0 et très friable à J15.

IV.2 Platax 900g

IV.2.1 Rendements

Poids moyens poissons éviscérés (g)	Filets (avec peau et barbe) parés (%)	Filets parés, pelés, ébarbés (%)
864 (89)	52.4 (2.6)	36.7 (1.7)

Tableau 5 : Rendements au filetage
(moyennes et écart-type - 10 poissons)

Même plus gros, les poissons sont encore relativement difficiles à fileter mais une meilleure connaissance de la morphologie du poisson permet de mieux appréhender la découpe. Les rendements de 50% sont vérifiés, à condition de laisser la peau et la barbe.

IV.2.2 Composition chimique

Les résultats sont présentés dans le tableau 6. La teneur en lipides des filets sans barbe est deux fois moins élevée que celle des filets avec barbe. Pour ces derniers, l'écart type est important car un des poissons contenait 11% de lipides (les 2 autres 6%). La proportion de barbe peut varier d'un filet à l'autre, en fonction du filetage, or cette barbe est très riche en lipides.

	Eau (%)	Lipides (%)	Protéines (%)	Cendres (%)
Filets avec barbe	70.19 (2.12)	8.03 (2.69)	18.23 (1.55)	1.23 (0.04)
Filets sans barbe	73.76 (0.65)	3.03 (0.86)	20.17 (0.32)	1.32 (0.01)
Barbe seule (1 poisson)	53.84	28.65		

Tableau 6 : Composition chimique globale des filets pelés parés, avec barbe et sans barbe
(moyennes et écart-types - 3 poissons)

IV.2.3 Conservation en glace des poissons entiers

IV.2.3.1 Analyses microbiologiques

Les dénombrements de la flore totale présentent un niveau initial faible, identique à celui de mars, ainsi qu'une phase de latence d'une semaine. Par la suite la croissance est lente et n'atteint 10^5 ufc/g qu'après 19 jours, soit 9 jours plus tard que les poissons de 600g. La flore H_2S^+ est absente pendant 14 jours.

Cette excellente qualité microbiologique est peut-être due au fait que ce lot de poissons n'a subi aucune fluctuation de température au cours du transport qui n'a duré que 3 jours.

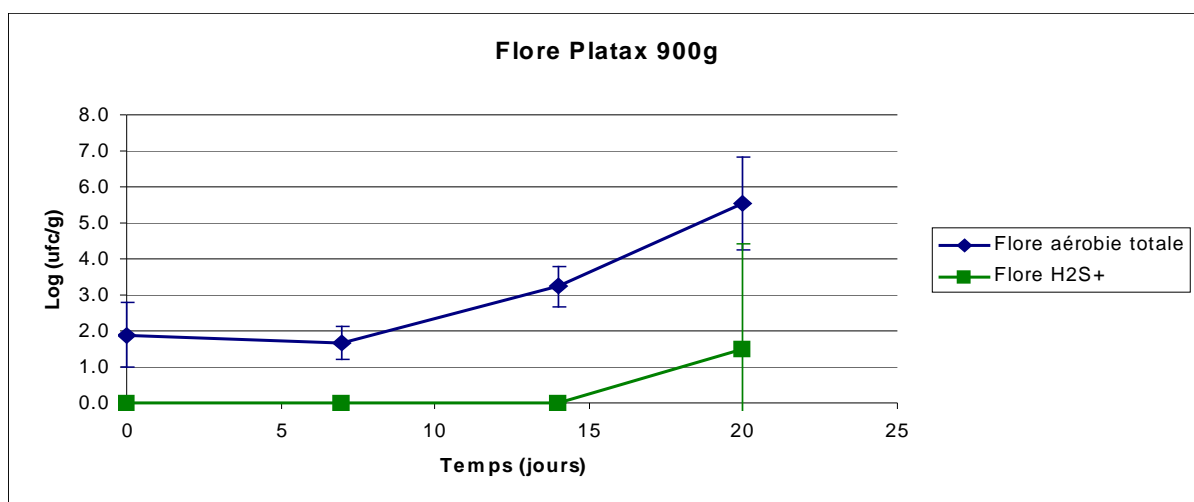


Figure 5 : Evolution des flores aérobie totale et productrice d'H₂S au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 poissons)

IV.2.3.2 Analyses chimiques

Azote basique volatil total (ABVT) et Triméthylamine (TMA)

Les teneurs en ABVT et TMA sont faibles et elles n'évoluent quasiment pas au cours des 20 jours d'entreposage à l'état réfrigéré.

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote % g)	TMA (mg d'azote % g)
0	15.66 (1.15)	1.3 (0.16)
7	16,81 (1.36)	1,85 (0.24)
14	16,89 (0.84)	1.70 (0.14)
20	17.76 (1.21)	2.50 (0.37)

Tableau 7 : Evolution de l'ABVT et de la TMA au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 poissons)

Indice thiobarbiturique (IT)

Les valeurs, très faibles, n'évoluent pas au cours de l'entreposage de 20 jours.

Durée d'entreposage (jours)	IT (mg MDA/kg chair)	IT (mg MDA%g lipides)
0	0.12 (0.05)	0.47 (0.13)
7	0.09 (0.05)	0.45 (0.26)
14	0.20 (0.05)	0.97 (0.44)
20	0.25 (0.06)	0.86 (0.24)

Tableau 8 : Evolution de l'indice thiobarbiturique au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 poissons)

IV.2.3.3 Cotations organoleptiques

Les cotations des platax de 900g reprennent les termes utilisés pour caractériser les poissons de 600g mais la dégradation de la qualité est plus lente.

Les résultats détaillés sont présentés dans le tableau en annexe 4.

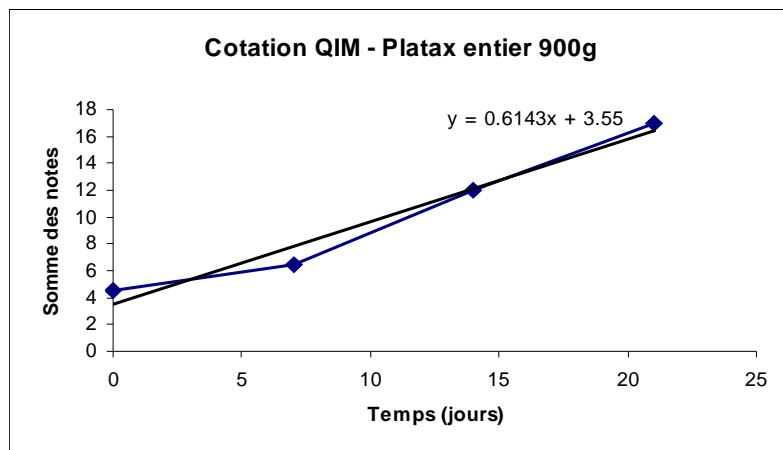


Figure 6 : Evolution de la cotation QIM au cours du temps

A **J14** les filets crus ont encore une *odeur légèrement marine* et une *texture ferme* mais l'odeur de la peau des poissons et de leur cavité viscérale est légèrement rance. La valeur de QIM est alors de **12**. A **J20** les poissons entiers présentent des signes d'altération prononcée (odeur et aspect des yeux); la note *marine* des filets crus a disparu.

A **J14** les filets cuits présentent une *odeur et une saveur "poisson gras renforcé"*. A **J20** un des *filets cuits* a une *odeur aigrelette* mais aucune altération n'apparaît au niveau de la saveur, par contre *la texture* est devenue *très sèche*.

La durée limite de conservation se situerait donc aux alentours de 2 semaines, même si les résultats microbiologiques et chimiques restent acceptables au-delà.

IV.2.3.4 Mesures de couleur

Une analyse de variance met en évidence des différences significatives au niveau du L* (clarté) et du b* (teinte jaune), en fonction de la durée d'entreposage (Figure 7 et 8).

Comme pour les poissons de 600g, la clarté a tendance à diminuer avec le temps et la teinte jaune à augmenter. Les mesures à J0 (2 poissons) n'entrent pas dans cette logique, probablement en raison de l'hétérogénéité du prélèvement de ce jour-là (un des poissons très différent de l'autre).

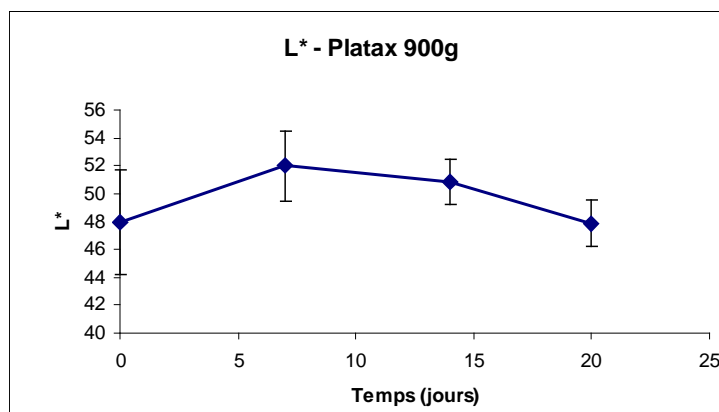


Figure 7 : Evolution de la clarté (L*) des filets crus au cours du temps (moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

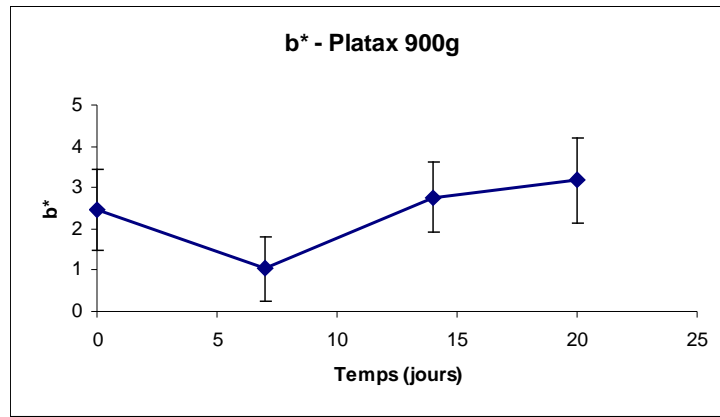


Figure 8 : Evolution de la teinte jaune (b*) des filets crus au cours du temps (moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

IV.2.4 Tests sensoriels

Les résultats de l'analyse de variance sont regroupés dans le tableau en annexe 5. Les figures 9, 10 et 11, qui représentent les plans 1-2 de l'analyse en composante principale normée, permettent de visualiser les différences les plus importantes. Un échantillon est d'autant plus caractérisé par un critère qu'il en est proche.

Odeur et flaveur

Le platax a une odeur et une flaveur *moyennement intense, légèrement poisson gras, marine, laiteuse* et de *pomme de terre*. Il se distingue des autres poissons par une *très légère note de terre*, critère qui avait été cité au cours du test de description (poisson 600g) et dont la présence peut être liée à la qualité de l'eau.

Le thon rouge a une odeur moins caractéristique ; la *saveur* est *acide et légèrement métallique*. La dorade coryphène se rapproche du platax par son odeur *poisson gras* mais l'entreposage à l'état congelé a favorisé l'apparition de notes *rances*, ce qui explique sa position sur la figure 9. Quant au saint-pierre, ce sont les critères laiteux et pomme de terre qui le décrivent le mieux ; il est relativement éloigné du platax en raison du critère *poisson gras* peu intense.

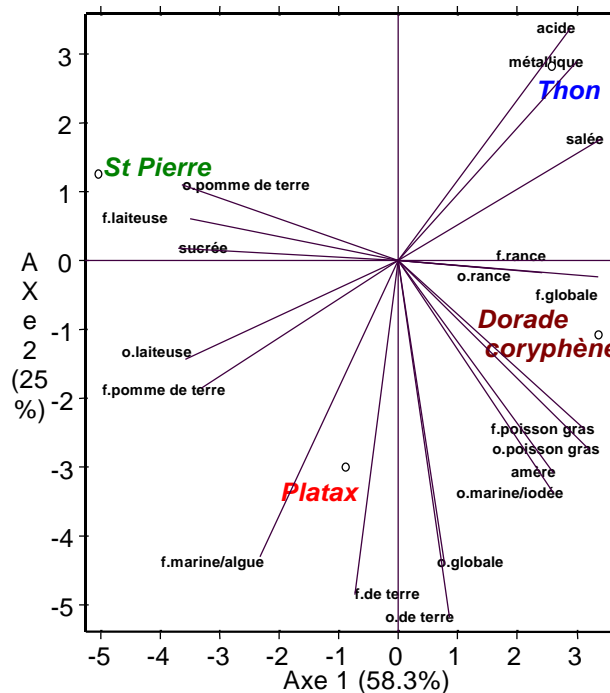


Figure 9 : Plan 1-2 de l'ACP normée : critères d'odeur et de flaveur

Aspect et texture

Le platax a une *couleur blanche, peu homogène*. La chair, *plutôt compacte*, présente *peu de protéines coagulées* mais par contre de *nombreuses stries noires* (petits vaisseaux sanguins), ce qui la différencie de celle des autres poissons. La *quantité de gouttes de gras dans le jus* est également *plus élevée* pour le platax. *Sa texture est moins ferme, moins dense, moins fibreuse, plus humide, plus friable et plus fondante* que celle des autres poissons. Un *léger film gras* est perçu en bouche à la fin de la dégustation.

L'aspect et la texture du thon rouge et de la dorade coryphène ont beaucoup de points communs, comme le montre leur position sur la figure 10. La chair est *très compacte* et la *texture très dense, très fibreuse* nécessite *beaucoup de mâchement*.

Le saint-pierre a un aspect et une texture relativement proches du platax (hormis les stries noires et le film gras).

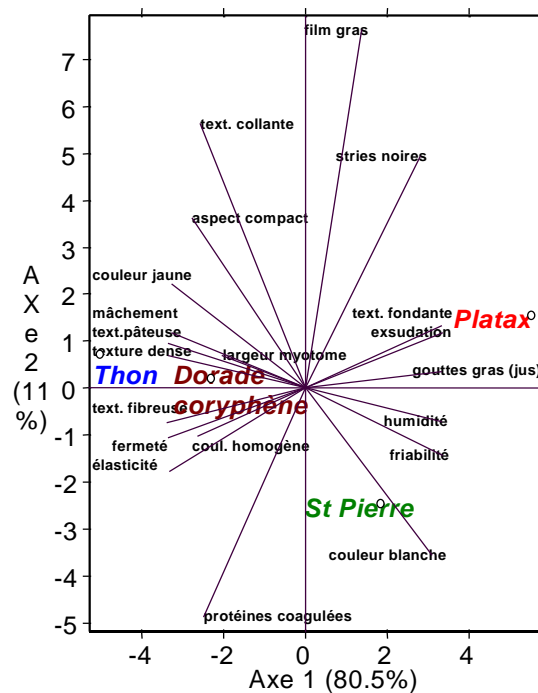


Figure 10 : Plan 1-2 de l'ACP normée : critères d'aspect et de texture

En conclusion, ce test comparatif a permis d'établir que le platax ressemblait à la dorade coryphène par son odeur et sa flaveur et au saint-pierre pour son aspect et sa texture. Certaines caractéristiques du platax rappelant également le bar et la dorade royale d'élevage, une comparaison avec ces poissons a donc été programmée pour la 3^e phase de l'étude.

A noter que les filets de platax ont été dégustés sans barbe alors que celle-ci est consommée avec la chair en Polynésie. Un test avec barbe a donc été également prévu avec le lot de poisson suivant.

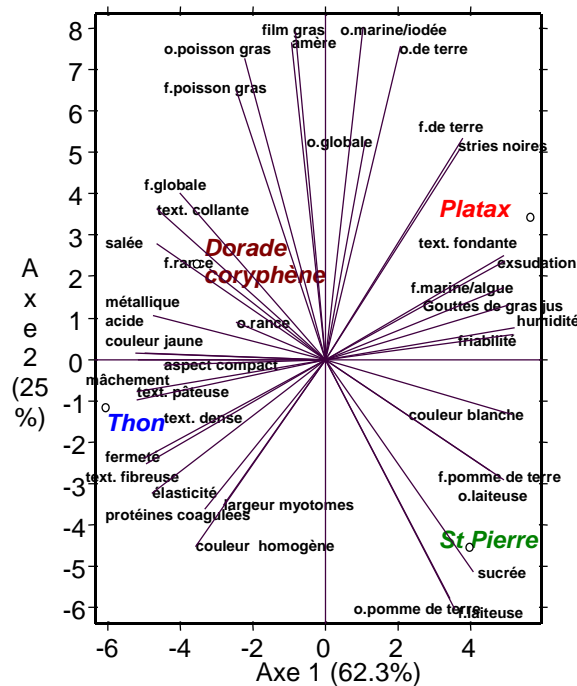


Figure 11 : Plan 1-2 de l'ACP normée : tous les critères

IV.2.5 Essai préliminaire de fumage

Cet essai est une première approche afin de définir les paramètres à appliquer aux différentes étapes du process.

La décongélation des filets emballés sous vide a été effectuée en eau courante (15°C) pendant 2 heures. Une fois décongelés, les poissons ont été filetés, parés, pelés (non ébarbés) et salés au sel sec fin, sur les deux côtés pendant 90 minutes à la température de 12°C.

Le fumage a été réalisé à 22°C pendant 2 heures, sans séchage préalable. La fumée a été générée à partir de copeaux de hêtre. Le matériel utilisé, de marque Thirode HMI, comprend une cellule climatisée et un générateur à auto combustion.

La teneur en NaCl est beaucoup trop importante (tableau 9), ce qui implique de diminuer le temps de salage. Le séchage est correct pour assurer une bonne conservation du produit; la teneur doit être comprise entre 60 et 65%.

L'exposition au fumage est suffisante : une teneur en phénols totaux de 1 mg%g correspond à un bon niveau de fumage dans le cas des produits de type « salmonidé ».

D'un point de vue organoleptique, les filets sont peu colorés ; la saveur salée, beaucoup trop prononcée, n'a pas permis de bien juger le produit. La texture est ferme et croquante. Cet essai préliminaire suggère que le platax dispose d'un potentiel pour une valorisation par le fumage.

Eau (%)	63.55
Lipides (%)	7.47
NaCl (%)	5.6
Phénols totaux (mg%g)	1.04

Tableau 9 : Composition des filets fumés
(moyennes de 5 échantillons)

IV.3 Platax 1.0kg

IV.3.1 Rendements

Poids moyens poissons éviscérés (g)	Filets non parés (%)	Filets (avec peau et barbe) parés (%)	Filets (avec barbe) parés, pelés (%)	Filets parés, pelés, ébarbés (%)
984 (107)	56,4 (3,2)	51,7 (2,6)	43,2 (2,6)	33,3 (1,9)

Tableau 10 : Rendements au filetage – filets parés et pelés
(moyennes et écart-types – 6 à 26 poissons)

Les rendements ont été effectués à tous les stades. La barbe et la peau représentent respectivement 10 et 11% du poids des poissons éviscérés. Le retrait de la barbe n'est peut-être pas nécessaire puisqu'elle est très appréciée en Polynésie. De même pour la peau, puisque, selon les modes de cuisson pratiqués, celle-ci serait consommée. Compte tenu de ces éléments, le rendement peut être plus intéressant pour une vente en découpe.

IV.3.2 Composition chimique

	Eau (%)	Lipides (%)	Protéines (%)	Cendres (%)
Filets avec barbe	68,95 (0,82)	8,06 (0,69)	20,38 (0,45)	1,60 (0,06)
Filets sans barbe	72,29 (0,31)	4,07 (0,26)	19,38 (0,46)	1,72 (0,03)

Tableau 11 : Composition chimique globale des filets pelés et parés , avec barbe et sans barbe
(moyennes et écart-types - 3 poissons)

La teneur en lipides des filets est deux fois plus forte avec la barbe. Comme évoqué lors de la mission de juin 2008, il serait intéressant de comparer ces teneurs avec celles du poisson « sauvage ». Si le produit d'élevage était trop éloigné de sa référence « naturelle », il conviendrait de corriger rapidement cette dérive par un rythme et un régime alimentaire adapté afin de ne pas dégrader l'image de cette nouvelle espèce aquacole.

IV.3.3 Conservation à l'état réfrigéré

IV.3.3.1 Analyses microbiologiques

Les dénombrements bactériens atteignent 10^5 ufc/g après 10, 7 et 4 jours pour les poissons entiers glacés, filets glacés et filets sous vide, respectivement (Figure 12). Il est clair qu'un poisson entier se contamine un peu moins vite que des filets. Le filetage est souvent une étape où les bactéries se répandent sur la chair. Par ailleurs, les nutriments nécessaires à leur croissance sont alors plus accessibles.

Le conditionnement sous vide des filets devrait ralentir la croissance de la flore totale, car les *Pseudomonas* sont des germes aérobies. Dans le cas présent ce n'est pas le cas et il oriente très significativement la composition de cette microflore : les bactéries produisant de l' H_2S deviennent majoritaires et atteignent 10^8 ufc/g après 14 jours (figure 13). Le saumurage très léger qu'ont subi les filets (0.8% de NaCl dans la chair) n'est pas suffisant pour avoir un effet bactériostatique, par contre il a pu sélectionner une certaine flore.

Les bactéries qui synthétisent l'H₂S sont en général des *Shewanella* sp. et des *Photobacterium* sp. qui, en l'absence d'oxygène, sont capables de se multiplier en réduisant l'oxyde de triméthylamine (OTMA) en TMA. Cette molécule malodorante a été quantifiée (Cf. résultats biochimiques).

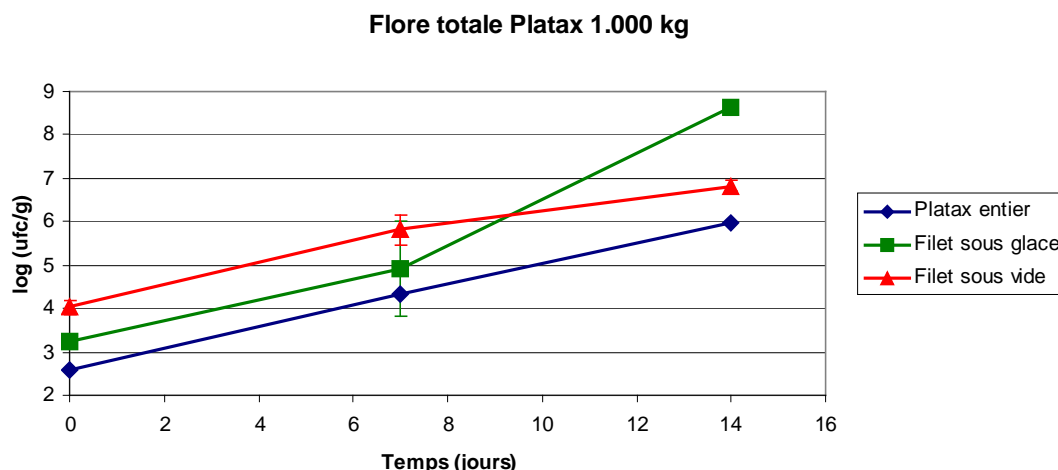


Figure 12 : Evolution de la flore aérobie totale au cours du temps
(moyennes et écart-types – 3 réplicats)

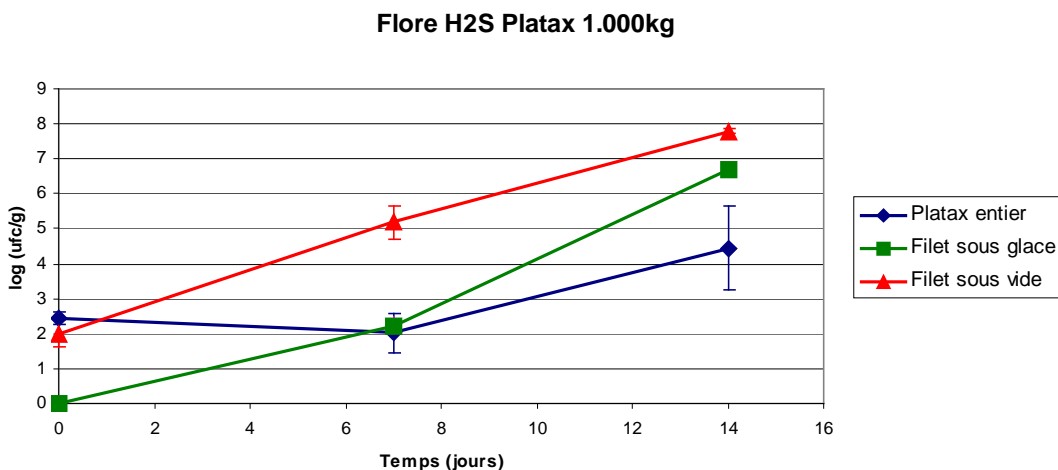


Figure 13 : Evolution de la flore productrice d'H₂S au cours du temps
(moyennes et écart-types – 3 réplicats)

IV.3.3.2 Analyses chimiques

Les composés liés à l'altération n'ayant pas évolué au cours de la conservation des poissons entiers de 600g et 900g, les analyses n'ont porté cette fois-ci que sur les filets; la barbe a été broyée avec la chair.

Azote basique volatil total (ABVT) et Triméthylamine (TMA)

Les filets glacés présentent des teneurs très faibles en ABVT et en TMA et elles sont stables pendant 14 jours (Figure 14 et 15).

Pour les filets sous vide, une légère évolution est constatée entre la 1^{er} et 2^{ème} semaine de stockage, ce qui confirmerait l'hypothèse de la présence d'une flore réductrice d'OTMA ; les valeurs d'ABVT et de TMA (22.6 et 6.3 mg d'azote %g, respectivement) restent cependant en dessous des limites de rejet.

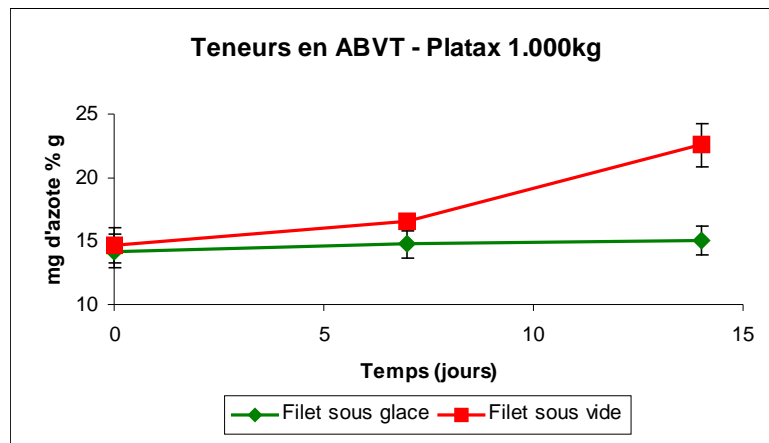


Figure 14 : Evolution de l'ABVT au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 filets)

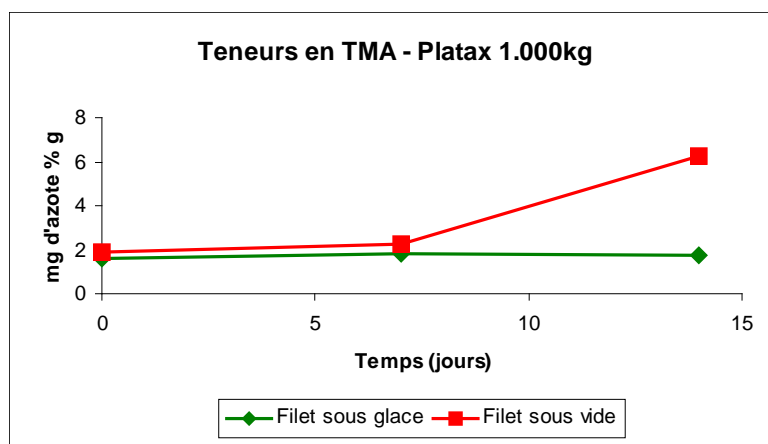


Figure 15 : Evolution de la TMA au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 filets)

Indice thiobarbiturique (IT)

Malgré la forte teneur en lipides du broyat chair/barbe, les valeurs d'IT sont quasiment nulles pour les deux types de filets (tableau 12 et 13). Soit les lipides présents sont particulièrement stables, soit les poissons ayant été partiellement décongelés au cours de leur transport, des phénomènes d'oxydation ont pu intervenir très tôt; dans ce cas les produits d'oxydation secondaires ont pu alors évoluer vers d'autres composés non dosés par cette méthode.

*Filets sous glace

Durée d'entreposage (jours)	Eau %	Lipides %	Indice IT (mg MDA/kg chair)	Indice IT (mg MAD % g lipides)
0	70,0 (1,09)	6,71 (2,69)	0	0
7	69,86 (2,57)	9,44 (2,81)	0,51 (0,21)	0,57 (0,23)
14	69,02 (1,52)	10,06 (1,49)	0,59 (0,13)	0,60 (0,19)

Tableau 12 : Evolution de l'indice thiobarbiturique au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 filets)

*Filets sous vide

Durée d'entreposage (jours)	Eau %	Lipides %	Indice IT (mg MDA/kg chair)	Indice IT (mg MAD % g lipides)
0	69,94 (0,71)	9,37 (1,39)	0	0
7	68,54 (1,14)	10,05 (1,47)	0,07 (0,07)	0,07 (0,06)
14	68,83 (2,54)	9,99 (3,01)	0,12 (0,12)	0,1 (0,09)

Tableau 13 : Evolution de l'indice thiobarbiturique au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 filets)

Remarque : les teneurs en lipides sont légèrement plus élevées que celles des 3 poissons analysés pour la composition globale (8%) car la proportion de barbe est ici plus importante, une partie de la chair du filet (environ 30g) étant prélevée pour les analyses microbiologiques.

IV.3.3.3 Cotation organoleptique

Le suivi n'a duré que deux semaines pour tous les échantillons, au lieu des 3 prévues, à cause de la qualité très moyenne des poissons.

*Poissons entiers

A **J0** la valeur de QIM est élevée en raison de l'odeur de la peau et de la texture du poisson entier. A **J7** la chair a une saveur *neutre*, « *papier mâché* », voire **légèrement rance**. La valeur de QIM est alors déjà de **10**. Ces résultats sont bien corrélés avec les dénombrements de la flore totale, acceptables jusqu'à seulement 10 jours.

Cette qualité médiocre est sans doute une conséquence des fluctuations de températures subies par les poissons au cours de deux semaines de transport.

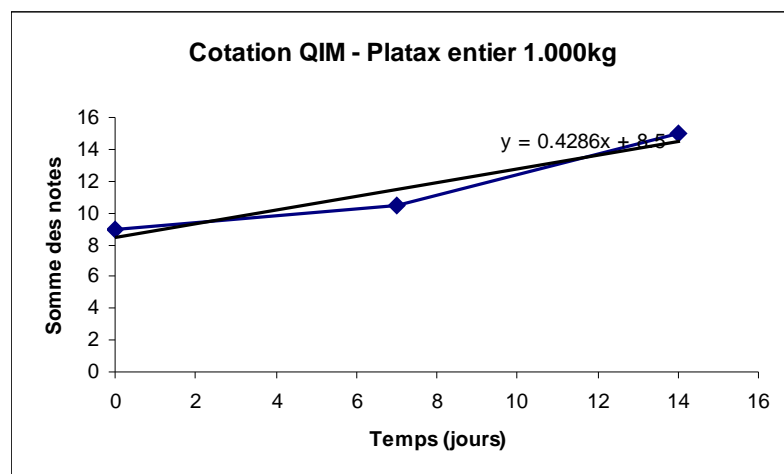


Figure 16 : Evolution de la cotation QIM des poissons entiers au cours du temps

*Filets

Les cotations des filets crus ne prennent en compte que cinq critères : trois d'aspect, un d'odeur et un de texture.

Les filets sous glace ont une valeur de QIM relativement élevée (**6**) dès **J0** en raison de leur *couleur grise*, de leur *odeur neutre* et de leur *texture molle*. A **J7** leur saveur est « **poisson gras** », *neutre* et *amère* avec un QIM **7.5**. A **J14** la saveur évoque la « *sardine rance* » ou au mieux le « *papier mâché* » avec toujours de l'*amertume* ; la valeur de QIM est alors de **9.5**. Ces résultats confirment les données microbiologiques : 10^5 ufc/g pour la flore totale après 7 jours d'entreposage, durée à ne pas dépasser pour cette matière première.

La qualité des filets sous vide se révèle meilleure dès le départ. Les poissons prélevés au fond d'une des glacières ont probablement moins subi de remontées en température que les précédents. Leur couleur est plus *gris clair*, leur odeur est légèrement « *poisson* » et « *féculent* » (châtaigne, patate douce). A **J14** la valeur QIM est seulement de **5.5** ; l'odeur et la saveur de la chair cuite sont *neutres* voire *légèrement rances*. Bien que le saumurage des filets ait été très rapide, le poisson cuit a une saveur *légèrement salée*.

Les niveaux élevés de la flore totale et de la flore H₂S+ ne semblent pas avoir de conséquences sur les caractéristiques sensorielles des filets conditionnés sous vide qui se conserve sans problème à 2°C pendant une douzaine de jours.

Remarque : les évaluations à l'état cuit ont été faites sans la barbe.

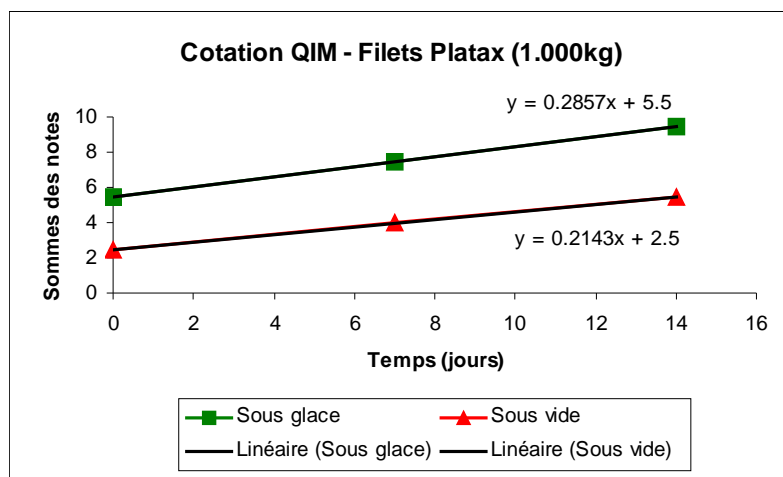


Figure 17 : Evolution de la cotation QIM des filets au cours du temps

IV.3.3.4 Mesures de couleur

La clarté (L*) des poissons et filets conservés sous glace n'évolue pas au cours de l'entreposage, celle des filets mis sous vide augmente de façon significative au cours de la seconde semaine. Les filets sont plus opaques, ce qui peut être un effet du saumurage (dénaturation des protéines).

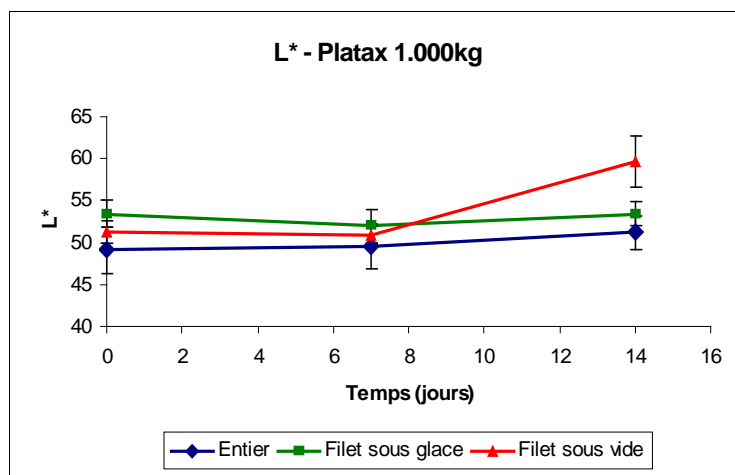


Figure 18 : Evolution de la clarté (L*) au cours du temps (moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

La teinte jaune des 3 lots augmente avec le temps, avec une évolution similaire pour les poissons entiers et ceux mis sous vide : la chair des poissons entiers étant la plus jaune. Les filets glacés ont des valeurs de b* très faibles, même après 7 jours, ce qui est bien corrélé avec la couleur grise prononcée observée au cours des cotations organoleptiques. La teinte grise virant au jaune au cours de la 2^{ème} semaine, les valeurs de b* rejoignent alors celles des poissons entiers. Dans ce cas précis, les valeurs faibles de la première semaine sont plutôt révélateurs d'une mauvaise qualité.

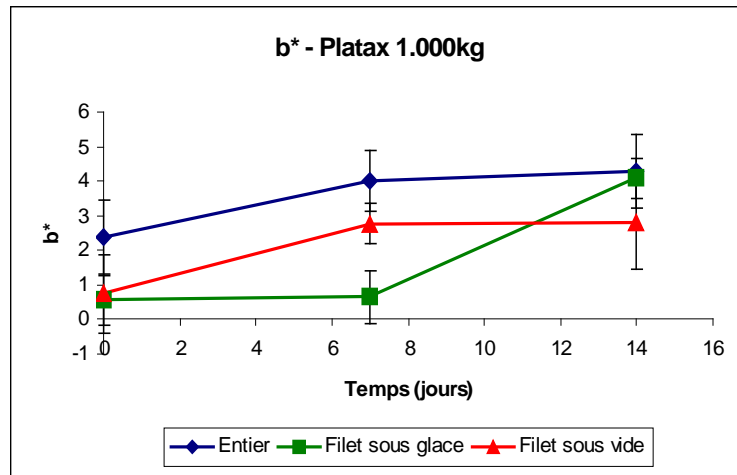


Figure 19 : Evolution de la teinte jaune (b*) au cours du temps (moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

IV.3.4 Tests sensoriels

Positionnement du platax par rapport au bar et à la dorade royale d'élevage (Grèce).

Les données traitées par une analyse de variance à 2 facteurs (tableau en annexe 5) mettent en évidence les résultats suivants.

Le Platax se distingue des deux autres espèces par des critères :

- d'odeur : plus intense et moins de lait aigre que celle du bar
- d'aspect : moins blanc et moins homogène en couleur, plus de stries noires et de gouttes de gras dans le jus de cuisson (les filets ont été présentés sans barbe)
- de texture : très ferme, chair dense, fibreuse, sèche (effet de la congélation et des fluctuations de températures)
- de flaveur : poisson gras (moins que le bar), avec moins de film gras sur la langue, léger arrière-goût métallique

Le plan 1-2 de l'analyse principale normée permet de visualiser ces différences.

Les abréviations sont les suivantes :

oglo et **fglo** : odeur et flaveur globale, **olait2** : odeur lait aigre, **acoulhom** : homogénéité de la couleur, **ablan** : couleur blanche, **astri** : stries noires, **agout** : gouttes de gras dans le jus, **tferm** : fermeté, **tdens** : texture dense, **thum** : texture humide, **tfibr** : texture fibreuse, **tmâch** : mâchement **tfilm** : film gras (en bouche), **fgras** : flaveur poisson mi-gras, **fmetal** : flaveur métallique

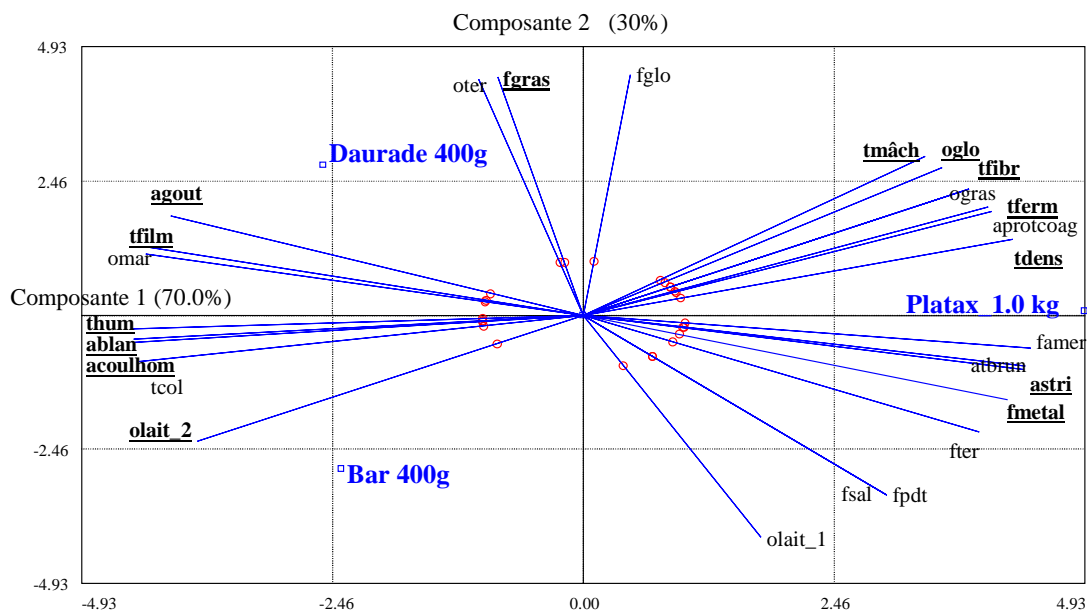


Figure 20 : plan 1-2 de l'ACP normée

Les critères significativement différents sont en gras et soulignés.

Comparaison de filets de platax dégustés avec barbe et sans barbe

En Polynésie, le platax étant consommé avec la barbe, un test a été réalisé pour étudier l'impact de celle-ci au niveau sensoriel.

La barbe étant très riche en lipides, des différences significatives apparaissent pour la plupart des critères qui sont liés à la présence de gras (figure 21). Le filet avec barbe présente davantage de *gouttes de gras dans le jus*, de *film gras en bouche* et une *flaveur globale* et de *poisson gras* plus intense, sa texture est perçue plus humide. De très légères différences sont mises en évidence également au niveau des protéines coagulées et de la saveur sucrée, plus intense avec la barbe.

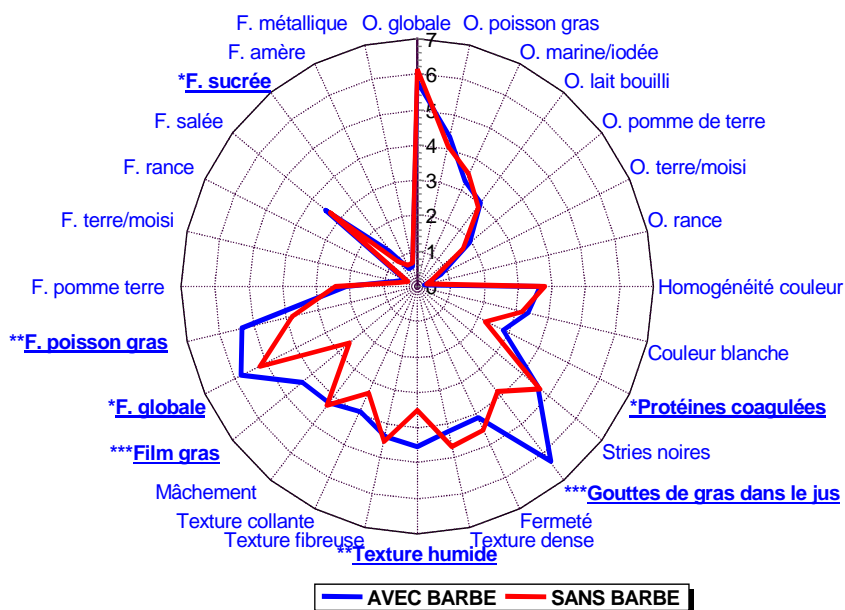


Figure 21 : Moyennes des notes (16 juges) des filets avec et sans barbe (résultat du test de Student)

IV.4 Platax 1.2kg frais

IV.4.1 Rendements

Poids moyens poissons éviscérés (g)	Filets (avec peau et barbe) parés (%)	Filets (avec barbe) parés, pelés (%)
1166 (150)	48,4 (2,4)	39,8 (2,8)

Tableau 14 : Rendements au filetage – filets parés, pelés (moyennes et écart-types - 16 poissons)

En grossissant et en relation avec l'âge, les filets prélevés sont devenus plus épais : la morphologie du poisson semble évoluer vers une croissance substantielle dans le sens de la largeur, cette observation étant à confirmer par les relevés morphométriques.

Les rendements sur les filets ébarbés n'ont pu être calculés car toutes les opérations prévues dans cette dernière partie de l'étude portaient sur des filets avec barbe.

IV.4.2 Composition chimique

	Eau (%)	Lipides (%)	Protéines (%)	Cendres (%)
Avec barbe	71,42 (0,12)	6,21 (0,32)	20,01 (0,49)	1,26 (0,01)
Sans barbe	73,3 (0,72)	3,05 (0,69)	20,65 (0,17)	1,29 (0,02)

Tableau 15 : Composition chimique globale des filets pelés et parés, avec barbe et sans barbe
(moyennes et écart-types - 3 poissons)

La teneur en lipides des filets sans barbe reste faible malgré l'augmentation du poids des poissons ; elle double avec la barbe. On ne remarque pas, à ce stade de la croissance, de différences notoires dans la répartition des masses adipeuses du poisson.

IV.4.3 Conservation à l'état réfrigéré

IV.4.3.1 Analyses microbiologiques

A **J0**, la flore totale des poissons entiers se situe à un niveau trop bas pour être détectée alors que les filets présentent, eux, déjà 10^3 à 10^4 ufc/g. Les dénombrements atteignent 10^5 ufc/g après **14, 9** et **7** jours pour les poissons entiers glacés, filets glacés et filets sous vide, respectivement.

De façon surprenante, la flore H_2S est dominante dans les filets sous vide ; son niveau est même supérieur à celui de la flore totale et pratiquement 10^8 ufc/g sont dénombrées à **J14**.

Afin de vérifier si le saumurage et/ou le séchage en chambre froide des filets pouvaient être responsables de la présence de cette flore, de nouveaux filets (poissons du lot précédent) ont été conditionnés sous vide sans ces deux étapes préliminaires. Les dénombrements de la flore totale à 14 et 21 jours sont de 10^6 et 10^7 - 10^8 ucf/g respectivement, comme précédemment, par contre **aucune flore H_2S+ n'est détectée**. Le fait de saumurer légèrement les filets pourrait donc avoir pour conséquence de favoriser la croissance d'une flore H_2S+ . Cette pratique, couramment utilisée en industrie, n'est peut-être pas adaptée à la flore du platax.

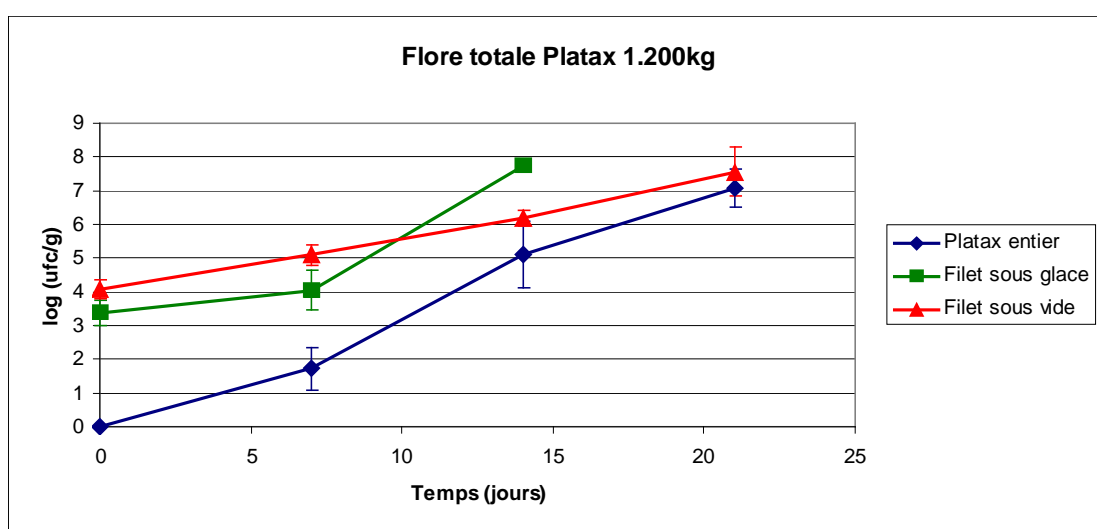


Figure 22 : Evolution de la flore aérobique totale au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 réplicats)

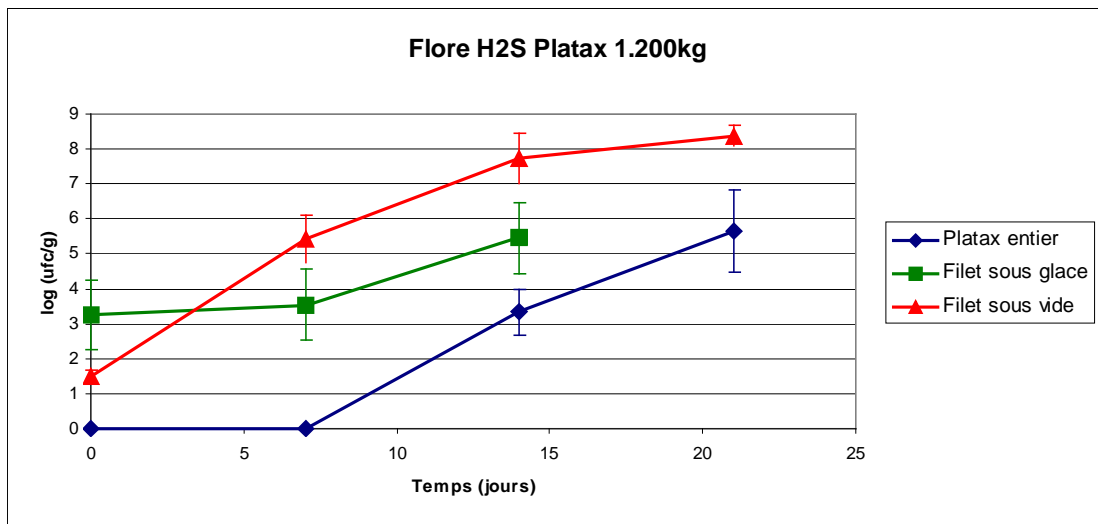


Figure 23 : Evolution de la flore productrice d' H₂S au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 réplicats)

IV.4.3.2 Analyses chimiques

Comme précédemment, les prélèvements étaient composés de chair sans barbe pour les poissons entiers et de chair avec barbe pour les filets.

Azote basique volatil total (ABVT) et triméthylamine (TMA)

Les teneurs en ABVT et en TMA des poissons entiers et des filets glacés sont faibles et n'évoluent pas au cours de l'entreposage. Par contre, celles des filets sous vide augmentent régulièrement ; à J21, les valeurs obtenues sont encore acceptables pour du poisson conditionné sous vide, mais elles dénotent une certaine altération. La réduction de l'OTMA en TMA par des bactéries, probablement les H₂S présentes en grand nombre, est ainsi confirmée.

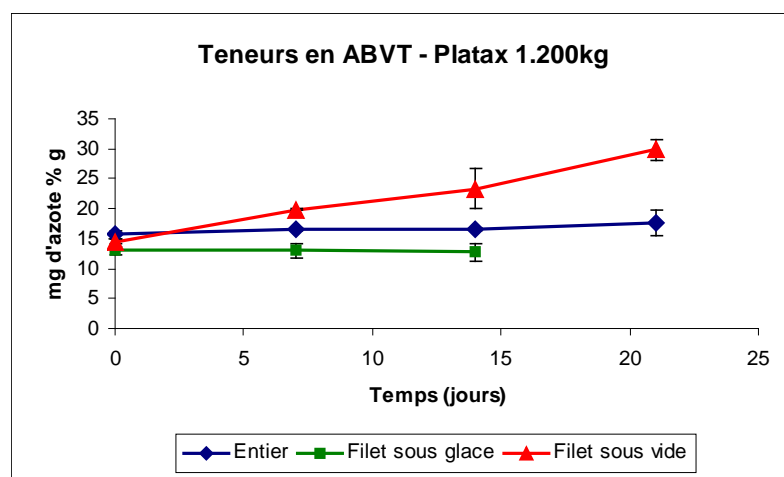


Figure 24 : Evolution de l'ABVT au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 réplicats)

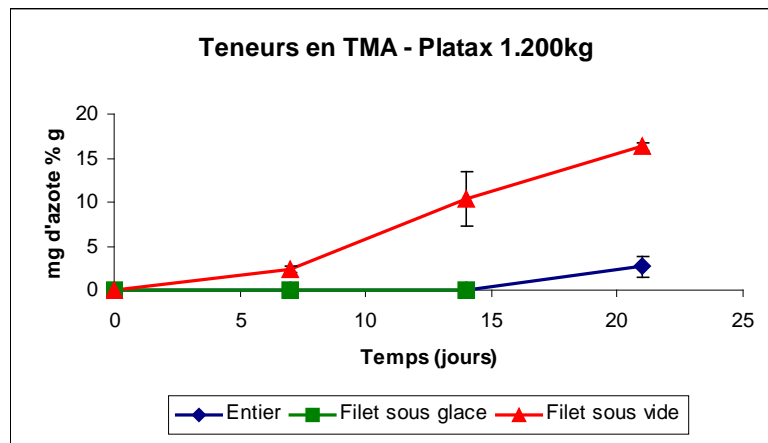


Figure 25 : Evolution de la TMA au cours du temps (moyennes et écart-types - 3 réplicats)

Indice thiobarbiturique (IT)

Les valeurs de l'IT sont faibles ; elles augmentent cependant régulièrement pour les poissons entiers et les filets glacés, indiquant une légère oxydation des lipides. La valeur, non négligeable, de **3mg/kg** est atteinte après **21 et 14 jours**, respectivement. Rappelons que la chair des poissons entiers était analysée sans barbe, à l'inverse des filets. Les valeurs d'IT étant du même ordre, il est possible que ce ne soit pas les lipides de la barbe qui soient les plus sujets à l'oxydation. Le muscle brun, dont l'odeur devient rapidement rance, serait plutôt à incriminer.

Les filets sous vide, moins soumis à l'oxydation, ont des valeurs stables, proches de 1mg/kg de chair.

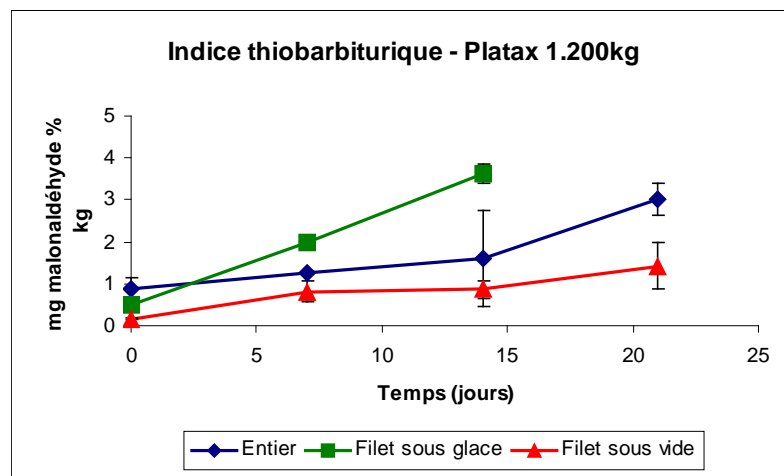


Tableau 26 : Evolution de l'indice thiobarbiturique au cours du temps (moyennes et écart-types - 3 réplicats)

IV.4.3.3 Cotations organoleptiques

*Poisson entier

Les premiers jours, les poissons présentent des notes *marines* et la chair a cette odeur typique de *féculent*, déjà perçue précédemment. Les poissons, n'ayant pas subi de fluctuations de températures au cours du transport, sont de bonne qualité.

A **J14** l'odeur de la peau est *légèrement rance*, l'odeur du filet cuit « *poisson gras* » et sa saveur « *papier mâché* » (tableau en annexe 4). A **J21**, l'odeur de la peau est *putride* et celle de la chair est *aigre*. La durée maximale d'entreposage se situerait donc aux alentours de deux semaines. Ces résultats sont bien corrélés aux dénombrements de la flore totale.

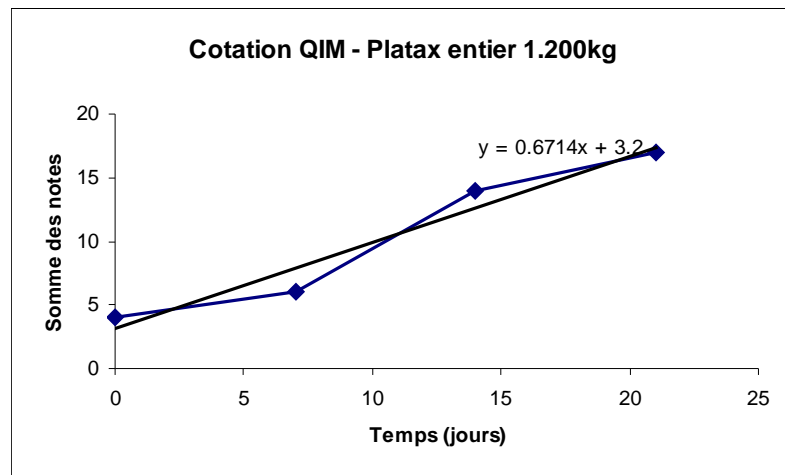


Figure 27 : Evolution de la cotation QIM des poissons entiers au cours du temps

*Filets

Les deux types de filets évoluent de façon très similaire.

- A **J0** les filets crus ont un *aspect laiteux*, ils sont *blancs, fermes* et ils ont une odeur caractéristique de *foin* et de *féculent*. Les valeurs de QIM sont faibles
- A **J14** les filets glacés ont, à l'état cru, une odeur *aigre* et à l'état cuit une saveur « *papier mâché* » et *rance* qui confirme les indices IT relativement élevés. Les filets sous vide ont également une odeur *aigre*, voire légèrement *aminée*. Dans les deux cas, la valeur de QIM est alors de **7**.
- A **J21**, les filets sous vide ont à l'état cuit une *odeur d'ammoniaque*, qui confirme les teneurs en ABVT et TMA mesurées.

Pour ce lot de poissons, la durée de stockage des filets, conservés en glace ou sous vide, ne devrait raisonnablement pas dépasser une **dizaine de jours** (QIM de **5**), ce qui est assez surprenant, étant donné la bonne qualité des poissons au début de leur entreposage.

Pour les filets glacés, cette conservation limitée serait liée à l'oxydation des lipides alors que pour les filets sous vide, il s'agirait plutôt de problèmes d'ordre microbologique, à l'origine de la formation de TMA.

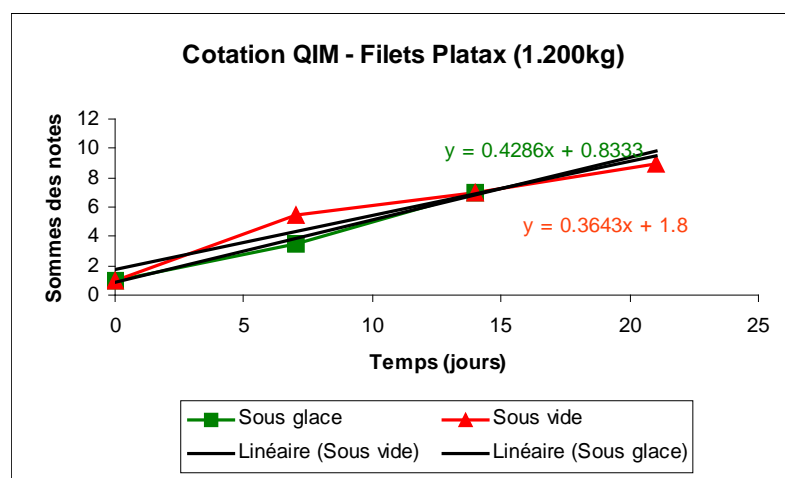


Figure 28 : Evolution de la cotation QIM des filets au cours du temps

IV.4.3.4 Mesures de couleur

Sur ce lot de poissons, les mesures de couleur ont parfois été difficiles à réaliser à cause de la présence d'amas graisseux à la surface des filets.

A noter cependant toujours les mêmes tendances pour les poissons entiers : la clarté diminue au cours du temps et la teinte jaune augmente.

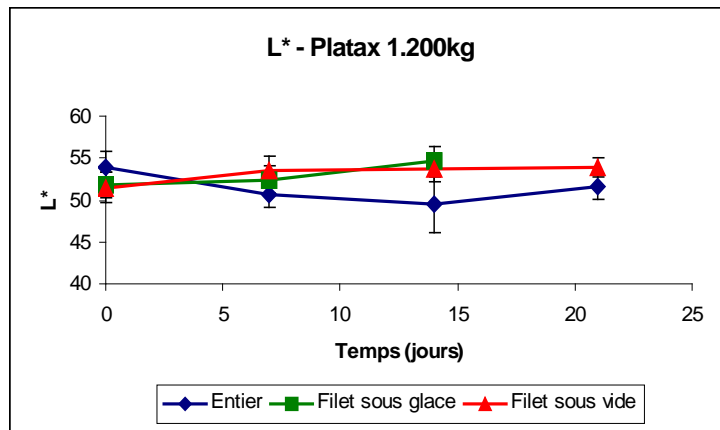


Figure 29 : Evolution de la clarté (L*) des filets crus au cours du temps
(moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

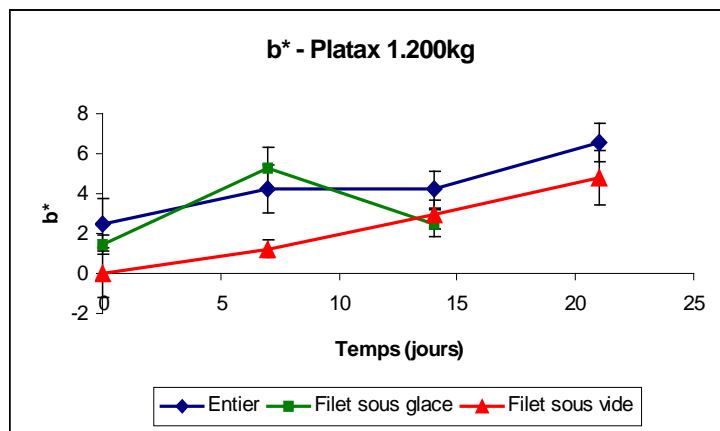


Figure 30 : Evolution de la teinte jaune (b*) des filets crus au cours du temps
(moyennes et écart-types de 20 mesures sur filets dorsaux)

IV.5 Platax 1.2kg fumé

Des platax de 1.2kg ont été fumés, sous forme de filets avec barbe (sans peau) afin d'étudier :

- la conservation au cours d'un entreposage de 25 jours à 2°C (analyses microbiologiques et chimiques)
- les caractéristiques sensorielles en comparaison avec d'autres poissons fumés consommés en Polynésie

Les filets ont été salés, des deux côtés, au sel sec fin, pendant 60 minutes à la température de 12°C. Le fumage a été réalisé à 22°C (65% d'hygrométrie) pendant 2h30 sans effectuer au préalable de séchage. La fumée a été générée à partir de copeaux de hêtre. Le matériel utilisé, une cellule climatisée et un générateur à auto combustion, est de marque Thirode HMI.

IV.5.1 Rendements

Poids moyens poissons éviscérés (g)	Filets (avec barbe) parés, pelés (%)	Filets (avec barbe) parés, pelés, fumés (%)
1178 (155)	43.6 (1.7)	39.6 (1.9)

Tableau 16 : Rendements au filetage et fumage
(moyennes et écart-types - 8 poissons)

La perte de poids après salage/fumage est de 4%, valeur qui pourrait être légèrement réduite pour améliorer le rendement, mais une teneur en eau trop importante pourrait diminuer la durée de conservation. Aussi, pour des raisons de sécurité alimentaire, il vaut mieux assurer un séchage minimal de cet ordre.

IV.5.2 Composition chimique

La teneur en eau des filets, de 72% à l'origine, est descendue à 64%, ce qui correspond à une valeur minimale à respecter pour assurer une bonne conservation (ne pas dépasser le seuil de 65%). Dans les conditions de l'essai, les pertes en eau sont imputables au salage encore trop important. Le fait de saler un filet pelé augmente les échanges osmotiques (sortie d'eau de la chair et pénétration simultanée de sel) par son effet sur deux faces.

Le fait d'utiliser une matière première congelée accélère également le processus, la chair pouvant être plus ou moins endommagée par la congélation.

Au niveau des teneurs en sel dans le produit fini, il serait préférable de se situer aux alentours de 2,5%. Avec cet objectif, il conviendra de sécher les filets avant le fumage pour garantir une teneur en eau inférieure ou égale à 65%.

Pour la teneur en phénols (intensité de la note fumée), une valeur de 1 mg%g serait souhaitable pour respecter un bon équilibre des saveurs "poisson" et "fumée". La durée de fumage appliquée est trop longue ; elle pourra être réduite de moitié.

Les paramètres retenus auront donc besoin d'être revus à la baisse. L'essai préliminaire réalisé en juillet n'a pas été suffisant pour déterminer précisément le traitement à appliquer. En novembre, le nombre de poissons reçus n'était pas assez important pour faire d'autres essais, ce qui aurait été nécessaire car, entre temps, la cellule de fumage avait subi des modifications notables.

Durée d'entreposage (jours)	Eau (%)	Lipides (%)	NaCl (%)	Phénols (mg%g)
4	63,86 (1,14)	7,93 (0,96)	3,69 (1,03)	1,90 (0,36)
18	63,58 (1,22)	8,12 (0,34)	3,88 (0,29)	1,94 (0,16)
25	63,97 (0,45)	8,44 (1,02)	4,51 (0,13)	1,80 (0,34)

Tableau 17 : composition chimique des filets fumés
(moyennes et écart-types - 3 filets)

IV.5.3 Conservation à l'état réfrigéré

Analyses microbiologiques

Le fumage des filets de platex réduit de façon très significative l'évolution de la flore totale qui ne dépasse pas 10^4 ufc/g au bout de 25 jours. A titre indicatif, le décret de 1979 préconisait de ne pas dépasser 10^6 ufc/g dans les semi-conserves des produits de la mer.

Le fumage acidifie légèrement la chair (pH inférieur à 5.9) ce qui peut ralentir le développement microbien mais ne l'explique pas entièrement. Le produit est surtout bien salé et très fumé, or les composés phénoliques et sans doute d'autres molécules, comme les acides organiques présents dans la fumée, ont un effet inhibiteur sur la croissance microbienne.

La flore H_2S+ n'a pas été dénombrée. Comme nous l'avons dit précédemment, cette flore sera à surveiller dans des filets de platex salés et conditionnés sous vide.

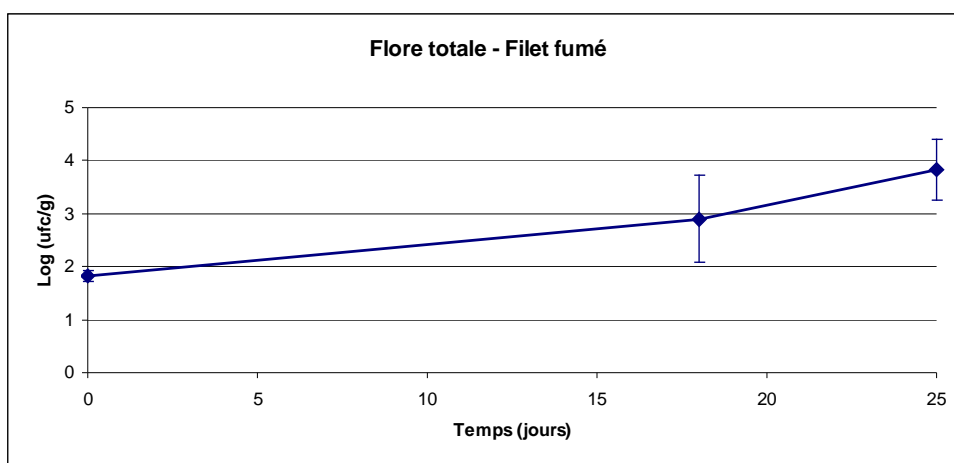


Figure 31 : Evolution de la flore aérobique totale des filets fumés au cours du temps
(moyennes et écarts-types - 3 filets)

Analyses chimiques

Azote basique volatil total (ABVT)

Les teneurs en ABVT sont faibles et stables pendant 18 jours ; ensuite elles augmentent légèrement. A J25 elles sont du même ordre que celles des filets saumurés conditionnés sous vide qui avaient tendance à s'altérer après deux semaines (présence de TMA). Des filets moins salés et surtout moins fumés pourraient donc avoir une durée de conservation moins longue.

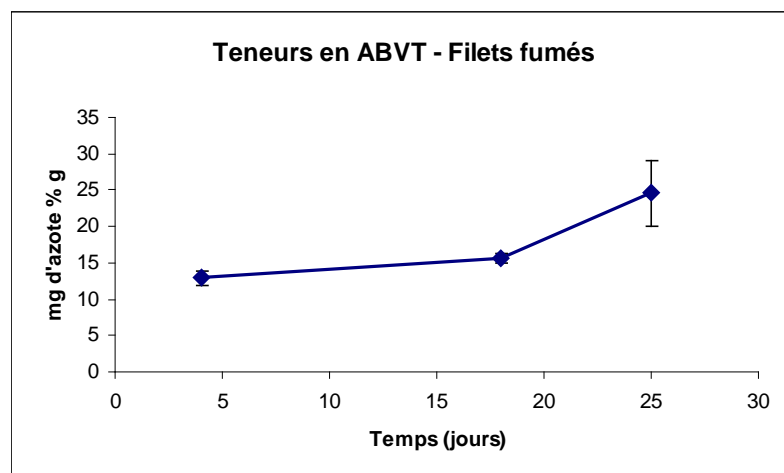


Figure 32 : Evolution de l'ABVT des filets fumés au cours du temps
(moyennes et écarts-types - 3 filets)

Indice thiobarbiturique (IT)

Les indices mesurés sont faibles, même après 25 jours. Le conditionnement sous vide ainsi que les composés phénoliques protègent le produit fini de l'oxydation.

Durée d'entreposage (jours)	Eau (%)	Lipides (%)	IT (mg MDA/kg chair)	IT (mg MDA%g lipides)
4	63,86 (1,14)	7,93 (0,96)	0,33 (0,29)	0,43 (0,39)
25	63,97 (0,45)	8,44 (1,02)	1,49 (0,64)	1,79 (0,80)

Tableau 18 : Evolution de l'indice thiobarbiturique des filets fumés au cours du temps
(moyennes et écart-types – 3 filets)

IV.5.4 Tests sensoriels

Le suivi sensoriel de la qualité des filets fumés réfrigérés n'a pu être réalisé en raison d'un nombre insuffisant de poissons mais le test de profil effectué à J25 a permis d'établir qu'aucune altération des filets n'était perceptible.

Test de profil sensoriel

Le platax fumé a été comparé à des émincés :

- de marlin rayé fumé (origine Océan indien)
- de thon albacore fumé (origine Océan indien)

Les filets de platax ont été découpés en fines lamelles, en évitant le muscle brun. La barbe a été éliminée car les filaments de collagène, une fois séchés, étaient difficiles à découper et à mastiquer. Les résultats du test sont présentés en annexe 5 et sur la figure 33. Les différences significatives portent sur les critères soulignés et écrits en gras.

Le platax a :

- une odeur plus fumée (temps de fumage à diminuer) que celle des deux autres poissons qui évoque plutôt le bacon
- une couleur (jaune) moins homogène que celle du marlin (en particulier à cause des petites stries noires) et un aspect moins gras
- une flaveur intense, fumée, moins bacon ; il est très salé (temps de salage à revoir) mais les 2 autres échantillons le sont aussi (3% indiqué sur l'emballage)
- une texture plus ferme, plus croquante, moins fondante

Le marlin et le thon fumé, fabriqués à partir de matière première congelée (comme le platax) ont une qualité assez décevante. Globalement la note fumée, type « bacon » domine la note « poisson ». De plus le thon a un aspect irisé et une texture très humide (pas notée). Le marlin a une meilleure présentation.

Les filets de platax, moins salés et moins fumés, pourraient concurrencer ces produits ; reste le problème de l'aspect qui peut surprendre (fines stries noires).

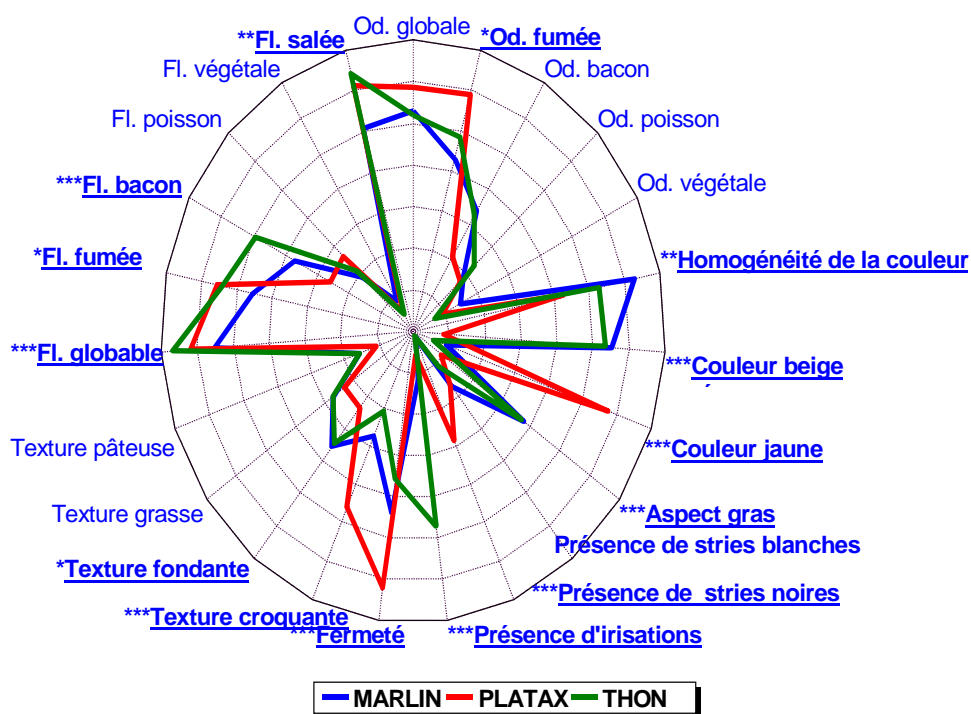


Figure 33 : Moyennes des notes (27 juges)
(résultat de l'analyse de variance)

IV.6 Comparaison des 4 calibres

IV.6.1 Rendements

Les rendements en **filets parés** (sans la paroi ventrale) et en **filets parés pelés** (avec barbe) des 16 poissons de 1.2kg destinés à la conservation réfrigérée sont les plus faibles (tableau 19). A poids équivalent, les rendements en **filet parés pelés** des 8 poissons qui ont été fumés, sont supérieurs de 4% et ils sont identiques aux valeurs trouvées pour les autres calibres.

Plusieurs poissons parmi les 16 premiers n'ont que **35%** de rendement en **filet parés pelés** (au lieu de 43%), ce qui explique la moyenne plus faible du lot. La technique de filetage utilisée n'a pas été toujours reproductible, en particulier un peu de chair a pu rester sur l'arête centrale, lorsque les poissons n'étaient pas parfaitement décongelés.

Pour optimiser le rendement, la chair du platax doit avoir retrouvé sa souplesse d'origine et être totalement décongelée afin que la lame du couteau s'engage mieux sous la chair.

Les rendements en filets **parés, pelés et ébarbés** sont légèrement plus élevés pour les poissons de 900g. Ils n'ont pu être calculés pour le dernier lot, tous les poissons devant être analysés avec la barbe.

Globalement les rendements des 4 lots de poissons reçus sont relativement proches et se situent donc aux alentours de **52%** (parés), **43%** (parés-pelés) et **34%** (parés-pelés-ébarbés). Les filets fumés sans peau mais avec barbe ont un rendement de **40%**, dans les conditions appliquées.

Poids moyens poissons éviscérés (g)	Filets non parés (%)	Filets (avec peau et barbe) parés (%)	Filets (avec barbe) parés, pelés (%)	Filets parés, pelés, ébarbés (%)
568 (84)			42.4 (1.2)	34.3 (2.0)
864 (89)		52.4 (2.6)		36.7 (1.7)
984 (107)	56,4 (3,2)	51,7 (2,6)	43,2 (2,6)	33,3 (1,9)
1166 (150)		48,4 (2,4)	39,8 (2,8)	
1178 (155)			43,6 (1,7)	Filets (avec barbe) pelés, séchés, fumés 39,6 (1,8)

Tableau 19 : Rendements au filetage des différents calibres
(moyennes et écart-types)

IV.6.2 Teneurs en lipides

La teneur en lipides des filets sans barbe varie peu, quel que soit le calibre : elle se situe entre **3** et **4** %. Les valeurs doublent avec la barbe qui contient environ **25** % de lipides et qui représente **10%** du poids du poisson entier éviscéré. La présence de la barbe est souhaitée par les consommateurs polynésiens, car elle est très appréciée. La contrainte sera de ne pas laisser le filet exposé trop longtemps à l'air afin d'éviter que les premières réactions d'oxydation commencent, ce qui contribuerait à accélérer le rancissement lors du stockage.

Remarque : pour le calibre de 1.2kg, les valeurs d'IT de la chair des poissons entiers (sans barbe) et des filets avec barbe étant du même ordre, cela suggère que le phénomène d'oxydation se situerait plutôt au niveau du muscle brun.

Concernant ce point particulier de la barbe, il serait intéressant de l'évaluer sur du platax sauvage, en terme de quantité et de qualité, sachant que l'alimentation en aquaculture influence fortement la composition lipidique et les profils d'acide gras. La comparaison des deux profils en acides gras permettrait peut-être d'affiner l'alimentation du platax d'élevage.

	600g (%)	900g (%)	1,0 kg (%)	1,2 kg (%)
sans barbe	4.0 (0.9)	3.0 (0.9)	4,1 (0.3)	3.0 (0.7)
avec barbe		8.0 (2.7)	8,1 (0.7)	6,2 (0.3)

Tableau 20 : Teneurs en lipides de la chair des différents calibres
(moyennes et écart-types)

IV.6.3 Conservation à l'état réfrigéré

IV.6.3.1 Analyses microbiologiques

La qualité microbiologique du platax décongelé et conservé entier sous glace est excellente : quelle que soit la période d'abattage, la flore totale initiale ne dépasse jamais **10^{2.5} ufc/g**. Elle se multiplie relativement lentement pour atteindre **10⁷ ufc/g** (qualité très médiocre) après **14** à **22** jours (selon les lots). La croissance bactérienne semble plus lente dans les poissons analysés en juin : seulement **10³ ufc/g** pour la flore totale et **absence de flore H₂S** après **14 jours**. Il serait intéressant de faire un lien entre ces résultats et les conditions d'élevage et d'abattage de cette période-là.

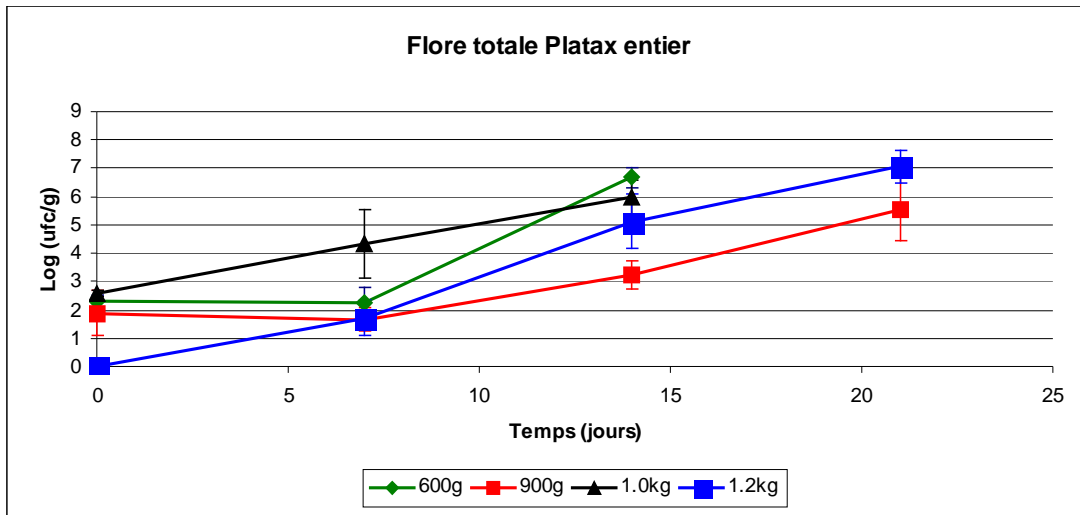


Figure 34 : Evolution de la flore aérobie totale des différents calibres au cours du temps
(moyennes et écart-types – 3 poissons)

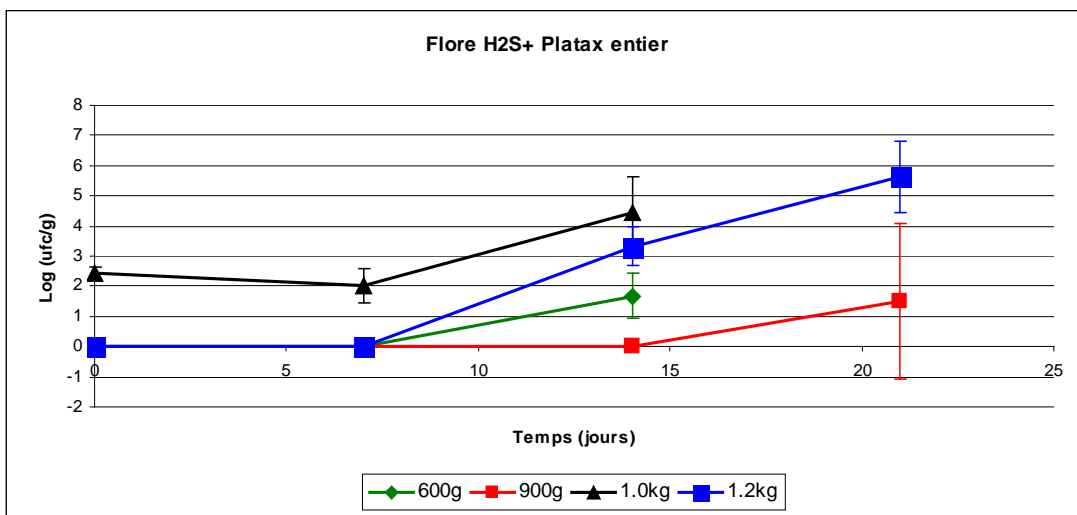


Figure 35 : Evolution de la flore productrice d'H₂S des différents calibres au cours du temps
(moyennes et écart-types – 3 poissons)

Le platex en filets est sujet à une contamination plus rapide, la flore totale atteignant 10^8 ufc/g en 14 jours pour les filets glacés. L'emballage sous vide ralentit significativement la croissance de la flore totale par contre le saumurage favoriserait le développement de bactéries productrices d'H₂S, ce qui peut provoquer une altération précoce des filets.

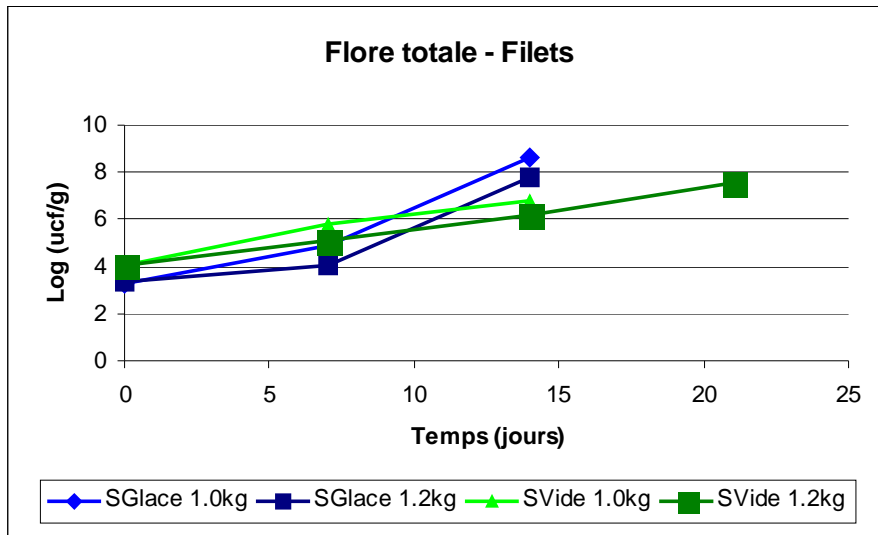


Figure 36 : Evolution de la flore aérobique totale des filets des différents calibres au cours du temps
(moyennes et écart-types – 3 filets)

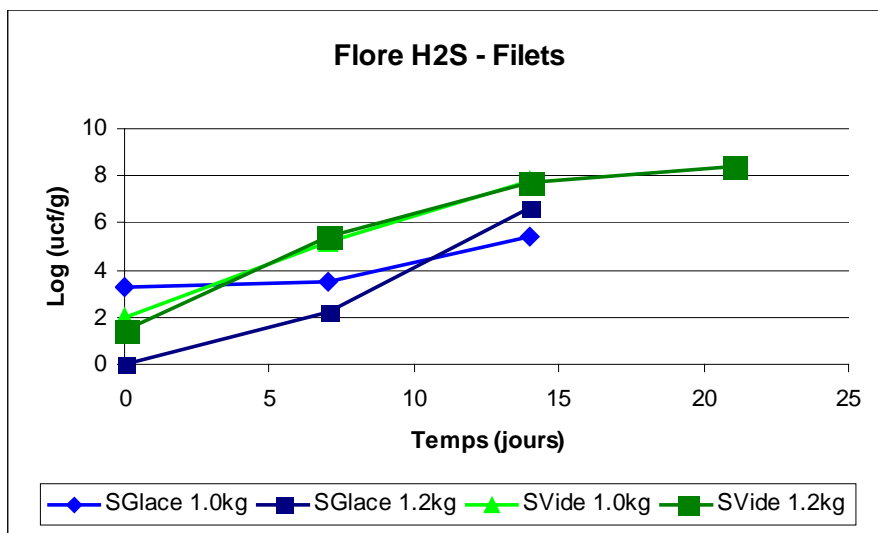


Figure 37 : Evolution de la flore productrice d'H₂S des filets des différents calibres au cours du temps
(moyennes et écart-types - 3 filets)

Dans les conditions appliquées, le fumage des filets de platex réduit de façon très significative le développement de la flore totale qui ne dépasse pas 10^4 ufc/g au bout de 25 jours. Ces résultats seront à confirmer avec un fumage plus léger et il sera important de dénombrer la flore H₂S+.

IV.6.3.2 Analyses chimiques

Teneurs en ABVT et TMA

Quel que soit le calibre des poissons, ces composés sont présents à des niveaux faibles et leurs teneurs n'évoluent pas au cours de l'entreposage à l'état réfrigéré, exception faite pour les filets saumurés conditionnés sous vide. Pour ces échantillons, des valeurs non négligeables sont mesurées après 2 semaines d'entreposage ; la flore H₂S+, dont les dénombrements sont élevés, pourrait être à l'origine de la formation de TMA. Au niveau sensoriel, des odeurs aminées sont d'ailleurs nettement perçues sur ces filets.

Dans le cas des filets fumés, une légère évolution étant observée pour l'ABVT après deux semaines d'entreposage, ce composé azoté ainsi que la TMA seront à surveiller si les teneurs en sel et en phénols sont diminuées. La durée de conservation à 2°C pourrait être alors être inférieure à 25 jours.

Indice thiobarbiturique

Au cours de la conservation à l'état réfrigéré, les aldéhydes d'oxydation secondaire sont présents en très faible quantité. Seuls les poissons de 1.2kg auraient tendance à s'oxyder quand ils sont glacés. Les valeurs n'augmentent cependant vraiment qu'après 2 semaines d'entreposage (filet) ou 3 semaines (poisson entier) ; elles expliqueraient les notes « poisson gras renforcé » perçues au même moment au niveau sensoriel.

La quantité de lipides du muscle est quasiment la même pour tous les calibres étudiés mais, en relation avec le régime alimentaire, le profil en acides gras des lipides pourrait avoir évolué au cours de l'année, ce qui pourrait influencer sur leur potentiel à s'oxyder.

IV.6.3.3 Cotations organoleptiques

*Poissons entiers

En dehors du lot de septembre (1.0kg), les équations des droites obtenues à partir des cotations sont quasiment les mêmes. Les poissons de 600g, 900g et 1,2kg ont donc évolué de façon similaire (figure 38) :

- 600g : $y = 0.65x + 4.32$
- 900g : $y = 0.61x + 3.55$
- 1.2kg : $y = 0.67x + 3.20$
- 1.0kg : $y = 0.43x + 8.47$

En parallèle à l'établissement de ces droites reliant la valeur QIM (somme des notes des cotations du poisson cru) au temps d'entreposage, l'évaluation sensorielle des poissons à l'état cuit a permis d'établir que la durée de conservation en glace ne devait pas dépasser **14 jours**, sous peine de voir apparaître des odeurs ou saveurs indésirables ; la valeur de QIM se situe alors aux alentours de **12**.

L'intérêt de la méthode du QIM est de pouvoir déterminer la durée restante d'entreposage sous glace pour un lot de poissons inconnu. Ainsi, pour le lot de septembre (problème de transport), en appliquant l'équation moyenne des droites ($y = 0,64x + 3,5$), on peut estimer que le QIM de 8 à J0 équivaut déjà à 7 jours d'entreposage réfrigéré et donc que la durée de conservation restante ne serait plus que de 7 jours.

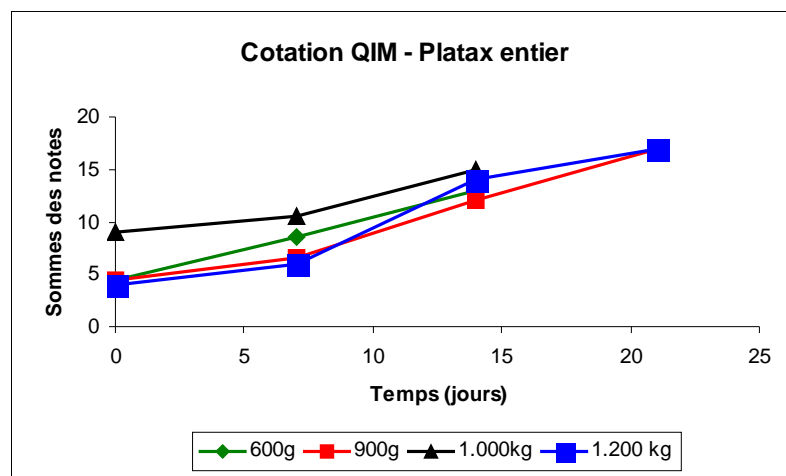


Figure 38 : Evolution de la cotation QIM des poissons entiers des différents calibres au cours du temps

*Filets

La cotation des filets ne prend en compte que 5 critères donc l'impact de chacun sur la somme obtenue peut être très important.

Filets glacés

Etant donné la mauvaise qualité des poissons filetés, les résultats de septembre ne sont pas à prendre en considération. L'équation de la droite obtenue en novembre est plus fiable. Après 2 semaines d'entreposage, une valeur de QIM de 7 correspond à un produit de **qualité très moyenne** qui commence à développer des notes rances. Dans ce cas, il serait souhaitable de ne pas dépasser **une dizaine** de jours d'entreposage (QIM de 5).

Septembre : $y = 0.28x + 5.5$

Novembre : $y = 0.43x + 0.8$

Filets sous vide

Les deux équations obtenues en septembre et novembre diffèrent légèrement ; les filets de novembre semblent s'être altérés plus rapidement, ce que confirme à la fois les résultats microbiologiques et les évaluations sensorielles à l'état cuit. En considérant la valeur seuil de QIM de 5 déterminée pour les filets glacés, la durée d'entreposage à ne pas dépasser pour les filets sous vide de septembre serait de **12 jours** et celle de novembre de **9 jours**. Ces résultats seront à vérifier pour des filets non congelés et non saumurés.

Septembre : $y = 0.21x + 2.5$

Novembre : $y = 0.36x + 1.8$

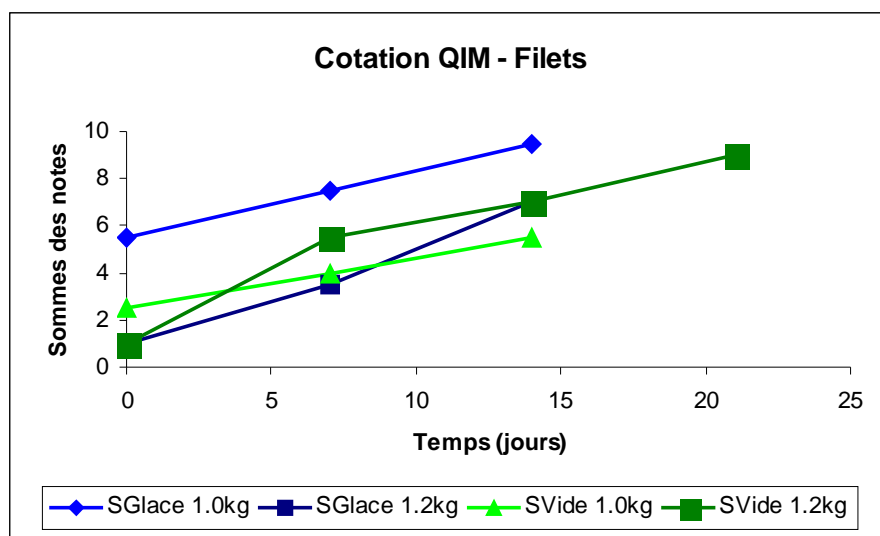


Figure 39 : Evolution de la cotation QIM des filets des différents calibres au cours du temps

Le tableau de cotation de référence présenté en annexe 4 est adapté au poisson congelé ; il a été établi grâce aux observations réalisées au cours des 4 périodes. D'autres critères pourront être évalués dans le cas de poisson non congelé (le mucus, la cornée, la pupille etc.).

L'évaluation des filets pourrait être améliorée en ajoutant, par exemple, l'odeur côté muscle brun, celui-ci développant une odeur rance/huile de lin au cours du temps.

Les valeurs de QIM en limite de consommation ne seront pas les mêmes pour des poissons non congelés. Ainsi, la note 0 ne sera plus attribuée à une chair « laiteuse » mais probablement à une chair « translucide » ; la note 1 correspondra à « laiteuse » et la note 2 à « opaque ». Les valeurs de QIM, au seuil de rejet, seront donc plus élevées que celles déterminées dans cette étude.

Concernant l'odeur de féculent, caractéristique de la chair de platax cru, elle sera à confirmer sur du poisson non congelé. En effet, des études ont montré que l'apparition d'odeur de pomme de terre pouvait être favorisée par la congélation.

IV.6.3.4 Mesures de couleur

Pour tous les calibres, les valeurs de L* ont tendance à diminuer quand la durée d'entreposage à l'état réfrigéré augmente. Cette évolution devrait être encore plus nette sur des poissons non congelés qui de translucides deviendraient opaques.

Un protocole de mesures rigoureux, avec davantage de poissons et en définissant les zones de mesures à privilégier, pourrait permettre déterminer la fraîcheur du platax de façon très rapide.

IV.6.4 Tests sensoriels

Pour synthétiser les caractéristiques sensorielles des 5 espèces comparées au platax, un traitement statistique, de type analyse en composante principale (ACP), a été réalisé à partir des moyennes des notes attribuées par le panel aux différents critères sensoriels. Cette ACP normée, en mettant en commun l'ensemble des données, permet de relativiser certaines différences observées. Ainsi, le filet de platax, qui est beaucoup moins ferme, dense, fibreux et sec que du thon ou de la dorade coryphène, semble plus proche du bar et de la daurade. Ces derniers ont cependant des caractéristiques de poisson gras plus marquées (goût et film gras en bouche) et une texture plus humide mais il s'agissait de poissons non congelés, contrairement au platax.

Il faut remarquer que la congélation altère toujours la qualité d'un produit. A titre d'information, seule la cryogénie, qui permet une congélation ultra rapide, épargne la structure de la chair et globalement sa qualité. Cependant, pour conserver le bénéfice de ce type de surgélation, un stockage à basse température (-40°C), sans aucune fluctuation de température, doit être assuré. Dans le cas cette étude, ces conditions n'ont pas été respectées.

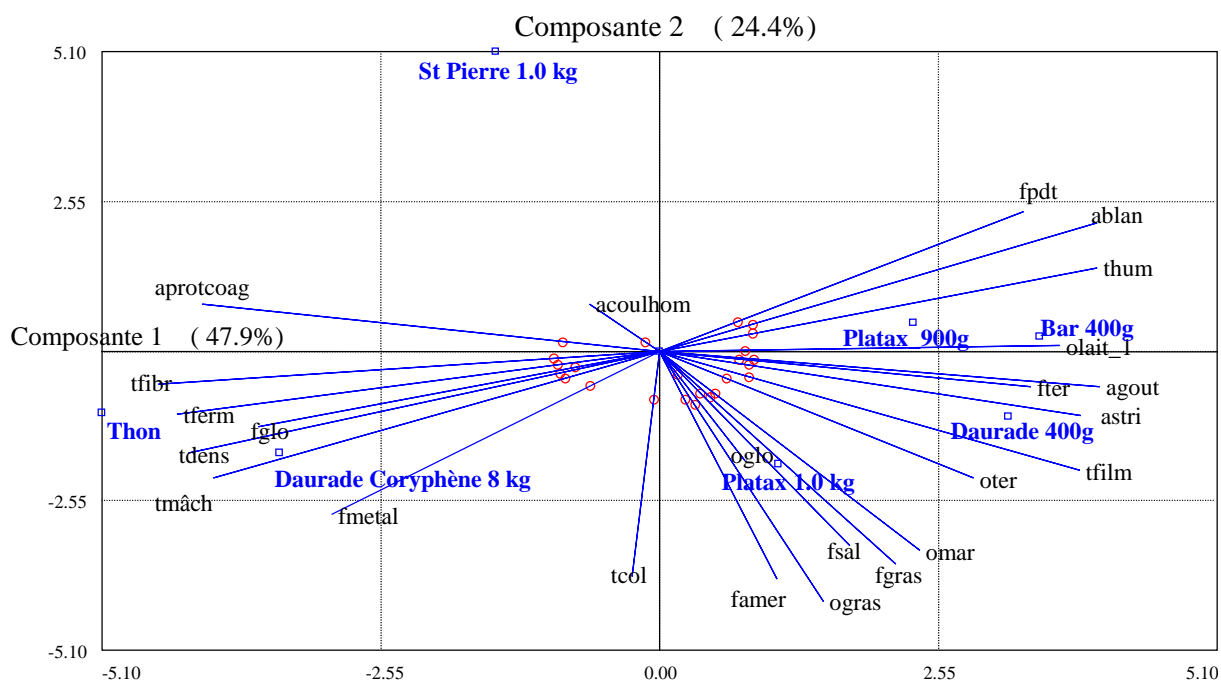


Figure 40 : plan 1-2 de l'ACP normée : toutes les espèces

oglo et fglo : odeur et flaveur globale, **olait1** : odeur lait bouilli, **olait2** : odeur lait aigre, **omar** : odeur marine, **oter et fter** : odeur et flaveur de terre, **ogras et fgras** : odeur et flaveur de poisson gras, **acoulhom** : homogénéité de la couleur, **ablan** : couleur blanche, **astri** : stries noires, **aprocoag** : protéines coagulées en surface, **agout** : gouttes de gras dans le jus, **tferm** : fermeté, **tdens** : texture dense, **thum** : texture humide, **tfibr** : texture fibreuse, **tcol** : texture collante, **tmâch** : mâchement, **tfilm** : film gras (en bouche), **fpdt** : flaveur pomme de terre, **fsal** : flaveur salée, **famer** : flaveur amère, **fmetal** : flaveur métallique

IV.6.5 Analyses génétiques

Douze spécimens de *Platax orbiculatis* ont été analysés (extraction d'ADN, PCR et séquençage) afin de déterminer les séquences d'ADN codant d'une part pour le gène nucléaire de la rhodopsine (séquence partielle de 460 pb) et d'autre part pour le gène mitochondrial du cytochrome b (séquence partielle de 656 pb).

Les séquences partielles de cytochrome b et de rhodopsine présentent un très faible polymorphisme nucléotidique.

Ces séquences d'ADN ont été comparées (blast) aux séquences déposées dans les bases de données de séquences (NCBI). Les blasts montrent un maximum d'identité de 83/84 % et de 91/93% respectivement avec des séquences de cytochrome b et de rhodopsine d'espèces référencées. Aucune séquence de cytochrome b ou de rhodopsine de *Platax orbiculatis* n'a été déposée à ce jour dans les bases de données d'ADN du type NCBI ou EMBL.

Dans le cadre de ce travail, il aurait été intéressant, comme nous l'avions suggéré au préalable, de pouvoir caractériser les deux marqueurs génétiques, de la même manière que pour *Platax orbiculatis*, pour des espèces pouvant rentrer éventuellement en compétition d'un point de vue commerciale avec *Platax orbiculatis*.

Dans la mesure où des procédés de transformation (filetage, fumage) ont été effectués au cours de cette étude, il aurait été également intéressant de tester des marqueurs moléculaires permettant d'assurer la traçabilité de cette espèce dans les produits transformés élaborés à partir de *Platax orbicularis*. Il ne s'agit pas de caractérisation de l'espèce d'un point de vue génétique, puisque ce type de caractérisation sera effectué au sein du projet BIOCODE, mais de la mise en œuvre d'un outil de traçabilité.

Marqueurs génétiques

L'analyse des séquences d'ADN, codant d'une part pour le gène nucléaire de la rhodopsine et, d'autre part, pour le gène mitochondrial du cytochrome b, a été réalisée afin d'intégrer ces données génétiques dans la base de données européenne publique FISHTRACE ayant pour vocation de compiler des données taxonomiques et génétiques des espèces commerciales intéressant l'Europe.

Résultats des analyses

Rhodopsine

Les douze séquences d'ADN de 460 nucléotides correspondant aux douze individus analysés sont strictement identiques et n'ont pas montré de polymorphisme nucléotidique.

Séquence type de *Platax orbicularis*

```
TCACGCTATCATGGGTTTGGGCCTGACCTGGTTCATGGCCAGTGCTTGCGCCGTGCCCCCT
CTTGTCGGCTGGTCTCGTTACATCCCTGAAGGCATGCAGTGCTCATGTGGAATCGACTACT
ACACGCGTGCAGAAGGTTTCAATAATGAGTCCTTTGTCATCTACATGTTTCGTCTGCCACTT
CCTCATTCCACTGATTGTCGTGTTCTTCTGCTATGGGCGTCTGCTCTGTGCTGTCAAGGAG
GCTGCTGCTGCCAGCAGGAGTCTGAGACCACCCAGAGGGCTGAGAGGGAAGTCACCCG
TATGGTTGTTATCATGGTCATCGCCTTCTGGTATGTTGGGTACCCTATGCTAGTGTGGCA
TGGTGGATCTTCACACATCAGGGATCTGAGTTCGGACCAGTATTCATGACCATCCCGGCC
TTCTTTGCCAAGAGTTCCTCCATCTACAACCCAATG
```

Cytochrome b

Douze séquences de 656 nucléotides ont été obtenues pour les douze individus analysés. Elles correspondent à la partie 5' de la séquence d'ADN mitochondriale codant pour le gène du Cytochrome b. Le polymorphisme nucléotidique intra-espèce observé est extrêmement faible puisque seulement deux séquences types ont été trouvées se différenciant par un site polymorphe en position 39 : T/G.

Séquence type de *Platax orbicularis* pour les spécimens P1,P2,P3 série A - P1 série B - P1,P2,P3 série C - P1,P3 série D

ATGGCCAGCCTACGCAAAACTCACCCCATCCTAAAAATTGCAAATGACGCAGTCGTCGAC
CTACCCACTCCCTCTAACATCTCAGCCTGATGAAACTTTGGCTCCCTCCTAGGCCTCTGCC
TAATCTCCCAAATTCTCACAGGCCTCTTTCTTGCTATACATTACACCTCAGACATCGCCAC
AGCCTTTTCATCCGTCGCACACATCTGCCGAGATGTGAACTACGGCTGACTAATCCGAAA
CCTCCACGCTAATGGTGCCTCCTTCTTCTTCATCTGCATTTACCTTCACATCGGACGAGGG
CTATACTACGGCTCCTACCTTTATAAAGAAACATGAAACATTGGAGTAATCCTCCTCCTTT
TAGTAATGATAACCGCCTTCGTAGGCTACGTCCTTCCCTGAGGACAAATATCATTCTGAG
GAGCAACAGTCATTACAAACCTTCTTTCTGCTATCCCCTATGTTGGCAACACATTAGTACA
ATGAATCTGAGGAGGATTTTCAGTAGACAACGCCACCCTCACACGTTTCTTTGCCTTCCAC
TTTCTATTCCCCTTTGTTATCCTAGCTGCAACCGTCATTCACCTGCTCTTCCCTCCACGAGAC
AGGATCAAACAACCCTCTAGGACTAAGCTCAGACTCAGATAAAAATCTC

Les séquences des spécimens P2,P3 série B et P2 série D montrent un G à la place du T sur le site 39 (mutation sur le 3^{ème} codon) (en gras dans la séquence si dessus).

Conclusion

Cette étude a permis d'apporter aux futurs producteurs des informations sur les caractéristiques biochimiques et sensorielles du platax d'élevage. Plusieurs points importants peuvent être soulignés.

La prise en compte de la qualité a été réalisée dès le poisson vivant, en observant les conditions péri abattage sur site, lors d'une mission effectuée en Juin 2008 qui a fait l'objet d'un rapport spécifique. En particulier, il a été retenu la nécessité de tuer le poisson par piquage derrière l'œil pour assurer une mort rapide, sans stress. L'éviscération complète doit être pratiquée ensuite dans les plus courts délais, afin d'assurer une exsanguination quasi complète, ce qui limite le risque de présence de spots bruns dans la chair et évite que les filets aient une couleur sombre. La qualité du poisson peut également être altérée par la présence de sang résiduel car l'hémoglobine agit comme pro oxydant sur les acides gras insaturés des lipides. La conséquence majeure est une odeur rance de la chair qui se développe au cours du stockage en glace du poisson entier ou des filets. Il faut également remarquer que le stress avant abattage peut augmenter la viscosité du sang et freiner son drainage. Ceci est vraisemblablement en relation avec l'abaissement du pH consécutif à la formation d'acide lactique lors de l'accroissement de l'activité musculaire.

Toujours sur ce point particulier de la saignée, qui est une étape importante à gérer dans la maîtrise de la qualité, il peut être utile de prendre en compte la position du poisson au cours du stockage, sachant que le sang résiduel peut descendre par gravité dans la partie basse et assombrir le filet exposé. Nous n'avons pas pris en compte ce point, s'agissant de poisson stocké à l'état congelé immédiatement après la pêche. Mais dans le cas de stockage de poisson frais, on peut suggérer de positionner le poisson cavité abdominale vers le bas pour drainer le sang dans cette direction.

Compte tenu de l'obligation de travailler avec des poissons décongelés, les résultats du suivi des produits réfrigérés seront à valider sur du poisson frais.

En effet, d'une manière générale, la congélation induit des modifications plus ou moins importantes de la qualité initiale du produit, en relation directe avec la méthode de congélation (froid mécanique et cryogénie), le stockage (durée, température et fluctuations), les conditions d'emballage et les caractéristiques du produit (morphologie, nature des lipides, etc.).

Au cours de cette étude, la congélation initiale a été effectuée dans de bonnes conditions : congélation à basse température et emballage individuel en sac plastique à l'abri de l'air.

Cependant, les délais de transport et les fluctuations de températures subies n'ont pas toujours permis de conserver le bénéfice de ces bonnes pratiques ; à ce titre l'envoi n°3 est celui qui a le plus souffert.

Concernant les rendements, plusieurs essais de filetage ont été nécessaires avant de bien appréhender l'anatomie du platax et de parvenir ainsi à une découpe optimisée. Il faut noter que cette opération s'effectuant en limite de décongélation (poisson encore dur) pour des raisons liées à l'hygiène, la chair n'avait pas la souplesse d'un poisson frais.

A l'issue des essais, nous avons obtenu le meilleur rendement pour les poissons de 900g. Globalement les rendements des 4 lots de poissons reçus sont relativement proches et se situent donc aux alentours de **52%** (parés), **43%** (parés-pelés) et **34%** (parés-pelés-ébarbés). Les filets fumés sans peau mais avec barbe ont un rendement de **40%**, dans les conditions appliquées.

Au niveau de la composition chimique, la teneur en lipides des filets sans barbe varie peu, quel que soit le calibre, elle se situe entre **3** et **4 %**. Les valeurs doublent avec la barbe qui contient environ **25 %** de lipides et qui représente **10%** du poids du poisson entier éviscéré.

La présence de la barbe est souhaitée par les consommateurs polynésiens, car elle est très appréciée. La contrainte sera de ne pas laisser le filet exposé trop longtemps à l'air afin d'éviter que les premières réactions d'oxydation commencent, ce qui contribuerait à accélérer le rancissement lors du stockage. Compte tenu de sa teneur en lipides, le platax peut être considéré comme un poisson moyennement gras.

Le suivi microbiologique du poisson réfrigéré permet de constater que la qualité du platax décongelé et conservé entier sous glace est excellente : quelle que soit la période d'abattage, la flore totale initiale ne dépasse jamais $10^{2.5}$ ufc/g. La croissance bactérienne est relativement lente, en particulier pour les poissons analysés en juin ; il serait intéressant de faire un lien entre ces résultats et les conditions d'élevage et d'abattage de cette période.

Le platax en filets est sujet à une contamination plus rapide. L'emballage sous vide ralentit significativement la croissance de la flore totale, par contre le saumurage favoriserait le développement de bactéries productrices d'H₂S, ce qui peut provoquer une altération précoce des filets.

Le suivi chimique montre que le platax est un poisson qui se conserve relativement bien à l'état réfrigéré. Les composés de dégradation n'apparaissent qu'après 2 semaines et de façon mesurée. Pour les poissons entiers et les filets glacés, ce sont les phénomènes d'oxydation qui seront à surveiller alors que pour les filets sous vide, c'est la formation de bases azotées (ABVT, TMA) qui risque de poser des problèmes de qualité.

Les cotations organoleptiques permettent de constater que la durée de conservation en glace du platax entier décongelé ne devrait pas excéder 14 jours ; au-delà les poissons présentent des signes d'altération à l'état cru et des odeurs indésirables apparaissent à l'état cuit.

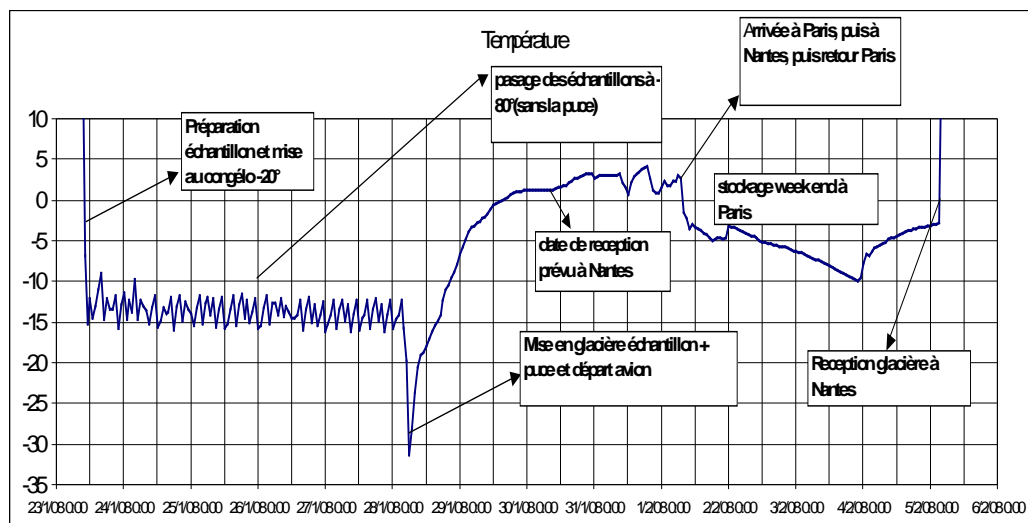
Au niveau sensoriel, la comparaison effectuée avec d'autres espèces (thon, dorade coryphène, saint-pierre, bar et daurade royale d'élevage), par le panel de l'Ifremer, permet de positionner le platax comme plus proche de la daurade et du bar.

A l'issue de cette étude, on peut conclure que la maîtrise de la qualité du platax d'élevage ne devrait pas poser de problème particulier à condition de respecter une procédure, de l'abattage au conditionnement, établie sur la base d'un cahier des charges qui prenne en compte toutes les exigences évoquées.

L'étape suivante de cette étude sera de vérifier que les résultats obtenus pour la conservation des poissons décongelés sont confirmés pour des poissons frais.

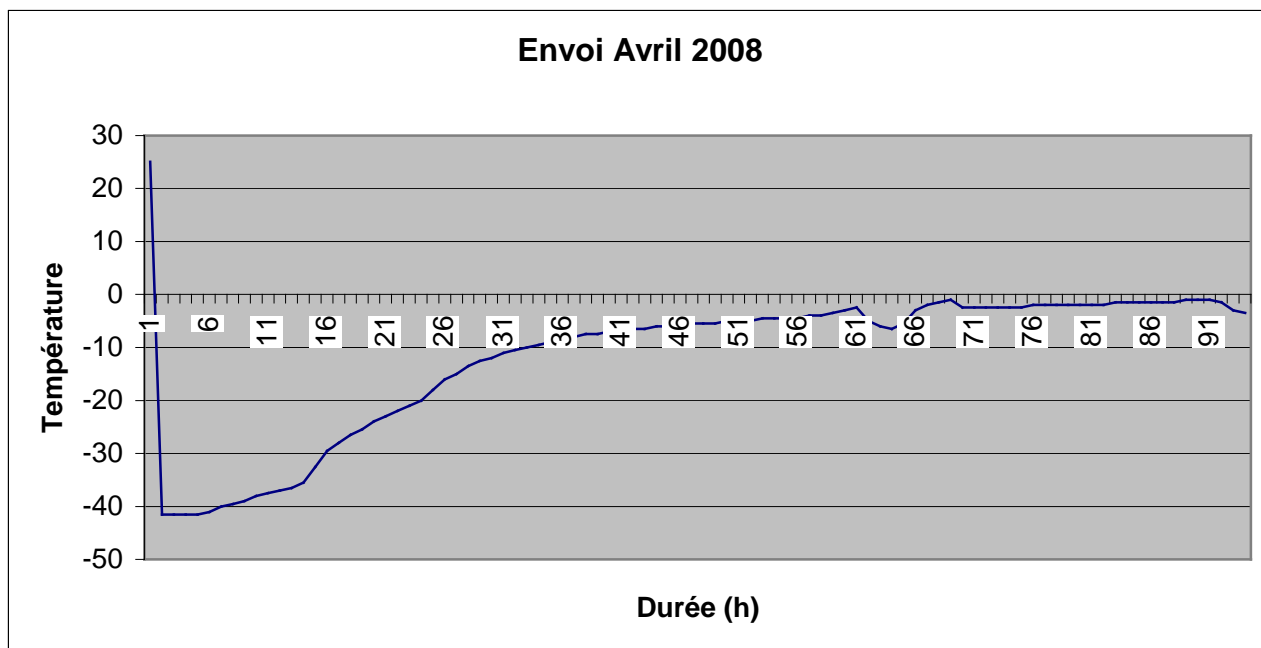
Annexe 1 – Courbes de températures pendant le transport

Suivi des températures durant le transport du poisson de Polynésie vers la métropole



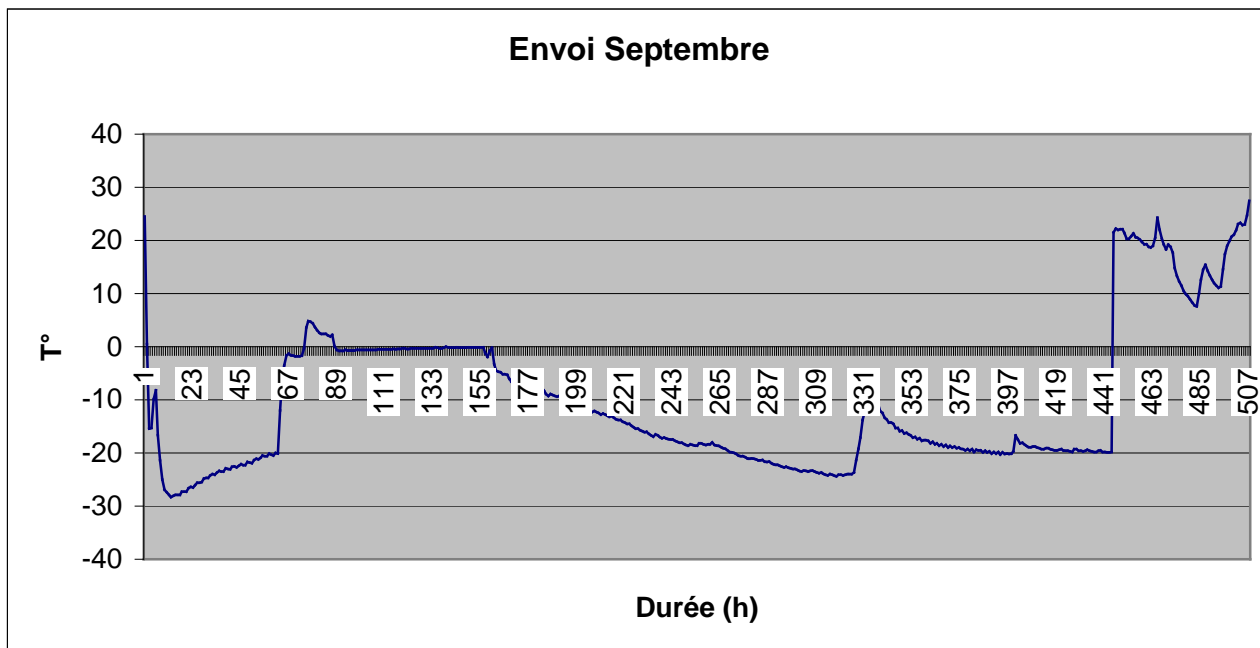
Envoi Janvier 2008

Le poisson a séjourné plus de 4 jours à température positive et il a voyagé 7 jours de plus que prévu.



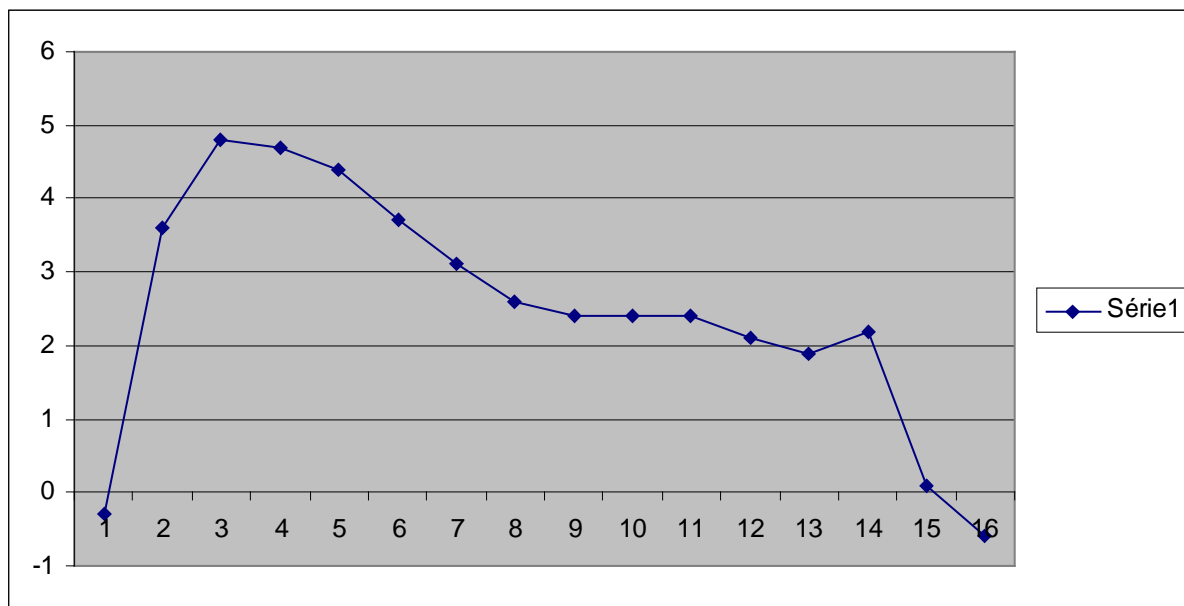
Envoi « modèle » Avril 2008

Respect des délais et des températures.



Envoi de Septembre 2008

Départ Polynésie le 5.09.08 et arrivée à l'Ifremer le 18.09.08



Envoi de septembre 2008

nuit du 8 au 9.09 (ouverture de la caisse)

Les poissons situés sur le dessus de la glacière étaient décongelés à l'arrivée et le reste était très hétérogène. L'entreposage des glacières ouvertes en chambre froide, vraisemblablement à +2°C, a provoqué des fluctuations de température. Le produit a voyagé au moins 6 jours de plus qu'initialement escompté. Cet envoi a nécessité l'envoi d'un quatrième lot.

Le quatrième envoi n'a pas posé de problème et s'apparente à l'envoi « modèle » (Envoi Avril)

Annexe 2 – Méthodes d'analyses

2.1 Analyses microbiologiques

Dénombrement de la flore totale

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)

Dénombrement de la flore H₂S+

PREPARATION DU MILIEU GELOSE AU FER (IRON AGAR)

Sécurité :

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

Objectif :

- Obtention d'un milieu pour le dénombrement de la flore totale et de la flore productrice d'H₂S

Matériel :

- Balance
- Becher
- Eprouvette graduée 1l
- Flacon
- Barreau magnétique
- Spatules
- Agitateur magnétique chauffant
- pH mètre
- Autoclave
- Ruban test stérilisation
- Bec gaz ou hotte flux laminaire
- Pipette pasteur
- Papier aluminium

Solutions et réactifs :

- Tryptone
- Extrait de viande de boeuf
- Extrait autolytique de levure
- Citrate de Fer (III) hydraté
- Thiosulfate de sodium
- NaCl
- Agar
- L-cysteine
- NaOH 2N
- Eau distillée
- Eau distillée stérile
- Biokar 104001
- Oxoid L 29
- Biokar 112002
- Merck 3862
- Merck 6516
- Merck 1.06404
- Biokar 10 1002
- SIGMA C-7755

Mode opératoire :

- Peser dans un becher :
 - Tryptone 20,0 g
 - Extrait de viande de boeuf 3,0 g
 - Extrait autolytique de levure 3,0 g
 - Citrate de Fer (III) hydraté 0,30 g
 - Thiosulfate de sodium 0,30 g
 - NaCl 5,0 g
 - Agar 12,0 g
- Ajouter 1 litre d'eau distillée
- Recouvrir le becher de papier aluminium
- Porter à ébullition sous agitation

- Laisser refroidir sous 60°C
- Ajuster le pH à 7.4 avec NaOH 2N
- Répartir en flacon
- 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)
- Stockage à température ambiante
- Ajouter stérilement **avant utilisation** 0,4 g/l de L-cysteine :
 - Préparation de la solution de L-cysteine 0,4 g/l :
 - Peser 0.4 g de l-cysteine dans 10 ml d'eau distillée stérile
 - Ajouter 2 ml de cette solution par flacon de 200 ml de milieu H2S

Références bibliographiques :

Gram et al (1987) International Journal of Food Microbiology 4 (1987) 65-72

2.2 Analyses chimiques

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

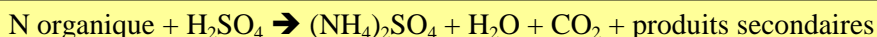
Théorie :

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.

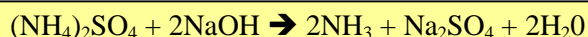
1. Phase de digestion.

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.

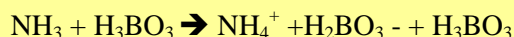
Le principe est d'ajouter de la base en excès pour convertir l'ion NH_4^+ (ammonium) en NH_3 (gaz ammoniac). Etant volatile, le NH_3 est récupéré après distillation dans un milieu acide (H_3BO_3 ou H_2SO_4) pour reprendre la forme d'ion NH_4^+ .



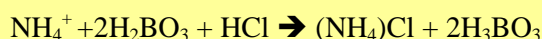
3. Phase de Titration.

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 côté 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.

Durée : 6 échantillons par jour

Références Bibliographiques

DETERMINATION DE LA TENEUR EN MATIERE GRASSE LIBRE

Sécurité :

INRS :	FT 113
--------	--------

Porter une blouse et des gants
Travailler sous hotte

Objectif :

Cette méthode permet la détermination de la teneur en matière grasse libre d'un échantillon par extraction à l'hexane, qui est ensuite éliminé par évaporation. Le résidu est séché puis pesé après refroidissement au dessiccateur.

La teneur en matière grasse libre s'exprime en pourcentage en masse.

Matériel :

- Broyeur type TURMIX
- Appareil d'extraction continue type BBS
- Chauffe ballon
- Etuve réglée à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Dessiccateur garni d'un déshydratant efficace
- Balance analytique (précision 0,1 mg)
- Coupelle métallique

Solutions et réactifs :

- n-Hexane (Carlo Erba ACS-for analysis)

Mode opératoire :

Effectuer trois déterminations sur le même échantillon préparé.

- Prise d'essai :
 - Utiliser le résidu de la détermination de la matière sèche (DO 18)
OU
 - Tarer préalablement la coupelle métallique
 - Peser exactement environ 10g ou adapter en fonction des quantités de départ d'échantillon. (E)
 - Placer dans l'étuve une nuit à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
 - Mettre à refroidir au dessiccateur.
- Détermination :
 - Sécher pendant une heure à l'étuve réglée à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ le ballon récepteur BBS. Le laisser refroidir jusqu'à température ambiante dans le dessiccateur.
 - Peser à 0,5 mg près le ballon récepteur BBS (soit M0 cette masse),
 - Transvaser quantitativement (totalement) la prise d'essai séchée dans la nacelle d'extraction,
 - Accrocher la nacelle dans la pièce support et brancher sur le ballon taré,
 - Rincer à l'hexane les objets ayant contenu la prise d'essai et verser dans la nacelle,
 - Ajouter le volume d'hexane nécessaire à l'extraction : 70 à 75 ml c'est-à-dire deux fois le volume de la nacelle,
 - Brancher le réfrigérant (ouvrir le robinet d'eau) et s'assurer du bon fonctionnement de celui-ci,
 - Allumer la rampe de chauffage et chauffer jusqu'à ébullition du solvant (68°C). Maintenir le chauffage **pendant 6 heures** afin d'obtenir une extraction continue,
 - Fermer le robinet de retour du solvant
 - Arrêter le chauffage lorsqu'il ne reste plus 1 à 1,5 ml d'hexane dans le ballon,
 - Attendre que l'ensemble de l'extracteur soit refroidi pour retirer le ballon récepteur,
 - Eliminer le reste du solvant en plaçant le ballon à **l'étuve ventilée** à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

- Ne pas mettre simultanément plus de 3 ballons dans l'étuve,
- Refroidir le ballon à température ambiante dans un dessiccateur,
- Peser à 0,5 mg près (soit M1 cette masse),

Expression des résultats – répétabilité / reproductibilité :

- Mode de calcul et formule :

La teneur en matière grasse libre (MGL) exprimée en g pour 100 g d 'échantillon est égale à :

$$\text{MGL} = (M1 - M0) \times \frac{100}{E}$$

Où

M0 : masse en gramme du ballon récepteur

M1 : masse en gramme du ballon récepteur et de la matière grasse après séchage

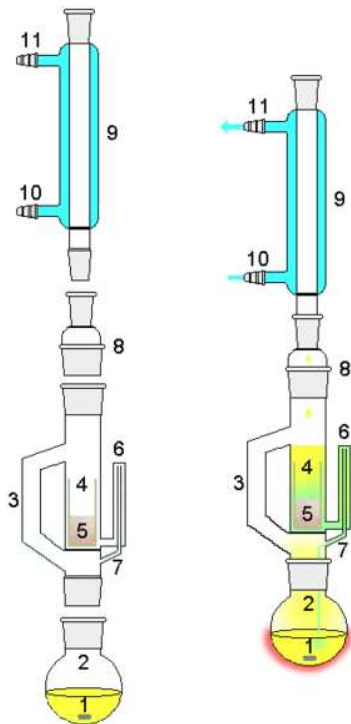
E : masse en gramme de la prise d'essai

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des trois déterminations si les conditions de répétabilités sont remplies.

Exprimer les résultats à 0,2% près (valeur absolue).

- Répétabilité :

La différence entre les résultats de trois déterminations effectuées simultanément ou rapidement l'une après l'autre par le même analyste ne doit pas être supérieure à 0,2 g de matière grasse libre pour 100 g d'échantillon.



1-2 : ballon récepteur BBS ; 3 : solvant sous forme vapeur ; 4 : nacelle ; 5- résidu solide d'extraction ; 6-7 siphons (facultatif) ; 8 : raccord rodée ; 9- réfrigérant ; 10 : entrée eau ; 11 : sortie eau.

Durée : 2 à 4 échantillons par jour

DOSAGE DE LA MATIERE SECHE

Sécurité :

Porter une blouse et des gants.

Objectif :

L'objectif est de déterminer la teneur en matière sèche de l'échantillon après évaporation de l'eau et des matières volatiles.

Matériel :

- Broyeur type TURMIX
- Coupelles métalliques
- Balance analytique (précision 0.1 mg)
- Etuve réglée à 105°C±2°C
- Dessiccateur garni d'un déshydratant efficace

Mode opératoire :

Faire trois analyses par échantillon

- Sécher la coupelle pendant trente minutes dans l'étuve réglée à 105°C±2°C
- Après refroidissement de la coupelle dans le dessiccateur, peser la (soit M₀ cette masse)
- Homogénéiser l'échantillon
- Peser exactement environ 10g ou adapter en fonction des quantités de départ d'échantillon. (soit M₁ cette masse)
- Placer dans l'étuve 6 heures minimum à 103°C±2°C
- Retirer la capsule de l'étuve et placer la dans le dessiccateur.
- Après refroidissement jusqu'à température ambiante, peser la coupelle métallique avec son contenu (soit M₂ cette masse)

Expression des résultats :

Mode de calcul et formule

Le taux de matière sèche en pour cent de l'échantillon est égal à :

$$\frac{M_2 - M_0}{M_1} * 100$$

M₀ : masse en gramme de la coupelle

M₁ : masse en gramme de la prise d'essai

M₂ : masse en gramme de la coupelle et de la prise d'essai après séchage.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des déterminations si les conditions de répétabilité sont respectées.

Répétabilité

La différence entre les résultats de deux déterminations effectuées simultanément par le même analyste ne doit pas être supérieure à 0.1 g de matière sèche pour 100g d'échantillon.

DOSAGE DE LA MATIERE MINERALE

Sécurité :

Porter une blouse et des gants

Objectif :

Déterminer la teneur en matière minérale de poisson ou produit à base de poisson après incinération à 550°C.

Matériel :

- Broyeur type TURMIX
- Dessiccateur garni d'un déshydratant efficace
- Balance analytique de précision
- Etuve universelle réglée à 103°C±2°C
- Creusets à incinération en porcelaine
- Aluminium
- Spatules
- Four à moufle à 550°C

Mode opératoire :

Effectuer cette analyse sur trois prélèvements par échantillon

- Sécher les creusets 30 minutes dans l'étuve réglée à 105°C±2°C
- Après refroidissement à température ambiante dans le dessiccateur, peser soigneusement le creuset à vide avec la feuille d'aluminium qui servira de couvercle durant l'incinération.(soit M_0 cette masse)
- Homogénéisation de l'échantillon
- Mettre l'équivalent de 10 g de matière fraîche, pesés avec précision, dans le creuset Recouvrir le creuset d'une feuille d'aluminium. Peser. (soit M_1 cette masse). Mettre le tout dans le four à 550°C durant 5 heures minimum. Les cendres doivent être blanches ou gris claires, apparemment dépourvues de particules charbonneuses. **ATTENTION, le marqueur est carbonisé dans de telles conditions, veiller à identifier d'une autre manière les échantillons et de bien repérer leur place dans le four.**
- **Attendre le refroidissement complet du four avant d'ouvrir la porte et sortir les échantillons**
- Placer le creuset dans un dessiccateur en attendant leur retour à température ambiante. Peser avec précision (soit M_2 cette masse)

Expression des résultats

La teneur en matière minérale pour cent en masse de l'échantillon est égale à :

$$\frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} * 100$$

M_0 : Masse en gramme du creuset + feuille d'aluminium

M_1 : Masse en gramme du creuset + feuille d'aluminium + échantillon

M_2 : Masse en gramme du creuset + feuille aluminium + échantillon après incinération

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des trois déterminations si mes conditions de répétabilité sont remplies.

Exprimer le résultat à 0.1% près

Répétabilité

La différence entre les résultats de deux déterminations, effectuées simultanément l'une après l'autre par le même analyste ne doit pas être supérieure à 0.1 g pour 100g d'échantillon.

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 phénolphtaléine
- 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.

➤ Dosage de la TMA

La démarche à suivre est la même que celle du dosage de l'ABVT exceptée qu'après avoir introduit dans la couronne de la cellule 1ml de l'extrait de trichloracétique, on ajoute 1ml d'eau et 0.5 ml de formol neutralisé.

Expression des résultats :

➤ Mode de calcul et formule

La teneur en ABVT exprimée en **mg d'azote pour 100g d'échantillon** est :

$$\text{ABVT} = \frac{V \times 0.14 (m_1 + m_2 + m_3) \times 100}{1 \times d \times m_1}$$

V = Volume en ml d'HCl 0.01N utilisé pour la titration

m₁ = masse en grammes de la prise d'essai

m₂ = masse en grammes d'eau utilisé pour l'extraction

m₃ = masse en grammes de l'acide trichloracétique utilisé pour l'extraction

d = densité de l'extrait trichloracétique

La teneur en TMA exprimée en **mg d'azote pour 100g d'échantillon** est :

$$\text{TMA} = \frac{V' \times 0.14 (m_1 + m_2 + m_3) \times 100}{1 \times d \times m_1}$$

où V' = Volume en ml d'HCl 0.01N utilisé pour la titration

La densité moyenne de la solution d'acide trichloracétique 20% est de 1.096 et les valeurs moyennes de d sont les suivantes :

❖ Cas des poissons frais ou congelés

$$d= 1.080$$

$$ABVT = V \times 27.8 \quad TMA = V' \times 27.8$$

❖ Cas des poissons en conserve et des soupes de poissons

$$d= 1.038$$

$$ABVT = V \times 41.7 \quad TMA = V' \times 41.7$$

❖ Cas des semi-conserves = saumon fumé

$$d= 1.040$$

$$ABVT = V \times 65.5 \quad TMA = V' \times 65.5$$

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations si les conditions de répétabilité sont remplies.

Exprimer le résultat à l'unité près en mg %

Répétabilité

La différence entre les résultats de deux déterminations, effectuées rapidement l'une après l'autre par le même analyste, ne doit pas être supérieure à 2mg d'azote pour 100g d'échantillon.

NORMES

ABVT

Jusqu'à 18 mg/100g	↔	très bon
De 18 à 25 mg/100g	↔	bon
De 25 à 35 mg/100g	↔	peut être livré à la consommation
35 mg/100	↔	gâté

TMA

Jusqu'à 5 mg/100g	↔	très bon
De 5 à 7 mg/100g	↔	bon
De 7 à 12 mg/100g	↔	peut être livré à la consommation
12 mg/100	↔	gâté

➤ Dosage de l'OTMA

La démarche à suivre est la même que celle du dosage de l'ABVT exceptée :

Introduire au centre de la cellule de conway 1ml de la solution d'acide borique.

Introduire dans la couronne de la cellule 1ml de l'extrait trichloroacétique, ajouter 0.7ml d'eau distillée et 0.3ml de trichlorure de titane. Agiter et attendre 10min.

Ajouter dans la couronne 0.5ml de formol. Agiter.

Placer le couvercle enduit de vaseline en laissant un espace.

Introduire rapidement la solution de carbonate de potassium et fermer le couvercle. Mélanger avec précaution.

Incuber 2H à 35°C ou 12H à T° ambiante.

Expression des résultats :

La teneur en OTMA exprimée en **mg d'azote pour 100g d'échantillon** est :

$$\text{OTMA} = (V_{\text{OTMA}} - V_{\text{TMA}}) \times \frac{0.14 \times (m_1 + m_2 + m_3) \times 100}{1 \times d \times m_1}$$

V_{OTMA} : volume en ml d'acide chlorydrique utilisé pour le dosage de l'OTMA

V_{TMA} : _____ TMA

INDICE THIOBARBITURIQUE

Sécurité : Porter lunettes, blouse et gants

Objectif : L'oxydation des graisses par l'air se traduit d'abord par la formation de peroxydes à partir des acides gras insaturés. Ceux-ci se décomposent en aldéhydes, hydroxycétones (qui communiquent l'odeur de rance) et en divers produits oxygénés. Ce protocole permet de mettre en évidence les aldéhydes et notamment l'aldéhyde malonique.

L'acide thiobarbiturique réagit avec l'aldéhyde malonique pour donner un complexe rose mesurable par spectrophotométrie.

La valeur de cet indice varie en fonction de la teneur en matière grasse, mais aussi de sa composition (% d'acides gras insaturés et degré d'insaturation).

Ce paramètre est donc essentiellement utilisé pour le suivi d'un lot homogène.

Matériel : - broyeur type TURMIX

- spectrophotomètre unicam UV/VIS
- bain-marie

Solutions et réactifs :

- solution trichloracétique à 7.5% contenant 0.1% de propylgallate et 0.1% EDTA
- solution d'acide thiobarbiturique 0.02M
- solution 2.10^{-5} M malonalaldéhyde bis diéthylacétal (Merck 80597 MM= 220.31g/mol – pureté 97%)

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

20 g de chair sont homogénéisés avec 100 ml de la solution TCA + EDTA + propylgallate pendant une minute puis filtré.

Solution 2L : Dissoudre 150g d'acide trichloroacétique dans de l'eau distillée. Rajouter 2g d'EDTA puis 2g de propylgallate. Dissoudre séparément le PG dans un peu d'alcool (2ml d'alcool pour 100mg) avant de l'incorporer au mélange TCA + EDTA. Compléter à 2 litres.

- Dans un tube à bouchon à vis, ajouter à 5ml de filtrat, 5 ml de la solution d'acide thiobarbiturique 0.02 M.
- Le tube fermé hermétiquement est porté au bain marie bouillant pendant 40 min, puis refroidi immédiatement. Pendant le chauffage, le contenu du tube devient trouble en raison de la formation du chloroforme. Si il reste limpide, le chloroforme s'est alors évaporé. Relancer alors l'analyse en veillant à bien boucher le tube.
- Après refroidissement, ajouter 4ml de méthanol. Dans un premier temps, agiter doucement afin d'éviter une surpression dans le tube, puis vigoureusement pour dissoudre le chloroforme.

Mesurer l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre à une longueur d'onde de 532nm. Faites un blanc avec 5ml de (TCA + propylgallate + EDTA) + 5ml de solution d'acide thiobarbiturique traité dans les mêmes conditions que précédemment.

- Faire une gamme étalon à partir de la solution 2.10^{-5} M de malonaldéhyde suivant le tableau ci-dessous :

µmole de malonaldéhyde	0	1.10^{-2}	2.10^{-2}	4.10^{-2}	6.10^{-2}	8.10^{-2}	10.10^{-2}
ml de solution 2.10^{-5} M	0	0.05	1	2	3	4	5
ml (TCA + PG +EDTA)	5	4.5	4	3	2	1	0
ml TBA 0.02M	5	5	5	5	5	5	5
	Bain marie pendant 40min.Puis laisser refroidir						
ml méthanol	4	4	4	4	4	4	4

Agiter. Lecture à 532 nm

Expression des résultats :

- Etablir la courbe d'étalonnage.

L'indice thiobarbiturique exprimé en µmole de malonaldéhyde par kg est égale à :

$$IT = A \times 10^{-2} \times \frac{120}{5} \times 50 = 12A$$

A = concentration en 10^{-2} µmole/l lue sur la courbe étalon

L'indice thiobarbiturique exprimé en mg de malonaldéhyde par kg est égale à :

$$IT = 12 \times A \times \frac{72}{1000} = A \times 0.864 \times 100$$

La masse molaire de l'aldéhyde malonique est de 72g/mol.

A= Concentration en 10^{-2} mole lue sur la courbe étalon
 120 correspond à 20g de chair + 100ml de (TCA+EDTA+PG)
 5 correspond à la prise d'essai 5ml de filtrat
 50 coefficient servant à ramener le résultat en kg de chair

2.3 Analyses génétiques

Extraction de l'ADN

Les prélèvements de tissu musculaire dépourvu de peaux et d'arêtes ont été effectués au niveau des muscles dorsaux puis congelés immédiatement à -20°C dans l'attente des analyses. Deux méthodes ont été utilisées pour extraire l'ADN total des différents échantillons.

1) Extraction par la méthode phénol / chloroforme / isoamylole (PCI)

Cette méthode d'extraction est dérivée de la méthode proposée par Quinteiro *et al* (1998). Les tissus partiellement décongelés sont tout d'abord dilacérés puis environ 200 mg de tissu par échantillon sont pesés et mis en suspension dans 1 mL de tampon TENS (Tris-HCl 10mM, pH 8.0, EDTA 30 mM, NaCl 100 mM, SDS 5%, dithiothreitol 50 mM) additionné de 25 μL de protéinase K (Qiagen, Les Ulis, France). Afin d'optimiser la lyse des cellules et la dénaturation des protéines, cette solution est mise à incuber durant une nuit à 37°C . L'extraction de l'ADN est ensuite effectuée par la méthode d'extraction par PCI (phénol : chloroforme : alcool isoamylole, 25 : 24 : 1) (Sigma, Saint Quentin Fallavier, France) consistant en l'ajout de 1 mL de la solution PCI suivi d'une centrifugation (20 minutes, $10000 \times g$, 4°C). Cette étape, répétée trois fois, permet de concentrer l'ADN dans la phase aqueuse débarrassée du matériel protéique et lipidique. Afin de précipiter l'ADN un dixième de volume d'acétate de sodium 3M et deux volumes d'éthanol absolu glacé (-20°C) sont ajoutés à la phase aqueuse récoltée au préalable, le tout est mis à -20°C au moins deux heures. Une centrifugation de 30 minutes ($10000 \times g$, 4°C) est ensuite effectuée. Le culot d'ADN obtenu est ensuite lavé deux fois par ajout d'éthanol 70 % suivi d'une centrifugation (15 minutes, $10000 \times g$, 4°C), ce lavage ayant pour but d'éliminer tous les sels de précipitation résiduels. Après un séchage à l'étuve le culot est re-suspendu dans 50 à 100 μL de tampon TRIS-EDTA et conservé à 4°C jusqu'à utilisation. La qualité des extraits est contrôlée par électrophorèse sur gel d'agarose et par mesure des densités optiques par spectrophotométrie.

2) Extraction à l'aide du kit Invitrogen « ChargeSwitch[®] Forensic DNA Purification Kit »

Ce kit d'extraction d'ADN total est basé sur l'utilisation de billes magnétiques qui, en fonction du pH du milieu établi par les tampons utilisés lors de l'extraction, vont retenir puis libérer l'ADN présent dans le milieu d'extraction. La méthode est rapide (moins de 2 heures) et a donné d'excellents résultats même si la quantité d'ADN extraite au final est nettement moindre qu'avec la méthode au P.C.I.

Ces extractions d'ADN ont été faites en suivant le mode opératoire fourni avec le kit Invitrogen.

Amplification des marqueurs Rhodopsine et Cytochrome b par PCR

Les deux marqueurs moléculaires (Rhodopsine et Cytochrome b) ont été choisis en référence au programme européen FishTrace (www.fishtrace.org).

Le marqueur Rhodopsine est un fragment d'ADN nucléaire de 460 nucléotides obtenus par PCR - Nested à l'aide de deux couples amorces (PCR1 (F2B/R5), nested (F2/R4)).

Le marqueur Cytochrome b est une séquence d'ADN mitochondriale d'environ 1141 nucléotides obtenus par deux PCR amplifiant indépendamment les parties 5' et 3' du gène.

Le fragment 5' (717 nucléotides) est amplifié à l'aide du couple d'amorce Fishcytb/cytb5R et le fragment 3' (667 nucléotides) à l'aide du couple d'amorce cytb7F/Trucytb. Les protocoles détaillés des PCR sont accessibles sur le site WEB de la base de donnée FishTrace.

Les marqueurs Rhodopsine (460 nucléotides) et Cytochrome b (656 nucléotides dans la partie 5' du gène codant pour le cytochrome b) ont été amplifiés par PCR pour chacun des douze individus de platax. Il n'a pas été possible d'amplifier l'intégralité du fragment d'ADN codant pour le gène du cytochrome b avec les amorces PCR Fishtrace. Malgré la création d'une amorce interne « Sens » adaptée au platax pour l'amplification de la partie 3' du gène l'amplification n'a pas été possible. Il semble donc que l'amorce antisens 3' Fishtrace (Trucytb) ne soit pas utilisable pour cette espèce. Le développement d'une nouvelle amorce n'a pas pu être envisagée dans le cadre de ce travail.

Contrôle des produits PCR

Un contrôle par électrophorèse sur gel d'agarose (Starpure Agarose, Starlab, Ahrensburg, Allemagne) est systématiquement effectué afin de vérifier la qualité de l'amplification par PCR. Les gels de 1.5 % d'agarose sont polymérisés dans du tampon TAE 1 X (EDTA2 mM, Tris acétate 40 mM, pH 8,5) après chauffage et refroidissement. La visualisation est possible grâce à l'incorporation dans le gel avant sa polymérisation de GelRed™ (Interchim) fluorescent sous UV.

Après dépôt des échantillons, une migration sous une tension de 90 V est appliquée au gel d'agarose dans un bain de TAE 1 X.

Séquençage

Purification et quantification des produits PCR

Les amplicons sont purifiés en suivant le mode opératoire fourni avec le kit de purification «QIAquick PCR purification» (Qiagen). Cette purification permet d'éliminer les sels, les amorces non utilisées, l'enzyme PCR et les dNTP résiduels pouvant interférer lors du séquençage. Une électrophorèse sur gel d'agarose permet de s'assurer de la qualité de la purification des produits PCR et de quantifier ces produits grâce à l'utilisation de marqueurs spécifiques (MassRuler, MBI Fermentas, Vilnius, Lituanie)

Réaction de séquence

Le séquençage des amplicons purifiés de la PCR est réalisé par électrophorèse capillaire dans un séquenceur CEQ8000 de Beckman-Coulter (Fullerton, USA). Au préalable, une réaction de séquence (méthode Dye Terminator Cycle Sequencing) dérivée de la méthode de Sanger (Sanger *et al*, 1977) est effectuée à l'aide du kit GenomeLab « Quick Start Mix » fourni par Coulter-Beckman.

Les données du séquenceur ont été analysées à l'aide des logiciels Sequencing et Investigator (Beckman). Les alignements de séquences et les analyses phylogéniques ont été réalisées respectivement avec les logiciels Bioedit (Hall, 1999) et MEGA version 3.1 (Kumar *et al*, 2004).

Annexe 3 – Tableaux des résultats microbiologiques et chimiques

3.1 Analyses microbiologiques

600g

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobie totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	2.3 (0.2)	absence
6	2.2 (0.6)	absence
13	6.7 (0.4)	1.7 (0.7)

900g

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobie totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	1.9 (0.8)	absence
7	1.7 (0.4)	absence
14	3.2 (0.5)	absence
20	5.6 (1.1)	4.5 (pour 1 des 3 poissons)

1,0 kg

*Poissons entiers

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobie totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	2,6 (0,1)	2,5 (0,2)
7	4,3 (1,2)	2,0 (0,6)
14	6,0 (0,6)	4,4 (1,2)

* Filets sous glace

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobie totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	3,3 (0,1)	Absence
7	4,9 (1,1)	2,2 (0,3)
14	8,6 (0,2)	6,7 (0,1)

*Filets sous vide

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobique totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	4,0 (0,2)	2,0 (0,4)
7	5,8 (0,3)	5,2 (0,5)
14	6,8 (0,1)	7,8 (0,1)

1.2kg

*Poissons entiers

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobique totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	Absence	Absence
7	1.7 (0.6)	Absence
14	5.1 (1.0)	3.3 (0.7)
21	7.1 (0.6)	5.6 (1.2)

* Filets sous glace

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobique totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	3.4 (0.4)	3.3 (0.4)
7	4.0 (0.6)	3.5 (0.5)
14	7.8 (0.1)	5.5 (0.9)

*Filets sous vide

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobique totale (log ufc/g)	Flore productrice d'H2S (log ufc/g)
0	4.1 (0.3)	1.5 (0.2)
7	5.1 (0.3)	5.4 (0.7)
14	6.2 (0.2)	7.7 (0.7)
21	7.6 (0.7)	8.4 (0.3)

*Filets fumés

Durée d'entreposage (jours)	Flore aérobique totale (log ufc/g)
0	1.8 (0.1)
18	2.9 (0.8)
25	3.8 (0.6)

3.2 Analyses chimiques

1.0kg

*Filets sous glace

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote %g)	TMA (mg d'azote %g)
0	14,21 (1,28)	1,61 (0,19)
7	14,74 (1,07)	1,79 (0,14)
14	15,01 (1,16)	1,73 (0,19)

*Filets sous vide

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote %g)	TMA (mg d'azote %g)
0	14,68 (1,39)	1,86 (0,16)
7	16,59 (0,41)	2,22 (0)
14	22,58 (1,69)	6,27 (1,48)

1.2kg

*Poissons entiers

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote %g)	TMA (mg d'azote %g)
0	15,64 (0,69)	0
7	16,54 (0,22)	0
14	16,57 (0,36)	0
21	17,61 (2,09)	2,65 (1,13)

* Filets sous glace

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote %g)	TMA (mg d'azote %g)
0	13,00 (0,58)	0
7	13,05 (1,24)	0
14	12,70 (1,53)	0

*Filets sous vide

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote %g)	TMA (mg d'azote %g)
0	14,56 (0,32)	0
7	19,88 (0,15)	2,04 (0,36)
14	23,3 (3,37)	10,4 3,05
21	29,84 (1,81)	16,3 (0,48)

* Filets fumés

Durée d'entreposage (jours)	ABVT (mg d'azote %g)
4	12,91 (1,00)
18	15,66 (0,62)
25	24,58 (4,54)

1.2kg

*Poissons entiers

Durée d'entreposage (jours)	Eau (%)	Lipides (%)	IT (mg MDA/kg chair)	IT (mg MDA%g lipides)
0	74,31 (0,98)	2,43 (0,16)	0,87 (0,28)	3,55 (0,98)
7	73,46 (0,15)	3,05 (0,25)	1,27 (0,03)	4,09 (1,37)
14	72,64 (1,22)	4,03 (1,34)	1,59 (1,14)	3,94 (2,07)
21	74,43 (0,63)	2,11 (0,6)	3,02 (0,39)	14,14 (9,13)

* Filets sous glace

Durée d'entreposage (jours)	Eau (%)	Lipides (%)	IT (mg MAD/kg chair)	IT (mg MDA% g lipides)
0	69,46 (1,32)	9,73 (1,76)	0,48 (0,09)	0,51 (0,14)
7	67,24 (1,59)	12,53 (1,62)	2,00 (0,01)	1,61 (0,31)
14	71,25 (0,85)	8,99 (0,55)	3,63 (0,24)	4,04 (0,07)

*Filets sous vide

Durée d'entreposage (jours)	Eau (%)	Lipides (%)	IT (mg MAD/kg chair)	IT (mg MDA% g lipides)
0	70,47 (0,93)	7,62 (2,17)	0,16 (0,02)	0,23 (0,09)
7	68,61 (0,8)	9,42 (0,98)	0,82 (0,25)	0,88 (0,27)
14	70,89 (0,75)	8,16 (0,17)	0,87 (0,21)	1,06 (0,27)
21	71,34 (1,08)	5,99 (0,65)	1,43 (0,55)	2,34 (0,71)

Annexe 4 – Tableaux des cotations organoleptiques

Evolution au cours de la conservation à l'état réfrigéré des poissons entiers

600g

Poisson		J0	J6	J13
Peau	Aspect	Mat, gris argenté, se décolorant	Mat, gris argenté, se décolorant, zones où la peau se déchire	Mat, se décolorant, jaunâtre
	Mucus	Absence	Absence	Absence
	Odeur	Peau de poisson séché, métallique, foin	Peau de poisson séché, oxydé, métallique, foin, thé	Neutre
	Texture	Très ferme	Ferme	Ferme
Yeux	Pupille	Blanche	Blanche	Blanc-jaune
	Forme	Creuse	Creuse	Creuse
Cavité viscérale	Péritoine	Adhérent	Adhérent	Non adhérent
	Odeur			Huile de lin

Filet cru	Brillance	Laiteux	Laiteux	Laiteux
	Couleur	Blanc-gris	Gris-jaune	Gris-jaune
	Colonne vertébrale	Visible	Visible	Visible, bien marquée sur l'arrière
	Odeur	Marine, végétale (foin)	Faible, herbe sèche, foin, thé	Formol, foin
	Texture	Ferme, certains myotomes se séparent	Ferme	Mou

Filet cuit	Odeur	Marine, semi-gras léger, Pomme de terre, laiteuse	Poisson gras, pomme de terre, laiteuse	Poisson gras, laiteuse
	Saveur	Marine, semi-gras léger, pomme de terre, sucrée	Poisson gras, métallique	Peu intense, oxydée et amère
	Texture	Ferme, dense, longs myotomes, collante, film collagène	Dense, sèche	Molle, humide, pâteuse, collante, sèche

900g

Poisson		J0	J7	J14	J20
Peau	Aspect	Légères irisations ou se décolorant	Se décolorant ++	Mat, se décolorant	Décolorée sur de grandes zones
	Odeur	Léger marine, javel, foin, métallique	Léger marine, javel	Peau de poisson séché, métallique, rance léger	rance
	Texture	Ferme (dur)	Dur	Ferme ++	Ferme, empreinte reste 1 sec.
Yeux	Pupille	Blanche	Blanche	Blanche, cornée pas très opalescente, pas rouge	Rouge ou Blanche/jaune
	Forme	Creuse	Très creuse	Creuse	Boursouflée ou très creuse
Cavité viscérale	Péritoine	Adhérent	Adhérent	Adhérent	Adhérent
	Odeur			Beurre rance	Rance, aigre

Filet cru	Brillance	Laiteux	Laiteux	Opaque, laiteux, muscle brun foncé	Opaque
	Couleur	Blanc, gris/ bleu	Blanc/gris	Blanc/gris, blanc/beige	Gris/beige
	Odeur	Neutre, carton	Herbe	Assez neutre, léger marin, léger herbe	Neutre, léger herbe coupée, foin (paille sèche)
	Texture	Ferme	Ferme	Ferme, empreinte doigt reste quelques secondes	Ferme ou légèrement molle

Filet cuit	Odeur	Pomme de terre	Poisson gras, p. de terre	Poisson gras, p. de terre, rance	Poisson gras, p. de terre, aigret
	Saveur	Poisson gras léger, sucrée, métallique	Poisson gras, p. de terre, laiteux, sucrée, amère	Poisson gras, ++ , p. de terre	Poisson gras, p. de terre, laiteux, sucrée, amère
	Texture	Ferme, longues fibres, dense Collante léger, sèche à la fin	Ferme, dense, collante, sèche	S'émiette, humide puis sèche	Ferme, sèche++

1.0kg

Poisson		J0	J7	J14
Peau	Aspect	Se décolorant Encore un peu d'écailles Mat Délavé	Se décolorant Un peu jaune	Délavé Reflets jaunes sur nageoires Zones noires
	Odeur	Marine (vieux), Métallique (chambre froide)	Marine (vieux), Foin +++	Vieux poisson, rance, aigre Métallique, herbe
	Texture	Ferme Marque disparaît ou marque reste + 3 sec	Marque disparaît facilement ++	Ferme ++
Yeux	Pupille	Blanche	Blanche	Rouge + Blanche
	Forme	Creuse	Creuse	Plate Boursouflée Creuse
Cavité viscérale	Péritoine	Adhérent	Adhérent	Adhérent
	Odeur	Neutre	Un peu rance	Aigre, putride

Filet cru	Brillance	Laiteux	Laiteux	Opaque
	Couleur	Gris/beige ou gris	Gris clair	Gris/jaune
	Odeur	Herbe/foin, marine	Pomme de terre, patate douce, végétale ++	Herbe, poisson, châtaigne, patate douce
	Texture	Molle	Molle, empreinte disparaît	Molle, empreinte reste

Filet cuit	Odeur	Poisson gras, de lait léger aigrelet	Poisson gras, p. de terre, laiteux	Poisson gras++ Laiteux
	Saveur	Pomme de terre Peu marin Très neutre	Poisson gras, p. de terre, ou neutre, papier mâché +, ou un peu rance, javel	Poisson gras Sucrée Papier mâché
	Texture	Fibreuse Sèche	Ferme, dense, un peu collante, un peu sèche à la fin	S'émiette Collante ++

1.2kg

Poisson		J0	J7	J14	J20
Peau	Aspect	Léger brillant	Brillant, dépigmenté	Mat, jaunissant	Mat se décolorant
	Odeur	Léger marin, foin, métallique Peu intense	Léger marin, métallique, neutre++	De poisson congelé, métallique, marin fort, rance	Putride
	Texture	Dur	Ferme	Dur	Dure
Yeux	Pupille	Blanche (un peu de noir autour)	1blanche/1noire	Blanche, cornée opalescente	Blanche ++ Purulente
	Forme	Plate ou Creuse	Creuse	Plate ou Creuse	Creuse
Cavité viscérale	Péritoine	Adhérent	Adhérent	Pas éviscéré	Adhérent
	Odeur	Marine neutre	Marine	Aigre, putride	Putride

Filet cru	Brillance	Laiteux	Laiteux	Laiteux, opaque	Laitieuse, opaque
	Couleur	Blanc/gris,	Jaune/gris	Grise	Gris/beige
	Odeur	Féculent très prononcé	Peu intense, neutre, féculent	Marin, foin, p. de terre ou Altéré, aigre	Faible, léger féculent
	Texture	Ferme	Ferme	Empreinte reste	Empreinte reste, élastique

Filet cuit	Odeur	Poisson gras + Laiteux	Poisson gras, laiteux	Poisson gras ++, rance, aigre	Poisson gras, rance, aigrelet
	Saveur	Poisson gras, sucrée	Poisson gras fort	Poisson gras ++ Ou papier mâché, amère	Poisson gras, un peu rance (goût métal)
	Texture	Dense, fibreuse, collante, sèche	S'émiette un peu, collante, sèche léger	S'émiette, dense, collante, sèche	Humide, collante, peu sèche

Tableau de cotation de référence pour le Platax congelé

Poisson entier			
Peau	Aspect	Brillant, irisé	0
		Mat, se décolorant	1
		Jaunissant	2
	Odeur	Marine, algue	0
		Herbe, foin, métallique	1
Neutre, vieux poisson		2	
Rance		3	
Putride	4		
Texture	Ferme	0	
	Molle - Marque disparaît rapidement	1	
	Très molle - Marque reste + 3 secondes	2	
Yeux	Pupille	Blanche	0
		Blanc jaune ou rouge	1
		Jaunâtre	2
	Forme	Plate	0
Creuse		1	
Très creuse ou boursouflée		2	
Cavité viscérale	Odeur	Marine	0
		Neutre	1
		Oxydée (beurre rance - huile de lin)	2
		Aigre, putride	3
Filet cru			
Aspect chair	Brillance	Laitieuse	0
		Opaque	1
	Couleur	Blanche (ou bleutée)	0
		Gris clair	1
Gris jaune	2		
Aspect muscle brun (côté peau)	Couleur	Grenat	0
		Brun rouge	1
		Marron	2
Chair	Odeur	Marine,	0
		Foin, féculent (patate douce)	1
		Neutre	2
		Aigre, acide	3
		Aminée	4
Putride	5		
Chair	Texture	Ferme	0
		Molle - Marque disparaît rapidement	1
		Très molle - Marque reste + 3s	2

Annexe 5 – Tableaux des tests sensoriels

Description des caractéristiques sensorielles des filets de platax cuit
Après décongélation et après 15 jours d'entreposage sous glace

J0 (24 juges)		J15 (17 juges)	
ODEUR	réponses	ODEUR	réponses
intensité forte	5	intensité forte	3
poisson semi-gras	10	poisson semi-gras	3
poisson gras	2	poisson gras	5
sardine grillée	1	poisson maigre	2
poisson maigre	4	marine/iodée	3
marine/iodée	10	coquille de moule	1
coquillage cuit	1	crustacé	1
marée	1	lait bouilli	9
algue	1	lait caillé	2
Crustacé	1	pomme de terre	4
lait bouilli	18	serpillière	2
lait caillé	1	terreuse	2
beurre	3	champignon	3
crème	1	moisi	2
pomme de terre	10	de gras	3
eau douceâtre	3	rance	3
terreuse	4	herbe	1
champignon	2	sucrée	1
serpillière	1	noisette	1
huile	1	métallique	1
rance	2	altérée	4
foin	1	vieille marée	2
sucrée	1	aigre	1
métallique	1	acide	1
FLAVEUR	réponses	FLAVEUR	réponses
peu intense	4	intensité forte	3
poisson semi-gras	10	poisson semi-gras	10
poisson gras/maquereau	1	poisson maigre	2
poisson maigre	2	marine/iodée	3
marine/iodée	10	pomme de terre	1
crustacé	1	lait	1
pomme de terre	4	terre/moisi	3
lait	4	champignon	5
beurre	1	serpillière	1
terreuse	3	rance	4
poisson eau douce	1	huile (friture)	3
champignon	6	herbe	3
serpillière	1	plastique	1
végétale	2	salée	6
salée	10	acide	3
sucrée (noisette, artichaut)	2	amertume	4
amertume	2	métallique	5
métallique	8	coquillage pas frais	1
		altérée	2
		aminée	1

ASPECT	réponses	ASPECT	réponses
compact	11	compact	9
myotomes serrés	3	myotomes qui se séparent	1
homogène	6	homogène	1
peu lisse/granuleux	2	pas lisse/grumeleux	1
surface brillante	3	surface brillante	1
couleur hétérogène	2	couleur hétérogène	1
blanc crème	12	blanc crème	1
blanc cassé	2	blanc cassé	1
beige	3	blanc/beige	8
blanc/gris	26	gris	11
dépôts gris	1	taches marrons	2
taches marrons	5	stries noires	9
muscle brun	1	bords jaunâtres	2
stries noires	8	protéines coagulées	9
protéines coagulées	8	gouttes de gras dans jus	8
peu gouttes de gras dans jus	9	pellicule grasse	1
TEXTURE	réponses	TEXTURE	réponses
1ère impression (morsure)		1ère impression (morsure)	
ferme	19	ferme	9
flasque / molle	1	flasque / molle	4
élastique	1	élastique	1
fibres serrées	2	compacte	2
compacte	2	dense	3
dense	5		
forte exsudation	1		
2 ème impression (mastication)		2 ème impression (mastication)	
friable	2	friable	13
fibreux	16	fibreux	7
granuleux	2	granuleux	6
collant	7	collant	5
sec	17	sec	9
humide	2	humide	3
pâteux	1	fondant	1
mâchement (important)	5	mâchement (important)	4
grasse	1	grasse	2
film gras	3	film gras	2

Liste des descripteurs sensoriels du poisson cuit et définitions

Odeur

intensité globale

intensité de l'odeur perçue quelle que soit l'odeur

poisson gras

odeur liée à la présence de lipides cuits - s'oppose à poisson maigre

marine / iodée

odeur liée à l'eau de mer, l'iode

laiteuse

référence : lait bouilli

pomme de terre

cuite

de terre

odeur de moisi, sous bois, terre humide

rance

vieux beurre

Aspect

couleur blanche

couleur beige

homogénéité de la couleur

compact

chair très serrée

protéines coagulées en surface

film blanc, gélatineux, notez la surface recouverte

stries noires

gouttelettes de gras dans le jus

quantité de gouttelettes par rapport au jus de cuisson

largeur des myotomes feuilletés

notez l'épaisseur des feuilletés visibles

Texture

Première phase – morsure du produit

fermeté

force nécessaire pour comprimer le produit entre les molaires

texture dense

présence ou non d'air dans le produit, critère allant d'aéré à dense

texture élastique

reprend sa forme initiale après une compression

friabilité

produit qui se casse à la morsure

exsudation

relargage d'eau à la compression

Deuxième phase – mastication

texture fondante

impression de disparition du produit sur la langue

texture fibreuse

perception de particules de forme allongée

humidité

importance de la quantité d'eau présente dans le produit

mâchement

nombre de mastication nécessaire avant d'avaler

texture pâteuse

le produit se transforme en pâte, en boule au cours de la mastication

texture collante ou adhérence sous la dent
force nécessaire pour décoller le produit des dents
film gras
perception d'une pellicule grasse sur la langue

Flaveur

Goût +odeur perçus pendant la mastication

intensité globale
intensité perçue quelle que soit la note
poisson gras
flaveur liée à la perception de lipides cuits
marine / iodée
flaveur liée à l'eau de mer
de terre
sous bois
laiteuse
référence : lait bouilli
pomme de terre
type purée de pomme de terre
rance
gras oxydé
salée
saveur du NaCl
sucrée
acide
ex : citron
amère
saveur de la quinine, pamplemousse
métallique

Caractéristiques sensorielles de filets Platax (900g) cuits comparées à celles du thon rouge, de la dorade coryphène et du saint-pierre

	Descripteurs	Dorade coryphène	Platax	Saint Pierre	Thon rouge	probabilité
Odeur	intensité globale	6.57 a	6.17 ab	5.81 ab	5.40 b	0.03 *
	poisson gras	4.00 a	3.22 ab	1.58 c	2.89 b	0.0002 ***
	marine/iodée	2.52	2.70	1.79	2.38	t 0.08
	laiteuse	1.69	2.09	2.23	1.67	0.45
	pomme de terre	1.20 b	1.65 ab	2.30 a	1.45 b	0.019 *
	de terre	0.97	1.41	0.46	0.57	0.19
	rance	1.40 a	0.31 b	0.69 ab	0.54 b	0.04 *
Aspect	couleur blanche	2.27 b	5.58 a	6.05 a	0.93 c	<0.0001 ***
	couleur jaune	5.79 b	1.44 c	2.02 c	7.37 a	<0.0001 ***
	couleur homogène	5.16 b	4.81 b	5.60 b	6.74 a	0.003 **
	aspect compact	6.18 b	5.69 bc	5.41 c	7.95 a	<0.0001 ***
	protéines coagulées	6.73 a	3.32 b	5.98 a	5.71 a	<0.0001 ***
	stries noires	0.38 b	4.81 a	0.50 b	0.14 b	<0.0001 ***
	gouttes de gras (jus)	1.05 b	2.42 a	1.84 ab	0.99 b	0.004 **
largeur myotomes	2.92 b	3.20 b	3.52 b	4.88 a	0.001 ***	
Texture	fermeté	6.44 a	4.15 c	5.49 b	7.05 a	<0.0001 ***
	texture dense	6.88 a	4.40 c	5.27 b	7.49 a	<0.0001 ***
	élasticité	3.19 a	1.98 b	2.82 ab	3.57 a	0.012 *
	friabilité	3.71 b	5.27 a	4.83 a	3.01 b	<0.0001 ***
	exsudation	2.72	3.47	3.05	2.60	0.26
	fondante	1.04 bc	2.36 a	1.59 b	0.81 c	<0.0001 ***
	fibreuse	6.20 ab	4.76 c	5.58 b	6.69 a	<0.0001 ***
	humidité	2.87 b	4.20 a	3.78 a	2.72 b	0.003 **
	mâchement	6.40 a	3.82 b	4.44 b	6.55 a	<0.0001 ***
	pâteuse	1.92	1.55	1.67	2.02	0.66
	collante	3.42 a	2.76 ab	2.24 b	3.59 a	0.023 *
film gras	1.60 ab	2.01 a	0.83 c	1.20 bc	0.005 **	
Flaveur	globale	6.79	6.20	6.06	6.45	0.15
	poisson gras	3.90 a	2.65 b	1.41 b	2.45 b	0.0011 **
	marine/algue	2.95	3.35	3.18	2.49	0.18
	de terre	0.43 b	1.45 a	0.38 b	0.19 b	0.003 **
	laiteuse	0.60 b	0.95 b	2.70 a	0.36 b	<0.0001 ***
	pomme de terre	1.44 bc	1.79 ab	2.30 a	0.90 c	0.008 **
	rance	1.32 a	0.24 b	0.40 b	0.54 b	0.005 **
	salée	2.89	2.71	2.52	3.06	0.26
	sucrée	0.54	0.80	1.10	0.58	0.07
	acide	2.09 b	0.33 c	0.21 c	4.00 a	<0.0001 ***
	amère	0.79	0.97	0.20	0.75	t 0.07
métallique	1.19 b	0.72 b	0.44 b	1.95 a	0.0005 ***	

Moyennes des notes du groupe et résultat de l'analyse de variance à 2 facteurs (juges, produits)
(22 juges)

t: tendance, *: significatif à 5 %, **: significatif à 1 %, ***: significatif à 0,1 %

Les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes

Caractéristiques sensorielles de filets de Platax (1.0kg) cuits comparées à celles de filets de dorade royale et de bar d'élevage provenant de Grèce

	Descripteurs	Bar	Dorade	Platax	Probabilité
Odeur	intensité globale	5.61	6.17	6.55	t 0.052
	poisson mi-gras	3.49	3.97	4.44	0.15
	marine/iodée	2.67	2.78	2.39	0.60
	de lait bouilli	3.00	2.41	2.91	0.44
	terre/moisi	0.76	1.75	1.07	0.20
	Après ouverture du bol : lait aigre	3.44 a	2.64 ab	1.85 b	0.011*
Aspect	couleur homogène	6.54 a	6.22 a	3.44 b	<0.0001 ***
	couleur blanche	7.11 a	6.79 a	3.46 b	<0.0001 ***
	protéines coagulées	3.68	3.83	4.03	0.83
	taches brunes	2.51	2.27	3.27	0.11
	stries noires	3.12 b	2.69 b	4.37 a	0.0002 ***
	gouttelettes de gras dans jus	4.68 b	6.02 a	2.90 c	<0.0001 ***
Texture	fermeté	4.11 b	4.74 b	5.64 a	0.0014 **
	densité de la chair (fibres serrées)	4.46 b	4.88 b	5.85 a	0.014 *
	humidité	4.69 a	4.62 a	2.99 b	0.0003 ***
	fibreux	4.12 b	4.73 ab	5.33 a	0.04*
	collant	3.52	3.44	3.08	0.45
	mâchement/nombre	3.83 b	4.64 ab	5.08 a	0.04*
	film gras	3.39 a	3.81 a	2.45 b	0.0002 ***
Flaveur	intensité globale	5.79	6.02	5.93	0.79
	poisson semi-gras	3.74 b	4.96 a	4.17 ab	0.04*
	pomme de terre	2.04	2.00	2.05	0.99
	terre/moisi	0.84	0.63	1.05	0.33
	salée	3.35	3.23	3.38	0.77
	amère	0.73	0.69	0.93	0.64
	métallique	0.86	0.57	1.35	0.09

Moyennes des notes du groupe et résultat de l'analyse de variance à 2 facteurs (juges, produits)
(19 juges)

t: tendance, *: significatif à 5 %, **: significatif à 1 %, ***: significatif à 0,1 %

Les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes

Caractéristiques sensorielles de filets de Platax (1.0kg) cuits avec barbe et sans barbe

	Descripteurs	Avec barbe		Sans barbe		Probabilité
		Moyenne	Ect.	Moyenne	Ect.	
Odeur	intensité globale	5.78	1.33	6.15	1.46	0.14
	poisson mi-gras	4.34	1.47	4.07	1.64	0.39
	marine/iodée	3.29	1.65	3.54	2.21	0.35
	de lait bouilli	3.03	2.37	2.87	2.31	0.58
	pomme de terre	1.99	1.66	1.72	1.67	0.18
	terre/moisi	0.80	0.96	0.51	0.82	0.18
	rance	0.23	0.32	0.28	0.45	0.67
Aspect	homogénéité couleur	3.66	1.74	3.77	1.74	0.57
	couleur blanche	3.38	1.88	3.17	2.01	0.40
	protéines coagulées	2.83	2.12	2.25	2.14	0.049*
	stries noires	4.56	2.13	4.66	2.29	0.74
	gouttelettes de gras	6.34	1.41	3.81	1.29	<0.0001***
Texture	fermeté	4.13	1.40	4.51	1.71	0.21
	texture dense	4.19	1.88	4.63	2.03	0.10
	humidité	4.54	1.49	3.49	1.27	0.002**
	fibreux	4.34	1.65	4.49	1.86	0.57
	collant	3.93	2.20	3.34	2.02	0.10
	mâchement	4.21	1.72	4.29	1.55	0.81
	film gras	4.34	2.29	2.58	1.65	0.0002***
Flaveur	intensité globale	5.79	1.41	5.19	1.23	0.023*
	poisson semi-gras	5.32	2.07	3.81	1.84	0.0025**
	pomme de terre	2.11	1.89	2.43	1.73	0.19
	terre/moisi	0.71	1.04	0.55	0.67	0.47
	rance	0.41	0.64	0.33	0.53	0.63
	salée	3.48	1.74	3.32	1.54	0.36
	sucrée	1.28	1.22	0.89	1.03	0.017*
	amère	0.54	0.80	0.66	1.28	0.40
	métallique	0.56	0.62	0.68	0.92	0.40

Moyennes des notes du groupe et résultat du test de Student (16 juges)

t: tendance, *: significatif à 5 %, **: significatif à 1 %, ***: significatif à 0,1 %

Caractéristiques sensorielles de filets de Platax fumé (1.2kg) comparées à des émincés de thon et de marlin fumé

	Descripteurs	Marlin	Platax	Thon	probabilité
Odeur	intensité globale	5.29	5.86	5.20	t 0.09
	fumée	4.29 b	5.90 a	4.86 ab	0.02*
	bacon	3.38	2.10	3.30	0.11
	poisson	1.87	1.77	2.33	0.26
	végétale/herbe	1.48	0.92	0.68	0.12
Aspect	homogénéité de la couleur	6.27 a	4.26 b	5.29 ab	0.0013 **
	couleur beige rosé	5.51 a	0.86 b	5.35 a	<0.0001 ***
	couleur jaune	0.99 b	5.74 a	0.60 b	<0.0001 ***
	aspect gras	3.74 a	0.97 b	3.68 a	<0.0001 ***
	présence de stries blanches	1.69	1.64	1.11	0.28
	présence de stries noires	0.14 b	2.86 a	0.11 b	<0.0001 ***
	présence d'irisation	1.16 b	0.58 b	4.71 a	<0.0001 ***
Texture	fermeté	4.39 b	6.20 a	3.59 c	<0.0001 ***
	texture croquante	2.76 b	4.58 a	2.07 b	<0.0001 ***
	texture fondante	3.56 a	2.36 b	3.47 a	0.01*
	texture grasse	2.74	2.32	2.72	0.30
	texture pâteuse	1.57	1.10	1.59	0.15
Flaveur	Fl. intensité globale	5.53 b	6.20 a	6.71 a	0.0003 ***
	Fl. fumée	4.57 b	5.54 a	5.42 a	0.04*
	Fl. bacon	3.70 b	2.59 b	4.92 a	0.0007 ***
	Fl. poisson	1.91	2.66	2.11	t 0.07
	Fl. végétale/herbe	0.86	0.54	0.51	0.11
	Fl. salée	5.06 b	6.14 a	6.44 a	0.0014 **

Moyennes des notes du groupe et résultat de l'analyse de variance à 2 facteurs (juges, produits)
(27 juges)

t: tendance, *: significatif à 5 %, **: significatif à 1 %, ***: significatif à 0,1 %

Les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes