

L'Institut Agro Rennes-Angers

☐ Site d'Angers ☒ Site de Rennes

Année universitaire : 2024-2025 Spécialité : Agronomie Spécialisation (et option éventuelle) : Science Halieutique et Aquacole – Option Production et valorisation halieutique écoresponsable	Mémoire de fin d'études ☒ d'ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) ☐ de master de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) ☐ de l'Institut Agro Montpellier (étudiant arrivé en M2) ☐ d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)
---	--

Optimisation de la rentabilité de l'atelier cuisson de Furic Solutions et Furic Saint-Guérolé (Crustacés)

Par : LE BOUEDEC Matéo



Soutenu à Rennes

le 11/09/2025

Devant le jury composé de :

Président : Catherine GUERIN

Maître de stage : Gildas LE PENNEC / Cécile MATHIEU

Enseignant référent : Coralie GERMAIN

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 « Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France » disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Remerciements

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à l'ensemble des personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce stage et à l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie tout d'abord M. Guénolé Merveilleux, président du groupe Océalliance, pour m'avoir permis d'intégrer l'un de ses sites. Mes remerciements vont également à mes maîtres de stage, M. Gildas Le Pennec, directeur de site (FSG et FSL) et Mme Cécile Mathieu, ingénieure R&D, pour leur accompagnement, leurs conseils et leur confiance tout au long de cette mission.

Je souhaite également remercier Mme Ophélie Bougault, ingénieure QHSE, pour son écoute, sa disponibilité et son appui sur les aspects qualité. Un grand merci à M. Julien Simon, responsable de production chez Furic Solutions, et M. Nicolas Dafniet, responsable de production chez Furic Saint-Guénolé, pour leur collaboration précieuse et leurs retours concrets du terrain.

Ma reconnaissance va également à Mme Christelle Hautin et Mme Florence Meslet pour leur bonne humeur et leur réactivité au sein du service ADV, ainsi qu'à M. Laurent Rigail, responsable de la maintenance, pour ses éclairages techniques et sa disponibilité.

Enfin, je remercie très chaleureusement l'ensemble du personnel de production de FSL et FSG pour leur accueil et leur soutien au quotidien, ainsi que toutes les équipes présentes dans les bureaux pour leur gentillesse, qui a grandement contribué à la qualité de mon expérience au sein de l'entreprise.

Table des matières

Remerciements.....	2
Introduction	7
I - Partie Bibliographique	9
I.1 - Les espèces étudiées : crevettes et langoustines	9
I.1.A) Production mondiale et poids économique	9
I.1.B) Notion de calibre : un indicateur de valorisation	9
I.2 - Les procédés de cuisson des crustacés en industrie	10
I.3 - Qualité des produits et maîtrise des paramètres	10
I.4 - Réglementation applicable à la cuisson et à la transformation des crustacés.....	10
I.5 - La mélanose chez les crustacés : causes et maîtrise industrielle	11
II - Matériels et méthodes	12
II.1 Démarche globale : application de la méthode PDCA	12
II.2 Détermination des paramètres du process « cuisson en cuves » (référentiel initial)	12
II.2.A) Sélection des lots.....	12
II.2.B) Objectifs de l'agréage et de l'évaluation matière	13
II.2.C) Décongélation.....	13
II.2.D) Cuisson	13
II.2.E) Refroidissement.....	14
II.3 Transposition au process « tunnel de cuisson »	14
II.3.A) Lots d'essai	14
II.3.B) Décongélation en ligne	14
II.3.C) Cuisson.....	14
II.3.D) Refroidissement	15
II.4 Nettoyage et validation hygiénique du tunnel de cuisson	15
II.5 Réalisation du process en tunnel dans des conditions optimisées	15
II.5.A) Paramétrage et validation	15
II.5.B) Détermination des CCP.....	15
II.6 Analyses des produits issus des essais.....	16
II.6.A) Analyses chimiques	16
II.6.B) Analyses microbiologiques	16
II.6.C) Analyse sensorielle	16
II.7 Évaluation de la rentabilité du tunnel de cuisson.....	16
III - Résultats et discussions :	17
III.1 Transfert d'un process dit statique vers un outil en ligne continue : enjeux techniques et premiers leviers d'optimisation	

III.2 Analyses statistiques issues des essais menés en cuve et sur le tunnel de cuisson.....	17
III.2.A) Taux de sel dans la saumure vs. Teneur en sel dans les crevettes.....	17
III.2.B) Taux de sel vs. Note sensorielle.....	17
III.3 Agréage de la matière (MP et post cuisson) :	
III.4 Qualité produit et sécurité sanitaire : résultats des tests analytiques	18
III.5 Non-conformité sur certains lots de matière en cuisson tunnel	18
III.5.A) Contexte du problème.....	18
III.5.B) Phase d'investigation.....	19
III.5.C) Analyse et hypothèse retenue.....	19
III.5.D) Conclusion	19
III.5.E) Actions correctives mises en place	19
III.6 Refroidissement en tunnel : efficacité thermique et limites du process actuel.....	19
III.7 Évaluation des performances industrielles : vers une meilleure rentabilité	20
III.8 Utilisation d'acide citrique – augmentation de la DLC produit.....	20
III.8.A) Cadre réglementaire : Règlement (UE) n° 1333/2008	20
III.8.B) Bénéfices microbiologiques.....	20
III.8.C) Calcul de la dilution cible : application de la formule.....	21
III.9 Limites de l'étude et perspectives de développement.....	21
III.10 Discussion générale	21
III.11 – Recommandations et perspectives de recherches	22
IV Conclusion générale	22
BIBLIOGRAPHIE	23

Glossaire et liste des abréviations :

Abréviation / Terme	Définition
ADV	Administration Des Ventes
ANOVA	Analyse de la Variance (méthode statistique)
CCP	Point Critique pour la Maîtrise (Critical Control Point)
DLUO / DLC	Date Limite d'Utilisation Optimale / de Consommation
EPI	Équipement de Protection Individuelle
FCD	Fédération du Commerce et de la Distribution
FSG	Furic Saint-Guénolé
FSL	Furic Solutions
GMS	Grande et Moyenne Surface
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point (analyse des dangers et maîtrise des points critiques)
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
J0 / J+6 / J+8	Jours après cuisson / conditionnement (ex. : J0 = jour même, J+6 = 6 jours après)
MP	Matière Première
MOP	Mode Opératoire de Production
NEP	Nettoyage En Place
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
Ouras	Ouvertures aspirantes permettant l'évacuation de la vapeur (dans l'enceinte de cuisson)
P (valeur pasteurisatrice)	Indice thermique exprimant l'effet cumulatif d'un traitement de pasteurisation
PDCA	Plan – Do – Check – Act (cycle d'amélioration continue)
PPO	Polyphénol Oxydase (enzyme responsable de la mélanose)
QHSE	Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement
R&D	Recherche et Développement
UFC	Unité formant colonie (Microbiologie)
z (valeur z)	Écart de température requis pour multiplier ou diviser par 10 la vitesse de destruction microbienne

Introduction

Dans un contexte particulièrement tendu au sein de la filière halieutique, il devient essentiel de mettre en place des méthodes spécifiques et adaptées pour dynamiser et soutenir l'activité de transformation des produits de la mer. Le secteur économique de la pêche est confronté à de nombreuses difficultés liées à la régulation de l'accès à la ressource (fermeture du golfe de Gascogne, plan de casse de la flotte ainsi qu'une pression des ONG) (Ministère de la Mer, 2024). À cela s'ajoute un déséquilibre croissant entre pêche de capture et aquaculture. Selon la FAO (2020), la production mondiale de l'aquaculture atteint environ 87,5 millions de tonnes, tandis que celle de la pêche de capture (mer et eaux douces) plafonne à 90,3 millions de tonnes, sans progression particulière depuis plusieurs années.

Face à ces mutations structurelles, les entreprises de mareyage et de transformation sont en première ligne. Leur activité dépend directement de la quantité et de la qualité des produits débarqués. Pour maintenir leur compétitivité, elles doivent donc s'adapter aux évolutions des pêcheries tout en se positionnant sur de nouveaux créneaux tels que l'aquaculture — ce que fait notamment Furic Solutions, l'une des sociétés du groupe Océalliance.

Le groupe Océalliance, leader français du mareyage, valorise chaque année environ 34 000 tonnes de produits de la mer, pour un chiffre d'affaires global de 250 millions d'euros. Il regroupe 26 ateliers, répartis sur les grands ports de pêche français, et s'approvisionne via un réseau de 33 criées. Il emploie 580 collaborateurs, avec une forte spécialisation dans la transformation, la surgélation et la valorisation des produits frais (Océalliance, 2024).

Le portefeuille client d'Océalliance s'équilibre selon plusieurs segments :

- 34 % à l'export,
- 33 % aux grossistes,
- 26 % à la grande distribution (GMS),
- 7 % à l'industrie agroalimentaire.

Cette segmentation commerciale assure au groupe une grande stabilité et une capacité d'adaptation aux différents marchés.

Parmi les entités du groupe, Furic Solutions (FSL) et Furic Saint-Guénolé (FSG) illustrent la volonté d'Océalliance d'innover et de monter en gamme. Ces deux sociétés cumulent une production annuelle d'environ 1 285 tonnes pour un chiffre d'affaires de 12 millions d'euros.

- Furic Solutions, basé sur le port de Saint-Guénolé, dispose d'un atelier de 2 800 m² rénové en 2018, spécialisé dans la cuisson, la surgélation et le conditionnement des produits de la mer. Le site est notamment équipé d'un tunnel de surgélation à l'azote permettant de préserver les qualités organoleptiques des crustacés (Océalliance, 2024a).
- À proximité, Furic Saint-Guénolé s'est doté en 2023 d'un atelier de 1 000 m² moderne, orienté vers la transformation de produits prêts à consommer (plats cuisinés, tartares, gravlax, marinades...). Sur le même site mais séparément à la fabrication de la gamme crue, l'atelier met en œuvre un tunnel de cuisson dédié à la préparation des crustacés cuits, dont l'optimisation constitue un enjeu stratégique (Océalliance, 2024b).

Ce mémoire s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue, avec pour objectif central : Optimiser la rentabilité de l'atelier cuisson sur les sites de FSL et FSG, en s'appuyant sur les leviers de performance industrielle, de qualité organoleptique et de maîtrise sanitaire.

L'étude vise à :

- Analyser les performances actuelles des équipements de cuisson (cuves chez FSL, tunnel chez FSG),
- Identifier les leviers d'optimisation du rendement et des coûts,
- Garantir la conformité qualité et hygiène en lien avec les attentes clients et les normes en vigueur (Matar et al., 2021).

I - Partie Bibliographique

I.1 - Les espèces étudiées : crevettes et langoustines

Les crustacés, en particulier les crevettes tropicales du genre *Penaeus* (notamment *P. vannamei* et *P. monodon*) et les langoustines (*Nephrops norvegicus*), occupent une place majeure sur le marché mondial des produits de la mer en raison de leur forte valeur ajoutée. Leur transformation industrielle exige une compréhension fine de leurs spécificités biologiques afin de préserver leurs qualités organoleptiques (goût, texture) et sanitaires au cours des traitements thermiques (Niamnuy et al., 2007).

Les crevettes sont généralement issues de l'aquaculture intensive en zone tropicale, tandis que les langoustines proviennent presque exclusivement de la pêche, notamment dans les eaux européennes (CITPPM, s.d.). Les différences biologiques et physico-chimiques entre ces espèces — notamment en termes de teneur en protéines, d'humidité et de composition lipidique — conditionnent leur réponse aux procédés industriels de cuisson et de conservation (Niamnuy et al., 2007).

I.1.A) Production mondiale et poids économique

Les crevettes d'aquaculture représentent l'un des segments les plus dynamiques de la production halieutique mondiale. La production annuelle de *Penaeus vannamei* et *Penaeus monodon* dépasse 4,8 millions de tonnes, générant une valeur économique estimée à plus de 35 milliards de dollars américains. Elles se classent juste derrière les poissons en termes de valeur globale générée par l'aquaculture (FAO, 2020 ; Zhang et al., 2017 ; Tavares et al., 2018).

En parallèle, les langoustines, connues sous le nom de « scampi » dans certains pays, figurent parmi les crustacés les plus prisés sur les marchés européens. Bien que leurs volumes de capture restent modestes comparativement à d'autres espèces démersales ou pélagiques, leur valeur commerciale à l'unité est nettement plus élevée. Selon l'Observatoire européen du marché des produits de la pêche et de l'aquaculture (EUMOFA), le prix moyen de première vente de *Nephrops norvegicus* atteignait en 2023 jusqu'à 26,18 €/kg en France, contre 18,42 €/kg en Irlande et 22,88 €/kg au Danemark, témoignant d'une segmentation qualitative forte et d'une demande soutenue sur le marché haut de gamme (EUMOFA, 2024).

I.1.B) Notion de calibre : un indicateur de valorisation

Dans les filières industrielles, les crevettes et langoustines sont souvent classées selon un système de calibres basé sur le nombre d'individus par kilogramme de produit. Par exemple, un calibre 30/40 indique qu'il faut entre 30 et 40 individus pour obtenir 1 kg de matière. Ce critère influence non seulement la valorisation commerciale mais également les paramètres de cuisson et de conditionnement dans les ateliers de transformation.

I.2 - Les procédés de cuisson des crustacés en industrie

Les procédés industriels de cuisson visent à assurer la sécurité microbiologique, la stabilisation du produit, et à développer les qualités organoleptiques souhaitées. Traditionnellement, la cuisson des crustacés se fait par immersion dans des cuves contenant de l'eau salée chauffée à ébullition. Ce procédé, bien que robuste, présente des limites en termes d'homogénéité et de maîtrise énergétique. Les tunnels de cuisson en continu, plus récents, permettent une meilleure régularité de température et un contrôle plus précis des paramètres critiques (temps/température, débit, vitesse d'avancement) (Silva et al., 2011).

Le transfert thermique au sein du produit dépend fortement du calibre, de la forme, et de l'état initial (décongelé ou surgelé). Une maîtrise fine de ces paramètres est essentielle pour garantir une cuisson homogène et éviter les sur- ou sous-cuissons (Baumann et al., 2005). Le refroidissement rapide post-cuisson est également essentiel pour garantir la sécurité sanitaire, en particulier dans un environnement à risques comme les produits de la mer.

I.3 - Qualité des produits et maîtrise des paramètres

La qualité finale du produit transformé repose sur un équilibre entre performance industrielle, sécurité alimentaire et qualité sensorielle. Des paramètres comme la teneur en sel, la texture, la coloration, et l'absence de défauts (tels que la surcuisson ou le dessèchement) sont évalués via des analyses sensorielles ou physico-chimiques (Desmond, 2006).

L'ajout de substances comme les sulfites est parfois utilisé pour prévenir le noircissement enzymatique, notamment chez la langoustine (mélanose). Toutefois, leur usage est strictement encadré (§ I.4). La teneur résiduelle en sulfites doit être contrôlée et maintenue en dessous des seuils réglementaires pour garantir la conformité du produit fini.

L'utilisation de matériels adaptés (cuves, tunnels, systèmes d'aspersion, refroidisseurs) et d'EPI (gants thermiques, protections antiéclaboussures, vêtements étanches) contribue également à la qualité du process, en garantissant la sécurité des opérateurs et la propreté des lignes de production.

I.4 - Réglementation applicable à la cuisson et à la transformation des crustacés

L'ensemble de la production est soumis à une réglementation stricte couvrant la sécurité alimentaire (paquet hygiène), le respect de la chaîne du froid, la traçabilité, l'hygiène des installations, et les bonnes pratiques de fabrication.

L'Union européenne encadre strictement la sécurité alimentaire à travers plusieurs règlements fondamentaux. Le règlement (CE) n° 853/2004 impose des règles d'hygiène applicables à toutes les étapes de la chaîne alimentaire, notamment l'obligation de mettre en place un plan HACCP et des bonnes pratiques d'hygiène. Le règlement (CE) n° 853/2004 complète ce cadre pour les denrées d'origine animale, en définissant des exigences spécifiques concernant la production, la transformation, la traçabilité et l'agrément des établissements. Par ailleurs, le règlement (UE) n° 1169/2011 vise à garantir une information claire au consommateur, avec un accent particulier sur l'étiquetage des allergènes comme les sulfites. Enfin, le règlement (CE)

n° 2073/2005 fixe les critères microbiologiques à respecter pour garantir l'innocuité des denrées, en imposant des seuils et des contrôles réguliers. Ensemble, ces textes assurent un haut niveau de sécurité sanitaire et de transparence pour le consommateur. En parallèle, des guides de bonnes pratiques (ex : FranceAgriMer, guide filière pêche) recommandent des températures de cuisson minimales (souvent ≥ 70 °C à cœur), des barèmes de refroidissement (Couple temps/température) et des limites de contamination microbiologique (*Listeria monocytogenes*, *Enterobacteriaceae*, etc.).

I.5 - La mélanose chez les crustacés : causes et maîtrise industrielle

La mélanose, ou noircissement enzymatique, est une altération fréquente chez les crustacés décapodes comme les crevettes et les langoustines. Elle se manifeste par des taches sombres sur la carapace, principalement après cuisson ou décongélation. Bien que sans incidence sanitaire, ce défaut visuel dégrade fortement la qualité perçue du produit et conduit à des rejets commerciaux importants (Montero & Gómez-Guillén, 2001).

Ce phénomène est lié à l'oxydation de composés phénoliques en quinones par la polyphénol oxydase (PPO), une enzyme naturellement présente dans l'hémolymphe et les tissus (Otwell & Marshall, 1986). Les quinones se polymérisent ensuite en mélanines, pigments foncés responsables du brunissement. L'activation de la PPO est favorisée par l'exposition à l'oxygène, un pH neutre à légèrement basique, la présence d'ions cuivre, et des températures modérées (5–25 °C).

Pour limiter la mélanose, l'industrie emploie principalement des sulfites (notamment le métabisulfite de sodium), qui inhibent l'enzyme en bloquant l'oxydation des substrats. Ce traitement est efficace mais encadré réglementairement : il doit être déclaré à partir de 10 mg/kg et ne pas dépasser 150mg/kg (Gokoglu & Yerlikaya, 2005).

D'autres approches alternatives sont explorées, comme l'utilisation d'extraits végétaux riches en antioxydants (thé vert, romarin), des bains à base d'acide citrique ou ascorbique, ou encore le conditionnement sous vide.

La maîtrise de la mélanose en industrie passe aussi par une gestion rigoureuse du temps entre cuisson et refroidissement, des contrôles visuels en ligne, et le suivi des résidus de sulfites pour assurer à la fois la qualité visuelle, la sécurité du produit et sa conformité réglementaire.

II - Matériels et méthodes

II.1 Démarche globale : application de la méthode PDCA

La méthodologie adoptée repose sur la démarche d'amélioration continue PDCA (Plan – Do – Check – Act), couramment utilisée dans les systèmes de management de la qualité et de la performance industrielle. Cette approche a permis de structurer l'ensemble du projet en quatre phases successives :

- **Plan (Planifier)** : définition des objectifs et des critères de performance associés au nouveau process de cuisson en tunnel, à partir des standards de cuisson en cuves.
- **Do (Déployer)** : réalisation d'essais à différentes étapes du process (décongélation, cuisson, refroidissement) afin d'identifier les paramètres influents.
- **Check (Vérifier)** : contrôle des résultats via des analyses chimiques, microbiologiques et sensorielles réalisés à la fois en externe et en interne pour valider l'atteinte des objectifs qualité.
- **Act (Ajuster)** : mise en œuvre d'actions correctives et validation des conditions optimales de fonctionnement du tunnel de cuisson.

L'application de ce cycle a assuré une transition maîtrisée du procédé de cuisson traditionnel vers le process en continu, tout en garantissant la sécurité sanitaire, la constance organoleptique des produits et une optimisation économique.

II.2 Détermination des paramètres du process « cuisson en cuves » (référentiel initial)

Avant toute transposition au tunnel de cuisson, une phase d'état des lieux a été menée sur le procédé de cuisson en cuves, afin d'établir un référentiel technique. Ce référentiel a permis de cadrer les performances attendues du futur process.

II.2.A) Sélection des lots

La matière première réceptionnée fait l'objet d'un contrôle qualité rigoureux (agréage) afin de vérifier sa conformité avant transformation. Ce contrôle repose sur une fiche d'évaluation prenant en compte l'aspect visuel et certains paramètres technologiques. En parallèle, un suivi du rendement matière a été réalisé sur l'ensemble du process (cuisson et conditionnement), afin d'analyser les pertes ou gains en eau. Les essais ont été menés sur des crevettes tropicales surgelées, calibrées de manière standard. Les lots testés ont été sélectionnés pour leur homogénéité (poids, espèce, niveau de surgélation, ancienneté de stockage), afin d'assurer la fiabilité des comparaisons.

II.2.B) Objectifs de l'agréege et de l'évaluation matière

Le contrôle qualité initial constitue une étape clé du process, permettant de valider la conformité des matières premières avant leur transformation. Ce contrôle repose sur une grille d'agréege structurée, intégrant des critères visuels, physiques et sensoriels. Il vise à classifier les lots selon leur qualité, afin d'orienter leur usage en fonction des exigences clients.

Les critères d'évaluation incluent notamment l'aspect de la carapace, la propreté du produit, son intégrité, l'odeur après cuisson, la salinité et la fermeté de la chair. Ces indicateurs permettent de détecter rapidement d'éventuelles non-conformités.

Parallèlement, un suivi des rendements a été réalisé à chaque étape de la transformation (cuisson, conditionnement) pour analyser les variations de masse et identifier les leviers d'optimisation du process.

II.2.C) Décongélation

Sur la cuisson en cuve, différentes modalités de décongélation par immersion ont été testées (durée de trempage et température de l'eau) afin d'évaluer leur impact sur l'uniformité de texture, le taux d'égouttage et la température à cœur des produits à l'entrée cuisson.

II.2.D) Cuisson

Des couples temps/température ont été expérimentés pour identifier un barème de cuisson garantissant une pasteurisation satisfaisante (élimination ou réduction suffisante des bactéries pathogènes), sans dégradation de la texture. La validation thermique a été réalisée par calcul de valeurs de pasteurisation (P)¹, en s'appuyant sur la température cible à cœur de produit.

$$P = \int_0^t 10^{\left(\frac{T(t) - T_{\text{ref}}}{z}\right)} dt$$

Figure 1 - Formule de la valeur pasteurisatrice

- $T(t)$ = température à l'instant t
- T_{ref} = température de référence (ex : 75°C)

¹ **Définition valeur pasteurisatrice :** La valeur Pasteurisatrice est un indice thermique qui mesure l'efficacité d'un traitement de pasteurisation (températures < 100°C) en termes de destruction des micro-organismes

Elle permet de quantifier l'effet létal cumulé de la chaleur sur les microbes et de comparer différents traitements thermiques (durée/température) pour un même niveau de sécurité microbiologique.

- z = écart de température nécessaire pour changer la vitesse de destruction par 10
- $P75 = 2$ min : équivalent à 2 minute de traitement à 75°C à cœur de produit

II.2.E) Refroidissement

Un focus particulier a été porté sur la composition de la saumure de refroidissement (température, taux de NaCl) afin d'étudier la diffusion de sel dans le produit et son impact sur le goût, la fermeté et la couleur. Ces éléments constituaient des critères de référence sensorielle pour les essais futurs.

II.3 Transposition au process « tunnel de cuisson »

Sur la base du référentiel cuves, une transposition a été opérée sur le tunnel de cuisson existant et sur lequel peu de tests avaient été réalisés. Ce tunnel permet une cuisson en flux continu, avec un système de convoyage motorisé traversant plusieurs compartiments (décongélation, cuisson, refroidissement).

II.3.A) Lots d'essai

Les essais réalisés sur le tunnel de cuisson ont été menés à partir des mêmes produits que ceux utilisés en cuisson traditionnelle, afin de garantir la comparabilité des résultats. Dans un second temps, une autre variété de crevettes a été testée, présentant des caractéristiques similaires et une bonne aptitude au procédé en continu. Ce second produit offre une alternative d'approvisionnement pertinente dans un contexte de tension géopolitique sur certaines zones de production.

II.3.B) Décongélation en ligne

Le système de décongélation placé en amont du tunnel a été ajusté afin d'assurer une décongélation partielle maîtrisée, préalable indispensable à une cuisson homogène. Les réglages ont porté sur la température de l'eau et le temps d'exposition, en lien avec la vitesse du convoyeur. L'objectif était d'atteindre une température à cœur adaptée, permettant d'éviter tout risque de surcuisson lors de l'étape suivante.

II.3.C) Cuisson

Dans le compartiment cuisson, différents paramètres ont été testés :

- Température de consigne de l'eau aspergée via des buses situées au-dessus du tapis ;
- Débit d'aspersion, influant sur l'uniformité thermique et le transfert de chaleur ;

- Ouverture des ouras², permettant une aération du compartiment pour éviter la saturation en vapeur d'eau ambiante et les risques de surcuisson.

II.3.D) Refroidissement

En sortie de cuisson, les produits sont directement exposés à une eau froide, à travers un tapis indépendant. Les essais ont porté sur le réglage de la température d'eau et du temps de passage, pour stabiliser rapidement le produit sous 4 °C à cœur.

II.4 Nettoyage et validation hygiénique du tunnel de cuisson

Avant le lancement des essais, une validation hygiénique complète du tunnel de cuisson a été réalisée. Le système a été nettoyé selon un protocole standardisé incluant plusieurs étapes successives (rinçage, détergence, désinfection). La propreté microbiologique des surfaces a ensuite été vérifiée à l'aide de tests rapides et d'analyses ciblées sur des zones sensibles. Ces contrôles ont permis de garantir la sécurité sanitaire du matériel avant toute production.

II.5 Réalisation du process en tunnel dans des conditions optimisées

À l'issue des tests préalables, un essai de production pilote a été réalisé en conditions optimales, avec des paramètres définis sur la base des résultats obtenus précédemment.

II.5.A) Paramétrage et validation

Les paramètres de fonctionnement du tunnel (vitesse du convoyeur, températures, débits d'eau) ont été ajustés pour un produit standard. Des mesures en temps réel ont permis de suivre les températures atteintes et le temps de passage, afin de vérifier leur conformité avec les exigences en matière de sécurité sanitaire.

II.5.B) Détermination des CCP

Un CCP (Point critique pour la maîtrise) est une étape du procédé de fabrication où un danger (biologique, chimique ou physique) peut être maîtrisé de manière essentielle, c'est-à-dire où une action de contrôle est indispensable pour prévenir, éliminer ou réduire ce danger à un niveau acceptable.

Cette étape a permis d'identifier les points critiques de contrôle (CCP) du process tunnel, notamment (**ANNEXE XVII et XVIII**) :

² Définition d'un oura : ouverture aspirante au niveau de l'enceinte cuisson permettant d'évacuer la vapeur accumulée vers l'extérieur.

- La température à cœur en fin de cuisson ;
- La température à cœur après refroidissement ;
- Le taux de sel résiduel dans le produit.

Un protocole standardisé de conduite du tunnel a été formalisé sous forme de MOP (Mode Opérateur de Production) destiné aux opérateurs de ligne et au futur responsable de production.

II.6 Analyses des produits issus des essais

Les produits issus des différentes phases d'essai ont été évalués selon trois volets complémentaires.

II.6.A) Analyses chimiques

La concentration en chlorure de sodium (NaCl) est régulièrement analysée dans les bains de saumure à l'aide d'un réfractomètre, afin de garantir la constance du niveau de salage lors du process. Parallèlement, un dosage des sulfites est effectué en interne selon un protocole spécifique, tant sur la matière première que sur les produits après cuisson. Ce contrôle permet de s'assurer du respect des seuils réglementaires en vigueur, notamment pour garantir la sécurité sanitaire et la conformité des produits finis.

II.6.B) Analyses microbiologiques

Les produits finis ont été analysés par le laboratoire externe pour la flore totale, les coliformes, les entérobactéries, les *Listeria* et les staphylocoques. En parallèle, des prélèvements sur surfaces ont été réalisés à la fin de la journée de production, pour vérifier l'absence de recontamination post-process.

II.6.C) Analyse sensorielle

Des dégustations comparatives ont été conduites en interne, avec un panel composé de personnel du bureau mais également avec du personnel de production. Les échantillons issus de cuisson en cuves et cuisson en tunnel ont été évalués selon une fiche descriptive semi-quantitative, portant sur l'aspect visuel, la texture, l'odeur et le goût.

II.7 Évaluation de la rentabilité du tunnel de cuisson

L'évaluation du tunnel de cuisson a également intégré des critères économiques. La productivité horaire et les pertes de masse ont été mesurées sur l'ensemble du process, puis comparées aux performances d'un système de cuisson traditionnel. Cette analyse a permis d'estimer l'efficacité technique et industrielle du tunnel.

Des pistes complémentaires d'évaluation sont envisagées, notamment en ce qui concerne la consommation d'eau (incluant nettoyage, cuisson, refroidissement) et l'énergie utilisée, afin d'affiner l'analyse de rentabilité globale.

III - Résultats et discussions :

III.1 Transfert d'un process dit statique vers un outil en ligne continue : enjeux techniques et premiers leviers d'optimisation

Le passage d'un procédé de cuisson statique en cuves vers un tunnel de cuisson en continu représente une évolution technique importante. Alors que le système traditionnel montre certaines limites (variabilité thermique, consommation d'eau, surcuisson), le tunnel offre une meilleure maîtrise des paramètres, grâce à un convoyage progressif à travers différentes zones de traitement.

Les essais ont révélé une bonne stabilité des températures dans le tunnel, ainsi qu'une réduction du risque de surcuisson. Une décongélation préalable bien contrôlée a permis de préserver la texture des produits. Les réglages optimaux ont permis d'atteindre les seuils de température nécessaires à la sécurité sanitaire, tout en maintenant une qualité sensorielle satisfaisante.

III.2 Analyses statistiques issues des essais menés en cuve et sur le tunnel de cuisson

III.2.A) Taux de sel dans la saumure vs. Teneur en sel dans les crevettes

Dans le cadre de l'optimisation de la salaison des crevettes après cuisson, l'étude se concentre sur la teneur en sel résiduelle dans le produit, qui constitue la variable dépendante. Le facteur principal étudié est la concentration en chlorure de sodium (NaCl) dans la saumure utilisée lors du process. L'objectif est de déterminer une concentration optimale permettant d'obtenir un assaisonnement équilibré, évitant à la fois le sous-salage et l'excès de sel, afin de garantir à la fois la qualité organoleptique du produit et la satisfaction des attentes consommateurs.

III.2.B) Taux de sel vs. Note sensorielle

Une seconde analyse vise à établir un lien entre les préférences organoleptiques des consommateurs et les paramètres techniques du procédé. Dans ce cadre, la variable dépendante est la note moyenne attribuée lors des dégustations. Le facteur étudié est le taux de sel présent dans la saumure utilisée pour la cuisson. Cette approche permet de corrélérer les appréciations sensorielles au niveau de salage, afin d'ajuster finement le process en fonction des attentes gustatives tout en maîtrisant les paramètres techniques de production.

III.3 Agréage de la matière (MP et post cuisson) :

Les gains apparents obtenus au cours du procédé s'expliquent par l'absorption d'eau lors du process cuisson, particulièrement via l'immersion et la diffusion dans la chair. Ce phénomène est surveillé de près pour éviter tout excès pouvant dégrader la texture ou induire un sous-pesage réel à la vente qui serait associé à une fraude.

L'agréage, combiné au suivi des rendements matière, a permis de :

- Garantir la qualité d'entrée des matières premières.
- Détecter précocement les anomalies fournisseurs.
- Maîtriser les impacts du process cuisson sur le produit fini.
- Ajuster les paramètres techniques pour préserver à la fois la qualité et la rentabilité.

Ces données alimentent également les bilans de production nécessaires à l'amélioration continue de l'atelier.

III.4 Qualité produit et sécurité sanitaire : résultats des tests analytiques

Les analyses réalisées sur les produits cuits ont permis d'évaluer l'impact du tunnel sur la qualité globale. Les dosages de sel ont révélé une bonne homogénéité, avec un assaisonnement jugé équilibré lors des tests sensoriels.

Sur le plan microbiologique, les résultats ont confirmé la conformité des produits par rapport aux critères réglementaires, avec des taux faibles de germes pathogènes et une efficacité du nettoyage validée. Un protocole de vieillissement simulé a permis de vérifier que la qualité sanitaire était maintenue jusqu'à la date limite de consommation.

Les taux de sulfites résiduels, utilisés pour limiter l'oxydation, sont restés largement inférieurs aux seuils autorisés. Ces traitements, appliqués en amont, se sont avérés efficaces sans altérer la qualité du produit.

L'évaluation sensorielle a mis en avant une meilleure texture et une coloration plus uniforme pour les produits issus du tunnel, bien que le goût ait été jugé similaire entre les deux procédés. Des tests complémentaires avec un panel externe pourraient affiner ces observations et mieux refléter les préférences consommateurs.

III.5 Non-conformité sur certains lots de matière en cuisson tunnel

III.5.A) Contexte du problème

Lors des contrôles qualité en post-cuisson, une anomalie visuelle a été observée sur plusieurs lots de crevettes cuites : l'apparition de points blancs à la surface de la carapace. Cette altération visuelle pouvait entraîner un déclassement commercial du produit, générant des doutes sur son origine : défaut de cuisson, contamination, ou problème de conservation.

III.5.B) Phase d'investigation

Une analyse a été menée selon une approche logique de résolution de problème. Les étapes du process (réception, cuisson, refroidissement, conditionnement, surgélation) ont été passées en revue. Des tests ciblés ont été réalisés, notamment une décongélation contrôlée de lots suspects. L'apparition des points blancs a été constatée au moment de la décongélation, indiquant une origine liée à la surgélation et non à la cuisson ou à la qualité de la matière première.

III.5.C) Analyse et hypothèse retenue

Les points blancs observés sont typiques de brûlures de congélation (*freezer burn*), causées par une déshydratation superficielle du produit pendant la surgélation ou le stockage (Rahman, 2009).

Ce phénomène apparaît lorsque :

- la descente en température est trop lente ou interrompue,
- le produit est empilé ou mal exposé au froid,
- il existe des variations thermiques en phase post-surgélation.

Dans ces cas, l'eau libre migre vers la surface, gèle en cristaux visibles, laissant des zones blanchies ou desséchées à la décongélation (Le-Bail et al., 2002 ; FAO, 2016).

III.5.D) Conclusion

Le problème est donc lié au mode de congélation : un processus mal maîtrisé a provoqué une déshydratation superficielle conduisant à l'apparition de points blancs lors de la décongélation.

III.5.E) Actions correctives mises en place

Afin d'améliorer l'efficacité du processus de surgélation, plusieurs actions ont été identifiées. Tout d'abord, il convient d'optimiser le temps de surgélation en tenant compte de la masse des produits. Il est également essentiel d'éviter les surcharges ou les empilements excessifs dans les cellules de congélation, ces pratiques ralentissant la descente en température. Par ailleurs, la mise en place d'un suivi rigoureux de la température à cœur des produits permettra de mieux contrôler le respect des seuils requis. Enfin, une formation spécifique du personnel sera mise en œuvre afin de les sensibiliser à l'impact d'un froid mal maîtrisé sur l'aspect final des produits, en particulier en ce qui concerne leur qualité visuelle et organoleptique.

III.6 Refroidissement en tunnel : efficacité thermique et limites du process actuel

Le refroidissement en ligne, étape cruciale pour la sécurité microbiologique, a fait l'objet d'un suivi rigoureux.

Cependant, des hétérogénéités ont été observées selon la position des produits sur le tapis, notamment en bordure de ligne où les flux d'eau froide sont moins bien dirigés. Cette variabilité suggère un besoin d'ajustement du dispositif d'aspersion ou l'ajout d'un post-refroidissement complémentaire pour garantir une stabilisation thermique uniforme.

La maîtrise du refroidissement impacte directement la durée de conservation et la qualité finale (texture, couleur), d'où l'importance d'optimiser cette phase dans une logique de sécurisation globale.

III.7 Évaluation des performances industrielles : vers une meilleure rentabilité

Du point de vue industriel, l'introduction du tunnel a permis de dégager plusieurs gains de productivité.

La consommation d'eau a également été analysée par poste : le tunnel se montre plus économe en phase cuisson grâce à la recirculation partielle des eaux, même si le NEP reste consommateur. La consommation énergétique, mesurée via les compteurs installés sur le tunnel, reste comparable aux cuves mais avec un meilleur rendement par kg produit.

III.8 Utilisation d'acide citrique – augmentation de la DLC produit

III.8.A) Cadre réglementaire : Règlement (UE) n° 1333/2008

L'acide citrique (E330) est un additif autorisé dans l'Union européenne conformément au Règlement (UE) n° 1333/2008 relatif aux additifs alimentaires. Son utilisation est soumise à la règle du *quantum satis*, ce qui implique :

- Absence de limite maximale chiffrée, tant que la quantité utilisée reste technologiquement justifiée ;
- Aucune utilisation excessive afin d'éviter les pertes économiques (surconsommation de matière première) et les altérations organoleptiques (acidité trop marquée, modification du goût ou de la texture) ;
- Transparence vis-à-vis du consommateur, avec l'obligation de mentionner l'additif sur l'étiquetage du produit fini ;
- Justification technologique obligatoire, notamment dans les cas suivants :
 - Allongement de la durée de vie microbiologique du produit (DLC),
 - Réduction du pH pour inhibition microbienne,
 - Amélioration visuelle du produit (stabilisation d'une couleur vive attractive).

III.8.B) Bénéfices microbiologiques

La réduction du pH grâce à l'acide citrique permet de limiter la croissance de micro-organismes acidotolérants. L'acidification contrôlée constitue donc un levier de maîtrise sanitaire complémentaire aux étapes thermiques et aux bonnes pratiques d'hygiène.

III.8.C) Calcul de la dilution cible : application de la formule

L'introduction d'une solution d'acide citrique dans le processus de refroidissement des produits halieutiques est conforme au cadre réglementaire européen si elle respecte le principe du quantum satis, repose sur une justification technologique claire et est correctement étiquetée. Le pilotage du pH plutôt que de la teneur exacte en acide constitue le paramètre central à suivre. La mise en œuvre technique, simple et reproductible, nécessite cependant une formalisation opérationnelle rigoureuse et un suivi analytique du pH pour garantir la performance du traitement tout en préservant la qualité sensorielle du produit fini.

III.9 Limites de l'étude et perspectives de développement

Les résultats, bien qu'encourageants, devraient être consolidés par des essais sur d'autres espèces (langoustines, homard) et d'autres formats (40/60, 20/30...).

Le tunnel actuel montre encore certaines limites techniques, notamment sur le réglage fin des températures (défaut de brûleur), l'uniformité du refroidissement et la gestion des condensats en enceinte chaude. Une automatisation renforcée (capteurs, pilotage en temps réel) serait un levier pertinent pour fiabiliser le process.

Enfin, des perspectives d'évolution incluent l'intégration de nouvelles technologies (ex. : cuisson sous vide, contrôle en ligne de la température cœur), l'élargissement de la gamme produits, et l'adaptation du process aux exigences clients croissantes en matière de qualité et de durabilité.

III.10 Discussion générale

Le passage d'une cuisson en cuves statiques à un tunnel en ligne continue marque une avancée majeure pour l'atelier, combinant performance industrielle, qualité produit et sécurité sanitaire. Ce procédé modernisé offre une régulation plus fine, favorisant productivité, automatisation et standardisation. Les analyses confirment l'intérêt du tunnel : régularité thermique, montée progressive en température et seuils pasteurisateurs sécurisants garantissent la maîtrise des risques microbiologiques. La qualité organoleptique en ressort renforcée — texture plus ferme, couleur homogène, appréciation sensorielle élevée.

Côté salage, les corrélations établies entre paramètres de process et résultats finaux démontrent l'importance d'un ajustement précis de la saumure, pour atteindre l'équilibre gustatif tout en respectant les attentes nutritionnelles et réglementaires. Cependant, l'optimisation impose certains compromis. Les réglages de cuisson influent sur la cadence, et des hétérogénéités subsistent au refroidissement, appelant de nouvelles pistes techniques (tunnel plus long, meilleure isolation, dispositifs complémentaires). De même, la surgélation requiert un contrôle strict (refroidissement rapide, non-empilement, suivi de température) afin d'éviter les brûlures de congélation, rappelant que la qualité finale dépend de l'ensemble du process. L'ajout maîtrisé d'acide citrique a par ailleurs prolongé la conservation, en cohérence avec les règles réglementaires et sans altérer la perception sensorielle. Enfin, les données collectées soutiennent une démarche PDCA robuste. Les perspectives se situent autant dans les solutions

techniques (capteurs, automatisation, gestion du froid) que dans les innovations process (cuisson sous vide, modélisation prédictive), avec pour objectif de fiabiliser la production et d'élever la qualité du produit fini au niveau attendu par le marché.

III.11 – Recommandations et perspectives de recherches

Pour consolider les améliorations et poursuivre l'optimisation du process, plusieurs axes se dessinent. Une automatisation accrue, via l'ajout de capteurs, permettrait un pilotage en temps réel des paramètres critiques, complétée par une formation continue des opérateurs pour maintenir les bonnes pratiques. Sur le plan technique, l'extension du tunnel ou une nouvelle configuration pourraient accroître la cadence tout en préservant la qualité, avec en complément une ligne de conditionnement intégrant MAP ou caisses glacées. Un suivi microbiologique régulier reste indispensable, de même qu'une analyse coûts-bénéfices afin de mesurer l'impact économique des ajustements et guider les choix stratégiques. Enfin, des études complémentaires sont à envisager : impact de l'aspersion d'eau sur la qualité nutritionnelle, exploration de la cuisson sous vide à basse température, ou encore développement d'un modèle prédictif pour optimiser en temps réel la variabilité du process.

IV Conclusion générale

Cette étude s'est inscrite dans une démarche globale d'amélioration continue menée au sein de Furic Solutions et Furic Saint-Guénolé, entreprises spécialisées dans la cuisson et la valorisation de produits de la mer au sein du groupe Océalliance. Face aux exigences croissantes en matière de sécurité sanitaire, de constance qualité et de performance industrielle, l'optimisation du tunnel de cuisson s'est imposée comme un levier stratégique pour sécuriser la rentabilité de l'atelier et améliorer la maîtrise des procédés thermiques.

L'approche méthodologique basée sur le cycle PDCA a permis d'identifier les écarts critiques observés sur le tunnel (températures, pH, aspersion), et d'en comprendre les impacts sur la stabilité microbiologique des crustacés cuits. L'analyse des résultats, croisée avec des mesures analytiques (flore totale, sulfites résiduels, pH), a mis en évidence l'intérêt d'un ajustement technologique par ajout d'acide citrique sous conditions maîtrisées. Ce traitement, conforme à la réglementation européenne (quantum satis), permet de renforcer la barrière sanitaire du produit sans en altérer les qualités organoleptiques ni tromper le consommateur.

La mise au point d'un protocole opérationnel pour l'intégration de l'acide citrique dans la cuve de refroidissement, couplée à une réflexion sur la régulation des cycles et le suivi en temps réel, ouvre la voie à une amélioration robuste et reproductible du process. Ce projet, à l'interface entre R&D, qualité et production, illustre pleinement la complémentarité entre approche scientifique et vision terrain pour faire évoluer durablement les pratiques industrielles dans le secteur des produits de la mer.

BIBLIOGRAPHIE

- ANSES (2020).** Avis et rapport sur les critères microbiologiques en agroalimentaire.
- BALDWIN D.E. (2012).** Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 1, n° 1, p. 15–30.
- BAUMANN B.M., SCHULTZ D.P., HERNANDEZ R.J., LIU Y., WAGNER J.R. (2005).** Heat transfer during the cooking of seafood. *Journal of Food Process Engineering*, vol. 28, n° 4, p. 303–320.
- BREMNER H.A. (2002).** *Safety and Quality Issues in Fish Processing*. Boca Raton : CRC Press.
- CITPPM. (s.d).** Centre Interprofessionnel des Produits de la Mer et de l'Aquaculture – Données filières.
- CITPPM – Commission Technique Crevettes et Crustacés Cuits (s.d).** Les crevettes constituent la grande majorité des crustacés cuits consommés en France. Confédération des Industries de Traitement des Produits de la Pêche et de l'Aquaculture.
- DESMOND E. (2006).** Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, vol. 74, n° 1, p. 188–196.
- DUPONT P., MARTIN S. (2021).** Optimisation de la cuisson vapeur des crustacés. *Journal de Technologie Alimentaire*, vol. 45, n° 3, p. 150–163.
- EUMOFA (2024).** Nephrops norvegicus – First sale prices in selected EU countries (2023). *European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products*. Disponible sur : <https://ec.europa.eu/newsroom/EUMOFA/items/857198/> (consulté le 30 juillet 2025).
- FAO (2016).** *Code of Practice for Fish and Fishery Products*. Codex Alimentarius CAC/RCP 52-2003. Rome : FAO.
- FAO.** *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. Disponible sur : <https://doi.org/10.4060/ca9229en> (consulté le 30 juillet 2025).
- FAO/OMS.** Codex Alimentarius – Normes alimentaires internationales. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture & Organisation mondiale de la santé. Disponible sur : <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius> (consulté le 30 juillet 2025).
- FELLOWS P. (2009).** *Food Processing Technology: Principles and Practice*. 3e éd. Cambridge : Woodhead Publishing.
- GOKOGLU N., YERLIKAYA P. (2005).** Inhibition of melanosis in shrimp with some plant extracts. *Food Chemistry*, vol. 89, n° 1, p. 53–57.
- HUSS H.H. (1995).** *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*. FAO Fisheries Technical Paper n° 348. Rome : FAO.

INRAE. Recherches en microbiologie alimentaire. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Disponible sur : <https://www.inrae.fr> (consulté en 2025).

LERICHE V. (2012). *Microbiologie alimentaire – Bases microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments*. Paris : Dunod.

LECLERC J., MARTIN P., DUBOIS L., NGUYEN A., CARADEC Y., MOREL S. (2019). Impact des paramètres de cuisson sur la qualité sensorielle des langoustines. *Revue Internationale des Sciences de la Mer*, vol. 28, n° 2, p. 95–110.

LE-BAIL A., RAMASWAMY H.S., SIMPSON B.K. (2002). Les mécanismes de surgélation et leurs impacts sur la qualité des produits alimentaires. *Industries Alimentaires et Agricoles*.

MATAR A., GUILLOU S., JACQUET C. (2021). Improving the productivity of seafood processing through process control: A review of challenges and methods. *Journal of Food Engineering*, vol. 306, 110631. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110631> (consulté le 30 juillet 2025).

MINISTÈRE DE LA MER. (2024). Fermeture du golfe de Gascogne à la pêche de fond pour la protection des petits cétacés (2024–2026). République Française. Disponible sur : <https://www.mer.gouv.fr/protection-des-petits-cetaces> (consulté le 30 juillet 2025).

MONTERO P., GÓMEZ-GUILLÉN M.C. (2001). Influence of sulfites and other additives on melanosis inhibition of shrimp. *Journal of Food Protection*, vol. 64, n° 6, p. 917–923.

NIAMNUY C., DEVAHASTIN S., SOPONRONNARIT S. (2007). Effects of cooking on the quality of shrimp (*Penaeus vannamei*). *Journal of Food Engineering*, vol. 80, n° 2, p. 372–379. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.05.033> (consulté le 30 juillet 2025).

NIAMNUY C., DEVAHASTIN S., SOPONRONNARIT S. (2007). Quality and safety of cooked shrimp: A review. *Journal of Food Engineering*, vol. 80, n° 3, p. 755–764.

OCÉALLIANCE. (2024). Le groupe Océalliance – Qui sommes-nous ? Disponible sur : <https://www.ocealliance.fr/qui-sommes-nous/le-groupe/> (consulté le 30 juillet 2025).

OCÉALLIANCE. (2024a). Furic Solutions – Nos sociétés. Disponible sur : <https://www.ocealliance.fr/societes/furic-solutions/> (consulté le 30 juillet 2025).

OCÉALLIANCE. (2024b). Furic Saint-Guérolé – Nos sociétés. Disponible sur : <https://www.ocealliance.fr/societes/furic-saint-guenole/> (consulté le 30 juillet 2025).

OTWELL W.S., MARSHALL M.R. (1986). Mechanism of shrimp melanosis inhibition by sulfite. *Journal of Food Science*, vol. 51, n° 6, p. 1459–1462.

RAHMAN M.S. (2009). *Food Properties Handbook*. 2e éd. Boca Raton : CRC Press.

RÈGLEMENTS EUROPÉENS. CE n° 852/2004, 853/2004, 2073/2005, 1169/2011.
Journal officiel de l'Union européenne.

SILVA F.V.M., GIBBS P.A. (2011). Thermal processing of foods: pasteurization. In :
Encyclopedia of Biotechnology.

TAVARES L.C., RANZANI-PAIVA M.J.T., JERÔNIMO G.T. (2018). Health and food safety in shrimp aquaculture: a global concern. *Microorganisms*, vol. 6, n° 3, 79. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6085479/> (consulté le 30 juillet 2025).

ZHANG Y., LI J., WANG Y. (2017). Shrimp farming and sustainability: A global review. *Marine Policy*, vol. 79, p. 17–23. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5711900/> (consulté le 30 juillet 2025)

	Diplôme : Ingénieur Agronome Spécialité : Agronomie Spécialisation / option : Halieutique – Production et valorisation halieutique écoresponsable Enseignant référent : Catherine GUERIN	
Auteur(s) : Matéo LE BOUEDEC Date de naissance* : 28/01/2001	Organisme d'accueil : Adresse : Terre-plein du port Saint-Guérolé Penmarch	
Nb pages : 26 Annexe(s) : /	Maître de stage : LE PENNEC Gildas et Cécile MATHIEU	
Année de soutenance : 2025		
Titre français : Optimisation de la rentabilité de l'atelier cuisson de Furic Solutions et Furic Saint-Guérolé (Crustacés). Titre anglais : Optimizing the profitability of the cooking facilities of Furic Solutions and Furic Saint-Guérolé (crustaceans).		
Résumé (1600 caractères maximum) : Ce mémoire porte sur l'optimisation de la rentabilité de l'atelier cuisson des crustacés au sein des sites Furic Solutions et Furic Saint-Guérolé (groupe Océalliance). L'étude, inscrite dans une démarche d'amélioration continue, vise à concilier performance industrielle, qualité produit et sécurité sanitaire. La méthodologie, fondée sur la démarche PDCA, combine suivis de production, relevés de températures, tests de cuisson, analyses microbiologiques et observations terrain. Les résultats révèlent une variabilité du rendement liée aux pertes par évaporation et une conformité microbiologique respectée. Les plans d'action mis en place ont permis de stabiliser les performances et corriger les non-conformités. L'étude conclut qu'une meilleure maîtrise des paramètres de cuisson, refroidissement et congélation permet d'améliorer la rentabilité tout en préservant la qualité et la sécurité des produits.		
Abstract (1600 caractères maximum): This thesis focuses on optimizing the profitability of the crustacean cooking workshop at Furic Solutions and Furic Saint-Guérolé, part of the Océalliance group. The study, conducted within a continuous improvement approach, aims to balance industrial performance, product quality, and food safety. The methodology, based on the PDCA cycle, combines production monitoring, temperature measurements, cooking tests, microbiological analyses, and field observations. Results show variability in yields due to evaporation losses, while microbiological compliance was achieved. Action plans helped stabilize performance and correct non-conformities. The study concludes that better control of cooking, cooling, and freezing parameters can improve profitability while maintaining product quality and safety.		
Mots-clés : Cuisson des crustacés, Rentabilité industrielle, Qualité produit, Sécurité sanitaire, Amélioration continue, Process agroalimentaire Key Words: Crustacean cooking, Industrial profitability, Product quality, Food safety, Continuous improvement, Food processing		