



FRANCE FILIERE PECHE

Etude des avantages et inconvénients de la conservation, en réfrigération sans glaçage, des produits de la pêche frais non conditionnés

Projet PSG (Poisson Sans Glace)

Coordination : OPEF

Rapport final

-

Décembre 2023



FRANCE FILIERE PECHE

11-15 Rue Saint Georges – 75009 PARIS
Tél. 01 84 16 37 20

RESUME

Le **projet PSG (Poisson Sans Glace)** a été réalisé dans le cadre de l'appel à projets « Enjeux Immédiats » de France Filière Pêche de fin 2022 à fin 2023 . Il a reçu le soutien financier de France Filière Pêche. Il a été porté par l'OPEF et a associé 1 partenaire scientifique (l'IFREMER de Nantes) et un prestataire technique (le CRITT agro-alimentaire de la Rochelle). La Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) a également été impliquée et plusieurs professionnels de la poissonnerie ont suivi le déroulement du projet.

Le projet proposé parce que l'OPEF avait constaté que plusieurs poissonneries françaises avaient mis en place un nouveau mode de conservation du poisson, sans glace, par simple disposition en vitrine réfrigérée. Cette pratique de présentation de produits de la pêche frais non conditionnés est considérée comme non réglementaire (même si la température réglementaire de 0/2°C est respectée, ces produits devant être conservés sous et/ou sur glace).

Ce projet a eu pour objectif de comparer concrètement la méthode de conservation du poisson en vitrine réfrigérée (sans glace) avec la méthode traditionnelle (sur glace), d'évaluer plus précisément les avantages / inconvénients et éventuels risques sanitaires liés à une conservation du poisson en vitrine réfrigérée, et d'établir des recommandations pour les détaillants-poissonniers afin de leur permettre d'évoluer vers une harmonisation de leurs pratiques dans le respect des dispositions réglementaires.

Le projet s'est déroulé en 4 tâches successives :

Tâche 1: Suivis de température d'ambiance et à cœur des produits selon plusieurs modes de conservation envisagés des poissons non conditionnés : sur lit de glace et disposé en vitrine réfrigérée sans glace

Tâche 2: Evaluation comparative de la qualité sensorielle de poissons selon 2 modes de conservation

Tâche 3: Evaluation comparative de la qualité sanitaire des poissons selon 2 modes de conservation

Tâche 4: Etablissement de recommandations pour la profession et diffusion des résultats

Les résultats ont montré que :

- Le respect de la température réglementaire du poisson frais non conditionné (0/2°C), par simple entreposage dans une vitrine réfrigérée (sans glaçage), est possible (sans rupture de la chaîne du froid et sans début de cristallisation / congélation de la chair).
- Dans les conditions spécifiques mises en œuvre dans le cadre de ce projet, la conservation, en vitrine réfrigérée, de poissons préparés (selon des modalités spécifiques), n'a pas mis en évidence de risque supplémentaire sur le plan sanitaire (pas de croissance plus importante de *Listeria innocua*, pas de développement spécifique de l'histamine...), et ceci pendant une durée d'entreposage des produits d'au moins 9 j.
- Le développement de la flore totale pour les poissons exposés en vitrine réfrigérée s'est révélé globalement « moins important » que pour une conservation des poissons sur glace. Par contre, ce mode de conservation n'a pas mis en évidence de réelle différence dans l'évolution du pH et de l'ABVT, ni dans l'évolution de la composition du microbiote.
- L'entreposage de poissons préparés dans une vitrine modifie leur aspect sensoriel et implique une perte de poids.

Les principaux avantages et inconvénients de la conservation en vitrine sans glace ont été identifiés. Des recommandations pour le choix du matériel et de bonnes pratiques de mise en œuvre ont été établies.

La réglementation précisant que les produits de la pêche frais non conditionnés « doivent être conservés sous glace lorsqu'ils ne sont pas distribués, expédiés, préparés ou transformés immédiatement », des produits « préparés » (selon des modalités spécifiques) ne seraient pas forcément soumis à un glaçage obligatoire, donnant ainsi la possibilité de les conserver en vitrine sans glaçage.

Il est utile de saisir l'Administration et de requérir l'accord des Autorités sanitaires avant de pouvoir mettre en œuvre cette pratique de présentation / conservation en vitrine réfrigérée, sans glaçage, de poissons non transformés et avant de pouvoir envisager sa promotion à grande échelle. Réglementairement cette pratique de conservation sans glace peut être reliée à une notion de « préparation immédiate » préalable du poisson. Il est utile de préciser ces notions de « préparation » et « d'immédiateté » pouvant être associées à cette pratique, ainsi que les critères de sélection de la matière première destinée à cette pratique. Le risque « histamine » doit aussi encore être étayé sur la base d'analyses complémentaires à réaliser sur des espèces dont la chair est riche en histidine (ex : thon) et conformément à la réglementation (9 échantillons). Les critères d'évaluation de la fraîcheur des poissons « préparés » pour ce mode de conservation spécifique devront certainement être adaptés et la nécessité éventuelle d'imposer un enregistrement en continu de la température des vitrines devra être étudiée.

Dans les perspectives plus long terme, il serait intéressant :

- d'évaluer la pratique du « dry aging », technologie de séchage et de longue « maturation » du poisson
- clarifier les terminologies parfois utilisées pour la conservation du poisson en vitrine réfrigérée en lien avec l'évolution de ses propriétés organoleptiques (Ex : affinage, maturation...).
- De caractériser les produits conservés en vitrine sur un plan sensoriel
- Déterminer le point de congélation des principales espèces de poissons

Table des matières

PREAMBULE - PARTENAIRES ET INTERVENANTS DU PROJET	8
1. PRINCIPAUX OBJECTIFS DU PROJET	11
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	13
2.1. Obligations européennes et critères associés	13
2.2. Textes nationaux et critères associés	16
3. MATÉRIELS ET MÉTHODES	21
3.1. Présentation des tâches en lien avec les objectifs du projet	21
3.2. Présentation du matériel utilisé dans les trois tâches	22
3.2.1. Locaux utilisés.....	22
3.2.2. Etal et vitrine réfrigérée	22
3.2.3. Sondes de température.....	24
3.3. Modalités de préparation des poissons	24
3.3.1. Préparation du poisson destiné à une conservation sans glace	25
3.3.2. Préparation du poisson pour disposition sur un étal de glace.....	26
3.4. Opérations réalisées en tâche 1 : Relevés des températures et d’humidité d’ambiance et de produits 27	
3.4.1. Mesure de la température et du taux d’humidité dans l’ambiance de la vitrine et des chambres froides.....	27
3.4.2. Mesure de la température à cœur et de l’humidité des produits	27
3.4.3. Acquisition de données complémentaires en situation réelle.....	28
3.5. Opérations réalisées en tâche 2 : Evaluation sensorielle comparative des produits.....	28
3.5.1. Modalités expérimentales.....	28
3.5.2. Adaptation de la grille d’évaluation sensorielle classique à l’évaluation des produits conservés en vitrine réfrigérée	29
3.6. Opérations réalisées en tâche 3 : incidence du procédé de conservation en vitrine sur la qualité microbiologique et biochimique de 3 espèces de poissons	30
3.6.1. Préparation des poissons	30
3.6.2. Cotation sensorielle.....	30
3.6.3. Analyses microbiologiques.....	30
3.6.4. Analyses biochimiques	31
3.6.5. Incidence du mode de conservation sur le développement d’un microorganisme pathogène (<i>Listeria monocytogenes</i>) dans du saumon.....	31
4. RESULTATS	33
4.1. Suivis de température et d’humidité	33
4.1.1. Relevés de température dans la vitrine	33
4.1.2. Relevés de température en chambre froide	36

4.1.3. Relevés de température des produits	37
4.1.4. Relevés de température réalisés chez des poissonniers professionnels	40
4.1.4.1. Dans une poissonnerie pratiquant la conservation sans glace	40
4.1.4.2. En poissonnerie « traditionnelle ».....	42
4.2. Evaluation des produits	43
4.2.1. Cotation organoleptique des poissons conservés sur glace sur l'étal.....	43
4.2.2. Cotation organoleptique des poissons conservés en vitrine réfrigérée	45
4.2.3. Evaluation sensorielle des poissons selon le mode de conservation – comparaison globale- Tâches 2 et 3.....	47
4.2.4. Evaluation visuelle des pavés de saumon utilisés pour le protocole d'inoculation	48
4.2.5. Relevés de poids et matérialisation des pertes en eau.....	49
4.3. Analyses microbiologiques et biochimiques	51
4.3.1. Analyses microbiologiques	51
4.3.1.1. Incidence du mode de conservation sur le microbiote.....	51
4.3.1.2. Incidence du mode de conservation sur le développement de <i>Listeria</i> dans du saumon 58	
4.3.2. Analyses biochimiques	59
5. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS	63
5.1 Rappel de quelques définitions importantes	63
5.1.1. Définitions relatives aux produits et à leur préparation / transformation	63
5.1.2. Définitions et autorisations relatives aux températures de conservation.....	64
5.2 Rappel des principales conclusions du projet	65
5.3 Avantages et inconvénients identifiés de la pratique de conservation en vitrine réfrigérée, sans glaçage	66
5.4 Quelques recommandations techniques pour le choix de vitrines réfrigérées	67
5.5 Quelques recommandations concernant les bonnes pratiques de mise en œuvre de la conservation de poisson en vitrine sans glaçage	69
5.6 Autres recommandations et perspectives	72
Annexe I : Grilles de cotation « fraîcheur » réglementaires (selon REG CE 2406/1996)	74
Annexe II : Grille de cotation adaptée au mode de conservation SANS GLACE	75
Annexe III : Relevés d'évaluation des poissons conservés sur glace (Tâches 2 & 3)	76
Annexe IV : Relevés d'évaluation des poissons conservés en vitrine (Tâches 2 & 3)	78
Annexe V : Proposition de questionnaire pour la profession - Conservation du poisson sans glace 80	

Table des figures

Figure 1. Phasage du projet et tâches expérimentales associées.....	21
Figure 2. Local de mareyage avant l'installation du matériel utilisé.....	22
Figure 3. Vitrine réfrigérée et étal en inox (société SOFINOX).....	22
Figure 4. Vitrine réfrigérée et étal en inox installés dans le local de mareyage ; chambre froide mise à disposition dans les locaux de l'IFREMER.....	23
Figure 5. Sondes de température Thermotrack utilisées.....	24
Figure 6. Schéma représentatif du mode de préparation des poissons pour la vitrine réfrigérée.....	25
Figure 7. Etapes de préparation du poisson conservé sans glace dans une vitrine réfrigérée (maquereau & merlan).....	26
Figure 8. Schéma représentatif du mode de préparation des poissons pour l'étal traditionnel.....	26
Figure 9. Emplacement de la sonde de température des produits.....	27
Figure 10. Emplacements utilisés pour les sondes d'un produit exposé en poissonnerie sur étal glace.....	28
Figure 11. Représentation schématique du déroulé de l'étude en tâche 2.....	29
Figure 12. Protocole expérimental appliqué sur le merlan pour la tâche 3 - Locaux de l'IFREMER	30
Figure 13. Protocole expérimental de l'inoculation sur des pavés de saumon	32
Figure 14. Relevés de la température d'ambiance de la vitrine sur un cycle de 24h (Fréquence de mesure : 1 min)	33
Figure 15. Relevés de température d'ambiance et d'humidité de la vitrine (à vide pendant 8h).....	34
Figure 16. Relevés de température d'ambiance de la vitrine (à vide pendant 30 min), avec simulation d'ouverture de portes – (Fréquence d'ouverture : 30 s toutes les 5 min / alternance porte droite et porte gauche).....	35
Figure 17. Relevés de température et d'humidité d'ambiance dans la vitrine réfrigérée – locaux de l'IFREMER – (Fréquence de mesure : 3 min pendant 7h).....	35
Figure 18. Relevés de température d'ambiance dans la CF pendant 24h (Fréquence de mesure : 1 min)	36
Figure 19. Relevés de température d'ambiance dans la C de l'IFREMER pendant 17h - (Fréquence de mesure : 1 min)	37
Figure 20. Relevés de température dans le maquereau placé sur glace et en vitrine – Tâche 1	37
Figure 21. Relevés de température dans le bar placé sur glace et en vitrine - Tâche 1	38
Figure 22. Relevés de température dans le merlan placé sur glace et en vitrine - Tâche 3	38
Figure 23. Relevés de température dans le maquereau placé sur glace et en vitrine - Tâche 3	40
Figure 24. Relevés de température réalisés dans une poissonnerie pratiquant le mode de conservation « sans glace » - Tâche 1 Vitrine réfrigérée et produit (merlan)	41
Figure 25. Relevés de température réalisés dans une poissonnerie pratiquant le mode de conservation « sans glace » - Tâche 1 Chambre froide et produit (merlan).....	41
Figure 26. Relevés de température réalisés dans une poissonnerie « traditionnelle » - Tâche 1 2 sondes placées dans le produit	42
Figure 27. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle Poissons conservés sur glace-Tâche 2.....	43
Figure 28. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle Poissons conservés sur glace-Tâche 3.....	44
Figure 29. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle Poissons conservés en vitrine – Tâche 2	45
Figure 30. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle Poissons conservés en vitrine – Tâche 3	46

Figure 31. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle selon les deux modes de conservation – Tâches 2&3	47
Figure 32. Evolution visuelle des pavés de saumon conservés sous glace ou en vitrine	48
Figure 33. Représentation illustrée des relevés de poids des individus conservés en vitrine réfrigérée - Tâches 1&2	50
Figure 34. Evolution de la flore totale dans le merlan conservé sous glace ou en vitrine	51
Figure 35. Evolution de la flore totale dans le maquereau conservé sous glace ou en vitrine.....	51
Figure 36. Evolution de la flore totale dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine	52
Figure 37. Comparaison des indices de Shannon, tous temps d'entreposage confondus - selon les espèces de poisson ou selon l'entreposage	53
Figure 38. Pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d'amplicon (ASV) pour le merlan sous glace et sous vitrine. A01a,b,c = Merlan sous glace Jour 0, répliquât a, b et c. B01a, b, c = Merlan sous vitrine Jour 0, répliquât a, b c	54
Figure 39. pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d'amplicon (ASV) pour le maquereau sous glace et sous vitrine. C01a,b,c = Maquereau sous glace Jour 0, répliquât a, b et c. D01a, b, c = Maquereau sous vitrine Jour 0, répliquât a, b c	54
Figure 40. pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d'amplicon (ASV) pour le saumon sous glace et sous vitrine. E01a,b,c = Saumon sous glace Jour 0, répliquât a, b et c. F01a, b, c = Saumon sous vitrine Jour 0, répliquât a, b c	55
Figure 41. pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d'amplicon (ASV) pour le maquereau, le merlan et le saumon sous glace et sous vitrine. En abscisse, exemple agrandi pour le Maquereau :.....	56
Figure 42. Représentation en 2 dimensions des échantillons selon leur microbiote basé sur la distance de Bray-Curtis.....	57
Figure 43. Représentation en 2 dimensions des échantillons selon leur microbiote basé sur la distance de Bray-Curtis.....	57
Figure 44. Evolution de <i>Listeria innocua</i> dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine.....	58
Figure 45. Evolution l'azote basique volatil total (ABVT) et de la tryméthylamine (TMA) dans le merlan conservé sous glace ou en vitrine	59
Figure 46. Evolution de l'ABVT et de l'azote basique volatil total (ABVT) et de la tryméthylamine (TMA) dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine	59
Figure 47. Evolution du ratio TMA/ABVT (facteur P) dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine	60
Figure 48. Evolution du pH dans le merlan conservé sous glace ou en vitrine	60
Figure 49. Evolution du pH dans le maquereau conservé sous glace ou en vitrine.....	61
Figure 50. Evolution du pH dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine	61
Figure 51. Evolution de la concentration en histamine dans le maquereau conservé sous glace ou en vitrine	62

PREAMBULE - PARTENAIRES ET INTERVENANTS DU PROJET

- **Porteur du projet**

OPEF : Organisation des Poissonniers Écaillers de France

98 Boulevard Pereire

75 017 PARIS Cedex 17

www.poissonniers.com

Tel : 09 81 44 44 43

Pierre-Luc DAUBIGNEY / Secrétaire général

secretaire.general@poissonniers.com

Silvère MOREAU / Président

poissonnerienelly@gmail.com



L'OPEF (Organisation des Poissonniers Écaillers de France) a récupéré la représentativité CNPEF & UNPF en 2019. L'organisation fédère l'ensemble de la profession des poissonniers et écaillers

- **Partenaire**

IFREMER – Centre Atlantique (Site de Nantes)

Rue de l'Île d'Yeu

44980 NANTES

<https://masae.ifremer.fr/>

Tél : 02 40 37 42 21

Françoise LEROI / Responsable du Laboratoire Écosystèmes Microbiens et Molécules Marines pour les Biotechnologies -

francoise.leroi@ifremer.fr



L'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) est un EPIC qui a pour mission de (i) connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans et permettre leur exploitation durable ; (ii) améliorer les méthodes de surveillance, de prévision, d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier et (iii) favoriser le développement économique du monde maritime. Le laboratoire EM3B (Ecosystèmes Microbiens et Molécules Marines pour les Biotechnologies), dirigé par Françoise LEROI, travaille depuis 30 ans sur la qualité et la sécurité des produits de la mer. Il a une très bonne connaissance des écosystèmes microbiens et de leur impact sur la qualité sensorielle. Il développe et utilise les derniers outils moléculaires (Q-PCR, New Generation Sequencing...) pour l'analyse des communautés bactériennes. Il est également expert dans la réalisation de challenge-test sur chair de poisson afin d'appréhender les potentiels de croissance des bactéries (*Listeria* notamment) dans différentes conditions de conservation.

Les équipes du laboratoire EM3B, sous la coordination de Françoise LEROI, ont mis à profit leur expertise et leurs équipements afin d'étudier les flores microbiennes en présence dans le cadre du protocole expérimental défini pour ce projet

- **Prestataire**

CRITT agro-alimentaire de la Rochelle

1 rue Marie-Aline DUSSEAU - ZA Technocéan
Chef de baie - 17000 LA ROCHELLE

www.crittiaa.com

Tél : 05.46.44.84.75

Bruno LE FUR / Conseiller technologique filière produits aquatiques - b.lefur@crittiaa.com

Quentin BADOT / Chargé de projet R&D & Réglementation - q.badot@crittiaa.com



Le CRITT agro-alimentaire et biotechnologies de La Rochelle est une association 1901, créée en 1989 à l'initiative des industriels de l'agro-alimentaire. Le CRITT est un outil au service des entreprises agro-alimentaires. Il accompagne les entreprises dans leurs projets de développement et d'innovation sur de nombreuses thématiques : Qualité et sécurité des aliments ; Nutrition / santé ; Innovation produits en réponse aux attentes consommateurs et aux nouveaux modes d'alimentation ; Valorisation des coproduits ; Nouvelles technologies et performance industrielle ; Environnement, économie circulaire et sobriété des productions.

Le projet a été mené par Bruno LE FUR conseiller technologique spécialisé de la filière produits aquatiques et Quentin BADOT, chargé de projets R&D et Réglementation. B. LE FUR a une expérience de 30 années dans la valorisation et le contrôle-qualité des produits aquatiques, et a contribué à plusieurs projets d'intérêt collectif pour la filière.

- **Autres acteurs impliqués dans le projet**

Direction Générale de l'Alimentation

Bureau des produits de la mer et d'eau douce
Sous-direction de la sécurité sanitaire des aliments



La Direction Générale de l'Alimentation a suivi le projet par sa participation aux différents comités de pilotage

Virginie HOSSEN / Référente nationale produits de la pêche
Matthieu MOURER / Chef du bureau des produits de la mer et d'eau douce
Charlotte CHABANNE / Adjointe au chef de bureau

- Professionnels ayant été consultés dans le cadre du projet et ayant participé à certains comités de pilotage

SOFINOX SARL

Philippe CHAUVEL / Dirigeant

L'entreprise SOFINOX a fourni le matériel expérimental nécessaire au projet.

**MAISON BLANC**

Bruno GAUVAIN / Directeur Service Qualité

MAISON BLANC a permis l'utilisation de son local au sein du Port de Chef de Baie à la Rochelle pour les expérimentations.

**POISSONNERIE VIOT**

Arthur VIOT / Gérant

Quentin GARO / Ingénieur IAA

**POISSONNERIE PARO**

Romain PARO / Gérant

P A R O

POISSONNERIE CABIOCH ET FILS

Bastien CABIOCH / Gérant

CABIOCH ET FILS

CHEZ VINCENT

Vincent STORTI / Gérant



1. PRINCIPAUX OBJECTIFS DU PROJET

Depuis quelques années, plusieurs poissonneries françaises se sont mises à proposer du poisson frais non conditionné en le présentant en vitrine réfrigérée, supprimant tout glaçage, technique traditionnelle de conservation efficace et réglementaire des produits de la pêche. Concrètement, ces professionnels achètent leurs marchandises glacées auprès des halles à marée ou des grossistes. Une fois dans les poissonneries, les marchandises sont ensuite déglacées et parfois préparées de manière plus ou moins poussée (ébarbées, écaillées, vidées et asséchées voire mises en filets, en darnes ou en pavés). Elles sont ensuite disposées en vitrine réfrigérée sans glace, suspendues à des crochets ou disposées sur des plateaux.

De nombreux arguments sont avancés par les partisans de cette façon de commercialiser les produits: moindre utilisation de l'eau, facilité de manutention, meilleure conservation des produits dans un environnement de froid sec... Cette pratique serait déjà relativement courante dans divers pays hors UE parmi lesquels on peut citer le Canada, les États-Unis, le Japon... et on commence de plus en plus à l'observer en France.

Cette technique de conservation se rapproche fortement des installations existant dans les restaurants asiatiques de type « sushis », ou des modalités de conservation de la viande disposée en « vitrine de maturation » (« dry aging »), sans toutefois atteindre des taux de séchage aussi importantes et donc des durées de conservation aussi longues.

Cette pratique de présentation, en vitrine réfrigérée, de produits de la pêche frais non conditionnés, pose inévitablement question, parce qu'il s'agit d'une pratique non réglementaire au niveau Européen (même si les produits respectent la température réglementaire), dans la mesure où le glaçage est une obligation de moyens et non de résultats. Nous le verrons dans un paragraphe dédié de ce rapport. La réglementation en vigueur s'applique bien évidemment également au commerce de détail.

Cette nouvelle pratique de conservation de poisson dans les poissonneries fait aujourd'hui des émules. Mais elle est aussi parfois clivante pour les poissonniers-détaillants, car elle est de plus en plus assumée et présentée, sans fondement, et sans respect de la réglementation en vigueur applicable aux produits de la pêche non conditionnés.

Le projet PSG (Poisson Sans Glace) qui fait l'objet de ce rapport d'études, a été réalisé dans le cadre de l'appel à projets « Enjeux Immédiats » de France Filière Pêche de fin 2022 à fin 2023 . Il a reçu le soutien financier de France Filière Pêche. Il a été porté par l'OPEF et a associé 1 partenaire scientifique (l'IFREMER de Nantes) et 1 prestataire technique (le CRITT agro-alimentaire de la Rochelle).

Objectifs du projet

Le projet proposé a eu pour objectif de comparer concrètement 2 pratiques de conservation du poisson (poisson glacé et poisson non glacé conservé en vitrine réfrigérée à température dirigée réglementaire soit 0/2°C), et d'évaluer plus précisément les avantages / inconvénients et éventuels risques liés à une conservation du poisson préparé en vitrine réfrigérée sans glace. Plus précisément, il s'est agi de :

- Comparer l'évolution de la température de produits de la pêche sur glace (comme dans une poissonnerie traditionnelle) et disposés dans une vitrine réfrigérée sans glace
- Comparer l'évolution de l'altération de différentes espèces de pêche au cours du temps en conditions de glaçage et de réfrigération par froid ventilé (*en prenant en compte des espèces représentatives d'une pratique existante de conservation en vitrine réfrigérée : bar, maquereau notamment*).

- Evaluer les risques sanitaires liés à une conservation des produits non glacés et maintenus à 0/2°C.
- Apporter des éléments concrets et objectifs en faveur / défaveur de la conservation sans glace du poisson non conditionné
- Apporter des recommandations pour le choix des vitrines et des bonnes pratiques de mise en œuvre de la conservation des poissons.
- Acquérir des éléments pouvant permettre de conduire les réflexions sur les besoins d'approfondissements techniques et scientifiques liés à la conservation de poisson sans glace.

Les enjeux liés à ce projet étaient de de plusieurs ordres : réglementaire, sanitaire, environnemental, commercial et technico-scientifique.

Planning du projet

Le projet a été mené en 4 tâches selon le planning suivant :

N° Tâche	Détail	2022		2023										
		Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sept	Oct	
1	Suivis de température d'ambiance et à cœur des produits selon plusieurs modes de conservation envisagés des poissons non conditionnés : sur lit de glace et disposé en vitrine réfrigérée sans glace (CRITT)													
2	Evaluation comparative de la qualité sensorielle de poissons selon les 2 modes de conservation (CRITT-OPEF)													
3	Evaluation comparative de la qualité sanitaire des poissons selon les 2 modes de conservation (IFREMER)													
4	Etablissement de recommandations pour la profession et diffusion des résultats (OPEF, CRITT)													
	Comités de pilotage du projet	X								X				X 02/ 24

Plusieurs comités de pilotage ont été réalisés aux dates suivantes (en présence des partenaires du projet, de la DGAL, de France Filière Pêche et de professionnels invités).

- 18 novembre 2022
- 12 juin 2023

Le comité de pilotage de restitution a été réalisé plus tardivement après la fin du projet, le 14 février 2024.

Ces comités de pilotage ont fait l'objet d'un compte-rendu de synthèse.

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

En Europe et au niveau national, la question de la température de conservation des aliments est encadrée par un ensemble de textes réglementaires issus du « Paquet Hygiène ». Cet ensemble de textes réglementaires s'applique à toute la filière agroalimentaire, de la production primaire au distributeur et au consommateur final. Cela inclut donc la transformation, le transport, l'entreposage et la remise directe des denrées alimentaires.

Pour la plupart des filières agroalimentaires, ces textes prévoient une obligation de résultats pour les exploitants du secteur, les moyens pour les atteindre sont laissés à la discrétion de ces derniers et contrôlés par les services gouvernementaux des Etats membres.

Les produits de la pêche sont néanmoins parmi les rares produits à faire face à certaines obligations de moyens, notamment concernant la conservation des produits tout au long de leur distribution.

2.1. Obligations européennes et critères associés

Le **Règlement (CE) n°178/2002**, appelé aussi *Food law*, est le texte socle du Paquet Hygiène. Il s'applique à tous les exploitants des filières alimentaires (et de la filière alimentation animale). La responsabilité de la sécurité des denrées placées sur le marché revient aux professionnels. Cette sécurité alimentaire doit ainsi être assurée grâce à des obligations spécifiques en matière de traçabilité : obligation de retrait de produits susceptibles de présenter un risque pour la santé publique, obligation d'information des services de contrôle...

Concernant l'hygiène des aliments, le **Règlement (CE) n°852/2004** s'applique pour tous les exploitants avec parmi les principales exigences, la mise en place d'un plan de maîtrise sanitaire (sauf pour la production primaire) dans le respect des principes HACCP. Les détails pour la mise en place de ce plan de maîtrise sanitaire peuvent être explicités **dans les guides de bonnes pratiques d'hygiène**.

En complément de ce texte, le **Règlement (CE) n°853/2004** fixe des règles spécifiques d'hygiène applicables **aux denrées alimentaires d'origine animale** et applicables à tous les exploitants du secteur alimentaire manipulant ou transformant des denrées animales ou d'origine animale. Il précise l'obligation d'agrément sanitaire et apporte des spécifications techniques **par secteur dans son annexe III**.

Ainsi, on pourra prendre connaissance **dans l'annexe III, section VIII de ces dispositions s'appliquant aux produits de la pêche**.

Le **chapitre II** présente les exigences à respecter pendant et après le débarquement. Il concerne notamment « *les halles de criée, les marchés de gros ou des parties des halles de criée et des marchés de gros dans lesquels les produits de la pêche sont exposés à la vente.*

Il y est précisé : *Lorsque la réfrigération n'a pas été possible à bord du navire, les produits de la pêche frais autres que ceux qui sont conservés vivants **doivent être glacés dès que possible** après le débarquement et entreposés à une température approchant celle de la glace fondante.*

A la suite, le **chapitre III** permet de **régulariser les pratiques concernant toutes les entreprises manipulant les produits de la pêche** et entourant notamment le stockage et le transport.

Pour les produits frais de la pêche, on pourra ainsi citer les dispositions ci-dessous :

- *Quand les produits réfrigérés non conditionnés ne sont pas distribués, expédiés, préparés ou transformés immédiatement après leur arrivée dans un établissement à terre, ils doivent être entreposés **sous glace dans un lieu approprié ou, dans le cas de produits frais de la pêche entiers ou vidés, dans des conteneurs en polyéthylène à triple paroi constitués de matériaux isolants remplis de glace et d'eau.***
- ***Un reglaçage doit être effectué aussi souvent que nécessaire.** Lorsque des conteneurs en polyéthylène à triple paroi remplis d'eau et de glace sont utilisés, ils doivent être propres et intacts. L'eau doit se trouver **à une température aussi proche que possible de 0 °C** et recouvrir l'ensemble des poissons. La glace doit recouvrir toute la surface de l'eau à l'intérieur des conteneurs, de telle sorte que tous les poissons se trouvent en dessous de la couche de glace.*
- *Les produits frais de la pêche **conditionnés** doivent être réfrigérés à une température approchant celle de la glace fondante.*

Les opérations telles que l'étêtage, l'éviscération, le parage, le filetage ou le tranchage doivent être effectuées de manière hygiénique. Ainsi, il est demandé que l'opération d'éviscération soit réalisée le plus rapidement possible après capture ou débarquement. Ces opérations doivent être **suivies d'un lavage abondant et immédiat.**

Les filets et les tranches doivent **être conditionnés et, s'il y a lieu, emballés et réfrigérés le plus vite possible après leur préparation.**

Tout conteneur utilisé pour l'expédition, l'entreposage des produits frais de la pêche préparés et non emballés, **conservés sous glace doit être résistant à l'eau et permettre une évacuation de l'eau de fusion** afin que cette dernière **ne rentre pas en contact avec les produits.**

Le [Règlement 853/2004](#) impose également le respect des normes sanitaires spécifiques aux produits de la pêche et cela passe notamment par :

- le contrôle des propriétés organoleptiques des produits de la pêche
- le respect des limites applicables à l'histamine
- le respect des limites applicables pour l'Azote volatil total / TMA (ABVT/TMA)
- le contrôle visuel de la contamination en parasites des produits de la pêche

Ces dispositions sont précisées dans **des règlements d'exécution Européens** que nous détaillerons ci-après.

Le [chapitre VII](#) donne **les conditions d'entreposage** des produits de la pêche à respecter :

- *les produits de la pêche frais, les produits de la pêche non transformés décongelés, ainsi que les produits de crustacés et de mollusques cuits et réfrigérés, **doivent être maintenus à une température approchant celle de la glace fondante***

Pour terminer, le [chapitre VIII](#) reprend un certain nombre d'éléments déjà cités auparavant **concernant le transport des produits de la pêche.**

On pourra citer notamment que ce transport devra se faire à température contrôlée. Le transport et l'entreposage des produits frais de la pêche entiers et vidés dans des conteneurs en polyéthylène à triple paroi remplis d'eau et de glace ne **devra pas en outre dépasser trois jours.**

Cette contrainte de durée n'est pas indiquée dans le cas d'un transport sous glace **mais implicite** : ce mode de conditionnement impliquant un réglage aussi souvent que nécessaire et une évacuation régulière de l'eau de fusion.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, les normes sanitaires prévues au Règlement 853/2004 sont développées **et font l'objet de textes spécifiques**.

On retrouvera notamment les seuils concernant l'histamine et les critères microbiologiques applicables aux produits de la pêche dans le **Règlement (CE) n°2073/2005 modifié** fixant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. Nous relèverons ci-dessous uniquement les critères pertinents dans le cadre de la présente étude, ce qui exclut notamment les critères applicables concernant les mollusques et bivalves vivants, tout comme les échinodermes et les tuniciers vivants.

Critères de sécurité et d'hygiène des procédés pour les produits de la pêche (hors produits vivants)

	Catégorie de denrées alimentaires	Micro-organismes/ toxines, métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites		Stade d'application du critère
			n	c	M	M	
Critères de sécurité	Denrées alimentaires prêtes à être consommées permettant le développement de <i>L. monocytogenes</i> , autres que celles destinées aux nourrissons ou à des fins médicales spéciales	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100 ufc/g		Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
			5	0	Non détecté dans 25 g		Avant que la denrée alimentaire n'ait quitté le contrôle immédiat de l'exploitant du secteur alimentaire qui l'a fabriquée
	Produits de la pêche fabriqués à partir d'espèces de poissons associées à une grande quantité d'histidine	Histamine	9	2	100 mg/kg	200 mg/kg	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
	Crustacés et mollusques cuits	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g		Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
Critères d'hygiène des procédés	Produits décortiqués et décoquillés de crustacés et de mollusques cuits	<i>E.coli</i>	5	2	1 NPP/g	10 NPP/g	Fin du procédé de fabrication
		Staphylocoques à coagulase positive	5	2	100 UFC/g	1 000 UFC/g	Fin du procédé de fabrication

Remarques

Pour *Listeria monocytogenes* dans les denrées alimentaires prêtes à être consommées, on considèrera ainsi :

- Qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées sont \leq à la limite,
- Qualité insatisfaisante lorsque l'une des valeurs est $>$ à la limite.

Pour l'histamine, notamment pour les espèces de poissons associées à une grande quantité d'histidine :

- Qualité satisfaisante lorsque les exigences suivantes sont remplies:
 1. la valeur moyenne observée est inférieure ou égale à m,
 2. un maximum de c/n valeurs observées se situent entre m et M,
 3. aucune valeur observée ne dépasse la limite M,
- Qualité insatisfaisante lorsque la valeur moyenne observée dépasse m, lorsque plus de c/n valeurs se situent entre m et M ou lorsqu'une ou plusieurs valeurs observées sont supérieures à M;

Les espèces de poissons considérées sont en particulier celles des familles *Scombridae*, *Clupeidae*, *Engraulidae*, *Coryfenidae*, *Pomatomidae*, *Scombrosidae*.

ABVT

Les valeurs limites en ABVT ont été définies au niveau européen par **le Règlement 2074/2005** telles que :

1. *Sebastes spp., Helicolenus dactylopterus, Sebastichthys capensis.* : **25 mg d'azote/100 g de chair**
2. Espèces appartenant à la famille des Pleuronectidae (à l'exception du flétan: Hippoglossus spp.) : **30 mg d'azote/100 g de chair**
3. *Salmo salar*, espèces appartenant à la famille des Merlucciidae, espèces appartenant à la famille des Gadidae. : **35 mg d'azote/100 g de chair**

Fraîcheur

Le **Règlement 2406/1996** fixe lui **les normes communes de commercialisation** pour certains produits de la pêche. On y retrouve notamment **les critères de fraîcheur des produits**, pour leur **cotation**, ainsi que le calibrage. Concernant la fraîcheur des produits, les grilles de cotation sont définies dans l'annexe I pour différentes espèces (poissons dits « blancs », « bleus », sélaciens, céphalopodes, crustacés). L'évaluation repose notamment sur un examen organoleptique (odeur, visuel, fermeté) concernant la peau, les branchies et œil, la chair.

La grille d'évaluation de la fraîcheur prise en compte dans le cadre de ce projet est détaillée plus loin.

2.2. Textes nationaux et critères associés

La France a transposé et repris un certain nombre des dispositions Européennes dans sa réglementation nationale notamment **à travers des arrêtés et des instructions techniques**.

On pourra ainsi reprendre certains éléments de **l'Arrêté du 21 décembre 2009** relatif aux règles sanitaires applicables aux activités de commerce de détail, d'entreposage et de transport de produits d'origine animale et denrées alimentaires en contenant. Il permet de **définir la notion de température de glace fondante**, citée mais pas définie précisément dans le Règlement 853/2004.

L'article 3 précise notamment que *les températures des produits d'origine animale et denrées alimentaires en contenant, réfrigérées ou congelées, sont conformes aux dispositions définies à l'annexe I sans préjudice, le cas échéant, des températures définies par le règlement (CE) n° 853/2004 du 29 avril 2004 susvisé.*

Il est possible de déroger à ce principe sous réserve que les modalités de conservation soient prévues dans un guide de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH) et des principes de l'HACCP validés par le secteur. Une analyse des dangers validée de façon argumentée est susceptible également de permettre une conservation à des températures maîtrisées mais différentes des préconisations réglementaires. **Il n'est cependant pas possible de dépasser les températures fixées par le règlement (CE) n° 853/2004 pour les produits préemballés.**

Nature des denrées	Température de conservation au stade de l'entreposage ou du transport	Température de conservation dans les établissements de remise directe ou de restauration collective
Produits de la pêche frais, produits de la pêche non transformés décongelés, produits de crustacés et de mollusques cuits et réfrigérés	* (1)	+ 2 °C
Produits de la pêche frais conditionnés	* (1)	* (1)

(*) Voir les températures du Règlement (CE) n° 853/2004

(1) Température de la glace fondante : 0 à + 2 °C.

Cet arrêté précise également que la limite inférieure de conservation des denrées alimentaires réfrigérées doit se situer à la température débutante de congélation propre à chaque catégorie de produits.

L'arrêté du 18 décembre 2009 relatif aux **règles sanitaires applicables aux produits d'origine animale et aux denrées alimentaires en contenant** précise les conditions applicables concernant l'approvisionnement direct par le producteur du consommateur final ou du commerce de détail local fournissant directement le consommateur final en petites quantités de produits de la pêche visés à la section VIII de l'annexe III du règlement (CE) n° 853/2004 et tels que définis dans ce texte. Il y est ainsi précisé :

« *Le plus rapidement possible après la capture, les produits primaires de la pêche, qui ne sont pas conservés vivants, **doivent être conservés à une température approchant celle de la glace fondante.** La glace utilisée doit être fabriquée à partir d'eau potable ou propre, manipulée et entreposée dans des conditions prévenant toute contamination. L'eau de fusion ne doit pas rester en contact avec les produits.* »

L'instruction technique DGAL/SDSSA/2014-281 précise et décrypte les exigences réglementaires concernant les températures de conservation des produits de la pêche.

Deux états de conservation sont autorisés pour les produits de la pêche, transformés ou non : l'état réfrigéré et l'état congelé.

Hormis le procédé réglementaire de conservation sous glace qu'elle rappelle en partie III – A), l'instruction technique liste également certains procédés de réfrigération alternatif : *l'immersion dans de l'eau ou de l'eau salée, réfrigérée ou glacée, le refroidissement par de l'air forcé humidifié, l'utilisation de glace liquide dite glace sorbet.*

Il est également indiqué que l'usage de la glace est une pratique permettant une réfrigération rapide en tous points du produit :

- *1,3 kg de glace permet d'abaisser théoriquement de 10°C la température de 10 kg de poissons (sans tenir compte des autres déperditions thermiques).*
- *Un poisson entier de 1,6 kg dont la température à cœur est d'environ 14°C atteint une température inférieure à 2°C en 50 minutes lorsqu'il est réfrigéré dans du coulis de glace, en 60 minutes dans de l'eau de mer réfrigérée et en 90 minutes dans de la glace pilée. (Source FAO).*

Cette instruction donne aussi les températures de congélation débutante pour certaines espèces (dans son Annexe II). En moyenne cette dernière est de -1°C. Elle est de -0,9°C pour le bar et le merlan, -0,8°C pour la sole et -1°C pour le maquereau notamment.

Concernant l'activité de commerce de détail, **l'instruction technique DGAL/SDSSA/2022-430** reprend dans son chapitre 8 les dispositions de l'arrêté du 21 décembre 2009, tout en éclaircissant le principe de denrées alimentaires périssables et très périssables. Les produits de la pêche n'y sont pas cités.

La **saisine AFSSA 2007-SA-0174** avait établi des recommandations concernant les critères indicateurs d'hygiène applicables aux produits de la pêche.

Catégorie de produits		Filets, autres morceaux et chair hachée de poisson cru	Crustacés cuits entiers	Crustacés et mollusques cuits décortiqués
Flores totale ou flore mésophile / g – 30°C	Production	100 000	10 000	100 000
	DLC frais	1 000 000	1 000 000	1 000 000
E. coli (44°C) / g	Production	10	10	1
	DLC frais	10	10	1
Staphylocoques à coagulase positive / g	Production	100	-	100
	DLC frais	100	-	100
Anaérobies sulfite-réducteurs (46°C) / g	Production	-	10	-
	DLC frais	-	10	-
Salmonelles / 25g	Production	Non détecté	Non détecté	Non détecté
	DLC frais	Non détecté	Non détecté	Non détecté

L'analyse de la flore aérobie mésophile est très utile pour évaluer l'altération des produits de la pêche. Elle est un bon indicateur du niveau général d'hygiène et/ou de la flore d'altération. Elle reflète l'histoire du produit et peut inclure des bactéries qui se multiplient à basse température.

Cette même saisine AFSSA avait également établi des recommandations pour les teneurs en ABVT et en TMA en fixant les critères ci-dessous, selon les types de poissons :

	Satisfaisant		Acceptable		Non satisfaisant	
	ABVT (mg azote/100g)	Rapport TMA/ABVT	ABVT (mg azote/100g)	Rapport TMA/ABVT	ABVT (mg azote/100g)	Rapport TMA/ABVT
Téléostéens (poissons osseux) : cas général	<20	<17	20 à 25	<40	>25	>40
Exceptions : colin lieu sébaste, poissons gras	<20	<17	20 à 30	<40	>30	>40
Sélaciens (poissons cartilagineux : raie, requin)	<30	Pas de critère	30 à 65	Pas de critère	>65	Pas de critère
Céphalopodes	<20	Pas de critère	20 à 25	Pas de critère	>25	Pas de critère

Remarque

- La TMA n'a pas de signification pour les sélaciens, les crustacés, les céphalopodes.
- Les critères ABVT ne s'appliquent pas aux produits cuits et/ou transformés.
- Le critère ABVT pour les poissons gras est susceptible d'être difficile à interpréter.

On pourra noter que les enseignes membres de la FCD ont défini des critères d'hygiène des procédés adaptés à leurs activités se fondant notamment sur les textes précédemment indiqués. Ces critères ne seront pas précisés ici mais consultables en ligne.

Enfin, on pourra également noter que la profession avait défini il y a de nombreuses années un GBPH « **Poissonnier détaillant** » reconnu et validé par les autorités françaises (ancienne version de guide dont une mise à jour est prévue prochainement). Ce guide, qui fonctionne sous la forme de fiches de recommandations pour chaque opération unitaire potentielle, reprend les températures réglementaires décrites dans les textes énoncés précédemment.

On peut notamment y lire, pour la **fiche consacrée à l'exposition des produits à la vente**, les recommandations ci-dessous en journée :

- **Renouveler la glace fondante de l'étal tous les jours.**
- **Veiller à la bonne évacuation de l'eau de fusion.**
- **Ne pas placer directement sur la glace des produits tels que :**
 - les tranches et abats de poissons,
 - les produits vivants,
 - les produits pelés (filets, poissons entiers),
 - les produits décoquillés,
 - les produits cuits, fumés, salés, séchés,...
- **Protéger ces produits en les plaçant par exemple sur :**
 - un plateau propre posé sur une épaisse couche de glace,
 - un parchemin (papier sulfurisé, aluminium, feuilles plastiques,...) posé sur de la glace ou sur un plateau surmonté de glace,
 - un lit de fibres de bois ou d'algues pour les crustacés vivants.
- **Veiller à ce que ces produits ne soient pas en contact direct avec la glace et son eau de fusion.**
- **Recouvrir l'étal d'un lit de glace.**
- **Moduler l'épaisseur en fonction de la saison, des caractéristiques du matériel (vitrine réfrigérée,...),...**
- **Maintenir la quantité de glace constante tout au long de l'exposition des produits. Ne pas hésiter à reglaser régulièrement dans la journée.**
- **Poser les poissons directement sur un lit de glace, même si l'étal est réfrigéré.**
- **Étaler les produits sur la glace ou le parchemin pour améliorer le contact avec la glace.**

La fiche précise également les dispositions à prendre au moment de la remballage pour la nuit :

- **Adapter le mode de présentation au type de produit :**
 - **placer les poissons vidés le ventre sur la glace pour permettre l'évacuation de l'eau de fusion de la glace et de l'exsudat,**
 - **placer les poissons pleins le dos sur la glace pour éviter l'éclatement de la paroi abdominale,**
 - **pour les filets, les tranches, les rôtis et autres préparations : faire un fond de glace et le recouvrir d'un parchemin (papier sulfurisé, aluminium,...), disposer les de façon à permettre un bon échange thermique, replacer une feuille de papier dessus, glacer.**
- **Mettre de la glace, n'ayant jamais été en contact avec d'autres produits, dans le fond des caisses.**
- **Placer les poissons sur le lit de glace et les recouvrir de glace.**
- **L'utilisation de papier alimentaire est vivement conseillée.**
- **Disposer les caisses dans la chambre froide pour faciliter la circulation de l'air froid entre elles.**
- **Contrôler régulièrement la température de la chambre froide avec un thermomètre.**
- **Respecter les températures de présentation des produits :**
 - **température de la glace fondante permettant une température à cœur jusqu'à 4°C pour les poissons, crustacés, mollusques autres que vivants**

Au niveau du matériel, le GBPH apporte aussi **des recommandations pour aider au choix et au dimensionnement des meubles de vente**, qu'ils soient réfrigérés ou non.

L'étal de vente doit ainsi vidé et nettoyé à chaque fin de journée de travail, la désinfection complète étant recommandée au moins une fois par semaine.

En ce qui concerne le choix d'un meuble frigorifique, il est juste précisée que **ce dernier doit être adapté aux volumes traités par l'entreprise.**

Une vérification des documents techniques du fournisseur de matériel doit également être menée concernant les points suivants :

- *Température minima et maxima de l'air au soufflage qui commandent l'arrêt ou la mise en service des systèmes de réfrigération*
- *Puissance frigorifique au mètre linéaire (W/m)*
- *Nature et température d'évaporation du fluide*
- *Données concernant le dégivrage (nombre/jour, durée, mode de déclenchement...)*

Il est ensuite recommandé de :

- *Ne pas surcharger le meuble de vente.*
- *Ne pas dépasser la limite supérieure du chargement préconisée par le fournisseur.*
- *Si cette limite n'apparaît pas de façon spécifique, se renseigner auprès du frigoriste ou du fournisseur.*
- *Adapter les périodes de dégivrage à l'activité de l'entreprise.*
- *Réaliser le dégivrage si possible pendant la fermeture du magasin.*
- *Eviter de charger le meuble pendant cette période.*
- *Mettre en marche le meuble de vente suffisamment à l'avance*
- *Vérifier quotidiennement la température du meuble de vente.*
- *Vérifier que la machine frigorifique s'arrête et se remet en fonctionnement plusieurs fois par heure en dehors des périodes de dégivrage.*
- *Régler le thermostat de telle sorte que la température des produits souhaités soit atteinte pour charger les produits à la température optimale*

3. MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1. Présentation des tâches en lien avec les objectifs du projet

Le projet a démarré par un premier comité de pilotage avec les différentes parties prenantes en novembre 2022. Ce comité a permis de présenter les objectifs, le phasage ainsi que les différentes tâches du projet et leur répartition. Le détail des 3 premières tâches du projet (tâches « expérimentales ») est donné dans la figure ci-dessous.

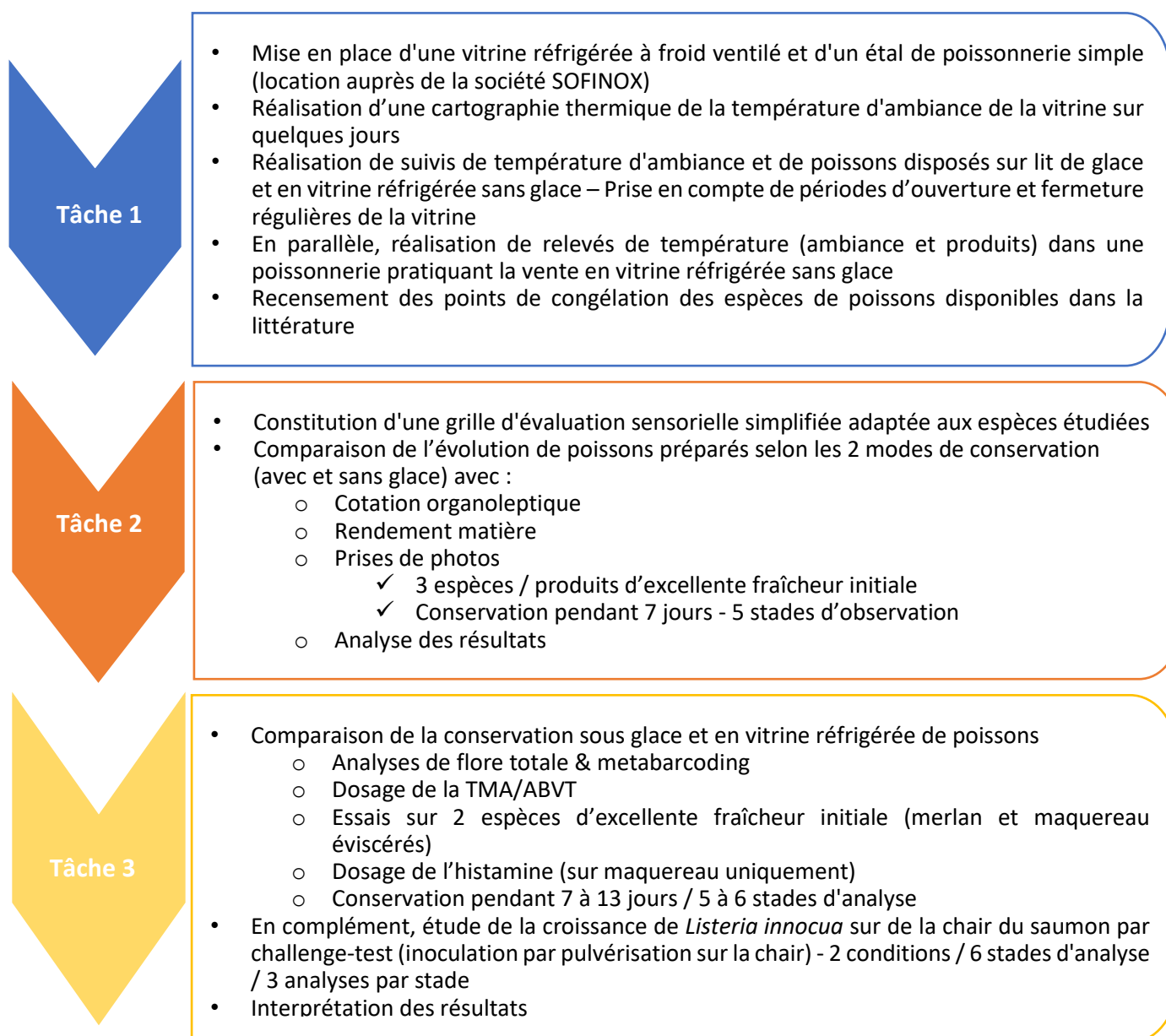


Figure 1. Phasage du projet et tâches expérimentales associées

3.2. Présentation du matériel utilisé dans les trois tâches

3.2.1. Locaux utilisés

Les essais des tâches 1 et 2 ont été réalisés par le CRITT agroalimentaire de la Rochelle dans un local de mareyage rochelais prêté par un acteur local.

Ce local, situé sur le site du Port de Pêche de Chef de Baie de la ville de la Rochelle, est à proximité de la halle à marée et bénéficie de la présence de nombreux opérateurs et services à proximité (mareyeurs, machine à glace, approvisionnement en caisses polystyrène). Cette situation de proximité a permis de garantir un approvisionnement optimal des produits,

Le local de mareyage est doté **d'une chambre froide positive** (à température régulée) qui a été utilisée pour l'entreposage des poissons pendant la nuit. La température d'ambiance du local de travail a été fixée à 10°C.



Figure 2. Local de mareyage avant l'installation du matériel utilisé

3.2.2. Etal et vitrine réfrigérée

Pour atteindre les différents objectifs du projet, une vitrine réfrigérée et un étal en inox, représentatifs des équipements utilisés dans le commerce de détail, ont été utilisés.

Ces équipements ont été loués auprès de la société SOFINOX pour les besoins du projet.



Figure 3. Vitrine réfrigérée et étal en inox (société SOFINOX)

La vitrine réfrigérée à froid ventilé est une vitrine de classe M1 (NB : les différentes classes des vitrines sont évoquées dans la partie 5 de ce rapport). Ce modèle expérimental a été conçu et paramétré pour fonctionner sur une plage de température comprise entre -1°C et +5°C.

Son chargement se fait par l'avant à l'aide de deux portes coulissantes vers la gauche ou la droite. En raison de ces conditions pilote, il est important de souligner une étanchéité non optimale du vitrage. Pour y remédier, certaines parties non étanches ont été calfeutrées avec du ruban adhésif.

Un éclairage LED a été mis en place afin de se rapprocher des conditions de vente en commerce de détail. La lampe est restée allumée toute la journée et a été éteinte la nuit.

Les dimensions de la vitrine étaient les suivantes :

- Extérieures : 152 cm (L) x 94 cm (P) x 147 cm (H)
- Intérieures : 149 cm (L) x 90 cm (P) x 65 cm (H)

Afin de garder une température conforme à la réglementation précédemment citée, la température de consigne a été fixée à 0°C afin de viser à rester dans une plage de température entre 0°C et 2°C pour l'ambiance de la vitrine.

Le régulateur de la vitrine a été réglé pour pouvoir fonctionner sur une plage horaire de 8h à 20h sans période de dégivrage au cours de la journée, avec une ventilation activée pour permettre un dégivrage de nuit.

Remarque: des essais de réglage préalables avaient été réalisés ; la température d'évaporation du gaz avait donc préalablement été adaptée.



Figure 4. Vitrine réfrigérée et étagère en inox installés dans le local de mareyage ; chambre froide mise à disposition dans les locaux de l'IFREMER

L'étagère en inox utilisée était de conception classique, avec une inclinaison permettant l'évacuation de l'eau de fusion et le respect des prérogatives réglementaires et des guides de bonnes pratiques.

Les essais expérimentaux des tâches 1 et 2 ont été réalisés dans l'atelier de mareyage de La Rochelle. La vitrine et l'étagère ont ensuite été expédiés à l'IFREMER de Nantes pour la réalisation des suivis de conservation de la tâche 3. Ils ont été disposés dans les locaux technologiques de la halle de l'IFREMER de Nantes.

3.2.3. Sondes de température

Les tâches 1 et 2 du projet ont nécessité la réalisation de suivis de température d'ambiance et de produits pour valider le respect des températures réglementaires.

Ces relevés de température ont été réalisés à l'aide de thermoboutons Thermotrack.



Figure 5. Sondes de température Thermotrack utilisées

Les caractéristiques des sondes sont données ci-dessous :

- Plage de mesure : -40/+85°C
- Précision : $\pm 0.5^\circ\text{C}$
- Résolution : 0.1°C ou 0.5°C
- Fréquence de mesure : 1 seconde à 273 h

Ces sondes sont conformes à la norme EN12830. 6 sondes ont été utilisées pour ce projet, dont 1 permettait la mesure de l'hygrométrie ambiante.

3.3. Modalités de préparation des poissons

La matière première poisson a été achetée auprès de la société Marée Plus de La Rochelle.

Les poissons de pêche sélectionnés étaient de fraîcheur Extra avec une pêche datant de moins de 24h.

Pour ce projet, les espèces suivantes ont été utilisées :

- Sole (x6 en tâches 1&2)
- Bar (x6 en tâches 1&2)
- Merlan (x36 en tâche 3)
- Maquereau (x10 en tâches 1&2 – x36 en tâche 3)

Quelques pavés de saumons ont aussi été achetés pour les besoins de la 3^{ème} tâche (x42 en tâche 3).

Le choix des espèces a été fait pour avoir une diversité représentative en terme de conservation : poisson plat (sole), poisson blanc de deux tailles différentes (merlan et bar), maquereau (poisson bleu) et découpe (pavé de saumon).

Chaque poisson a été identifié grâce à un code couleur/marque qui a permis son suivi individualisé durant les protocoles.

Les poissons ont été préparés dès réception. Les poissons utilisés dans le cadre de la tâche 3 ont été expédiés en caisses glacées de La Rochelle à L'IFREMER de Nantes immédiatement après préparation.

3.3.1. Préparation du poisson destiné à une conservation sans glace

Dans la vitrine réfrigérée, les poissons ont été préparés, selon des modalités de préparation spécifiques mises en œuvre par une poissonnerie pratiquant la conservation en vitrine réfrigérée.

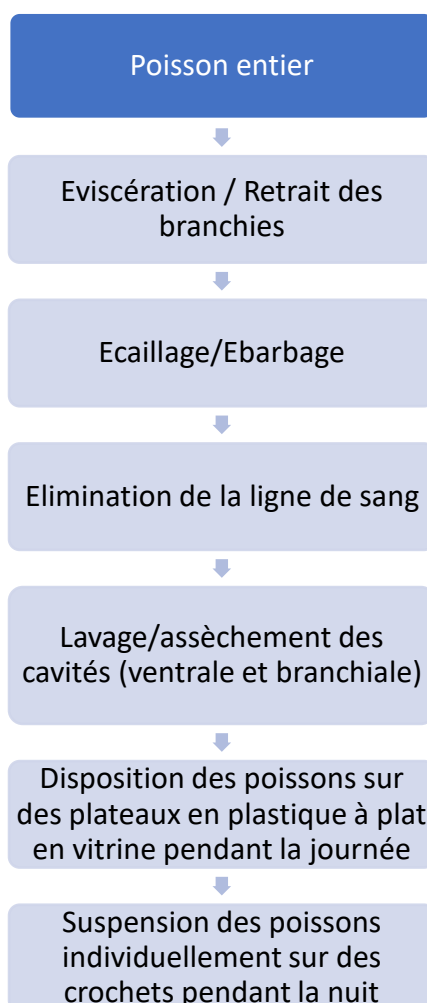


Figure 6. Schéma représentatif du mode de préparation des poissons pour la vitrine réfrigérée

Pour la conservation en vitrine, les poissons ont été reçus entiers puis ces derniers ont ensuite été éviscérés et les branchies retirées. A l'aide d'un couteau, un léger grattage de la surface de la peau a été réalisé pour éliminer les écailles (bar et sole), puis les nageoires pectorales, dorsales, anales et pelviennes ont été retirées (ébarbage). Pour certains poissons, la nageoire caudale a également été éliminée (bar). Une fois ces opérations réalisées, la ligne de sang située le long de l'arête centrale a été « grattée » et éliminée.

On a ensuite procédé à un lavage soigneux de la cavité ventrale et des branchies afin d'éliminer toute trace de sang et de viscère résiduelle. Après assèchement de la cavité abdominale avec un papier absorbant, les poissons ainsi préparés étaient prêts à être disposés en vitrine.

Ces étapes de préparation sont illustrées sur les photos ci-après (figure 7).

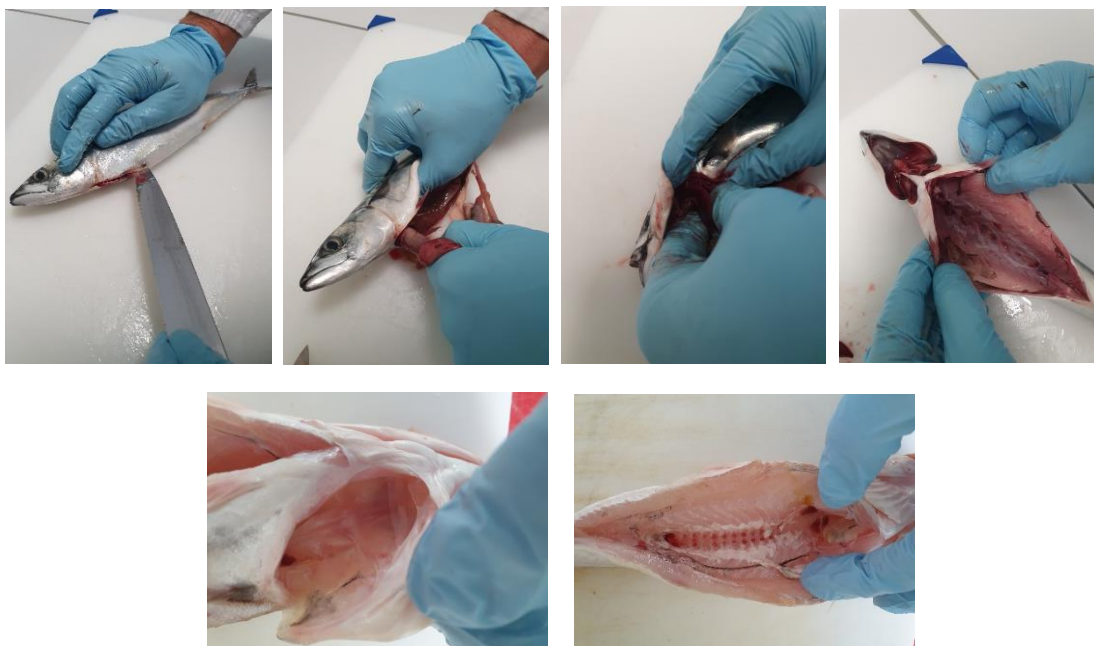


Figure 7. Etapes de préparation du poisson conservé sans glace dans une vitrine réfrigérée (maquereau & merlan)

3.3.2. Préparation du poisson pour disposition sur un étal de glace

Les poissons destinés à être disposés sur un étal de glace ont été mis en œuvre comme dans une poissonnerie classique (= conservation à l'état entier pour le maquereau et le bar et conservation à l'état éviscéré pour le merlan).

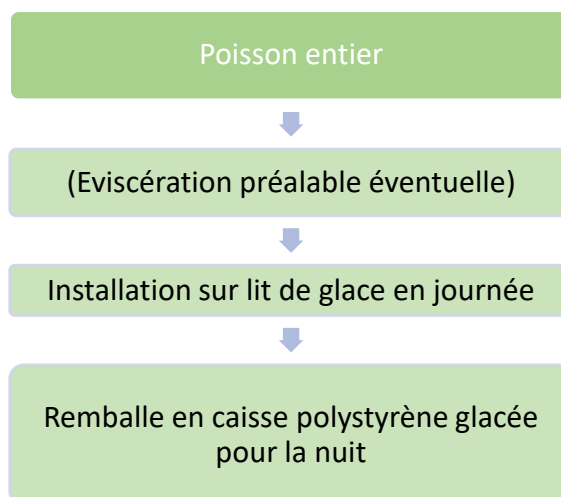


Figure 8. Schéma représentatif du mode de préparation des poissons pour l'étal traditionnel

Les poissons entiers ou éviscérés ont été disposés « sur glace » comme dans une poissonnerie classique. Les pavés de saumon ont quant à eux été disposés sur des feuilles de papier pour ne pas être en contact direct avec la glace.

On pourra relever que pour les 2 modes de conservation (sur glace et en vitrine réfrigérée), les poissons n'ont pas été préparés de la même façon. Ce choix a été fait **afin de rester fidèle aux méthodes utilisées par les professionnels dans les deux cas.**

3.4. Opérations réalisées en tâche 1 : Relevés des températures et d'humidité d'ambiance et de produits

Différents relevés de température ont été menés lors des différentes tâches du protocole expérimental à l'aide du matériel décrit en 3.2.3. Ces relevés avaient pour objectif, de comprendre la variation de température dans la vitrine réfrigérée, de vérifier la cinétique d'évolution de température à cœur du produit et d'en vérifier l'adéquation avec l'aspect réglementaire.

3.4.1. Mesure de la température et du taux d'humidité dans l'ambiance de la vitrine et des chambres froides

Dans un premier temps, des suivis de température ont été réalisés dans la vitrine réfrigérée à vide, sur une plage de 24h, à l'aide de plusieurs sondes afin de vérifier d'éventuelles variations de températures à l'intérieur de l'enceinte et d'optimiser le réglage de température. Pour cela, les sondes ont été placées sur des plateaux réceptacles en plastique posés sur le fond de la vitrine, à 3 niveaux différents : en partie gauche, au centre et à droite.

Dans un second temps, des relevés de température ont été réalisés en simulant des ouvertures de portes, alternativement à droite et à gauche. La fréquence d'ouverture a pour cela été fixée à 30s d'ouverture par côté, alternée toutes les cinq minutes.

Le relevé des températures a été réalisé chaque jour de chargement de la vitrine, sur une période de fonctionnement de la vitrine d'environ 7 à 8h.

Ces relevés ont été réalisés non seulement dans le cadre de la tâche 1 mais ont aussi parfois été aussi réalisés dans le cadre des tâches 2 et 3. Les enregistrements de température d'ambiance ont été réalisés tout au long des essais menés à LA ROCHELLE ou bien dans les locaux de l'IFREMER. Des suivis de température et d'humidité ont aussi été réalisés dans les chambres froides utilisées aux 2 endroits.

3.4.2. Mesure de la température à cœur et de l'humidité des produits

Afin de suivre l'évolution de la température **des produits** à la fois sur l'étal, dans la vitrine réfrigérée et dans la chambre froide, une sonde de température a été placée sur un individu via **une incision au niveau dorsal**. Cet emplacement a été choisi, en considérant qu'il s'agissait du point de mesure le plus défavorable.

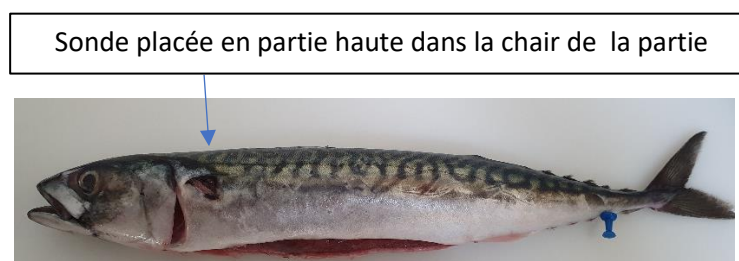


Figure 9. Emplacement de la sonde de température des produits

Les sondes de température ont été placées dans des espèces de taille très différente (« bar » et « maquereau ») pour obtenir de la représentativité.

Un suivi de température du produit a aussi été réalisé sur le merlan (2 sondes pour chaque mode de conservation) et le maquereau (1 sonde par mode de conservation) pour la 3^{ème} tâche réalisée dans les locaux de IFREMER.

3.4.3. Acquisition de données complémentaires en situation réelle

Des relevés de température d'ambiance et de poissons ont également été réalisés **chez des poissonniers professionnels**, consultés dans le cadre du projet :

- Sondes placées dans l'ambiance et à cœur de poissons (merlan) placés en vitrine et en chambre froide d'une poissonnerie dite « sans glace » - *Emplacement dorsal dans le poissons similaire à Figure 8.*
- Sondes placées dans l'ambiance et à cœur de poissons (mulet), déposés sur glace. *Emplacements au niveau dorsal et au niveau ventrale comme représenté sur la figure ci-dessous.*

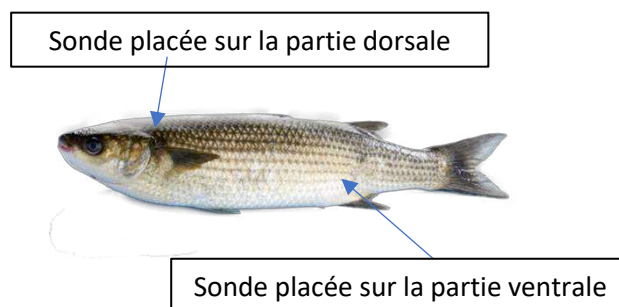


Figure 10. Emplacements utilisés pour les sondes d'un produit exposé en poissonnerie sur étal glace

3.5. Opérations réalisées en tâche 2 : Evaluation sensorielle comparative des produits

3.5.1. Modalités expérimentales

L'objectif de cette tâche comme décrit plus haut était de comparer l'évolution des produits selon les deux modes de conservation utilisés en mesurant différents paramètres, en particulier par la réalisation d'examen sensoriels.

Chaque journée s'est déroulée selon un protocole identique avec un chargement et une installation en matinée des produits en vitrine et sur glace, un réglage de l'étal à la mi-journée. Dans la vitrine, les produits ont été regroupés par espèces sur des plateaux individuels en plastique les isolant d'un contact direct avec les plaques en inox. Sur l'étal, les produits ont également été regroupés par espèces également et positionnés sur glace, plus ou moins recouverts (surtout au niveau de la partie caudale), comme ils le seraient dans un commerce de détail.

La « **remballe** » des produits a été effectuée chaque soir dans la chambre froide.

- en **caisse polystyrène** avec glace pour les produits exposés sur l'étal
- par **suspension dans la chambre froide** pour les produits de la vitrine

Le suivi comparatif s'est déroulé sur 7 jours.

Les examens sensoriels ont été réalisés par trois personnes CRITT en fin de journée avec:

- une pesée de chaque produit
- une cotation organoleptique sur la base d'une grille de cotation adaptée de la grille de cotation Européenne
- la prise de photos

Le déroulé de cette tâche est illustré schématiquement ci-dessous.

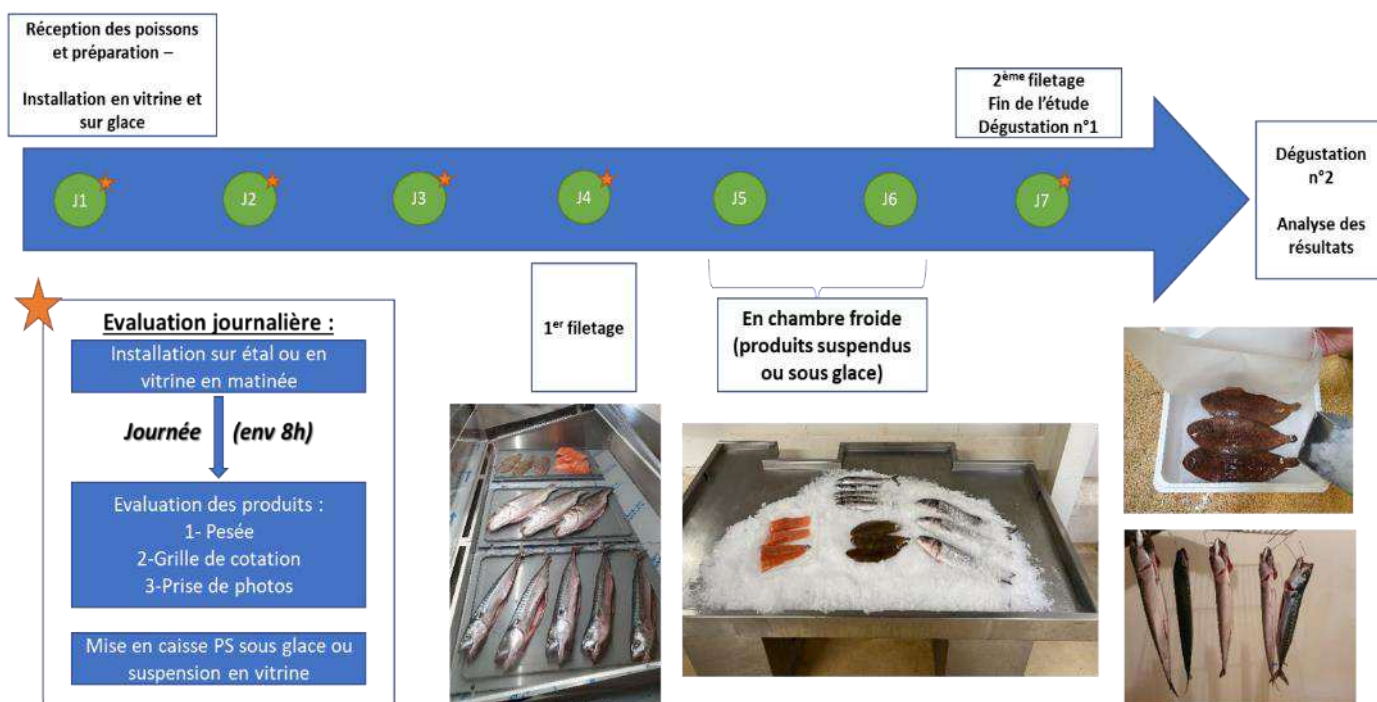


Figure 11. Représentation schématique du déroulé de l'étude en tâche 2

3.5.2. Adaptation de la grille d'évaluation sensorielle classique à l'évaluation des produits conservés en vitrine réfrigérée

il est apparu nécessaire de créer une grille d'évaluation qui soit adaptée au mode de conservation alternatif proposé. En effet, le mode de préparation préalable des poissons rend en partie caduque la grille d'évaluation réglementaire (**Annexe I**) des produits.

La grille d'évaluation adaptée est présentée en **Annexe II**. Certains critères ont ainsi pu être ajoutés pour tenir compte de l'évolution spécifique de ce produit par ce mode d'exposition en vitrine : adhérence à la surface, plissures constatées sur la peau (signe de dessiccation), couleur de la chair. De la même façon, certains critères ont pu être retirés, comme l'observation des branchies (mode de préparation particulier du poisson).

Chaque poisson a été évalué quotidiennement, avant la remballage, comme indiqué dans le paragraphe 3.5. L'examen sensoriel a été matérialisé par le calcul de la moyenne des « notes » attribuées pour chaque critère, chaque jour d'évaluation, permettant de représenter l'évolution du produit au cours du stockage.

La notation suivante a été prise en compte : 3 points en catégorie Extra / 2 points en catégorie A / 1 point en catégorie B / 0 point en catégorie C - Non admis.

Les examens sensoriels ont été réalisés par trois personnes du CRITT. Les dégustations à l'état cuit ont été réalisées après une cuisson microondes de 30' à 1'30, selon les espèces, à une puissance de 1000 W.

A noter : les poissons exposés sur glace ont, eux, été évalués selon les critères de la grille en vigueur (**Annexe I**).

3.6. Opérations réalisées en tâche 3 : incidence du procédé de conservation en vitrine sur la qualité microbiologique et biochimique de 3 espèces de poissons

3.6.1. Préparation des poissons

Merlan : démarrage de l'expérience le 29-03-2023

Jour 0 : 36 merlans ont été achetés tôt le matin à la criée de la Rochelle et préparés immédiatement au CRITT selon le protocole suivant : Eviscération pour les 18 poissons destinés à être conservés sous glace (lot 1). Eviscération, retrait des branchies, écaillage, élimination de la ligne de sang et lavage/assèchement des cavités ventrales et brachiales pour les 18 destinés à la conservation en vitrine (lot 2). Les poissons préparés ont immédiatement transportés à l'Ifremer et conservés en chambre froide réglée à 2°C dans les boîtes de polystyrène sur le ventre en alignement croisé pour le lot 1 ou à l'air libre, suspendus par des crochets pour le lot 2.

Tous les matins à 9h30, les poissons ont été sortis de la chambre froide et transportés dans la salle de mareyage de l'Ifremer (température 14°C). Le lot 1 a été installé sur lit de glace paillette et le lot 2 dans la vitrine réfrigérée. Les poissons ont été remis en chambre froide selon leur mode de conservation tous les soirs à 16h30.



Figure 12. Protocole expérimental appliqué sur le merlan pour la tâche 3 - Locaux de l'IFREMER

L'expérimentation dure 9 jours. Les analyses sensorielles, microbiologiques et biochimiques ont eu lieu les jours 1, 2, 5, 6, 8 et 9, en tripliquât (3 poissons par condition de conservation).

Maquereau : démarrage de l'expérience le 01-06-2023

Le protocole est identique à celui de merlan, si ce n'est que les maquereaux sous glace ne sont pas éviscérés. Les analyses sont réalisées à 1, 4, 5, 7, 8 et 12 jours.

3.6.2. Cotation sensorielle

La cotation a été réalisée tous les matins par 2 personnes de l'Ifremer sur 3 poissons par lot, selon la grille fournie par le CRITT.

3.6.3. Analyses microbiologiques

- Dénombrement

Chaque jour d'analyse, les poissons ont été filetés puis 30 grammes de chair par poisson (sans peau) ont été dilués dans 120 ml d'eau physiologique avec du Tween 80 et broyés au stomacher pendant 2 minutes (solution mère). Le dénombrement de la flore totale a été réalisé selon le protocole classique

de dilution et étalement en surface de boîtes de Pétri, avec le milieu de Long and Hammer incubé 5 jours à 15°C. Ce milieu permet de récupérer en général plus de bactéries que le milieu Plate Count Agar (PCA) classique. De plus l'observation des boîtes de Petri dans une chambre noire après illumination permet de distinguer les colonies lumineuses qui sont souvent des *Photobacterium phosphoreum* (bactéries qui dégradent la qualité de la chair par production d'H₂S et de TMA).

- Metabarcoding de la région V3-V4 du gène codant pour l'ARNr-16S

L'ADN des échantillons a été extrait selon le protocole développé à l'Ifremer pour les produits de la mer, à l'aide du Kit DNeasy PowerFood Microbial.

Les PCR et le séquençage ont été sous traités à la société MicroSynth en Suisse. Les données ont ensuite traitées à l'Ifremer avec le pipeline d'analyse SAMBA développé par le service SeBiMER de l'Ifremer.

3.6.4. Analyses biochimiques

- pH

Le pH a été mesuré dans la solution mère avec un pH-mètre.

- ABVT et TMA

Le dosage de la TMA et de l'ABVT ont été réalisés sur 20-40 g de chair (selon la taille des filets), avec la méthode classique de Conway. La TMA est une molécule responsable de l'odeur caractéristique du poisson altéré. L'ABVT est l'ensemble des molécules azotées volatiles comme la TMA, l'urée et l'ammoniac, qui sont malodorantes. Ce sont donc 2 indices de qualité de la chair, dont l'un (ABVT) est réglementé pour certaines espèces de poisson. Les dosages sont réalisés sur merlan et saumon uniquement.

- Histamine

L'histamine a été dosée uniquement dans le maquereau qui est un poisson riche en histidine. La quantification se fait sur 2 ml de solution mère après dansylation et analyse par HPLC (chromatographie liquide à haute performance).

3.6.5. Incidence du mode de conservation sur le développement d'un microorganisme pathogène (*Listeria monocytogenes*) dans du saumon

Saumon : Démarrage de l'expérience le 25-04-2023

Huit filets de saumon frais (*Salmon salar* norvégien, catégorie C, abattage et filetage le 22/04/2023) ont été découpés à l'Ifremer en 42 pavés de taille et de masse homogène (130 grammes). Les pavés ont été inoculés avec *Listeria innocua*. Ils ont ensuite disposés sur lit de glace ou en vitrine. Lors de la remise en chambre froide le soir, les pavés vitrines sont restés tout simplement disposés sur leur plateau. Les analyses ont eu lieu immédiatement après l'inoculation (J4) puis après 7, 11, 14, 21 et 28 jours.



Figure 13. Protocole expérimental de l'inoculation sur des pavés de saumon

Les expériences étant réalisées dans des installations ouvertes à tous et des équipements pilotes, nous avons décidé de travailler sur *Listeria innocua*, une espèce très proche de *Listeria monocytogenes* mais non pathogène. Cette souche a été pré-cultivée 2 fois successivement en milieu Brain Heart Infusion à 15°C. Une dilution appropriée de cette solution mère en eau physiologique a ensuite été réalisée et les pavés ont été inoculés en surface, en pulvérisant avec un aérographe une fine couche de cette solution (3 ml pour 100 g de chair) et en visant une cible de 100 *L. innocua*/g de chair.

Les pavés ont été entreposés dans les conditions décrites précédemment.

L. innocua a été dénombrée sur milieu de culture sélectif PALCAM incubé à 37°C pendant 24-48 heures immédiatement après l'inoculation (correspondant au jour 4 après abattage, puis après 7, 11, 18 et 21 jours d'entreposage).

4. RESULTATS

4.1. Suivis de température et d'humidité

4.1.1. Relevés de température dans la vitrine

Les résultats des relevés de température de la vitrine à vide sur un cycle de fonctionnement de 24h sont représentés sur la figure 14.

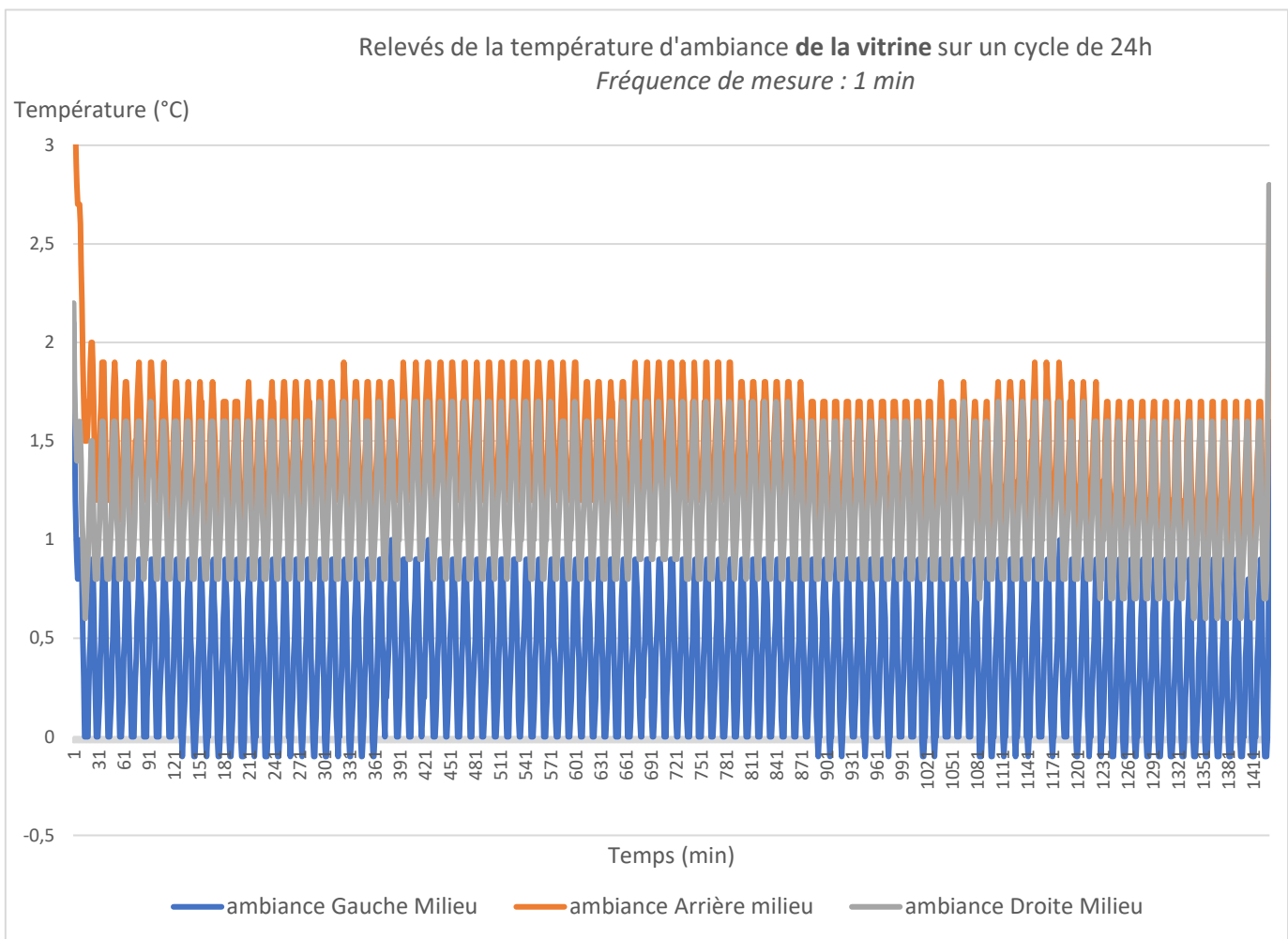


Figure 14. Relevés de la température d'ambiance de la vitrine sur un cycle de 24h (Fréquence de mesure : 1 min)

La température de la vitrine est homogène : celle-ci reste inférieure à 2°C et est proche de 0°C à son point le plus bas (-0,1/-0,2°C). On observe cependant une légère hétérogénéité de la température, matérialisée entre la droite et la gauche de l'enceinte.

La fluctuation est d'environ 1,5°C entre le point où la température relevée est la plus haute et celui où elle est la plus basse. La température relevée est la plus basse sur la partie gauche de l'enceinte ; elle est un peu plus élevée à l'arrière et la droite de la vitrine.

Remarque : la vitrine n'a pas subi de dégivrage au cours des 24h de fonctionnement.

Un second relevé à vide a été réalisé sur une période de 8h après quelques réglages et adaptations de la vitrine. L'hygrométrie ambiante a aussi été relevée.

La figure 15 illustre la même tendance sur une plage de fonctionnement de 8h pour la vitrine.

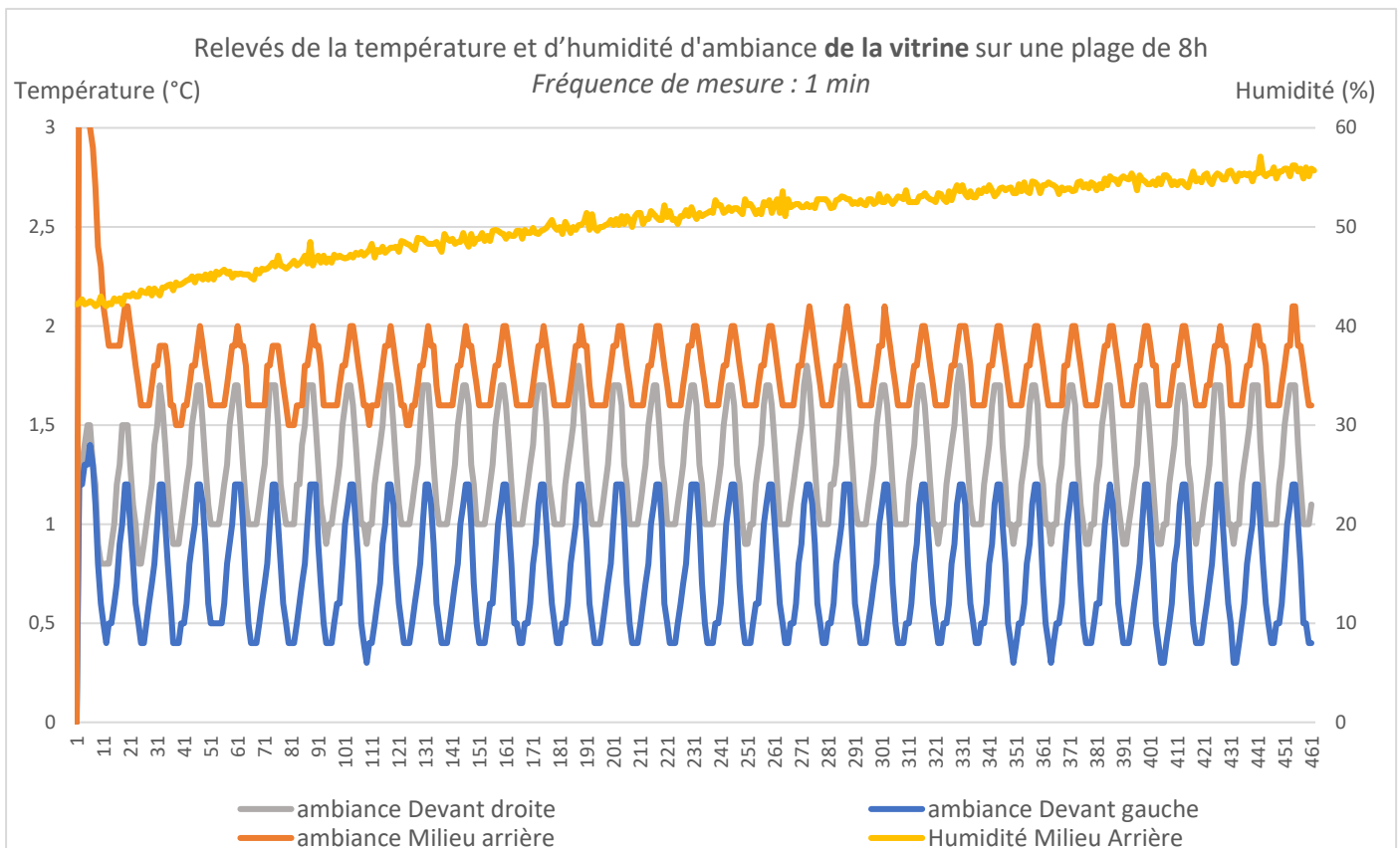


Figure 15. Relevés de température d'ambiance et d'humidité de la vitrine (à vide pendant 8h)

La même hétérogénéité a été constatée, sans remettre en cause le respect des températures réglementaires de conservation.

L'hygrométrie de l'enceinte croît au cours du temps et tend à se stabiliser entre 50 et 60% d'humidité. Cette hygrométrie a été jugée trop basse (car pouvant faciliter le dessèchement des produits) et quelques adaptations ont de nouveau été réalisées par la suite pour réussir à atteindre une hygrométrie supérieure, plus proche de 70/80%.

La figure 16 indique les relevés réalisés avec une simulation d'ouverture de portes de la vitrine. Les flèches matérialisent le moment d'ouverture des portes, avec un démarrage par la porte droite. Ces relevés sur une plage de fonctionnement réduite montrent toujours une petite hétérogénéité de température dans l'enceinte (température plus haute à l'arrière et à droite versus la gauche de l'enceinte) et une légère fluctuation de la température.

L'impact d'une ouverture de porte sur une durée courte de 30 secondes ne montre pas d'impact majeur sur l'évolution du cycle de température de la vitrine.

Des relevés de température complémentaires ont aussi été effectués dans la vitrine au moment où elle a été positionnée dans les locaux de l'IFREMER (Figure 17). Pour des raisons logistiques et de disponibilité de la sonde, le relevé a été fait en continu avec une seule sonde de température. La sonde a été placée par défaut en milieu d'enceinte. La température réglementaire de 0/2°C a également été respectée (Température fluctuante entre 0°C et 1°C). L'hygrométrie dans l'enceinte était comprise entre 71 et 73%, validant un réglage effectué avant l'expédition de la vitrine à l'IFREMER de Nantes susceptible de contribuer à une meilleure qualité organoleptique des poissons.

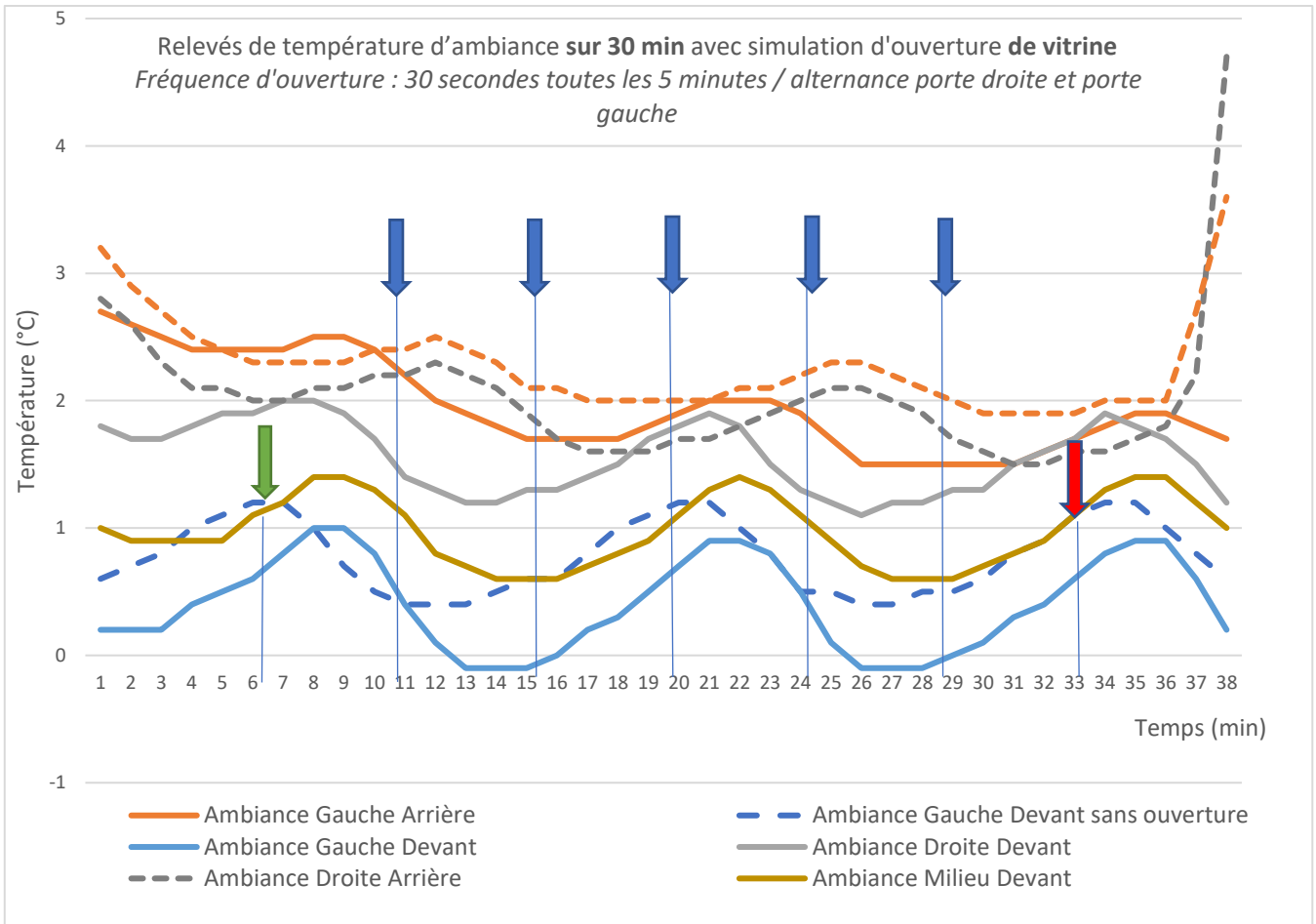


Figure 16. Relevés de température d'ambiance de la vitrine (à vide pendant 30 min), avec simulation d'ouverture de portes – (Fréquence d'ouverture : 30 s toutes les 5 min / alternance porte droite et porte gauche)

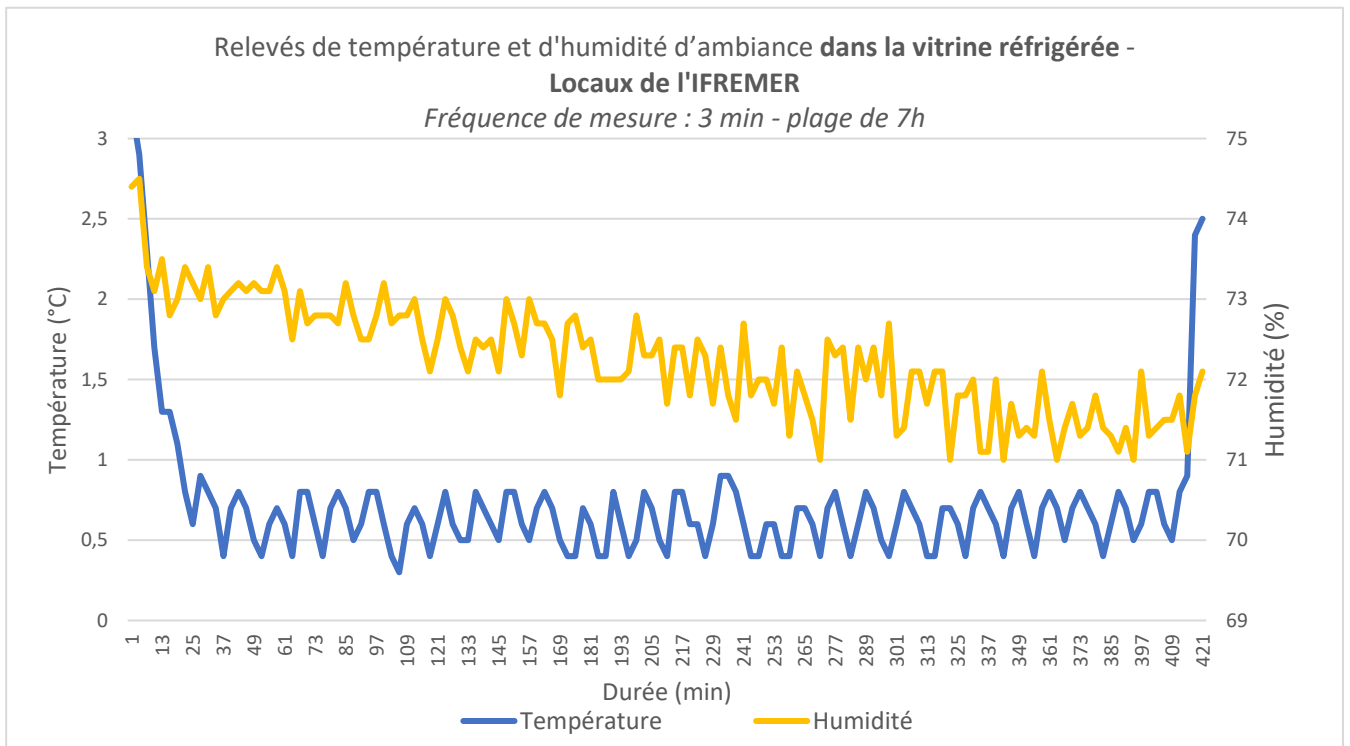


Figure 17. Relevés de température et d'humidité d'ambiance dans la vitrine réfrigérée – locaux de l'IFREMER – (Fréquence de mesure : 3 min pendant 7h)

4.1.2. Relevés de température en chambre froide

Comme indiqué au paragraphe précédent, des chambres froides ont été utilisées pour conserver les produits durant la nuit (« remballe »).

La figure 18 ci-après montre le relevé de température de la chambre froide utilisée dans l'atelier de mareyage Rochelais en tâches 1 et 2, sur une plage de 24h. Ces relevés ont été effectués à vide.

La chambre froide utilisée dans le local de mareyage, d'assez grand volume, met en évidence des cycles de plus grande amplitude thermique (de -0,5 à 3°C) que la vitrine, mais néanmoins restant dans une fourchette de température assez faible. L'humidité est stabilisée sur des valeurs comprises entre 60 et 70%.

Des relevés de température ont également été réalisés dans la chambre froide des locaux de l'IFREMER. Ils sont présentés en figure 19 page suivante. La température s'est révélée plus homogène dans cette chambre froide de plus petit volume (température relativement stable à 1°C durant la nuit). De la même façon, l'humidité relevée est comprise entre 71 et 73%. Ces relevés et ces conditions parfaitement stables sont d'autant plus importants car ils sont réalisés lors des essais menés en tâche 3, correspondant aux suivis de conservation microbiologiques.

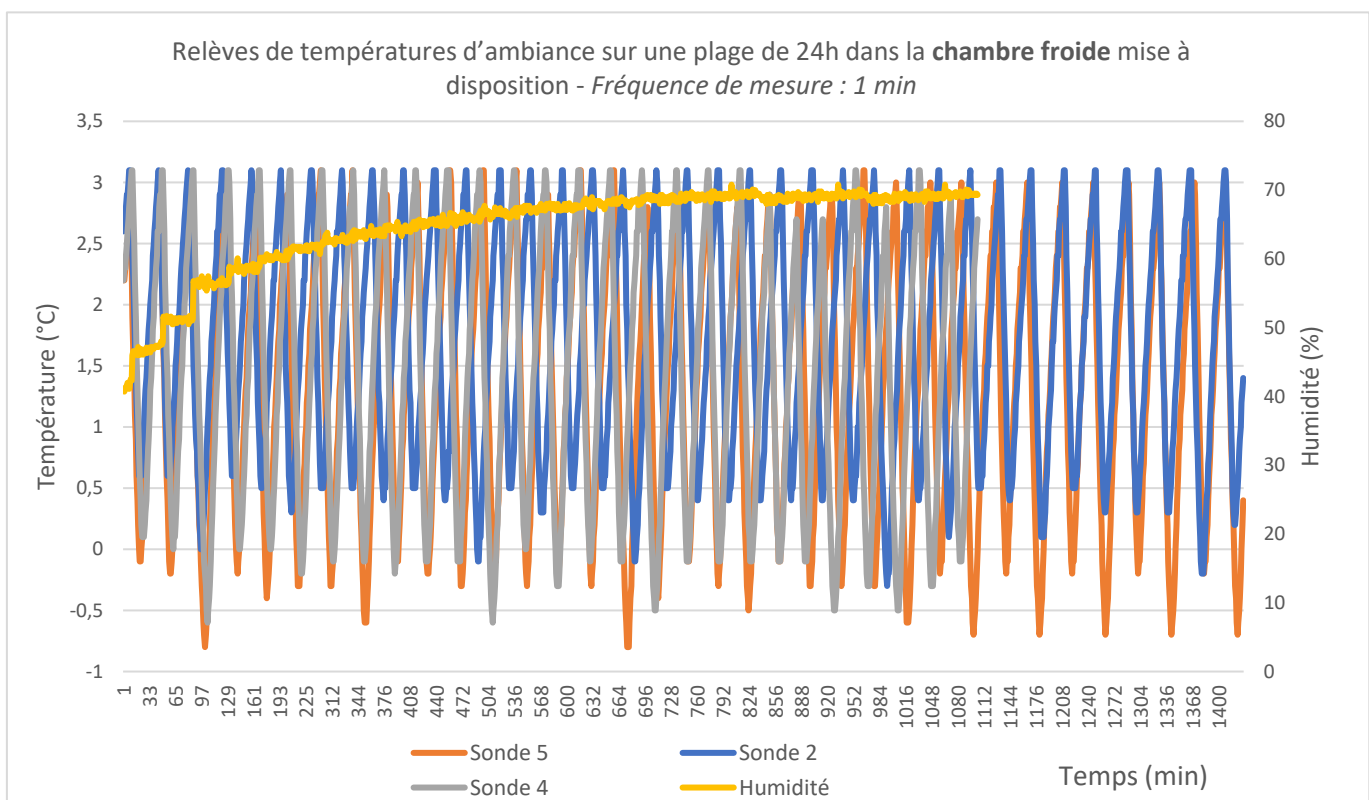


Figure 18. Relevés de température d'ambiance dans la CF pendant 24h (Fréquence de mesure : 1 min)

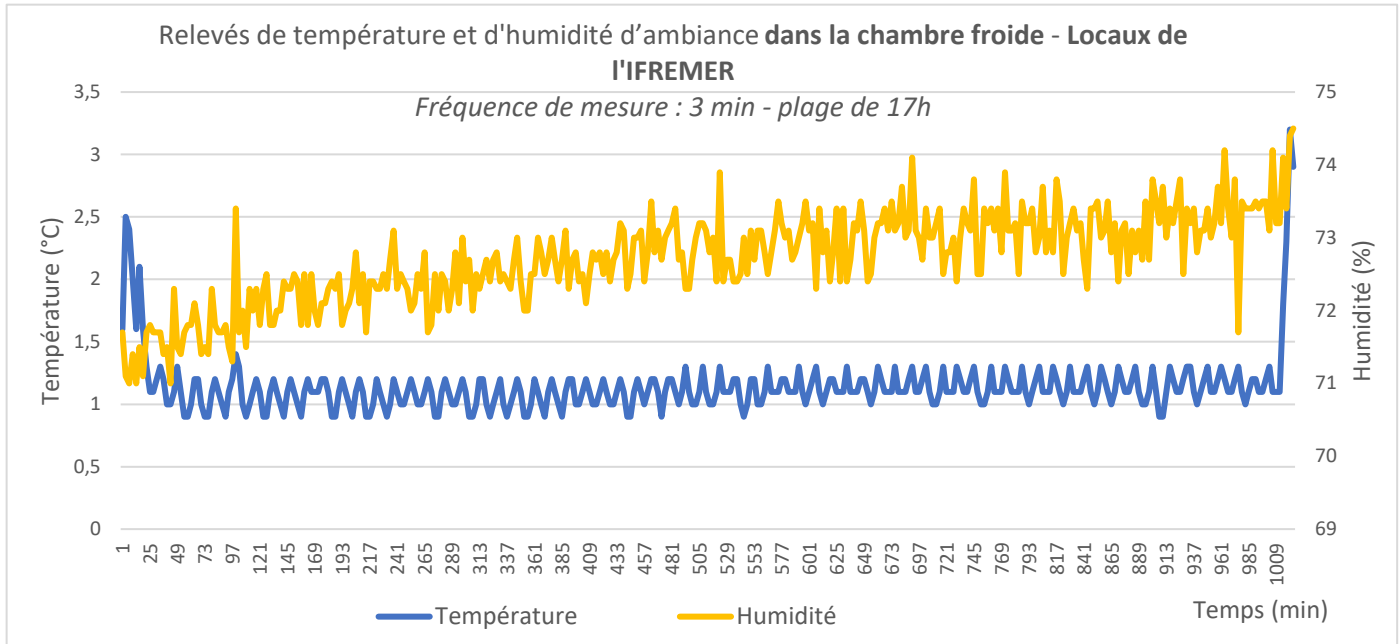


Figure 19. Relevés de température d'ambiance dans la C de l'IFREMER pendant 17h - (Fréquence de mesure : 1 min)

Globalement , tous les relevés de température réalisés à vide (aussi bien dans la vitrine réfrigérée que dans les chambres froides de stockage des produits) ont montré que les équipements étaient bien réglés et pouvaient permettre de respecter la température réglementaire de 0/2°C au moment de l'entreposage des produits.

4.1.3. Relevés de température des produits

Comme indiqué dans le paragraphe 3.4.3, les températures des produits ont été suivis tout au long de l'expérimentation en tâche 2 et en tâche 3 et ce en continu.

Les résultats de ces relevés de température sont compilées dans les différentes figures ci-dessous. Les poissons conservés sur glace et en vitrine/chambre froide y sont représentés de deux couleurs différentes.

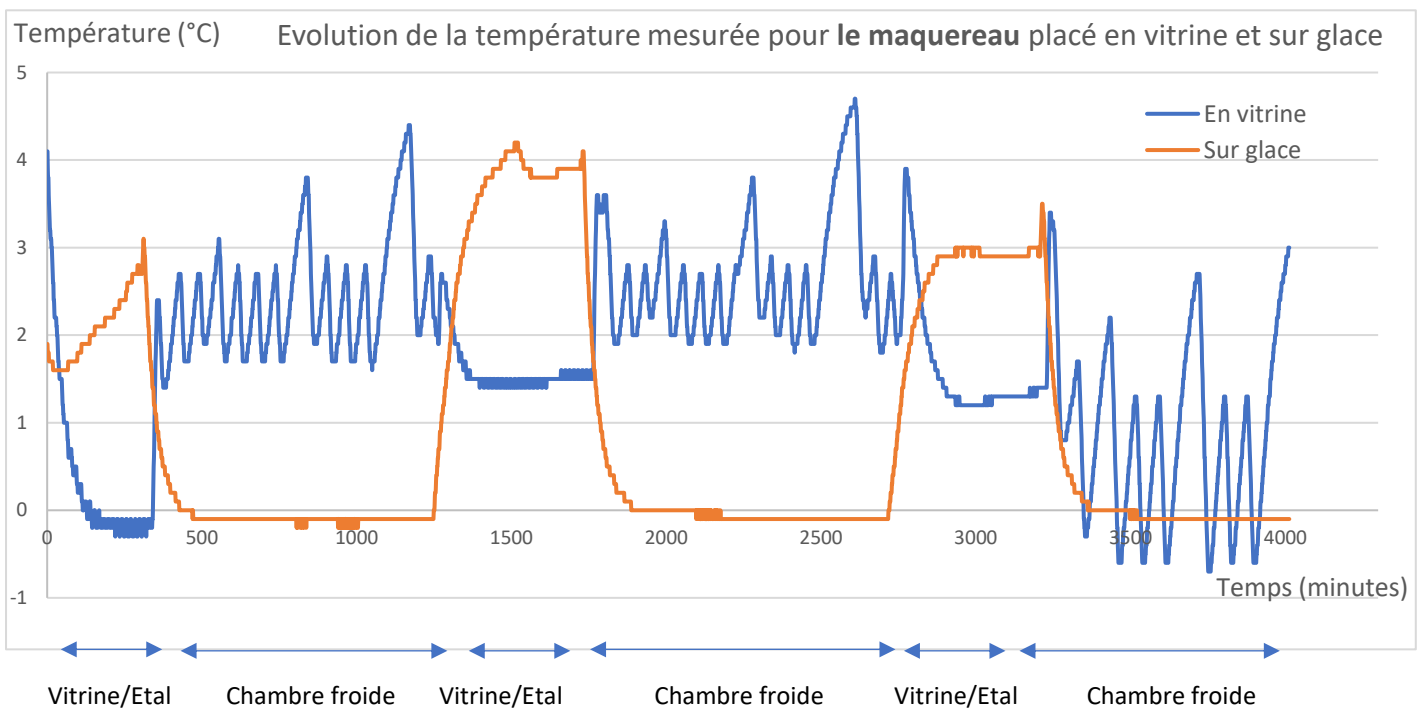


Figure 20. Relevés de température dans le maquereau placé sur glace et en vitrine – Tâche 1

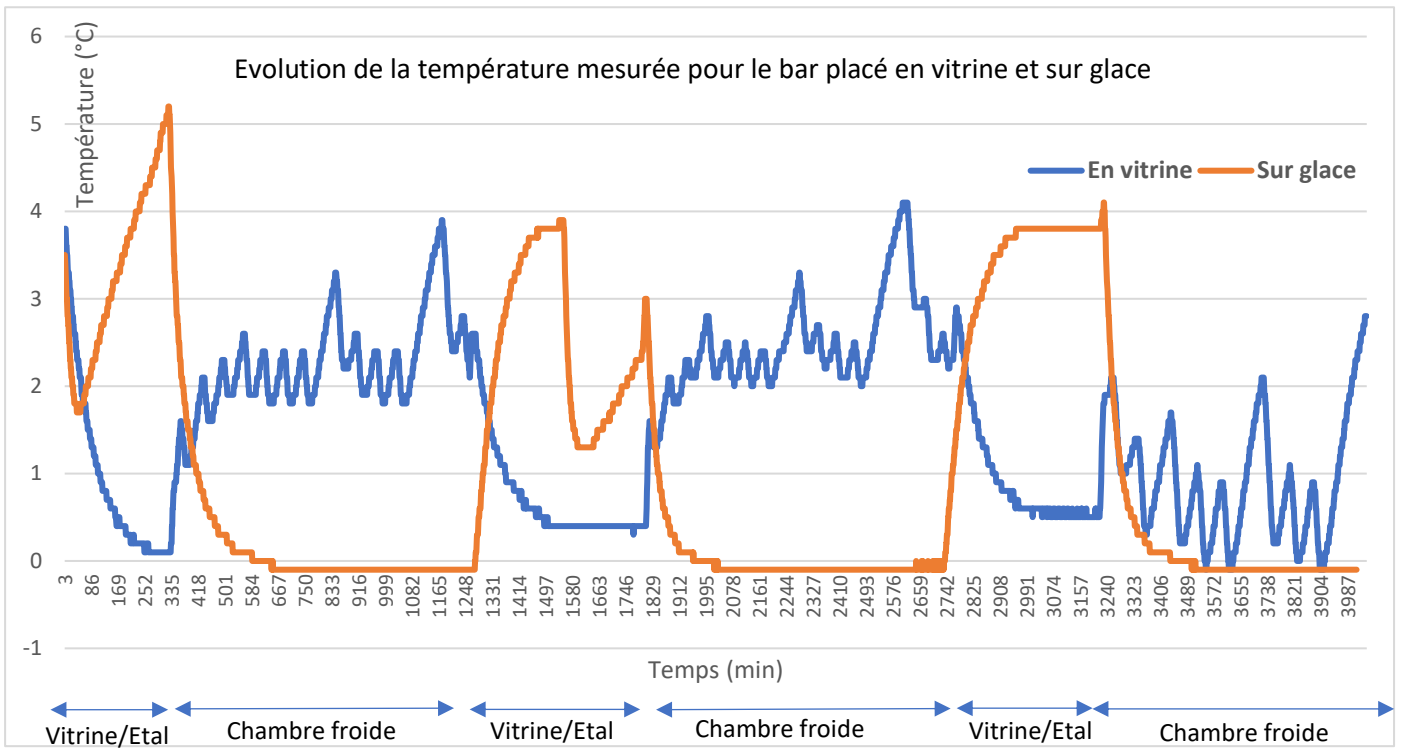


Figure 21. Relevés de température dans le bar placé sur glace et en vitrine - Tâche 1

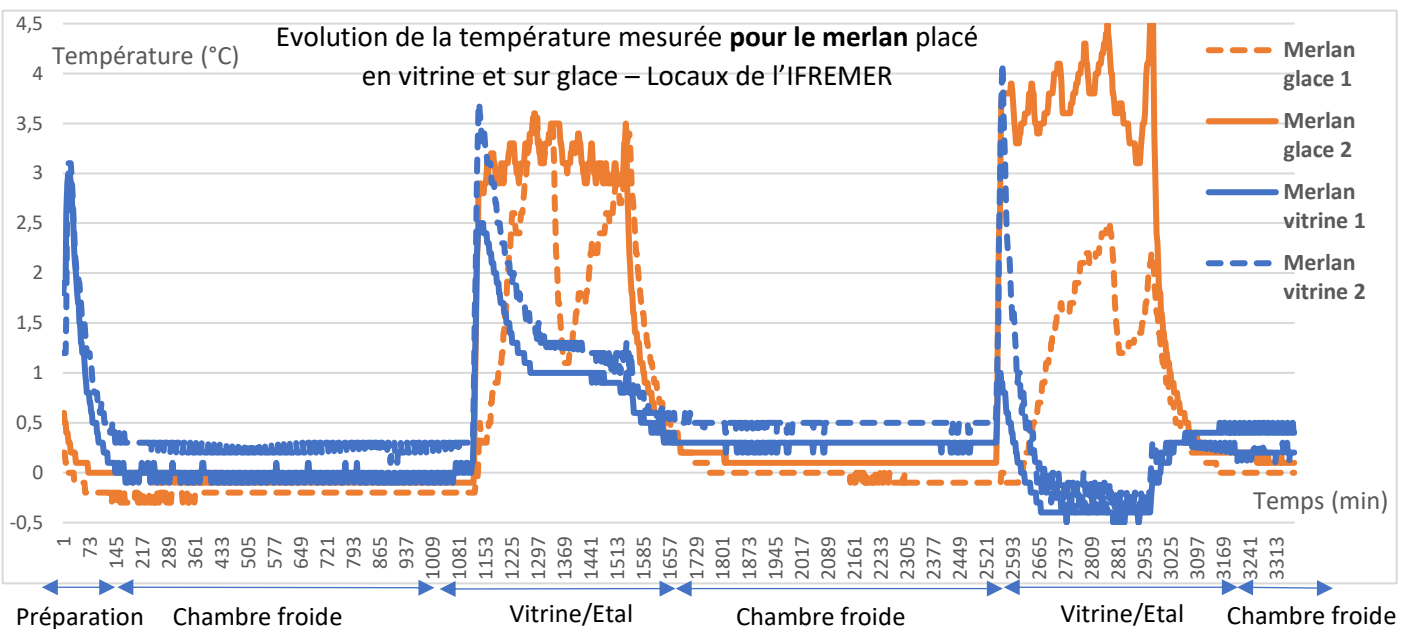


Figure 22. Relevés de température dans le merlan placé sur glace et en vitrine - Tâche 3

Figure 20

La température du maquereau conservé dans la vitrine était parfaitement réglementaire, avec une température comprise entre 0 et 2°C. Quelques différences de température ont néanmoins été observées d'un jour à l'autre: ceci est certainement dû au positionnement des poissons au sein de l'enceinte. Comme en commerce de détail, le chargement des poissons en vitrine s'est fait de manière aléatoire, hormis un regroupement par espèce sur le même support.

Durant les 2 premières nuits de stockage, la température de la chambre froide était vraisemblablement un peu trop élevée, puisque la température du poisson était voisine de 2/4°C. Ceci est certainement lié au volume de produit entreposé dans la chambre froide, beaucoup trop faible par rapport au volume de la chambre froide. Son réglage ultérieur a permis d'optimiser la température du produit pendant la 3^{ème} nuit d'entreposage (température comprise entre -0,5°C et 2,5°C à la fin).

Concernant le maquereau conservé sur glace, on relève notamment une montée progressive de la température en cours de journée, jusqu'à atteindre une température proche de 4°C, avec un léger impact du réglage à mi-journée. La température des produits sur un étal de glace est fortement dépendante du positionnement du poisson sur ce dernier et notamment de la surface de produit en contact direct avec la glace ou inversement avec l'air ambiant.

Figure 21

Ces tendances se retrouvent également pour le bar avec une température maintenue entre 0 et 1°C en vitrine et entre 0 et 4°C en chambre froide. Une montée progressive de la température des bars positionnés sur l'étal jusqu'à 4°C est aussi observée. On peut également voir un impact important de l'ajout de glace en cours de journée (chute de 2°C de la température avant remontée progressive).

Figure 22

Les températures se sont révélées plus régulières dans la chambre froide utilisée à l'IFREMER (température du merlan constatée entre 0 et 0,5°C). La température du produit une fois placé en vitrine se situe entre 0 et 1,5°C, là encore dans le respect des impératifs réglementaires. La tendance d'évolution pour le merlan conservé sur glace est similaire aux constatations précédemment relevées. Néanmoins, on peut voir une hétérogénéité entre les deux individus porteurs de sonde, contrairement à la vitrine, reflétant l'impact du positionnement du produit sur l'étal. La température du merlan conservé sur glace varie de 2,5 et 4,5°C au cours de la journée d'exposition.

Remarque : Malgré une température d'ambiance des locaux de l'IFREMER plus élevée (17°C contre 10°C au local de mareyage), la température relevée sur les produits ne montre pas une différence importante en cours de journée.

Figure 23

Pour le maquereau utilisé en tâche 3 dans les locaux de l'IFREMER, le même constat peut être fait (voir figure ci-après). Les différences de température en chambre froide (1-1,5°C) s'explique par un changement imposé de local pour ces poissons

Remarque : pour l'ensemble des poissons conservés sur glace, la conservation en caisse polystyrène sous glace en chambre froide pendant la nuit montre comme attendue une température relevée qui est constante, pour une valeur proche de 0°C.

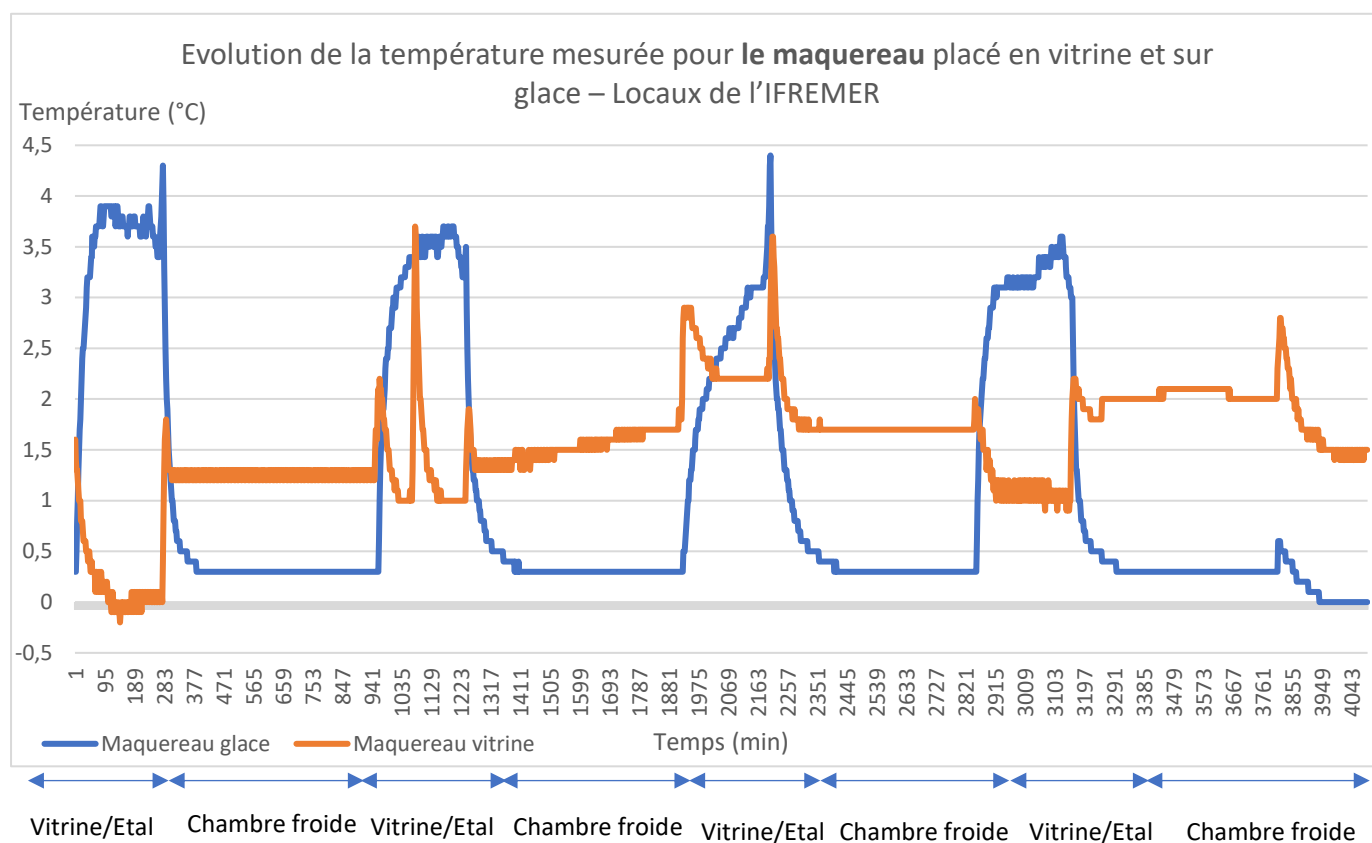


Figure 23. Relevés de température dans le maquereau placé sur glace et en vitrine - Tâche 3

4.1.4. Relevés de température réalisés chez des poissonniers professionnels

4.1.4.1. Dans une poissonnerie pratiquant la conservation sans glace

La tâche 1 du protocole expérimental prévoyait également la réalisation de relevés de température au sein des installations d'une poissonnerie pratiquant la conservation « sans glace ». Ces relevés ont été réalisés en amont du démarrage de la tâche 1, sur une durée de 3 jours en continu.

De légers pics de température correspondant à un dégivrage de la vitrine en cours de journée ont pu être mis en évidence (figure 24) chez le professionnel concerné. La température de l'enceinte a alors pu monter jusqu'à 4 voire 6°C au maximum, sans que cela n'ait une réelle influence sur la température du produit.

Remarque : Dans cet atelier, ces tâches de dégivrage étaient rendues nécessaires pour éviter la prise en glace des équipements, qui à terme pouvaient nuire au bon fonctionnement et à la régulation de la température interne de l'enceinte utilisée à ce moment-là. Mais le professionnel a par la suite changé ses vitrines, évitant par la suite le dégivrage en cours de journée.

Une légère hétérogénéité, de l'ordre de 0,5 à 1°C a également constatée entre l'avant et l'arrière de la vitrine. **Mais en cours de journée, la température relevée dans l'enceinte était parfaitement régulée entre 0 et 2°C. Les températures relevées dans le produit étaient parfaitement conformes aux exigences réglementaires.**

Une légère augmentation de la température du poisson a aussi été relevée au moment du transfert des poissons en chambre froide en fin de journée.

Remarque : dans ce commerce, les vitrines étaient arrêtées la nuit.

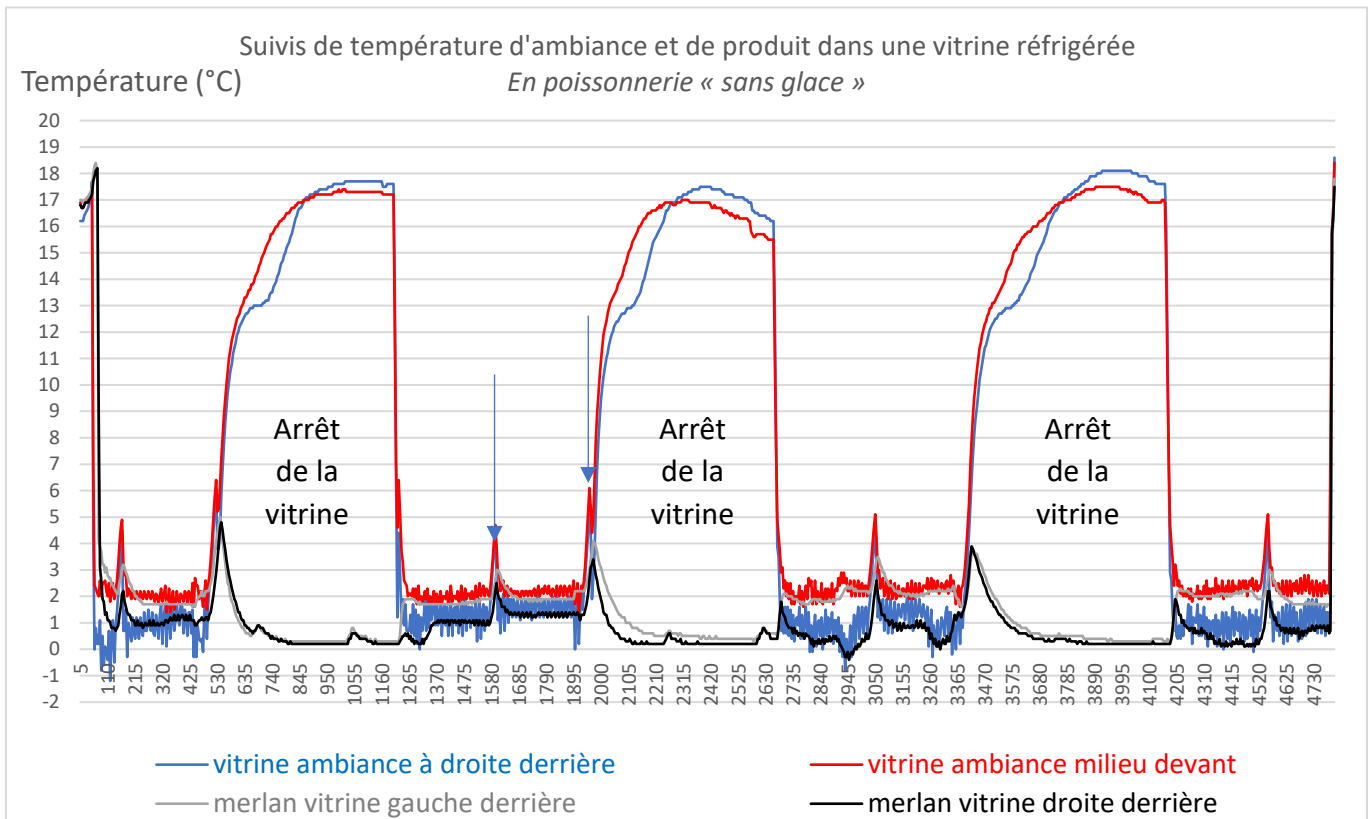


Figure 24. Relevés de température réalisés dans une poissonnerie pratiquant le mode de conservation « sans glace » - Tâche 1
Vitrine réfrigérée et produit (merlan)

La température relevée dans la chambre froide de cette poissonnerie était comprise entre 0 et 2°C (figure 24), avec quelques pics de remontée en température au-dessus de 2°C liés au dégivrage de cette chambre froide. Mais cela n'a pas eu d'incidence sur la température des produits dont la température est restée bien maîtrisée entre 0 et 1°C.

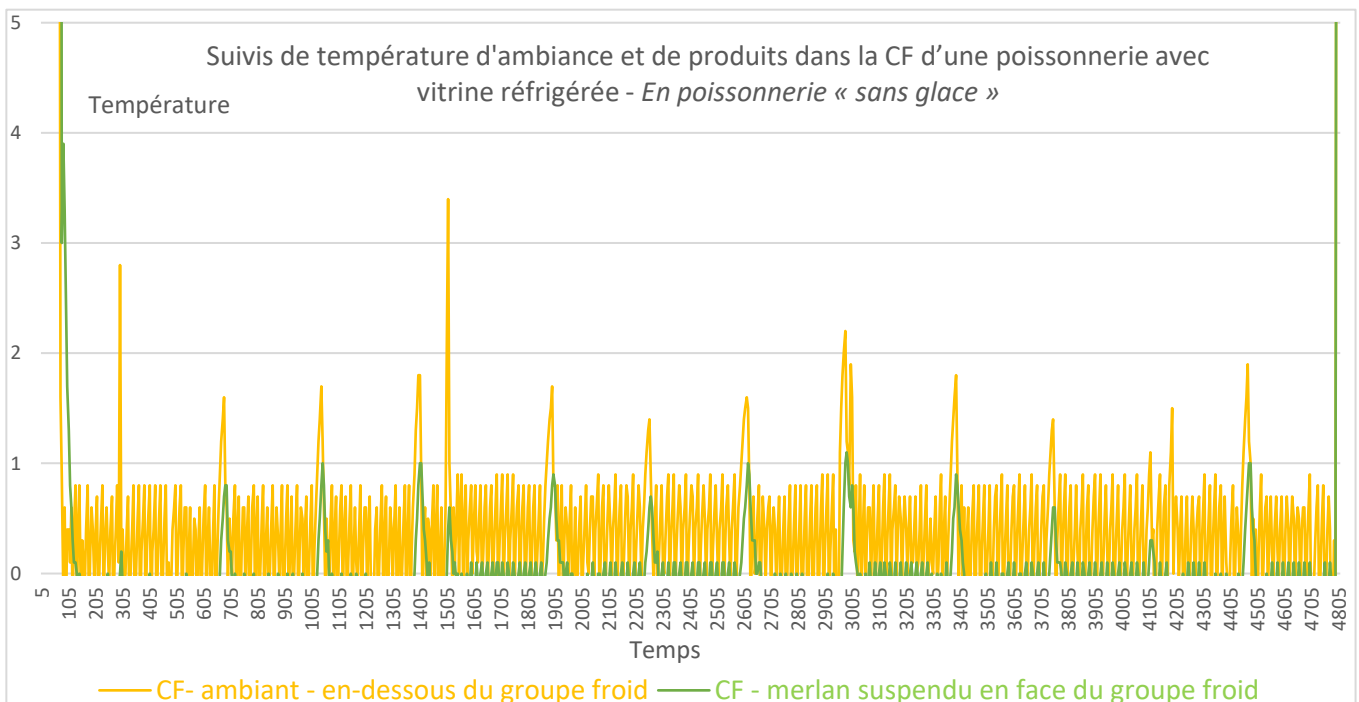


Figure 25. Relevés de température réalisés dans une poissonnerie pratiquant le mode de conservation « sans glace » - Tâche 1
Chambre froide et produit (merlan)

L'ensemble des températures relevées dans des produits conservés sans glace en vitrines réfrigérées ou bien en chambre froide (que ce soit dans le cadre des essais expérimentaux ou bien dans le cadre de mesures réalisées chez des professionnels) se sont révélées être conformes aux exigences réglementaires de 0/2°C. Il n'y a pas eu d'impact de l'ouverture / fermeture des portes de la vitrine dans les conditions expérimentales, ni d'impact de l'éclairage de la vitrine. Trois points de vigilance ont néanmoins pu être relevés :

- Le moment de dégivrage de la vitrine réfrigérée : un dégivrage en cours de journée n'est à priori pas forcément nécessaire avec les équipements actuels. Sinon, il doit être le plus court possible
- Le moment de remballage soulignant la nécessité de réaliser cette opération le plus rapidement et le plus précautionneusement possible, et d'avoir une chambre froide d'entreposage située à proximité de la vitrine.
- Le volume de la chambre froide (en lien avec la quantité de produits entreposée) pouvant conduire à des fluctuations plus ou moins importantes.

4.1.4.2. En poissonnerie « traditionnelle »

En complément, et à titre d'information, un relevé de température a également été réalisé dans une poissonnerie traditionnelle rochelaise, sur un mullet exposé sur glace comme le montre la figure ci-après.

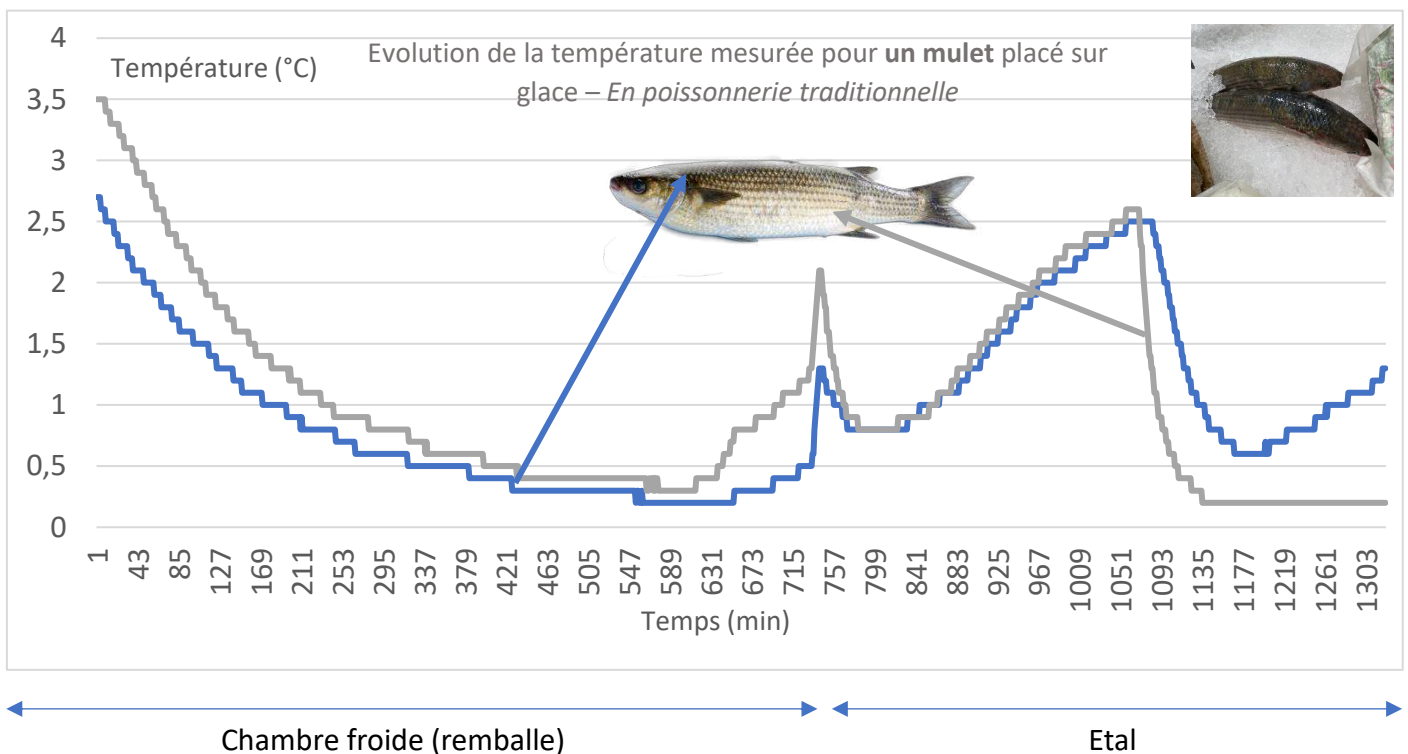


Figure 26. Relevés de température réalisés dans une poissonnerie « traditionnelle » - Tâche 1
2 sondes placées dans le produit

température réglementaire était donc parfaitement assurée par le professionnel concerné.

Au moment de la remballage en caisse glacée, la température atteint logiquement la valeur de 0°C.

L'ensemble des températures relevées dans des produits conservés sur glace a respecté la t° réglementaire de 0/2°C moyennant la prise en compte de la tolérance acceptable pour la mesure de température des produits (que ce soit dans le cadre des essais expérimentaux ou bien dans le cadre de mesures réalisées chez des professionnels). Une augmentation graduelle de la température des produits a été observée au cours de la journée. Le rechargement en glace à mi-journée a eu un impact positif sur le respect de la température réglementaire. Deux sources de variabilité ont été identifiées :

- Impact de la température ambiante extérieure
- Hétérogénéité de la température du poisson selon le contact avec la glace et sa disposition sur l'étal.

4.2. Evaluation des produits

4.2.1. Cotation organoleptique des poissons conservés sur glace sur l'étal

Le tableau en annexe III donne le « scoring » suite à l'évaluation via la grille de cotation adaptée au mode de conservation sur glace, à la fois dans la tâche 2 pendant 7 jours (maquereau, bar, sole) et dans la tâche 3 pendant 12 et 9 jours (maquereau, merlan). Ces résultats nous permettent d'établir les courbes d'évaluation représentées ci-après.

Evaluation sensorielle des poissons sur glace en tâche 2

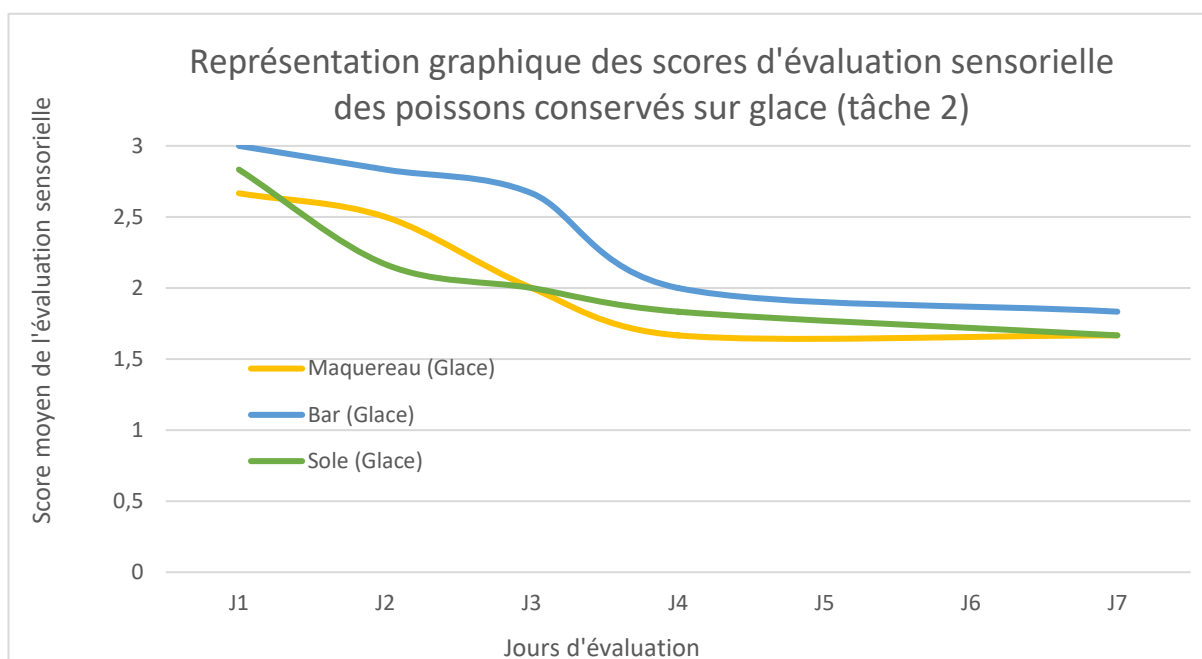


Figure 27. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle Poissons conservés sur glace-Tâche 2

Pour le maquereau conservé sur glace, on observe principalement des tâches de sang au niveau des branchies, des nageoires ou bien de l'orifice anal. Ces évolutions négatives contribuent notamment à la baisse du *scoring* dès le deuxième jour d'exposition.

Comme pour le maquereau, on constate pour le bar des tâches de sang au stade final de l'évaluation, un rosissement au niveau des nageoires. Un ramollissement de la cavité abdominale peut aussi être noté. Néanmoins, contrairement au maquereau, ces évolutions négatives sont constatées plus tardivement chez le bar exposé sur glace, à partir de J3, avec une chute marquée du scoring.

Concernant la sole, on observe des évolutions négatives en terme de dépigmentation, une perte d'écailles et une perte de rigidité et d'élasticité généralisée. Le scoring baisse de façon assez rapide et ce, dès le jour 2 d'exposition.

Evaluation sensorielle des poissons sur glace en tâche 3

Le merlan évalué dans les locaux de l'IFREMER, contrairement au maquereau et au bar, était éviscéré. Les évolutions négatives constatées concernent une perte d'élasticité, l'apparition de rougeur au niveau de la chair et une décoloration des branchies. On remarque une diminution plus graduelle du scoring du poisson, avec une chute plus caractérisée à partir de J5.

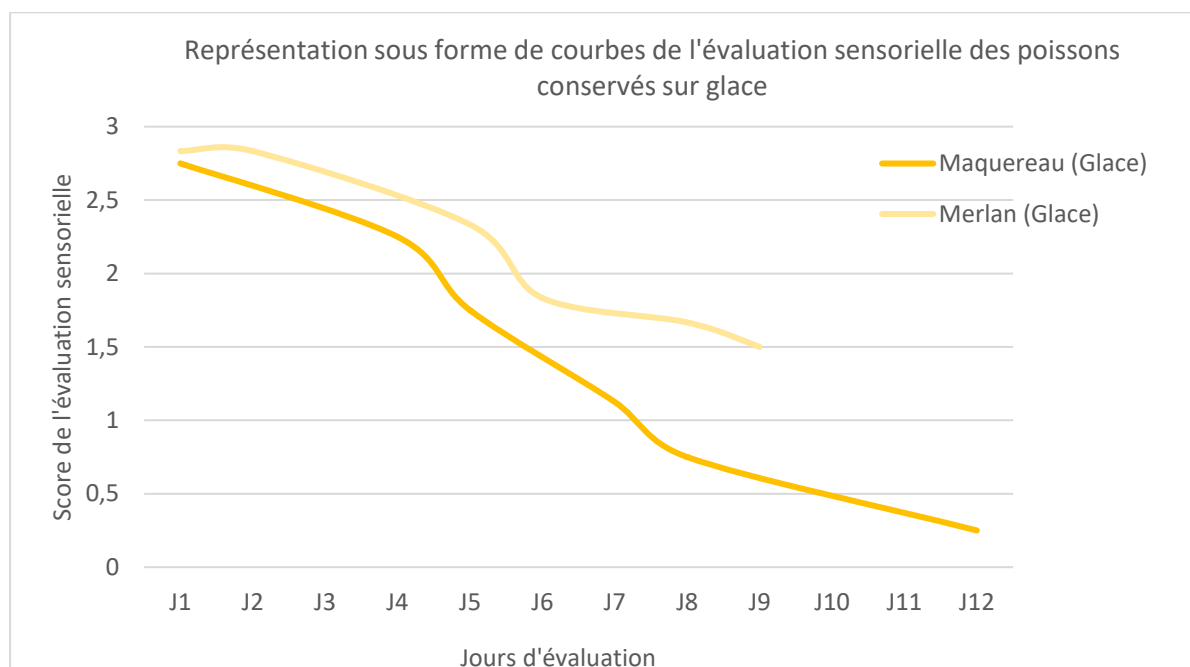


Figure 28. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle Poissons conservés sur glace-Tâche 3

On observe ici pour le maquereau une dégradation lente mais continue tout au long de la tâche 3 avec un démarrage sur une fraîcheur extra jusqu'à un premier palier à partir de J4 avec une dégradation plus rapide du score jusqu'à une décrue plus lente et un score faible à partir de J7. La dégradation du maquereau est plus rapide que celle du merlan, correspondant à la fois à la spécificité de ces espèces et au mode de préparation préalable (éviscéré / non éviscéré).

De manière générale, la dégradation des poissons conservés sur glace évolue de façon négative à partir de J3, avec une influence selon la nature, le poids, la taille et le mode de préparation des espèces. L'évolution est moins rapide pour les espèces de plus grande taille. L'évolution plus graduelle d'un poisson éviscéré sur glace montre l'influence positive de ce mode de préparation des poissons.

Des dégustations ont été effectuées à deux stades d'évaluation en tâche 2 (J4 et J7). Ces dégustations n'ont pas mis en évidence d'apparition de goût ou d'odeur désagréable. L'odeur est restée neutre et caractéristique des espèces en présence, y compris au stade d'évaluation J7.

4.2.2. Cotation organoleptique des poissons conservés en vitrine réfrigérée

Le tableau en annexe IV donne le « scoring » suite à l'évaluation via la grille de cotation adaptée au mode de conservation sur glace, à la fois dans la tâche 2 pendant 7 jours (maquereau, bar, sole) et dans la tâche 3 pendant 12 et 9 jours. (maquereau, merlan). Ces résultats nous permettent d'établir les courbes d'évaluation représentées ci-après.

Evaluation sensorielle des poissons en vitrine conservés en tâche 2

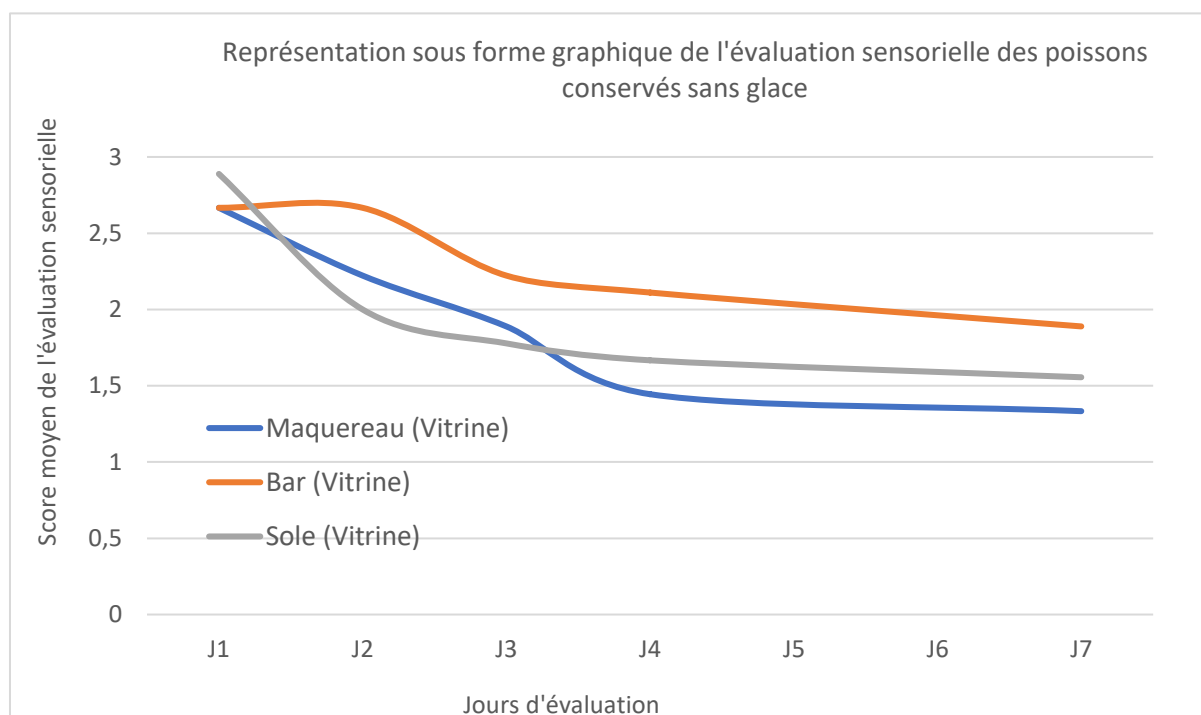


Figure 29. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle
Poissons conservés en vitrine – Tâche 2

Pour l'ensemble des poissons, **la déshydratation**, constatée à travers la perte de poids des poissons (voir paragraphe suivant), se matérialise par des changements organoleptiques caractérisés : **apparition de plissures de la peau au niveau ventral et/ou des flancs selon les espèces. On voit clairement une ouverture des bouches des poissons dès les premiers stades d'évaluation. Sur le maquereau, on a aussi pu observer un changement de couleur de chair (apparition de teinte jaunâtre en fin de stade d'évaluation – Léger rancissement).**

Par rapport à une conservation sur glace, on peut noter en revanche moins d'écoulement sanguin et de diffusion de sang dans la chair (lié au mode de préparation préalable des produits).

Comme pour la conservation sur glace, la dégradation est plus marquée et rapide sur les espèces de plus petite taille (la sole) par rapport aux grosses pièces. Le scoring le plus bas est atteint avec le maquereau, là où les changements organoleptiques ont été les plus tangibles. Le meilleur score organoleptique après 7 jours est obtenu par le bar. A noter également que la sole se dégrade de façon

très rapide au début de la conservation puis son évolution est plutôt stable par la suite au cours du temps.

Une dégustation des filets a également été réalisée pour le poisson placé en vitrine. **Les dégustateurs ont noté des saveurs légèrement plus prononcées, ainsi qu'une odeur plus intense (concentration des saveurs vraisemblablement liée à la déshydratation partielle des poissons par le froid et le ventilation).**

La formation d'un léger exsudat a également été observé pour le bar et le maquereau à J4 mais pas pour la sole. La texture est restée ferme voire un peu sèche pour le bar. La chair de maquereau « s'effrite » légèrement dans le temps. A J7, on relève les mêmes constatations avec cependant l'absence d'exsudat et des odeurs et saveurs légèrement plus prononcées. Pour le maquereau à J7, l'odeur est plus forte, presque aigre.

Evaluation sensorielle des poissons conservés en vitrine en tâche 3

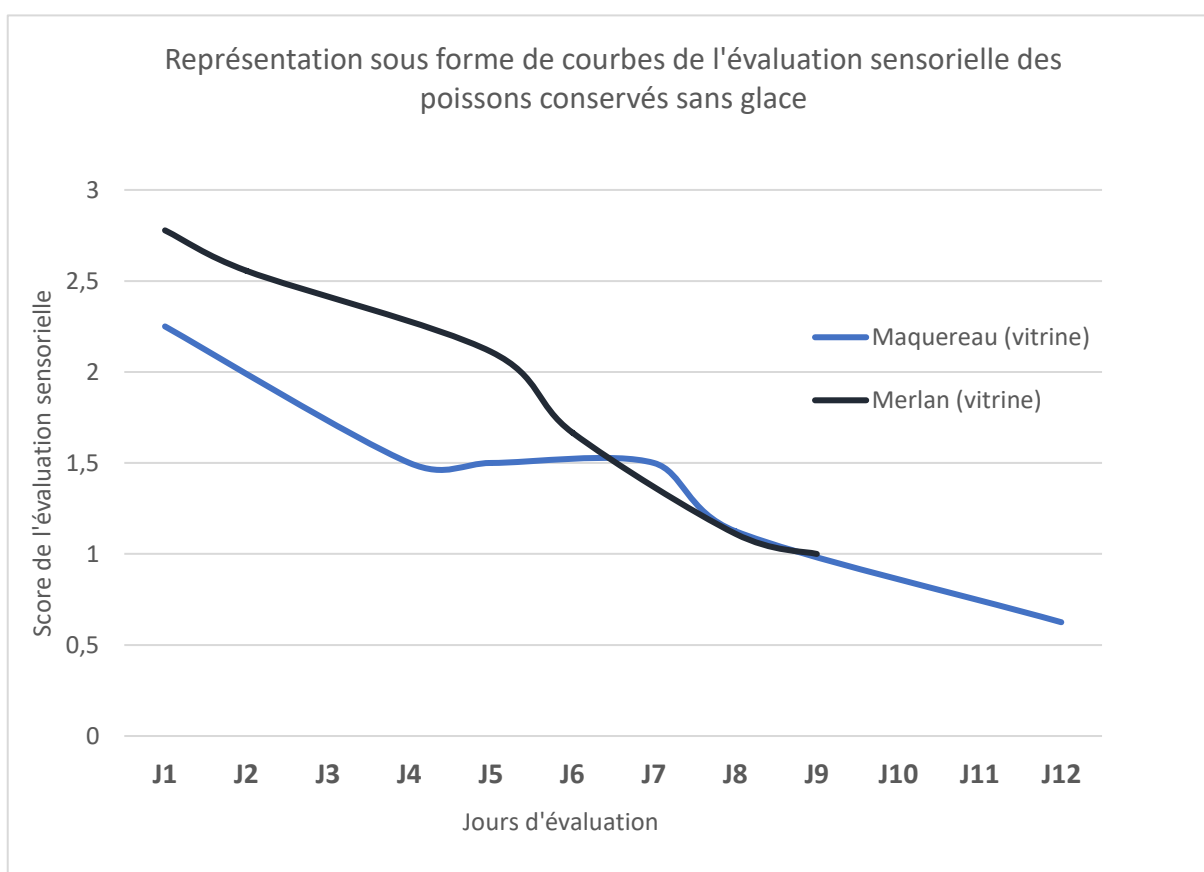


Figure 30. Représentation graphique du score moyen d'évaluation sensorielle
Poissons conservés en vitrine – Tâche 3

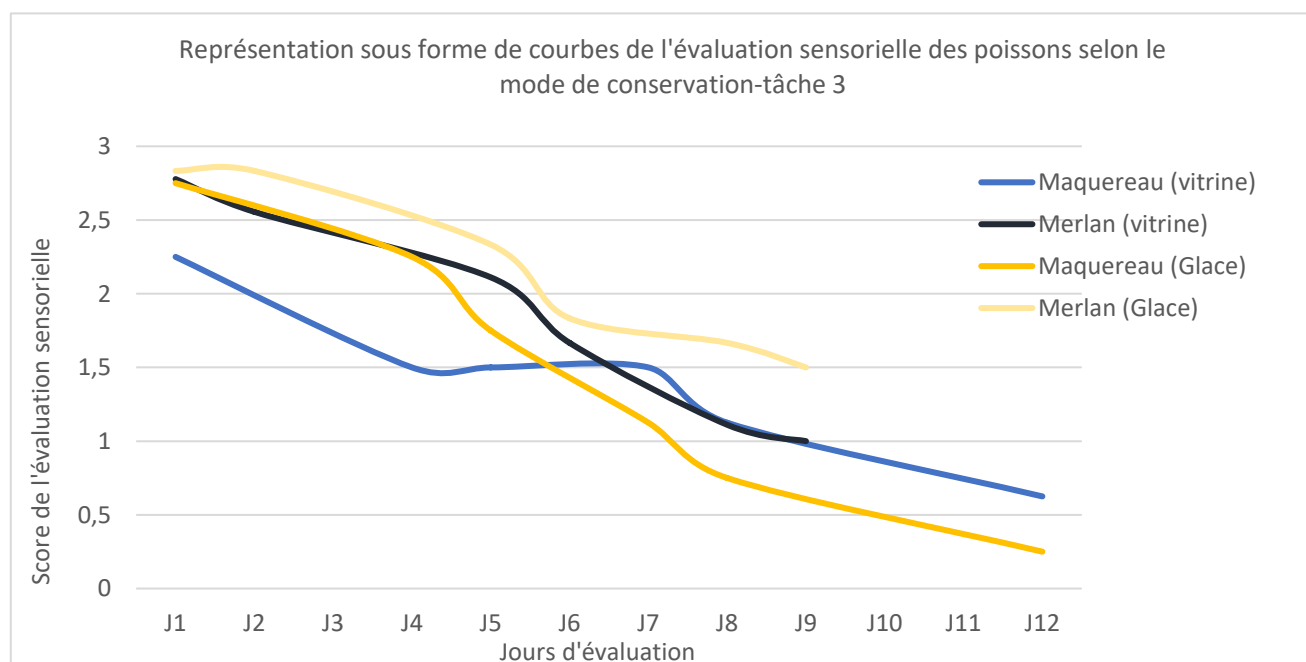
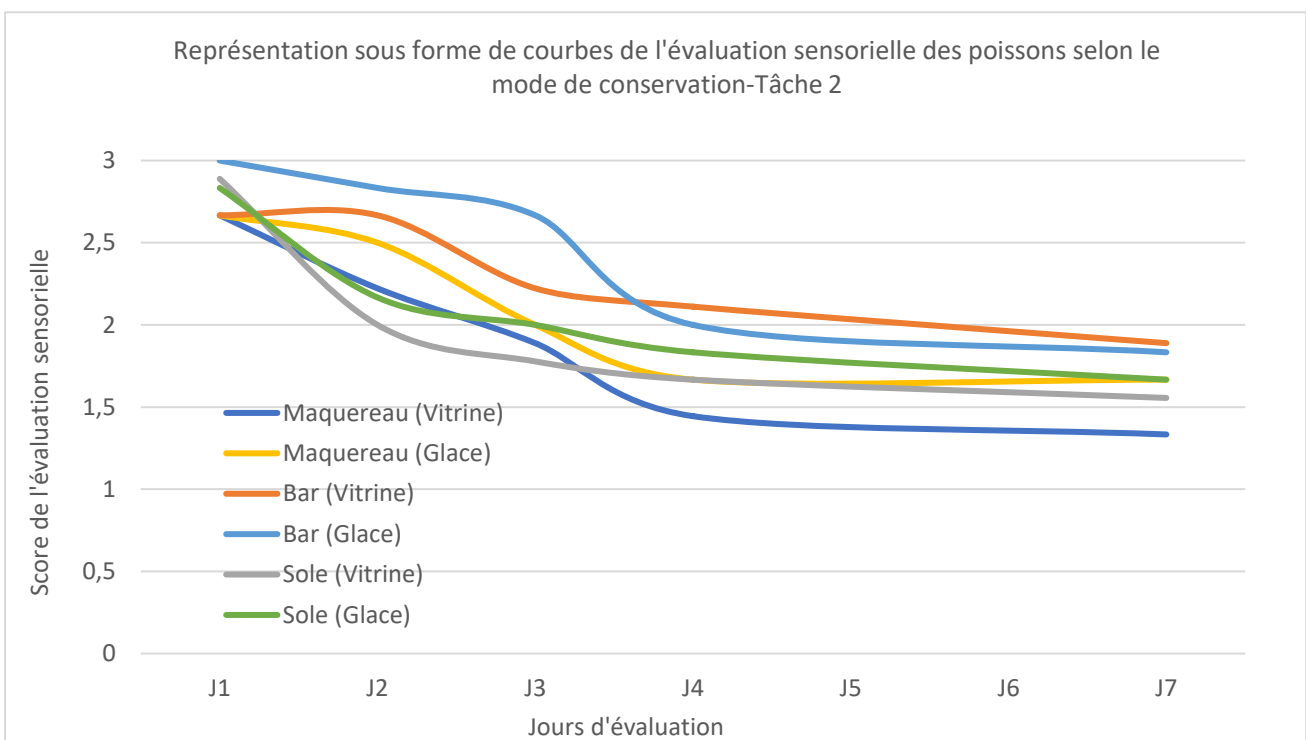
Le merlan se dégrade progressivement jusqu'à J5 puis encore plus rapidement ensuite jusqu'à J9. **Les mêmes évolutions organoleptiques que précédemment peuvent être faites (poisson à la bouche ouverte, plissures caractérisées de la peau, chair asséchée...).**

L'évolution organoleptique du maquereau est assez similaire à celle du merlan. Des odeurs caractérisées de chair rance ont été relevées par les évaluateurs lors des derniers stades (J8 & 12).

4.2.3. Evaluation sensorielle des poissons selon le mode de conservation – comparaison globale-
Tâches 2 et 3

L'évolution organoleptique de l'ensemble des poissons conservés selon les deux modes étudiés est présentée en figure 31. Ces représentations graphiques permettent d'avoir une vue d'ensemble globale des paramètres décrits précédemment entre une conservation sur glace et en vitrine réfrigérée.

Pour les deux tâches étudiées, on note que le mode de conservation a une influence marquée sur l'évolution sensorielle des poissons évalués. Cette évolution semble inversement corrélée à la taille des pièces évaluées. De la même façon, le scoring obtenu est un peu plus faible à la fin des expérimentations pour la majorité des espèces conservées en vitrine, et l'évolution négative semble un peu plus rapide pour ces espèces. Pour des raisons de contraintes de temps ou de disponibilités des locaux, les durées d'évaluation n'ont cependant pas pu être uniformisées entre les deux tâches.



4.2.4. Evaluation visuelle des pavés de saumon utilisés pour le protocole d'inoculation

Les pavés de saumon n'ont pas fait l'objet d'un scoring spécifique.

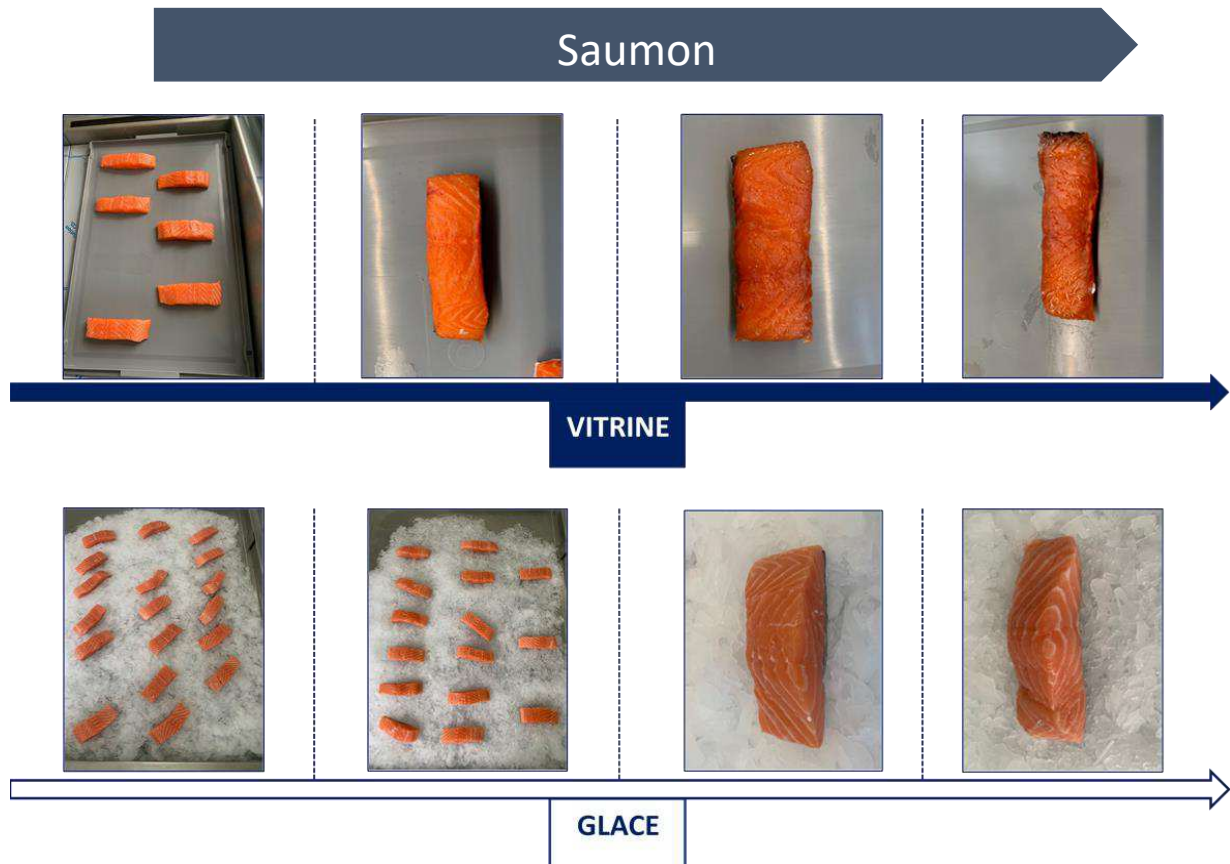


Figure 32. Evolution visuelle des pavés de saumon conservés sous glace ou en vitrine

Un assèchement caractérisé des produits disposés en vitrine a pu être observé avec un produit présentant des plissures et une couleur plus foncée, marquant une concentration des pigments et un resserrement des fibres musculaires.

Le produit exposé sur glace au même stade présente une couleur légèrement plus claire et son aspect originel semble moins impacté.

4.2.5. Relevés de poids et matérialisation des pertes en eau

Le tableau ci-après montre l'évolution des poids pour les individus placés en vitrine.

Jour	Tâches 1 & 2			
	Sole (3 poissons)		Bar (3 poissons)	
	Vitrine (g)	% perte cumulée	Vitrine (g)	% perte cumulée
J1	208	-	1019	-
J2	197	5	993	3
J3	190	9	976	4
J4	182	13	957	6
J5	ND	ND	ND	ND
J6	ND	ND	ND	ND
J7	162	22	893	12
Jour	Tâches 1 & 2		Tâche 3	
	Maquereau (5 poissons)		Maquereau (3 poissons)	
	Vitrine (g)	%perte cumulée	Vitrine (g)	%perte cumulée
J1	317	-	221	-
J2	305	4	ND	ND
J3	296	7	ND	ND
J4	288	9	187	15
J5	ND	ND	181	18
J6	ND	ND	ND	ND
J7	272	14	169	24
J8	ND	ND	163	26
J9	ND	ND	ND	ND
J10	ND	ND	ND	ND
J11	ND	ND	ND	ND
J12	ND	ND	144	35
Jour	Tâche 3			
	Saumon (6 pavés)			
	Vitrine (g)	% perte cumulée	Glace (g)	% perte cumulée
J1	163	-	143	-
J4	148	10	ND	ND
J5	140	14	141	1
J7	127	22	140	2
J8	117	28	140	2
J12	99	39	140	2

Selon les espèces, on a pu enregistrer une perte de 12 à 35% en poids (jusqu'à 39% pour les pavés de saumon). Il est évident que la perte de poids est très liée aux modalités de ventilation dans la vitrine et au degré hygrométrique de l'air. Les pertes de poids enregistrées sont très liées à la vitrine utilisée dans le cadre de ces essais et à son réglage.

La perte de poids est d'autant plus faible que les poissons sont de plus grande taille (avec une perte de poids cumulée moyenne de 12% pour le bar par exemple).

A l'inverse, les poissons sur glace n'ont quasiment pas perdu de poids (1 à 2%) au cours de la conservation.

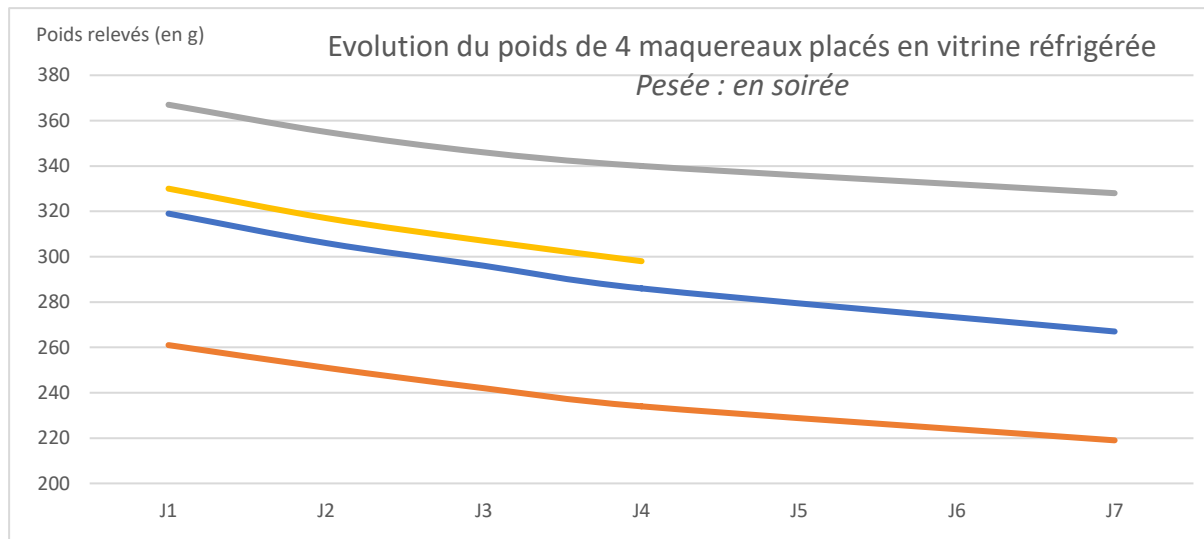
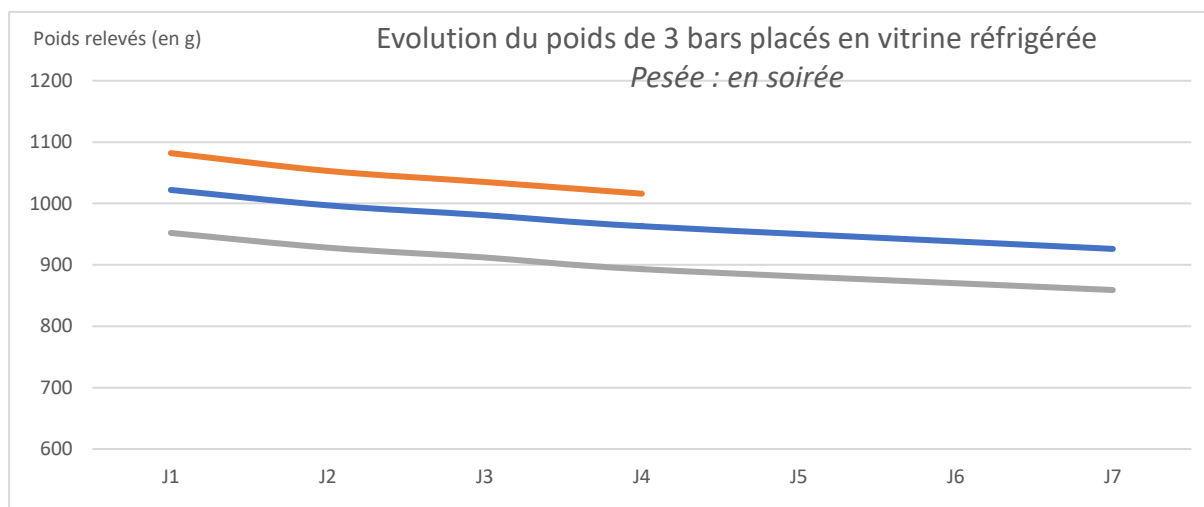
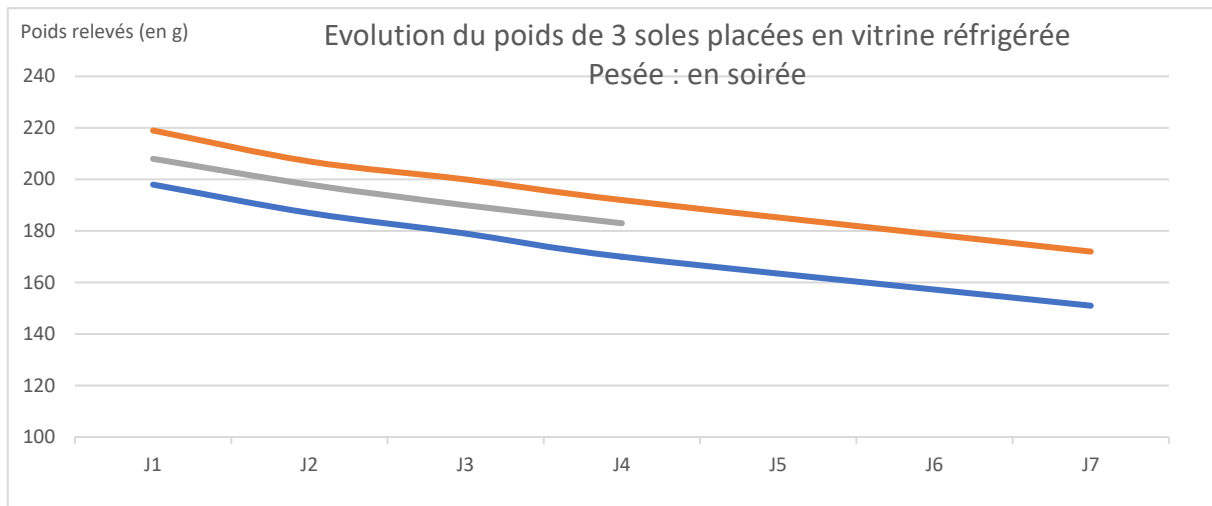


Figure 33. Représentation illustrée des relevés de poids des individus conservés en vitrine réfrigérée - Tâches 1&2

4.3. Analyses microbiologiques et biochimiques

4.3.1. Analyses microbiologiques

4.3.1.1. Incidence du mode de conservation sur le microbiote

Les figures 34, 35 et 36 présentent l'évolution de la flore totale dans le merlan, le maquereau et le saumon respectivement, et de façon comparative par conservation sur glace et en vitrine réfrigérée.

Pour le merlan, le dénombrement est déjà relativement élevé 1 jour après la pêche. Cette flore évolue de façon assez classique pour atteindre 7.4 Log (UFC/g) au bout de 9 jours de conservation. Pendant les 5 premiers jours, le dénombrement est légèrement (mais statistiquement significatif) inférieur dans le poisson en vitrine (0.8 Log). Aucune différence n'est observée par la suite.

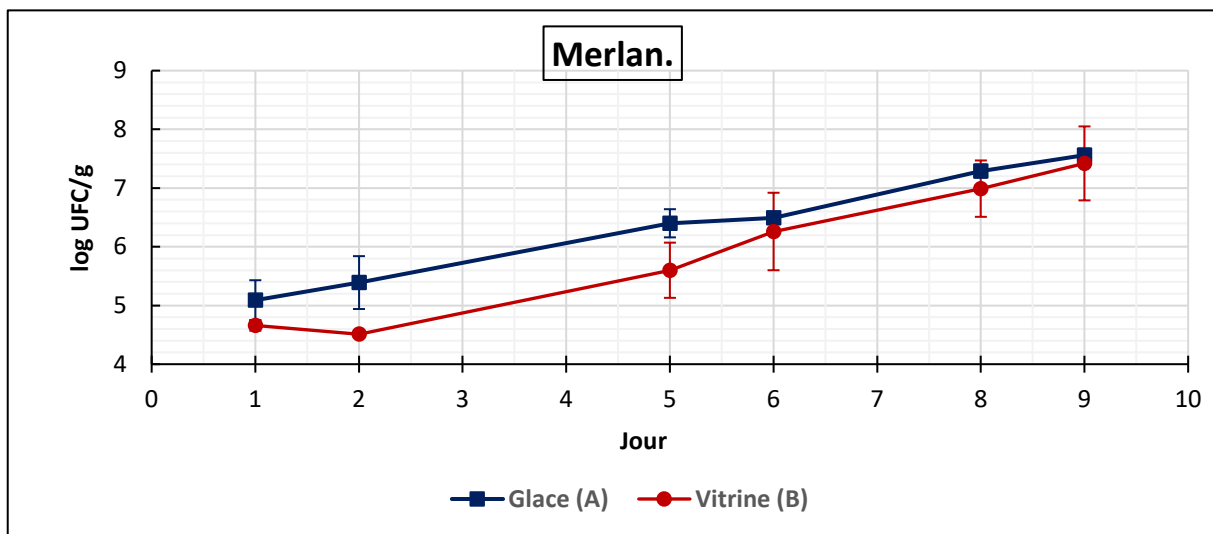


Figure 34. Evolution de la flore totale dans le merlan conservé sous glace ou en vitrine

L'évolution de la flore totale du maquereau est relativement similaire à celle du merlan, même si elle reste globalement plus faible (1 log de moins à 8 jours). Le dénombrement du maquereau en vitrine est inférieur de 2 Log à celui du poisson en glace. Il est difficile de dire si c'est le mode de conservation qui induit ce résultat ou si c'est le traitement initial du produit (retrait des branchies, lavage, etc).

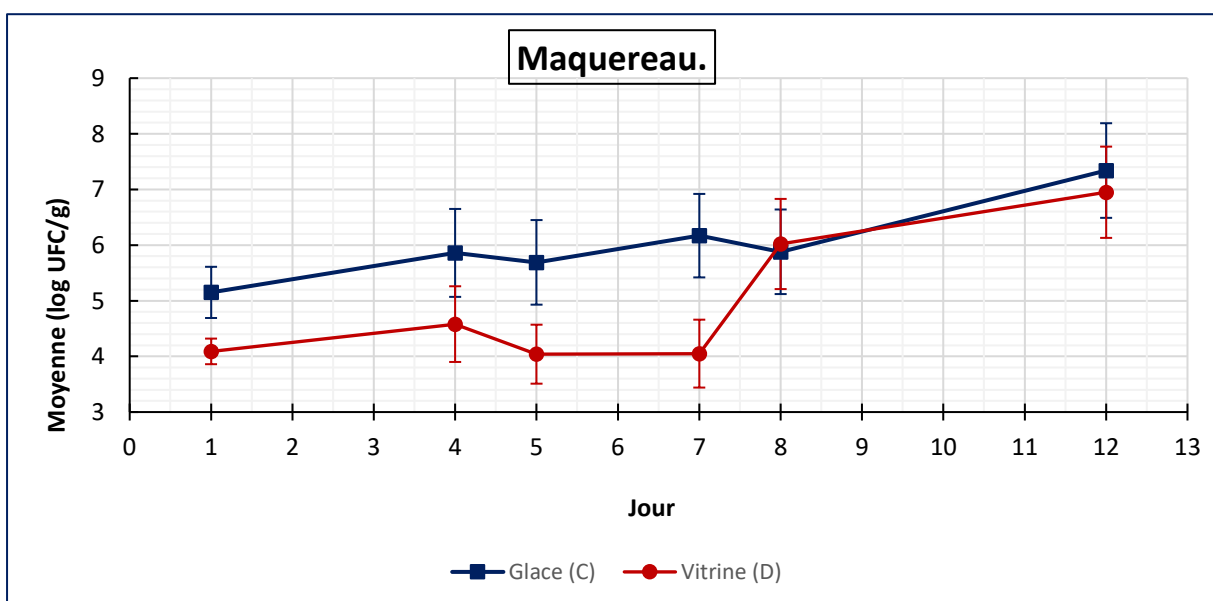


Figure 35. Evolution de la flore totale dans le maquereau conservé sous glace ou en vitrine

Dans le cas du saumon, il est très clair que le mode de conservation a un fort impact sur la flore totale. Les dénombrements initiaux (4.5 Log) sont identiques au démarrage de l'expérience (ce qui est logique puisque les pavés ont subi exactement la même préparation) et conformes à ce que l'on trouve généralement dans ces produits. La flore évolue ensuite plus rapidement dans le saumon sous glace pour atteindre son maximum de 8.3 Log au bout de 14 jours contre 6.4 en vitrine. Ce résultat peut s'expliquer par la perte en eau de la chair en vitrine (voir paragraphe précédent), diminuant l'activité de l'eau et ralentissant ainsi le développement bactérien.

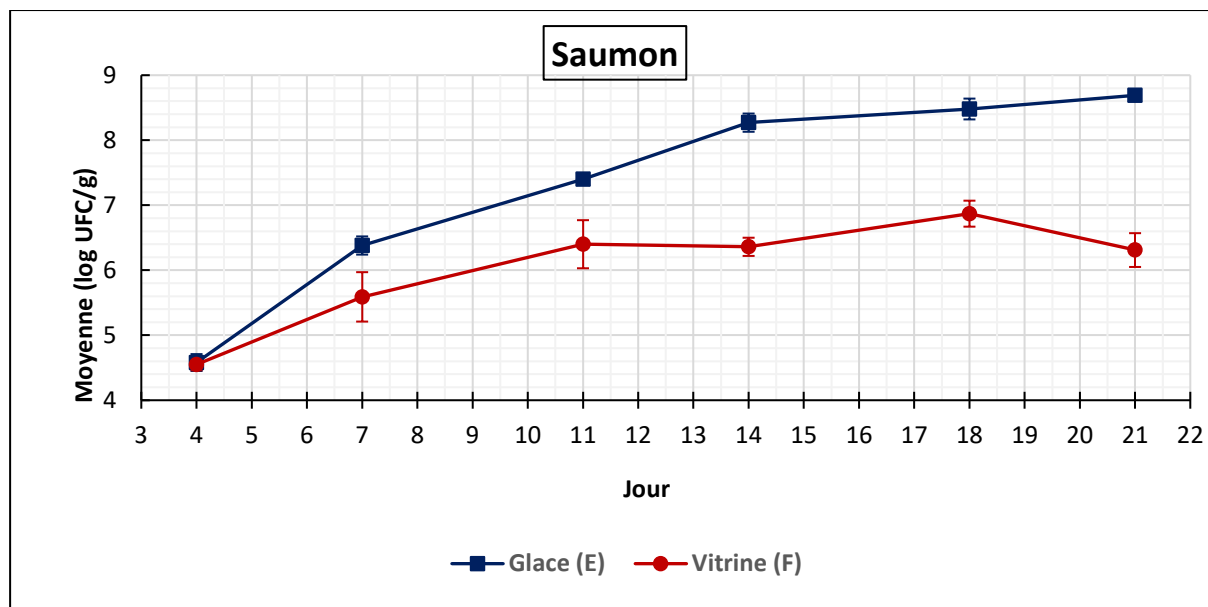


Figure 36. Evolution de la flore totale dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine

Pour conclure, la conservation du poisson en vitrine (merlan, maquereau, saumon) n'entraîne pas de problème majeur sur l'évolution de la flore totale. La concentration en bactéries est même moins élevée en vitrine. Ceci peut s'expliquer par la préparation différente et rigoureuse des poissons destinés à la vitrine ainsi que par le mode de conservation qui aboutit à un produit plus sec.

- **Metabarcoding**

Pour préciser les genres bactériens présents dans la flore totale, des techniques moléculaires dites culture-indépendantes, basées sur l'étude de l'ADN et le séquençage haut débit dit de nouvelle génération (NGS Next Generation Sequencing) ont été développées. Le metabarcoding est l'une de ces techniques. Grâce à l'analyse d'une portion du gène codant pour l'ARNr-16S (ici la région V3-V4 qui est la cible phylogénétique la plus courante), il permet d'avoir une vision plus large de la diversité des genres bactériens présents. Contrairement aux dénombrements sur boîte de Petri, les résultats ne sont pas quantitatifs mais ils permettent de préciser, au sein d'un même échantillon, l'abondance relative des différents genres. Comme toute technique, il existe des biais, ici inhérents à l'extraction de l'ADN bactérien et au fait que le gène codant pour l'ARNr-16S puisse être en multicopies dans certaines espèces. Il est par exemple connu que *Photobacterium* peut présenter jusqu'à 15 copies du 16S, alors que d'autres espèces en présentent beaucoup moins. C'est pourquoi on parle toujours en nombre de reads (= nombre de fragments séquencés) et non pas en nombre de bactéries. En revanche, les résultats peuvent tout à fait être comparés d'un échantillon à l'autre. Ici, ils permettent de comparer l'évolution de l'abondance relative des genres bactériens au cours du temps d'entreposage, ou bien de comparer les procédés de conservation sous glace et en vitrine.

Au total (toutes espèces de poisson confondues), 9 519 768 reads ont été séquencés, soit une moyenne de 44 073 reads par échantillons, avec cependant certains échantillons peu exploitables présentant moins de 700 reads (notamment ceux dont la concentration bactérienne est très faible).

L'indice de Shannon reflète la diversité spécifique d'un écosystème (alpha diversité). Il prend en compte le nombre de groupes bactériens, leur abondance et leur distribution dans chaque échantillon. Tous temps et conditions d'entreposage confondus, les résultats montrent un indice de Shannon similaire dans le maquereau et le saumon, et qui est plus élevé que dans le merlan, indiquant une plus faible diversité dans ce dernier (Figure 37). Tous temps et espèces confondus, la diversité est également plus faible dans les produits en vitrine que sous glace.

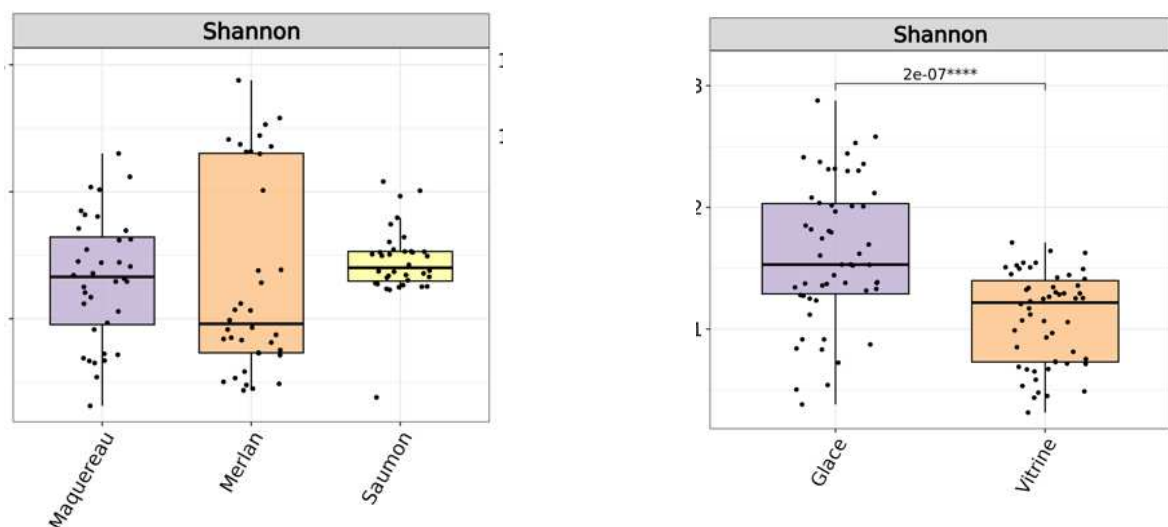


Figure 37. Comparaison des indices de Shannon, tous temps d'entreposage confondus - selon les espèces de poisson ou selon l'entreposage.

La figure 39 représente le pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d'amplicon (ASV) (on peut assimiler un ASV à un genre bactérien) dans le merlan.

Sous glace, la composition du microbiote du merlan évolue assez peu au cours de la conservation. La flore est dominée par des *Pseudoalteromonas* pendant les deux premiers jours puis on note l'apparition de *Psychrobacter*, *Photobacterium*, *Flavobacterium* et *Shewanella*. Tous ces genres bactériens sont fréquemment isolés de poisson blanc frais et certains réputés pour dégrader la qualité de la chair. En vitrine juste après préparation du poisson, *Pelomonas*, *Comamonas* et *Acinetobacter* sont également présents en plus des *Psychrobacter* et ces genres sont moins connus. Ils sont probablement liés à la préparation qui demande une manutention plus importante. Cependant leur concentration initiale est faible et ils ne s'implantent pas très bien puisque très vite les *Pseudoalteromonas* deviennent dominants. Ce genre résiste peut-être un peu plus que les autres à une activité de l'eau plus faible.

La figure 40 présente les résultats pour le maquereau.

Le microbiote du maquereau est assez différent de celui du merlan. *Photobacterium* domine dans tous les lots, même si, comme dans le merlan, on retrouve quelque genres différents (*Pelomonas*, *Corynebacterium*) dans le poisson en vitrine. Comme nous l'avons vu, *Photobacterium* est un genre comprenant de nombreuses espèces qui peuvent produire des molécules malodorantes.

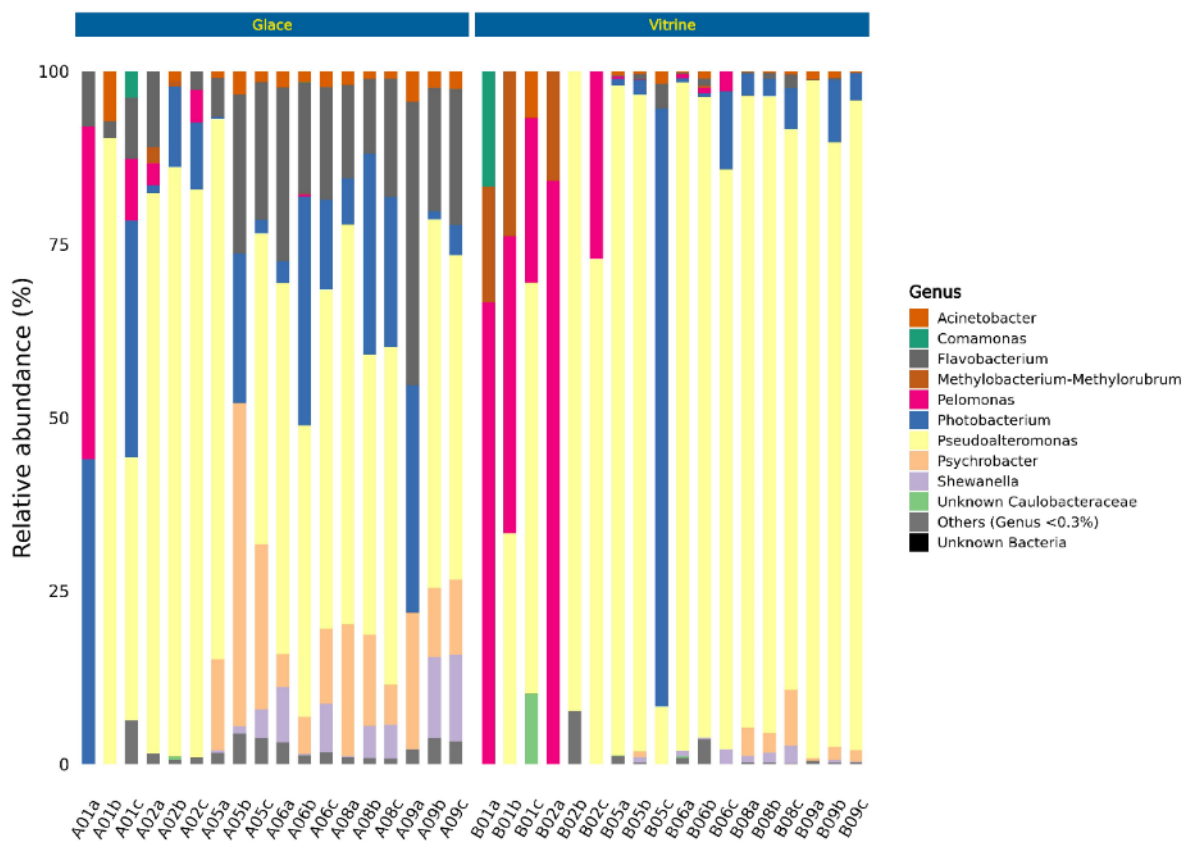


Figure 38. Pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d’amplicon (ASV) pour le merlan sous glace et sous vitrine. A01a,b,c = Merlan sous glace Jour 0, répliquât a, b et c. B01a, b, c = Merlan sous vitrine Jour 0, répliquât a, b et c

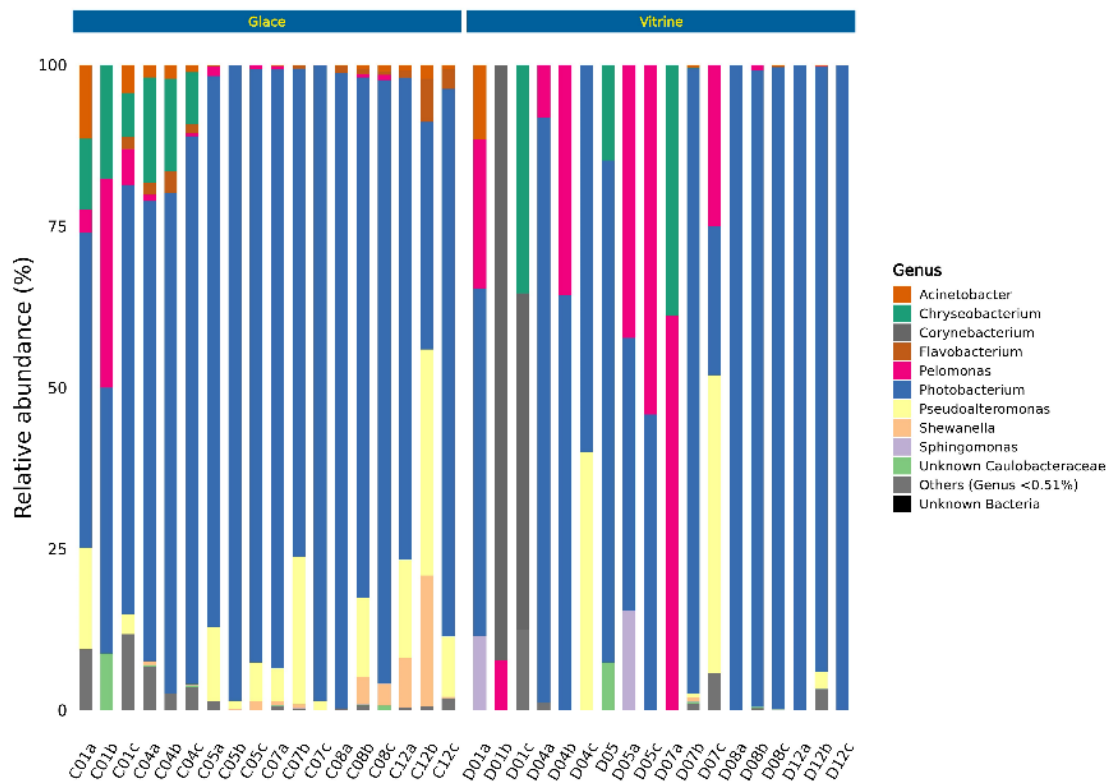


Figure 39. pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d’amplicon (ASV) pour le maquereau sous glace et sous vitrine. C01a,b,c = Maquereau sous glace Jour 0, répliquât a, b et c. D01a, b, c = Maquereau sous vitrine Jour 0, répliquât a, b et c

Enfin, la figure 40 présente les résultats du saumon.

Au démarrage des analyses (J4 après abattage), *Photobacterium* domine dans le saumon en vitrine. Même si on peut croire à une plus grande diversité à J4 sous glace il n'est en fait pas possible d'exploiter les résultats car le nombre de reads obtenu après séquençage était très faible (lié au dénombrement très faible). En revanche, on voit très bien que dès le 7^{ème} jour, la flore du saumon est dominée par *Photobacterium*, qu'il soit conservé en glace ou en vitrine. Ce genre est très fréquemment retrouvé dans le saumon et responsable d'altération lorsqu'il atteint de fortes concentrations. La présence de cette bactérie explique les fortes concentrations en ABVT (cf résultats ci-dessous). *Photobacterium* produit aussi de la TMA mais ici, les concentrations sont restées assez faibles. C'est lié au fait que la chair de saumon contient peu d'oxyde de tryméthylamine qui est le précurseur de la TMA.

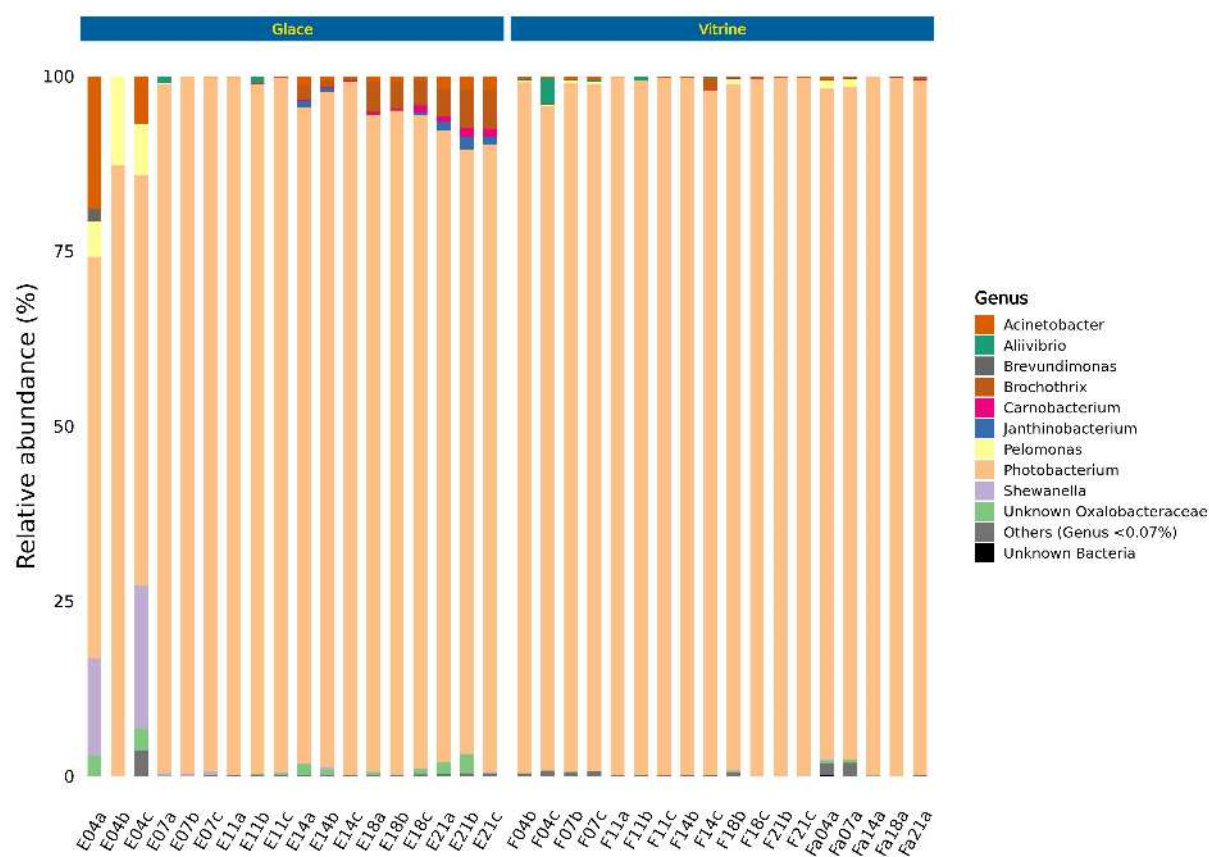


Figure 40. pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d'amplicon (ASV) pour le saumon sous glace et sous vitrine. E01a,b,c = Saumon sous glace Jour 0, répliquât a, b et c. F01a, b, c = Saumon sous vitrine Jour 0, répliquât a, b c

Pour avoir une vision d'ensemble des 3 espèces, les résultats ont aussi été traités tous ensemble (tous poissons et entreposages confondus, avec donc un top 12 commun) (Figure 41). On voit très bien que les flores du maquereau et du saumon sont assez similaires, et bien différentes de celle du merlan. On remarque également que, quelle que soit l'espèce, l'incidence de l'entreposage sous glace ou vitrine est assez faible.

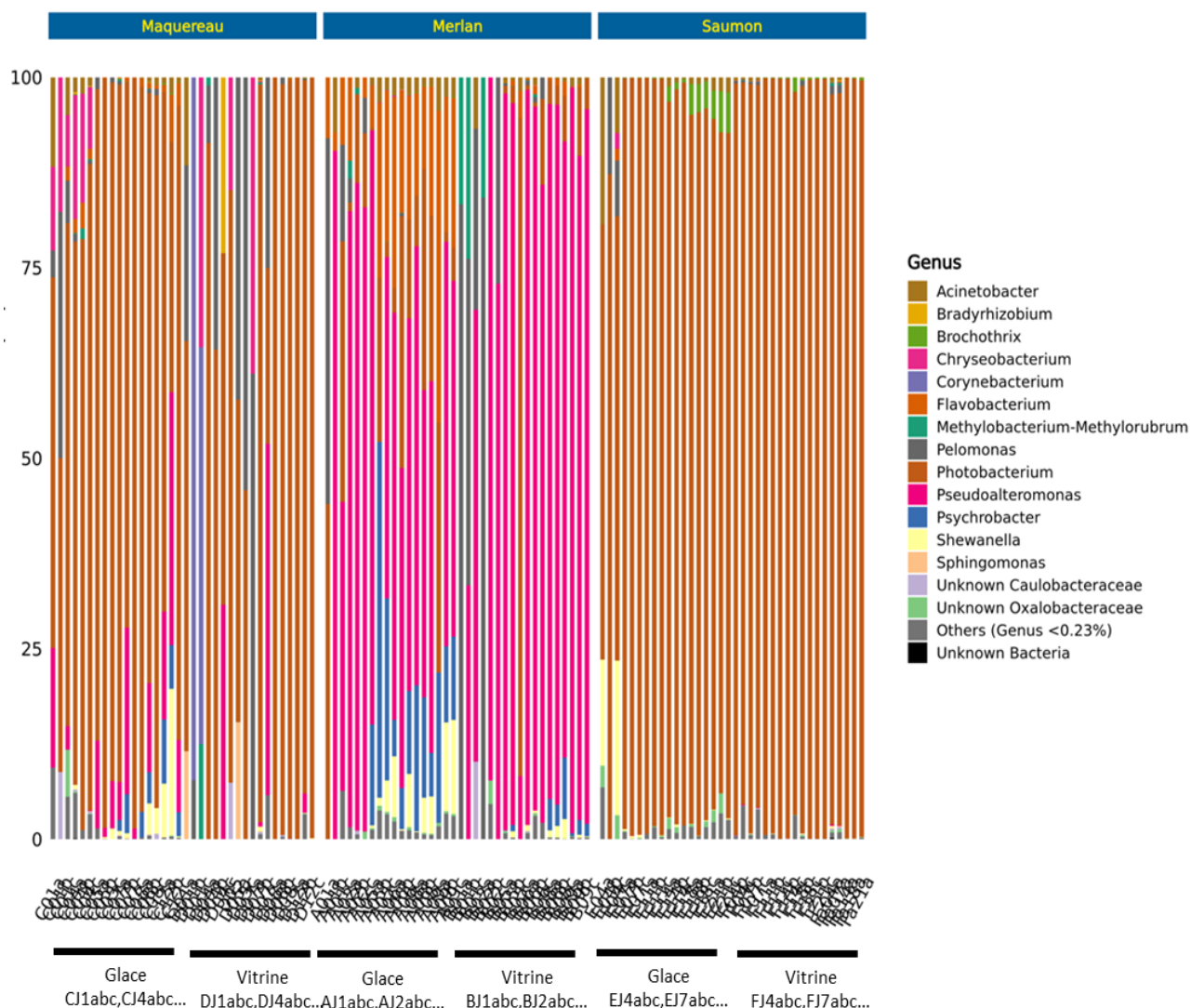


Figure 41. pourcentage du nombre de reads du top 12 des variants de séquence d'amplicon (ASV) pour le maquereau, le merlan et le saumon sous glace et sous vitrine. En abscisse, exemple agrandi pour le Maquereau :

C01a
C01b
C01c
C04a
C04b
C04c
C05a
C05b
C05c
C07a
C07b
C07c
C08a
C08b
C08c
C12a
C12b
C12c
D01a
D01b
D01c
D04a
D04b
D04c
D05
D05a
D05c
D07a
D07b
D07c
D08a
D08b
D08c
D12a
D12b
D12c

C01a,b,c = Maquereau sous glace Jour 0, répliquât a, b et c. D01a, b, c = Maquereau sous vitrine Jour 0, répliquât a, b c

Le positionnement multidimensionnel est une autre façon de représenter clairement l'information contenue dans une matrice de distances et d'appréhender ainsi ce que l'on appelle la bêta-diversité. Ainsi les échantillons peuvent être visualisés sur une carte en 2 dimensions, représentant au mieux toute l'information sur le microbiote (Figure 42). Plus deux échantillons (représentés ici par des points) sont proches, plus leur microbiote est semblable.

Les 2 figures 42 et 43 présentent tous les échantillons positionnés selon la composition des flores. Dans la figure 42, nous avons utilisé un code couleur pour présenter les individus et les ellipses de confiance pour les échantillons sous glace (qu'ils proviennent de maquereau, du merlan ou du saumon)(vert) et les échantillons vitrine (en bleu). Dans la figure 43, nous avons choisi un code couleur pour distinguer les espèces maquereau (vert), merlan (bleu) et saumon (orange).

On visualise ainsi très bien que la conservation sous glace ou vitrine a peu d'incidence sur les genres bactériens présents dans les poissons. En revanche, chaque espèce a sa propre signature, même si celle du saumon et du maquereau sont assez similaires.

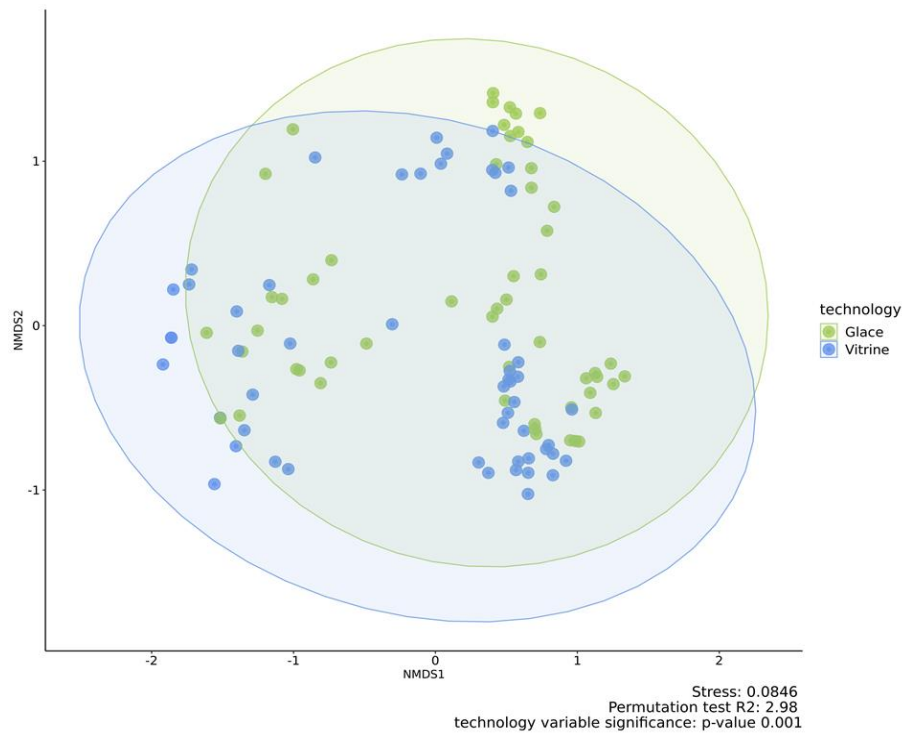


Figure 42. Représentation en 2 dimensions des échantillons selon leur microbiote basé sur la distance de Bray-Curtis.

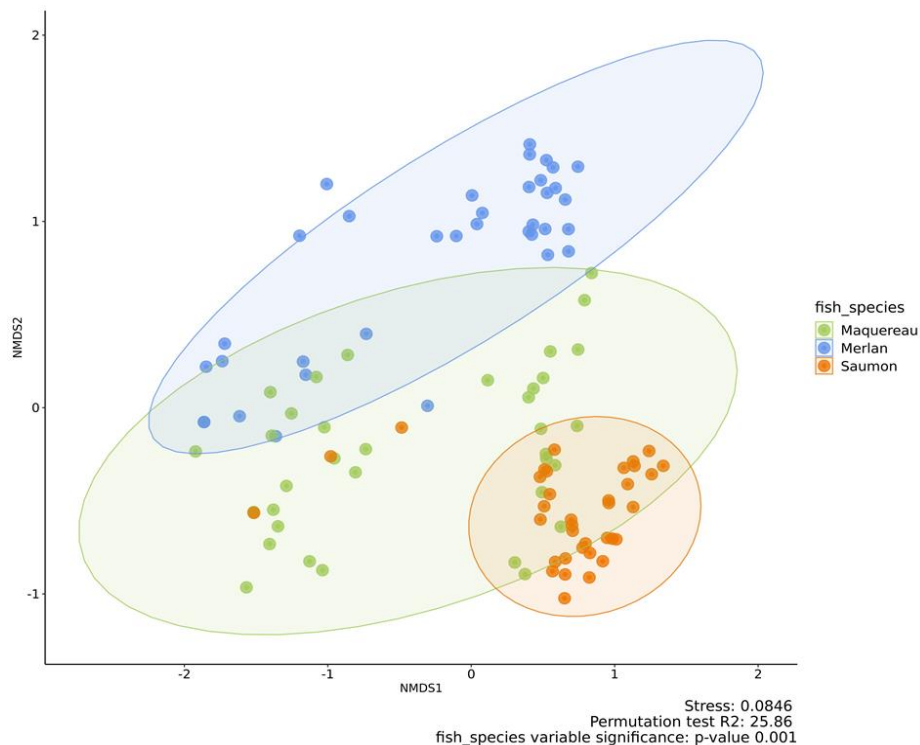


Figure 43. Représentation en 2 dimensions des échantillons selon leur microbiote basé sur la distance de Bray-Curtis.

En conclusion, l'entreposage en vitrine modifie assez peu la composition du microbiote des 3 espèces de poisson étudiées.

4.3.1.2. Incidence du mode de conservation sur le développement de *Listeria* dans du saumon

La figure 44 montre l'évolution de *L. innocua* au cours de la conservation. Les échantillons ont été inoculés avec succès (écart type très faible) à une concentration initiale de 1.9 Log (UFC/g). *Listeria* se multiplie assez lentement dans le saumon conservé en glace mais atteint cependant 2.3 et 2.8 Log au bout de 7 et 21 jours respectivement. Cette concentration est supérieure à la limite de 100 *L. monocytogenes* tolérée en Europe pour ces produits à la fin de la DLC. Cependant, la contamination initiale en *Listeria*, **si elle existe**, est en générale très inférieure au taux choisi dans notre challenge-test (1 à 10 UFC/g) (rappelons que le règlement impose Absence dans 25 g en usine). Tout comme la flore totale, la conservation en vitrine empêche tout développement de *L. innocua*. Il est à noter que la concentration en eau du produit diminue. Le dénombrement, lui, est réalisé par g de chair (comme dans n'importe quel produit et dans la norme). Nous avons donc bien une réelle inhibition de *Listeria* dans le saumon vitrine, puisque le dénombrement, rapporté à poids constant serait encore plus faible que celui présenté ici.

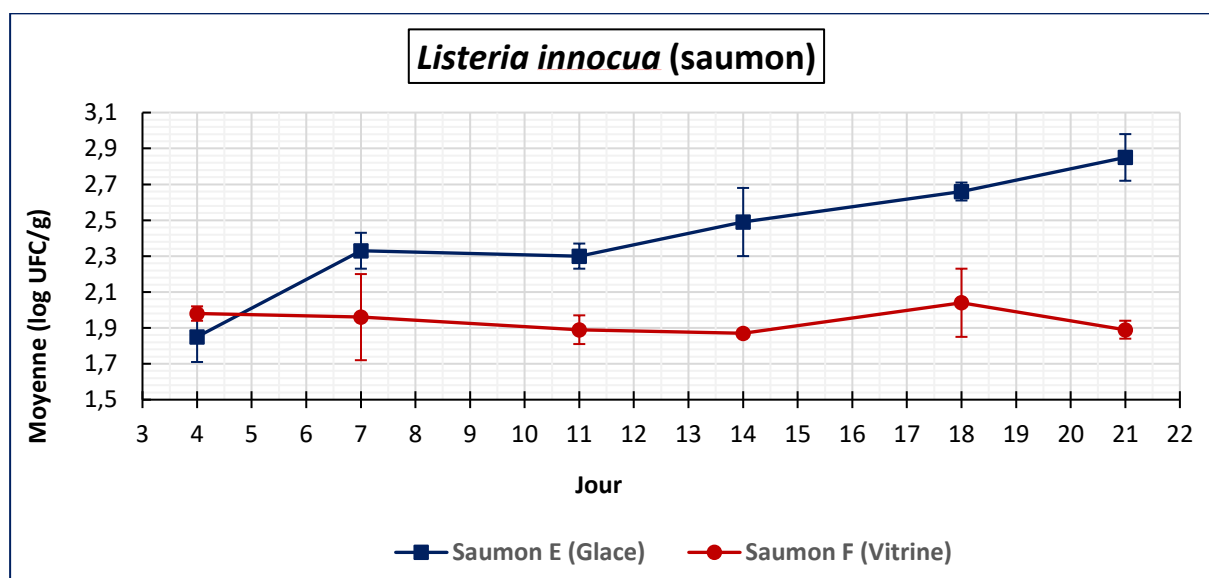


Figure 44. Evolution de *Listeria innocua* dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine

Pour conclure, la conservation du saumon en vitrine ne génère pas de risque de développement de *L. innocua* accru par rapport à la conservation en glace. Par la diminution de l'eau dans la chair du poisson en vitrine, et dans nos conditions expérimentales, le développement de *Listeria* a été inhibé pendant 21 jours de stockage.

4.3.2. Analyses biochimiques

- ABVT et TMA

Les figures 45 et 46 présentent l'évolution de l'ABVT et la TMA dans le merlan conservé sous glace ou en vitrine.

La concentration de TMA reste stable pendant 6 jours (< 2 mg-N/100 g de chair) puis augmente pour atteindre 4.1 et 6.8 mg-N/100 g respectivement dans le merlan sous glace et en vitrine. Cette différence peut avoir de légères conséquences sur la qualité organoleptique. L'ABVT augmente assez peu au cours du temps et est essentiellement composé de TMA. La concentration reste bien au-dessous des valeurs réglementaires de retrait de consommation pour cette espèce (35 mg-N/100 g de chair, règlement CE 2074/2005). De la même façon, la fraîcheur est satisfaisante du point de vue des critères de la saisine AFSSA décrits en première partie.

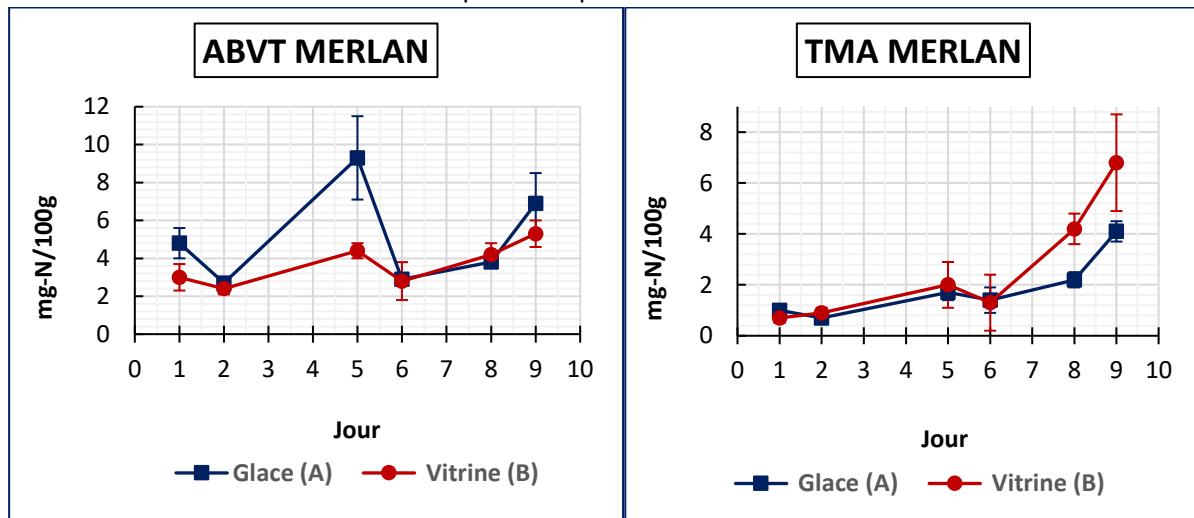


Figure 45. Evolution l'azote basique volatil total (ABVT) et de la tryméthylamine (TMA) dans le merlan conservé sous glace ou en vitrine

Les résultats sont différents dans le cas du saumon. L'altération se traduit par une augmentation de l'ABVT plus significative en vitrine qu'en glace. Les concentrations restent cependant bien inférieures au seuil d'acceptabilité de 35 mg-N/100 g dans le saumon *Salmo salar*.

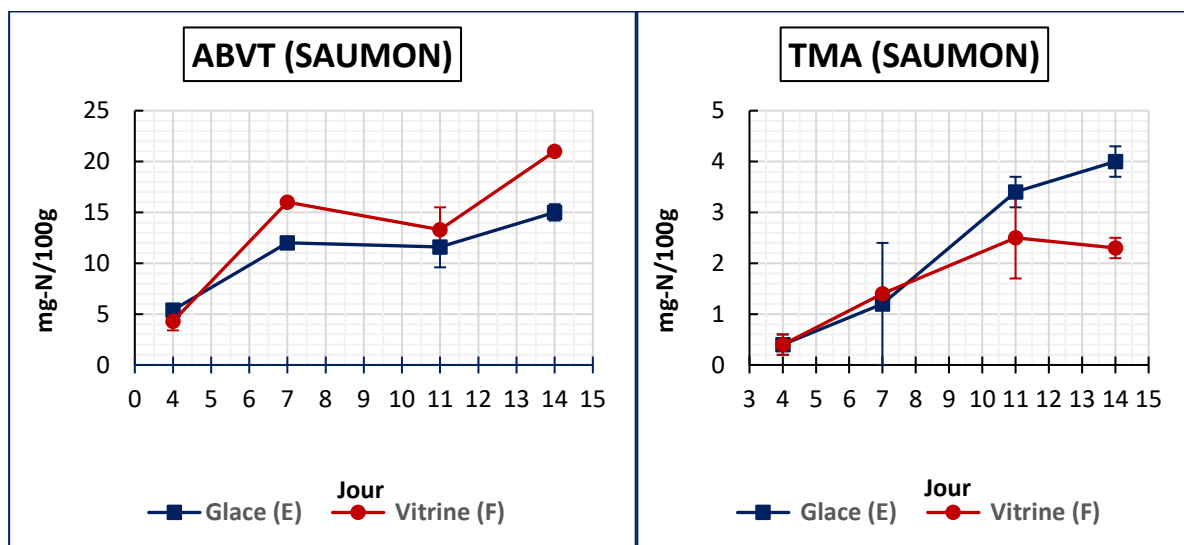


Figure 46. Evolution de l'ABVT et de l'azote basique volatil total (ABVT) et de la tryméthylamine (TMA) dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine

Même si la TMA reste toujours faible, il est intéressant de noter qu'à l'inverse de l'ABVT, elle augmente plus en glace qu'en vitrine. Ceci se traduit par un ratio TMA/ABVT supérieur pour le poisson sur glace (figure 47).

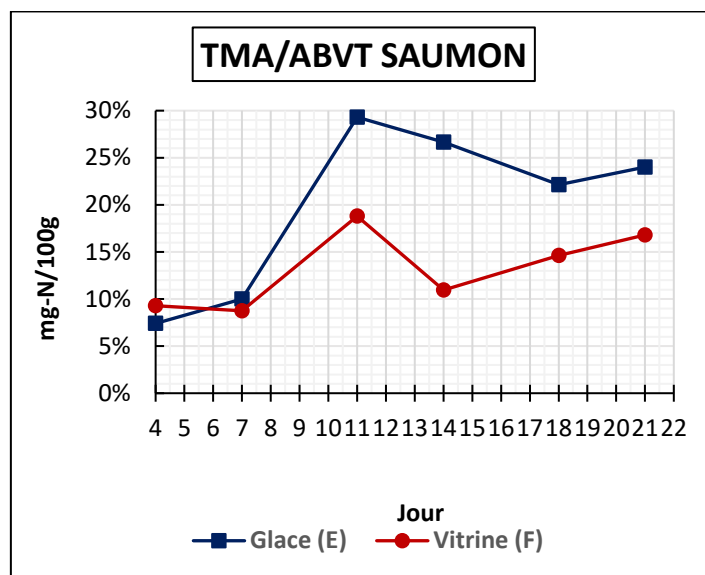


Figure 47. Evolution du ratio TMA/ABVT (facteur P) dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine

Dans de nombreux cas, le critère ABVT seul est difficile à interpréter. En mesurant également la teneur en TMA, il est possible d'obtenir une indication plus fiable de l'état d'altération d'un produit. On peut alors se baser sur les valeurs du rapport TMA/ABVT (%). Ce rapport, appelé "facteur P", subit de façon plus atténuée l'incidence des paramètres qui affectent les mesures d'ABVT et de TMA.

Selon les critères AFSSA, le poisson en vitrine dont la teneur en ABVT atteint 20 mg-N/100 g est de qualité satisfaisante puisque le facteur P est de 16%.

- pH

Le pH du merlan est neutre et relativement stable au cours de la conservation. Une légère augmentation entre 6,9 et 7,1 est observée entre 1 et 6 jours, probablement lié à la production d'ABVT/TMA mais aucune différence significative n'est observée avec le merlan en vitrine (Figure 48).

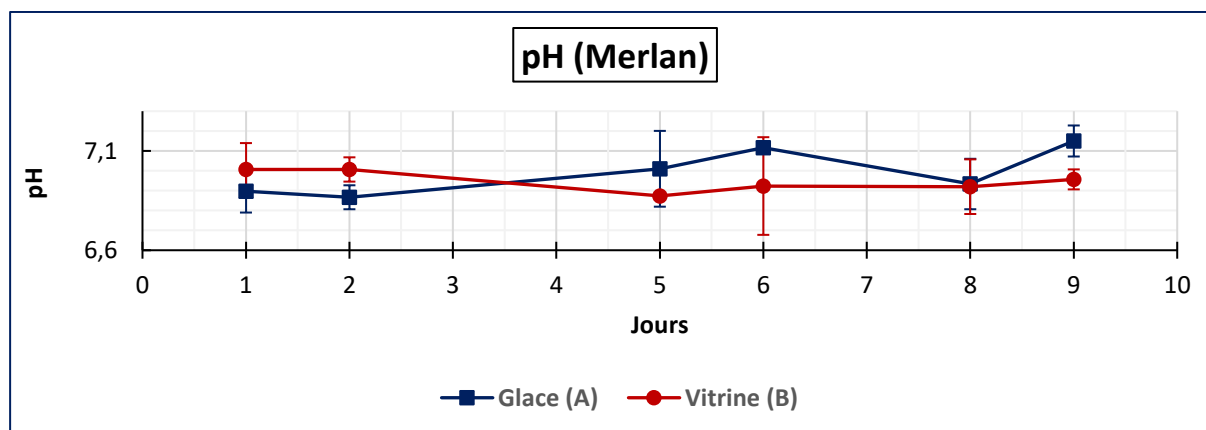


Figure 48. Evolution du pH dans le merlan conservé sous glace ou en vitrine

La conservation sous glace ou en vitrine n'a également aucune incidence sur l'évolution du pH du maquereau et du saumon, dont les chairs sont légèrement plus acides que celle du merlan (entre 6.1 et 6.5). Ces résultats sont visibles en figures 49 et 50.

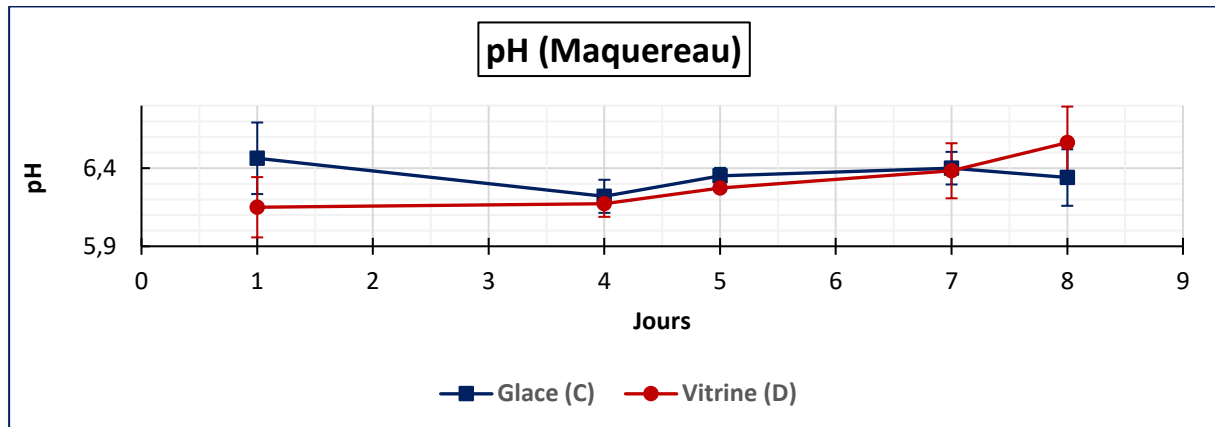


Figure 49. Evolution du pH dans le maquereau conservé sous glace ou en vitrine

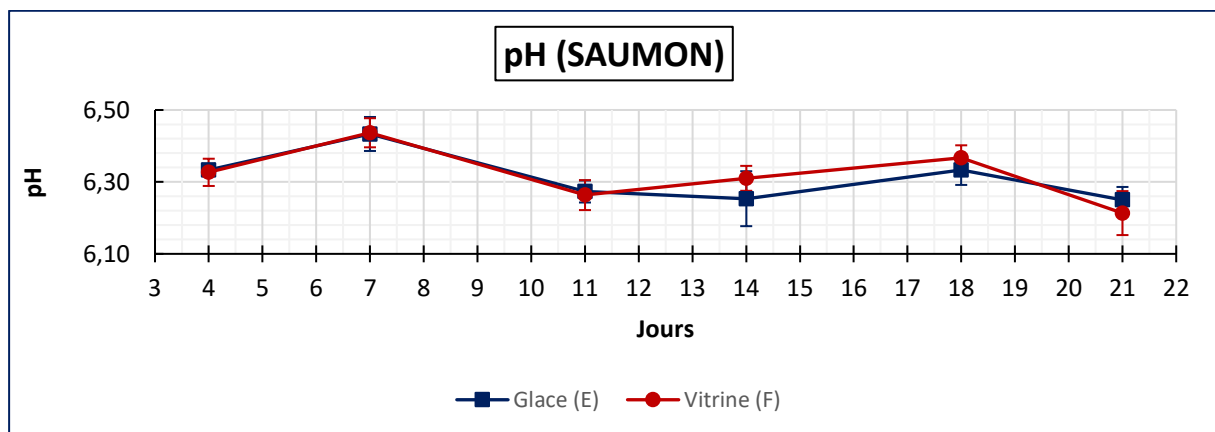


Figure 50. Evolution du pH dans le saumon conservé sous glace ou en vitrine

- Histamine (Maquereau)

La figure 51 représente l'évolution de la concentration en histamine dans le maquereau conservé sous glace ou en vitrine

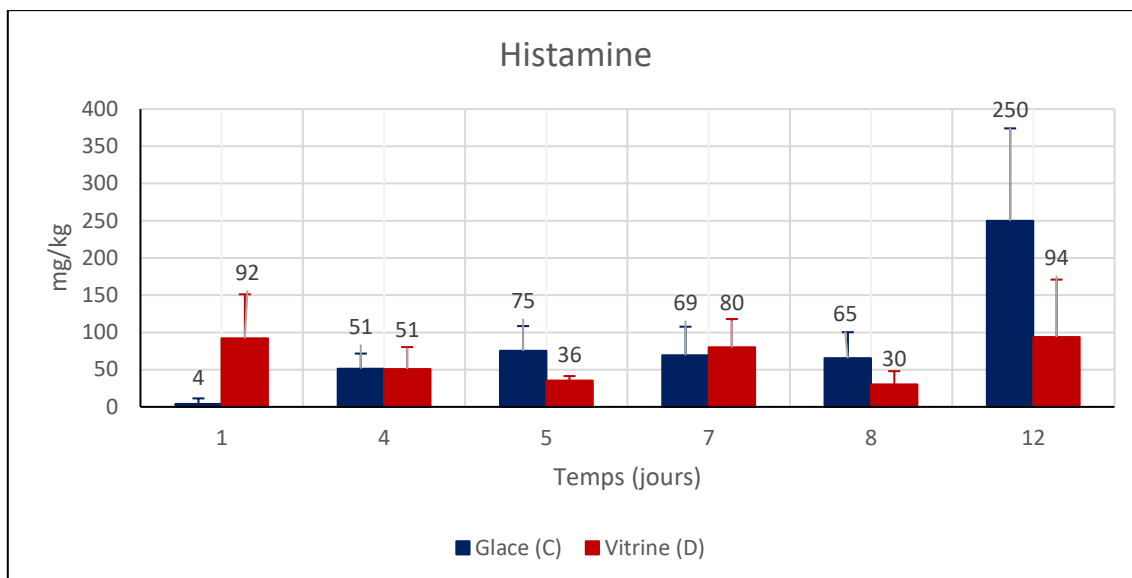


Figure 51. Evolution de la concentration en histamine dans le maquereau conservé sous glace ou en vitrine

Au jour 1, la concentration en histamine est supérieure dans le poisson en vitrine (92 ± 59 mg/100 g contre 4 ± 7 mg/100 g sous glace, mais reste toutefois inférieure au seuil de 100 mg/kg du règlement CE 2073/2005. Ceci est peut-être dû à la manipulation plus importante du poisson avant mise en vitrine. L'histamine est une molécule produite à partir de la décarboxylation de l'histidine, un acide aminé naturellement présent dans la chair de certaines espèces de poisson. Cette réaction de décarboxylation est provoquée par une enzyme, l'histidine décarboxylase, produite par certaines bactéries, notamment des entérobactéries ou des *Photobacterium* qui contaminent naturellement la chair. Le dénombrement de la flore totale du maquereau à J1 est inférieur à celui du maquereau sous glace, ce qui ne va pas dans le sens du résultat d'histamine observé. Cependant, au sein de la flore totale on note une présence de *Photobacterium* un peu plus importante dans le poisson sous glace (colonies luminescentes sur le milieu LH, données non montrées car très proche du niveau de détection) qui pourrait expliquer la plus forte concentration en histamine.

Aucune évolution de la concentration en histamine n'est observée pendant les 8 premiers jours de conservation (valeur max inférieure à 100 mg/kg) et il n'y a pas de différence significative entre les 2 conditions de conservation. Au 12^{ème} jour, on observe une plus forte concentration en histamine dans le poisson sous glace (250 ± 124 mg/100 g) que dans le poisson vitrine (94 ± 77 mg/100 g). Cependant cet écart n'est pas statistiquement significatif à la vue de la variabilité des résultats entre les tripliquats.

Pour conclure sur les indices biochimiques, la conservation en vitrine n'entraîne pas de modification majeure des critères de qualité comme l'ABVT, la TMA et le pH. Quant à l'histamine, aucune différence significative n'est observée entre les 2 lots, même si on observe une légère tendance à une production plus importante en glace à la fin du temps d'entreposage.

La conservation d'un poisson en vitrine modifie clairement l'apparence du produit et son humidité. En revanche, cela n'engendre pas de défaut majeur en terme de critère microbiologique, biochimique et sanitaire (histamine et *Listeria*).

5. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 Rappel de quelques définitions importantes

5.1.1. Définitions relatives aux produits et à leur préparation / transformation

Selon règlement CE n° 853/2004 du 29 avril 2004, règlement INCO et instruction technique DGAL/SDSSA/2014-281 du 09/04/2014).

Produit de la pêche: tous les animaux marins et d'eau douce (à l'exception des mollusques bivalves vivants, échinodermes vivants, tuniciers vivants, gastéropodes marins vivants et de tous les mammifères marins, reptiles et grenouilles), sauvage ou d'élevage, y compris les formes et parties comestibles de ces animaux.

Produit frais de la pêche: tout produit de la pêche non transformé, entier ou préparé, y compris les produits conditionnés sous vide ou sous atmosphère modifiée, qui n'a subi aucun traitement autre que la réfrigération en vue de sa conservation.

Produit préparé de la pêche: tout produit de la pêche non transformé qui a subi une opération **modifiant son intégrité anatomique, telle que l'éviscération, l'étêtage, le tranchage, le filetage et le hachage.**

Produits non transformés de la pêche : denrées alimentaires n'ayant pas subi de transformation et qui comprennent les produits qui ont été divisés, séparés, tranchés, découpés, désossés, hachés, dépouillés, broyés, coupés, nettoyés, taillés, décortiqués, moulus, réfrigérés, congelés, surgelés ou décongelés. Sont considérés comme étant des produits de la pêche non transformés :

- Les produits frais de la pêche : produits de la pêche entiers ou préparés (éviscérés, étêtés, tranchés, filetés, hachés), qui n'ont subi aucun traitement autre que la réfrigération en vue de leur conservation;
- les produits préparés à base de produits frais de la pêche (ex: sushis, tartares, paupiettes, brochettes...), y compris les mélanges de produits frais de la pêche et transformés ;
- les produits frais de la pêche auxquels ont été ajoutés des additifs alimentaires de conservation.
- les produits frais de la pêche auxquels sont simplement ajoutés des épices, des herbes aromatiques (aneth ...), des aromates (tranche de carotte, rondelle de citron) ou de l'huile ;
- tous les produits précités, non transformés, décongelés.

Transformation: toute action entraînant une modification importante du produit initial, y compris par chauffage, fumaison, salaison, maturation, dessiccation, marinage, extraction, extrusion, ou une combinaison de ces procédés.

5.1.2. Définitions et autorisations relatives aux températures de conservation

Selon le règlement CE n° 853/2004 du 29 avril 2004, l'arrêté du 21/12/2009 et l'instruction technique DGAL/SDSSA/2014-281 du 09/04/2014)

Température réglementaire de conservation des produits aquatiques

- Les produits de la pêche (**produits frais ou décongelés non transformés et produits de crustacés et mollusques cuits**) doivent être réfrigérés et conservés, selon les cas, sous glace et/ou à la température approchant celle de la glace fondante. **Dans son annexe I, l'Arrêté du 21/12/2009** interprète la notion de glace fondante comme correspondant à une température de **0 à 2°C**.
- **L'IT DGAL/SDSSA/2014-281** précise que, la Commission Européenne, interrogée en juin 2013 sur la définition de la température de la glace fondante, avait rappelé qu'il s'agit de garder les produits à une température qui soit **la plus proche possible de 0°C**.
- **L'IT DGAL/SDSSA/2014-281** précise également que la température approchant celle de la glace fondante devant être la plus proche possible de 0°C, **il s'est avéré nécessaire de définir une plage de température pour juger de la conformité des produits de la pêche réfrigérés placés dans des enceintes réfrigérées et non pas sous glace**.
- Par ailleurs, les produits de la pêche frais non conditionnés doivent être conservés sous glace **lorsqu'ils ne sont pas distribués, expédiés, préparés ou transformés immédiatement.** **L'annexe 1 de l'IT DGAL/SDSSA/2014-281** précise également les modalités de conservation aux différentes étapes dans la mesure où le règlement (CE) n°853/2004 indique que les produits frais de la pêche non conditionnés (ex. emballage ouvert type bac de criée, étal de poissonnerie) doivent être maintenus **sous glace** dans la halle à marée, dans l'établissement de manipulation **et dans le commerce de détail dès lors qu'ils ne sont pas immédiatement pris en charge après son arrivée dans un établissement à terre.**
- Les **crustacés et mollusques** cuits, entiers ou décortiqués-décoquillés, doivent être conservés à la température approchant celle de la glace fondante définie comme étant de **0 à +2°C**.
- Les autres produits de la pêche **transformés** (réfrigérés ou décongelés) doivent être conservés de **0 à +4°C**, la température maximale de conservation pouvant être supérieure sous réserve de sa validation en lien avec l'étude de durée de vie.
- Dans tous les cas, la température de conservation minimale des produits réfrigérés ne doit pas être inférieure à la température débutante de congélation, qui doit pouvoir être démontrée par le professionnel ou validée dans un Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène.

Notion de chilling

L'Arrêté du 21/12/2009 précise que la limite inférieure de conservation des denrées alimentaires réfrigérées doit se situer à **la température débutante de congélation propre à chaque catégorie de produits**. La technique dite du « chilling » (encore appelée sur-réfrigération) peut être utilisée pour abaisser la température d'un produit à une température légèrement négative mais supérieure à son point de congélation. Elle peut permettre d'allonger la durée de conservation des produits sans qu'il y ait congélation (sans cristallisation de la chair). Les professionnels doivent cependant être en mesure de justifier l'usage de cette technique de conservation à une température inférieure à 0°C.

5.2 Rappel des principales conclusions du projet

- Le respect de la température réglementaire du poisson frais non conditionné (0/2°C), par simple entreposage dans une vitrine réfrigérée (sans glaçage), est possible (sans rupture de la chaîne du froid et sans début de cristallisation / congélation de la chair).
- Dans les conditions spécifiques mises en œuvre dans le cadre de ce projet, la conservation, en vitrine réfrigérée, de poissons préparés (selon des modalités spécifiques), n'a pas mis en évidence de risque supplémentaire sur le plan sanitaire (pas de croissance plus importante de *Listeria innocua*, pas de développement spécifique de l'histamine...), et ceci pendant une durée d'entreposage des produits d'au moins 8-10 j.
- Le développement de la flore totale pour les poissons exposés en vitrine réfrigérée s'est révélé globalement « moins important » que pour une conservation des poissons sur glace (*Ceci est vraisemblablement lié au mode de préparation spécifique des poissons mis en œuvre, au maintien efficace de la température de conservation au voisinage de 0/2°C et à la déshydratation partielle des poissons exposés*). Par contre, ce mode de conservation spécifique n'a pas mis en évidence de réelle différence dans l'évolution du pH et de l'ABVT, ni dans l'évolution de la composition du microbiote. (*en comparaison de poissons conservés sur glace comme dans une poissonnerie classique*).
- L'entreposage de poissons préparés dans une vitrine réfrigérée modifie leur aspect sensoriel (*« dessèchement » des poissons, formation de plissures sur le corps, ouverture de la bouche, modifications de couleur de la chair, texture de chair plus sèche et moins aqueuse, concentration de certaines saveurs spécifiques, augmentation de la rancidité des poissons gras, moindre exsudat à la cuisson ...*), et implique une perte de poids non négligeable (12-22%).

Remarques

- Les conclusions et observations décrites ci-dessus ne concernent à date que le poisson frais non conditionné préparé (*selon les modalités mise en œuvre dans le cadre de ce projet*). La conservation en vitrine réfrigérée de poissons « non préparés » n'a pas été étudiée dans le cadre de ce projet (non réglementaire).
- Les conclusions et observations décrites ci-dessus ne concernent pas non plus les pratiques de longue conservation du poisson (« dry aging »), parfois mises en œuvre, en particulier dans le domaine de la restauration.
- Les résultats de ce projet ont permis d'acquiescer des résultats sur quelques espèces, parmi les plus couramment commercialisées en poissonnerie et « se prêtant » bien à des modalités de conservation en vitrine (*d'après les professionnels interrogés*). Des résultats n'ont pas été acquis pour des catégories de produits aquatiques spécifiques, soumises aux mêmes exigences de températures de conservation réglementaires que les produits frais non conditionnés, telles que :
 - les poissons cartilagineux (*espèces d'altération plus rapide et parfois susceptibles de dégager des odeurs d'ammoniaque*), mais la mise en conservation de ces poissons après préparation, ne semble pas poser de problème particulier d'après les professionnels.
 - les poissons « décongelés » réfrigérés, et les céphalopodes
 - les crustacés et mollusques cuits réfrigérés : le risque sanitaire associé est faible puisque la conservation de ces produits est courte, et ne présente à priori pas de risque supplémentaire à celle obtenue par un entreposage des produits sur un étal de glace.
- Il est aussi utile de rappeler que les observations décrites dans le cadre de ce rapport (aussi bien sur un plan sanitaire, organoleptique, rendement matière...) sont de nature expérimentale et sont liées aux conditions spécifiques mises en œuvre (*Excellente fraîcheur de la matière première, modalités spécifiques de préparation du poisson, choix et modalités de réglage de la vitrine...*).

La réglementation précise que les produits de la pêche frais non conditionnés doivent être conservés sous glace lorsqu'ils ne sont pas distribués, expédiés, préparés ou transformés immédiatement. Ainsi des produits « préparés immédiatement » tels que ceux qui ont été étudiés dans le cadre de ce projet, ne seraient pas forcément soumis à un glaçage obligatoire, donnant ainsi la possibilité de les conserver en vitrine réfrigérée sans glaçage.

Il est utile de solliciter l'Administration française sur ce point, pour s'assurer que cette possibilité est envisageable, et peut-être aussi préciser les notions de « préparation » et « d'immédiateté » devant être associées à cette pratique de conservation. Par exemple, est-ce qu'une simple « éviscération » des poissons pourrait suffire pour ce mode de conservation spécifique ?

5.3 Avantages et inconvénients identifiés de la pratique de conservation en vitrine réfrigérée, sans glaçage

Le tableau ci-dessous présente les principaux avantages et inconvénients identifiés pour la méthode de conservation sans glace suite aux essais mis en œuvre, et suite à des discussions engagées avec des équipementiers et des professionnels de la poissonnerie exerçant cette pratique :

	Avantages	Inconvénients
Matière Première / Produit	<ul style="list-style-type: none"> Possible développement de saveurs/odeurs spécifiques (<i>concentration potentielle des flaveurs dans la chair</i>) Propreté des produits exposés (<i>moins de mucus, d'écoulements sanguins...</i>) en raison de la préparation préalable rigoureuse des produits Développement microbien contenu - Pas de risque sanitaire supplémentaire mis en évidence (<i>dans les conditions spécifiques du projet</i>) Application possible à de nombreuses espèces Texture de chair plus ferme et moindre exsudation des produits à la cuisson (<i>en raison de la déshydratation partielle des produits</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Perte de poids non négligeable, liée à la déshydratation des produits pendant l'entreposage Modification de l'aspect visuel des produits (<i>dessèchement, formation de plissures, ouverture de la bouche pour les poissons avec tête...</i>) Technologie de conservation vraisemblablement plus adaptée aux poissons de grande taille qu'aux petits poissons, et aux espèces à chair « ferme » ou à chair « plus grasse » Nécessité d'une sélection et d'une préparation rigoureuses de la matière première
Matériel	<ul style="list-style-type: none"> Possible homogénéité de température et maintien de la t° de -0,5/2°C dans la vitrine Possible contrôle en continu de la température et de l'hygrométrie Nettoyage aisé des vitrines possible 	<ul style="list-style-type: none"> Investissement dans du matériel adapté vs étal (Coût d'acquisition plus élevé) Maintenance spécifique et coût d'entretien Réglages primordiaux au démarrage Nécessité de dégivrage de la vitrine pouvant entraîner une augmentation de la t° d'ambiance et du produit (<i>à éviter en cours d'entreposage des produits si possible</i>) Nécessité d'une petite chambre froide d'entreposage pour la suspension des poissons en fin de journée Absence de catégorie normée et/ou réglementaire véritablement spécifique au matériel nécessaire
Main d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> Moins de manutention / préparation au moment de la vente (<i>après phase de préparation des produits</i>) Pas de manipulation de glace / Pas de préparation d'étals / pas de réglage nécessaire en cours de journée 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilisation de main d'œuvre plus importante pour la préparation avant entreposage Formation utile à l'usage spécifique des vitrines réfrigérées
Milieu	<ul style="list-style-type: none"> Moindre consommation d'eau / Pas d'utilisation de glace Protection hygiénique des produits (vitrine fermée) Propreté de présentation (si bien entretenu) Peu d'impact de la t° ambiante extérieure sur le maintien de la température réglementaire des produits Faible consommation énergétique des vitrines Faible utilisation de caisses en PS 	<ul style="list-style-type: none"> Risque de rupture de la chaîne du froid / Nécessité d'enregistrement de la température en continu Risque de cristallisation des produits (si abaissement de la température ambiante trop important) Nettoyage des vitres (condensation possible)
Méthode	<ul style="list-style-type: none"> Attractivité pour le consommateur (poissons suspendus...) – Formes de présentation nouvelles et différentes Produits déjà en partie prêts à l'emploi pour le consommateur Intérêt potentiel pour diversifier une gamme de produits 	<ul style="list-style-type: none"> Cadre considéré comme non réglementaire Remballe / transfert et accrochage des poissons en fin de journée Pas de possibilité de préparation de « grands » étals avec glace : Ce nouveau mode de présentation en vitrine concerne plutôt des « marchés de niche premium » et se veut plutôt « complémentaire » à l'offre actuelle Pédagogie du consommateur

5.4 Quelques recommandations techniques pour le choix de vitrines réfrigérées

Focus sur les vitrines réfrigérées

Les classes de température ambiante des vitrines sont notamment définies par la **norme ISO (NF EN ISO 23953-1)**, associée à un taux d'humidité. Cette classification permet donc de choisir son matériel en fonction du lieu et des conditions d'installation. La plupart des vitrines aujourd'hui qui équipent les commerces sont de classe 3 (voir tableau ci-dessous).

Classe	Température (+/- 1°C)	Humidité +/-5%	Point de rosée
1	16	80	12
2	22	65	15
3	25	60	17
4	30	55	20
5	40	40	24
6	27	70	21

De la même façon, il existe un classement permettant de choisir une vitrine en fonction de la typologie de produits à conserver et des exigences de température attendues.

Classe	Température mini	Température maxi	Aliments concernés	Température conseillée
L1	-	-15°C	Produits surgelés, crèmes glacées	-25 à -22°C
L2	-	-12°C	Produits congelés, légumes, viandes, poissons	-18 à -20°C
M1	-1°C	+5°C	Produits carnés, 4 ^{ème} gamme, poissons, pâtisseries fraîches, plats cuisinés, 5 ^{ème} gamme, fromage râpé, laits crus ou pasteurisés	+4°C
			Poissons et mollusques autres que vivants sur lit de glace	+2°C
M2		+7°C	Produits crèmerie, crèmes desserts, charcuteries stables	+6°C
H		+10°C	Œufs, fruits et légumes, charcuterie sèche...	-
S	Température spéciale		Séchoir, cave à vin...	-

Ainsi, sur un plan technique, les vitrines de classe 3/M1 sont préconisées pour la conservation des produits aquatiques à la température de 0/2°C.

Recommandations pour le choix et le fonctionnement des vitrines

Sur la base des résultats obtenus dans le cadre de ce projet et après discussion avec des équipementiers spécialisés du secteur et des utilisateurs de vitrines, le tableau ci-dessous donne des recommandations pour le choix du matériel destiné à la conservation de produits aquatiques :

Paramètres	Recommandations (non exhaustif)
Classification	Vitrine de classe 3M1
Forme	Vitrine à disposition horizontale ou verticale
Dimensionnement	Selon besoins et recommandations du fabricant
Matériaux	Dans l'idéal, le corps de la vitrine doit être en inox (INOX 304 pour poissons / INOX 316 mollusques/crustacés) – Pas d'acier ni d'aluminium. Vitrage en verre ou en plexiglas (<i>plus isolant que le verre mais d'entretien plus difficile</i>)
Etanchéité	Vitrine fermée dans la mesure du possible (pour des raisons hygiéniques et énergétiques et aussi limiter le dessèchement des produits), Préférer un double vitrage, sinon faire le choix d'un matériau le plus isolant possible
Fluide frigorigère	Selon recommandations du fabricant et législation en vigueur – Pouvant permettre d'atteindre rapidement et de maintenir précisément une température de réfrigération des produits à -0,5/2°C
Eclairage	LED – <i>Aucune hausse de température lié à l'éclairage observée au cours des essais</i>
Type de froid / Ventilation	Froid ventilé intégral par convection forcée (non statique). La vitesse d'air doit être faible et assez proche possible de celle de la convection naturelle (afin de limiter les phénomènes de dessiccation) : une vitesse d'air de 0,2 à 0,3m/s est souvent évoquée - Contrôle nécessaire de la puissance de ventilation.
Qualité de l'air	Pas de spécificité - Traitement UV possible - Filtration possible
Nettoyage / Désinfection	Intégralement lavable à grande eau / Emploi de produits désinfectants non agressifs
Dégivrage	Doit être étudié et évité (ou le plus court possible) pendant les périodes de présentation des produits pour éviter la remontée en température des produits Vérifier la présence d'un témoin de dégivrage <i>NB : Des systèmes existent pour limiter la prise en glace au niveau des évaporateurs</i>
Consommation énergétique	Consulter et comparer les étiquettes légalement affichées et en vigueur – selon dimensionnement de l'installation
Maintenance	Maintenance annuelle par le frigoriste avec un nettoyage du condenseur (possible en autogestion) et contrôle du bulleur (perte de gaz). <i>NB : La maintenance de l'équipement n'entraîne pas l'arrêt du meuble réfrigérant</i>
Enregistrement et contrôle	Intégration d'un dispositif d'enregistrement de température et d'humidité ambiants en continu très fortement conseillé Régulation de la température et de l'hygrométrie avec option d'enregistrement Cartographie des vitrines avant utilisation et enregistrement de la température au point jugé « le plus chaud » <i>NB : Les meubles de vente sont sinon équipés de façon réglementaire avec témoins de t°</i>

La méthode de conservation sans glace appliquée aux produits aquatiques requiert l'établissement d'un CDC précis pour le choix de la vitrine et la sélection d'un fournisseur d'équipement spécialisé ayant une bonne expertise de la conservation de ces produits (Équipementier-frigoriste).

D'après certains professionnels, un travail d'optimisation des équipements existants sur le marché semble encore nécessaire pour s'adapter au mieux aux caractéristiques de conservation des produits aquatiques (ventilation, puissance frigorigère...). La pratique de conservation de poissons en vitrine réfrigérée est très récente et des optimisations de matériels sont actuellement toujours en cours.

Il serait prématuré de donner des conseils précis pour le choix d'un type de vitrine en particulier ou de réglages précis, sur les coûts d'exploitation réels de ces équipements.

5.5 Quelques recommandations concernant les bonnes pratiques de mise en œuvre de la conservation de poisson en vitrine sans glaçage

Des bonnes pratiques de mise en œuvre de la matière première et des vitrines sont données ci-après :

Paramètres	Recommandations (non exhaustif)
Température de réglage de la vitrine	A régler pour avoir une parfaite maîtrise de la température à cœur des produits (-0,5/2°C) quel que soit leur positionnement dans l'enceinte (sans rupture de la chaîne du froid et sans début de cristallisation / congélation de la chair) (1)(2)
Hygrométrie de réglage de la vitrine	Dans l'idéal, entre 70 et 85% (pour limiter la dessiccation, d'après les essais réalisés dans ce projet) - A ajuster selon la taille du meuble de vente et en fonction des conditions climatiques externes
Qualité / Fraîcheur du poisson	Choix de poissons de fraîcheur Extra Acquisition de poisson glacé et déjà bien refroidi à cœur (3) Sélection des fournisseurs de matière première / Etablissement de CDC fournisseur robuste pour l'acquisition des produits. Maîtrise complète de la traçabilité des approvisionnements. Logistique et chaîne de froid amont maîtrisée Tous contrôles habituels à réception (température, fraîcheur, parasitologie...)
Choix des espèces	Pas de limitation particulière : Prise en compte des risques spécifiques par l'utilisateur dans le cadre de son plan de maîtrise sanitaire Les poissons bleus associés à une grande quantité d'histidine (Poissons bleus à risque histamine) nécessitent une vigilance accrue <i>NB : Les risques spécifiques liés aux crustacés / mollusques précuits n'ont pas été étudiés dans ce projet</i>
Préparation du poisson	Préparation rigoureuse des produits entiers (éviscération, élimination des branchies, élimination de la ligne de sang, lavage et séchage des cavités avec un papier), le plus tôt et le plus rapidement possible après la pêche et la réception dans la poissonnerie (4) Pas de recommandations particulières pour les découpes
Positionnement / Exposition des produits en vitrine	Suspension verticale ou positionnement horizontal Dans le cas d'un positionnement horizontal, placement des produits dans des plateaux lisses facilement nettoyables – Eviter le contact des produits avec le socle de la vitrine (5) Entreposage de poissons déjà bien refroidis à cœur Eviter si possible l'entreposage des poissons entiers et des découpes dans les mêmes modules Eviter l'entreposage des produits non transformés et des produits transformés dans les mêmes modules (ou les maintenir à 0/2°C) Positionnement des produits au plus près du flux d'air
Utilisation des vitrines au quotidien	Eviter les fermetures / ouvertures intempestives (même si on n'a pas relevé de différences). Il paraît difficile d'envisager l'utilisation de vitrines ouvertes d'un point de vue énergétique et hygiénique. Limitation des manipulations des produits disposés en vitrine
Conservation nocturne en chambre froide	Transfert et entreposage des produits dans une chambre froide dédiée, propre et avec une bonne régulation en fin de journée – Transfert le plus rapide possible sans rupture de la chaîne du froid Suspension des poissons par la queue ou par la tête dans la CF ou entreposage en caisses propre (6) Possibilité de maintien des produits dans la vitrine pendant la nuit (avec protection conseillée pour limiter la déshydratation) mais le transfert en CF des produits permet la désinfection quotidienne des vitrines.
Durée de conservation	Limitation de la durée de conservation des poissons à 8 j (7)
Contrôles	Enregistrement en continu conseillé de la température d'ambiance de la vitrine et de la chambre froide de stockage nocturne. Contrôles réguliers de la température à cœur des produits exposés en vitrine ou dans la chambre froide - Enregistrement en continu éventuel de l'hygrométrie Contrôle visuel des produits et écart des lots suspects Analyse de risques spécifiques Plan de contrôles analytiques (PMS de l'établissement) – Respect des critères réglementaires en vigueur
Nettoyage /désinfection	Nettoyage et désinfection quotidien des vitrines en fin de journée Changement ou nettoyage et désinfection des plateaux-supports après chaque lot
Personnel	Formation du personnel à l'usage des vitrines et aux bonnes pratiques de préparation des produits et de conservation ultérieure - Parfaite maîtrise de l'outil

D'une manière générale, les bonnes pratiques générales du GBPH du poissonnier-détaillant s'appliquent dans le cas présent. Des contrôles renforcés de la température des vitrines et des produits sont néanmoins nécessaires.

D'une manière générale, les recommandations de bonnes pratiques faites pour les vitrines réfrigérées s'appliquent également aux chambres froides d'entreposage nocturne des produits

Remarques**(1) Remarque relative à la limite de température inférieure de conservation**

Le point de congélation des espèces est peu documenté dans la littérature. Celui-ci varie en fonction des espèces, de la saisonnalité, de la zone de pêche, de la concentration en solutés présents dans le tissu musculaire... Il est en moyenne de -1 °C. A titre d'information, les points de congélation débutante de différentes espèces de poissons trouvées dans la littérature sont indiquées ci-dessous.

Espèce \ T° en °C	Source HALIOMER (repris dans l'IT DGAL/SDSSA/2014-281)	Repris par BURGAARD, 2010	Repris par WU et al, 2014	Repris par EFSA
Bar	-0,9			
Cabillaud		-0,91 (Fikiin, 1998)	-2,2 (Murakami et Okos, 1989)	-0,53 à -0,85 (divers auteurs)
Carpe				-0,8 (Boonsupthip et Heldman, 2007)
Chinchard	-0,7			
Colin d'Alaska			-2,2 (Rao et al, 2010)	
Eglefin		-0,83 (Fikiin, 1998)	-2,94 (Charm et Moody, 1966)	
Flet	-0,7			
Flétan			-2,2 (Rao et al, 2010)	
Hareng			-2,2 (Rao et al, 2010)	
Maquereau	-1		-2,2 (Rao et al, 2010)	
Merlan	-0,9			
Perche de mer		-0,83 (Fikiin)	-1,03 (Miki and Hayakawa, 1996)	-0,51 à -0,72 (divers auteurs)
Perche du Nil				-0,14 à -0,52 (divers auteurs)
Rouget barbet	-1,2			
Roussette	-1,9			
Saumon			-1,5 (Alizadeh et al, 2007)	-0,6 à -0,93 (divers auteurs)
Sébaste (Redfish)			-1 (Murakami et Okos, 1989)	
Thazard (king fish)		-0,68 (Sablani et al, 2007)		
Tilapia			-0,9 (Chen et Pan, 1995)	
Thon		-1,4 (Rahman et al, 2003) à -5°C (Agustini et al, 2001)	-1,4 (Tongol – Shafiur et al, 2003)	
Turbot			-1,1 (Chevalier et al, 2000)	
Vieille	-0,8			
Crustacés, mollusques et céphalopodes		-0,5 à -2,1 (Rahman et Driscoll, 1994, Sablani et al, 2004)		-0,8 à -2 (Rahman et Driscoll, 1994b)

D'après les données de la littérature, les points de congélation des espèces sont toujours inférieurs à -0,5°C (sauf ceux mesurés sur la perche du Nil).

Ainsi, le maintien de la température de réfrigération des vitrines au-dessus de -0,5°C doit permettre de satisfaire à la réglementation en vigueur.

Sources :

- *Burgard, M. G. (2010). Effect of frozen storage temperature on quality-related changes in fish muscle. Changes in physical, chemical and biochemical quality indicators during short-and longterm storage.*
- *EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Koutsoumanis, K., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bolton, D., Chemaly, M., ... & Bover-Cid, S. (2021). The use of the so-called 'superchilling' technique for the transport of fresh fishery products. EFSA Journal, 19(1), e06378.*
- *Wu, C. H., Yuan, C. H., Ye, X. Q., Hu, Y. Q., Chen, S. G., & LIU, D. H. (2014). A critical review on superchilling preservation technology in aquatic product. Journal of Integrative Agriculture, 13(12), 2788-2806.*

(2) Remarque relative à la limite de température supérieure de conservation

L'IT DGAL / SDSSA / 2014-281 précise qu'en l'absence de données scientifiques avérées, le choix d'une température de 2°C est cohérente vis-à-vis de certaines bactéries pathogènes et/ou toxines (histamine, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium botulinum* type E, notamment) qui sont susceptibles de se développer ou d'être produites à des températures supérieures à +2°C. A titre indicatif, le tableau ci-dessous donne les températures inférieures limites de croissance des principaux germes pathogènes.

Bactérie	Origine	T° min	aw min	Source
<i>Clostridium botulinum</i> type A, protéolytique B, et F	Terre, fécale, opérateurs	10°C	0,94	Fiche risque ANSES
<i>Clostridium botulinum</i> type E, non-protéolytique B, et F		3°C	0,97	Fiche risque ANSES
<i>Vibrio cholerae</i>	Eau aliments (crustacés, mollusques)	10°C	0,97	Fiche risque ANSES
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>		5°C	0,94	Fiche risque ANSES
<i>Listeria monocytogenes</i>	Viscères – peaux, poissons mal lavés, opérateurs	-0,4°C	0,92	Fiche risque ANSES
<i>Salmonella</i> spp	Fécale, opérateurs	5°C	0,94	Fiche risque ANSES
<i>St. aureus</i> (croissance)	Salive, plaies, préparation, opérateurs	7°C	0,83	
<i>St. aureus</i> (production toxine)		10°C	0,85	
<i>Cl. perfringens</i>	Terre, fécale, opérateurs	10°C	0,95	Fiche risque ANSES
Histamine	<i>Morganella morganii</i>	2-5°C		Fiche danger ANSES
	<i>Morganella psychrotolerans</i>	0-5°C		DALGAARD,2007
	<i>Photobacterium phosphoreum</i>	0-5°C		

(3) Remarque relative à la nécessité de refroidissement préalable des produits par la glace

L'IT DGAL SDSSA/2014-281 précise que les produits de la mer ayant, à leur sortie de l'eau, une température interne équivalente à cette dernière, il est nécessaire d'abaisser leur température afin de leur assurer une conservation optimale. Un refroidissement rapide et efficace permet de freiner l'altération du produit et maximiser sa durée de vie. L'utilisation de glace permet une réfrigération rapide en tous points des produits de la pêche et permet ainsi un abaissement de la température des produits jusqu'à 0°C, température de la glace en fusion. Elle présente plusieurs avantages : fort pouvoir réfrigérant, praticité d'emploi, conservation de l'humidité du poisson. La vitesse de réfrigération est d'autant plus rapide que le contact entre la glace et le poisson est important.

(4) Remarque relative à la préparation des produits

Certains professionnels pratiquent une technique japonaise de retrait des écailles et de la partie supérieure de l'épiderme (« sukibiki»). Celle-ci n'a pas été mise en œuvre dans le cadre de ce projet.

(5) Remarque relative aux supports de présentation

Certains professionnels utilisent d'autres supports de présentation tels que des papiers ou des buvards, notamment pour y déposer les découpes. Cette pratique ne semble pas poser de problème particulier à partir du moment où les supports sont de qualité alimentaire et changés régulièrement après chaque lot.

(6) Remarque relative à suspension des poissons en chambre froide

Certains professionnels maintiennent ouverte la cavité abdominale des poissons pour faciliter le « séchage ».

(7) Remarque relative à la durée de conservation des produits en vitrine

La durée de conservation maximale conseillée est donnée sur la base des résultats des suivis de conservation réalisés dans le cadre de ce projet.

Cette durée semble cohérente avec les pratiques commerciales actuelles des poissonniers pratiquant déjà ce mode de conservation en vitrine et est aussi en cohérence avec les durées habituelles de conservation des poissons sous glace (*Ex : la durée de vie d'un poisson blanc éviscéré comme le cabillaud est en moyenne de 14 j*). Il convient de toute façon que les professionnels de la poissonnerie souhaitant mettre en œuvre cette pratique évaluent eux-mêmes leurs durées de conservation, en prenant en compte les spécificités de leurs vitrines et les risques inhérents aux espèces qu'ils souhaitent mettre en œuvre.

5.6 Autres recommandations et perspectives

Recommandations court terme

- L'accord des Autorités sanitaires est requis avant de pouvoir mettre en œuvre cette pratique de présentation / conservation en vitrine, sans glaçage, de poissons non conditionnés préparés rapidement après prise en charge par l'établissement, et avant de pouvoir envisager sa promotion à grande échelle. Comme précisé plus haut, il est utile de définir la notion « préparation » préalable du poisson associée à cette pratique de conservation et la notion d'immédiateté de préparation.
En tout état de cause, la conservation de poisson non transformé et non préparé dans une vitrine réfrigérée, n'est aujourd'hui réglementairement pas possible (même si celle-ci est associée à des durées de conservation courtes, de quelques heures à 2 ou 3 jours au maximum, qui ne doivent théoriquement pas poser de problème sur un plan sanitaire).
- Le risque histamine a été abordé dans ce projet avec du maquereau. Il serait utile de confirmer l'absence de risque observé par des analyses complémentaires en conformité avec la réglementation (9 échantillons), pour une espèce de poisson dont la chair est riche en histidine et très sanguine comme le thon rouge (*Les thonidés ont par ailleurs une chair ferme et riche en protéines qui se prête bien à la conservation en vitrine*).
- Le risque spécifique lié à *Listeria monocytogenes* n'a pas pu être abordé dans le cadre de ce projet. Il pourrait être utile de mettre en œuvre des challenge-tests ou des tests de microbiologie prévisionnelle pour confirmer les observations faites avec *Listeria innocua* sur du saumon dans le cadre de ce projet. En tout état de cause, le risque sanitaire lié au développement potentiel de ce germe pathogène dans un produit conservé en vitrine réfrigérée à 0/2°C, est certainement très faible, parce que la durée de conservation des produits en vitrine est à priori trop courte pour permettre son développement.
- Il serait intéressant d'observer l'évolution des Aw et des taux de H/P de poissons conservés en vitrine (parce qu'ils sont susceptibles de subir une déshydratation assez forte) et de mettre cela en perspective du risque de croissance de germes pathogènes spécifiques (*Cf Aw de croissance minimale des principaux germes pathogènes dans le tableau page précédente*). Mais, en tout état de cause, il est certain que les poissons ne subissent pas une déshydratation suffisamment importante par une conservation en vitrine, qui pourrait empêcher la croissance de certains germes spécifiques psychrophiles ou psychrotrophes.

- Il est nécessaire d'adapter les critères d'évaluation de la fraîcheur des poissons « préparés » pour une conservation du poisson en vitrine et évaluer la nécessité éventuelle d'imposer un enregistrement en continu de la température.
- Il existe de nombreux types, formes et contenances de vitrines sur le marché. Leur cartographie thermique et la validation de leur efficacité à maintenir une température homogène de 0/2°C en tous points, doivent être réalisées avant mise en œuvre.

Préconisations à plus long terme

- Le « dry aging » du poisson est de plus en plus utilisé, notamment dans le domaine de la restauration. Des « caves de maturation » de viandes sont pour cela parfois utilisées pour la « maturation » du poisson et sa conservation longue durée (*associée à un « séchage » et à une acidification des produits souvent plus important que celui qui a été étudié dans le cadre de ce projet*). Il serait utile d'évaluer cette pratique, complémentaire et différente, de la simple conservation en vitrine.

-



- De nombreuses terminologies sont utilisées pour la conservation du poisson en vitrine (parfois à bon escient, parfois certainement à tort), en lien avec l'évolution de ses propriétés organoleptiques au cours de la conservation.. Ex : affinage du poisson, maturation du poisson...Il serait utile d'aboutir à une clarification de ces terminologies.
- La concentration des saveurs et le développement de l'umami sont souvent mis en avant dans la pratique de conservation en vitrine, mais ils ne sont pas toujours facile à percevoir. Il pourrait être intéressant de mieux caractériser ces produits sur un plan sensoriel.
- La bibliographie scientifique étant assez pauvre à ce sujet, la détermination du point de congélation des principales espèces utilisées pour ce mode de conservation spécifique en vitrine serait utile (Ceci d'autant plus que la texture / composition des poissons est modifiée au cours de la conservation).











Annexe I : Grilles de cotation « fraîcheur » réglementaires (selon REG CE 2406/1996)









POISSONS BLANCS	Critères			
	Catégorie de fraîcheur			Non admis
	Extra	A	B	
Peau	Pigmentation vive et iridescente (sauf pour les sébastes) ou opalescente, pas de décoloration	Pigmentation vive mais sans éclat	Pigmentation ternie en voie de décoloration	Pigmentation ternie
Mucus cutané	Aqueux, transparent	Légèrement trouble	Laiteux	Gris jaunâtre, opaque
Œil	Convexe (bombé); pupille noire brillante; cornée transparente	Convexe et légèrement affaissé; pupille noire ternie; cornée légèrement opalescente	Plat; cornée opalescente; pupille opaque	Concave au centre; pupille grise; cornée laiteuse
Branchies	Couleur vive; pas de mucus	Moins colorées; mucus transparent	Brun/gris se décolorant; mucus opaque et épais	Jaunâtre; mucus laiteux
Odeur des branchies et de la cavité abdominale (sauf plie ou carrelet)	D'algues marines	Absence d'odeur d'algues marines; odeur neutre	Fermentée; légèrement aigre	Aigre
Chair	Ferme et élastique; surface lisse	Moins élastique	Légèrement molle (flasque), moins élastique; surface cireuse (veloutée) et ternie	Molle (flasque); écailles se détachent facilement de la peau; surface plutôt plissée
POISSONS BLEUS	Critères			
	Catégorie de fraîcheur			Non admis
	Extra	A	B	
Peau	Pigmentation vive, couleurs vives, brillantes et iridescentes; nette différence entre surfaces dorsale et ventrale	Perte d'éclat et de brillance; couleurs plus fades; moins de différence entre surfaces dorsale et ventrale	Ternie, sans éclat, couleurs délavées; peau plissée lorsqu'on courbe le poisson	Pigmentation très terne; peau se détache de la chair
Mucus cutané	Aqueux, transparent	Légèrement trouble	Laiteux	Gris jaunâtre, opaque
Œil	Convexe, bombé; pupille bleu-noir brillante, «paupière» transparente	Convexe et légèrement affaissé; pupille foncée, cornée légèrement opalescente	Plat; pupille voilée; extravasations sanguines autour de l'œil	Concave au centre; pupille grise; cornée laiteuse
Branchies	Rouge vif à pourpre uniformément; pas de mucus	Couleur moins vive, plus pâle sur les bords; mucus transparent	S'épaississant, se décolorant, mucus opaque	Jaunâtre; mucus laiteux
Odeur des branchies	D'algues marines fraîches; âcre, iodée	Absence d'odeur ou odeur d'algues marines, odeur neutre	Odeur grasse un peu sulfureuse, de lard rance ou de fruit pourri	Odeur aigre de putréfaction
Consistance de la chair	Très ferme, rigide	Assez rigide, ferme	Un peu molle	Molle (flasque)
Opercules	Argentés	Argentés, légèrement teintés de rouge ou de brun	Brunissement et extravasations sanguines étendues	Jaunâtres

Annexe II : Grille de cotation adaptée au mode de conservation SANS GLACE










		EXTRA		Commentaires	A		Commentaires	B		Commentaires	C		Commentaires
		+	-		+	-		+	-		+	-	
Observation peau	Mucus peau	Aqueux, transparent			Légèrement trouble			Laiteux			Gris jaunâtre opaque		
	Pigmentation	Vive et chatoyante, non décolorée			Vive mais sans lustre			En voie de décoloration, ternie			Ternie		
	Adhérence à la surface	Pas d'adhérence, surface lisse et légèrement humide			Début d'adhérence sur surface d'exposition			Aspect collant, adhérence aux surfaces d'exposition			Très adhérent, détachement de chair et présence sur les surfaces d'exposition		
	Plissures de la peau (assèchement de la peau)	Sans plissures			Premières plissures sur le flanc			Plissures apparentes plus prononcées			Plissures larges et généralisées		
Observation œil		Bombé, pupille noire brillante, cornée transparente			Bombé et légèrement affaissé, pupille noire brillante, cornée légèrement opalescente			Œil plat, pupille opaque, cornée opalescente			Oeil concave au centre, pupille grise, cornée laiteuse		
Observation branchies		Colorée, brillante, pas de mucus			Moins colorée, mucus transparent			Se décolorant à décoloré, mucus opaque			Jaunâtre, mucus laiteux		
Odeur dont cavité abdominale/zone branchiale		Algue marine			Ni d'algue ni mauvaise			Fermentée, légèrement aigre			Aigre		
Chair	Fermeté	Ferme et élastique, surface lisse			Elasticité diminuée			Légèrement molle (flasque), surface cireuse et ternie			Texture molle, écailles se détachant facilement, plissures larges et généralisées		
	Colonne vertébrale couleur chair avoisinante	Pas de coloration			Légèrement rose			Rose			Rouge		
	Couleur proche de la cavité abdominale	Couleur vive, aspect humide et brillant			Coloration se fonce, perte de lustre			Début de jaunissement de la chair, couleur foncée (rose/rouge) et aspect "mâturé"			Chair jaunâtre, pétéchie noires		







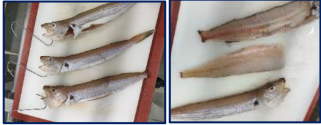
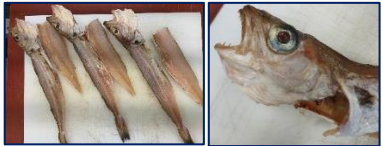



Annexe III : Relevés d'évaluation des poissons conservés sur glace (Tâches 2 & 3)

Espèce de poisson	Jour d'évaluation	Score total moyen des paramètres évalués (/3)	Exemples de photos associées
Maquereau (tâche 2)	J1	2,7	
	J2	2,5	
	J3	2	
	J4	1,7	
	J7	1,7	
Bar (tâche 2)	J1	3	
	J2	2,8	
	J3	2,7	
	J4	2	
	J7	1,8	

Espèce de poisson	Jour d'évaluation	Score total moyen des paramètres évalués (/3)	Exemples de photos associées
Sole (tâche 2)	J1	2,8	
	J2	2,2	
	J3	2	
	J4	1,8	
	J7	1,7	
Maquereau (tâche 3)	J1	2,7	
	J4	2,25	
	J5	1,75	
	J7	1,1	
	J8	0,8	
	J12	0,3	

Annexe IV : Relevés d'évaluation des poissons conservés en vitrine (Tâches 2 & 3)

Espèce de poisson	Jour d'évaluation	Score total moyen des paramètres évalués (/3)	Exemples de photos associées
Maquereau (tâche 2)	J1	2,7	
	J2	2,2	
	J3	1,9	
	J4	1,4	
	J7	1,3	
Bar (tâche 2)	J1	2,7	
	J2	2,7	
	J3	2,2	
	J4	2,1	
	J7	1,6	

Espèce de poisson	Jour d'évaluation	Score total moyen des paramètres évalués (/3)	Exemples de photos associées
Sole (tâche 2)	J1	2,9	
	J2	2	
	J3	1,8	
	J4	1,7	
	J7	1,6	
Merlan (tâche 3)	J1	2,8	
	J2	2,6	
	J5	2,1	
	J6	1,7	
	J8	1,1	
	J9	1	
Maquereau (tâche 3)	J1	2,3	
	J4	1,5	
	J5	1,5	
	J7	1,5	
	J8	1,1	
	J12	0,6	

Annexe V : Proposition de questionnaire pour la profession - Conservation du poisson sans glace

PRATIQUE

- 1) Pratiquez-vous la conservation sans glace ?
- 2) **Si oui**, répondez aux questions suivantes. **Si non**, passez à la question 3).
 - a. Depuis quand pratiquez-vous la conservation sans glace ?
 - b. Qu'est-ce qui vous a conduit à pratiquer le sans glace ? *Presse, reportage, voyage, échange etc*
 - c. Pourquoi l'avoir choisi ? *Impact sur les produits et l'organoleptique, choix environnemental, choix économique*
 - d. Avez-vous consulté des personnes dans la profession avant de vous lancer dans cette pratique ?
 - e. La maturation du poisson est-elle une pratique d'intérêt pour vous ?
 - f. Si non, en avez-vous entendu parler ? *Presse, reportage, voyage, échange etc*
- 3) Quel mode opératoire appliquez-vous au quotidien :
 - a. Choix des MP et approvisionnement (*critères géographiques pour l'approvisionnement, plus de travail sur certaines espèces, critères d'achat fraîcheur etc*) – **Quelles espèces travaillez-vous ?**
 - b. Mode de préparation des produits (*précautions particulières, différences vs mode traditionnel, « pré-maturation avant la vente » etc*)
 - c. Forme de vente des produits (*pièces entières, filets etc*)
 - d. Mode d'exposition (*étal fermé, support, etc*)
 - e. Mode de conservation la nuit
- 4) Comment jugez-vous le produit ? A partir de quel stade est-il écarté ?
- 5) Avez-vous mesuré les pertes produits liées à leur déshydratation ?
- 6) Quels sont les rendements que vous obtenez selon les espèces de poissons ?
- 7) Avez-vous des indicateurs de qualité objectifs pour le vérifier ? Analyses microbiologiques réalisées ?

MATERIELS

- 8) Quel matériel utilisez-vous pour la réfrigération ? *chambre froide, étal etc*
- 9) Utilisez-vous des vitrines réfrigérées pour l'exposition de tous vos produits ?
- 10) Si **oui**, répondez aux questions ci-dessous. **Si non**, passez à la question 11).
 - a. Votre lieu de vente est-il climatisé ? Impact perçu ?
 - b. Avez-vous demandé des conseils réglementaires à votre fournisseur ? *classe de matériel à choisir, gaz réfrigérant utilisé, matériel en contact avec les aliments etc*
 - c. Avez-vous demandé des conseils techniques au fournisseur ? *Ventilation, Humidité, Dégivrage, consommation électrique, isolation*
 - d. Comment est réglé votre matériel ? *Température cible, Humidité etc*
 - e. Quels ont été les choix pour le dimensionnement ? Estimation de volume communiqué, plage et durée de fonctionnement, amplitude horaire
 - f. Avez-vous réalisé des mesures de température à l'intérieur de vos enceintes réfrigérées ?
 - g. Avez-vous constaté des irrégularités de fonctionnement de température ? Si oui, comment l'avez-vous géré ? ex : dégivrage
 - h. Comment entretenir ce matériel ? Maintenance régulière ?
- 11) Si **NON** :
 - a. Quel matériel utilisez-vous ? étal inox ? Inclinaison ? évacuation d'eau ?
 - b. Quel est le volume de glace que vous estimez utiliser par jour ? ou bien par an ?
 - c. A quelle fréquence réalisez-vous des réapprovisionnement en glace sur l'étal ?

- d. Quel est votre équipement pour la production de glace ?
- e. Quel est le coût que cela représente dans vos charges globales ? l'avez-vous estimé ? Coût énergétique / main d'œuvre etc
- f. Et concernant votre chambre froide ? Coût énergétique supplémentaire ?
- g. Quels ont été les choix pour le dimensionnement de votre étal auprès du fournisseur ?
- h. Avez-vous réalisé des mesures de température sur les produits de votre étal ?
- i. Quelle est la fréquence de nettoyage de votre étal ?
- j. Le GBPH Poissonniers actuel vous semble-t-il adapté ? en avez-vous connaissance ?

VENTES

- 12) Quels sont les volumes vendus ? Rotation des produits ?
- 13) Quels sont les commentaires/ retour des clients ?
- 14) Est-ce une clientèle spécifique ?
- 15) Quel est le mode de fixation des prix ? Tenez-vous compte de la freinte de vos produits ?

RELATIONS AVEC LES AUTORITES DE CONTROLES ET LA PROFESSION

- 16) Connaissez-vous la réglementation sur la conservation des denrées alimentaires d'origine animale ?
- 17) Etes-vous membre d'un organisme professionnel type OPEF / CITTPM ?
- 18) Pour votre pratique du sans glace :
 - a. Souhaitez-vous que la profession mette plus en avant ces pratiques nouvelles et alternatives ?
 - b. Quels sont vos rapports avec l'administration et vos contacts vétérinaires locaux ?
 - c. Subissez-vous plus de contrôles ?
 - d. Avez-vous fait face à des difficultés avec d'autres professionnels de votre ville /de votre quartier / ailleurs ?
 - e. Pensez-vous nécessaire qu'une mise à jour du GBPH qui encadre cette pratique soit éditée ?
 - f. Si oui, seriez-vous prêts à adapter vos pratiques actuelles ?
- 19) Pour une pratique dite traditionnelle :
 - a. Quels sont vos rapports avec l'administration et vos contacts vétérinaires locaux ?
 - b. Fréquence des contrôles ?
 - c. Membre d'un organisme professionnel type OPEF / CITTPM ?
 - d. Pensez-vous nécessaire qu'une mise à jour du GBPH qui encadre vos pratiques tiennent compte de nouvelles pratiques ?
 - e. Si **oui** :
 - i. seriez-vous prêts à modifier vos pratiques ?
 - ii. Quelles seraient les opportunités pour vous ? Optimisation de vos locaux, diversification et développement commercial, ciblage d'une nouvelle clientèle...
 - f. **Si non**, pour quelles raisons ? Pas d'intérêt, trop complexe dans vos locaux, contexte réglementaire...

En conclusion, pour vous, si vous deviez résumer :

- 20) Quels avantages retrouvez-vous selon votre pratique actuelle (*précisez : sans glace/avec glace*) :
 - a. MP ?
 - b. Qualité des produits ?
 - c. Matériel et Main d'œuvre ?
 - d. Coûts ?
 - e. Organisation ?

21) A quels inconvénients faites-vous face :

- a. MP ?
- b. Qualité des produits ?
- c. Main Œuvre ?
- d. Coûts ?
- e. Organisation ?

22) Quels avantages pourriez-vous en changeant et/ou adaptant vos pratiques actuelles (*précisez : sans glace/avec glace*) :

- a. MP ?
- b. Qualité des produits ?
- c. Matériel et Main d'œuvre ?
- d. Coûts ?
- e. Organisation ?

23) A quels inconvénients faites-vous face :

- a. MP ?
- b. Qualité des produits ?
- c. Main Œuvre ?
- d. Coûts ?
- e. Organisation ?