



HAL
open science

Création d'un atelier de purification de moules (*Mytilus edulis*), étapes clés et contraintes dans l'aménagement des locaux et prise en main de l'activité de purification

Pierre Eyrolles

► To cite this version:

Pierre Eyrolles. Création d'un atelier de purification de moules (*Mytilus edulis*), étapes clés et contraintes dans l'aménagement des locaux et prise en main de l'activité de purification. Sciences et techniques des pêches. 2017. dumas-01712444

HAL Id: dumas-01712444

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01712444>

Submitted on 19 Feb 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire : 2016 - 2017

Spécialité :

Halieutique

Spécialisation (et option éventuelle) :

AQUA

Mémoire de fin d'études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Création d'un atelier de purification de moules (*Mytilus edulis*), étapes clés et contraintes dans l'aménagement des locaux et prise en main de l'activité de purification

Par : Pierre Eyrolles



Soutenu à Rennes le 14/09/2017

Devant le jury composé de :

Président : Hervé Le Bris

Maître de stage : Philippe Quinault

Enseignant référent : Hervé Le Bris

Autres membres du jury (Nom, Qualité)

Catherine Guerin, Agrocampus Ouest Rennes

Patrick Le Mao, IFREMER Dinard

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

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

Mes remerciements vont tout d'abord à ma famille, sans qui je ne serais pas allé bien loin. Merci pour votre soutien, votre lumière et vos encouragements. La scolarité ne détermine pas tout, mais c'est grâce à vous si j'ai pu devenir ce que je suis aujourd'hui.

A tous mes amis, pour m'avoir donné l'envie de continuer dans cette voie, pour ce regain de confiance et de motivation dans les moments les plus difficiles.

A Philippe pour m'avoir accueilli au sein de l'entreprise l'Épaulard, pour ses conseils, sa patience, son écoute.

A tout l'équipage de l'Épaulard, Loïc, Flo et Manu, pour, vos conseils, pour m'avoir montré les petites ficelles du métier, mais aussi les meilleurs nœuds.

A Damien et Christopher, pour leur bonne humeur, leur énergie et leur capacité à réparer mes bêtises.

A Clémence, pour son aide précieuse sur la rédaction du dossier d'agrément et pour sa gentillesse.

Et à Sabine pour être toujours là, pour me montrer la voie.

Merci.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Contexte de travail et thème de l'étude	2
1.1.1	Historique de l'entreprise.....	2
1.1.2	Objectifs de l'étude.....	2
1.2	Production, méthode de travail.....	3
1.2.1	Matériel biologique, <i>Mytilus edulis</i>	3
1.2.2	Méthode de production, l'élevage sur filière	4
1.2.3	L'activité de purification, principes et généralités.....	6
1.3	Point réglementaire	8
2	Matériels et méthodes	10
2.1	Identification des projets de développement de l'entreprise.....	10
2.1.1	Planification de l'augmentation de la production.....	10
2.1.2	Cahier des charges pour l'atelier de purification	10
2.2	Conception, modélisation, démarches fournisseur	12
2.2.1	Dimensionnement de l'atelier, ergonomie, modélisation.....	12
2.2.2	Achat des machines.....	13
2.3	Travaux, installation	16
3	Résultats	17
3.1	Les points clés ou « critiques » dans la réalisation de l'atelier	17
3.1.1	Les normes à respecter.....	17
3.1.2	Prendre en compte les délais et les retards.....	17
3.1.3	Les détails techniques.....	18
3.2	Fonctionnement de l'atelier	18
3.2.1	Mise en service, organisation du travail.....	18
3.2.2	Évaluation de la quantité de travail nécessaire au conditionnement.....	19
3.2.3	Suivi de la traçabilité	20
3.2.4	Réglage des machines et entretien	20
3.3	Résultats de production.....	21
3.4	Investissement et prévisions comparés du fonctionnement.....	22
3.4.1	Coût de la création de l'atelier de purification	22
3.4.2	Coût de revient d'une tonne de moules	23
4	Discussion.....	23
4.1	Analyse de la période de travaux	23
4.2	Suivi de l'installation de l'atelier	24
4.2.1	Examen de l'agencement du site.....	24
4.2.2	Modifications pratiques à prévoir	25

4.3	Organisation du travail	26
4.3.1	Retour sur l'activité de pêche	26
4.3.2	Focus sur l'activité de conditionnement.....	27
4.4	Évaluation de la performance du processus de purification.....	28
4.4.1	Validation du fonctionnement du système de traitement de l'eau	28
4.4.2	Les limites de la purification des coquillages	28
4.5	Projets à venir	29
	Conclusion	31
	Bibliographie	33
	Sitographie	34

Liste des illustrations

Liste des figures

Figure 1 : Schéma du cycle de production de moules de filière, (d'après Gouletquer, 2004)	4
Figure 2 : Schéma du phénomène de décantation (gauche) et de circulation de l'eau dans les bacs de purification (droite)	7
Figure 3 : Schéma de fonctionnement du système de purification	8
Figure 4 : Carte de la situation géographique de l'entreprise (Source :Google Map)	11
Figure 5 : Schéma de fonctionnement d'un SKIM.....	14
Figure 6 : Disposition du système de purification des moules.....	15
Figure 7 : Graphique comparatif des quantités de moules pêchées en 2015, 2016 et 2017 .	21
Figure 8 : Schéma de l'installation du circuit d'eau de mer amont actuel (à gauche), proposition d'amélioration (à droite).....	26

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Répartition des travaux entre les équipes de mer et d'atelier	19
Tableau 2 : Bilan provisoire de l'investissement pour la création de l'atelier de purification (en euros).....	22

Liste des abréviations

DDPP : Direction Départementale de la Protection des Populations

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DICT : Déclaration d'intention de Commencement de Travaux

DLC : Date Limite de Consommation

DLUO : Date Limite d'Utilisation Optimale

e-coli : *Escherichia coli*

EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée

ETP : Équivalent Temps Plein

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

PMS : Plan de Maitrise Sanitaire

PVC : PolyChlorure de Vinyle

SCEA : Société Civile d'Exploitation Agricole

TIA : Toxi-Infection Alimentaire

UV : Ultra-Violets

Liste des annexes

Annexe I : Plans généraux de l'atelier de purification	a
Annexe II : Agencement de l'atelier de purification	b
1. Schéma de circulation du produit pour la purification et le conditionnement.....	b
2. Schéma d'agencement du système de traitement de l'eau et de purification des moules.....	b
3. Schéma de l'organisation générale de l'atelier	c
4. Photo du début de la ligne de conditionnement.....	d
5. Fin de la ligne de conditionnement.....	d
Annexe III : Document permettant le suivi de la traçabilité	e
Annexe IV : Utilisation de la débyssuseuse	f
1. Principe de fonctionnement.....	f
2. Schémas techniques de la débyssuseuse.....	h
3. Photos explicatives du fonctionnement de la débyssuseuse	j
Annexe V : Plan de maitrise sanitaire de l'atelier de purification	k
1. Plan de nettoyage et désinfection	k
2. Plan de maintenance	l
Annexe VI : Récapitulatifs du budget investi pour la création de l'atelier de purification	m
Annexe VII : Estimation du cout de production d'une tonne de moules sur les années 2016 et 2017	o
Annexe VIII : Estimation du coût supplémentaire lié à la purification	p

1 Introduction

La moule commune (*Mytilus edulis*) est une source de protéine animale marine bon marché, déjà exploitée depuis plusieurs siècles par tous les peuples côtiers (Didierlaurent et al. 2014). La mytiliculture, et plus précisément la culture des moules sur pieux de bois appelés « bouchots », a connu ses débuts au XIII^{ème} siècle en Irlande (Comité national de la conchyliculture). Aujourd'hui la quasi-totalité des moules commercialisées en France et en Europe proviennent de l'aquaculture et on estime que la part de la pêche dans la production française fluctue chaque année entre 1 et 10% (Ethic Ocean 2016). La production mytilicole française est estimée entre 60 000 et 78 000 tonnes chaque année pour une valeur totale approchant les 130 millions d'euros (FranceAgriMer 2016a). Au niveau mondial la production de moules a pratiquement doublé depuis le milieu des années 1980, passant de 1 million à presque 2 millions de tonnes en 2012. On observe cependant depuis 2010 une stagnation des ventes malgré une légère augmentation des prix de 5 à 6% (FranceAgriMer 2016b).

Le développement du commerce et de la distribution des mollusques bivalves vivants ont entraîné un durcissement de la réglementation en matière d'hygiène et de salubrité des eaux (Lee et al. 2010). En effet, beaucoup de ces mollusques sont destinés à être consommés vivants (pour les huîtres, *Crassostrea gigas*), ou peu cuits (pour les moules, *Mytilus edulis*). Ces aliments sensibles nécessitent donc un contrôle important afin de limiter les risques de toxi-infection alimentaire (TIA) pour le consommateur (Lee et al. 2010). Les pathogènes de ces TIA sont le plus souvent allochtones au milieu marin. Il s'agit pour beaucoup de virus et de bactéries provenant des activités humaines industrielles, des rejets urbains ou des effluents agricoles (Monfort 2004). Ces sources de pathogènes sont présentes sur tous les bassins versants et elles conduisent à la contamination des milieux de production pouvant rendre les coquillages impropres à la consommation humaine (Monfort 2004).

Dans le but de limiter les TIA et de protéger les consommateurs, les règlements européens 853/2004 et 854/2004 (Parlement et Conseil européens 2004a) concernant les mesures d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animales ont été retranscrites en droit français. Ils précisent que l'élevage de mollusques bivalves ne peut être réalisé qu'en zone conchylicole classée A ou B (Parlement et Conseil européens 2004a) et que des contrôles officiels doivent être effectués (Amouroux 2011). Un seuil limite de 230 *e-coli* pour 100 g de chair a donc été établi suite au règlement 854/2004 (Parlement et Conseil européens 2004b) pour que la commercialisation des coquillages soit autorisée.

Le procédé de purification qui permet d'éliminer les pathogènes des mollusques est alors devenu obligatoire pour tous les coquillages élevés en zone classée B. Le procédé de purification doit assurer la sécurité du consommateur en garantissant la salubrité

microbiologique du produit fini. Cette étape de purification est devenue indispensable pour la filière car de plus en plus de zones de production sont amenées à être déclassées en zone B à cause de la pollution des milieux marins.

L'installation d'un atelier de purification par les entreprises conchylicoles doit répondre à un grand nombre d'exigences en matière d'hygiène. De plus l'investissement demandé tant pour les machines que pour la main d'œuvre ou même pour le foncier est très élevé et difficile à débloquer pour les entreprises de petite taille (Besse et al. 2008; Le Marin 2013). Toutefois, la SCEA l'Épaulard, entreprise mytilicole comptant une production annuelle de 250 tonnes a décidé d'installer son propre atelier de purification à Dunkerque. Cette entreprise cherche à développer son activité, d'une part en augmentant progressivement sa production et en installant chaque année de nouvelles filières, et d'autre part en diversifiant son activité à travers l'installation de son propre atelier de purification et conditionnement.

1.1 Contexte de travail et thème de l'étude

1.1.1 Historique de l'entreprise

L'entreprise l'Épaulard existe sous ce nom depuis 2009. Elle était auparavant gérée par deux associés avant d'être rachetée en 2014. Le groupe Mussel Production détient donc aujourd'hui la société et le bateau l'Épaulard. Ce partenariat entre plusieurs entreprises conchylicoles accorde un soutien financier non négligeable permettant à la SCEA l'Épaulard d'investir chaque année dans l'augmentation de sa production et dans la diversification de ses activités.

1.1.2 Objectifs de l'étude

En janvier 2017, l'Épaulard acquiert un nouvel établissement sur le port de Dunkerque afin d'y installer un atelier de purification. L'objectif est de devenir autonome dans l'activité de purification. Les moules de l'Épaulard étaient jusqu'à aujourd'hui purifiées par l'EARL Bréfort basée à Boulogne-sur-Mer. Cette entreprise achète une partie des moules de l'Épaulard pour son propre compte et purifie un volume supplémentaire en tant que sous-traitant. Par ailleurs, La totalité de ces moules purifiées pour l'Épaulard est destinée à un grossiste basé à Dunkerque (Goéland Marée). Ce fonctionnement entraîne des coûts supplémentaires à l'entreprise l'Épaulard qui a la charge des livraisons. En plus de la consommation en carburant (environ 150 km par aller-retour), ce sont plus de 20 heures de travail supplémentaire par semaine passées sur la route ou à attendre chez le purificateur. Il est également arrivé que le cahier des charges demandé par Goéland Marée ne soit pas respecté. Les quantités demandées n'étant pas toujours livrées, et l'étiquetage sur les sacs de moules étant la plupart du temps au nom du purificateur, l'entreprise l'Épaulard s'est déjà

vu recevoir des bons de non-conformité après réception. L'intégration de l'activité de purification va donc permettre d'épargner au produit un aller-retour entre Dunkerque et Boulogne-sur-Mer, mais aussi de se passer des services d'une entreprise extérieure. Cette nouvelle activité va également entraîner une réorganisation du travail pour que les salariés puissent continuer la production en mer et assurer le conditionnement et l'expédition.

Cette étude consiste donc à suivre le développement d'une nouvelle activité par une entreprise mytilicole en se focalisant sur plusieurs points clés :

- 1/ Suivre les différentes étapes de l'installation de l'atelier de purification
- 2/ Mettre en évidence les contraintes administratives et techniques
- 3/ Faire le bilan sur l'investissement nécessaire à l'installation de cet atelier avec le budget détaillé réalisé à l'aide de devis et de factures
- 4/ Prédire les modifications internes à l'entreprise comme les recrutements, les changements d'horaires de pêche ou les réorganisations dans le travail

1.2 Production, méthode de travail

1.2.1 Matériel biologique, *Mytilus edulis*

L'aire de répartition de *Mytilus edulis* s'étend de l'Atlantique Est à l'Atlantique Ouest depuis le Nord de la Norvège jusqu'au Sud de l'Espagne. La moule commune colonise les espaces intertidaux et sub-tidaux depuis les estuaires jusqu'aux eaux peu profondes (10 mètres) (Didierlaurent et al. 2014). Cette espèce peut vivre dans des gammes de salinité variant de 4 g/L à plus de 40 g/L mais elle ne se développerait pas en dessous de 15 g/L (Gouletquer 2004). Les moules communes sont également eurythermes, elles peuvent vivre plusieurs mois dans de conditions glaciales ainsi que dans des eaux dépassant les 25°C. La distribution de cet animal est donc surtout déterminée par des facteurs comme la prédation ou la compétition pour la nourriture (Gouletquer 2004).

La moule est un bivalve microphage qui se nourrit principalement de phytoplancton et de zooplancton en filtrant l'eau de mer par sa branchie (Didierlaurent et al. 2014). Une moule peut filtrer jusqu'à 3 litres d'eau par heure, ce qui explique sa croissance rapide (Didierlaurent et al. 2014). Cette activité de filtration lui permet également de concentrer les produits chimiques et les bactéries présentes dans l'eau. (Didierlaurent et al. 2014).

La reproduction de *Mytilus edulis* se produit suite à une fécondation externe aux alentours du mois de mai (Marteil 1976). En mytiliculture, les moules sont récoltées généralement au bout de 1 ou 2 ans après le captage des larves pélagiques en mer. Cela

dépend généralement de la zone d'élevage et de la méthode de culture qui conditionnent l'apport en nourriture.

1.2.2 Méthode de production, l'élevage sur filière

1.2.2.1 Matériel et engin de pêche

L'Épaulard est une barge mytilicole construite en 2007 en Charente Maritime. C'est un navire de 18,5 mètres possédant une grue qui permet d'attraper les filières et de les hisser à bord, mais aussi de décharger les pêches au port. Le bateau sert aussi à effectuer divers travaux de réparation de filière et de mise à l'eau de nouveaux équipements.

Les collecteurs de naissain sont appelés cages à cause de leur allure. Des planches de bois sont fixées à une armature en fer et servent de support pour tisser de la corde de coco où se fixent les larves de moule après les pontes.

Une filière de moule est constituée de deux aussières, cordes principales auxquelles sont attachés des blocs de béton de 2,5 tonnes et des ancres de 600 kg. Des bouées perles sont enfilées à l'aussière pour assurer sa flottabilité. Les moules sont accrochées aux descentes, cordes de 4 mètres de long fixées entre chaque bouées, tous les 1,5 mètres.

1.2.2.2 Déroulement d'un cycle de production

La **figure 1** schématise un cycle de production complet. Les différentes étapes conduisant au produit final sont décrites dans ce paragraphe.

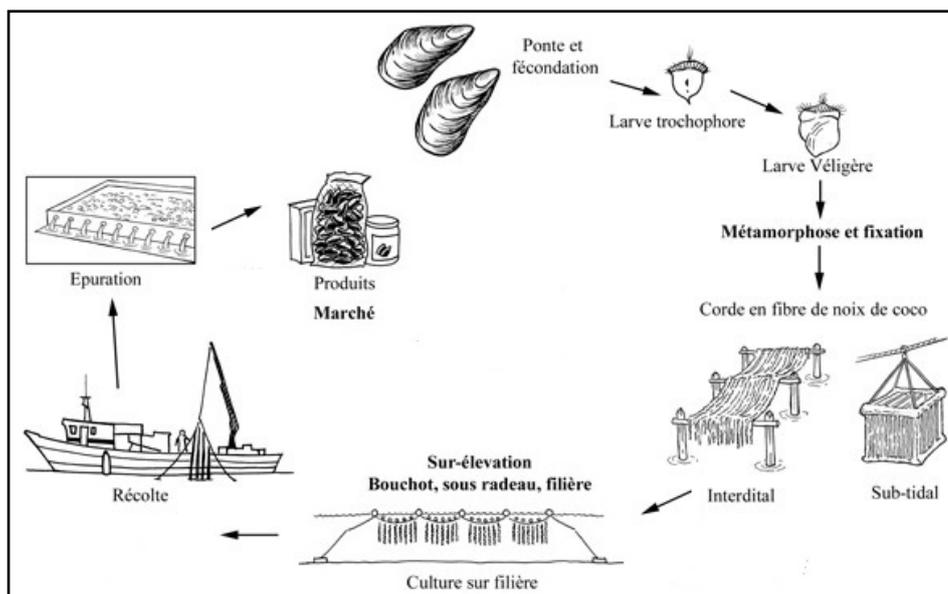


Figure 1 : Schéma du cycle de production de moules de filière, (d'après Gouletquer, 2004)

Approvisionnement en naissain : Le cycle de production débute au mois de mai avec la collecte du naissain en mer à l'aide des cages. Les jeunes larves cherchant un support où se fixer, la corde de coco très rugueuse est idéale pour capter le naissain. Ces cages sont mises à l'eau entre mai et juin, période de ponte des moules. Elles sont ensuite récupérées au mois de juillet pour le « garnissage », l'enroulement des cordes de coco pleines de naissain autour des descentes.

Si l'entreprise l'épaulard construit chaque année ses propres cages pour capter du naissain provenant de ses concessions, plus de la moitié de la production est réalisée à partir d'un naissain extérieur. L'entreprise achète chaque année plusieurs kilomètres de naissain à deux mytiliculteurs basés respectivement en Charente Maritime à Chef-de-Baie et en Bretagne dans la baie de Saint-Brieuc.

Technique de grossissement : Les filières vierges de descentes sont prêtes à accueillir une nouvelle production. La corde de coco ayant capté le naissain est enroulée autour des descentes que l'on accroche ensuite à l'aussière. Cette opération s'appelle le garnissage, c'est un travail très long et difficile qui détermine en grande partie la qualité de la future production. De grosses pertes peuvent survenir au moment du garnissage s'il est réalisé trop tôt et que le naissain est encore trop fragile. Les jeunes moules vont enfin être laissées en grossissement pendant plusieurs mois en mer jusqu'à la récolte.

Malheureusement, il arrive que la croissance des moules soit telle que les descentes soient trop chargées, et que des grappes de plusieurs dizaines de kilos se détachent et tombent sur le fond avant la période de récolte. Pour éviter ces pertes les mytiliculteurs procèdent à un dégraissage des filières. Les jeunes moules susceptibles de se détacher sont dégrappées à la main et vendues sous le nom de « plisse ». Elles sont alors remises en grossissement en poches ou en boudins. Tout au long de la période de grossissement, les moules grandissent et alourdissent les filières si bien que les bouées perles ne suffisent plus à maintenir la flottabilité. En plus du dégrappage, il faut ajouter des bouées supplémentaires sur l'aussière, sous peine de voir les filières couler et arriver les étoiles de mer lorsque les descentes touchent le fond.

Technique de récolte : Lors de la période de dégrappage les filières sont suspendues en hauteur à l'aide de la grue et on récolte les moules à la main afin de ne pas laisser les descentes à nue (le but étant de soulager les filières et pas de récolter entièrement). Pendant la pleine période de pêche, les descentes sont détachées de l'aussière et passées dans la plumeuse. Cette machine brosse les descentes et détache entièrement les moules qui y sont fixées. Les moules sont conditionnées dans un « big bag », grand sac en toile alimentaire pouvant contenir une tonne, pratique pour expédier les moules brutes (avant

purification) chez des clients en camion. Le système de chaussette permet de décharger le sac en le surélevant simplement.

1.2.3 L'activité de purification, principes et généralités

Après la pêche en mer, les moules sont débarquées au port pour l'étape de purification avant de pouvoir être commercialisées. Les moules doivent être immergées dans un bassin pour qu'elles puissent filtrer de l'eau de mer propre et se décharger en bactéries. La purification ou dépuración est un processus physiologique. En effet, ce sont les processus de défécation et de digestion extracellulaire couplé à la filtration d'une eau saine qui permettent de diminuer la quantité de bactéries chez l'animal (Tremblay et al. 2004). Lee et al. (2010) résumant l'activité de purification en 4 principes essentiels :

- La reprise de la filtration
- L'élimination des contaminants
- La prévention de toute recontamination
- Le maintien de la qualité et de la viabilité du système

La reprise de la filtration : Cette étape nécessite que les mollusques ne soient pas soumis à un stress important, il est donc indispensable que les valeurs des paramètres de salinité, température et oxygène ne subissent pas de trop grandes fluctuations. On considère par exemple que la salinité ne doit pas s'éloigner de plus de 20% de la valeur de la zone de récolte (Le Saux and Pommepuy 2003). Il est généralement admis que la concentration en oxygène dissous ne doit pas descendre sous les 5 mg/L avec une saturation minimale de 50% (Le Saux and Pommepuy 2003). Cette valeur peut être difficile à atteindre pour des mollusques ayant une forte activité de filtration comme les moules, ou dans des conditions particulières avec des températures d'eau supérieures à 25°C. La température est le dernier critère à surveiller, car si les mollusques poursuivent leur activité physiologique, la filtration et l'élimination des contaminants peut chuter à basse température avec le ralentissement du métabolisme et de l'activité de filtration (Le Saux and Pommepuy 2003).

L'élimination des contaminants : L'activité de filtration permet aux coquillages d'évacuer les bactéries. Le système doit par la suite permettre l'éloignement des bactéries et des matières en suspensions grâce à un débit d'eau continu suffisant. Il est important de noter que l'élimination des virus requiert une activité de filtration très poussée obtenue dans des conditions de températures élevées et généralement non atteintes en système de purification. Il faut également savoir que les contaminants chimiques comme les métaux lourds et les contaminants biologiques comme les phycotoxines ne sont pas éliminés pendant l'étape de purification (Le Saux and Pommepuy 2003).

La prévention des recontaminations : La durée minimale d'un cycle de purification est déterminée après l'installation du système. Il apparaît évident que l'apport de coquillages contaminés dans le système nécessite un certain temps de traitement avant que le système ne soit de nouveau sain. Aucun coquillage ne doit alors entrer dans le système lorsqu'un cycle de purification est lancé, sous peine de voir les lots partiellement purifiés recontaminés. Ce système de travail est appelé « all in / all out ».

La remise en suspension des matières purifiées peut également conduire à la recontamination des coquillages. Il faut donc trouver un équilibre entre un débit d'eau suffisamment élevé pour évacuer les bactéries des coquillages, mais suffisamment faible pour permettre leur sédimentation. Le principe du système de purification vertical permet de palier ce problème grâce à la conception des bacs de purification qui permettent la décantation et le piégeage des particules (**Figure 2**).

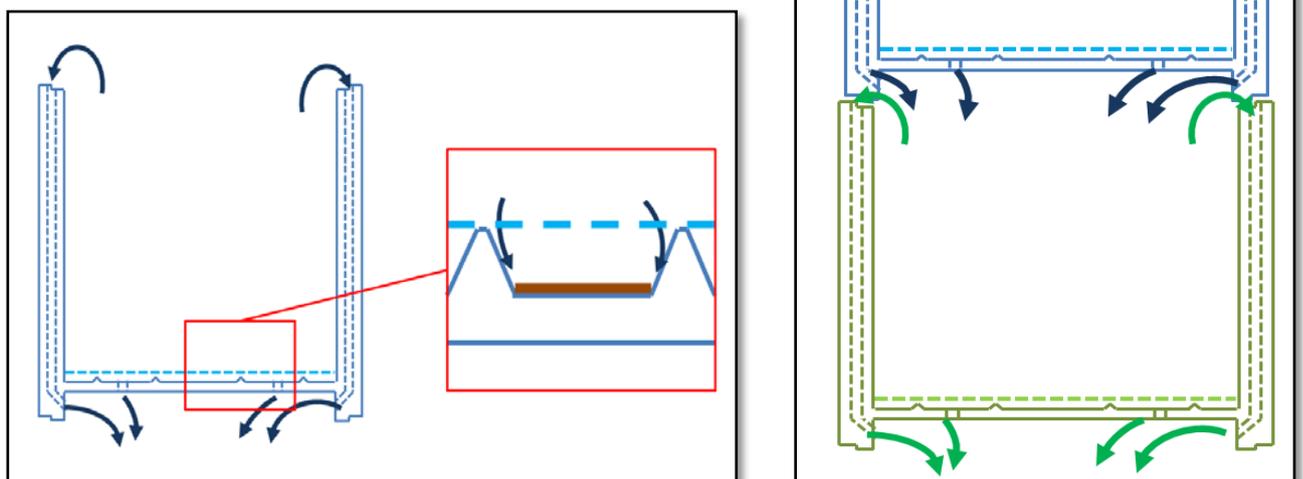


Figure 2 : Schéma du phénomène de décantation (gauche) et de circulation de l'eau dans les bacs de purification (droite)

Le maintien de la qualité et de la viabilité du système : Ce dernier point concerne toutes les pratiques à mettre en œuvre pour ne pas contaminer les moules avant ou après la purification et pour maintenir des paramètres de l'eau adéquats. Ce dernier point concerne donc particulièrement la qualité de l'eau.

Dans notre cas, cette eau est pompée en mer sur le site de production classé en zone B, il est donc nécessaire de rendre l'eau propre pour pouvoir l'utiliser en purification. La « désinfection » de l'eau de mer est assurée par un système SKIM et un filtre UV. Après chaque réapprovisionnement en eau, même partiel, un temps de désinfection d'au moins 24h est nécessaire avant la reprise de la purification des moules. Un groupe froid permet le refroidissement de l'eau dans le bassin. Le système SKIM est en fonctionnement 24h/24. Ce

dispositif pompe l'eau du bassin et de l'air grâce à un hydro-injecteur et produit une écume qui piège les matières en suspension (bactéries, vase). Cette écume est récupérée et rejetée au tout à l'égout via une pompe vide cave et un tuyau.

Une fois les moules dans les bacs de purification, une pompe assure l'alimentation en eau de ces bacs via les douchettes. Cette eau passe auparavant dans un filtre UV pour une désinfection totale. L'eau s'écoulant des bacs de purification est retenue grâce à un bac en inox et est reconduite vers le réservoir d'eau de mer. L'avantage de ce système est que le bassin d'eau de mer est situé en sous le niveau des bacs de purification. La récupération de l'eau est donc possible simplement grâce à la gravité et une seule pompe suffit à faire fonctionner le système. Le fonctionnement général du système de purification est schématisé à l'aide de la **figure 3**.

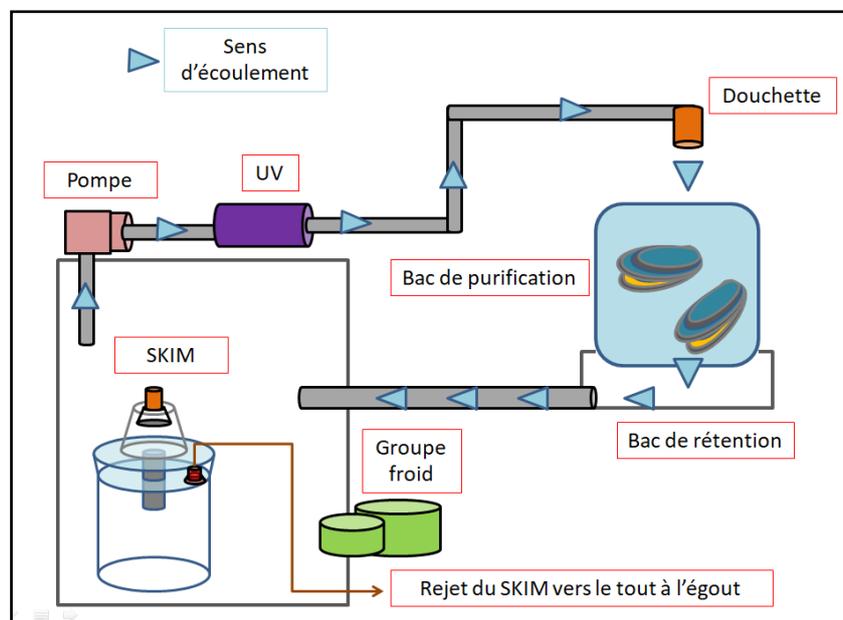


Figure 3 : Schéma de fonctionnement du système de purification

D'autres méthodes de traitement de l'eau existent comme le traitement à l'ozone ou aux composés chlorés mais ils demandent un investissement plus important et ne peuvent pas être utilisés en continu (Lee et al. 2010; Bonvarlet et al. 2011).

1.3 Point réglementaire

Trois textes régissent globalement l'activité de purification de mollusques vivants, le règlement 852/2004, le règlement 853/2004 et l'arrêté royal du 22 septembre 2005 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires. Ces trois textes insistent sur l'importance de l'hygiène et des procédures relatives au plan HACCP, mais restent de manière générale très évasifs sur

les méthodes à mettre en place. Le règlement (CE) 853/2004 aborde néanmoins quelques points précis relatifs à l'activité de purification :

- les conteneurs utilisés pour maintenir les mollusques bivalves vivants dans les systèmes de purification doivent être construits de manière à permettre à l'eau de mer propre de les traverser
- L'épaisseur des couches de mollusques bivalves vivants ne doit pas empêcher l'ouverture des coquilles durant la purification;
- aucun crustacé, poisson ou autre animal marin ne doit se trouver dans un bassin de purification dans lequel des mollusques bivalves vivants sont en cours de purification
- avant le début de la purification, les mollusques bivalves vivants doivent être débarrassés de la vase et des détritiques par lavage à l'eau propre
- le fonctionnement du système de purification doit permettre que les mollusques bivalves vivants retrouvent rapidement et maintiennent leur activité d'alimentation par filtration, éliminent la contamination résiduaire, ne soient pas recontaminés et soient capables de rester en vie dans de bonnes conditions après purification en vue du conditionnement, de l'entreposage et du transport avant leur mise sur le marché;
- la quantité de mollusques bivalves vivants à purifier ne doit pas dépasser la capacité du centre de purification. Les mollusques bivalves vivants doivent être soumis à une purification continue pendant une période suffisante pour être en conformité avec les normes sanitaires et les critères microbiologiques adoptés en application du règlement (CE) n° 852/2004

Des seuils limites pour les biotoxines sont aussi définis :

Paralytic Shellfish Poison (PSP), 800 microgrammes par kilogramme

Amnesic Shellfish Poison (ASP), 20 milligrammes d'acide domoïque par kilogramme

Acideokadaïque, les dinophysistoxines et les pectenotoxines pris ensemble, 160 microgrammes d'équivalent-acide okadaïque par kilogramme

Yessotoxines, 1 milligramme d'équivalent-yessotoxines par kilogramme

Azaspiracides, 160 microgrammes d'équivalent-azaspiracides par kilogramme.

Concernant la traçabilité, un numéro de lot est obligatoirement attribué à chaque pêche. Il est directement apposé sur les bacs de purification. Cela permet de ne pas mélanger des moules label rouge (dont le cahier des charges concernant la qualité et la taille des moules est plus strict et réservé à du naissain capté localement) avec des moules non labellisées qui auraient été récoltées lors d'une même pêche (Durivaud 2013). Une marque

d'identification (comme un numéro d'agrément) doit également apparaître avant que les produits ne soient expédiés.

2 Matériels et méthodes

Entre mars et septembre l'entreprise s'est engagée dans divers travaux concernant la production sur filières ainsi que l'établissement du nouvel atelier de purification. Ce prochain chapitre retrace les différentes étapes conduisant à l'augmentation de la production et à la mise en fonctionnement de l'atelier de purification.

2.1 Identification des projets de développement de l'entreprise

2.1.1 Planification de l'augmentation de la production

Depuis 2016, l'Épaulard possède au total 27 concessions sur un site de production basé au large de Dunkerque. Chacune de ces concessions peut être occupée par 6 filières au maximum soit 162 filières au total.

En 2016, 65 filières ont été mises en production avec un taux d'exploitation de ces filières de 100% (chaque emplacement de descente est occupé). Un objectif de récolte moyenne de 80 kg par descente soit 640 à 800 kg par filière a été fixé. Malheureusement, des pertes dues à une mauvaise gestion des filières et des pêches ont fait chuter le rendement. La production de l'année 2016/2017 ne devrait pas dépasser les 200 tonnes pour plus de 300 tonnes attendues.

En 2017, la création de 10 nouvelles filières porte le nombre total de descentes à plus de 6000. Cela devrait contribuer à l'augmentation de la production d'environ 50 à 70 tonnes. La production théorique devrait donc atteindre 380 tonnes pour l'année 2018. 35 cages ont également été construites et mises à l'eau entre le 21 avril et le 18 mai afin d'assurer une partie de l'approvisionnement en naissain. Chacune de ces cages supporte 410 mètres de corde de coco. Cette collecte devrait donc permettre d'ensemencer environ 3000 descentes, soit une trentaine de filières. Le reste de l'approvisionnement est acheté à des mytilculteurs basés en Charente maritime et en Bretagne.

2.1.2 Cahier des charges pour l'atelier de purification

La recherche d'un établissement pour accueillir l'atelier de purification s'est révélé être une tâche particulièrement délicate. Il a fallu plus de 6 mois au chef d'entreprise pour trouver un bâtiment et obtenir les autorisations de travaux. Les critères de recherche ont été axés sur 2 points.

2.1.2.1 La situation géographique

Le principal critère était la proximité avec le port de pêche où sont débarquées les moules pour faciliter le transport de la marchandise. Malheureusement, l'achat d'un bâtiment au port autonome de Dunkerque est impossible. L'entreprise l'Épaulard s'est donc vue proposer un établissement dans la zone d'activité de Cappelle-la-Grande, à quelques kilomètres de Dunkerque. Mais cela aurait nécessité la complète séparation de l'activité de pêche et de purification conduisant à un manque de flexibilité dans l'organisation du travail. La localisation de l'atelier à Boulogne-sur-Mer sur la zone de Capécure aurait pu être une solution. Toutes les plateformes d'expédition de produit de la mer se trouvant sur place, l'heure de départ des marchandises aurait pu être repoussée jusqu'en fin de matinée. Malheureusement, aucun des bâtiments visités ne convenait au projet. L'entreprise l'épaulard s'est donc tournée vers la solution de la location d'un bâtiment au port autonome de Dunkerque (**figure 4**), avec le risque de devoir quitter les locaux à tout moment sur demande du port. Toutefois, le contrat passé avec le port autonome garantit le remboursement d'une partie des travaux si l'entreprise se voit retirer les locaux avant une période de 10 ans.



Figure 4 : Carte de la situation géographique de l'entreprise (Source :Google Map)

2.1.2.2 La capacité d'accueil

Le second critère était un critère de taille. L'entreprise recherchait une surface de 200 m² qui conviendrait pour traiter une production de 6 tonnes par jour en période de pleine activité. L'atelier doit alors pouvoir contenir les bacs de purification ainsi que le système de traitement de l'eau et une ligne de conditionnement rectiligne afin de faciliter l'entretien des machines. Par ailleurs, la situation de l'établissement ne permettant pas un pompage d'eau de mer directement depuis le port, il fallait également que le bâtiment puisse accueillir un bassin ou un réservoir d'eau de mer.

L'agencement de l'atelier doit pouvoir faciliter l'entretien des machines, la circulation des bacs de purification lors des activités de remplissage des bacs et d'alimentation de la ligne de purification, mais aussi la réception et le départ des marchandises, tant pour des questions d'hygiène que de sécurité et de bien-être des salariés. Il doit également être prévu la construction d'une chambre froide pour stocker les moules conditionnées avant la livraison pouvant accueillir un volume de 10 tonnes de moules.

2.2 Conception, modélisation, démarches fournisseur

2.2.1 Dimensionnement de l'atelier, ergonomie, modélisation

Le dimensionnement de l'atelier a été réalisé une fois que l'établissement était en possession de l'entreprise. Il s'agit d'un bâtiment qui servait d'entrepôt et de bureau pour un laboratoire. Tout a été imaginé à partir des plans et de la visite des lieux sans l'aide d'un bureau d'étude extérieur.

2.2.1.1 Agencement de l'atelier de purification

La partie atelier doit accueillir les bacs de purification et la ligne de conditionnement, l'un en face de l'autre. L'idéal étant de réaliser une ligne de conditionnement rectiligne. Le transport des bacs de purification (ou bins) se fait par transpalette électrique, on doit pouvoir circuler dans l'atelier avec 3 bins superposés. Le charriot élévateur doit également pouvoir entrer dans l'atelier pour y déposer les palettes, les big bag ou pour charger les camions avec les palettes de moules conditionnées. Plusieurs plans détaillant la disposition des locaux et le fonctionnement de l'atelier sont disponibles en **annexe I**.

2.2.1.2 Contraintes liées au traitement de l'eau

Comme dit précédemment il est prévu une capacité de production de 6 tonnes par jour au maximum. Cela nécessite une capacité de stockage en purification de 6 tonnes également. Un bac de purification peut accueillir jusqu'à 300 kg de moules. Il a donc été décidé de créer un circuit de purification pour 18 bins : une seule rangée, 6 colonnes de 3 bins de hauteur. Le concepteur des systèmes de purification, Emyg aquaculture, préconise un volume d'eau de 2m³ par bac de purification. Considérant les pertes d'eau quotidiennes, la dimension du bassin d'eau de mer a été fixée à 50 m³.

Ce bassin d'eau de mer devait au départ être creusé à l'intérieur même de l'atelier de purification car la location du bâtiment n'incluait pas l'extérieur du bâtiment. Mais les sondages du sol ont révélé la présence de gros blocs de béton (probablement d'anciens blockhaus) et ont donc empêché ce scénario. Le bassin a donc été placé en extérieur, mais sans possibilité de construire un petit bâtiment pour le recouvrir. Finalement, le local

technique contenant les différentes machines indispensables au traitement de l'eau a été construit en panneaux frigorifiques, ce qui le rend entièrement démontable.

2.2.1.3 Capacité de stockage pour les autres activités

La partie entrepôt sert uniquement à du stockage de matériel pour l'entretien des machines mais aussi pour les activités en mer et de réparation du bateau. La chambre froide sera également positionnée coté entrepôt, faute d'espace dans l'atelier de purification.

2.2.2 Achat des machines

L'atelier de purification est divisé en deux parties : Celle qui assure le traitement de l'eau pour la purification des moules, et celle qui permet de réaliser le conditionnement. Pour chacune de ces parties, la majorité des machines ont été achetées d'occasion auprès d'entreprises partenaires par soucis d'économie. Le rachat de machines n'a pas posé de problème particulier car le marché de l'occasion est très important dans ce secteur d'activité à cause de la fermeture de bon nombre d'entreprises ces dernières années. Le détail technique des différentes machines est proposé pour chaque étape de la purification au conditionnement.

2.2.2.1 Traitement de l'eau

4 machines situées dans le local technique permettent la décontamination de l'eau de mer en *e-coli* et en virus ainsi que l'alimentation en eau des bassins de purification à la bonne température.

La circulation de l'eau de mer du bassin jusqu'aux bacs de purification se fait par une pompe. Elle est normalement prévue pour assurer un débit de 50 m³/h ce qui est surdimensionné pour notre utilisation (Astralpool). Toutefois, ce débit supplémentaire nous permet un brassage de l'eau de mer dans le bassin. Une partie de l'eau pompée est redirigée directement dans le bassin pour créer un courant. Cela permet de ne pas avoir trop de pression dans les tuyaux et d'homogénéiser la température de l'eau dans le bassin. L'eau de mer qui ne retourne pas dans le bassin est soit envoyée directement dans les bacs de purification, soit dirigée vers l'UV avant d'atteindre les bacs de purification.

Les ultras violets ($200 < \lambda < 280$ nm) agissent sur l'ADN des organismes vivants. Les radiations induisent des lésions sur l'ADN rendant impossible les divisions cellulaires des bactéries et conduisant à la mort des bactéries mais aussi des virus (Bonvarlet et al. 2011). Une dose de 40 mW/cm²/sec est recommandée pour une réduction de la population bactérienne de 4 log (Abiotec; Bonvarlet et al. 2011).

La dépuración de l'eau est également assurée par l'utilisation d'un système SKIM. Le principe de fonctionnement de cette machine est décrit dans la figure 5. Les particules en suspension comme les bactéries ou la vase se retrouvent piégées dans l'écume. Après décantation, l'eau salée est pompée et envoyée au tout à l'égout. Ce système assure le traitement de 100 m³ d'eau par heure, ce qui convient pour le traitement de 7 tonnes de moules en 24h (EMYG Aquaculture 2016).

Enfin, un groupe froid permet la régulation de la température de l'eau. De l'eau glycolée est refroidie à -3°C, puis elle circule ensuite dans des tubes PVC jusqu'à un échangeur thermique en titane. Une sonde de température située dans le bassin permet de régler la température et de programmer une plage de température maximale à partir de laquelle le groupe froid se remet en route.

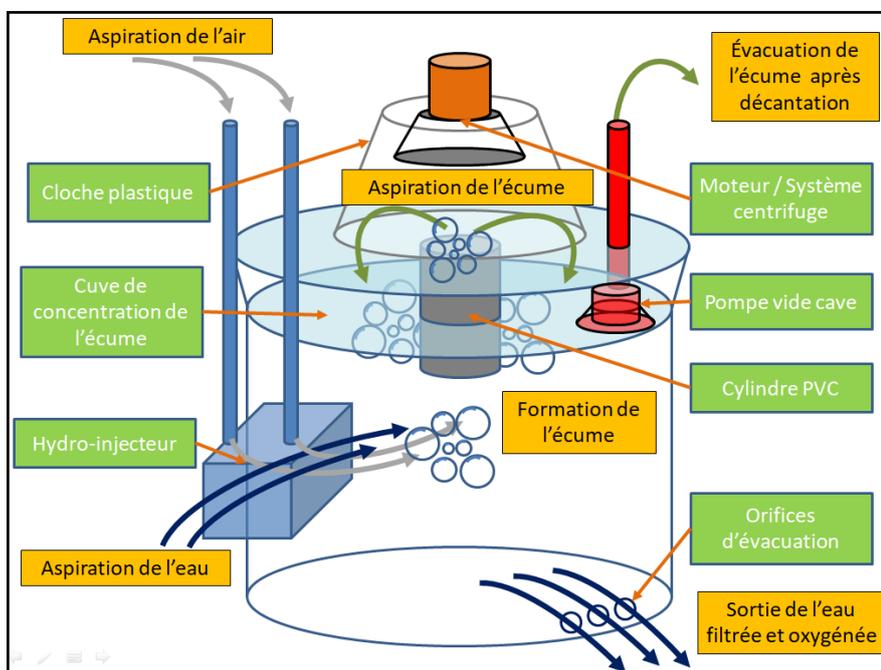


Figure 5 : Schéma de fonctionnement d'un SKIM

2.2.2.2 Purification des moules

L'eau pompée depuis le bassin d'eau de mer circule à travers un réseau de tuyau en PVC jusqu'à des douchettes permettant l'écoulement dans les bacs de purification (figure 6). La dernière partie de ce réseau d'eau a également été récupérée chez une entreprise partenaire. Il s'agit du circuit des douchettes. L'eau pompée est sous pression et pour diminuer cette pression, les tuyaux PVC forment une boucle sur laquelle sont situées les douchettes. L'eau s'écoule dans les bacs de purification aussi appelés bins. Ils proviennent de la même entreprise qui a fourni le système de traitement de l'eau. Les bacs de purification sont disposés sur un bac de récupération en inox qui permet de rediriger l'eau vers le bassin

d'eau de mer grâce à une canalisation. Ce bac de récupération a été fabriqué sur mesure mais a demandé quelques modifications au niveau de l'évacuation et de sa largeur.



Figure 6 : Disposition du système de purification des moules

2.2.2.3 Ligne de conditionnement

L'agencement de la ligne de conditionnement est illustré à l'aide de schémas et de photos dans l'**annexe II**. Les moules purifiées sont déposées dans la trémie d'un convoyeur. Cette machine est composée d'un bac de stockage en inox appelé trémie et d'un tapis roulant ascendant qui amène les moules à hauteur de la débysseuse. Ce convoyeur a été acheté d'occasion, tout comme la machine suivante, la débysseuse. Cette machine est utilisée pour arracher le byssus et nettoyer les moules une fois purifiées. Elle demande à être alimentée en eau pour évacuer le byssus arraché et éviter le bourrage. C'est également grâce à cette eau que les moules sont nettoyées pour le conditionnement. Nous utilisons de l'eau douce pour cette étape, bien que de l'eau de mer purifiée puisse également être utilisée.

Une fois débysseuses, les moules tombent dans la calibreuse. Des rouleaux en inox avec une rainure font avancer les moules. L'augmentation progressive de l'écartement des rouleaux fait tomber les moules trop petites. Elles sont récupérées dans un palox pour destruction. Les moules calibrées arrivent ensuite au tapis de tri où l'équipe rejette les moules cassées, mortes ou vides. Les moules propres à la consommation sont prêtes à être mises en sac. Elles atterrissent dans la trémie d'une peseuse. Cette machine calcule le poids en moules demandé et l'on peut, à l'aide d'une pédale, faire tomber les moules dans un sac. Le sac est ensuite fermé avec un clip inox grâce à la clipeuse manuelle à air comprimé.

La difficulté dans le rachat des machines est de s'assurer de bon état de fonctionnement du matériel. Par ailleurs, la majeure partie des machines sont conçue pour résister à l'eau de mer, certains moteurs sont même immergés. Le problème majeur étant que l'état de ces machines (moteur, pompe) se détériore très vite lorsqu'elles ne sont plus immergées à cause des joints qui se désagrègent. Le remplacement de ces pièces est presque toujours inévitable et conseillé.

En plus de l'achat du matériel pour la ligne de production, il a fallu équiper la société en produit d'entretien et d'hygiène. Plusieurs entreprises spécialisées ont été démarchées afin d'obtenir différents devis suite à la visite de l'atelier de purification. Le choix du fournisseur restant à la charge du gérant de l'entreprise.

2.3 Travaux, installation

Le premier chantier a débuté le 12 avril. L'entreprise Goudale Maçonnerie a réalisé la destruction de l'ancienne dalle en béton du local. Elle a ensuite créé la nouvelle dalle avec une pente de 1,5% et le caniveau. Il a été choisi un revêtement vert lissé pour faciliter le nettoyage et éviter les marques au sol. La même entreprise a également creusé le bassin d'eau de mer et coulé la dalle extérieure. Elle a aussi créé les ouvertures de 3x3 m pour la circulation du charriot élévateur. Cette première partie des travaux a duré environ 3 semaines.

Les revêtements en panneaux frigorifiques, le local technique extérieur et la chambre froide ont ensuite été installés par l'entreprise Eurisol. Ces panneaux permettent un montage rapide et l'ensemble de ces travaux a été effectué en 15 jours.

L'intervention d'un électricien a été nécessaire pour créer un nouveau compteur électrique et le raccorder au local technique afin d'alimenter les différentes machines (SKIM, UV, pompe, luminaires). Un plombier a changé le compteur d'eau et réalisé le raccordement pour obtenir un débit plus conséquent. Finalement, l'entreprise FrigoClim a pris en charge l'installation des deux groupes froids, pour la chambre froide et pour le refroidissement de l'eau de mer.

L'installation des machines a été à la charge des salariés de l'entreprise. Ce travail comprenait le câblage du SKIM et de la ligne de conditionnement, la mise en place de la chaîne de conditionnement (placement des machines et réglages), et la création des réseaux hydrauliques d'eau de mer et d'eau douce.

3 Résultats

Après les travaux et l'installation de l'atelier de purification, une période d'un mois et demi a permis la reprise de la production avant la fin de mon stage. Ces quelques semaines ont également servi à réaliser un bilan sur le suivi des travaux, sur l'organisation de l'activité à l'atelier ainsi que sur les résultats de production.

3.1 Les points clés ou « critiques » dans la réalisation de l'atelier

3.1.1 Les normes à respecter

Avant de lancer les travaux de l'atelier de purification, il a été primordial de se renseigner sur les normes d'hygiène à respecter. Pour cela, une analyse de la réglementation et du dossier d'agrément est indispensable. Il est également préférable de contacter les services vétérinaires pour connaître les spécificités relatives au département ainsi que pour demander conseil au niveau de l'agencement des locaux et du matériel à utiliser. Il en va de même pour la création du dossier d'agrément. Sa rédaction demande une certaine rigueur et beaucoup d'informations concernant les procédures de nettoyage ou des valeurs seuil en microbiologie. Pour sa réalisation, le CRC Normandie – Mer du Nord m'a procuré une base de travail. Ce squelette de dossier d'agrément identifiait les principaux documents à fournir et les informations relatives au personnel et à l'entreprise qu'il fallait renseigner. La personne en charge du CRC a également pu faire une relecture du dossier d'agrément afin de s'assurer de sa conformité avant son envoi.

3.1.2 Prendre en compte les délais et les retards

Il faut savoir que le port autonome de Dunkerque est une grande société de plus de 500 personnes. La multiplication des services et donc des interlocuteurs alourdit les démarches. Les autorisations de travaux sont généralement longues à obtenir et les réponses demandent plusieurs semaines d'attente. Il faut donc porter une attention particulière aux autorisations de travaux et aux procédures à entreprendre, comme les DICT, indispensables aujourd'hui pour effectuer n'importe quels travaux de creusement.

Un second point concerne l'envoi du dossier d'agrément. Dans la plupart des cas la demande d'agrément est envoyée alors que les travaux ne sont pas terminés, il faut donc se projeter dans le temps car l'audit en présence des services vétérinaires doit se faire une fois que toute l'installation est en place. Si ce n'est pas le cas l'agrément n'est pas accordé et il faut relancer un cycle de validation.

3.1.3 Les détails techniques

D'un point de vue plus technique, il est important de vérifier que les alimentations en eau et en électricité soient suffisantes pour l'activité mise en place. Si les débits sont inférieurs aux besoins, il faut faire appel à EDF et à la Lyonnaise des eaux pour changer les compteurs. Dans notre cas, le changement de compteur d'eau n'a pas suffi et l'entreprise va devoir faire relier le bâtiment avec une nouvelle canalisation d'eau, le tout à sa charge.

Dans le cas où le matériel est d'occasion, l'entreprise doit s'assurer d'avoir les compétences pour remettre en état les machines et pouvoir les rebrancher. Si possible, tout le câblage doit être identifié, pris en photos avant d'être démonté et expédié au nouveau site. Il est indispensable de se déplacer pour voir le matériel sur place avant de prendre une décision, et de vérifier l'état des moteurs et des roulements de chaque machine.

3.2 Fonctionnement de l'atelier

3.2.1 Mise en service, organisation du travail

L'installation des machines dans l'atelier de purification a été terminée le 10 juillet 2017. C'est aussi la date de réception de l'agrément sanitaire et le début de la mise en purification. A cette date, seule la moitié des douchettes prévues pour alimenter les bacs de purification sont installées. Un volume de purification de 3 tonnes seulement est donc disponible pour le moment. La mise en service de 3 douchettes supplémentaires est prévue d'ici l'année prochaine afin d'assurer un volume de 6 tonnes en purification.

Le mois de juillet a permis la reprise de l'activité de pêche et donc de vente de moules. C'est aussi sur cette période que l'équipe a pu prendre en main le nouvel outil de purification. Les salariés ont été divisés en deux équipes pour assurer d'un côté la pêche en mer et de l'autre la purification et le conditionnement. Le **tableau 1** illustre l'emploi du temps type d'une semaine du mois de juillet ou d'août. A la vue de ce planning il apparaît que les moules ne sont purifiées que 18h. L'agrément conditionnel oblige pourtant à faire valider le processus de purification pour une durée de 24h minimum avant de procéder à des tests et de valider un temps de purification inférieur. Mais les horaires de livraisons pour le grossiste ainsi que les travaux de garnissage à effectuer pendant la semaine ne permettaient pas de travailler autrement.

Horaires	Lundi		Mardi		Mercredi		Jeudi		Vendredi		Samedi		Dimanche	
	Mer	Atelier	Mer	Atelier	Mer	Atelier	Mer	Atelier	Mer	Atelier	Mer	Atelier	Mer	Atelier
01H00														
02H00														
03H00														
04H00														
05H00														
06H00														
07H00														
08H00														
09H00														
10H00														
11H00														
12H00														
13H00														
14H00														
15H00														
16H00														
17H00														
18H00														
19H00														
20H00														
21H00														
22H00														
23H00														
00H00														

Tableau 1 : Répartition des travaux entre les équipes de mer et d'atelier

Cet emploi du temps n'est pas valable pour le reste de l'année car la quantité de travail à fournir est variable selon les saisons. Il ne tient pas non plus compte des travaux à réaliser sur les filières, la création des cages de captage ou des filières qui ont été réalisées les mois précédents. Une réorganisation est prévue pour les mois à venir. Les salariés ne seront en effet plus que 3 pour assurer le travail en mer et à l'atelier de purification.

3.2.2 Évaluation de la quantité de travail nécessaire au conditionnement

Durant ces 6 semaines de fonctionnement de l'atelier de purification, la quantité de travail nécessaire à la purification et au conditionnement d'une tonne de moules a pu être évaluée. Le calcul comprend différentes étapes :

- Le débarquement des moules brutes et le chargement des bacs de purification (10 minutes par tonne avec 2 personnes)
- Le conditionnement (1 heure par tonne avec 3 personnes)
- La livraison quotidienne au client (40 minutes au total avec 1 personne)
- Le lavage de l'atelier (1h30 au total avec 2 personnes)

Pendant le mois d'août nous avons travaillé sur une moyenne de 2,5 tonnes conditionnées par jour.

Le calcul devient : $2 \times 0,17 \times 2,5 + 3 \times 1 \times 2,5 + 1 \times 0,7 + 2 \times 1,5 = 12$

12 heures de travail sont donc nécessaires au conditionnement de 2,5 tonnes de moules entre l'arrivée au port et la livraison au grossiste.

Cette année a été particulière car la faible production n'a pas permis de fournir autant de clients qu'espéré. Le calcul d'un nombre d'un ETP moyen pour une semaine ou pour un mois n'est donc pas représentatif d'une production normale pour l'entreprise. Cependant, si l'on prend comme référence une semaine du mois d'août avec le conditionnement d'une tonne le lundi et le samedi, plus 2,5 tonnes par jour le mardi, mercredi, jeudi et vendredi, on

arrive à un volume horaire égale à 62 heures, soit 1,77 ETP. Cela permet une première approche de la quantité de main d'œuvre nécessaire au fonctionnement de l'atelier.

3.2.3 Suivi de la traçabilité

Une fiche de suivi est créée chaque jour, dès l'arrivée des moules brutes. Elle renseigne un numéro de lot que l'on peut suivre jusqu'à la livraison aux clients. Cette fiche garantit la traçabilité amont et aval du produit et est obligatoirement présentée dans le dossier d'agrément sanitaire (Direction générale de l'alimentation 2016). On y renseigne la quantité entrée en purification, la quantité conditionnée et les quantités expédiées aux différents clients. Il doit également y être décrit les paramètres de température de l'eau et de temps de purification (**Annexe III**). Ce suivi de la traçabilité est également effectué numériquement. On peut alors calculer directement les taux de perte sur chacun des lots et la quantité expédiée chaque semaine.

3.2.4 Réglage des machines et entretien

Le premier réglage effectué lors de la mise en route de l'atelier a été celui du système SKIM. Il a fallu régler la hauteur du cylindre PVC central. Cette pièce contrôle l'aspiration de la mousse et donc la quantité d'eau rejetée par le système. Afin d'éviter une consommation d'eau de mer trop importante, le cylindre a été remonté au maximum.

Au niveau de la ligne de conditionnement, le convoyeur est de très grande taille et ne peut fonctionner qu'à un rythme très lent sous peine de bourrer la débyssuseuse et de paralyser la chaîne. Il s'avère que ce tapis est légèrement surdimensionné par rapport au tapis de tri. Ce dernier étant de taille limitée, 2 personnes seulement peuvent travailler sur l'étape du tri et cela détermine donc en grande partie la vitesse de traitement des moules.

La débyssuseuse est également une machine de grande taille qui peut traiter jusqu'à 1,5 tonne à l'heure. Un schéma technique accompagné d'une photographie est disponible en **annexe IV**. Un réglage de la hauteur du râteau a permis de stabiliser la machine pour le nettoyage et de faciliter la circulation des moules dans la débyssuseuse. Les doigts en caoutchouc positionnés sur le râteau servent à faire circuler les moules sur les rouleaux. L'abaissement du râteau permet donc de faire avancer les moules de plus petite taille.

L'entretien de l'atelier est assuré par les salariés que ce soit pour le nettoyage ou pour la l'entretien de toutes les machines. Les plans de nettoyage et d'entretien sont présentés dans le PMS du dossier d'agrément sanitaire (**Annexe V**). Ils décrivent les procédures de nettoyage des sols et des machines ainsi que les fréquences auxquelles cela doit être réalisé.

3.3 Résultats de production

Avec la fin des travaux et la réception de l'agrément conditionnel de l'atelier de purification, la vente de moules a pu reprendre. Les livraisons de moules purifiées ont débuté le 13 juillet avec une première pêche de 400 kg de moules brutes, soit 16 sacs de 15 kg de moules purifiées. Avec le problème de gestion du parc, les quantités récoltées ont été bien moindre qu'escomptées. Il a fallu réduire les ventes et privilégier le client principal. Nous n'avons pas été capables de fournir l'ancien purificateur Fabrice Bréfort basé à Boulogne-sur-mer, mais nous avons assuré une vente ponctuelle de 5 tonnes en une semaine pour un nouveau client basé en Bretagne. Au final, entre le 12 juillet et le 25 août, 47 tonnes de moules ont été pêchées et purifiées. D'après les calculs, 41 tonnes de moules, après purification et tri des moules cassées et sous taille, ont été vendues, soit une perte approchant les 12 %.

Comparaison aux années précédentes : Le graphique suivant (Figure 7) permet de comparer les quantités pêchées chaque mois pour les années 2015, 2016 et 2017. On remarque que l'année 2017 est caractérisée par une forte activité au mois de mai et une baisse des tonnages sur le second semestre. Cela est en partie dû à la variabilité de la saison de ponte des moules. En 2015 et 2016, cette période de ponte a été observée au mois de mai, tandis qu'en 2017, c'est au mois de mars que les moules ont commencé à délaiter. L'entreprise a alors arrêté les ventes sur une période de 3 semaines avant de reprendre la pêche courant

avril et produire en continu sur les semaines suivantes. La période de travaux de 2 semaines explique les faibles volumes expédiés pendant le mois de juillet et on voit que la reprise de l'activité au mois d'août a permis de vendre une quantité comparable aux années précédentes.

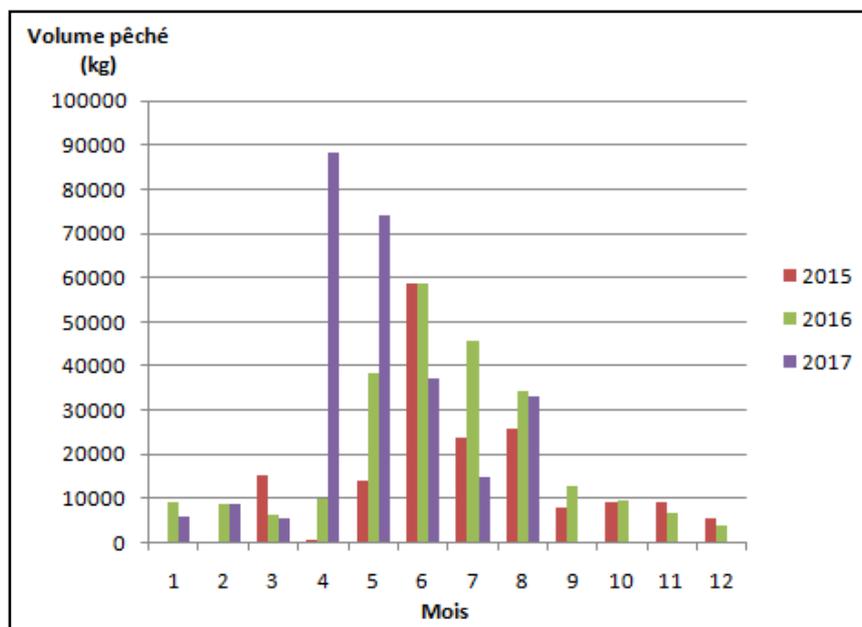


Figure 7 : Graphique comparatif des quantités de moules pêchées en 2015, 2016 et 2017

Au niveau de la qualité, le taux de remplissage des moules, ou taux de chair, a été relativement faible en début de saison cette année. Le cahier des charges du label rouge

impose une taille minimale de moule égale à 4,5 cm et un taux de chair supérieur ou égal à 28 % (Durivaud 2013). Des mesures ont été effectuées chaque semaine pour suivre l'évolution du taux de chair des moules de l'entreprise. Malheureusement, les 28 % n'ont été atteints qu'au mois d'août et il ne restait alors que peu de production à récolter. Il a donc été décidé de ne pas faire labelliser le parc cette année.

Les cages placées en mer pour le captage du naissain n'ont pas été relevées avant la fin du stage. Des levées de contrôle ont malgré tout été effectuées entre les mois de mai et août. Il s'avère qu'une population de *Tubularia indivisa* est présente sur les concessions. Ces cnidaires ont colonisé les cordes de coco au début de l'été, freinant le captage du naissain de moule. D'après les relevés, le captage ne sera pas assez dense pour permettre le garnissage des filières et il faudra faire venir du naissain de Bretagne pour finir de garnir les filières ou utiliser la plisse récoltée sur les descentes déjà en grossissement.

3.4 Investissement et prévisions comparés du fonctionnement

3.4.1 Coût de la création de l'atelier de purification

Le calcul de l'investissement pour la création de l'atelier de purification a pu être réalisé à l'aide des différents devis et factures. Pour faciliter le calcul, le budget alloué aux travaux réalisés par des entreprises extérieures (maçonnerie et revêtements frigorifiques) et le budget alloué aux machines ont été séparés. Ce dernier ne comprend que le prix des différentes machines ainsi que l'installation des groupes froids puisque tout le reste de l'installation a été réalisé par les salariés. Le détail de l'investissement est présenté sous la

Maçonnerie	
Fosse + Dalle extérieure	20887
Dalle intérieure	25275
Portes 3x3	1123
Revêtement panneaux frigorifiques	
Atelier de purification	29059
Chambre froide	5352
Local technique extérieur	4186
Modifications	9430
Machines	
Local technique	29000
Bacs purification	8600
Tuyauterie	1205
Ligne conditionnement	39300
Petit outillage	2833
Sécurité incendie	400
Hygiène	1154
TOTAL	177803

forme de différents tableaux en **annexe VI**. Le tableau 2 présente un bilan général de l'investissement. On estime ainsi à 180000 € le montant de l'investissement pour la réalisation de l'atelier de purification. Toutefois ce chiffre n'est que provisoire car l'atelier n'est pas encore terminé. De nouvelles douchettes doivent être installées pour augmenter le volume de purification, et d'autres machines n'ont pas encore été achetées. Le basculeur pour faciliter le chargement du convoyeur, l'imprimante des étiquettes pour la traçabilité, et une sonde à oxygène restent à commander et feront encore grossir le coût de l'installation.

Tableau 2 : Bilan provisoire de l'investissement pour la création de l'atelier de purification (en euros)

3.4.2 Coût de revient d'une tonne de moules

Des calculs ont été réalisés pour évaluer le coût de production d'une tonne de moule. Dans ce calcul sont pris en compte : la location bâtiment, l'achat de consommables, les coûts liés au personnel et les charges ainsi que l'amortissement des investissements (machines et bateau). Le détail de ce calcul est présenté en **annexe VII**. Avec les quantités pêchées en 2016 la production d'une tonne de moule coute à l'entreprise 2160 €. Le prix de vente d'une tonne de moule brute est fixé à 1500 €, il apparait donc que l'entreprise vend à perte. Cette situation s'explique par le manque de production de l'année 2016 et l'équilibre des comptes devrait être atteint avec une production de 300 tonnes par an.

Il a également été calculé le coût supplémentaire lié à la purification. Un tableau similaire au précédent est présenté en **annexe VIII**. On estime à 16900 € le cout de la purification pour une production de 30 tonnes par mois, soit 0,56 € par kg. A titre de comparaison, la prestation par l'EARL Bréfort à Boulogne-sur-Mer était fixée à 0,40 € par kg. L'augmentation des volumes traités par l'atelier de purification devrait permettre de faire diminuer le coût de revient et donc de diminuer les pertes.

4 Discussion

4.1 Analyse de la période de travaux

Du point de vue du déroulement des travaux, il n'y a eu que peu de retard sur le planning malgré quelques contretemps en lien avec les documents à fournir pour le lancement des travaux (DICT pour creuser le bassin surtout). En revanche l'équipe a du faire preuve d'un fort engagement personnel pendant une semaine pour réaliser la majeure partie des installations. Finalement seuls les travaux de maçonnerie et de recouvrement en panneaux frigorifiques ont été réalisés par des entreprises professionnelles (extérieures). Toute la partie installation des machines, remise à neuf et réparation, peinture, câblage, circuit d'eau de mer et d'eau douce ont été réalisés par nos soins par soucis d'économie. Un gain financier non négligeable a donc été réalisé.

L'achat de matériel d'occasion a également permis de réduire le coût de l'installation, même si cela a donné lieu à quelques imprévus. La pompe qui devait permettre l'alimentation en eau des bassins de purification est tombée en panne après quelques heures de remise en fonctionnement. Il a donc fallu trouver en urgence une pompe de même dimension convenant au réseau hydraulique qui venait d'être installé. Après le changement de la pompe, c'est le compresseur du groupe froid qui n'a pas résisté. Un coût supplémentaire de plus de 5000 euros est venu s'ajouter avant la mise en fonctionnement définitive. Après discussion avec un technicien de l'entreprise de maintenance du groupe froid, il apparait que

les pompes réagissent mal au changement de régime de fonctionnement. La période d'arrêt de fonctionnement d'un mois a dans un premier temps détérioré l'état des joints d'étanchéité. De plus, le changement de hauteur d'aspiration et de refoulement n'est pas conseillé pour ce genre de machine et c'est probablement ce qui a entraîné la casse.

Toutefois, la contrepartie majeure engendrée par cette période de travaux a été la mise en suspens de l'activité de l'entreprise pendant près de deux semaines. Les travaux de garnissage et de pêche n'ont pas pu être réalisés. L'entreprise est donc sortie du marché pendant une semaine, permettant à un concurrent de prendre sa place. Un autre producteur ayant des concessions voisines de celles de l'entreprise a pu vendre sur cette courte période et assurer l'approvisionnement de l'ancien purificateur partenaire. Malgré tout, l'entreprise a pu reprendre la vente de moules avec Goéland Marée. L'objectif de la saison prochaine sera par ailleurs de trouver de nouveaux clients (mareyeurs ou restaurants) afin de diversifier la clientèle et de gagner en indépendance.

4.2 Suivi de l'installation de l'atelier

4.2.1 Examen de l'agencement du site

Quelques incohérences ont été soulevées lors de l'audit pour l'obtention de l'agrément sanitaire.

- Au niveau de la circulation des marchandises, l'entrée des moules brutes (non purifiées) se fait par la même porte que la sortie des sacs de moules purifiées. Le respect de la procédure de « marche en avant » des produits n'est donc pas tout à fait respectée. Toutefois, les services vétérinaires n'ont pas retenu ce point de par l'organisation de l'activité. Les moules brutes étant conditionnées en big bag et le produit fini en sac de 15 kg, aucune confusion ou contamination des produits finis n'est possible.

- Un autre problème dû à l'agencement de l'atelier a été soulevé. Il concerne le passage des bennes à déchets par l'atelier de purification ce qui est contraire aux normes d'hygiène. L'organisation temporelle de l'activité permet cette fois de palier à ce problème. Les bennes à déchets doivent être sorties avant le début de l'activité de conditionnement et rentrées avant le nettoyage complet de l'atelier en fin de journée. Ces dispositions ont été exprimées dans le plan de maîtrise sanitaire dans le dossier d'agrément.

- Enfin, la situation de la chambre froide à cheval entre une zone propre (atelier de purification) et une zone sale (entrepôt) n'est pas conforme aux normes d'hygiène. Cependant, les moules conditionnées sous sacs qui sont acheminées jusqu'à la chambre froide ne semblent pas pouvoir être contaminées lors du transport. Les services vétérinaires n'ont donc pas retenu ce point comme étant rédhibitoire pour l'agrément sanitaire. Par

ailleurs cette chambre froide ne possède pas d'évacuation pour l'eau s'égouttant des sacs de moules. En installer une implique de casser la nouvelle dalle et le revêtement pour raccorder la chambre froide au caniveau de l'atelier. Il a donc été décidé d'acheter des cuves de rétention d'eau. Ce sont des palettes en PVC avec une cuve de récupération de l'eau. Elles permettent de déposer les sacs de moules et de récupérer l'eau qui s'en égoutte sans avoir besoin d'une évacuation au sol. Un nettoyage quotidien de ces palettes est demandé pour respecter l'hygiène de la chambre froide, mais c'est une solution facile à mettre en place n'impliquant pas de travaux supplémentaires.

4.2.2 Modifications pratiques à prévoir

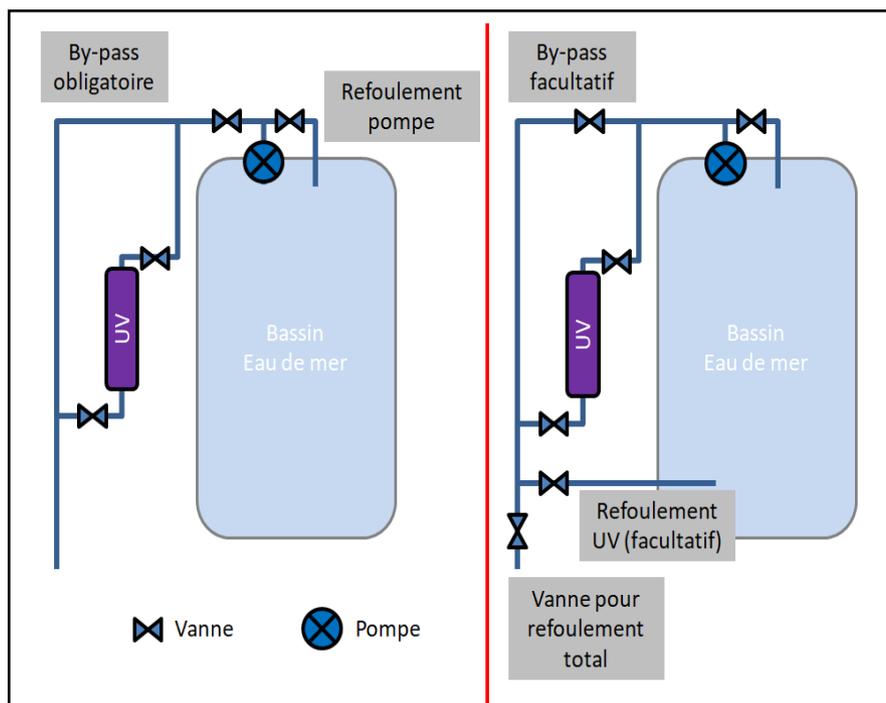
- Un premier problème concernant l'alimentation en eau a été soulevé après la mise en fonctionnement de la ligne de conditionnement. Le débit en eau pour alimenter les machines et les autres points d'eau comme les sanitaires ou les lavabos est très inférieur à ce qui était prévu. La débyssuseuse, une machine qui arrache le byssus des moules grâce à la rotation de rouleaux nécessite un apport en eau constant d'environ 5 m³/h (Franken Inox B.V. 2015). Nous avons donc fait les démarches auprès du port autonome et de l'eau du dunkerquois pour connaître les différentes possibilités afin d'obtenir un débit supérieur à 5m³/h. Il avait été décidé de simplement changer de compteur d'eau, mais il s'avère que cette modification est insuffisante. Un test de remplissage d'une cuve à eau a montré que le débit total ne dépassait pas les 0,9 m³/h. Il apparaît maintenant qu'un raccord avec une canalisation plus grosse est nécessaire. Cela demande un délai de 8 semaines afin de rassembler les différentes autorisations et de lancer les travaux (creuser une tranchée de 40 mètres pour relier la nouvelle canalisation). A titre provisoire, une cuve à eau de mer de 1000 L raccordée à une pompe assure un apport d'eau d'appoint.

- En parallèle, la consommation d'eau douce relevée durant les premières semaines a démontré la nécessité de mettre en place un système de recirculation de l'eau utilisée pour débyssuseuse. Mais les contraintes en matière d'hygiène obligent à s'assurer que cette eau en recirculation n'entraîne pas de recontamination des moules. Nous avons contacté COCCI aquaculture et Emyg Aquaculture pour mettre au point un dispositif de recirculation. Un tamis rotatif pourrait filtrer l'eau afin d'évacuer les coquilles et le byssus. Cette eau pourrait ensuite être traitée à l'aide d'un petit système fonctionnant comme le SKIM avant d'être renvoyée à la débyssuseuse.

- L'utilisation de la ligne de conditionnement nous a également permis de nous apercevoir d'une malfaçon dans la réalisation de l'évacuation de l'eau. La pente du caniveau étant beaucoup trop faible, l'eau reste pratiquement stagnante et la vase et le byssus sédimentent dans le fond. Un nettoyage très poussé et quotidien est nécessaire pour ne pas

conserver une odeur nauséabonde dans l'atelier, mais cela demande une heure de travail supplémentaire. Ce point devrait être rectifié suite à la demande effectuée à l'entreprise de maçonnerie.

- Enfin, des changements sont à prévoir au niveau du réseau hydraulique alimentant l'UV. Pour le moment, le flux d'eau dirigé vers les bacs de purification peut contourner le système UV en passant par le by-pass. L'objectif serait de modifier l'installation pour que tout ce flux soit obligatoirement soumis aux UV et qu'il puisse également être redirigé vers le



bassin d'eau de mer plutôt que vers les bacs de purification (Figure 9). Cela permettrait de faire tourner en continu le système UV même en dehors de l'activité de purification. La coupure du système et donc l'extinction des lampes, à répétition, entraîne une dégradation prématurée des lampes (Abiotec 2012).

Figure 8 : Schéma de l'installation du circuit d'eau de mer amont actuel (à gauche), proposition d'amélioration (à droite)

4.3 Organisation du travail

4.3.1 Retour sur l'activité de pêche

L'année 2017, comme l'année 2016, a été marquée par une perte de production non négligeable à cause d'une mauvaise organisation du travail. Une vingtaine de filières ont coulé au mois de juin lorsque l'équipe était réduite suite à la démission d'un des matelots. Les deux personnes restantes n'ont pas pu s'organiser pour remonter ces filières à l'aide de bouées et les pertes sont estimées à 80 tonnes. Cette période de l'année est caractérisée par une forte activité de pêche, mais les deux marins doivent également assurer l'entretien du bateau, le montage des filières, l'enroulage du naissain et la surveillance du parc. Ce dernier point implique les réparations des filières qui peuvent se casser, ainsi que l'installation de bouées sur les aussières pour que les filières ne coulent pas (Bompais 1991). De la main d'œuvre supplémentaire semble donc nécessaire pour assurer tous ces

travaux en mer, mais il apparait difficile de recruter du personnel sur Dunkerque. Une solution provisoire a été trouvée avec les entreprises partenaires. Un salarié de Charente Maritime vient pour une période de plusieurs mois prêter main forte au personnel de l'Épaulard.

Un changement dans la méthode de pêche pourrait également permettre de garantir la flottabilité des filières et donc de gagner du temps. Il suffirait de répartir les pêches sur différentes filières afin de les alléger plutôt que de se focaliser sur une seule filière afin de la vider totalement. Toutefois, lorsque la saison de garnissage commence, il est préférable d'avoir des filières complètement vides pour faciliter la pose des descentes fraîchement garnie. Cela requiert donc un suivi très précis du nombre de descentes pêchées sur chacune des filières afin de savoir où poser le naissain.

Un planning général de tous les travaux à réaliser au cours de l'année serait également un bon outil à envisager. Il permettrait à l'entreprise de se repérer et de mieux répartir le travail selon les saisons. Il faudra encore quelques années d'expérience à l'équipage pour trouver un bon rythme de croisière dans la gestion du parc. Mais ce problème majeur dans l'organisation des pêches est à revoir d'urgence car il a déjà été soulevé l'année précédente avec les mêmes conséquences.

4.3.2 Focus sur l'activité de conditionnement

En parallèle, le conditionnement des moules demande de la main d'œuvre supplémentaire ainsi que de nouvelles contraintes horaires. D'après les estimations réalisées à partir du travail des mois de juillet et août, il a été estimé que 62 heures de travail par semaine sont à consacrer à l'atelier pour la purification et le conditionnement. Au niveau de l'organisation du travail dans l'atelier, il apparait impératif de travailler simultanément avec au moins 2 salariés. Une personne doit assurer l'approvisionnement en moules de la ligne de conditionnement ainsi que la mise en sac pendant qu'une seconde s'occupe du tri. Par ailleurs, le grossiste demandait à réceptionner les moules purifiées entre 6h et 9h du matin. Cela imposait de débiter le conditionnement des moules entre 4h et 7h du matin. Le débarquement de la pêche devait également se faire le plus tôt possible après l'expédition pour maximiser le temps de purification. Le travail en mer se faisait donc très tôt dans la matinée. Au final, deux personnes ont assuré les activités en mer pendant que deux autres s'occupaient du conditionnement.

L'augmentation des quantités mises en purification pour la saison prochaine va entraîner une augmentation du temps de travail passé sur la ligne de conditionnement. Il est en effet prévu de pouvoir purifier et conditionner 6 tonnes par jour. Selon les estimations précédentes, 23,7 heures de travail seront nécessaires au total, dont 6 heures de

conditionnement. L'équipe en place à l'atelier de purification devra certainement s'agrandir et accueillir une troisième personne à plein temps.

4.4 Évaluation de la performance du processus de purification

4.4.1 Validation du fonctionnement du système de traitement de l'eau

Concernant l'activité de purification, les premiers résultats des analyses microbiologiques sur les échantillons sont conformes. A ce jour, un seul test a révélé la présence d'*e-coli* en quantité importante (2400 bactéries pour 100 g de chair, soit $10^{3.4}$ ufc/100g). Mais les tests complémentaires menés sur l'eau et sur les échantillons suivants n'ont montré aucune trace de bactérie. Une erreur de manipulation lors de la prise de l'échantillon semble être l'hypothèse la plus probable. Malgré tout, ce résultat a remis en question le bon fonctionnement du système de traitement de l'eau. En effet, le 27 juillet, nous avons constaté une dégradation de l'état de l'eau dans le bassin. L'eau de mer devenait de plus en plus turbide et le système SKIM ne semblait pas pouvoir agir sur ce phénomène. Les résultats des tests *e-coli* n'ont pourtant rien montré d'alarmant, mais nous avons préféré vider entièrement le bassin et procéder à un nettoyage complet avant de reprendre la production le 31 juillet. Nous ne savons pas ce qui a provoqué la turbidité de l'eau. De nouveaux réglages sur le SKIM ont toutefois été apportés, avec le changement d'un flotteur percé et le réajustement du cylindre central pour améliorer l'évacuation de la mousse.

La fin des 3 mois d'agrément conditionnel est prévue pour le 5 octobre. L'entreprise devra alors attester du bon fonctionnement du système de purification en présentant 5 tests microbiologiques (*e-coli* et salmonelle) réalisés sur des échantillons d'eau et de moules pendant cette période. Un nouvel audit sera alors effectué pour vérifier que les procédures et les bonnes pratiques d'hygiène sont bien respectées et que la traçabilité et tous les documents de suivi sont tenus à jour.

4.4.2 Les limites de la purification des coquillages

La concentration en certains métaux lourds ainsi que la présence de phycotoxines dangereuses sont également surveillées et le dépassement de valeurs seuils entraîne l'interdiction de la commercialisation (Reninger and Saïbi-Yedjer 2013). Malheureusement la purification des coquillages ne suffit pas à l'élimination de ces contaminants et seule une surveillance en amont permet de garantir la qualité des coquillages et donc la sécurité du consommateur (Le Saux and Pommepuy 2003). Par ailleurs, la volonté de l'entreprise l'Épaulard serait de faire valider le protocole de purification des moules pour une durée de 18h voire 12h. L'élimination des bactéries comme *e-coli* ne pose normalement aucun problème même avec un cycle de purification aussi court. Mais l'élimination des virus est

beaucoup plus longue (Le Saux and Pommepeuy 2003) et il faudra l'accord des services vétérinaires pour faire valider la méthode.

4.5 Projets à venir

Un futur projet de barquetteuse doit voir le jour à court terme. Le projet consiste à conditionner les moules sous atmosphère modifiée dans des barquettes de 10 kg. Ce produit est principalement à destination des restaurants. Il donnerait plus de flexibilité aux clients en offrant une DLC plus longue (environ 7 jours). Au niveau de l'installation, il nécessite une amélioration des conditions d'hygiène, au moins pour la salle où se situera l'operculeuse. Nous avons alors cherché le moyen le plus simple pour intégrer une nouvelle zone propre où installer cette machine. Une solution peu coûteuse serait de re-cloisonner du sol au plafond la zone située entre la chambre froide et l'entrepôt. Une ouverture avec une porte coulissante de 3 mètres sur 3 permettrait de laisser l'accès à l'entrepôt à un charriot élévateur. Cet aménagement entraîne la séparation complète de l'entrepôt et empêche ainsi le dépôt de poussières dans la chambre froide et dans l'atelier de purification. En plus du réaménagement de l'atelier, le dossier d'agrément est également amené à être modifié avec un plan HACCP bien plus contraignant. Un protocole de validation de la DLC a par ailleurs été validé avec les entreprises partenaires ayant déjà installé une operculeuse. L'échantillonnage (n=3) de 30 moules à J+8 suivant une température de conservation de 4°C pendant 2 jours puis 8°C pendant 6 jours (Plateforme Innovation Nouvelles Vagues 2014).

La validation de ce projet avec la DDPP du Nord nécessite cependant une étude au niveau de la réglementation. En effet, aucun projet de ce genre n'a encore vu le jour dans le département du Nord. Les services vétérinaires comptent donc s'appuyer sur le travail effectué auprès des entreprises partenaires pour encadrer le projet.

Des études concernant la perception du produit en barquette et la réalisation technique de la mise en barquette ont été réalisées au Québec (Berger et al. 2011; Leclerc 2011). Elles montrent bien une amélioration de la durée de vie du produit, mais la perception des consommateurs vis-à-vis de ce mode de conditionnement reste relativement négative. Toutefois, comme dit précédemment, ce produit mis en barquette est à destination de restaurateurs et non de consommateurs particuliers directement.

Face à la croissance rapide du cheptel pendant la basse saison, des travaux de dégrappage sont nécessaires pour alléger les filières. Cela consiste à enlever la couche superficielle de moules sur les descentes avant qu'elle ne tombe et n'entraîne un volume plus important (Bompais et al. 1991). Cette récolte de jeunes moules, aussi appelée plisse, est soit vendue à d'autres conchyliculteurs pour remettre en production, soit mise en boudins

pour ensemer d'autres descentes (Bompais et al. 1991). Une autre solution est la vente de ces moules en tant que produit « primeur ». En effet, grâce à la croissance extrêmement rapide des moules sur les concessions, la taille commerciale est atteinte durant l'hiver avec un taux de remplissage très élevé. Les moules présentent en revanche une coquille très fragile, le conditionnement en sac peut donc présenter un problème à cause de la forte compression des moules. Mais la mise sous barquette pourrait convenir à ce type de produit.

Une demande pour un nouveau type de produit a été signalée par le grossiste Goéland marée. Cela concerne un produit non débyssussé, aussi appelé « traditionnel », contrairement au moules débyssussées appelées « prêtes à cuire ». Cette demande fait écho à la réticence de certains poissonniers à acheter de la moule de filière. Ce produit est jugé trop fragile car à trop courte durée de vie. On observe généralement l'ouverture des moules de filières au bout de 2 à 3 jours seulement. L'avantage d'un produit non débyssussé serait donc d'allonger cette durée de vie en repoussant le moment d'ouverture des moules. Il apparaît techniquement possible de réaliser ce produit. Il suffirait de mettre les moules dans des sacs type filet directement lors de la pêche. On pourrait ainsi déposer ces sacs dans les bacs de purification sans avoir besoin de reconditionner le produit après cette étape. Mais il en résulterait un produit non trié, avec des moules cassées et sous taille. Une seconde solution serait de garder le processus actuel, mais de modifier la débyssusseuse au moment du conditionnement. Une simple plaque en acier inoxydable recouvrant les rouleaux permettrait aux moules de ne pas être débyssussées et d'arriver jusqu'au tapis de tri. Dans tous les cas, des tests préliminaires sont nécessaires pour vérifier la tenue des moules non débyssussées et valider l'augmentation de la durée de vie du produit.

Finalement, le dernier projet en date serait le rachat de l'exploitation du mytiliculteur concurrent dont les concessions se situent sur la même zone que l'entreprise l'Épaulard. Face à des difficultés financières, cet exploitant se voit contraint de vendre sa société et ses concessions. L'ensemble représenterait une production supplémentaire estimée à 600 tonnes. Malheureusement, la visite des concessions a montré un problème de gestion majeur. Aucun suivi des filières, de l'ensemencement ou des pêches, n'a jamais été réalisé. Les positions des filières exploitées ne sont même pas référencées. Il n'y a donc aucun moyen de savoir combien de filières sont réellement en mer, ni combien de descentes ou de production il reste en stock. Afin de connaître l'état réel de l'entreprise, un tour complet sur site avec levée systématique des filières est nécessaire car le prix de rachat de l'entreprise dépend principalement du nombre de filières en place. Si l'achat se concrétise, toute l'organisation de l'entreprise sera à nouveau modifiée. Un équipage complet supplémentaire devra être recruté, et il faudra investir dans un nouveau bateau. L'atelier de purification nouvellement installé ne pourra probablement pas suffire à traiter les volumes produits.

Toutefois, un atelier de purification est déjà en place à la coopérative maritime de Dunkerque et l'entreprise l'Épaulard pourrait alors y avoir accès.

En dehors des aspects pratiques liés à l'entreprise, ce rachat des concessions placerait l'entreprise l'Épaulard en situation de quasi-monopole sur un produit local. La moule de Dunkerque reste un produit reconnu localement même s'il peut être facilement concurrencé par la moule de Hollande, vendue entre 50 et 80 centimes moins cher au kilo. Cette nouvelle situation pourrait permettre à l'entreprise d'augmenter ses prix et de faciliter l'équilibre de ses comptes sans avoir à craindre une concurrence directe.

Conclusion

L'objectif de cette étude était de suivre la mise en place d'un atelier de purification de moules tout en mettant en évidence les points de blocage administratifs ou techniques auxquels l'entreprise a dû faire face.

Si la période de travaux et d'installation des machines s'est déroulée sans trop de problèmes, les étapes de lancement de travaux et de vérification des normes d'hygiène ont nécessité une attention particulière. Il apparaît nécessaire pour les entreprises se lançant dans un tel projet de se faire accompagner. D'une part par le CRC local qui doit être en mesure de répondre aux questions concernant la rédaction du dossier d'agrément sanitaire ou sur les normes à respecter. D'autre part par les services vétérinaires et la DDTM qui peuvent être d'une grande aide pour obtenir les documents relatifs à la réglementation et pour connaître les procédures appliquées dans le département.

Ce stage aura permis aux salariés de prendre en main l'atelier de purification grâce à une période d'activité de 6 semaines. Les différentes procédures relatives au suivi de la traçabilité, au nettoyage et à l'entretien de l'atelier ont également été mises en application et modifiées au besoin. Des problèmes d'agencement de l'atelier ont été soulevés sans conséquence sur l'obtention de l'agrément sanitaire et des points d'amélioration ont été identifiés sur le système de traitement de l'eau et sur la ligne de conditionnement afin de diminuer la consommation d'eau douce.

Les travaux conduisant à l'augmentation de production ont également été menés à bien et l'entreprise devrait se rapprocher de l'équilibre financier l'année prochaine grâce à la vente de 50 tonnes supplémentaires. L'organisation de l'entreprise s'est vue modifiée avec la création de cette nouvelle activité de purification et de conditionnement. Elle devrait pourtant continuer à évoluer au cours de l'année, les besoins en main d'œuvre en mer et à terre étant très différentes selon les saisons. L'entreprise devra aussi trouver le moyen d'organiser son

temps de travail afin d'éviter une perte de production comparable à celle de ces deux dernières années.

Enfin, l'année 2017-2018 devrait être l'occasion de trouver de nouveaux clients afin de gagner en indépendance par rapport à Goéland Marée. La diversification de l'offre grâce au projet de conditionnement en barquettes devrait également permettre de trouver de nouveaux clients sur un circuit de commercialisation en direct avec les restaurateurs.

Bibliographie

- Abiotec (2012) Manuel d'utilisation du système de traitement ultra-violet d'eau.
- Amouroux I (2011) Document de prescription "Surveillance microbiologique." *Cahier de spécifications techniques et méthodologique REMI*, 54 pp
- Berger K, Leclerc L, Desbiens M (2011) Développement de produits de moules vivantes conditionnées en barquettes sous atmosphère protectrice (CAP): Production à l'échelle pilote. RD 11/02, 2011, 207 pp
- Besse T, Lesueur M, Boude JP, Folliard G (2008) Diversification des activités de cultures marines en Bretagne: Acceptabilité et conditions de développement. Pôle Halieutique, Agrocampus Ouest, 71 pp
- Bompais X (1991) Les filières pour l'élevage des moules: guide pratique. Service de la Documentation et des Publ., IFREMER, Plouzané, 249 pp
- Bonvarlet F, Arzul I, Brizard R (2011) Exigences réglementaires et recommandations concernant le traitement de l'eau vis-à-vis des agents pathogènes en entrée et en sortie d'écloseries conchylicoles. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 46 pp
- Franken Inox B.V. (2015) Manuel d'utilisation : Débyssuseuse GRY-20.
- P Gouletquer Cultured Aquatic Species Information Programme *Mytilus Edulis*. Cultured Aquatic Species Fact Sheets (2004). http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_edulis/fr
- Lee R, Lovatelli A, Ababouch L (2010) Purification des coquillages bivalves: aspects fondamentaux et pratiques. Document technique sur les pêches. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 174 pp
- Marteil L (1976) La conchyliculture française 2ème Partie : Biologie de l'huitre et de la moule. *Revue des travaux de l'institut des pêches maritimes* 40(2): p 149–346
- Parlement et Conseil européens (2004a) Règlement (CE) N° 853/2004 du parlement européen et du conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale. *Journal officiel de l'Union Européen* 87 pp
- Parlement et Conseil européens (2004b) Règlement (CE) N° 854/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine. *Journal officiel de l'Union Européen* 45 pp
- Tremblay R, Roussy M, Cusson M (2004) Modélisation du potentiel d'épuration de la moule bleue (*Mytilus SPP.*) en eau froide et en réaction à un choc thermique. Cahier d'information. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Québec, 31 pp

Sitographie

Abiotec. Le Procédé – Abiotec. Accessed August 18, 2017.

http://www.abiotec.fr/uv-procede.php?zone=uv&qclid=CjwKCAjwoNrMBRB4EiwA_ODYv_1vp3qtmENstzaLBR6kCSormy79gF1b-qiTCn8QqLzvXNa0xUdh7hoCBKsQAvD_BwE.

Astralpool. Fiche Technique Pompe Auto-aspirante MAXIM. Accessed August 18, 2017.

<http://www.astralpool.com/fr/produits/piscine-4/pompes-2/centrifuges-2/pompes-centrifuges-plastique-2/pompe-maxim-2-860-r-p-m--1/>.

CM Agro. “Plaquette E Présentation : Peseur « Précision », Accessed August 18, 2012.

<http://www.cmagro.fr/archives/produit/peseur-precision/>.

Comité national de la conchyliculture. “Histoire de La Conchyliculture - La Naissance de La Mytiliculture. Accessed July 12, 2017.

<http://www.cnc-france.com/La-naissance-de-la-mytiliculture.aspx>.

“Direction Des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales de Nouvelle-Calédonie.” Accessed April 5, 2017.

http://www.davar.gouv.nc/portal/page/portal/davar/securite_sanitaire_des_aliments/salubrite_des_denrees/temperature.

Didierlaurent, Sylvie, Véronique Lamare, and Yves Muller. “DORIS, Mytilus Edulis Linnaeus, 1758,” 2014. Accessed April 10, 2017

<http://doris.ffesm.fr/Especies/Moule-commune3>.

Dissection 4 Mytilus Edulis. Accessed April 7, 2017.

http://www.ulb.ac.be/cours/acoehen/res/moule.eWeb/co/sequence.html#segment_K6Vz7cxWnYe5Vin0fevSi1.

Direction générale de l'alimentation Instruction Technique DGAL/SDSSA/2016-355 (2016)

Accessed August 18, 2017.

agriculture.gouv.fr/telecharger/82393?token=4f9f8f31b11b91039540b5b590f8404d

Benoit Durivaud Cahier Des Charges Label Rouge Moules de Filières Élevées En Pleine Mer, N° LR 05/12 (2013) Accessed August 20, 2017.

<https://www.inao.gouv.fr/fichier/PNOCDCLR0512.pdf>

EMYG Aquaculture Fiche Technique Système de Purification SKIM (2016) Accessed August 18, 2017.

<https://www.emygaqua.com/wp-content/uploads/2017/06/SKIM.pdf>

Ethic Ocean. “Moule | Guide Des Espèces,” Accessed July 11, 2016.

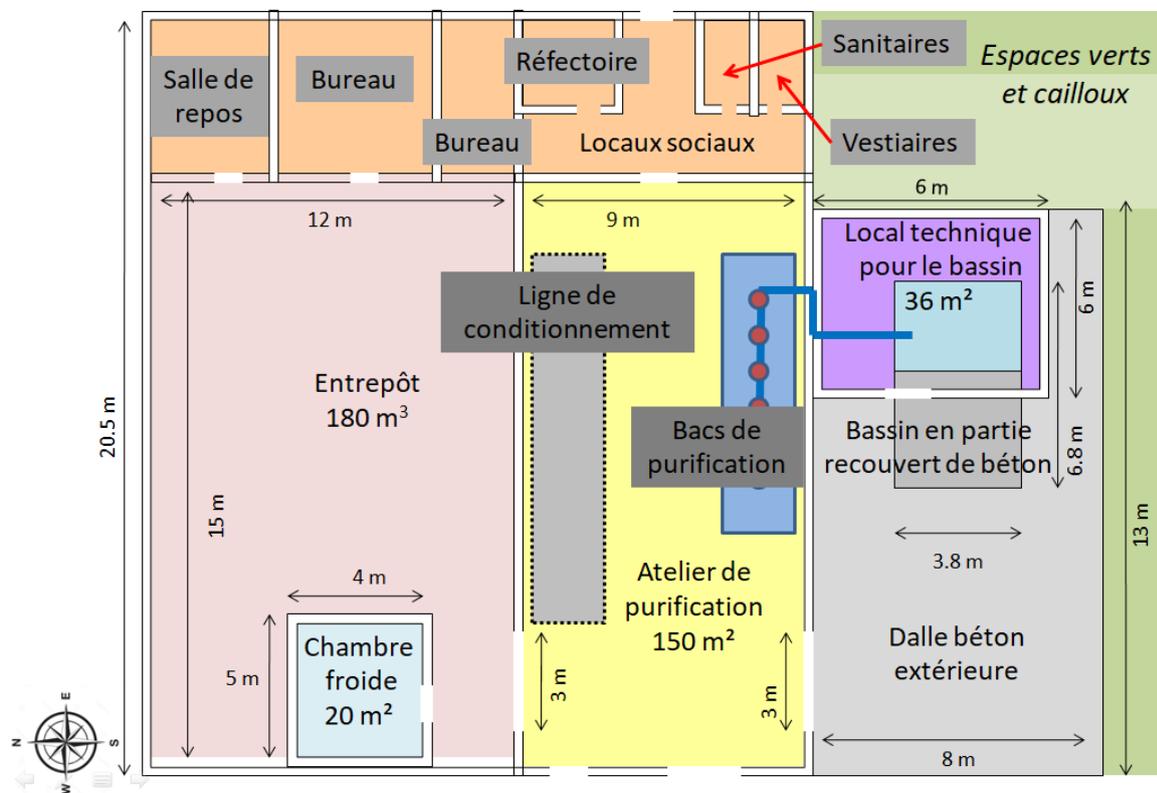
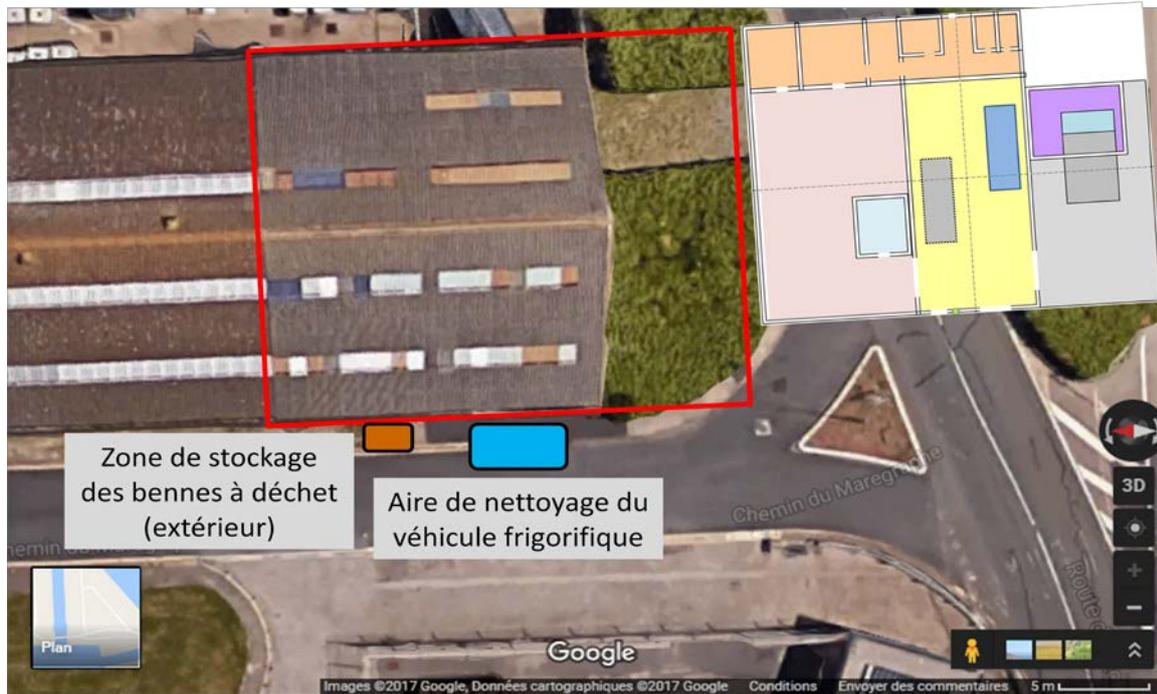
<http://www.guidedesespeces.org/fr/moule>.

FranceAgriMer Les Filières Pêche et Aquaculture En France : Production, Entreprises, Échanges, Consommation (2016a). Les cahiers de FranceAgriMer. Accessed May 9, 2017

<http://www.franceagrimer.fr/content/download/44425/424176/file/STA-MER-chiffres%20cl%C3%A9s%20fran%C3%A7ais-avril%202016.pdf>

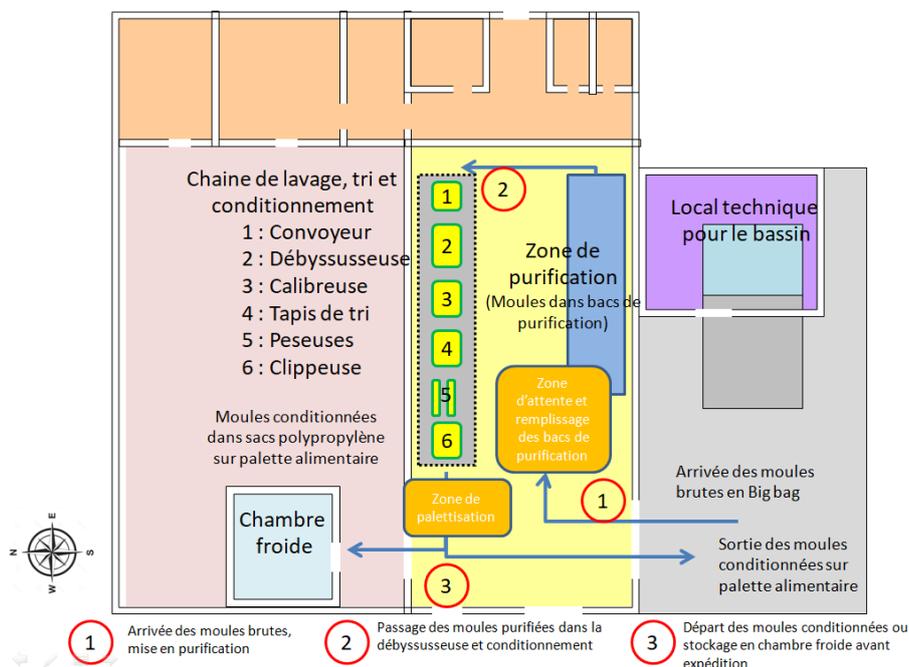
- FranceAgriMer Données et Bilans (2016b). Consommation des produits de la pêche et de l'aquaculture. Accessed May 9, 2017
<http://www.franceagrimer.fr/content/download/46570/445195/file/STA-MER-CONSO%202015-juil2016.pdf>
- Le Marin Risque de Déclassement Pour Une Vingtaine de Zones de Production de Coquillages En France (2013). Le marin. Accessed August 21, 2017
<http://www.lemarin.fr/articles/detail/items/risque-de-declassement-pour-une-vingtaine-de-zones-de-production-de-coquillages-en-france.html>
- Jean-Claude Le Saux, Monique Pommepuy La Purification Des Coquillages (2003). Accessed May 9, 2017
<http://www.ifremer.fr/envlit/documentation/documents.html>
- Luc Leclerc LES MOULES EN BARQUETTE Trop Nouveau Ou Déjà Dépassé ! (2011). Accessed May 9, 2017
<http://merinov.ca/transfert2011/presentations/28.pdf> Accessed 4 April 2017
- Patrick Monfort Microbiologie et Coquillages (2004) Accessed 4 April 2017
http://www.ifremer.fr/cycleau/pdf/coquillages_microbiologie.pdf
- Plateforme Innovation Nouvelles Vagues (2014) Fiche synthèse : DLC/DLUO date de durabilité minimale des produits aquatiques. Plate-Forme Innovation Nouvelles Vagues Accessed August 8, 2017
http://www.veilleproduitsaquatiques.com/download.php?chemin=documents/id_748_1.pdf
- L'Union Nationale de la Poissonnerie. "Température de Conservation Des Coquillages et Crustacés." Accessed April 7, 2017.
<http://www.uniondelapoissonnerie.org/l-actualite/item/416-temperature-de-conservation-des-coquillages-et-crustaces>.
- "Statistiques - L'importation Des Moules." Accessed May 9, 2017.
<http://www.cnc-france.com/importation-des-moules.aspx>.
- Jean-Cédric Reninger, Lynda Saïbi-Yedjer Directive-Cadre « Stratégie Pour Le Milieu Marin » (DCSMM) Perspectives Pour Le Programme de Surveillance Thème 9 « Questions Sanitaires » (2013). Accessed May 9, 2017.
http://www.dirm-memn.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation_Reunion_Caen_15042013_v07.pdf

Annexe I : Plans généraux de l'atelier de purification

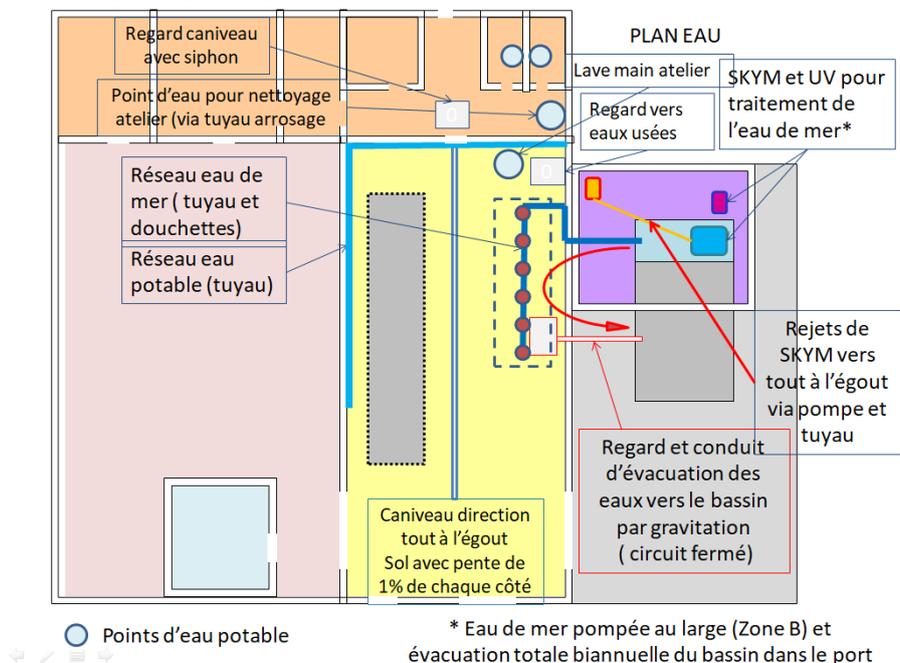


Annexe II : Agencement de l'atelier de purification

1. Schéma de circulation du produit pour la purification et le conditionnement



2. Schéma d'agencement du système de traitement de l'eau et de purification des moules



3. Schéma de l'organisation générale de l'atelier



4. Photo du début de la ligne de conditionnement



Débyssuseuse

Tapis du
convoyeur

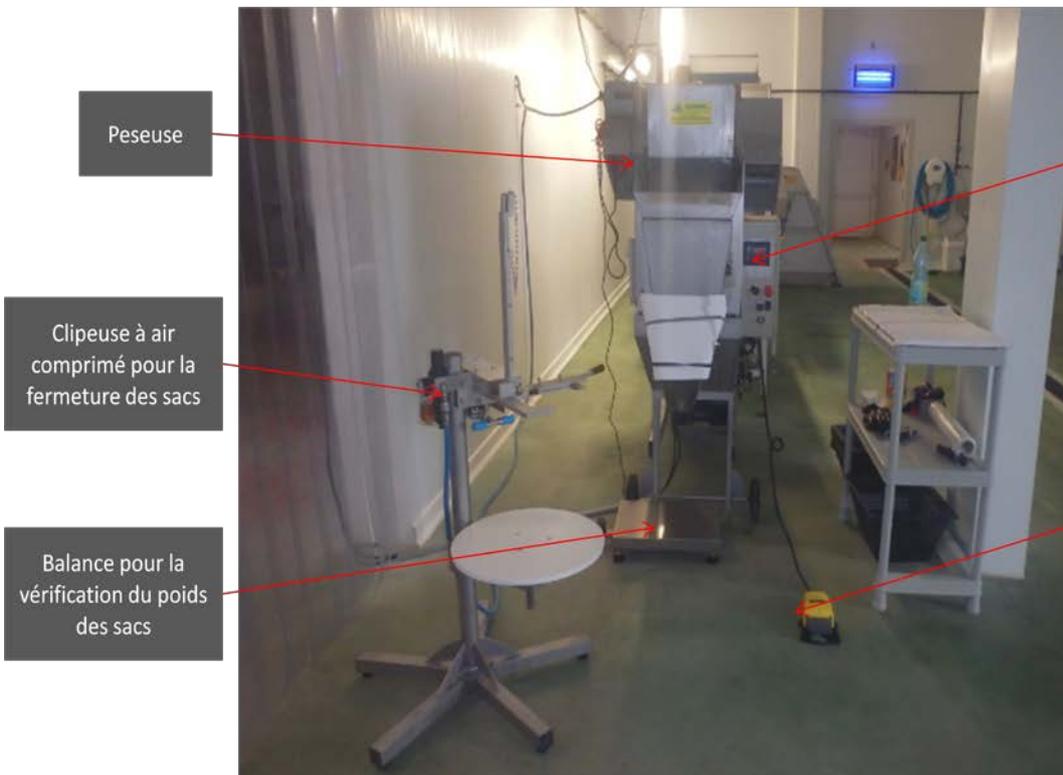
Basculeur pour le
chargement des
moules

Calibreuse

Tapis de tri

Trémie de la
peseuse

5. Fin de la ligne de conditionnement



Peseuse

Clipseuse à air
comprimé pour la
fermeture des sacs

Balance pour la
vérification du poids
des sacs

Boitier de
commande de
la peseuse

Pédale pour la
mise en sac

Annexe III : Document permettant le suivi de la traçabilité

L'EPAULARD	Fiche interne de suivi des lots de la réception au conditionnement	Version 1 24/04/2017								
N° du Lot : AAMMJJ - N° pêche										
Réception des coquillages										
Date		Heure								
Nom du fournisseur	Type de Moules	Quantité totale								
		Origine								
		Responsable								
		Classement de zone								
Contrôle propreté		Contrôle vitalité	Acceptation du lot							
Suffisant	Insuffisant	C NC	oui non							
			Commentaire							
Purification des coquillages										
Suivi de la durée de purification										
Entrées	Date	Heure	N° conteneur	durée purif	Paramètres cible	Température 10° < X < 15°	Salinité (g/l) 32g/l < X < 38g/l	O ₂ (ppm) > 50 %	action corrective	Vba
					Entrées					
Sorties	Date	Heure	N° conteneur	durée purif	Sorties	Date	Heure	N° conteneur	durée purif	
Conteneurs										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
consigne : Durée minimum de purification : Moule : 12H										
conditionnement										
Date	Heure debut	Détail des colis conditionnés							Responsable	

Annexe IV : Utilisation de la débysseuse

1. Principe de fonctionnement

(Franken Inox B.V. 2015)

HFDSTPAR

7. DESCRIPTION GENERALE

7.1 Fonctionnement

La débysseuse type GRY-20 est spécialement conçue pour enlever les filaments de byssus sur les moules d'une telle manière efficace et soignée sans que les coquilles ne soient abîmées. La machine est le plus souvent utilisée pour débysser les moules fraîches. Pour obtenir un traitement du produit le plus efficace sur la débysseuse les conditions et le pré-traitement du produit alimenté doivent être optimales. Les conditions/pré-traitement est comme suite:

- Les coquilles doivent être fraîches (une quantité d'eau maximal dans le coquille).
- Les coquilles doivent être séparées un à un (dégrappées).
- Les coquilles doivent avoir une taille constante (pré-calibrées).
- Les coquilles doivent être débarrassées de adhérence de sable, algues, bernacles.
- Les coquilles à traiter doivent être libre d'autres espèces.
- Les coquilles ne doivent pas être stressés (p.e. par le dégorgeement et le prétraitement prudent).

Nous sommes toujours à votre service pour vous donner des renseignements comment vous pouvez l'atteindre.



MCHWYZG1

Ne jamais modifier la conception de fabrication d'un appareil ni lui ajouter des pièces, car cela peut conduire à des situations irréparables.<



MCHWYZG2

S'il y a des modifications inévitable à faire à la machine installation originale, veuillez les faire seulement après consultation et l'approuvement de FRANKEN INOX B.V.<

7.2 Principe de fonctionnement

Le produit alimenté à la débysseuse est distribué et transporté par moyen d'un système de rateau que est entraîné séparé. Le produit est introduit sur la première section des barres moletées qui consiste des rouleaux crénelés avec un diamètre de 20 mm. La machine a en total deux sections des rouleaux crénelés. Ces rouleaux tournent opposés (sur toute la largeur de la machine) et ils sont l'un à l'autre entraînés à chaque côté de la machine par un moteur avec transmission par chaîne. Les rouleaux sont prévus avec d'un crénelage qui prendre soin pour le débysseuse.

Dependant de la manière de culture ou les moules "sauvages", l'espèce de moules et/ou l'endroit géographique, il est possible d'utilisé des rouleaux avec des différentes crénelages sur une machine. L'angle du lit de débyssussage peut être ajusté entre 18° et 23° horizontalement parce qu'il y a des espèces des moules qui ont besoin un autre angle pour un résultat de débyssussage plus efficace. Le rateau qui prendre soin de la distribution du produit alimenté sur le lit, consiste d'un certain nombre de doigts en caoutchouc qui sont montées, avec une distance fixe sur le cadre du rateau. Ce cadre du rateau est entraînés par moyen d'un mécanisme réciproque et un moteur reducteur.

7.3 Exécution

TEKVRKL1

Voir le dépliant explicatif "Dwg.no. 1511002", au chapitre **13. APPENDICE**.<

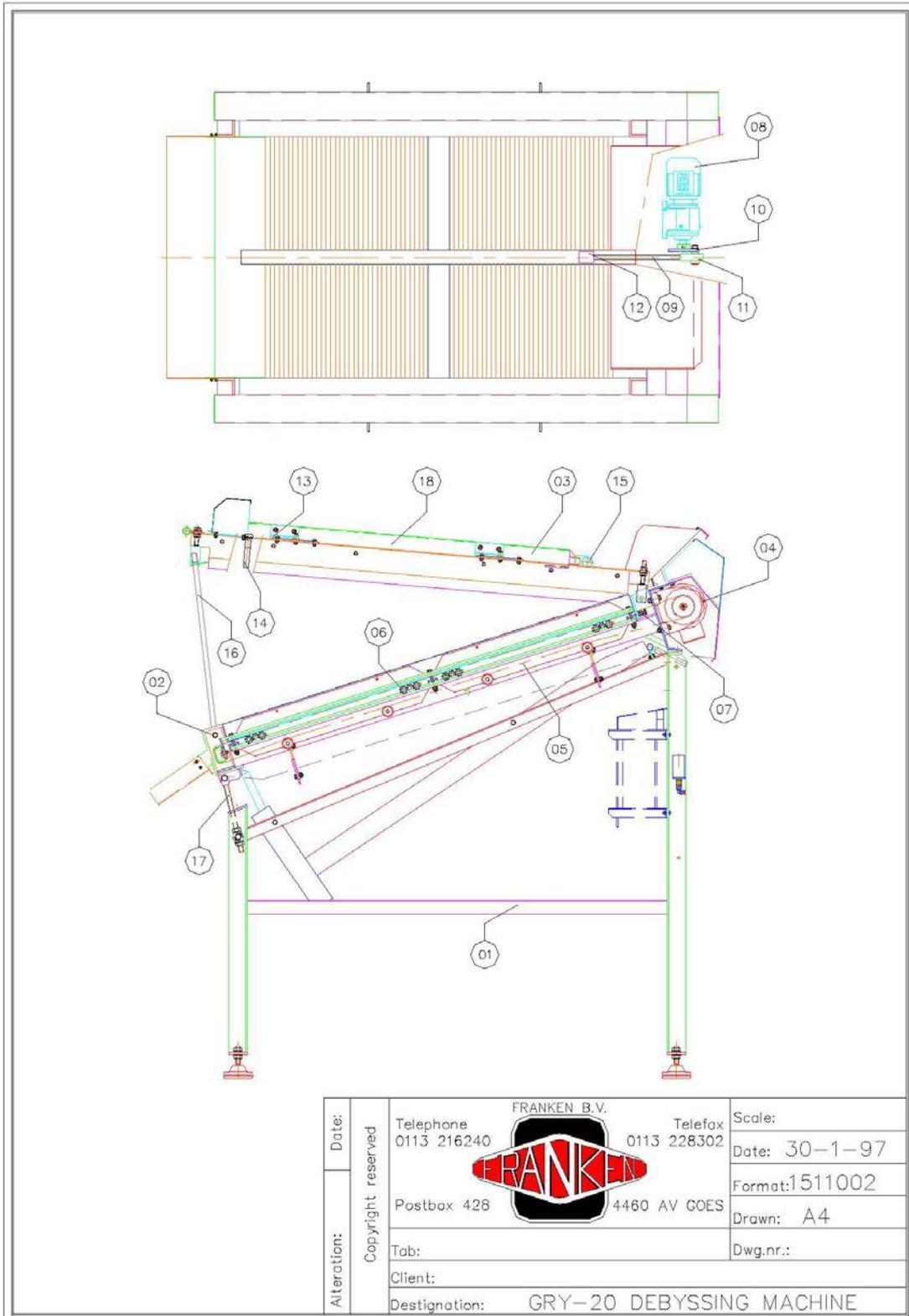
La machine à débyssusser se compose de trois parties, un support (01) (au-dessous), une partie de débyssussage (02), et une partie de transportation du produit (03). La partie du support (01) prend soin pour la stabilité de la machine et ici les capots de protection, plaque de décharge des déchets etc. sont montées. La partie du débyssussage (02) se compose d'un support dans lequel les deux moteurs d'entraînement (04) sont montés et qui entraîne, par la transmission par chaîne (05), les rouleaux crénelés (06). L'angle de la partie du débyssussage peut être ajusté par moyen du mécanisme de réglage (17) entre 18° et 23°. Le nombre total des rouleaux crénelées est divisé en deux parties, à savoir une section au-dessus et une au-dessous. Les rouleaux crénelées sont supportées (vue en direction de longueur) en trois places par moyen de bandes de nylon. A l'aide de trois boulons d'ajustage (07) au-dessus du section en haut et par 3 boulons d'ajustage (07) au dessous du section en bas on pourra ajuster la pression des rouleaux séparée et/ou éliminé un peu de jeu (par suite d'usure). Après que le produit est alimenté au débyssuseuse le produit sera distribué sur le lit des rouleaux crénelés par moyen d'un système de transportation du produit. Le système de rateau est entraîné par moyen d'un moteur-réducteur (08) et se compose d'une bielle d'entraînement (09) avec paliers (11 + 12) et un disque excentrique (10). Le cadre du rateau (18) est appuyé par 4 pièces tablettes d'usure remplaçable (13). Le rateau et les deux sections de rouleaux crénelés sont nettoyés, lubrifiés et refroidis pendant l'opération par moyen des pulvérisateurs en eau (15). Le système de rateau pourra être élevé et fixé par le verrouillage (16).

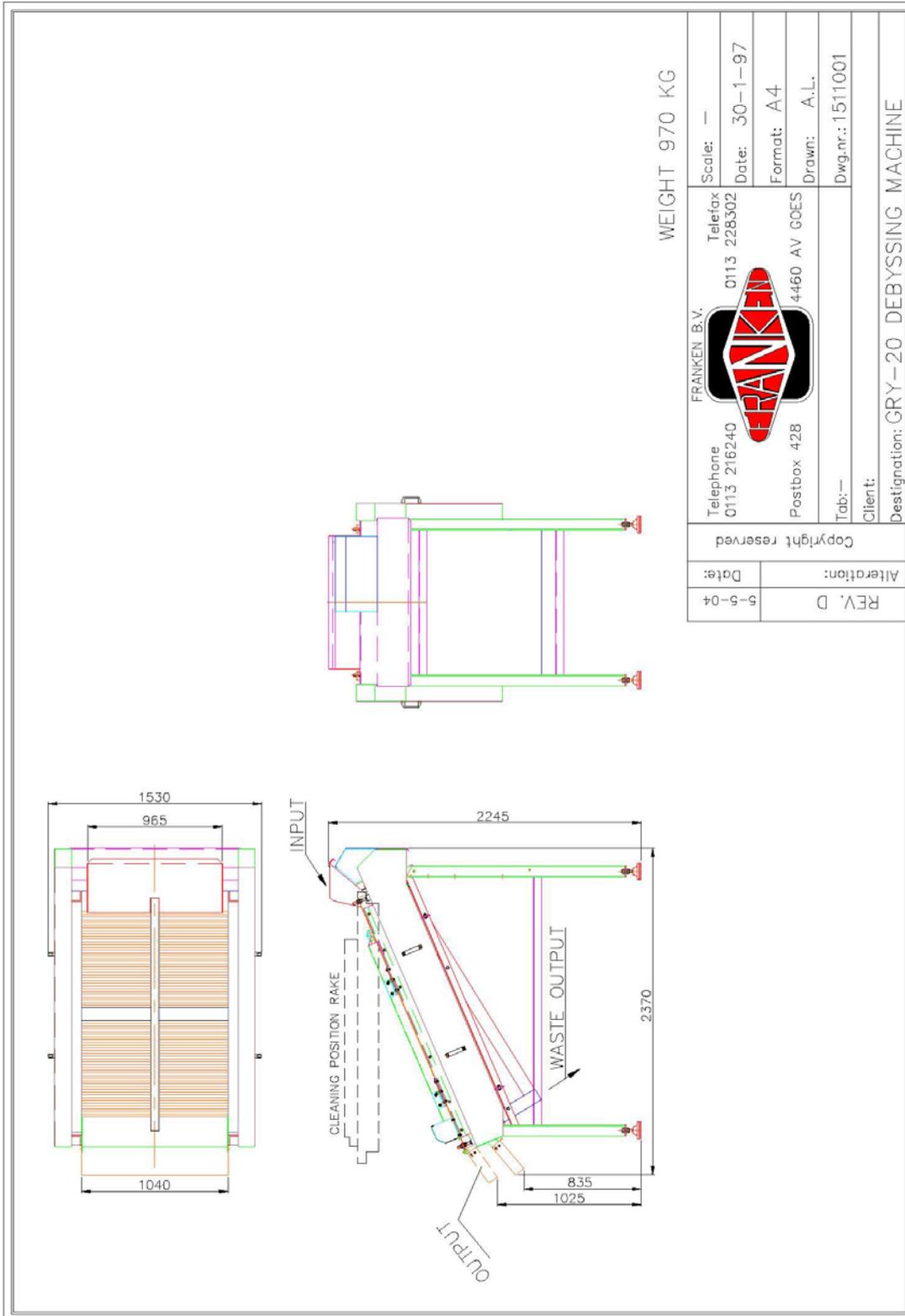
MCHOPTIE

Si la machine est exécutée avec une ou plusieurs d'option(es), vous pouvez trouver les détails au chapitre **13. APPENDICE**.<

2. Schémas techniques de la débysseuse

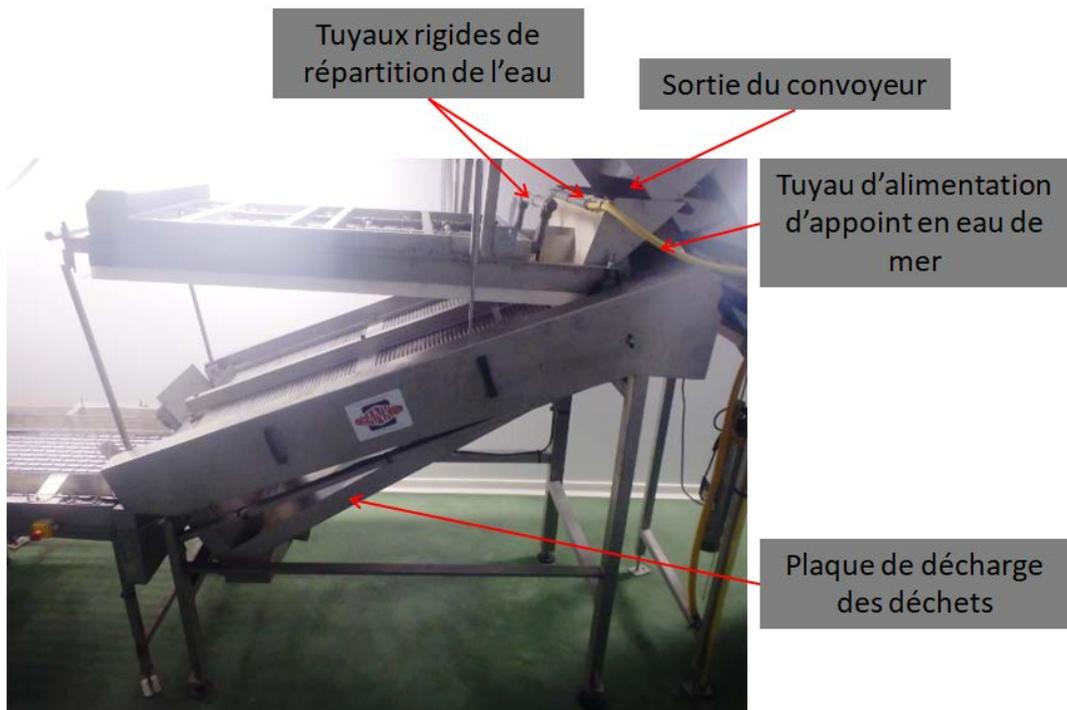
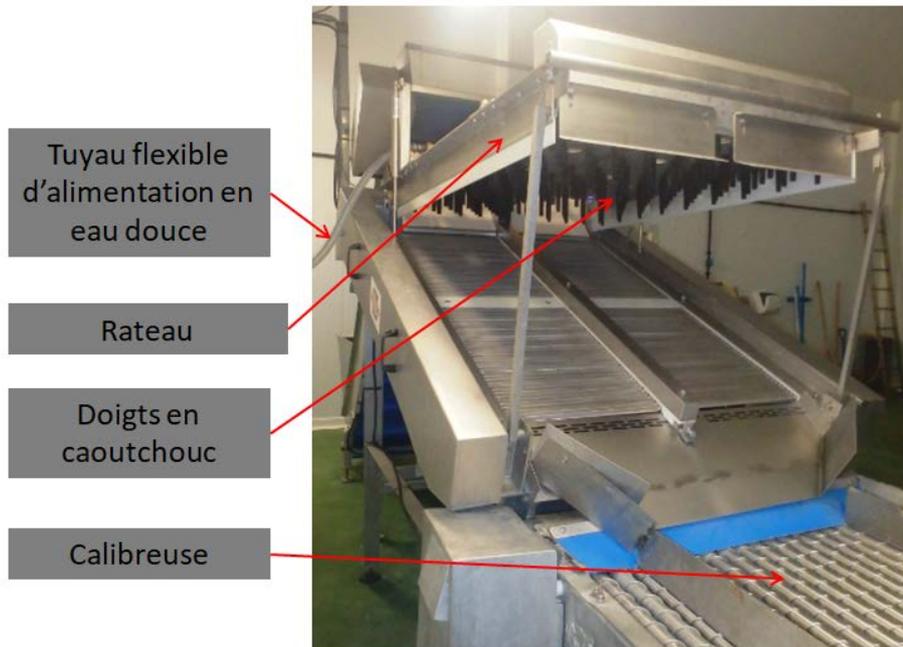
(Franken Inox B.V. 2015)





(Franken Inox B.V. 2015)

3. Photos explicatives du fonctionnement de la débyssuseuse



Annexe V : Plan de maitrise sanitaire de l'atelier de purification

1. Plan de nettoyage et désinfection

L'ÉPAULARD

Plan nettoyage et désinfection

Version 3
16/06/2017

Quoi ?	Avec quoi	Comment ?	Qui ?	Quand ?
Équipements individuels : Bottes et cottes stockées dans le vestiaire	Eau douce potable	jet d'eau	employé	1 fois / jour
Gants (stock dans l'entrepôt ou dans les vestiaires)				
Vestiaires, WC	eau propre + détergent, désinfectant	Balai et détergent	Calendrier nettoyage	1 fois par jour
Bureau, administration	Eau douce potable détergent	aspirateur ou balai	Responsable production ou conditionnement	1 fois par jour
Chambre froide	Eau douce potable détergent	Jet d'eau	Responsable production ou conditionnement	1 fois par jour
Entrepôt	Balai ou eau douce potable	Balai et détergent si nécessaire	Responsable production ou conditionnement	1 fois par jour
Engins élévateurs	Balai ou eau douce potable	Rinçage pression	usage r	Dès que nécessaire
Zone de purification				
Sol	étape 1 : rinçage eau douce potable étape 2 : détergent désinfectant	jet d'eau et balai - radette	Responsable production	après chaque cycle de production
murs	étape 1 : rinçage eau douce potable étape 2 : détergent désinfectant	jet d'eau et pression	Responsable production	hebdomadaire
plafond	étape 1 : rinçage eau douce potable étape 2 : détergent désinfectant	jet d'eau et pression	Responsable production	annuel
Chaîne de production (machines et équipements)	étape 1 : rinçage eau douce potable étape 2 : détergent désinfectant	jet d'eau	Responsable production	après chaque cycle de production
Bennes déchets	étape 1 : rinçage eau douce potable étape 2 : détergent désinfectant	jet d'eau hors zone de production	Responsable production	Dès que nécessaire
Véhicule figurique	étape 1 : rinçage eau douce potable étape 2 : détergent désinfectant	jet d'eau hors zone de production	Responsable production	Après chaque livraison, transport
Bacs de purification	Rinçage eau douce potable, désinfectant et rinçage abondant en fin de semaine	jet d'eau	Responsable production	après chaque cycle de production
Palette de rétention dans chambre froide	Rinçage eau douce potable, désinfectant et rinçage abondant en fin de semaine	jet d'eau hors zone de production	Responsable production	Quotidien

Les produits d'entretien possiblement dangereux pour les denrées alimentaires sont stockés dans l'entrepôt pour éviter toute contamination

PLAN DE CONTRÔLE D'EFFICACITÉ DU NETTOYAGE

Avant chaque mise en purification la vérification visuelle de la propreté des bacs et des machines sera effectuée
Après chaque cycle de purification, contrôle visuel de la propreté de l'atelier, des machines et des bacs de purification
Avant chaque livraison, la propreté du véhicule sera vérifiée

Gestion des non-conformités : Toute non-conformité avec le plan de nettoyage sera répertoriée à l'aide de la fiche G
Les machines, bacs de purification, sol, ou autres devront alors être immédiatement nettoyés avant de reprendre l'activité

2. Plan de maintenance

L'EPAULARD

Plan de maintenance

Version 3 16/06/2017

Quoi ?	Avec quoi	Comment ?	Quand ?
Purification			
SKYM	cf, fiche entretien SKYM et UV	maintenance assurée en interne	
Système UV	cf, fiche entretien SKYM et UV	maintenance assurée en interne	
bac purification et palette rétention d'eau	Karsher, jet d'eau	élimination dépôts	après utilisation
réservoir eau de mer	karsher, jet d'eau	élimination dépôts	Annuel
Bloc froid local technique	Société Frigoclean	Société Frigoclean	entretien annuel, dès que nécessaire
Structure			
évacuations	Brosse eau	évacuation des dépôt, crasses	hebdomadaire, dès que nécessaire
tables conditionnement	Brosse métallique, résine fibre	élimination rouille	annuel, dès que nécessaire
revêtements	peinture plastifiée	élimination rouille	annuel, dès que nécessaire
locaux personnel	Peinture	rafraichissement	annuel
entrepôt	structure	entretien, réparation	annuel, si nécessaire
sanitaires	Peinture	rafraichissement, matériel	annuel
Machines (débyssuseuse ,calibreuse, tapis, clippeuse)	brosse, acide, lubrifiant	élimination rouille, entretien roulements	annuel
Manutention			
élévateur	outils, peinture plastifiée, résines, pièces de rechange, lubrifiant	élimination rouille, entretien roulements	entretien annuel, dès que nécessaire
transpalette			
fourgon frigorifique			

Annexe VI : Récapitulatifs du budget investi pour la création de l'atelier de purification

Maçonnerie	
Fosse + Dalle extérieure	
implantation+ percement + évacuation gravats	4712
Remblais	1950
Murs de la fosse	7382
Dalle de la fosse	2236
Regard pour évacuation	634
Préparation dalle extérieure	727
Prédalle	571
Dalle extérieure	2674
SOUS TOTAL	20887
Dalle intérieure	
Fouilles pour fondations	341
Fondations	1648
Longrines soubassement	2125
Cassage dalle + évacuation gravats	3865
Cresauge caniveau + grilles	3292
canalisation	700
Préparation dalle	1754
Dalle quartz balayé	5722
Gaines pour cables électriques	3360
Puisards (x3) et tampons	2469
SOUS TOTAL	25275
Portes 3x3	
Sciage murs	720
Poteau maintien	234
Linteau 20x40	169
SOUS TOTAL	1123
TOTAL	47284

Panneaux Frigo	
Atelier purification	
Parois périphériques	10578
Cloison	2300
Plafond	10697
Portes, hublots	1471
Divers (manutention, habillage, accessoires, main d'œuvre supplémentaire)	4013
SOUS TOTAL	29059
Chambre froide	
Parois	2187
Plafond	972
Porte	2193
Modifications	9430
SOUS TOTAL	14782
Local technique exterieur	
parois et plafond	2500
Porte	1686
SOUS TOTAL	4186
TOTAL	48027

Local technique	Quantité	Prix unité	Prix total	Sous totaux	Petit outillage	Quantité	Prix unité	Prix total	Sous totaux
conkybox	2	12500	25000		Oxymètre	1	219	219	
Installation groupe froid	1	3786	3786	29000	Réfractomètre	1	109,9	109,9	
Bacs purification					échelle limnimétrique	1	236	236	
Bins	18		0		Nettoyeur haute pression	1	499	499	
Bacs rétention INOX	2	4300	8600	8600	Aspirateur à eau	1	450	450	
Tuyauterie eau de mer					Thermomètres	2	15	30	
Tube 90	12	5,15	61,8		Peinture murs	1	59	59	
Tube 110	6	7,75	46,5		Peinture sol	6	30	180	
Coudes 90	17	18,95	322,15		Palette rétention eau	7	150	1050	2832,9
Coudes 110	2	29,56	59,12		Hygiène				
T 90	4	15,9	63,6		Peinture alimentaire CF	4	135	540	
Manchons 90	4	6,28	25,12		Kit PAREDES HYGIENE	1	450	450	
Raccords 90	10	32,5	325		Ensemble produits hygiène	1	164	164	1154
Vannes 90	4	75,5	302	1205	Ligne conditionnement				
Tuyauterie eau douce					Clipeuse	1	4300	4300	
Tube 32	24	1,29	30,96		Débyssuseuse	1	10000	10000	
Coudes 32	11	1,73	19,03		Calibreuse	1	4000	4000	
T 32	3	1,29	3,87		Tapis de tri	1	1000	1000	
Manchons 32	1	0,76	0,76		Convoyeur	1	5000	5000	
Raccords 32	3	3,38	10,14		Peuseuse	2	6000	12000	
Vannes 32	2	7,5	15	80	Groupe froid chambre froide	1	3000	3000	
Sécurité incendie		400	400	400	Installation groupe froid CF	1	0	0	39300
								TOTAL	82572

Annexe VII : Estimation du cout de production d'une tonne de moules sur les années 2016 et 2017

Calcul du coût de revient d'un produit : Moules non purifiées		
Période	2016	2017
Quantités produites (tonnes)	180	230
Coût d'achat (€)		
Achats de matières premières (Gasoil, matière première... Coût de fonctionnement)	68900	88039
Coûts de production (€)		
Salaires et charges sociales	195300	214830 *
Coûts administratifs (€)		
Loyer, électricité, eau, amortissement machines	125200	159004 **
Coût de revient (€)		
Coût total pour les quantités produites (€)	389400	461873
Coût unitaire (€)	2163	2008
Prix de Vente HT (€)	1500	1650
Bénéfice unitaire brut (€)	-663	-358
Marge en % du Prix de Vente HT	-0,44	-0,22

* Une augmentaton des salaires et charges salariales de 10% a été appliquée pour obtenir le cout de production de 2017

** L'augmentation des coûts administratifs ont été calculés à partir de l'augmentation des coûts d'achat entre 2016 et 2017

Annexe VIII : Estimation du coût supplémentaire lié à la purification

Calcul du coût de revient d'un produit : Moules purifiées	
Période	1 mois / 2017
Quantités produites (tonnes)	30
Coût d'achat	
Sacs conditionnement (0,10 € x 2000)	200,00 €
Étiquettes traçabilité (0,004 € x 2000)	8,00 €
Coûts de production	
Salaires et charges sociales *	12 450,00 €
Coûts administratifs	
Loyer	1 000,00 €
Électricité (0,15€ / Kw) / Eau (1,67/m3) **	1 098,00 €
Amortissement des machines ***	2 143,00 €
Coût de revient	
Coût total pour les quantités produites	16 899,00 €
Coût unitaire	563,30 €
Prix de Vente HT	400,00 €
Bénéfice unitaire brut	-163,30 €
Marge en % du Prix de Vente HT	-0,41 €

* Détail du calcul du volume horaire dans le tableau ci-dessous. Salaire mensuel : 2500 € avec charges
** calculé à partir de la consommation relevée entre le 19 juillet et le 21 août
*** Calculé à partir du budget présenté en annexe VI avec une période d'amortissement de 7 ans, soit $180000 \div 7 \div 12 = 2143 \text{ € / mois}$

Jour	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	TOTAL
Volume traité par semaine	1 tonne	1 tonne	2 tonnes	2 tonnes	1,5 tonne	7,5 tonnes
Temps de travail (heures)	7,04	7,04	10,38	10,38	8,71	43,55
Temps de travail par mois :	43,55 x 4 = 174,2 heures					
ETP :	4,98					

	Diplôme : Ingénieur Spécialité : Halieutique Spécialisation / option : AQUA Enseignant référent : Hervé Le Bris
Auteur(s) : Pierre Eyrolles Date de naissance* : 06 / 02 / 1993	Organisme d'accueil : SCEA L'Épaulard Adresse : 2554 route de l'écluse Trystram, 59140 Dunkerque
Nb pages : 35 Annexe(s) : 8	Maître de stage : Philippe Quinault
Année de soutenance : 2017	
Titre français : Création d'un atelier de purification de moules (<i>mytilus edulis</i>), étapes clés dans l'aménagement des locaux et prise en main de l'activité de purification Titre anglais : Creation of a mussel (<i>mytilus edulis</i>) depuration workshop, key steps for the layout of the premises and activity ownership	
Résumé (1600 caractères maximum) : Cette étude retrace les différentes étapes qui ont conduit à la création d'un atelier de purification de moules sur le port de Dunkerque. Elle met en évidence les contraintes administratives et techniques pour la réalisation des travaux et l'aménagement de l'atelier tout en décrivant la prise en main de ce nouvel outil de travail. Le budget de l'investissement pour l'installation de l'atelier ainsi que le coût de revient du produit sont également présentés. Finalement, une analyse du fonctionnement de l'entreprise rend compte des modifications sur l'organisation du travail face à cette nouvelle activité.	
Abstract (1600 caractères maximum) : This study traces the different steps that led to the creation of a mussels depuration workshop on the port of Dunkirk. It underlines the administrative and technical requirements for the work realisation and for the layout of the premises, while describing the ownership of this new tool. The budget for the investment for the workshop installation and the production costs are also presented. Finally, an analysis of the functioning of the company reports the modifications of the organisation of the labour force toward this new activity.	
Mots-clés : Conchyliculture, développement d'entreprise, purification de mollusques Key Words: Shellfish farming, company development, molluscs depuration	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires