

L'Institut Agro Rennes-Angers

Site de Rennes

Année universitaire : 2024 - 2025

Spécialité :

Ingénieur agronome

Spécialisation (et option éventuelle) :

Sciences Halieutiques Aquacoles, préparée
à L'Institut Agro Rennes-Angers

Résumé du Mémoire de fin d'études

D'ingénieur de l'INP Agrotoulouse

Intégration d'une gratteuse mécanique d'arêtes de saumon (*Salmo Salar*) au sein d'un site agroalimentaire

Par : Paul LARCHEVEQUE

***Soutenu à L'Institut Agro Rennes-Angers
le 11 Septembre 2025***

Devant le jury composé de :

Président : Catherine GUERIN-DUBIARD

Maître de stage : Éric JESTIN

Enseignant référent : Catherine GUERIN-DUBIARD

Françoise NAU (Enseignante-chercheuse,
Institut Agro Rennes-Angers)

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle de l'Institut Agro Rennes-Angers

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation «Patrimoine-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de
Modification 4.0 France» disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Glossaire :

Chair de poisson : Matière issue du muscle squelettique du poisson, caractérisée par une structure myofibrillaire encore préservée après les étapes de transformation.

Coproduit : « Un coproduit est une substance ou produit résultant d'un processus de production qui n'est ni un produit, ni un résidu, ni un déchet, dont la valorisation économique est totale et qui dispose d'un marché adossé à une cotation. » (Ordonnance n° 2010-1579, 2010).

Débouillage : Opération visant à éliminer un coincement ou une accumulation dans une machine afin de rétablir la continuité de la production.

Gratteuse mécanique : Machine conçue pour récupérer le muscle résiduel présent sur l'arête après le filetage du poisson.

Grattage : Opération de récupération du muscle résiduel présent sur l'arête du poisson, manuellement ou à l'aide d'une gratteuse mécanique.

Non-conformité : Résultat d'un contrôle mettant en évidence un écart par rapport aux exigences de sécurité ou de fonctionnement de la machine.

Pilote d'îlot : Opérateur de production qui s'assure du bon fonctionnement de la ligne.

Pulpe de poisson : Matière issue du muscle de poisson dont la structure myofibrillaire est déconstruite par les procédés mécaniques de séparation.

Liste des figures :

Figure 1: Gratteuse mécanique avec lève-bac dans l'atelier Frais (source auteur)..... 4

Sommaire :

I)	INTRODUCTION	1
II)	CONTEXTE DE L'ETUDE	2
A)	PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	2
B)	VALORISATION ACTUELLE DES ARETES DE SAUMON.....	2
C)	OBJECTIFS DE LA NOUVELLE VALORISATION	2
III)	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
A)	VALORISATION DES COPRODUITS DE SALMONIDES	3
B)	TECHNOLOGIES PERMETTANT L'EXTRACTION DU MUSCLE SUR LES ARETES	4
IV)	MATERIEL ET METHODES	4
A)	MISE EN ACTIVITE DE LA GRATTEUSE SP60J	4
i)	<i>Mise en conformité sécurité de la Gratteuse</i>	4
ii)	<i>Standardisation de la machine et formation à son utilisation</i>	5
B)	COMPARAISON ENTRE GRATTAGE MANUEL ET MACHINE	5
i)	<i>Mesure des rendements</i>	5
ii)	<i>Mesure de l'ergonomie du poste</i>	5
iii)	<i>Mesure de la qualité du produit</i>	6
V)	RESULTATS ET DISCUSSIONS	6
A)	SYNTHESE DES DIFFERENTS OBJECTIFS	6
i)	<i>Gratteuse mécanique aux normes de sécurité française</i>	6
ii)	<i>Standardisation du grattage mécanisé</i>	6
B)	COMPARAISON AVEC LE GRATTAGE MANUEL	7
i)	<i>Productivité améliorée malgré un rendement matière diminué</i>	7
ii)	<i>Ergonomie optimisée du poste</i>	8
iii)	<i>Qualité de chair validée malgré des variations constatées</i>	8
VI)	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	8
VII)	BIBLIOGRAPHIE :	9

I) Introduction

Le saumon (*Salmo salar*) est l'une des principales espèces consommées en France en 2023 (FranceAgriMer, 2024). Toutefois, la France ne produit pas de saumon et dépend des importations : 200 849 tonnes (toutes formes transformées ou fraîches incluses) pour une valeur de 1 896 023k euros en 2024 (EUMOFA, 2017–2024). Les ménages consomment 48 688 tonnes de saumon dont 16 256 tonnes de saumon fumé, ce qui représente 33% de leur consommation. Les entreprises de fumaison en France fournissent un volume conséquent des produits à base de salmonidés fumés sur le marché national : 72 % en 2023 (Saumon Fumé et Truite Fumée en France, 2024).

L'industrie agroalimentaire se confronte à de nombreux enjeux concernant la valorisation de ses coproduits. En 2016, le volume de coproduits de catégorie 3 (protéine animales transformées, corps gras) produit par les industries agroalimentaires dans le secteur de la viande et de la transformation des poissons issus de la pêche et de l'aquaculture représentait 563 milliers de tonnes (Chapoutot et al., 2019). Les enjeux d'une valorisation de tels tonnages sont donc très grands.

Au sein de l'entreprise agroalimentaire Moulin de la Marche, spécialisée dans la fumaison de saumon et de truite, la valorisation des coproduits constitue également un enjeu important. En 2024, le tonnage de coproduits générés est de 1 996 tonnes. L'entreprise a lancé un projet VALOCOP en mars 2023 visant à améliorer la valorisation de l'ensemble des coproduits générés. Nous nous intéressons particulièrement à la valorisation de la chair résiduelle sur les arêtes de poissons.

Une valorisation existante consiste en un grattage manuel des arêtes après le levage des filets. Ce grattage semble posséder un bon rendement mais ne peut être effectué régulièrement en raison du nombre d'opérateurs nécessaires pour effectuer l'activité. Il a donc été décidé, après un test concluant, de se procurer une gratteuse mécanique d'arête : SP60J de chez Unifood (constructeur danois) permettant d'augmenter significativement la quantité d'arêtes grattées. L'intégration d'une nouvelle machine au sein d'une ligne de production implique de nombreuses anticipations et des vérifications ainsi que la création de différents documents. Nous nous intéresserons donc à :

Comment réaliser et réussir l'intégration d'une gratteuse mécanique d'arêtes au sein de la ligne de production Frais ?

Pour cela, nous étudierons dans un premier temps le contexte de l'étude ainsi que ses objectifs. Nous dresserons un état des lieux concernant la valorisation des coproduits marins et les machines utilisées pour extraire le muscle de l'arête. Nous aborderons par la suite la méthodologie mise en place pour intégrer la gratteuse mécanique avant de présenter et d'analyser les résultats liés à son arrivée dans l'entreprise. Nous traiterons plusieurs axes récurrents dans le mémoire : la mise en sécurité et la standardisation du fonctionnement de la machine, la formation du personnel, la qualité du produit obtenu ainsi que l'amélioration de l'ergonomie.

II) Contexte de l'étude

A) Présentation de la structure d'accueil

Le Groupement des Mousquetaires, créé en 1969 par Jean-Pierre Le Roch et connu pour Intermarché, s'est diversifié dès 1990 avec des unités de production et de logistique. En 2014, il a fondé sa branche industrielle Agromousquetaires, regroupant 56 sites organisés en six pôles (viande, mer, végétal, saveurs, circulaire et logistique).

Parmi ses filiales, le Moulin de la Marche, fondé en 1986 et repris par Intermarché en 1992, est implanté à Châteaulin et emploie plus de 300 salariés sur 9 750 m². En 2024, elle a transformé 5 300 tonnes de saumon d'élevage (*Salmo salar*), de truite (*Oncorhynchus mykiss*) et de saumon sauvage (*Oncorhynchus Keta*) pour produire 3 290 tonnes de produits finis. L'usine comprend deux unités : l'Atelier Frais, chargé de la première transformation (réception, filetage, parage, désarêtage, pelage, salage, fumage), et l'Atelier Fumé, dédié à la seconde transformation, au conditionnement et à l'expédition. L'Atelier Frais fonctionne en 2x8 avec 62 salariés encadrés par deux chefs d'équipe et un responsable.

B) Valorisation actuelle des arêtes de saumon

En 2024, l'Atelier Frais a généré 2 000 t de coproduits, dont 75 % issus du saumon d'élevage (1 423t). La majorité est envoyée chez BIOCEVAL pour fabriquer de la farine animale destinée au petfood. Cependant, certains coproduits (muscle brun, gras dorsal, morceaux crus) sont vendus congelés pour l'alimentation humaine.

L'entreprise extrait manuellement de la chair sur les arêtes de saumon d'élevage. En 2024, seulement 19t d'arêtes ont été traitées, produisant 2,4t de chair, alors que le volume total d'arêtes atteignait 511 t. Ce poste est optionnel, dépendant de la disponibilité du personnel, et souvent limité par le manque d'opérateurs.

C) Objectifs de la nouvelle valorisation

L'intégration de la gratteuse mécanique devait répondre à différents objectifs fixés par l'entreprise.

Mise en conformité sécurité : la machine présentait plusieurs non-conformités, limitant son utilisation à quelques opérateurs formés. Des modifications ont été faites en lien avec les constructeurs.

Standardisation & formation : des procédures (fonctionnement, nettoyage, sécurité) doivent être créées. Plusieurs opérateurs et un groupe référent sur la machine doivent être formés.

Qualité du produit obtenu :

- Sécurité microbiologique : La machine a fait l'objet d'un plan HACCP et contrôles renforcés pour limiter les contaminations.

- Structuration : Nous devons nous assurer de la structuration du produit obtenu et la réponse au cahier des charges : distinction entre pulpe (peu valorisée) et chair (importante valeur ajoutée). L'objectif est que la machine produise de la chair.
- Absence de corps étrangers : Nous devons vérifier la qualité du produit obtenu, en particulier la présence de corps étrangers tels que les arêtes, les nageoires ou d'autres fragments indésirables. Le tri effectué doit répondre aux exigences définies dans le cahier des charges.

Objectifs de rendement :

L'intégration de la nouvelle machine doit répondre à des objectifs économiques définis par l'entreprise. En effet, celle-ci doit pouvoir être rentabilisée sur une période inférieure à 2,5–3 ans. Les objectifs fixés par la direction et mon tuteur sont les suivants :

- Traiter 50 % du volume total de saumon d'élevage
- Atteindre un rendement de 8 % (pourcentage de la masse de chair récupérée par rapport à la masse des arêtes),
- Être capable de passer 12 arêtes par minute.

III) Synthèse bibliographique

A) Valorisation des coproduits de salmonidés

Les coproduits issus de la transformation du poisson, tels que têtes, arêtes, peaux et viscères, représentent 30 à 60 % du poids initial (Dumay, 2006) et sont encadrés par le règlement européen (CE n°1069/2009), seuls ceux de catégorie 3 pouvant être valorisés en alimentation animale ou humaine (Parlement européen et Conseil, 2009). Riches en protéines, acides gras essentiels et vitamines (Penven-Turpault et al., 2017), ils sont majoritairement transformés en farines et huiles pour aquaculture et petfood, tandis qu'une fraction est utilisée pour des hydrolysats protéiques (Riou, 2019). Les grands collecteurs comme BIOCEVAL et Copalis structurent la filière (Riou, 2019).

À l'international, des groupes comme Lerøy Seafood, Mowi et Thai Union promeuvent la durabilité et le zéro gaspillage (Lerøy Seafood Group, 2024 ; Mowi ASA, [s.d.] ; Thai Union Group PCL, 2024). En France, des acteurs comme Valofish, Copalis, Nutrifish ou Abyss Ingrédients innovent sur les ingrédients marins à forte valeur ajoutée (Riou, 2019).

La commercialisation de chair ou de pulpe de saumon reste limitée et industrielle : Valofish propose des blocs congelés certifiés ASC, MSC ou bio (Valofish, 2025), tandis que Copalis et d'autres acteurs comme Sovintex et Direct Océan vendent des produits bruts et standardisés (Copalis, 2025 ; Direct Océan, [s.d.] ; Sovintex, [s.d.]).

B) Technologies permettant l'extraction du muscle sur les arêtes

Sur le marché, les technologies existantes pour récupérer le muscle sur les arêtes de poisson sont principalement des séparatrices mécaniques à bande ou à vis, qui mettent les arêtes sous pression pour extraire un produit déstructuré appelé pulpe de saumon. Des machines comme les séparatrices PROVISUR offrent une capacité d'alimentation élevée, mais ne garantissent pas la qualité finale du produit (Provisur Technologies, 2023). Au Moulin de la Marche, la Baader 603, acquise en 2021, permettait un rendement matière d'environ 60 %, mais ne produisait que de la pulpe. Des essais avec la LIMA RD 190 ont montré des rendements de 45 à 70 %, mais le produit restait également de la pulpe, insuffisante pour trouver un marché.



Figure 1: Gratteuse mécanique avec lève-bac dans l'atelier Frais (source auteur)

Une gratteuse mécanique Uni-Food a été testée en 2024 via le distributeur français Varlet. Cette machine est conçue pour qu'un opérateur positionne les arêtes sur une table, celles-ci étant ensuite entraînées par une chaîne dans un mécanisme où des cuillères récupèrent le muscle tout en évacuant les arêtes. Cette machine permet d'avoir un produit plus structuré semblable à de la chair. La capacité de la machine est de 14 à 18 arêtes par minute (Uni-Food, [s.d.]). Plusieurs paramètres, comme la pression appliquée ou le moment de déclenchement des cuillères, peuvent être ajustés. L'intégration d'un lève-bac a été prévue pour automatiser l'alimentation de la machine, mais son retard et des non-conformités de sécurité ont empêché son utilisation dans le cadre du projet.

IV) Matériel et méthodes

A) Mise en activité de la gratteuse SP60J

i) *Mise en conformité sécurité de la Gratteuse*

L'organisme de sécurité a révélé un certain nombre de non-conformité sur la gratteuse mécanique lors de son intervention (fin avril 2025). Certaines nécessitaient des petites modifications mais d'autres se sont révélés plus contraignantes. L'organisme de sécurité s'est basé sur des normes françaises qui indiquent les précautions à prendre pour un certain danger. Le poste pourra être utilisé sans risque

d'accident pour l'entreprise uniquement lorsque l'ensemble des non-conformités seront levées. Celles-ci ont nécessité des réflexions et des essais avec la gratteuse mécanique qui ont dû être réalisés rapidement en contraignant le moins possible son fonctionnement.

ii) Standardisation de la machine et formation à son utilisation

Avant l'intégration de la gratteuse mécanique, une analyse préliminaire a été réalisée à l'aide du diagramme d'Ishikawa afin d'identifier les causes potentielles pouvant entraver son fonctionnement et de dresser un inventaire des standards nécessaires (ISHIKAWA, 1968).

Dès l'installation, un technicien du constructeur danois a transmis les connaissances essentielles sur la production, la sécurité, le nettoyage et la maintenance. Un standard regroupant les consignes de sécurité a été rédigé et validé, permettant de former deux opérateurs par équipe. Les retours des utilisateurs ont servi à compléter les standards de production, présentés sous format numérique avec tableaux et photos légendées, et validés par les services concernés. Un plan de formation structuré, incluant durée et chronologie, a ensuite été élaboré et ajusté en concertation avec les chefs d'équipe afin de garantir l'apprentissage optimal et la conformité aux exigences de sécurité et de qualité.

B) Comparaison entre grattage manuel et machine

i) Mesure des rendements

Avant l'intégration de la gratteuse mécanique, un protocole de suivi du grattage manuel a été mis en place pour établir un état des lieux de la production : les chefs d'équipe consignaient le nombre d'opérateurs, le temps passé, la quantité de chair récupérée. Ces données ont permis de calculer la productivité horaire et le rendement matière du grattage manuel, tout en prenant en compte le caractère ponctuel du poste et les éventuels remplacements ou pauses des opérateurs.

Pour le grattage mécanique, un protocole expérimental a été défini afin d'évaluer le rendement matière et la productivité de la machine. Après formation des opérateurs et maîtrise de l'insertion des arêtes, des tests ont été réalisés sur différents calibres et origines de poissons, en notant la masse d'arêtes, la chair récupérée, le temps et les éventuels problèmes rencontrés. Les causes de rendement insuffisant, liées à l'opérateur, à la machine ou à la matière première, ont été identifiées et des ajustements techniques ont été réalisés pour optimiser le processus.

ii) Mesure de l'ergonomie du poste

Nous avons souhaité comparer l'ergonomie des postes. Pour cela, nous avons utilisé la méthode RULA (Rapid Upper Limb Assessment) pour évaluer les contraintes posturales des membres supérieurs sur les postes de grattage manuel et mécanique. Cette méthode permet d'analyser les mouvements répétitifs et la manutention manuelle dans l'industrie et l'agroalimentaire (McAtamney & Corlett, 1993 ; Kee & Karwowski, 2007). Un tableur Excel fourni par un cabinet de conseil en santé/sécurité nous a permis de calculer les scores.

L'analyse a consisté à détailler chaque tâche en précisant fréquence des mouvements, postures, gestes et force exercée, en collaboration avec des opérateurs expérimentés. Des photographies ont été prises pour chaque poste, et les angles articulaires (poignet, coude, épaule, tronc) ont été mesurés

via le logiciel Kinovea. Pour le poste de la gratteuse mécanique, l'évaluation a été réalisée avec le lève-bac intégré, reflétant les futures conditions d'utilisation.

iii) Mesure de la qualité du produit

Pour évaluer la qualité du produit issu du grattage manuel et mécanique, une analyse sensorielle a été réalisée avec un panel de 23 juges hétérogènes, en conditions contrôlées (isolement visuel et environnement stable), afin de comparer la chair obtenue par les deux procédés et de vérifier si le grattage mécanique produisait également de la chair (The Sensory Society, 2021). Chaque participant a reçu 50 g d'échantillon codé, présenté selon un ordre aléatoire.

Deux tests ont été menés : un test triangulaire pour détecter d'éventuelles différences sensorielles (Marques, 2022) et une analyse descriptive basée sur des critères définis dans le document interne CITPPM, évaluant notamment la présence de corps étrangers et la catégorisation en chair ou pulpe (Stone & Sidel, 1974). Les notes attribuées aux descripteurs ont été agrégées en un Indice de qualité, calculé comme 10 moins la moyenne des notes, permettant de comparer les produits.

V) Résultats et discussions

A) Synthèse des différents objectifs

i) Gratteuse mécanique aux normes de sécurité française

Par suite des différentes non-conformités, nous avons réalisé des tests permettant d'analyser les possibilités. Nous avons échangé avec les constructeurs afin d'identifier des solutions adaptées pour le fonctionnement et la mise en sécurité. Ces discussions, menées avec l'organisme de contrôle, ont abouti à la réception de nouvelles pièces permettant de mettre la gratteuse mécanique en conformité.

Afin de valider l'avancement auprès du service sécurité, une première levée de non-conformité a été effectuée par mail avec l'organisme de sécurité, ce qui a permis d'en valider 6 sur 8.

ii) Standardisation du grattage mécanisé

La création des standards pour la gratteuse mécanique a impliqué la synthèse des informations des constructeurs, des retours de tests, et des observations du personnel, permettant d'améliorer progressivement les documents. Au total, dix standards ont été élaborés, couvrant l'ensemble de l'utilisation de la machine et adaptés au langage des opérateurs, avec un niveau de compréhension validé par ces derniers.

Ces documents sont centralisés sur SharePoint avec un identifiant unique, assurant leur accessibilité et leur mise à jour régulière. Ils servent de référence pour la formation et le maintien des bonnes pratiques, facilitant la cohérence des opérations et l'uniformisation des procédures autour de la machine.

iii) Personnel formé à son utilisation

À l'issue de l'intégration de la gratteuse mécanique, cinq opérateurs ont été formés, avec des pilotes d'îlot désignés pour chaque équipe afin de garantir le respect des consignes de sécurité et des bonnes pratiques. La formation initiale a été limitée à deux personnes par équipe en raison de non-conformités sur la machine et a été planifiée selon la disponibilité du saumon pour la production.

Le plan de formation, finalisé après échanges avec les opérateurs et services concernés, a inclus une vérification progressive des compétences sur le terrain. Cette démarche a permis de constituer un noyau d'opérateurs capables de transmettre la formation aux nouveaux membres, et aucun opérateur n'a rencontré de difficultés particulières lors de l'utilisation de la machine.

iv) Rendement et animation de la performance

Les tests menés sur la gratteuse mécanique ont permis d'évaluer à la fois le rendement matière et la productivité. Les rendements varient selon le calibre des poissons, les plus gros présentant des résultats plus faibles en raison de l'espacement fixe des lames et d'une proportion de chair plus faible. Les origines du poisson n'influencent pas significativement les rendements, sauf pour des volumes très faibles. La productivité observée est correcte, mais certaines cuillères ont été désactivées pour limiter les bourrages et préserver l'ergonomie. Les tests de production ont également permis d'identifier les causes des passages défectueux : des erreurs humaines, la qualité des arêtes et de rares anomalies mécaniques.

Malgré ces contraintes, la machine atteint la capacité fixée comme objectif (12 arêtes par minute) et permet un rendement matière pondéré inférieur aux objectifs initiaux, en partie dû à des différences de protocole de mesure. L'analyse des résultats a permis de recalculer le retour sur investissement, qui reste conforme aux attentes mais pourrait être amélioré en augmentant la proportion d'arêtes traitées mécaniquement et en optimisant l'organisation pour un approvisionnement continu. L'expérience souligne l'importance de la formation, de l'ajustement des paramètres de la machine et de la gestion du flux d'arêtes pour maximiser l'efficacité et la rentabilité du poste.

B) Comparaison avec le grattage manuel

i) Productivité améliorée malgré un rendement matière diminué

Les comparaisons entre grattage manuel et grattage mécanique montrent des différences nettes de rendement matière. Le grattage manuel récupère davantage de chair, notamment sur la partie dorsale et anale de l'arête, et permet à l'opérateur d'adapter sa technique à la qualité de l'arête, ce que la machine ne fait pas. Les écarts de rendement varient également selon le calibre. Les arêtes plus petites donnent proportionnellement plus de chair, en raison de l'écartement fixe des lames de la fileteuse.

En termes de productivité, le grattage mécanique est plus efficient. Les mauvaises pratiques observées lors du grattage manuel, comme des remplacements non planifiés et une présence incomplète sur le poste, contribuent à cette différence. Néanmoins, cette comparaison reste approximative, car les calibres traités manuellement ne sont pas précisément connus et la productivité pondérée repose sur des hypothèses à vérifier en conditions de production régulières.

ii) Ergonomie optimisée du poste

Les tests RULA montrent que le grattage manuel présente des contraintes ergonomiques importantes, avec une forte sollicitation des membres supérieurs et des efforts musculaires répétés. Le grattage mécanique obtient un score plus faible, indiquant des risques moindres. L'intégration du lève-bac est cependant primordiale pour améliorer l'ergonomie du poste de la gratteuse mécanique.

iii) Qualité de chair validée malgré des variations constatées

L'analyse sensorielle révèle une différence significative entre la chair issue du grattage manuel et celle provenant de la gratteuse mécanique. Le test triangulaire et l'indice de qualité montrent que le produit manuel est perçu comme plus proche de la chair, tandis que le grattage mécanique reste dans la moitié haute de l'indice, suggérant qu'il s'agit également de chair. Le procédé mécanique présente toutefois un peu plus de corps étrangers. Cela souligne l'importance du tri.

Les résultats sont influencés par l'hétérogénéité des jurys et la définition des descripteurs, mais confirment globalement que la méthode de grattage affecte la perception de la qualité. Malgré ces limites, le service Qualité a validé la chair issue du grattage mécanique lors des essais, et celle-ci est considérée conforme aux exigences internes.

VI) Conclusions et perspectives

Le Moulin de la Marche a entrepris la mécanisation de l'opération de grattage avec l'acquisition de la gratteuse mécanique SP60J, dans le but d'améliorer la valorisation des coproduits, la productivité et la qualité, tout en intégrant les enjeux de durabilité. Après l'acquisition, une grande partie des non-conformités identifiées par l'organisme de sécurité a été levée, et des standards relatifs à la sécurité, au fonctionnement, à la formation et à la maintenance ont été définis et appliqués. Cinq opérateurs ont été formés à l'utilisation de la machine et cinq autres à un usage plus approfondi, permettant de constituer un groupe autonome capable de transmettre les connaissances. La qualité du produit obtenu a été validée par des experts internes, et l'évaluation ergonomique via la méthode RULA a confirmé une amélioration de l'ergonomie du poste.

Malgré ces avancées, les objectifs de rendement matière n'ont pas encore été atteints, et la production continue reste limitée par des contraintes de sécurité, de personnel et par la nécessité de contrôler le fonctionnement du poste. Le retour sur investissement reste basé sur des hypothèses, et sa réduction dépendra de l'augmentation du volume d'arêtes traitées et de l'optimisation du poste, notamment avec la mise en conformité du lève-bac pour réduire la charge de travail humain. L'acceptabilité de la machine par les opérateurs, habitués au grattage manuel, représente un enjeu important, tout comme l'adaptation aux volumes plus importants d'arêtes et au maintien de la qualité de la chair produite. Malgré ces limites, la mécanisation permet d'accroître la valorisation des coproduits en orientant une plus grande part vers l'alimentation humaine, d'augmenter le volume de production et de renforcer la stratégie de durabilité et de responsabilité sociétale de l'entreprise.

VII) Bibliographie :

CHAPOUTOT, P., ROUILLÉ, B., SAUVANT, D. et RENAUD, B. *Les coproduits de l'industrie agro-alimentaire : des ressources alimentaires de qualité à ne pas négliger*. INRAE Productions animales, 2019, vol. 31, no 3, p. 201-220.

CITPPM. Document confidentiel sur la différenciation chair / pulpe. [Document interne]. Non publié.

COPALIS. *Chair & pulpe de saumon (standard et bio)*, 2025. Consulté le 28 mars 2025. Disponible sur : <https://www.copalis.fr/product/chair-amp-pulpe-de-saumon-standard-et-bio>.

DELANNOY, C., COQUELLE, M. *Valorisation des coproduits marins*. Technique de l'ingénieur, BIO9150 V1, Procédés chimie - bio - agro | Agroalimentaire, 10 mai 2017.

DIRECT OCÉAN. *Saumon surgelé – gammes industrielles*, [s.d.]. Consulté le 28 mars 2025. Disponible sur : <https://www.directocean.com/fr/saumon-surgele>.

DUMAY, J. *Proportions moyennes des coproduits de poisson*. Dans : *Guide A : Durabilité des matières premières animales d'origine aquatique*. IFREMER, 2006, p. 132–145.

EUMOFA. (2017-2024). *Trade data reported by EU countries, CN8 details* [jeu de données]. European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products. Consulté le 28 mars, sur : <https://www.eumofa.eu>

FRANCE AGRIMER. *Consommation des produits de la pêche et de l'aquaculture – Données 2023* [rapport]. FranceAgriMer. Publié le 30 juillet 2024. Consulté le 28 mars 2025, sur : <https://www.franceagrimer.fr/chiffre-et-analyses-economiques/consommation-des-produits-de-la-peche-et-de-laquaculture>

ISHIKAWA, K. *Guide to Quality Control*, 1968. Tokyo : JUSE.

KEE, D., KARWOWSKI, W. *LUBA: An assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time*. Applied Ergonomics, vol. 32, no 4, 2001, p. 357-366. DOI: 10.1016/S0003-6870(01)00006-0.

LERØY SEAFOOD GROUP ASA. *Food waste / Food security – Food waste includes all usable parts of food produced for humans ... Our ambition in this area: 100 kg fish = 100 kg product for human consumption*. Sustainability Library, 2024. Consulté le 28 mars sur: Lerøy Seafood / Sustainability Library 2024.

MARQUES, C. *An overview of sensory characterization techniques*. Foods, vol. 11, no 3, 2022, p. 464. DOI: 10.3390/foods11030464.

MCATAMNEY, L., CORLETT, E. N. *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*. Applied Ergonomics, vol. 24, no 2, 1993, p. 91-99. DOI: 10.1016/0003-6870(93)90080-S.

MOWI ASA. *No waste! We use the whole salmon – nothing goes to waste!* [s.d.]. Sous-section « Quality and Sustainability ». Consulté le 28 mars sur: Mowi Nutrition – Quality and Sustainability.

ORDONNANCE n° 2010-1579 du 17 décembre 2010 relative aux produits chimiques, *Journal officiel de la République française*. Consulté le 28 mars, disponible sur Légifrance.

PARLEMENT EUROPÉEN ET CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE. *Règlement (CE) n° 1069/2009 du 21 octobre 2009 établissant les règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et aux produits dérivés non destinés à la consommation humaine*. Journal officiel de l'Union européenne, L 300, 14 novembre 2009.

PENVEN-TURPAULT, A., BARON, R., ETIENNE, M., DELANNOY, C., BERGÉ, J.-P. *Utilisation des sous-produits de la pêche et de l'aquaculture pour l'alimentation en aquaculture*. Dans : *Guide A : Durabilité des matières premières animales d'origine aquatique*. IFREMER, 2017, p. 132–145.

PROVISUR TECHNOLOGIES. *Séparatrices à bande – Technologie de séparation de pointe apportant un produit final de haute qualité*. TYPE STS DE PROVISUR, 2023.

RIOU, Y. *Le développement de la « Bioéconomie bleue »*. CGAAER, juillet 2019.

Saumon Fumé et Truite Fumée en France. (2024, 6 novembre). *Fumé en France 2019 – 2024 : 5 ans d'engagements concrets pour la préservation du fumage en France*. Saumon Fumé et Truite Fumée en France. Consulté le 28 mars 2025 sur : <https://saumonfumeinfo.fr/fume-en-france-2019-2024-5-ans-dengagements-concrets-pour-la-preservation-du-fumage-en-france/>.

SOVINTEX. *Produits bio pour l'industrie : saumon et coproduits*, [s.d.]. Consulté le 28 mars 2025. Disponible sur : <https://www.sovintex.fr/produits/bio-pour-industriel>.

STONE, H., SIDEL, J. L. *Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis*. Food Technology, vol. 28, no 11, 1974, p. 24-34. [PDF].

THAI UNION GROUP PCL. *2023 Sustainability Report – Progress towards ambitious SeaChange® 2030 targets: zero water discharge, zero food loss, zero waste to landfill, net zero by 2050, etc.* Communiqué, 4 juin 2024.

THE SENSORY SOCIETY. *Triangle Test*. 2 février 2021. Consulté le 28 mars. Disponible sur : <https://www.sensorysociety.org/knowledge/sspwiki/Pages/Triangle%20Test.aspx>.

VALOFISH. *Chair de saumon*, 2025. Consulté le 28 mars 2025. Disponible sur : <https://valofish.fr/produit/chair-de-saumon>.