



Projet SNOTRA 2

« Sargasses et entéromorphes de NOrmandie : valorisaTion de Ressources Algales 2 »



Avec le concours financier de l'Union européenne : Fonds Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche (FEAMP)

Financement

- Union Européenne (FEAMP)
- France Agrimer (FEAMP)



Partenariat Technique

- Synergie Mer Et Littoral (SMEL)
- Comité Régional de la Conchyliculture Normandie Mer du Nord (CRC NMdN)
- Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Normandie (CRPMEMN)
- Station d'Expérimentation et de Développement Légumière de Normandie (SILEBAN)
- ACTALIA





Rédaction :

Sébastien Pien, Eléonore Briquet, Garance Attenot, SMEL Synergie MER et Littoral (Blainville Sur Mer)

Manuel Savary, Comité Régional de la Conchyliculture Normandie Mer du Nord (Gouville sur Mer)

Xavier Tétard, Comité Régional des Pêches Maritimes de Normandie (Port-en-Bessin)

Anaëlle Espinasse, Franck Vial, SILEBAN (Gatteville-le-Phare)

Bruno Drouot, Cécile Le Corroller, Julie Breuil, Agathe Behuet, Tom Letellier, UFR SEGGAT, Université de Caen

L'équipe du projet SNOTRA 2

Sébastien Pien, Suzy Moal, Eléonore Briquet, Garance Attenot, SMEL Synergie Mer Et Littoral (Blainville Sur Mer)

Chantal Desree, Service Mutualisation - Conseil départemental de la Manche (Saint Lô)

Manuel Savary, Jean-Marc Jacquette, Sandrine Corbet, Comité Régional de la Conchyliculture Normandie Mer du Nord (Gouville sur Mer)

Xavier Tétard, Marc Delahaye, Comité Régional des Pêches Maritimes de Normandie (Port-en-Bessin & Cherbourg)

Franck Vial, Anaëlle Espinasse, Aurélie Scoarnec, Jacques Dubois SILEBAN (Gatteville-le-Phare)

Véronique Lavatine, Estelle Brière, ACTALIA (Saint Lô)

L'équipe **SNOTRA 2** tient à remercier tous les participants à cette étude et plus particulièrement les conchyliculteurs Mr. Maxime GODEFROY, Mr. Emmanuel MAITRE, Mr. Dimitri LANDRY, Mr. Loïc MAINE ainsi que Mr Loïc BELHAIR, Directeur de MULTIMER, pour leur disponibilité et leur soutien dans les travaux menés au cours de ce projet. Nous tenons également à remercier Mrs. Alexis et Quentin LEVIONNAIS, agriculteurs à Condé-sur-Vire, pour nous avoir permis de monopoliser leur séchoir à deux reprises au cours du projet.

Nos remerciements vont également à l'ensemble des acteurs du groupement **NORMANDIE FILIERE ALGUES** qui a pu voir le jour au cours de ce projet. Cela n'aurait pu être possible sans leur aide, leur soutien et leur motivation sur ce sujet.



SNOTRA 2

Sargasses et entéromorphes de *NO*rmandie : valorisa*Tion* de *R*essources *A*lgales



Table des matières

INTRODUCTION.	1
La sargasse.....	2
L'entéromorphe.	4
Le projet SNOTRA 2.	6
WP 1 : LA PECHE.	8
A. Les aspects réglementaires.	9
B. Le suivi des pêcheries.	11
1. La sargasse.....	11
2. L'entéromorphe.	22
C. Les techniques de pêches.....	29
1. Introduction.....	29
2. Les sargasses.	29
3. Les entéromorphes.	32
WP 2 : DE L'ESTRAN A L'USINE	36
A. Le stockage.	37
1. Introduction.....	37
2. Les sargasses.	37
3. Les entéromorphes.	44
B. La logistique et le transport.	46
1. Introduction.....	46
2. Test de transport pour les sargasses.....	46
WP 3 : L'UTILISATION DES ALGUES	48
A. Les aspects agricoles	49
1. Propriétés biostimulantes.	49
2. Fixation de la couche superficielle des sols sableux de la Côte Ouest.....	62
B. Les aspects alimentaires.....	66
Avant propos.	66
WP 4 : L'ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE.	68
A. Avant propos.	69
B. GT écosystème	71
C. GT Marchés	71
D. GT Matières premières.....	71



E. GT Visibilité.....	72
F. En bref	73
CONCLUSION.....	74
ANNEXES.	77

Table des annexes

ANNEXE 1 : ACTALIA – SNOTRA 2 – 2021 / 2023 – RAPPORT TECHNIQUE

ANNEXE 2 : ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DU DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE ALGUES : Une application aux sargasses et entéromorphes. *A. Behuet, J. Breuil & T. Letellier. 2023.*

ANNEXE 3 : CREATION D'UNE FILIERE ALGUES EN NORMANDIE (Etude professionnelle). *E. Briquet. 2021.*

ANNEXE 4 : Rapport SNOTRA 2 Rapport analytique CL100D1/CL101D1. *ALGAIA. Mars 2023.*

Table des illustrations

Figure 1 : Etapes de propagation de la sargasse japonaise par décennie en Europe. (Engelen et al. 2015)	2
Figure 2 : Echouages d'algues à dominante "sargasses" à Bernières-sur-Mer.	3
Figure 3 : Impact des sargasses sur les installations conchylicoles dans la Manche.	3
Figure 4 : Photographie des 4 espèces d'entéromorphes les plus couramment rencontrées sur les côtes françaises (source : Algaebase).	4
Figure 5 : Parcs ostréicoles sur la côte ouest du Cotentin en période de croissance de l'entéromorphe.....	5
Figure 6 : Partenariat technique du projet SNOTRA 2	6
Figure 7 : Programme technique du projet SNOTRA 2.....	7
Figure 8 : : Abondance de la sargasse et zones de récoltes identifiées sur le littoral normand (graphe SNOTRA)	11
Figure 9 : Estimatif des tonnages maximaux de sargasses sur les six secteurs étudiés dans SNOTRA.	12
Figure 10 : A : Exemple de Grandcamp-Maisy- A : Implantation du secteur d'études sur l'estran. B : Découpage de la zone d'étude et points suivis mensuels en 2022.....	13
Figure 11 : cadrat de 1 m ² avant prélèvements (photo A) et après (photo B).....	14
Figure 12 : Sargasse en état biologique notée avec l'indice 3 (A), indice 2 (B) et indice 1 (C).....	15
Figure 13 : Résultats du suivi mensuel sur chaque site(en g/m ²) depuis 2017.....	17
Figure 14 : Résultats d'indice annuel moyen sur les 4 sites d'études depuis 2017.	18
Figure 15 : Moyenne annuelle du nombre d'individus par site.	19
Figure 16 : Implantation des sargasses sur la côte ouest du Cotentin (A) et sur les côtes du Calvados (B).	19
Figure 17 : Poids moyen de la sargasse par site et par an.	20
Figure 18 : Evolution moyenne mensuelle de l'indice de fraîcheur entre 201 et 2023.	21
Figure 19 : Croissance des entéromorphes à Gouville sur Mer (en orange) et à Grandcamp-Maisy (bleu) en 2017 et 2018.....	22
Figure 20 : poches colonisées par l'entéromorphe sur Gouville-sur-Mer (gauche) à et Grandcamp-Maisy (droite).....	22
Figure 21 : Implantation des différentes stations de suivi.....	23
Figure 22 : poids moyen d'entéromorphes en fonction du mois de pose des poches sur l'estran.	24
Figure 23 : Moyenne en poids frais des algues Entéromorphes et Porphyra sur l'ensemble des stations en fonction de la date de pose des poches.....	25
Figure 24 : Exemples de poches en Juin sur le station "PRO" en 2023 - A: Pose en Novembre, B : pose en décembre, C: pose en Janvier, D : Pose en février.....	26
Figure 25 : Poids moyen d'entéromorphes en fonction de la hauteur bathymétrique (CRC : haut d'estran - SMEL & PRO : milieu d'estran - CHESNAY : Bas d'estran)	26
Figure 26 : Suivi de poches suivis mensuellement sur le site "PRO" et posées en décembre.	27
Figure 27 : Coupe manuelle par un pêcheur à pied professionnel durant le projet SNOTRA.....	29
Figure 28 : Ramassage expérimental de sargasses sur les barrages de protection à Bricqueville-sur-Mer.	30
Figure 29 : Godet de coupe pour la récolte de sargasses (à droite) et ramassage mécanisée expérimentale à Bricqueville-sur-Mer durant le projet SNOTRA.....	30
Figure 30 : Test de récolte mécanisée à Bricqueville-sur-Mer le 20 avril 2023.	31
Figure 31 : Récolte des entéromorphes. (A) : poches suffisamment fournies pour une récolte possible. (B) méthode de récolte manuelle. (C) : Conditionnement des algues après récolte.	32
Figure 32 : Récolte du 15 juin 2022 à Gouville-sur-Mer (Manche).	33



Figure 33 : Récolte du 15 juin 2022 à Asnelles (Calvados).....	34
Figure 34 : Récolte du 07 juin 2023 à Gouville-sur-Mer (Manche).....	34
Figure 35 : Séance de nettoyage des entéromorphes chez ACTALIA le 12 juin 2023.....	35
Figure 36 : De la fin de la récolte (A) au stockage en bassin ostréicole (B).....	38
Figure 37 : Maintien des algues dans le bassin ostréicole.....	38
Figure 39 : Etat des algues après 14 jours de stockage (A) et nettoyage du bassin à l'issue du stockage (B) ...	39
Figure 38 : Suivi de la température de l'eau au cours du stockage dans le bassin ostréicole.....	39
Figure 39 : Suivi de la température dans le bac de stockage des algues mis au froid positif.....	40
Figure 40 : Bac de stockage des algues au froid positif (A) et état des algues après 14 jours de stockage (B) .	41
Figure 41 : Séchage des algues sous serre.....	42
Figure 42 : Vue aérienne des installations agricoles de la ferme Levionnais.....	43
Figure 43 : Sargasses mis en séchage en 2022 (A) et en 2023 (B).....	44
Figure 44 : Conditionnement des entéromorphes applicables de la récolte jusqu'à l'usine de transformation.	45
Figure 45 : Opération de transvasement des algues du plateau ostréicole vers le camion benne.....	47
Figure 46 : Essai d'innocuité des biostimulants algaux sous serre, dispositif expérimental.....	51
Figure 47 : Essai d'innocuité sous serre, taux de levée moyen des différentes combinaisons produit x dose testées pour le sol sableux de la Côte Ouest	52
Figure 48 : Essai d'innocuité sous serre, taux de levée moyen des différentes combinaisons produit x dose testées pour le sol limono-sableux du Val de Saire.....	52
Figure 49 : Essai poireaux, répartition des poireaux récoltés par calibre au sein de chaque modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	54
Figure 50 : Deuxième essai carottes, rendement cumulé par calibre selon modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	55
Figure 51 : Deuxième essai carottes, rendement commercialisable selon modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	56
Figure 52 : Deuxième essai carottes , nombre de carottes commercialisables selon modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	56
Figure 53 : Essai choux de Milan, poids moyen d'un chou après parage selon le traitement appliqué. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	58
Figure 54 : Essai choux de Milan, répartition des choux selon leur calibre au sein de chaque modalité (100 choux récoltés par modalité). Des lettres différentes pour un même calibre indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	58
Figure 55 : Essai choux de Milan, nombre de choux portant des taches nécrotiques selon modalité (100 choux récoltés par modalité). Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	59
Figure 56 : Essai en pépinière de poireaux. Masse moyenne d'un plant de poireau après trois mois de culture selon le traitement appliqué. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.....	60

Figure 57 : Profil de vent utilisé pour les essais en soufflerie sur le potentiel des alginates à fixer la couche superficielle des sols sableux	63
Figure 58 : Histogramme de masse perdue en moyenne par barquette et par passage en soufflerie selon la modalité, comparaison entre les témoins et le produit SN2-ALG-S60. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5%.....	64
Figure 59 : Évolution de la masse perdue par modalité au cours des deux passages en soufflerie. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5%.	65
Figure 60 : Première réunion plénière de structuration de la filière Algues normande le 14 octobre 2022 à Saint Lô.	70
Figure 61 : Extrait du tableur sur la législation en vigueur par espèce et type de récolte ou culture.	72
Figure 62 : Logo du collectif Normandie Filière Algues ou NFA	73

Tableau 1 : Résumé du cadre réglementaire concernant le ramassage des sargasses à l'issue du projet SNOTRA.	9
Tableau 2 : notation de l'état de fraîcheur de Sargassum muticum.	14
Tableau 3 : Planning de pose des poches sur l'estran et début du suivi photographique.....	24
Tableau 4 : Fin du suivi photographique et relevage final des poches (en vert).	24
Tableau 5 : Résultats de la récolte d'entéromorphes du 15 juin 2022.	33
Tableau 6 : Résultats de la récolte d'entéromorphes du 30 juin 2022.	34
Tableau 7 : Résultats de la récolte d'entéromorphes du 07 juin 2023.	34

INTRODUCTION.

La sargasse

L'algue *Sargassum muticum* ou sargasse japonaise est une algue brune provenant d'Asie de l'est, et plus particulièrement du Japon. Elle est arrivée en Europe par les huîtres japonaises, *Magdalena gigas*, destinées à reformer les cheptels d'élevage d'huîtres en Europe au cours de années 1970.

Depuis cette introduction, son développement fut extrêmement rapide le long des côtes européennes et on la retrouve aujourd'hui de la Norvège au Nord jusqu'au Maroc au sud. Sa capacité d'adaptation aux conditions européennes lui ont permis de s'installer durablement sur les côtes jusqu'à provoquer la diminution progressive de certaines espèces endémiques comme *Laminaria digitata* et *Saccharina latissima* sur les côtes du Calvados ((Givernaud et al., 1991, Cosson, 1999). Dans le cadre de la Directive Cadre de la Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), cette lague est aujourd'hui considérée comme une « espèce exotique envahissante ».

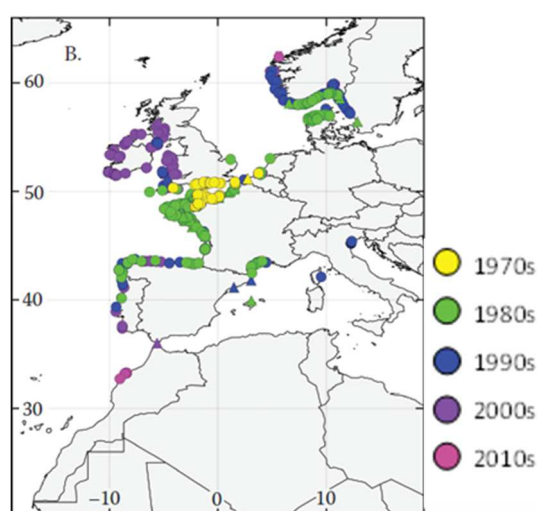


Figure 1 : Etapes de propagation de la sargasse japonaise par décennie en Europe. (Engelen et al. 2015)

L'algue est apparue dans les années 1970 en Normandie et s'est rapidement répandue et installée. Les conditions rencontrées sur les estrans normands sont particulièrement propices à son développement. Outre les nuisances observées sur le milieu naturel et sa biodiversité, cette propagation n'est pas sans provoquer certains problèmes sur l'activité économique de la région. Deux cas de figures se présentent :

- ✓ Dans la Manche, sur la côte ouest du Cotentin, les champs de sargasses sont fortement présents à proximité des parcs conchylicoles. Au cours de son cycle biologique (Loraine, 1989 ; Arenas et al, 1995 ; Engelen et al, 2015, Delaunay et al, 2020), l'algue atteint son maximum de croissance au cours du printemps et en début d'été. Lors que sa croissance est maximale, l'algue étant dotée de petits flotteurs, parvient à atteindre une flottabilité positive malgré son support souvent de petite taille (cailloux, coquillages...) et dérive au gré des courant de marée. La résultante de ces courants forme une trajectoire Sud – Nord et les lagues finissent leur course dans les parcs à moules comme à Bricqueville-sur-Mer ou les parcs ostréicoles comme à Gouville-sur-Mer. Une fois les algues arrivées dans les parcs, elles provoquent des dégâts (arrachage des animaux en élevage, facilite la montée des prédateurs, retourne les tables à huîtres...). Pour pallier à ce problème, les conchyliculteurs ont installé des barrages stoppant la course des algues ce qui sécurisent en partie les parcs limitant le problème initial.



Figure 3 : Impact des sargasses sur les installations conchylicoles dans la Manche.

- ✓ Dans le Calvados, la problématique est différente. Les champs de sargasses se développent sur les platiers rocheux et non sur de petits supports comme dans la Manche et découvrant à marée basse. Même au maximum de sa croissance, l'algue ne peut atteindre une flottabilité positive avec son support. Par contre, en périodes de tempêtes, de secteur nord, l'algue est très souvent arrachée de son support et échoue sur les plages au cœur de la saison touristique de juin à septembre et dans des proportions souvent très importantes. Ces échouages sont un véritable problème pour les communes littorales et demandent des moyens importants de nettoyage de plage pour pouvoir accueillir les touristes dans de bonnes conditions.



Figure 2 : Echouages d'algues à dominante "sargasses" à Bernières-sur-Mer.

Depuis 2015, des acteurs normands ont étudié la possibilité d'exploiter cette ressource à la fois en grande quantité et disponible. Le projet SARGASSES (2015-2016) financé par la région Normandie et avec pour partenaire le SMEL, ALGAIA, le CRCNMdN et le laboratoire BOREA de l'Université de Caen a permis, sur le secteur de Bricqueville-sur-Mer (Manche) de déterminer le stock disponible au plus fort de la croissance, de valider les moyens de lutte (barrages) auprès des autorités compétentes et démontrer la présence de molécules d'intérêt dans ces algues, molécules bases pour des biostimulants. Faisant suite à ce projet, le programme SNOTRA (Sargasses de Normandie : Valorisation d'une ressource algale, 2019 – 2019) financé par les fonds européens pour les Affaires Maritimes et la Pêche (programme FEAMP) et la région Normandie a permis d'étendre l'étude de cette algue à l'ensemble du territoire normand. Avec les partenaires du projet (SMEL, CRC NMdN, CRPMEM, ALGAIA et SILEBAN), les travaux ont pu démontrer que le stock présent était très important (estimé à 15 000 tonnes sur les seuls secteurs exploitables), que techniquement, la récolte était

envisageable, que l'exploitation de ces algues dans le domaine agricole offraient des perspectives intéressantes (biostimulants, stabilisateur de sols).

Toutefois, plusieurs sujets restaient à travailler avant d'envisager une activité autour de cette algue. La première problématique était l'accès à la ressource qui fait l'objet de travaux en cours entre le comité national de la pêche et les services de l'Etat. Initié au cours du projet SNOTRA, le dialogue avec les différentes parties ont permis de poser la problématique mais les solutions étaient toujours en cours de discussion. D'autre part, des travaux étaient à mener sur la logistique entre récolte et usine de valorisation, les tests de biostimulants et de stabilisation de sols ont pu être abordés au cours de SNOTRA mais demandait des tests complémentaires pour confirmer et affiner les premiers résultats. Enfin, une première approche socio-économique doit permettre de donner les premières données de rentabilité de cette algue dans un contexte de filière à construire en Normandie.

L'entéromorphe.

Algue verte endémique de la Normandie, l'entéromorphe est une algue du genre *Ulva sp.*, mais d'une morphologie particulière, en forme de tubes ou d'intestin (signification grecque de « *enteromorpha* »). Sur les

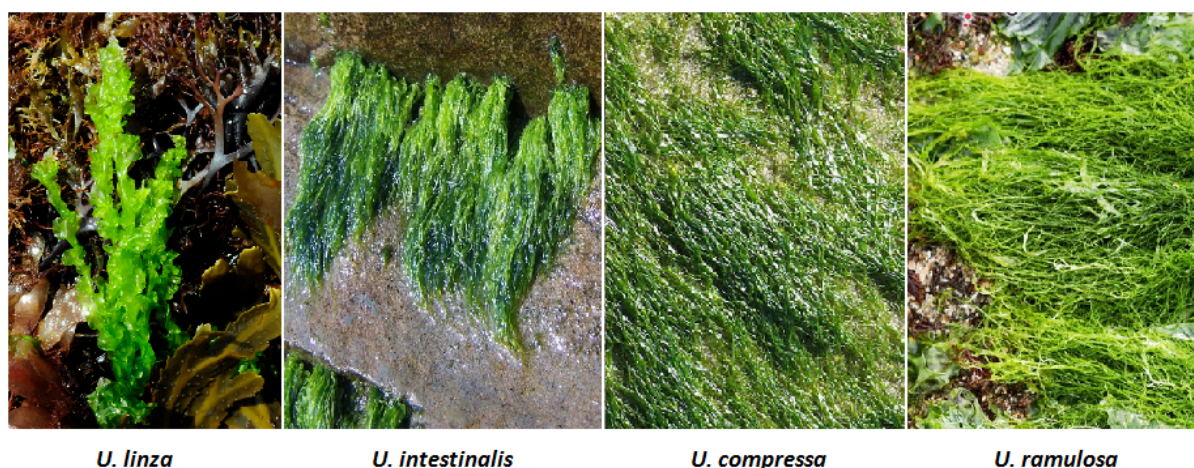


Figure 4 : Photographie des 4 espèces d'entéromorphes les plus couramment rencontrées sur les côtes françaises (source : Algaebase).

côtes normandes, on retrouve plusieurs espèces comme *Ulva compressa*, *Ulva intestinalis*, *Ulva ramulosa* ou *Ulva linza*, cependant morphologiquement proches et difficile à distinguer à l'œil nu dans son élément naturel (Pien et al, 2019). Dans ce rapport, ces ulves en tubes seront toujours appelées « entéromorphes » quelque soit l'espèce.

Ces algues se développent sur de nombreux supports (du platier rocheux au simple gravier de sable) et sur la totalité de l'estran mais trouve sur les poches ostréicoles un support particulièrement propice à leur développement, colonisant ainsi l'ensemble des parcs ostréicoles, notamment au cours du printemps et en début d'été.



Figure 5 : Parcs ostréicoles sur la côte ouest du Cotentin en période de croissance de l'entéromorphe.

Toutefois, de par la pratique culturale des conchyliculteurs, les poches sont régulièrement retournées au cours du printemps (une à deux fois) ce qui a pour conséquence de fortement limiter le développement de ces algues, voire de les éliminer. Ce retournement des poches (appelé « virage ») sert avant tout à travailler les huîtres pour qu'elles puissent obtenir une forme « commerciale » mais également éliminer les algues qui limiteraient l'accès à la nourriture. Cependant, une réflexion avec les professionnels a permis de soulever la question du potentiel de valorisation de cette algue accessible, en grande quantité mais éliminée en plein développement.

De cette question, le projet ENTEROMORPHES (2017 – 2018) a été initié et financé par la région Normandie. Il avait pour objectif de déterminer les conditions de récolte de cette algue uniquement sur les poches ostréicoles mais également ces possibilités de valorisation. Autour d'un partenariat réunissant le SMEL, le CRC NMdN, ALGAIA & ACTALIA, les travaux ont permis d'initier une méthode de récolte, de déterminer les conditions de cette récolte en lien avec l'activité ostréicole d'un point de vue technique et réglementaire et de déterminer des voies de valorisation tant pour le domaine agricole (biostimulants) ou agroalimentaire (algue riche en magnésium) (Pien et al, 2019).

Comme pour les sargasses, même si les résultats obtenus étaient encourageants, certains points devaient être travaillés avant de statuer sur la faisabilité technique et économique d'une récolte d'entéromorphes. Les résultats sur les récoltes se devaient d'être consolidés par de nouvelles récoltes qui intégreraient les récoltants potentiels dans un cadre professionnel. Le cadre réglementaire, quoique bien avancé, devait être finalisé pour permettre une activité de récolte sur les parcs ostréicoles. Bien qu'encourageants, les travaux sur les produits de valorisation, tant pour les biostimulants que pour l'industrie agroalimentaire étaient à poursuivre pour apporter plus de données aux éventuels développeurs de ces produits.

Le projet SNOTRA 2.

Dans le cas de ces deux projets, **SNOTRA** et **ENTEROMORPHES**, le constat était le même. Les résultats obtenus permettaient d'envisager une activité économique autour de l'exploitation de ces algues. Mais, ils étaient encore insuffisants pour envisager une activité économique autour de l'exploitation de ces végétaux, il fallait donc consolider les données obtenues. Et sur certains points se rejoignent comme les aspects réglementaires, la valorisation de ces algues dans le domaine agricole et la fabrication de biostimulants, l'approche socio-économique... D'où l'idée de présenter un projet qui traite de ces deux algues avec leur points communs comme leurs spécificités. Et, au-delà de la valorisation de ces algues, le but est également d'initier une réflexion globale sur les aspects économiques autour de l'exploitation de ces deux espèces mais également d'inscrire ces algues dans le contexte d'une filière algues en Normandie naissante afin de mettre en lumière les synergies possibles, les mutualisations de savoir-faire et de matériels, entre l'ensemble des acteurs présents sur le territoire (producteurs, récoltants éventuels, transformateurs, chercheurs, enseignants...).

A partir de ce constat, un projet intégrant l'ensemble de ces travaux a été présenté sous l'acronyme de SNOTRA 2 (Sargasses et entéromorphes de NOrmandie : Valorisation de Ressources Algales 2) en **juin 2020** à un financement FEAMP (Fonds Européens pour les Affaires Maritimes et la Pêche 2014 - 2020) auprès de France Agrimer (mesure 26, innovation pêche) et a reçu un avis favorable en **Décembre 2021** (la procédure s'est allongée pour cause d'incertitudes sur le devenir de fonds lié à la période de COVID). Le projet prenait fin le **30 juin 2023**. Le budget prévisionnel est **479 285,40€** avec une part Europe (FEAMP) de 287 571,21€, une part France Agrimer de 95 857,07€ et un autofinancement des cinq partenaires de 95 857,12€.

SNOTRA 2 est un projet partenarial qui comprend 5 organismes que sont :



Figure 6 : Partenariat technique du projet SNOTRA 2

Le programme technique est résumé dans la figure 7 suivante :



Figure 7 : Programme technique du projet SNOTRA 2

Par ailleurs, lors de la seconde d'instruction du dossier de candidature, si la partie financière a été entièrement revue et modifiée pour passer la commission en décembre 2021, le dossier technique, écrit en mai 2020 et qui présentait un programme sur trois années, n'a pas fait l'objet de modifications.

Par conséquent, sans l'assurance d'un financement, peu de travaux ont pu être engagés avant l'acceptation du dossier en décembre 2021, laissant finalement 18 mois pour réaliser les travaux prévus pour trois années.



WP 1 : LA PECHE



A. Les aspects réglementaires.

Lors des travaux engagés durant les projets précédents, tant SNOTRA que ENTEROMOPHES, la réglementation autour des récoltes des algues était abordée. En 2019, la réglementation ne permettait pas d'envisager, pour les deux espèces, une récolte professionnelle en accord avec les solutions techniques envisagées.

Pour les sargasses, si le code rural et de la pêche maritime (CRPM) permet la récolte manuelle sur estran des algues de rive (algues poussant dans la zone de balancement des marées), la déclinaison régionale n'était pas disponible. La récolte embarquée des algues est dans le même cas de figure mais, pour des raisons financières, cette option technique n'a pas été testée lors des projets SNOTRA et SNOTRA 2. Quant à la récolte mécanisée des algues de rive, le CRPM ne le permettait pas. Des discussions en cours entre l'Etat et la Comité National de la Pêche Maritime et des Elevages Marins doit permettre à terme de faire évoluer la réglementation. L'état des lieux de la réglementation est synthétisé dans le tableau XX ci-dessous

Lieu de récolte	Qualification de l'algue	Mode de récolte	Outils	Récoltant	Autorisations	Administration	Articles de référence
Large	Algue poussant en mer	Mécanisé	Godet faucardeur + navire	Marin pêcheur	Autorisation administrative + Permis de mise en exploitation	DIRM + DDTM	Art. R922-31 Art. R922-35 Art. R922-39
Estran	Algue de rive	Mécanisé	Godet faucardeur + tracteur	Pêcheur à pied	Autorisation administrative + Permis de mise en exploitation	DIRM + DDTM	Actuellement non autorisé par le Code rural
Estran	Algue de rive	Mécanisé	Godet faucardeur + navire	Marin pêcheur	Autorisation administrative + Permis de mise en exploitation	DIRM + DDTM	Actuellement non autorisé par le Code rural
Estran	Algue de rive	Manuel	Faucille, Couteau	Pêcheur à pied	Autorisation administrative	DIRM	Art. R922-36
Concession	Algue de rive	Manuel	Faucille, Couteau	Concessionnaire ou personne autorisée	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 Art. R922-36
Concession	Algue de rive	Mécanisé	Godet faucardeur + Tracteur	Concessionnaire ou personne autorisée	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 Art. R922-36
Barrage	Algue échouée	Manuel	Faucille, Couteau	Pêcheur à pied	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités
Barrage	Algue échouée	Mécanisé	Grappin (?) + Tracteur	Pêcheur à pied ou concessionnaire	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités

Tableau 1 : Résumé du cadre réglementaire concernant le ramassage des sargasses à l'issue du projet SNOTRA.

Concernant les entéromorphes, l'environnement réglementaire est différent. Les algues sont récoltées sur des structures conchylicoles appartenant à l'exploitant et également concessionnaire de la parcelle sur laquelle sont situées les tables et les poches à huîtres. Par conséquent, bien qu'incontournable dans le processus de récolte et de commercialisation, l'activité doit être encadrée par une réglementation visée par l'Etat. Or, la réglementation actuelle ne permet pas à un concessionnaire de commercialiser plus d'une seule espèce par parcelle. Elle fait l'objet d'une discussion entre le CRC NMdN et les services de l'Etat (Directions Départementales des Territoires et de la Mer (DDTM) des 3 départements normands côtiers et la Direction Régionale de l'environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Normandie). Le cadre de discussion s'inscrit dans les réflexions d'évolution d'arrêtés préfectoraux départementaux appelés schémas des structures qui définissent notamment les modes et les pratiques de cultures marines autorisées dans le département.



Cependant, la problématique de la réglementation autour des algues en Normandie est générale et le besoin de voir évoluer la réglementation est présente pour l'ensemble des acteurs de la filière normande. C'est la raison pour laquelle ce point a été étudié dans le cadre de la **structuration d'une filière algues en Normandie**, voire même considéré comme essentielle au même titre que l'étude socio-économique. Les résultats des travaux sur cette thématique sont donc présentés dans **l'annexe 4 « Structuration d'une filière algue en Normandie »**.

B. Le suivi des pêcheries.

1. La sargasse

a. Introduction

Au cours du projet SNOTRA (2017 – 2019), un premier repérage des zones importantes de sargasses a pu être effectués dans le but de répertorier les champs d'algues exploitables sur les trois départements normands. Cette étude a permis d'élaborer une première carte des zones exploitables ou potentiellement exploitables dans le cadre d'une pêche professionnelle, susceptibles de fournir plusieurs dizaines de tonnes pour l'industrie des biostimulants entre autres (Delaunay et al., 2020).

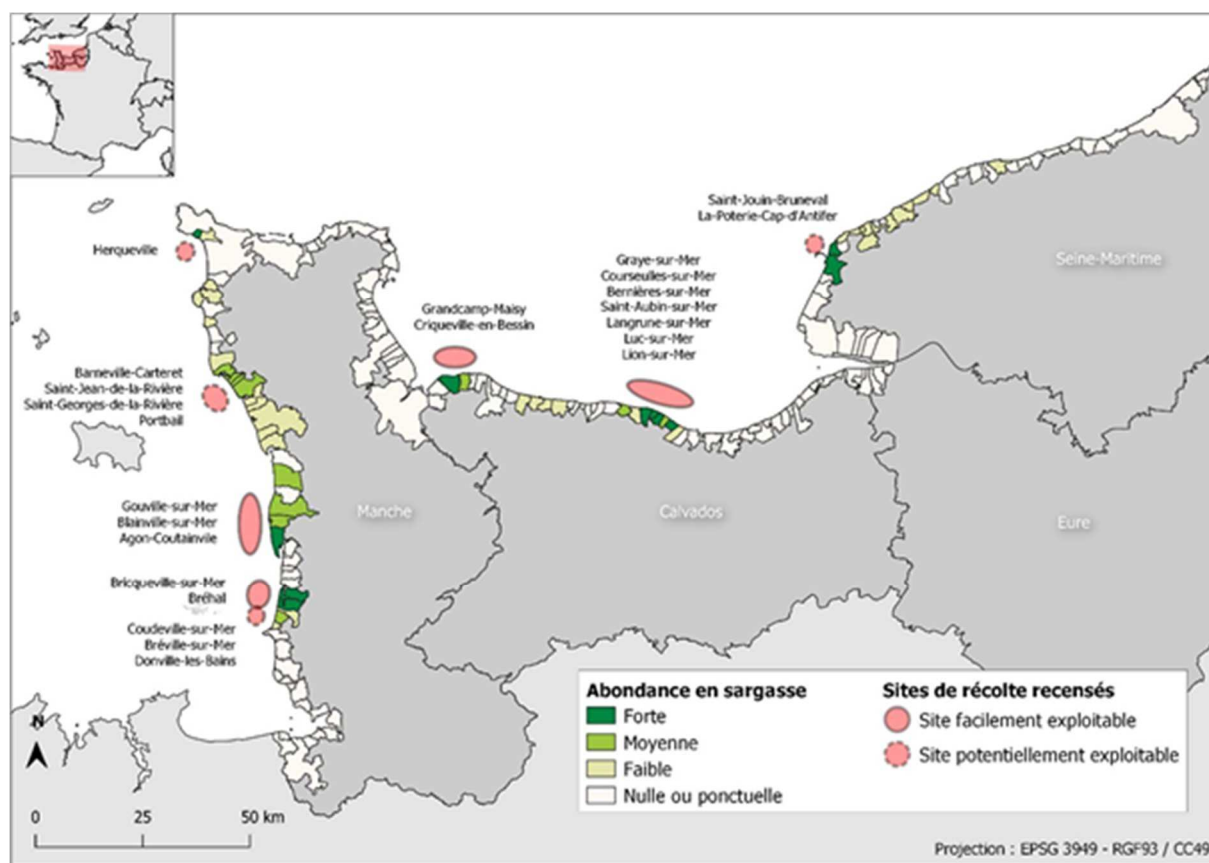


Figure 8 : Abondance de la sargasse et zones de récoltes identifiées sur le littoral normand (graphe SNOTRA)

Au cours du projet SARGASSE (2015-2016), projet qui était limité à la zone géographique de Briqueville-sur-Mer (Manche), le protocole de suivi de croissance des sargasses a pu être élaboré et ainsi fournir les premières données dès 2016. Ce protocole a ensuite été appliqué sur 5 autres sites normands supposés être exploitables à terme. Il s'agit de Bréville-sur-Mer, Agon-Coutainville et Gouville-sur-Mer dans la Manche, ainsi que Grandcamp-Maisy et Bernières-sur-Mer dans le Calvados. Les champs de Seine Maritime étaient jugés de moindre importance au début du projet. Les suivis se sont donc déroulés sur ces 6 sites durant trois années avec le protocole élaboré au cours du projet SARGASSE. Au bout de ces trois années

de suivi, la méthodologie appliquée a permis de suivre efficacement l'ensemble des zones étudiées mais reste adapté à un travail de recherche appliquée.

Dans le cadre de SNOTRA 2, le projet est de pouvoir proposer une méthodologie de suivi des champs potentiellement exploitables qui puissent apporter des données complémentaires aux traditionnelles statistiques de pêche. Or, le protocole utilisé dans SNOTRA semblait trop lourd pour être utilisé dans un cadre de suivi professionnel. Il est proposé de tester une version allégée de ce même protocole permettant ainsi de fournir les informations les plus pertinentes pour un suivi de croissance et d'abondance tout en assurant la continuité des données engrangées depuis 2016 / 2017.

Lors de ce projet SNOTRA 2, deux secteurs de la Manche ont été abandonnés. Il s'agit des secteurs de Bréville-sur-Mer pour sa proximité avec celui de Briqueville-sur-Mer et de Gouville-sur-Mer pour sa densité assez faible en comparaison avec les autres secteurs et son accès difficile (accessible par très gros coefficients de marée seulement). Par contre, les 4 autres communes ont été conservées. Agon-Coutainville, Grandcamp-Maisy et Bernières-sur-Mer sont suivis dans le cadre de ce projet SNOTRA 2, alors que Briqueville-sur-Mer est suivi dans le cadre du projet SYGIN (financement région Normandie) piloté par le SILEBAN. Toutefois, les résultats de ce secteur seront présentés dans ce rapport afin d'apporter l'ensemble des informations nécessaires. Au cours du projet SNOTRA, le stock sur ces 4 secteurs était estimé à un poids moyen autour de 10 000 à 15 000 tonnes au moment où les algues sont à leur maximum de croissance soit entre mai et juillet et étaient les zones les plus importantes en termes de stock comme de densité, donc les secteurs à privilégier en cas de récolte professionnelle.

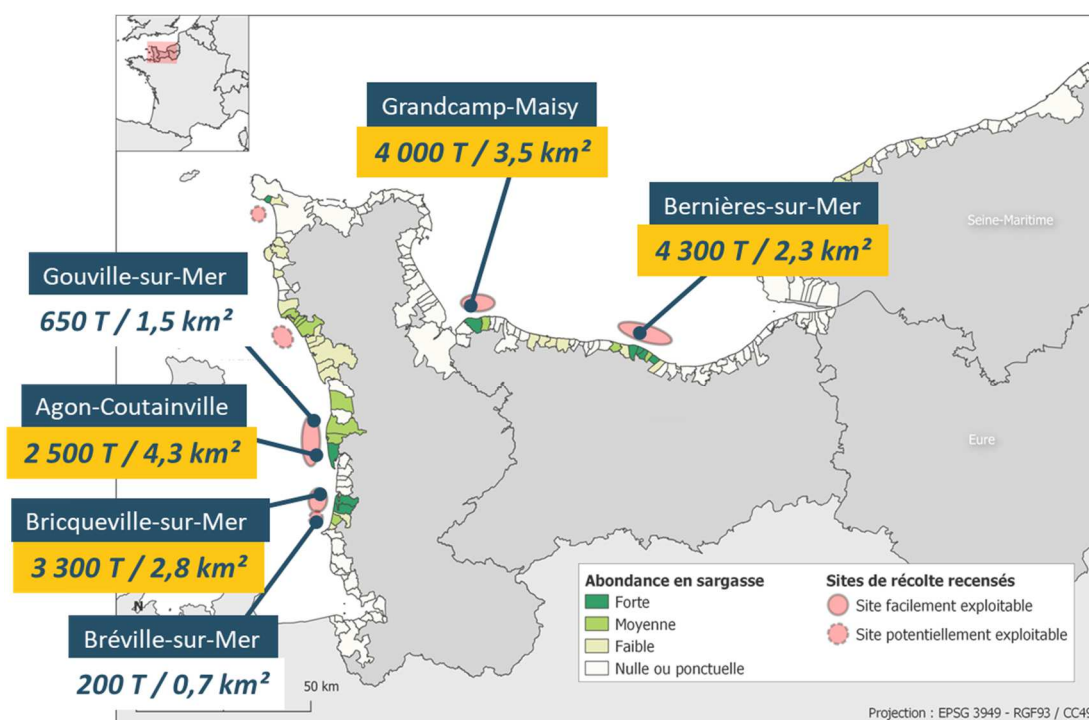


Figure 9 : Estimatif des tonnages maximaux de sargasses sur les six secteurs étudiés dans SNOTRA.

b. Matériels et méthodes.

✓ Choix des points de suivis

Le périmètre d'études est un rectangle de 600 m par 250m situé au sud de parcs mytilicoles. Ce rectangle est ensuite divisé en 10 secteurs noté de A à J, chaque secteur mesurant 125m par 120m. Ensuite, chaque secteur est divisé en 15 zones , notée de la lettre du secteur puis d'un numéro de 1 à 15 (cf. figure 6). Pour chaque mois et par secteur, un numéro est préalablement tiré au sort qui donnera la référence du point de suivi. Chaque mois, dix points (un par secteur) est suivi et un point ne peut être tiré au sort la même année (cf. figure 7). Les références de chaque point sont relevés au laboratoire par l'intermédiaire du logiciel QGIS 3.16, les coordonnées sont ainsi relevées et intégrées dans un GPS de terrain (Garmin *etrax 10*).



Figure 10 : A : Exemple de Grandcamp-Maisy- A : Implantation du secteur d'études sur l'estran. B : Découpage de la zone d'étude et points suivis mensuels en 2022.

✓ Travaux sur site.

L'arrivée sur chaque point se fait à l'aide du GPS chargé des points de suivi et le point déterminé avec une précision de 2 mètres maximum. Pour chaque point, les plants de *Sargassum muticum* coupés pied par pied sur 1 m² pour effectuer sur place un poids total et un nombre total de plants. Toutefois la notion de pieds est assez compliquée à appréhender chez *Sargassum muticum*. Si souvent, le plant a un pied bien défini avec un crampon bien alors que mais, le plus souvent, c'est simplement le crampon qui n'est pas visible, surtout avec une hauteur d'eau de plusieurs dizaines de centimètres. Pour ce suivi, chaque groupement de rameaux est considéré comme un seul pied.

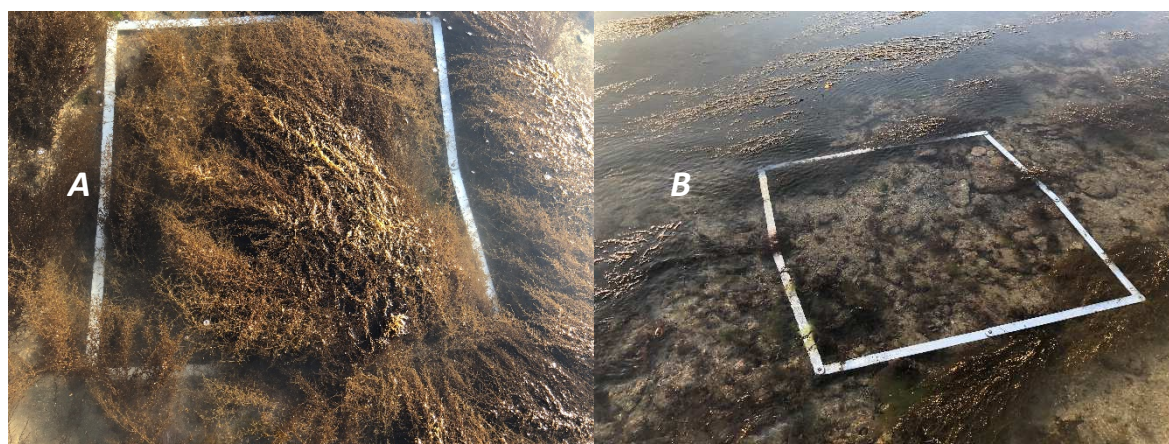


Figure 11 : cadrat de 1 m² avant prélèvements (photo A) et après (photo B)

Puis visuellement, il est noté

- la présence ou l'absence de plants pérennes (plant sans partie annuelle)
- la présence de juvéniles (plants annuels de moins 10 cm).
- l'état de fraîcheur des algues selon la classification suivante :

Notation	Etat de fraîcheur	Description
Nd	Absence de plants	Pas de sargasses dans un périmètre de 10 mètres
1	Mauvais	Couleur clair, aspect très dégradé, algue filandreuse
2	Bon	Couleur clair, aspect correct à peu dégradé
3	Très bon	Couleur brune, aspect correct à très correct

Tableau 2 : notation de l'état de fraîcheur de *Sargassum muticum*.



Figure 12 : Sargasse en état biologique notée avec l'indice 3 (A), indice 2 (B) et indice 1 (C).

- ✓ Travaux de laboratoire et utilisation des données.

L'échantillon prélevé sur l'estran est destiné à une mesure de poids sec. Les algues sont pesées sur une balance de laboratoire (précision : 0.01 g), mises à l'étuve à 60°C pendant 48 heures. Puis, l'extrait sec est de nouveau pesé sur la même balance.

L'ensemble de ces données récoltées sur le terrain ainsi que le résultat de poids secs sont stockés dans la base de données « SNOTRA », active depuis 2016 (à l'exception de 2020 pour cause de crise COVID). L'extraction des résultats se fait par cette seule base de données.

Les indices relevés sont :

- Poids moyen par mètre carré.

A chaque cadrat, l'ensemble des algues supérieures à 10 cm sont extraites et pesées directement sur le terrain. Le poids moyen **mensuel** est la moyenne des poids des 10 cadrats effectués lors d'une sortie, excepté en 2023 où, pour les trois secteurs de SNOTRA II était effectué tous les deux mois, soit Mars, Mai, Juillet et Septembre. Les résultats sont présentés à compter de 2017.

- Indice d'abondance annuel.

L'indice d'abondance annuel est la moyenne annuelle des poids mensuels relevés entre mars et août. Il s'agit d'un poids moyen par m² et par an. Les résultats seront présentés à compter de 2017.

- Nombre de pieds moyen.

A chaque sortie, le nombre de pieds est relevé. L'indice présenté est le nombre de pieds moyen **mensuel**, soit la moyenne du nombre relevé lors des dix cadrats par sortie. Les résultats seront présentés à compter de 2021.



- Poids par pied

Ayant supprimé le traitement individuel des algues au laboratoire, le poids moyen par pied et par cadrat est issu du rapport suivant :

$$Pm = \frac{\text{Poids total des algues du cadrat}}{\text{Nombre de pieds total du cadrat}}$$

Le résultat de ce rapport est intégré dans la base de données. Le résultat présenté est la moyenne **mensuelle** des sorties des trois années afin de visualiser une croissance moyenne au cours de ces trois années.

- Etat biologique des algues.

Lors de chaque sortie, l'état biologique des algues est relevé à chaque cadrat selon une classification définie (Tableau 1). Le résultat présenté est la moyenne **mensuelle** des sorties des trois années afin de visualiser un état moyen visualiser au cours de ces trois années.

c. Résultats et discussion.

- ✓ Suivi mensuel de la biomasse.

Les résultats montrent que le plus souvent que la présence des sargasses est maximale d'Avril à Juillet sur les 4 sites suivis. Toutefois, certaines années et notamment 2022 pour les sites du Calvados et 2023 pour tous les sites sauf Agon-Coutainville, les densités sont déjà importantes dès le mois de Mars. Cependant chaque site présente ces particularités :

- ✓ **Briqueville-sur-Mer**

Les résultats obtenus en 2021 apparaissent aléatoires, ce qui correspond probablement à un effet « protocole » plus qu'à une réalité de terrain. A plusieurs reprises au cours du suivi 2021, la marée n'a pas permis d'accéder à l'ensemble des points, notamment au mois de juin (analyse sur 6 points), ce qui donne une estimation moins précise. Cependant, cette année 2021 apparaît moyennement productive au regard des années SNOTRA. Par contre, les années 2022 et surtout 2023, les quantités de sargasses sur ce site sont plus importantes. Pour 2022, la biomasse reste constante entre les mois d'avril et de juillet autour des maxima précédemment observés. C'est la première année où les sargasses restent présentes et en quantités sur l'ensemble de la saison. Lors des années SNOTRA, les sargasses présentaient plutôt un pic de croissance sur un mois puis régressaient jusqu'à la période automnale. En 2023, les quantités sont importantes dès le mois de mars puis augmentent jusqu'en juin pour régresser véritablement en août. Ces deux dernières années semblent montrer un profil de croissance différent par rapport aux années précédentes avec une biomasse présente en quantité sur une plus grande partie de la saison.

- ✓ **Agon-Coutainville**

Les résultats bruts donnent des quantités assez faibles sur ce secteur. Cependant, ces résultats ne reflètent pas la réalité du terrain. La densité sur ce secteur est très inégale avec des zones très fournies et d'autres où l'algue n'est pas présente. De ce fait, il semble que le protocole utilisé sur cette zone ne soit pas adapté à l'étude de la biomasse. Par conséquent, il semble



que le protocole de suivi doit être modifié pour apprécier au plus juste la biomasse présente sur ce secteur (augmentation du nombre de points, élargissement de la zone d'études, analyse par drone...).

✓ **Grandcamp-Maisy**

Les trois années de suivi montrent des résultats assez similaires, avec une croissance régulière jusqu'en juin voire juillet (2022 et 2023) puis une régression rapide. Ces résultats sont également conformes aux années SNOTRA, à l'exception de 2019. La particularité des années 2022 et 2023 est une croissance qui débute précocement dans l'année avec des résultats en mars déjà assez élevés (plus de 1 000 grammes dès mars en 2023) permettant d'envisager une récolte à cette période si ces résultats se confirment dans les années à venir.

✓ **Bernières-sur-Mer**

En 2021, les sargasses ont une croissance rapide jusqu'en mai puis une régression jusqu'en juillet sans passer par une phase de stabilisation de la biomasse. En 2022, la croissance débute en mai, soit tardivement comparativement aux autres années. Puis, à partir de ce moment, on retrouve une croissance plus classique avec une croissance jusqu'en juillet avant de rentrer dans une phase de régression. Et, en 2023, la croissance débute dès le mois de mars jusqu'en juillet avant la phase de régression de fin d'été.

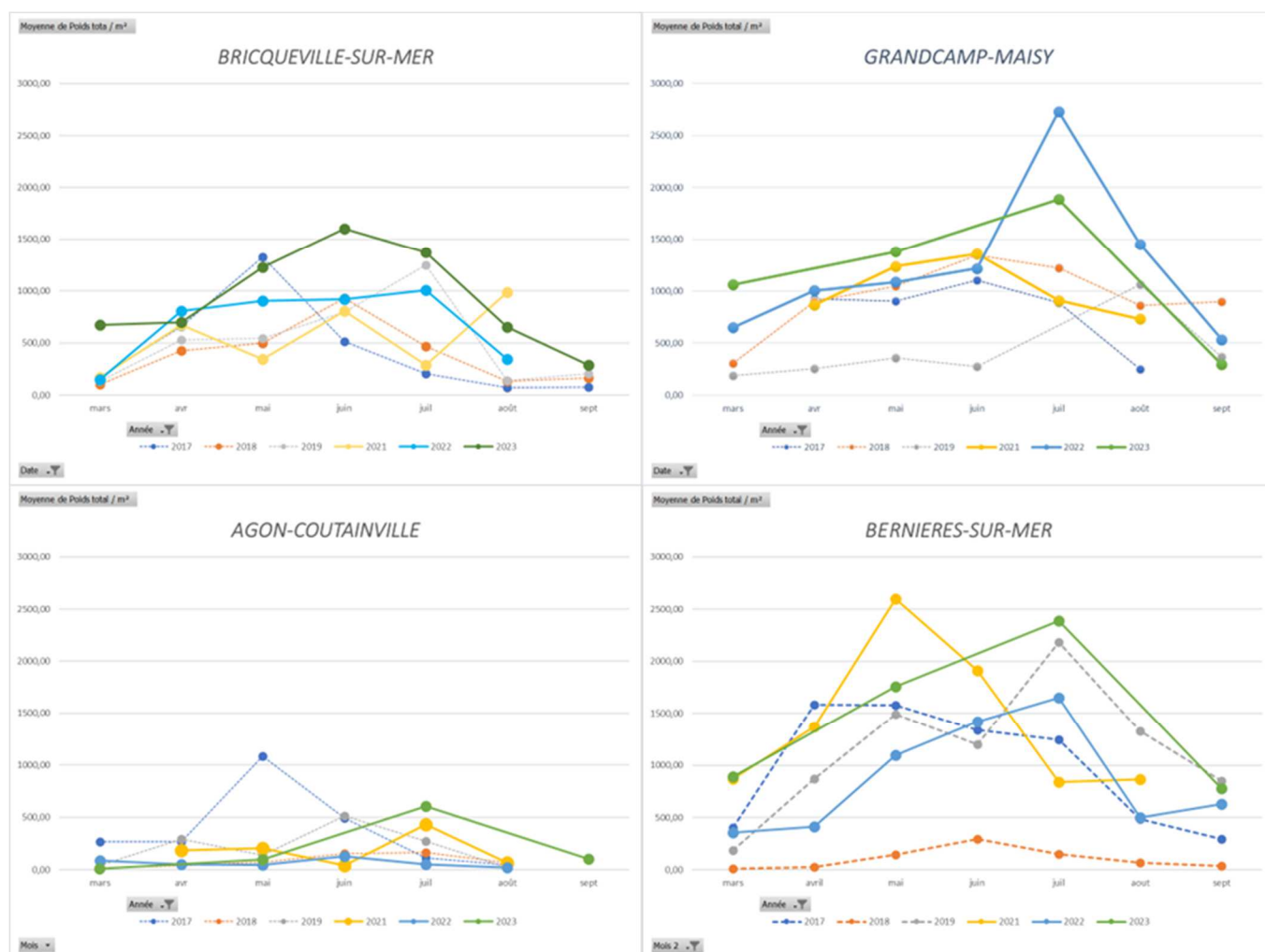


Figure 13 : Résultats du suivi mensuel sur chaque site(en g/m²) depuis 2017.

✓ **Indice d'abondance annuel.**

L'indice d'abondance moyen permet de qualifier l'abondance des stations entre elles (cf. fig. XX). Et, il apparait que les deux stations du Calvados donnent des résultats assez similaires avec 930 pour Grandcamp-Maisy et 955 pour Bernières-sur-Mer. Les stations de la Manche donne des résultats plus faibles avec Briqueville-sur-Mer qui, avec un indice moyen de 580, reste très au-dessus d'Agon-Coutainville (indice moyen de 190).



Figure 14 : Résultats d'indice annuel moyen sur les 4 sites d'études depuis 2017.

Concernant la comparaison entre les différentes années, on voit que, à l'exception d'Agon-Coutainville, les années SNOTRA 2 (ou SYGIN) donnent des résultats d'abondance supérieurs aux années SNOTRA. Les indices moyens entre 2021 et 2023 sont systématiquement supérieurs à ceux de la période 2017 – 2019, à l'exception de Bernières-sur-Mer en 2022 (dû à un retard de croissance, cf. chapitre précédent). Pour Briqueville-sur-Mer et Bernières-sur-Mer, l'année la plus productive fut 2023, alors que pour Grandcamp-Maisy, le meilleur résultat est en 2022. Pour Agon-Coutainville, 2017 reste la meilleure année, mais, au même titre que pour le suivi mensuel de la biomasse, les résultats restent à être consolidés par un protocole plus adapté.

✓ Nombre de pieds moyen.

Le nombre de pied de sargasse par mètre-carré permet d'apprécier la densité moyenne d'algues sur chaque secteur. Or, les résultats montrent une densité moyenne plus importante sur les sites du Calvados que ceux de la Manche, quel que soit les années et les conditions de croissance des algues. D'autre part, le nombre de pieds par unité de mesure reste très stable dans la Manche alors qu'il varie plus dans le Calvados.

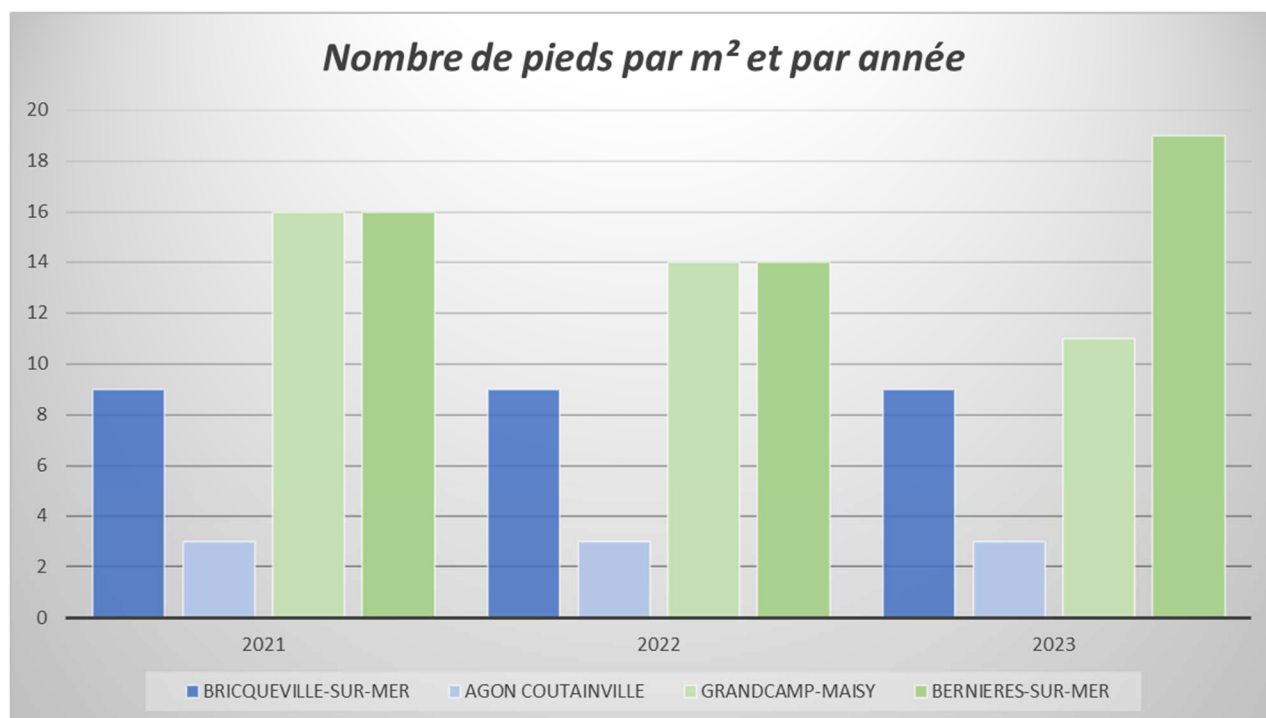
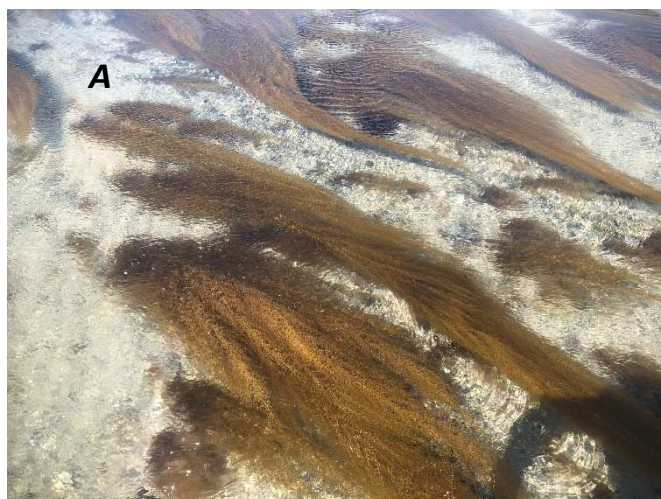


Figure 15 : Moyenne annuelle du nombre d'individus par site.

Les résultats de densité peuvent en grande partie s'expliquer par la nature du sol très différent entre les côtes du Cotentin et celles du Calvados. En effet, que ce soit sur Bricqueville-sur-Mer ou Agon-Coutainville, les champs d'algues se développent sur du sable grossier où la sargasse se fixe sur des cailloux plus ou moins gros, voire sur des coquilles de mollusques (huître, crépidule, coquille Saint Jacques...). Dans le Calvados, les champs de sargasses se retrouvent sur des platiers rocheux sur lesquels l'algue se fixe





directement. La conséquence est que l'algue peut se fixer sur la quasi-totalité de la superficie de l'estran dans le Calvados alors qu'elle a besoin d'un support pour se développer sur les côtes de la Manche.

✓ Poids moyen par pied.

La croissance individuelle moyenne des algues au cours de l'année est différente en fonction des sites. Pour les deux sites du Calvados, les résultats sont similaires avec une croissance régulière entre les mois d'avril et de juillet, puis une régression rapide en août. Le poids moyen de la sargasse est légèrement supérieur à Grandcamp-Maisy et ceci peut s'expliquer par la grande irrégularité du platier rocheux qui conserve des mares d'eau de mer importantes et profondes à marée basse sur cet estran, notamment en haut d'estran où les algues ne découvrent jamais.

Sur Briqueville-sur-Mer, on trouve également une croissance régulière entre mars et juillet mais avec une croissance plus lente et un poids moyen maximal plus faible en juillet. Pour Agon-Coutainville, les résultats montrent une stagnation du poids jusqu'en juin puis une croissance rapide en juillet et une dégénération rapide au cours de l'été. Cependant, comme vu auparavant, un protocole plus adapté à cet estran peu dense devra vérifier l'exactitude de ces résultats.

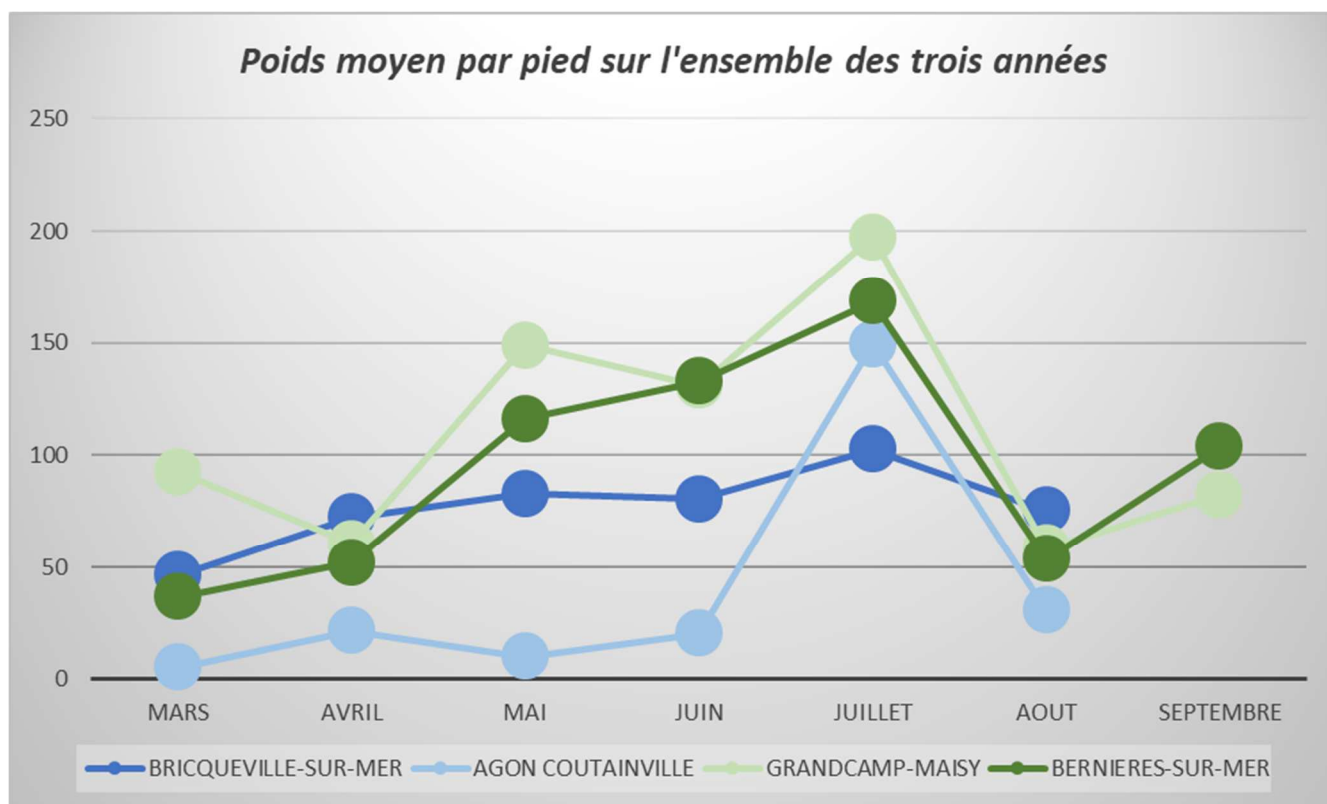


Figure 17 : Poids moyen de la sargasse par site et par an.



✓ Etat biologique des algues.

Issu d'une observation sur le terrain, cet indice permet d'apprécier le changement d'état des algues au cours de la saison de croissance et de dégénérescence de l'algue. On note que le changement d'état biologique s'opère plus rapidement sur les côtes de la Manche que dans le Calvados, avec un début de changement dès le mois de juin (changement de couleur de l'algue). Par contre, pour retrouver l'état véritablement dégradé des algues (indice 1), il faut attendre le mois d'août sur l'ensemble des secteurs étudiés.

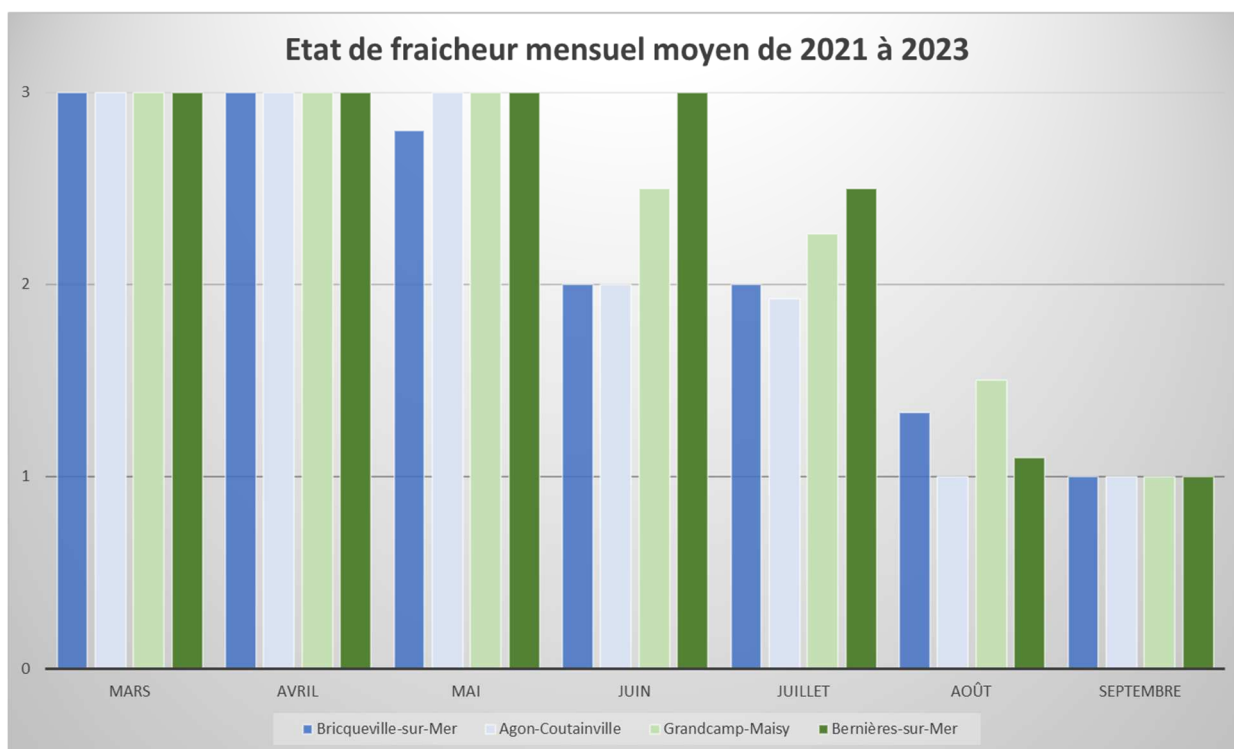


Figure 18 : Evolution moyenne mensuelle de l'indice de fraîcheur entre 2021 et 2023.

Cependant, même si l'algue change d'aspect au cours de l'été, sa récolte reste parfaitement envisageable. Les résultats obtenus au cours de SNOTRA (Delaunay & al, 2020) montrent que la grande majorité des molécules d'intérêt sont toujours présentes, quel que soit l'état de l'algue et la biomasse reste importante jusqu'en juillet.

2. L'entéromorphe.

a. Introduction

Lors du projet ENTEROMORPHES 2017 – 2018 (Pien & al., 2019), la croissance de ces algues a pu être comparée entre deux stations, l'une située à Gouville-sur-Mer (Manche) et la seconde sur Grandcamp-Maisy (Calvados) lors des années 2018 – 2019. Ce suivi de croissance a démontré des disparités des croissances entre les deux côtes normandes et, en règle générale, avec des rendements au m² plus important sur la côte Ouest du Cotentin.

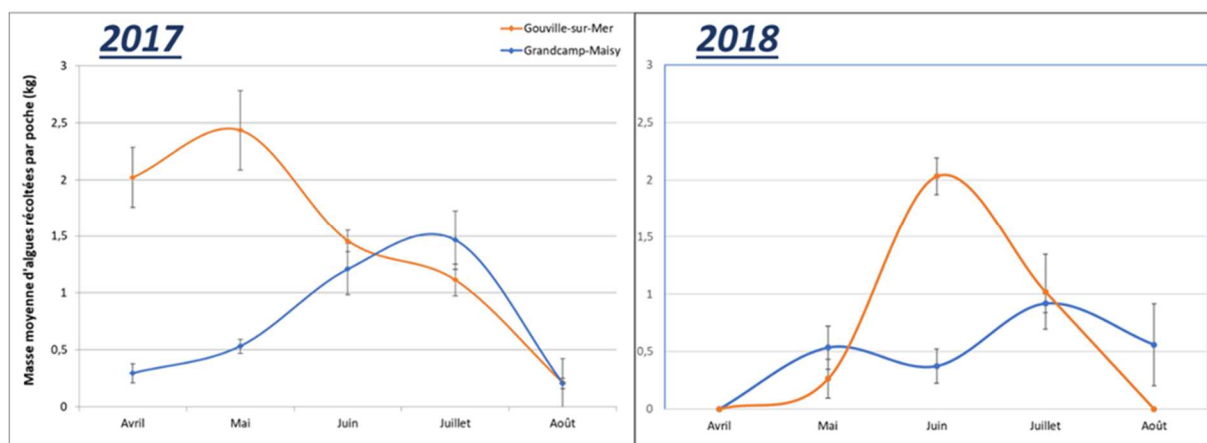


Figure 19 : Croissance des entéromorphes à Gouville sur Mer (en orange) et à Grandcamp-Maisy (bleu) en 2017 et 2018.

Cependant, il faut également voir les entéromorphes ont des aspects très différents entre ces deux côtes. Sur la côte ouest du Cotentin, l'algue est très fine, de couleur plus claire et beaucoup plus dense. Alors qu'en baie de Seine, l'algue est épaisse, en densité plus faible et d'une couleur d'un vert très foncé. Cette algue apparaît « plus légère » et donne des poids moins élevés pour un volume équivalent.



Figure 20 : poches colonisées par l'entéromorphe sur Gouville-sur-Mer (gauche) et Grandcamp-Maisy (droite).

Par conséquent, en vue d'une exploitation de ces algues, la croissance et la période de récolte sont connues depuis le projet ENTEROMORPHES. Par contre, pour optimiser la croissance des algues sur les poches,

il faut connaître le moment de la pose qui permet à la fois de capter un maximum des spores d'entéromorphes présentes dans le milieu tout en évitant de capter d'autres algues et notamment l'algue *Porphyra sp.*, très souvent en mélange avec les entéromorphes.

a. Matériels et méthode.

Sur 4 sites du secteur conchylicole de Blainville-sur-Mer et Gouville-sur-Mer, des poches usagées, vides, vierges de toutes algues ont été posées chaque mois entre Novembre et Février, période de captage de l'algue rouge *Porphyra sp.*. La maille de ces poches est de 9 mm.

Les sites choisis sont sur des hauteurs bathymétriques différents : la station appelée « CRC » est considérée comme en haut d'estran, accessible par coef de 55/60. Les deux stations appelée respectivement « SMEL » et « PRO », accessible par un coefficient de 75/80 sont considérée comme milieu d'estran. Enfin, la station appelée « CHESNAY » est considérée comme étant situé en bas d'estran avec une accessibilité par coefficient de 90/95.



Figure 21 : Implantation des différentes stations de suivi.

Les poches ont été implantées le même jour sur l'ensemble des sites à l'exception du site de CHESNAY en novembre 2021, l'accessibilité à ce site n'étant pas possible à la date de pose choisie (coefficient 82). Le planning de pose est présenté sur le tableau XX.

	IMPLANTATION DES POCHES SUR LES DIFFERENTS SITES			
Saison de récolte	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER
Récolte 2022	19 novembre 2021	06 décembre 2021	04 janvier 2022	03 février 2022
Récolte 2023	25 novembre 2022	22 décembre 2022	25 janvier 2023	21 février 2023

Tableau 3 : Planning de pose des poches sur l'estran et début du suivi photographique.

Lors des mois de pose ainsi que les mois suivants jusqu'en Juin, l'ensemble des poches posées sont photographiées une à une, répertoriées et les photos sont stockées pour analyse ultérieure.

	SUIVI PHOTOGRAPHIQUE (fin) ET RELEVAGE FINAL			
Saison de récolte	MARS	AVRIL	MAI	JUIN
Récolte 2022	01 mars 2022	01 avril 2022	02 mai 2022	16 juin 2022
Récolte 2023	20 mars 2023	18 avril 2023	22 mai 2023	06 juin 2023

Tableau 4 : Fin du suivi photographique et relevage final des poches (en vert).

Puis, au mois de Juin, l'ensemble de poche sont relevées pour être amenées au laboratoire. Le traitement des poches consiste prélever l'ensemble des algues présente sur les poches. La biomasse en poids frais pour chaque espèce est relevée puis noté et mise en base de données.

b. Résultats et discussion.

✓ Résultats en fonction du mois de pose

Les résultats présentés sur la figure XX montrent la moyenne des poids relevés par poche sur l'ensemble des 4 stations de suivis. Il apparait de façon très claire que la productivité en entéromorphes est importante à partir du moment où la poche est posée jusqu'en décembre. Pour des poses de poches à partir du mois de janvier, la quantité d'entéromorphes récoltées devient faible voire anecdotique.

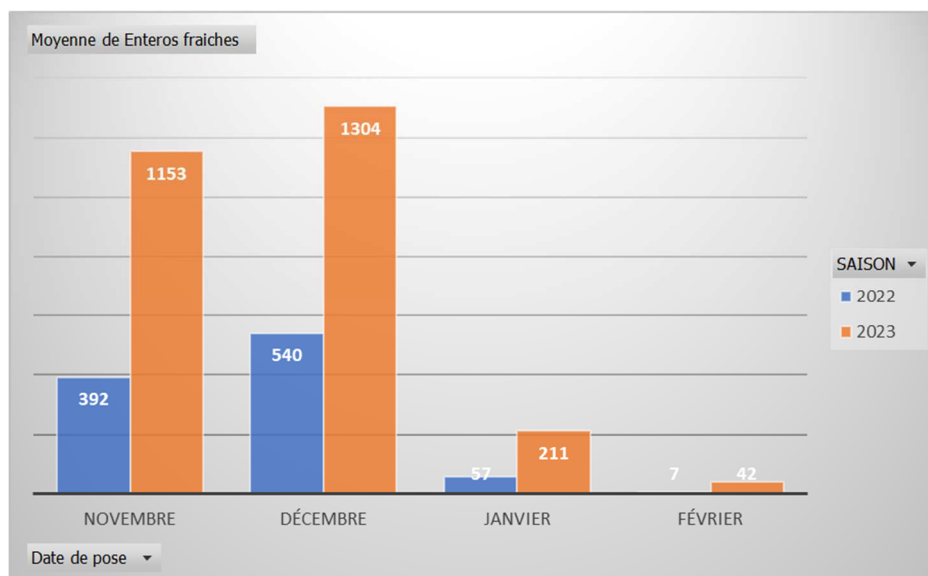


Figure 22 : poids moyen d'entéromorphes en fonction du mois de pose des poches sur l'estran.

Ce graphique montre également que la récolte est bien plus importante en 2023 comparée à 2022. Contrairement aux expérimentations effectuées lors du programme ENTEROMORPHES, le protocole est totalement indépendant de la pratique culturale des professionnelles. Ce résultat est dépendant des conditions de captage et de croissance des algues. Ils peuvent s'expliquer par :

- Une sporulation et/ou une croissance moins importante lors de la saison 2021/2022 du aux conditions environnementales.
- Une sporulation plus précoce qu'en 2023 et la pose de novembre aurait été tardive pour la récolte de ces algues.

Vu la difficulté à trouver des zones propices pour des récoltes dans le cadre de ce projet en 2022, la première hypothèse semble être la plus plausible.

Concernant les espèces annexes, l'algue retrouvée en très grande majorité en mélange avec les entéromorphes est l'algue rouge *Porphyra sp.* En moyenne, cette algue est présente sur les poches de novembre à janvier mais dans des quantités relativement homogènes. En février, sa présence devient faible à nulle.

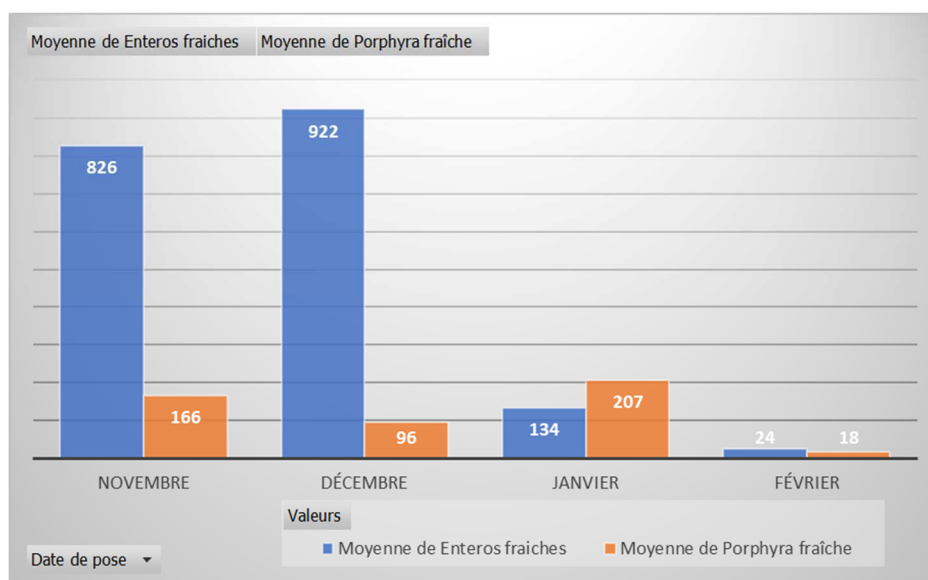


Figure 23 : Moyenne en poids frais des algues Entéromorphes et Porphyra sur l'ensemble des stations en fonction de la date de pose des poches.

Cependant, pour des poses en Novembre et Décembre, les entéromorphes sont très largement majoritaires (respectivement 83% et 90% de la masse algale sur la poche), permettant d'envisager une récolte pure d'entéromorphes, d'autant que Porphyra n'est pas présente sur l'ensemble des poches. La figure XX illustre visuellement l'état des supports en fonction de leur date de pose.



Figure 24 : Exemples de poches en Juin sur le station "PRO" en 2023 - A: Pose en Novembre, B : pose en décembre, C: pose en Janvier, D : Pose en février

✓ Résultats en fonction de la hauteur bathymétrique

Les deux années de suivi montrent des profils différents. En 2022, année durant laquelle la productivité était moindre, il existe une différence claire en fonction de la hauteur bathymétrique. Les résultats combinés au niveau de la concession « CRC » en haut d'estran donnent le poids moyen le plus faible, avec un peu moins de 100 g / poche, les stations de milieu d'estran (« SMEL » et « PRO ») donnent des résultats intermédiaires, autour de 200g alors que le site de bas d'estran (« CHESNAY ») donne un poids moyen proche des 500g.

En 2023, année plus prolifique pour la croissance des entéromorphes, la différenciation en fonction de la hauteur bathymétrique n'apparaît plus, même si les rendements les plus faibles sont toujours observés sur la station de haut d'estran. Mais, pour les trois autres stations, les poids moyens s'échelonnent entre 530g en bas d'estran et 980g en milieu d'estran. On peut également noter que le rapport entre la station la moins productive et la station aux poids moyens les plus forts est de 5 en 2022 contre 2 seulement en 2023.

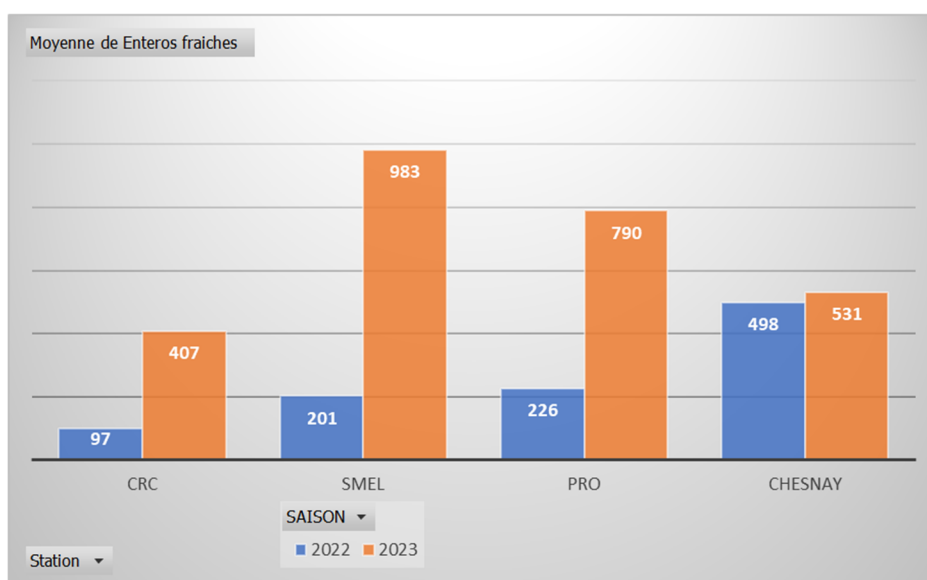


Figure 25 : Poids moyen d'entéromorphes en fonction de la hauteur bathymétrique (CRC : haut d'estran - SMEL & PRO : milieu d'estran - CHESNAY : Bas d'estran)

Les deux années donnent des résultats différents qui peuvent s'expliquer par les conditions environnementales qui impliquent un taux de croissance bien supérieur en 2023. Sur une année productive,

la hauteur bathymétrique semble être un élément bien moins déterminant que pour une année moins productive. Cependant, un suivi à plus long terme permettrait d'affirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

✓ Principaux résultats du suivi photographique.

L'ensemble des poches étaient suivies mensuellement par photographie afin de suivre l'évolution de sa colonisation. Quelque soit le mois de pose et quel que soit les sites, les premières algues apparaissent la plupart du temps au mois de mai, et très rarement en avril.

Les algues que l'on voit apparaître sur les poches dès le moi d'Avril sont systématiquement les entéromorphes alors *Porphyra sp.* apparaîtra au mois de Mai.

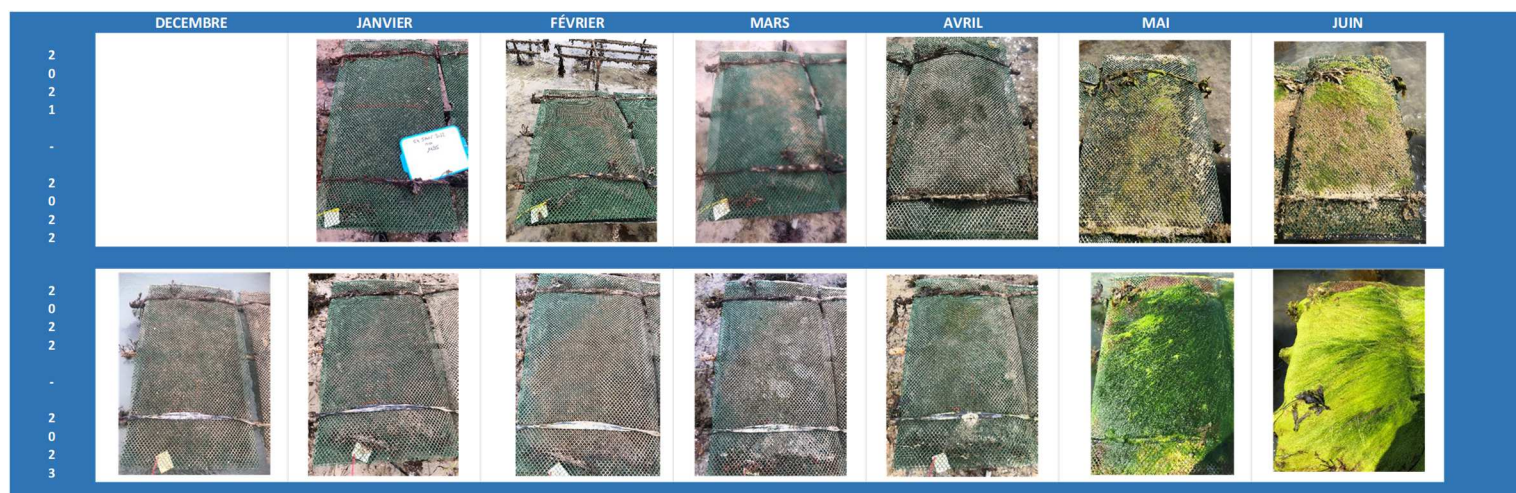


Figure 26 : Suivi de poches suivis mensuellement sur le site "PRO" et posées en décembre.

Même si le suivi photographique ne permet pas de suivi chiffré, cependant, on note le plus souvent une apparition des entéromorphes entre Avril et Mai, qui donne un « duvet » vert sur la poche puis une croissance très importante, notamment en 2023, des algues entre mai et juin avec des poids sur poches supérieurs à 800g / 1000g permettant d'envisager une récolte (Pien & al, 2019)

Sur les poches des ostréiculteurs, il n'est pas rare que les algues soient plus précoces. Dans le cas de cette expérimentation, les poches sont à l'air libre de Juin à novembre, éliminant toute algue puis sont posées tardivement. Dans un contexte professionnel, les poches sont le plus souvent sur estran tout au long de l'année. De ce fait, la colonisation peut se faire plus précocement et le début de la croissance peut s'opérer dès le début du printemps.

✓ Discussion.

Dans le cadre d'une exploitation de l'entéromorphe, l'ostréiculteur doit à la fois pouvoir travailler ses huîtres en élevage tout en préservant le cycle de l'algue. Dans l'idéal, pour atteindre un poids d'algues par poche permettant une récolte aisée (environ 800 à 1000g par poche), le conchyliculteur devra avoir posé ses poches avant le mois de décembre et ne devra éviter de les retourner entre la pose et la récolte pour maximiser la croissance des algues. Le suivi de ces deux années semble démontrer qu'une récolte sera le plus souvent possible mais, sur une année de moindre croissance, les poches en bas d'estran seront les plus productives



voire les seules. Par contre, lors des années à fort potentiel, la récolte sera envisageable sur une plus grande partie de l'estran, du milieu vers le bas de l'estran. Cependant, un suivi sur une plus longue période devrait apporter des informations plus précises, notamment les minimas et maximas de production qu'un ostréiculteur peut envisager à court et moyen terme sur ses concessions. Il est également à noter que cette expérimentation se situe sur les parcs ostréicoles de la côte ouest du Cotentin, une expérimentation de même type devra être menée pour donner des conclusions sur les parcs de la baie de Seine, que ce soit sur Saint Vaast La Hague, Grandcamp-Maisy, Meuvaines-Asnelles voire Veules-Les-Roses.

C. Les techniques de pêches

1. Introduction.

Cette thématique a déjà l'objet de travaux expérimentaux lors des projets précédents, que ce soit pour la sargasse comme pour l'entéromorphe. Ces travaux avaient déjà donné de nombreuses réponses sur la faisabilité des récoltes selon les conditions de croissance des algues et la méthodologie choisie (Pien & al, 2019 ; Delaunay & al 2020). L'objet de ces récoltes expérimentales au cours de ce projet SNOTRA 2 étaient de confirmer la faisabilité de la méthode et de travailler avec les professionnels susceptibles d'être les récoltants de demain (pêcheurs à pied, conchyliculteurs) ainsi que les transformateurs afin qu'ils puissent visualiser la méthodologie de la récolte mais également apporter leur expertise. Ces récoltes avaient également pour intérêt d'apporter la matière première pour les essais de stockage, de transport et de valorisation.

2. Les sargasses.

a. Les travaux au cours de SNOTRA

Lors du projet SNOTRA, plusieurs types de récolte ont pu être testées donnant également les premiers rendements (Delaunay & al, 2020). Lors des différents tests effectués entre 2017 et 2019, trois grands types de récolte ont été définies :

- ✓ Une récolte manuelle d'algue de rive (algues poussant sur l'estran) qui, lors des bonnes conditions (algues au maximum de croissance) avaient un rendement de **500 kg / heure / personne**. La récolte était effectuée à l'aide de faucille ou couteau, l'algue était coupée à minimum 20 cm du sol et était récoltée dans des paniers « à crabe ». Un fois le panier rempli, le récoltant le ramenait sur le plateau d'un tracteur.



Figure 27 : Coupe manuelle par un pêcheur à pied professionnel durant le projet SNOTRA.

- ✓ Une récolte manuelle sur barrage (exclusivement sur les zones conchylicoles protégées par ces ouvrages) donnait compris entre **400 et 600 kg / heure / personne**, en fonction de la densité

d'algues sur les barrages. Le barrage stoppant la sargasse en dérive concentre des quantités très importantes qui semblaient plus simple à récolter.

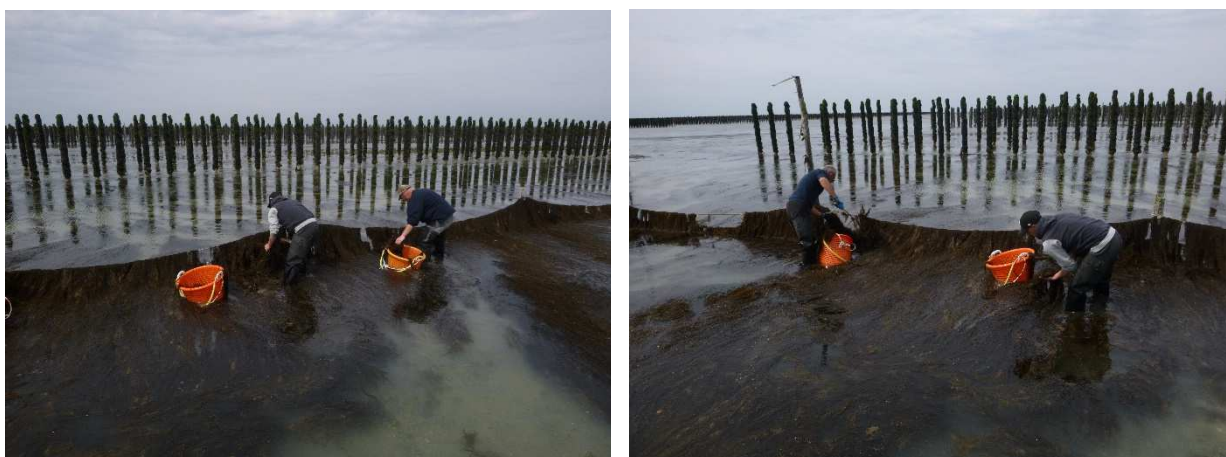


Figure 28 : Ramassage expérimental de sargasses sur les barrages de protection à Bricqueville-sur-Mer.

- ✓ Une récolte mécanisée constituait d'un tracteur agricole équipé d'un godet faucardeur. Le godet utilisé était destiné à valider le système de coupe et la faisabilité de la récolte. Le modèle acquis fut le plus petit de la gamme, soit d'1,50m de largeur pour 0,57 m de hauteur. Dans ces conditions, le **rendement de récolte était de 900 kg à 1 000kg /heure / unité de récolte**. Mais, de par le manque d'expérience du récoltant et la taille minimale du godet (taille maximale du godet : 3,50 m de large pour 0,80 m de hauteur), il semblait évident que ce rendement pouvait être grandement améliorer dans un cadre professionnel.



Figure 29 : Godet de coupe pour la récolte de sargasses (à droite) et ramassage mécanisée expérimentale à Bricqueville-sur-Mer durant le projet SNOTRA

b. Retour sur la récolte mécanisée en 2023.

Au cours des années SNOTRA, 4 récoltes à pied avec des pêcheurs professionnels ont pu être effectués contre une seule récolte mécanisée. Pour ce projet, l'idée était de refaire *a minima* une récolte mécanisée afin de confirmer les rendements obtenus en 2019. Cette récolte expérimentale a pu avoir lieu le 20 avril 2023, à Bricqueville-sur-Mer (Manche), au niveau des parcs mytilicoles, au même endroit qu'en 2019 et avec le même matériel. De plus, la croissance des algues en Avril 2023 étaient équivalente voire légèrement supérieures à elle

du mois de mai 2019, date de la récolte SNOTRA. Par contre, les conditions étaient légèrement différentes. Le coefficient de marée était de 104 le 20 avril 2023 contre 84 le 21 mai 2019. La conséquence est que la hauteur d'eau était moindre en 2023, rendant la récolte un plus compliquée.

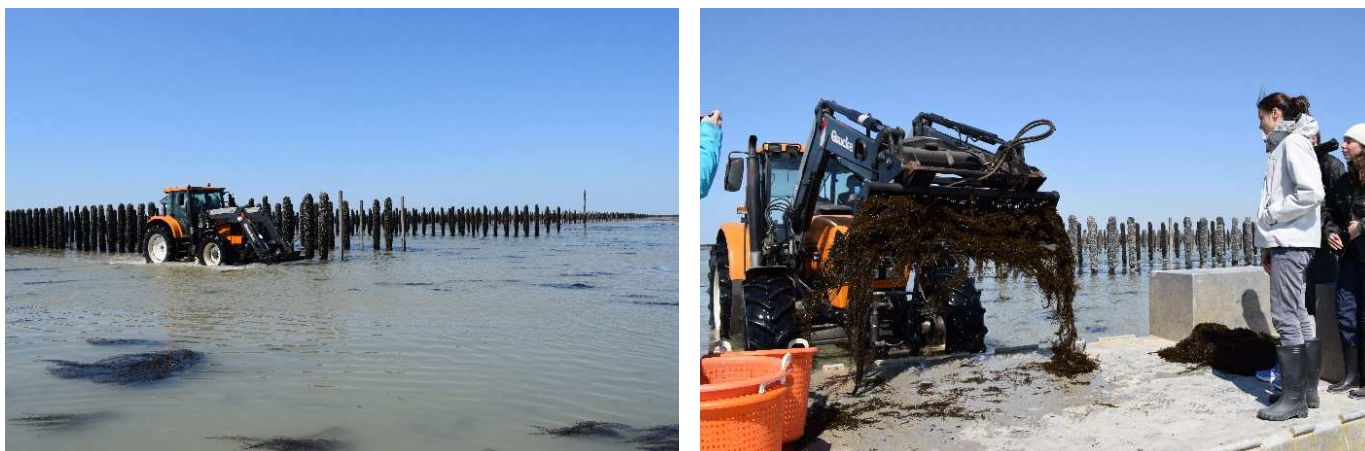


Figure 30 : Test de récolte mécanisée à Briqueville-sur-Mer le 20 avril 2023.

Au final, le rendement de cette récolte expérimentale fut d'environ **870 kg / heure / unité de récolte**, confirmant les résultats obtenus en 2019. Mais delà des résultats obtenus, ces récoltes ont permis de tirer plusieurs enseignements :

- ✓ Un récoltant expérimenté avec du matériel plus adapté augmenterait le rendement de façon très significative. Simplement en modifiant le matériel, on peut imaginer qu'un godet trois fois plus grand permette d'envisager de récolter *a minima* 3 tonnes par heure soit autour d'une dizaine de tonnes maximum par marée de vives eaux.
- ✓ Le godet expérimental a déjà subi quelques modifications depuis son achat, notamment en ajoutant une grille ajourée dans le fond du godet afin d'éviter que les algues passent à travers la grille initiale, beaucoup trop large. Lors de ce second essai, nous avons pu voir qu'une autre modification serait nécessaire. L'installation d'appui roulant à ce godet servirait de sécurité pour éviter de racler le sol et ainsi limiter la prise de substrat et de supports d'algues, indésirables lors du traitement des algues. De plus, cela permettrait de limiter les impacts sur le milieu naturel, de protéger les parties pérennes de la sargasse et pérenniser la récolte des années suivantes. Par contre, cela impose au récoltant de travailler avec une hauteur minimale d'eau.
- ✓ Cette récolte a toujours été effectuée dans les parcs mytilicoles de Briqueville-sur—mer, soit sur un substrat sableux qui permet une circulation en tracteur relativement aisée. Des tests complémentaires devront être effectués dans le Calvados où les lagues poussent sur des substrats rocheux afin d'apprécier les rendements dans ces conditions.
- ✓ A l'avenir, si la récolte professionnelle de sargasses se met en place et doit augmenter les tonnages pour alimenter la demande industrielle, cette technique de récolte risque de montrer certaines limites (rendement par unité, temps de récolte limité). Pour pallier à ce problème, une récolte par bateau permettrait d'allonger considérablement le temps de récolte. Mais, des expérimentations préalables devront confirmer l'efficacité de ce type de matériel une fois embarqué ainsi que le rendement de récolte par unité.

En conclusion, à court terme et dans le cas où la législation l'autorise rapidement, **une récolte mécanisée par tracteur est envisageable pour alimenter un début de production de biostimulants**. A plus long terme, la question de la récolte se posera en d'autres termes si l'industrie demande des quantités très importantes.

3. Les entéromorphes.

a. Introduction.

Les travaux lors du projet ENTEROMORPHES (Pien et al, 2019) avaient déjà permis de définir une méthode de récolte de cette algue verte sur les poches ostréicoles ainsi que le conditionnement des entéromorphes au départ de l'atelier du conchyliculteur. Les premières recommandations étaient :

- ✓ Pour qu'une récolte soit possible et rentable, il faut que la poche soit très fournie en algues (cf. fig. XX), à hauteur d'environ 800 à 1000g minimum par poche. Ces poches récoltables se distinguent par le fait que les algues recouvrent entièrement la poche sur une épaisseur supérieure à 5 mm et débordent légèrement sur les côtés.
- ✓ La récolte se fait à la main en tirant sur les algues tout en laissant au maximum la couche inférieure des algues, souvent mélangée à la vase et à des petits crustacés.
- ✓ La récolte se stocke directement dans des caisses ajourées de 10 cm de hauteur, caisse communément utilisée en ostréiculture pour le stockage des huîtres en bassins. Ces caisses sont directement empilables, palettisables et donc facilement maniables dès le retour à l'atelier pour un stockage ou un transport.



Figure 31 : Récolte des entéromorphes. (A) : poches suffisamment fournies pour une récolte possible. (B) méthode de récolte manuelle. (C) : Conditionnement des algues après récolte.

Dans ces conditions, une première approche économique avait évalué le coût du ramassage à environ 0,30€ par kg d'entéromorphe une fois arrivé à l'atelier. Ce coût peut paraître un peu élevé pour une algue, mais sa valorisation ciblée vers les biostimulants et l'alimentaire permettait d'envisager une plus-value sur cette activité.

Dans le cadre du projet SNOTRA 2, l'objectif était de confirmer les conclusions obtenues au cours des travaux du projet ENTEROMORPHES mais également d'intégrer à ces travaux les potentiels récoltants que sont les ostréiculteurs et les pêcheurs à pied professionnels pour qu'ils puissent initier une réflexion sur la faisabilité de cette nouvelle activité, l'intégration dans leur planning professionnel, apporter les expertises sur l'amélioration de la récolte et entamer le dialogue avec les potentiels transformateurs.

b. Les récoltes.

Récolte du 15 juin 2022.

Cette première récolte a eu lieu le 15 juin 2022 à **Gouville-sur-Mer (Manche)**, sur les parcs de Mr. Maxime Godefroy. Ces parcs sont situés en bas d'estran et étaient particulièrement bien pourvus en entéromorphes. La récolte a été effectuée avec l'appui logistique du conchyliculteur et un pêcheur à pied professionnel ainsi qu'un potentiel chef d'entreprise, intéressé par cette algue pour une nouvelle activité étaient présents et ont participé à la récolte. Les résultats sont présentés dans le tableau XX ci-dessous.

Date de récolte	Pds / poche (est.)	Quantité ramassée	Nb récoltants	Temps de récolte	Rendement
15 juin 2022	>1 000g	Env. 330 kg	5	30 mn	130 kg/h/pers.

Tableau 5 : Résultats de la récolte d'entéromorphes du 15 juin 2022.



Figure 32 : Récolte du 15 juin 2022 à Gouville-sur-Mer (Manche).

Récolte du 30 juin 2022.

Une deuxième récolte a eu lieu le 30 juin 2022 sur les parcs **d'Asnelles-Meuvoines (Calvados)** sur les parcs de Mr. Emmanuel Maitre. Les parcs sur lesquels ont eu lieu la récolte sont situés plutôt en bas d'estran mais étaient moyennement fournis en entéromorphes. Le professionnel avait opéré à un retournement des poches à huîtres au cours du printemps et les algues étaient dans une phase de repousse à ce moment-là. La récolte a été effectuée avec deux agents d'ACTALIA, venus pour comprendre les contraintes de la récolte et

permettre de l'intégrer dans le processus de transformation de l'algue pour une valorisation vers l'agroalimentaire. Les résultats sont présentés dans le tableau XX ci-dessous.

Date de récolte	Pds / poche (est.)	Quantité ramassée	Nb récoltants	Temps de récolte	Rendement
30 juin 2022	400 à 500 g	Env. 120 kg	5	30 mn	50 kg/h/pers.

Tableau 6 : Résultats de la récolte d'entéromorphes du 30 juin 2022.



Figure 33 : Récolte du 15 juin 2022 à Asnelles (Calvados).



Récolte du 07 juin 2023.

Une dernière récolte a eu lieu le 07 juin 2023 à Gouville-sur-Mer (Manche). Initialement prévue sur Asnelles-Meuvinnes, cette récolte a dû être déplacée au dernier moment. La période fin mai – début juin a été marquée par de forts vents de Nord-Est sur une durée très longue (environ deux semaines). Or la côte du Calvados est particulièrement vulnérable à ces régimes de vents et les algues étaient arrachées. Les moyens logistiques étaient fournis par le SMEL et deux agents d'ACTALIA ainsi que les trois étudiants chargés de l'étude économique ont participé à cette récolte. La pêche a eu lieu sur des poches situées en milieu d'estran et étaient particulièrement très fournies en entéromorphes. Les résultats sont présentés sur le tableau XX ci-dessous.

Date de récolte	Pds / poche (est.)	Quantité ramassée	Nb récoltants	Temps de récolte	Rendement
07 juin 2023	< 1000g.	Env. 260 kg	6	20 mn	130 kg/h/pers.

Tableau 7 : Résultats de la récolte d'entéromorphes du 07 juin 2023.



Figure 34 : Récolte du 07 juin 2023 à Gouville-sur-Mer (Manche).



Cette récolte avait également pour but de fournir de la matière première pour une séance de lavage des algues avec les futurs récoltants pour qu'ils puissent apprécier le travail qui suit une récolte, qu'ils en voient les difficultés et continuer le dialogue entre récoltants et transformateurs. Cette séance s'est déroulée le 12 juin 2023 dans les locaux d'ACTALIA en compagnie des deux ostréiculteurs participants aux récoltes lors de ce projet et des étudiants en charge de l'étude économique.



Figure 35 :Séance de nettoyage des entéromorphes chez ACTALIA le 12 juin 2023.

c. Conclusion et discussion.

Les récoltes organisées dans le cadre du projet SNOTRA 2 ont permis de confirmer les conclusions des résultats obtenus lors du projet ENTEROMORPHES. De plus, des professionnels de la conchyliculture, de la pêche à pied et même un éventuel chef d'entreprise cherchant à faire de l'algue une activité économique pour son entreprise ont pu participer à ces récoltes expérimentales, dialoguer avec les partenaires du projet et apprécier de la faisabilité de cette activité, tout au moins sur un plan technique. D'un autre côté, ces professionnels ont pu également participer aux phases suivantes de la transformation pour ainsi comprendre les protocoles subis par les algues par le transformateur. Un dialogue entre futurs producteurs et futurs transformateurs a pu ainsi être établi et permettre d'envisager des modifications dans la façon de récolter afin d'offrir une algue de meilleure qualité et plus facile à travailler.



WP 2 : DE L'ESTRAN A L'USINE



A. Le stockage.

1. Introduction.

Dans l'acheminement entre le lieu de récolte et la transformation des algues, que ce soit pour les sargasses comme pour les entéromorphes, il faut pouvoir transporter ces algues entre ces deux points (cf. chapitre 2b, page XX) mais également pouvoir stocker ces algues. Le stockage peut se voir de deux manières :

- ✓ Les algues sont stockées par le producteur afin d'optimiser le transport vers l'unité de transformation
- ✓ Les algues sont stockées par l'unité de transformation dans l'attente de leur traitement.

Le but de cette phase est de proposer au transformateur une matière première parfaitement exploitable tout en maximisant le transport depuis le lieu de récolte et la capacité de l'unité de traitement. Par conséquent, au cours de son cheminement entre le lieu de production et l'unité de transformation, l'algue peut donc subir l'une ou l'autre de ces phases, ou les deux ou aucune. Tout dépend du parcours choisi conjointement par le producteur et le transformateur (cf. Chapitre 4.1. « Etude socio-économique de développement d'une filière algues »).

Toutefois, de par les tonnages récoltés au cours d'une marée, du conditionnement effectué directement lors de la récolte ainsi que de la transformation envisagée, les méthodes de stockage peuvent être différents entre les deux algues mais également pour une même algue selon la transformation choisie.

2. Les sargasses.

Lors du projet SNOTRA (Delaunay et al, 2020), le stockage avait été abordée comme un point crucial dans le processus de transformation mais n'avait pas pu être testé. Il était donc proposé pour ce projet de tester plusieurs types de stockages, tant pour le producteur qui souhaiterait optimiser le transport que le transformateur qui souhaiterait optimiser sa production.

a. Le stockage en eau.

La récolte des sargasses le département de la Manche et pour le secteur de Grandcamp-Maisy s'effectuerait à l'intérieur ou aux abords immédiats de parcs conchylicoles disposant, à terre, de bases conchylicoles équipés de bassins de stockage, parfois équipés de systèmes d'aération. Il était imaginé qu'un récoltant puisse stocker sa production du jour dans l'un de ces bassins dans l'attente du transporteur.

Un test de stockage est effectué en 2022. Une récolte d'une tonne environ a eu lieu à Bricqueville-sur-Mer le 16 mai. Les algues étaient conditionnées dès la récolte dans des containers de 500l, ajourés permettant à la fois d'évacuer l'eau lors de la récolte (et éviter son transport) et permettre la circulation de l'eau dans une fois l'eau autour des algues dans le bassin. 500 kg de cette récolte, répartis en deux bacs, ont été acheminées à Blainville-sur-Mer et mises en bassin ostréicole chez un professionnel, Dimitri Landry, situé sur la zone

conchylicole à proximité des locaux du SMEL. L'option de laisser les algues en libre dans le bassin a été écartée pour des raisons de temps de manipulation et de logistique.



Figure 36 : De la fin de la récolte (A) au stockage en bassin ostréicole (B)

Le bassin utilisé pour le test est un bassin situé en extérieur, avec une capacité de 21 m³ et équipé d'un système d'aération programmé pour fonctionner 15 mn par heure. Deux bacs de 250 kg chacun ont été installés dans ce bassin deux heures après la fin de la récolte pour un stockage prévu sur deux semaines. L'eau des bassins étaient entièrement renouvelées deux fois par semaine et une sonde installée dans le bassin relève la température de l'eau toutes les heures. Vu ces dimensions (5,8m par 3,7m pour une hauteur d'eau de 0,65m), le bassin pourrait accueillir 15 bacs pour une capacité total de 3 750 kg.



Figure 37 : Maintien des algues dans le bassin ostréicole.

Le premier constat, une fois rempli le bassin, est l'**extrême flottabilité des algues** qui sont impossible à maintenir en eau et ce malgré le poids du cadre-support des bacs. Une fois mis à l'eau, les bacs flottaient et les 15cm supérieurs étaient hors d'eau. Pour pallier à ce problème, il a fallu mettre des poids supplémentaires



directement sur les algues et 120 kg par bac, soit pour 250kg d'algues, ont été nécessaire pour maintenir le bac en eau. Ensuite, l'eau de stockage prenait très rapidement une couleur brune très prononcée, laissant à penser qu'il y a une perte importante des molécules d'intérêt dans l'eau du bassin. Des prélèvements ont été envoyés à la société ALGAIA pour vérifier ce point mais les résultats n'ont pas été communiqués à ce jour.

Au cours de deux semaines de stockage, la température du bassin est restée relativement stable sur des niveaux moyens compris entre 14°C et 19°C. Les variations journalières observées sur le graphique 38 sont dues à l'alternance jour / nuit. Sur cette période, dans la Manche, la température de l'air est restée modérée avec une moyenne journalière maximale de 21°C, un ensoleillement important (deux journées dominées par les nuages au cours de cette période) et très peu de précipitations.

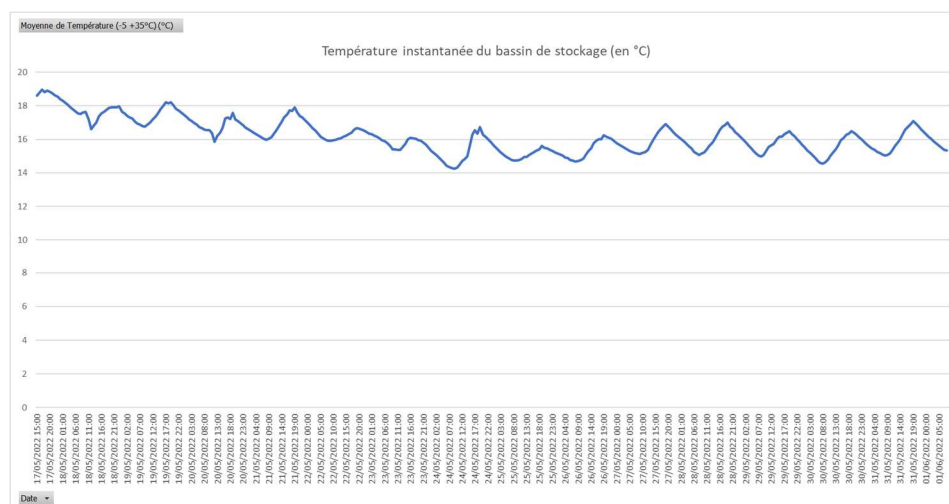


Figure 38 : Suivi de la température de l'eau au cours du stockage dans le bassin ostréicole.



Figure 39 : Etat des algues après 14 jours de stockage (A) et nettoyage du bassin à l'issue du stockage (B)



Après 14 jours de stockage, les algues étaient dans un état de décomposition avancé. Cet état avait débuté au bout de 6 à 7 jours de stockage et, au final, étaient parfaitement inutilisables dans le cadre de valorisation à destination de biostimulants. D'autre part, ces bassins sont destinés au stockage des coquillages, notamment huîtres et moules. Or, leur état après un stockage de sargasses ne permet pas la stabulation de coquillages sans un nettoyage en profondeur du bassin. Pour finir, après 7 jours comme 14 jours de stockage, les analyses effectuées par ALGAIA montrent une perte importante de **Mannitol** (cf. Annexe 5, rapport SNOTRA 2), les autres composés restant relativement stables.

En conclusion, cette solution destinée à stocker les algues pour un récoltant afin d'optimiser le transport **n'est pas une solution viable**. Même en raccourcissant le temps de stockage pour éviter le pourrissement des algues, les manipulations nécessaires pour maintenir les algues en eau sont relativement lourdes en temps et en poids, tout comme la remise en état pour le stockage des coquillages. Le bassin utilisé est un bassin aux dimensions classique pour un bassin conchylicole pourrait stocker entre 3,5 et 4 tonnes maximum. Or, on peut imaginer qu'à terme, un récoltant parfaitement mécanisé pourrait récolter jusqu'à 10 tonnes par jour ce qui lui demanderait de mobiliser entre 2 et 3 bassins par jour de marée, soit entre 10 et 15 bassins par période de vives eaux. Or, cette période reste une période d'activité conchylicole et les professionnels utilisent également leur bassin pour le stockage de coquillages. Un conflit d'usage de ces bassins semble inévitable.

b. Le stockage au froid positif.

Lors de la récolte du 16 mai 2022, 50 kg ont été stockés dans un bac de 200 litres et mis dans une chambre froide dans les locaux du SMEL, réglée à 4°C. Les algues n'ont été pas manipulées durant les deux semaines de stockage sauf pour une vérification de l'état général. Une sonde installée au sein des algues relevée les températures toutes les heures.

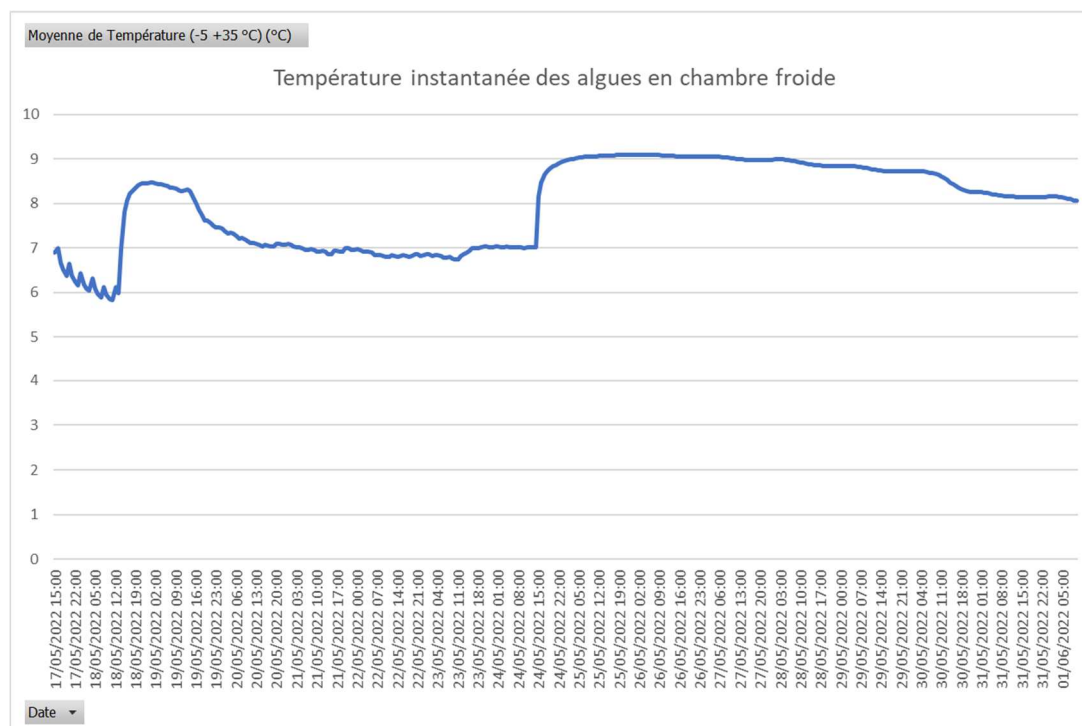


Figure 39 : Suivi de la température dans le bac de stockage des algues mis au froid positif.

Au bout de 7 jours de stockage, les algues étaient en parfait état. Et après 14 jours, un début de pourrissement est observé au milieu du stock, mais la grande majorité du stock est toujours en bon état.



Figure 40 : Bac de stockage des algues au froid positif (A) et état des algues après 14 jours de stockage (B)

Par conséquent, cette méthode **semble viable pour un stockage sur de courtes périodes**, même si un essai à plus grande échelle permettrait de valider les résultats de cet essai. Dans une chambre froide professionnelle, et en stockant directement avec les bacs de récolte, la capacité de stockage est autour **d'une tonne par mètre carré** (4 bacs gerbables empilés sur une surface de 1 m²). Certains conchyliculteurs sont équipés de chambre froide dans leur bâtiment professionnel et semblent adaptés au stockage des bacs de récolte. Outre l'occupation pour leurs besoins propres, **ce type de stockage temporaire de quelques jours serait envisageable** afin d'optimiser le transport d'une récolte. De plus, il s'agit du stockage qui permettrait de conserver au mieux l'ensemble des composants biochimiques et serait un bon compromis (cf. Annexe 5, ALGAIA, rapport SNOTRA 2).

c. Le séchage à l'air libre.

La solution choisie est un séchage à l'air libre mais sous abri, dans une serre tunnel pour éviter la problématique des précipitations qui pourrait altérer la qualité du séchage. Ce test était simplement destiné à évaluer la faisabilité de ce principe très simple avant d'envisager une approche plus professionnelle par la suite



Figure 41 : Séchage des algues sous serre.

Pour ce test, 30 kg de sargasses, récoltées le 16 mai 2022, étaient étalés sur deux grilles de 1.5m par 0.6m. Les grilles étaient posées sur des supports de 1m de haut. La hauteur d'algues ne dépassait pas les 15 cm.

L'idée de départ était de les laisser sécher sans aucune manipulation durant le temps de séchage. Après deux jours, on obtenait un séchage des algues exposés directement à l'air libre mais pas pour les parties situées plus au cœur. Ces parties restaient humides et pour éviter un pourrissement prématuré, des manipulations de retournement et de mélange se sont avérées nécessaires. Au bout d'une semaine, le séchage semblait tout juste correct. Les algues n'ont ensuite pas été conservées.

Cette méthode ne semble pas être viable pour un stockage temporaire (beaucoup de manipulations pour un temps limité) mais pourrait être envisageable pour un stockage à long terme. Mais ce test était une simple approche technique qui ne permet pas de définir les superficies nécessaires pour un séchage de plusieurs centaines de tonnes, ni le temps de manipulations nécessaires. Des travaux complémentaires à plus grande échelle sont nécessaires afin d'évaluer la faisabilité technique et économique. En terme de composés biochimiques, cette méthode ne permet pas une bonne stabilisation des alginates(cf. Annexe 5, ALGAIA, rapport SNOTRA 2).

d. Utilisation d'un séchoir agricole adossé à un méthaniseur.

Si le séchage à l'air libre semble potentiellement possible, on voit rapidement que cela demande de la maintenance et que le résultat sera dépendant de la météo et du taux hydrométrique. Pour pallier ce problème, il faut pouvoir sécher dans des unités dédiées au séchage mais qui demande de l'énergie et donc un surcoût, notamment dans une période où le prix de l'énergie ne cesse d'augmenter. Mais, en Normandie comme dans d'autres régions, des unités de méthanisation se développent rapidement sur nombre d'exploitations agricoles et, pour certaines d'entre elles, l'exploitant récupère la chaleur produite pour alimenter un séchoir à céréales ou à bois, réduisant le coût de l'énergie.

Pour la sargasse, ce procédé de séchage a pu être testé au GAEC des Bégonias de Mrs Alexis et Quentin Levionnais à Condé-sur-Vire (Manche). Le séchoir à grains d'une superficie de 800 m² est divisé en 4 compartiments séparés de 20m par 10m de surface. La hauteur maximale de séchage est de 2 mètres environ, soit un volume de 1 600 m³ par compartiment. Des sargasses ont été mises à sécher lors des deux années. En 2021, 250 kg ont été mis en séchage puis 1 tonne en 2022. Les algues ont été mises à sécher le jour même de la récolte, soit 3 heures maximum après leur sortie de l'eau.



Figure 42 : Vue aérienne des installations agricoles de la ferme Levionnais



Figure 43 : Sargasses mis en séchage en 2022 (A) et en 2023 (B).

Une fois mis en séchage, les exploitants opéraient à la surveillance du bon déroulement du séchage et devait prévenir de la fin de l'opération. Dans les deux cas, les algues étaient suffisamment sèches pour être retirées du séchoir et mis en stockage dès le lendemain matin soit 12 à 18 heures après le début de l'opération.

Comme le montre la figure 44, lors de ces tests la hauteur d'algues dans le compartiment de séchage est très réduite (20 cm maximum), facilitant ainsi l'opération. Lors de l'essai de 2022, une tonne prend la moitié de la surface d'un compartiment et 1/10^{ème} de la hauteur. On peut donc imaginer que la capacité du compartiment serait de 20 tonnes minimums et le temps de séchage de cette quantité est encore inconnue. Toutefois, d'après l'exploitant (com. perso.), un compartiment rempli de maïs ensilé prend une semaine de séchage. Or, la densité est maximale, bien plus importante qu'elle ne le serait pour les algues. Il semblerait que le séchage d'un compartiment rempli de sargasses prendrait moins d'une semaine. Un test à cette échelle serait toutefois nécessaire pour valider cette hypothèse.

Mais, ces tests démontrent à la fois l'efficacité du procédé, sa rapidité, la qualité du séchage et le potentiel en termes de quantité. Même si l'aspect économique est encore à peaufiner, ce type d'équipement déjà opérationnel, mutualisable pour différents secteurs d'activités et donc utilisés toute l'année et alimenté par une ressource renouvelable sera très probablement bien plus compétitive qu'une unité dédiée uniquement au séchage des sargasses.

3. Les entéromorphes.

Au cours de projet ENTEROMORPHES (Pien & al, 2019), des essais de stockage avaient donné des résultats très encourageants. Les algues récoltées étaient directement conditionnées dans les bacs ostréicoles (cf. fig. XX). Ces bacs empilables et palettisables peuvent être directement stockés dans une chambre froide à 4°C. Les tests effectués montraient que ce stockage maintenait les algues en bon état pendant deux semaines maximums. Dans le cadre d'une valorisation vers l'industrie des biostimulants, ce stockage de deux semaines n'altérerait pas la qualité des algues.

Au cours de SNOTRA 2, cette opération a été renouvelée en 2022 dans le but de confirmer les résultats obtenus en 2019. Selon les mêmes conditions, des entéromorphes pêchées à Asnelles (Calvados) le 30 juin 2022. Une partie fut stockée par ACTALIA et une autre par le SMEL.



Figure 44 : Conditionnement des entéromorphes applicables de la récolte jusqu'à l'usine de transformation.

Les résultats obtenus après 1 semaine de stockage montrent une nouvelle fois une bonne tenue des algues dans la chambre froide et un début de dégradation après deux semaines de stockage. Toutefois, les résultats d'ACTALIA montrent que pour une valorisation vers l'agro-alimentaire, le stockage ne pourra excéder une semaine avant le pré-traitement (lavage et séchage) (cf. annexe 1, résultats ACTALIA).

En conclusion, le stockage temporaire des entéromorphes peut s'effectuer aisément en chambre froide à 4°C pendant quelques jours. Toutefois, selon la destination de ces algues, la durée de stockage est à surveiller surtout pour l'agro-alimentaire qui demandera à raccourcir au maximum le temps entre la récolte et le pré-traitement.



B. La logistique et le transport.

1. Introduction.

La logistique est un point essentiel dans l'étude d'une filière. Cet aspect fut abordé lors des projets SNOTRA et ENTEROMORPHES mais de façon purement théorique. Pour les **entéromorphes**, le conditionnement de transport est traité dès la récolte. Comme vu dans le chapitre WP1 « La récolte » (page 36), les algues sont directement stockées dans des caisses ajourées utilisées en ostréiculture, caisses empilables, palettisables, facilitant ainsi le transport et le stockage. De ce fait, le transport est parfaitement possible par camion frigorifique, d'autant que les circuits de logistique sont déjà existants. En effet, les algues sont récoltées sur les parcs ostréicoles et sont remontées au niveau des zones conchylicoles. Or, que ce soit pour les huîtres ou les moules, la logistique employée pour la distribution de ces produits semble pouvoir être utilisée pour les entéromorphes. Pour les aspects économiques liés au transport, ces questions sont abordées dans **l'annexe 2 « Etude socio-économique du développement d'une filière algues » (page 30)**.

Pour les **sargasses**, la problématique est très différente. La récolte mécanisée peut d'abord être stockée en vrac sur une remorque ostréicole. Cette même remorque sera remontée en haut de plage où les algues peuvent avoir deux destinations :

- ✓ Soit les sargasses sont stockées par le récoltant. Cette opération semble compliquée à mettre en place sauf à reconditionner les algues en bac empilable et palettisable en chambre froide..
- ✓ Soit les algues partent directement pour le traitement ou pour un séchage chez un agriculteur (ou autre).

C'est ce second cas qui semble être la voie « classique » de cheminement des algues. En effet, ce procédé est le plus simple à mettre en place, le plus rentable et permettant de garantir une meilleure qualité des algues. C'est donc cette solution que nous avons souhaité tester techniquement sur la base d'une récolte mécanisée expérimentale effectuée dans le cadre du projet. Comme pour les entéromorphes, les aspects économiques de cette logistique sont étudiés dans un cadre plus général dans le chapitre consacré à l'étude socio-économique (**cf. Annexe 2 « Etude socio-économique du développement d'une filière algues » (page 20)**).

2. Test de transport pour les sargasses.

Suite à la récolte du 20 avril 2023 (cf. chapitre C.2., page 33), les sargasses récoltées ont été acheminées par transporteur vers le lieu de séchage (transport de 50 km entre Bricqueville-sur-Mer vers Condé-sur-Vire). Les algues récoltées ont été remontées vers la zone conchylicole avec le tracteur utilisé pour le transport de la récolte. A cet endroit, un camion-benne d'une capacité de 10 tonnes était prévu pour récupérer les algues. L'un des points stratégiques était le transvasement des algues de la remorque du tracteur vers le camion-benne et ce point devait être testé. Après réflexion avec le transporteur, le choix s'est porté sur un « manitou » équipé d'une fourche que permet d'agripper les algues avec un bras télescopique à même de remplir la benne de transport du camion.



Figure 45 : Opération de transvasement des algues du plateau ostréicole vers le camion benne.

Lors de l'opération, il s'est avéré que ce type d'équipement était bien adapté pour permettre le chargement des algues et le transvasement s'est opéré très facilement. Toutefois, pour une meilleure efficacité, le grapin devra être équipé directement sur le camion afin d'améliorer le rendement pour des chargements plus importants (autour de 10t)

Le transport s'est ensuite déroulé comme prévu et les algues ont pu être déposées manuellement sur l'unité de séchage chez l'agriculteur à Condé sur Vire. Pour des quantités plus importantes, une mécanisation sera probablement nécessaire mais le matériel agricole sera certainement adapté pour cette opération.



WP 3 : L'UTILISATION DES ALGUES



A. Les aspects agricoles

Les comptes rendus détaillés des essais présentés dans cette partie sont disponibles sur demande auprès du SILEBAN (sileban@sileban.fr, 02 33 23 42 10).

1. Propriétés biostimulantes.

Les biostimulants sont des produits permettant une meilleure résistance aux stress, qu'ils soient biotiques (maladies, ravageurs) ou abiotiques (stress hydrique, salin).

À la suite des projets SARGASSES (2015-2016, financé par la région Normandie), ENTEROMORPHES (2017-2018, financé par la région Normandie) et SNOTRA (2017-2019, financé par la mesure 26 du FEAMP), le projet SNOTRA 2 vise à créer une filière économique autour des algues normandes, de leur pêche à leur valorisation finale.

Les cultures légumières sont un débouché identifié pour ces produits algaux. En effet, la Normandie est une région de production légumière avec plus de 8 000 ha cultivés, dont les principaux légumes sont la carotte, le poireau, les salades, les choux et le navet. Toute filière de ramassage et transformation des algues à visée agricole qui verrait le jour serait donc très locale en plus d'une ambition de circuit court.

a. SNOTRA.

Au cours du projet SNOTRA (2017-2019), le SILEBAN a testé plusieurs extraits algaux à différents niveaux.

Tout d'abord en laboratoire, sur boîtes de Petri, des semences de carotte ont été soumises à différents extraits algaux à diverses doses, afin d'évaluer l'impact de ces traitements sur le taux de germination et l'élongation des racines des jeunes plantules de carotte.

L'étape suivante s'est déroulée en serre, en conditions semi-contrôlées. L'innocuité des extraits et doses ont été testés sur des plantules de carottes et poireaux pour deux sols différents, tous deux représentatifs de deux grands bassins de production de la Manche : les sols sableux de la Côte Ouest et les sols limoneux du Val de Saire. Si toutes les combinaisons produit x dose ont été validées pour le sol sableux de la Côte Ouest, un doute subsiste pour le sol du Val de Saire : les taux de germination sont très variables d'une répétition à l'autre.

La troisième étape du projet SNOTRA a été la réalisation d'essais en plein champ, à la fois pour évaluer un effet biostimulant des produits, mais aussi pour vérifier l'absence de sélectivité vis-à-vis des cultures des produits aux doses testées (i.e. vérifier qu'ils ne nuisent pas aux cultures légumières).

Quatre essais ont été réalisés sur les cultures suivantes : carotte, poireau, salade et chou-fleur. Ils ont montré l'absence de sélectivité des produits, mais n'ont pas permis de mettre en avant un effet biostimulant des extraits algaux. Il est donc suggéré de mieux caractériser les stress pour favoriser l'expression de l'effet des biostimulants.

b. SNOTRA 2

Le projet SNOTRA 2 s'inscrit dans la continuité directe de SNOTRA, et a regroupé sept essais conduits sur deux ans.

Comme mentionné précédemment, face au doute subsistant quant à l'innocuité des produits algaux dans le sol du Val de Saire, un essai similaire sous serre a été réitéré, sur cultures semées de carottes et poireaux, cette fois-ci avec les extraits algaux propres au projet SNOTRA 2.

Par ailleurs, cinq essais ont été menés en plein champ : quatre sur les parcelles du SILEBAN (carotte, chou de Milan, laitue et poireau) et le cinquième chez un producteur de la Côte Ouest (pépinière de poireaux). Les stress visés par ces essais sont le stress hydrique et des défauts physiologiques des légumes.

Enfin, en partenariat avec Actalia, une vérification a été menée sur des salades cultivées en serre : un protocole de traitement similaire à ceux des essais en plein champ a été appliqué avec le produit le plus prometteur, puis les salades ont été soumises à des analyses microbiologiques afin de vérifier que l'application foliaire de biostimulant algal n'induisait pas de contamination problématique pour ce légume consommé cru (*Escherichia coli*, *Bacillus cereus*).

Les produits testés.

Les biostimulants algaux utilisés dans les essais du projet SNOTRA 2 ont été mis au point par la société Algaïa, ce qui a fait l'objet d'une prestation. La méthode de production des extraits algaux et leur composition est disponible en annexe de ce rapport.

Quatre produits différents ont été testés à deux doses d'application différentes, 1,5 L/ha et 3 L/ha :

- SN2-SAR- EVP6 (ou EVP6) : la référence du marché ;
- SN2-SAR-EX1 (ou SAR) : extrait de sargasses normandes ;
- SN2-ENT-EX1 (ou ENT) : extrait d'entéromorphes normands ;
- SN2-ENSA (ou ENT+SAR) : mélange de sargasses et d'entéromorphes normands.

Pour le test d'innocuité sous serre, trois produits supplémentaires ont été ajoutés au protocole : les deux produits du test de volage en soufflerie, détaillé dans une deuxième partie, et le produit EVP10 (commercial).

Pour l'essai en plein champ chez un producteur sur pépinière de poireau, les quatre produits ont été complétés avec du sulfate de magnésium heptahydraté, tout comme le témoin non traité.

Essai d'innocuité en conditions semi-contrôlées

Objectif : Vérifier l'innocuité des extraits algaux sur la germination et la croissance des carottes et des poireaux.

L'essai s'est déroulé dans la serre scientifique du SILEBAN. Des terrines de semis de 10 L ont été utilisées comme contenants pour les deux sols testés : un sol limono-sableux du Val de Saire et un sol sableux de la Côte Ouest. Le sol du Val de Saire a été recouvert d'une fine couche de sable de carrière pour éviter la formation d'une croûte de battance. Dans chaque terrine sont semées deux lignes de 20 graines, l'une de carottes et l'autre de poireaux.

Sept produits algaux ont été testés :

- Les deux produits du test de volage (présentés partie suivante), appliqués au semis, à une dose de 100 L/ha (200 L/ha de bouillie) => SN2-ALG-S60 et EVP9 ;
- Cinq biostimulants algaux, tous à deux doses différentes : 1,5 L/ha et 3 L/ha (600 L/ha de bouillie). Ces cinq produits ont été appliqués au semis puis à 30 jours de culture => SN2-EVP6, SN2-SAR-EX1, SN2-ENT-EX1, SN2-ENSA et EVP10.

On a réalisé 5 répétitions (5 terrines) de chaque combinaison sol x produit x dose, soit un total de 130 terrines.



Figure 46 : Essai d'innocuité des biostimulants algaux sous serre, dispositif expérimental.

Les taux de levée des différentes combinaisons, calculés après 14 jours et après 30 jours, sont satisfaisants et ne montrent pas de différence significative entre les témoins et les modalités traitées, et ce quel que soit le sol ou la dose (Figure 47 et Figure 48).

On en conclut donc l'innocuité sur la levée des extraits algaux aux doses appliquées.

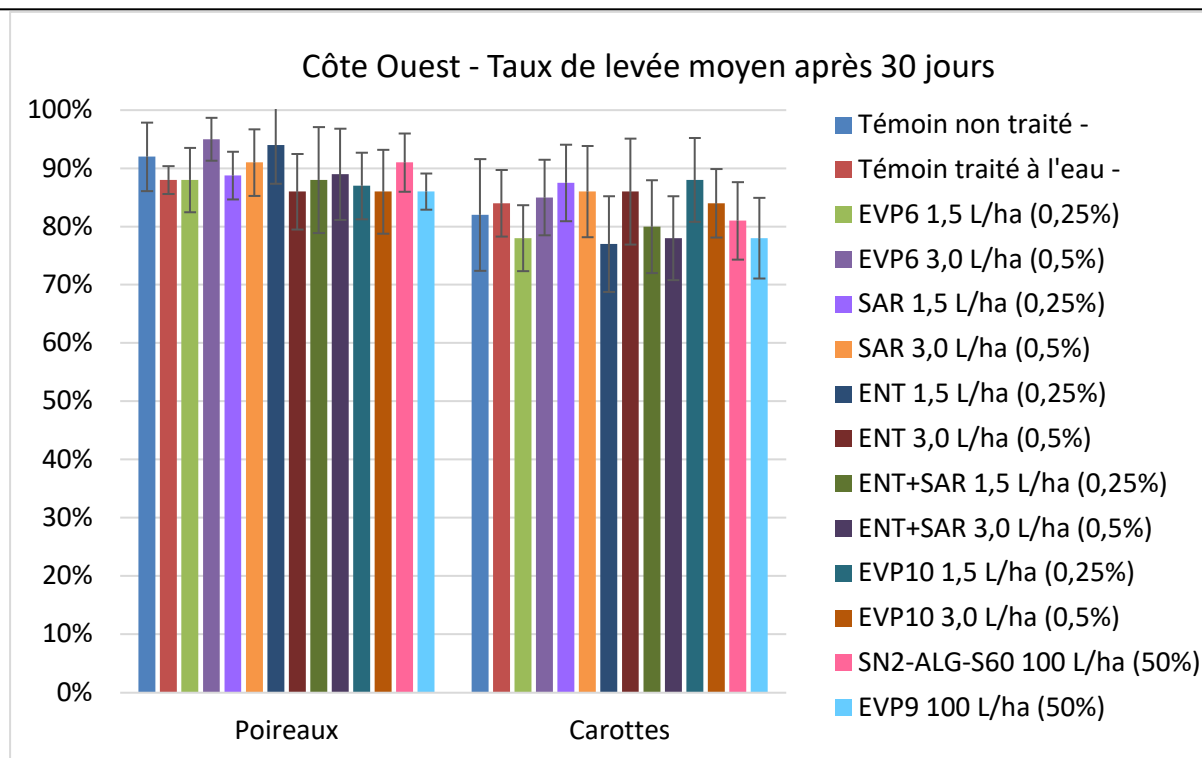


Figure 47 : Essai d'innocuité sous serre, taux de levée moyen des différentes combinaisons produit x dose testées pour le sol sableux de la Côte Ouest

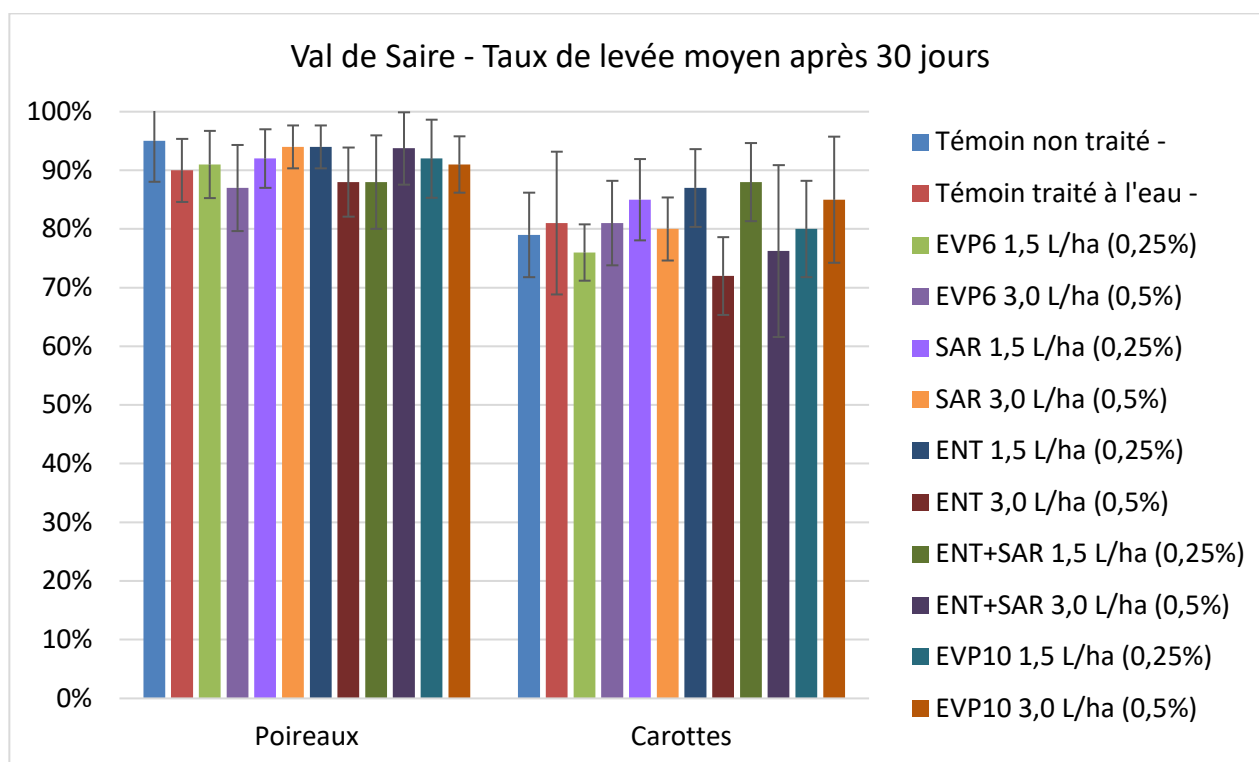


Figure 48 : Essai d'innocuité sous serre, taux de levée moyen des différentes combinaisons produit x dose testées pour le sol limono-sableux du Val de Saire.

Les carottes et les poireaux ont été récoltés après 60 jours de culture. L'essai n'a pas permis de mettre en évidence un impact des biostimulants algaux sur les masses récoltées. Les différences de croissance observées s'expliquent plus par la position de la terrine dans la cellule de la serre que par le traitement appliqué.



Cet essai en conditions semi-contrôlées n'a pas permis de montrer un effet positif des biostimulants algaux sur la germination et la croissance de carottes et poireaux. Le dispositif envisagé est limitant pour l'observation de ce type d'effet. Il a néanmoins permis de confirmer l'absence de sélectivité de ces produits vis-à-vis de ces cultures, ce qui était l'objectif recherché au vu des doutes qui subsistaient face aux résultats obtenus dans SNOTRA.

- Essais en plein champ au SILEBAN

Objectif : Évaluer, en cultures de plein champ, l'effet d'application de biostimulants algaux (base entéromorphes / sargasses) sur la qualité des productions. Les produits tests seront évalués sur leur capacité à gérer les stress de type abiotiques.

- Laitue (tip-burn)

Stress abiotique visé : la nécrose marginale / le tip burn.

Le tip-burn est un stress abiotique qui se caractérise par une nécrose marginale des feuilles. Cela peut être dû à de nombreux facteurs, dont une mauvaise aération du feuillage, une irrigation insuffisante ou une fertilisation azotée inappropriée.

L'essai a eu lieu sur l'une des parcelles limono-sableuses du SILEBAN au cours de l'été 2022, qui a connu une absence totale de précipitations utiles entre début juin et début août.

Les extraits testés sont les quatre produits présentés précédemment, aux doses de 1,5 L/ha et 3 L/ha. Trois applications de biostimulants ont eu lieu : immédiatement après plantation, deux semaines après plantation et quatre semaines après plantation.

Un suivi des symptômes de tip-burn a été effectué toutes les semaines au voisinage de la date théorique de pomaison. **En raison des fortes chaleurs, et probablement d'une irrigation insuffisante, les salades ont monté avant l'apparition du tip-burn. L'essai a donc été abandonné : il n'est pas possible de conclure sur l'effet des biostimulants algaux sur le tip-burn de la laitue.**

- Poireau (stress hydrique)

Stress abiotique visé : le stress hydrique

L'essai a eu lieu sur l'une des parcelles limono-sableuses du SILEBAN à l'été 2022. Les poireaux 'Oslo' ont été plantés fin juillet, peu de temps avant le retour des pluies courant août : malgré une absence totale d'irrigation (hormis la tonne à eau lors de la plantation), aucun stress hydrique n'a pu être observé.

Les extraits algaux testés sont les quatre produits présentés précédemment, aux doses de 1,5 L/ha et 3 L/ha. Trois applications de biostimulants ont eu lieu : une semaine après plantation, un mois après plantation et deux mois après plantation.

Une récolte intermédiaire a eu lieu deux mois après plantation. Une forte hétérogénéité spatiale des résultats est observée, et aucun effet positif des biostimulants n'est constaté sur le diamètre ou le poids des poireaux.

La récolte finale a eu lieu plus de six mois après la plantation. Les poireaux ont été notés sur leur poids (brut et paré), leur calibre et la cause de leur déclassement s'ils ne sont pas commercialisables.

Le rendement des poireaux est jugé satisfaisant. Il n'y a pas de différence significative de rendement entre les différentes modalités testées et le témoin non traité.

En revanche, on observe un effet du biostimulant SN2-ENSA (ENT+SAR) sur le calibre des poireaux (Figure 49) : à la dose de 1,5 L/ha, il permet de réduire significativement le nombre de poireaux hors calibre (inférieurs à 20 mm) et à la dose de 3 L/ha, il permet de réduire significativement le nombre de poireaux du calibre 30-40 mm.

Dans une parcelle, l'objectif est d'obtenir environ 70% à 80% de poireaux du calibre 20-30 mm et 20% à 30% de poireaux du calibre 30-40 mm. Ces résultats sont donc positifs mais restent à confirmer (hétérogénéité de la parcelle, une seule année climatique d'étude).

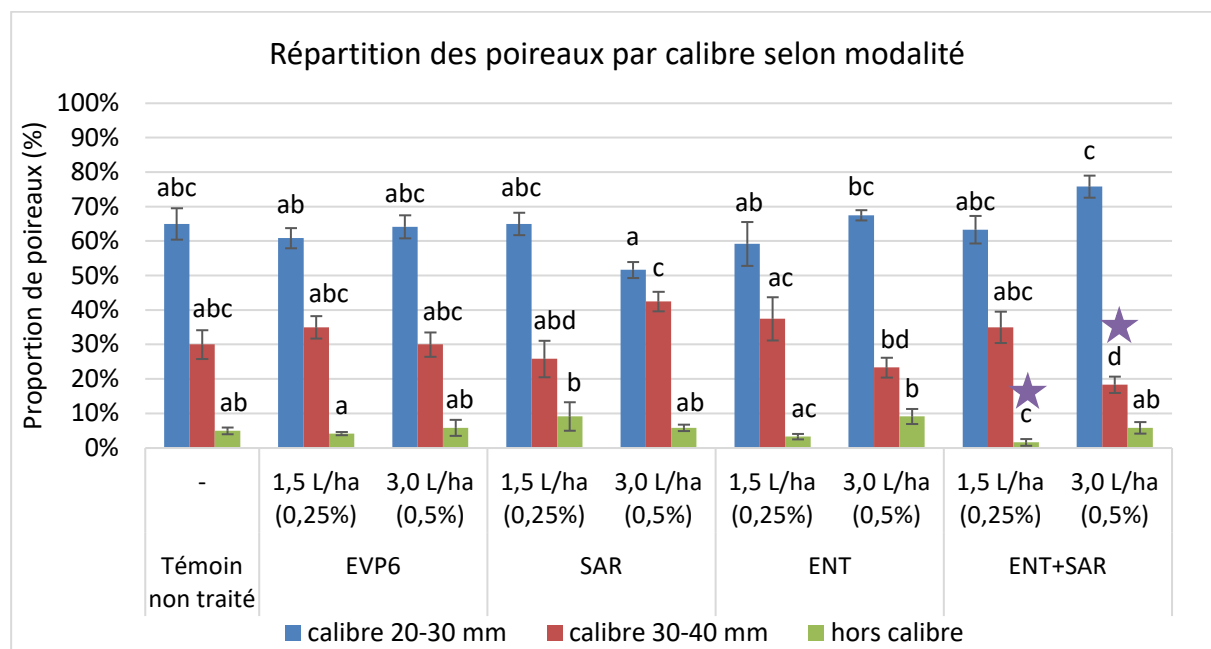


Figure 49 : Essai poireaux, répartition des poireaux récoltés par calibre au sein de chaque modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.

L'effet des extraits algaux en situation de stress hydrique n'a pas pu être évalué en raison des conditions météorologiques trop humides. Les biostimulants algaux n'ont pas eu d'impact sur le rendement de la culture de poireaux, déjà satisfaisant. En revanche, le produit SN2-ENSA a un effet sur le calibre des poireaux, en uniformisant la production vers le calibre 20-30 mm, le plus recherché.

○ Carotte (stress hydrique)

Stress abiotique visé : le stress hydrique

L'essai a eu lieu sur l'une des parcelles limono-sableuses du SILEBAN à l'été 2022. Les carottes, de deux variétés différentes – 'Florance' et 'Polydor' – ont été semées début juin.

Face à la levée très insuffisante de 'Polydor', et assez faible de 'Florance', la partie 'Polydor' de l'essai a été détruite et un nouvel essai mis en place avec la variété 'Maestro' à la mi-juillet.

Les biostimulants algaux testés sont les quatre présentés précédemment, aux deux doses de 1,5 L/ha et 3 L/ha. Les applications ont eu lieu au semis, deux semaines après semis et six semaines après semis.

Malgré les conditions météorologiques sèches de juin et juillet 2022, l'état hydrique du sol a fait qu'aucun des deux essais n'a subi de stress hydrique : l'effet des biostimulants sur ce paramètre ne peut pas être évalué.

Pour le premier essai (variété 'Florance'), les biostimulants testés n'ont eu aucun impact significatif par rapport au témoin non traité, que ce soit du point de vue du rendement total ou du rendement commercialisable. Les rendements obtenus sont très bas, ce qui s'explique par la mauvaise germination du cultivar 'Florance'. De surcroît, la densité étant plus faible (à cause de la faible germination), les carottes ont grossi plus vite et ont donc dû être récoltées avant maturité complète, sans possibilité de conservation hivernale.

Pour le deuxième essai (variété 'Maestro'), le semis très tardif de la mi-juillet a engendré un stress pour la culture. Des effets significatifs de certains biostimulants ont ainsi pu être relevés, à la fois sur le rendement total (Figure 50), le rendement commercialisable (Figure 51) et le nombre de carottes commercialisables (Figure 52) au mètre linéaire. On note que les valeurs de rendement sont faibles : la culture n'a pas eu le temps d'atteindre une maturité complète.

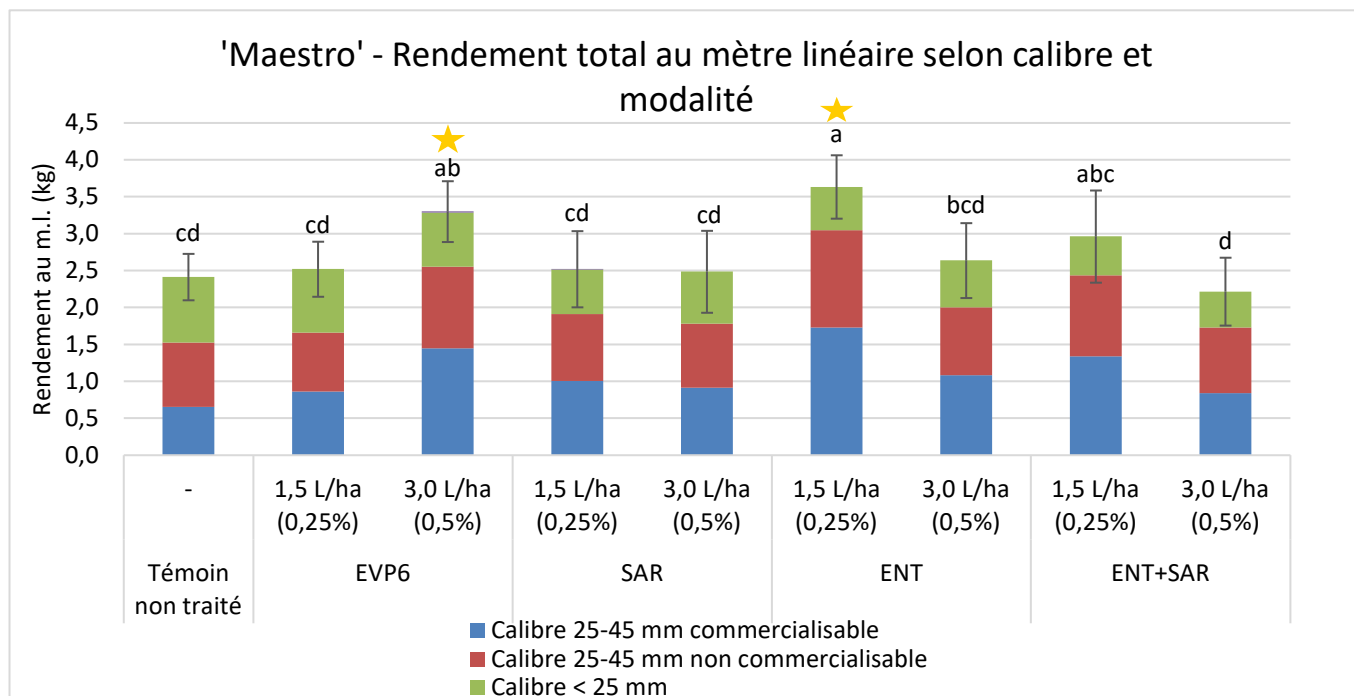


Figure 50 : Deuxième essai carottes, rendement cumulé par calibre selon modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.



'Maestro' - Rendement commercialisable au mètre linéaire selon modalité

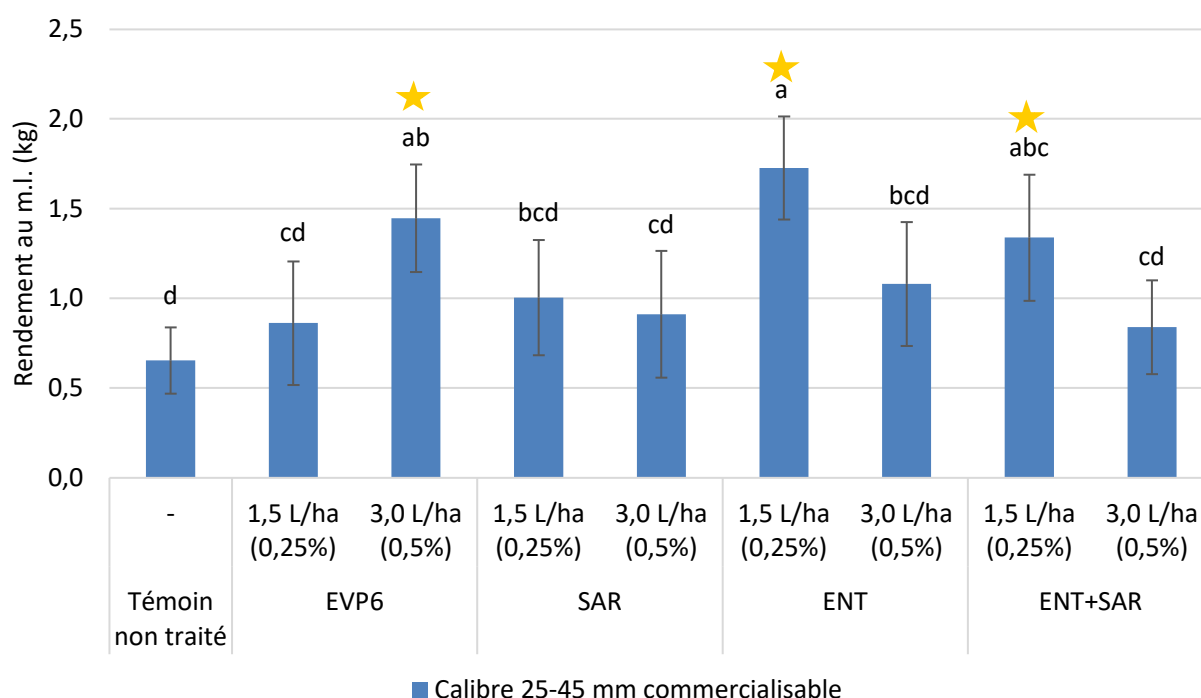


Figure 51 : Deuxième essai carottes, rendement commercialisable selon modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.

'Maestro' - Nombre de carottes commercialisables récoltées au mètre linéaire selon modalité

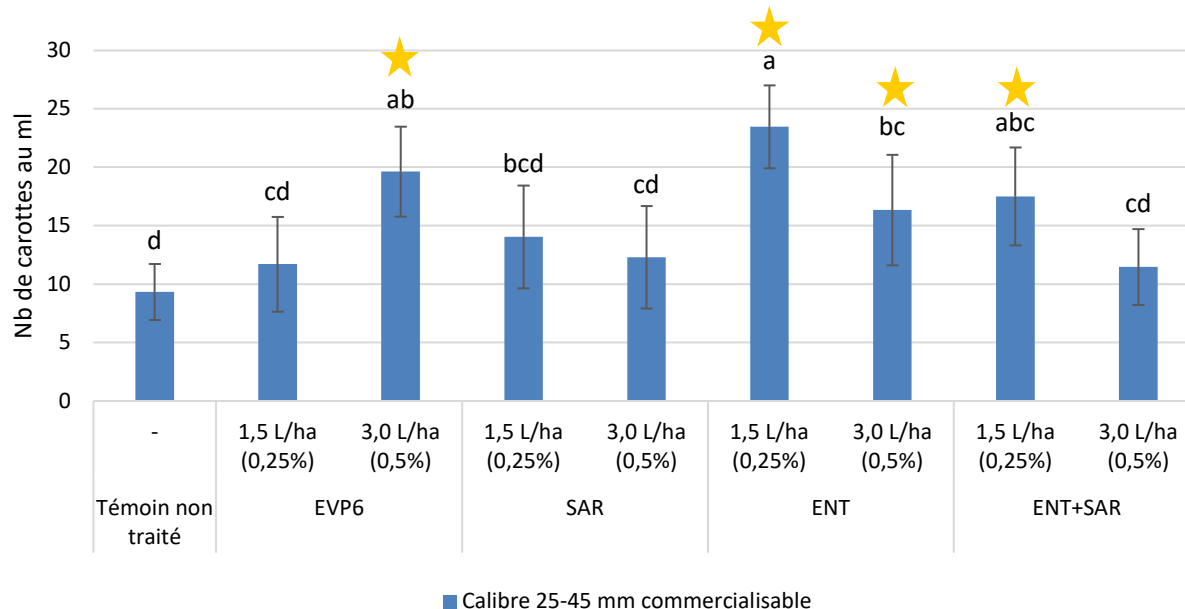


Figure 52 : Deuxième essai carottes, nombre de carottes commercialisables selon modalité. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.

Dans les conditions de l'essai, trois combinaisons produit x dose permettent d'augmenter significativement le nombre et le rendement en carottes commercialisables, et par la même occasion le rendement total, par rapport au témoin non traité :

- SN2-SAR-EVP6 (EVP6) à 3 L/ha ;
- SN2-ENT-EX1 (ENT) à 1,5 L/ha ;
- SN2-ENSA (ENT+SAR) à 1,5 L/ha.

Les biostimulants algaux ont été testés sur deux cultures de carottes différentes. La première, du cultivar 'Florance', a été semée au bon moment et a plutôt mal levé. Les biostimulants algaux n'ont eu aucun impact significatif par rapport au témoin non traité. La deuxième, du cultivar 'Maestro', a été semée tardivement, ce qui a induit un stress physiologique pour les plantes. Ces conditions défavorables ont permis à certains biostimulants algaux d'avoir un effet positif sur le calibre des carottes, ce qui a augmenté le nombre et le rendement de carottes commercialisables (combinaisons concernées : SN2-SAR-EVP6 à 3L/ha, SN2-ENT-EX1 à 1,5 L/ha, SN2-ENSA à 1,5 L/ha).

○ Chou (taches noires)

Stress abiotique visé : Le contrôle du développement de taches nécrotiques d'origine mal connue (gel, asphyxie racinaire...) et non associé à un pathogène est visé par l'étude. L'effet sur les bactérioses sera également apprécié compte tenu de la relation entre les effets environnementaux et le déclenchement de symptômes.

L'essai a eu lieu sur l'une des parcelles limono-sableuses du SILEBAN à l'été 2022. Les choux de Milan 'Ontario' ont été plantés à la fin du mois de juillet.

Les biostimulants algaux testés sont les quatre produits présentés précédemment, aux doses de 1,5 L/ha et 3 L/ha. Les applications ont eu lieu à la plantation, deux semaines après la plantation et un peu plus de neuf semaines après plantation.

L'objectif de l'essai est un désordre physiologique responsable de la formation de taches nécrotiques (noires) sur les feuilles de chou. Ces taches ont été observées sur près de 60% des choux du témoin non traité, et sur des parcelles de production. Il est donc possible d'évaluer l'effet des biostimulants algaux sur ces symptômes.

La parcelle de choux n'a reçu aucun traitement phytosanitaire sur toute la durée de la culture. Les choux ont subi une forte attaque de bactériose durant l'automne, suivie par de l'alternariose. En raison de ces deux pathogènes, aucun des choux récoltés n'était commercialisable et leur développement aérien a été lourdement affecté. Ces conditions de culture difficiles ont permis aux biostimulants de montrer leur efficacité : on observe des résultats significativement différents du témoin non traité lorsqu'on considère le poids des choux après parage (Figure 53), le calibre des choux (Figure 54) et les taches nécrotiques visées par l'essai (Figure 55).

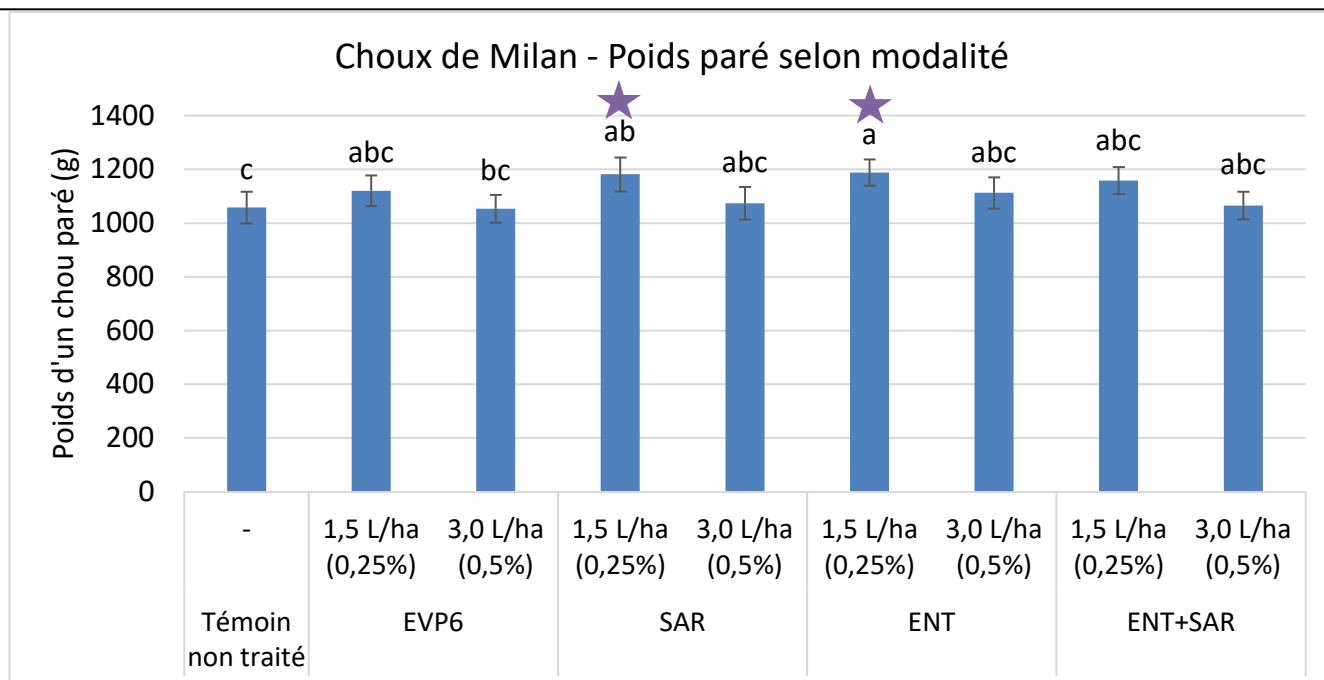


Figure 53 : Essai choux de Milan, poids moyen d'un chou après parage selon le traitement appliqué. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.

Les combinaisons SN2-SAR-EX1 (SAR) à 1,5 L/ha et SN2-ENT-EX1 (ENT) à 1,5 L/ha permettent d'augmenter significativement le poids d'un chou paré par rapport au témoin non traité.

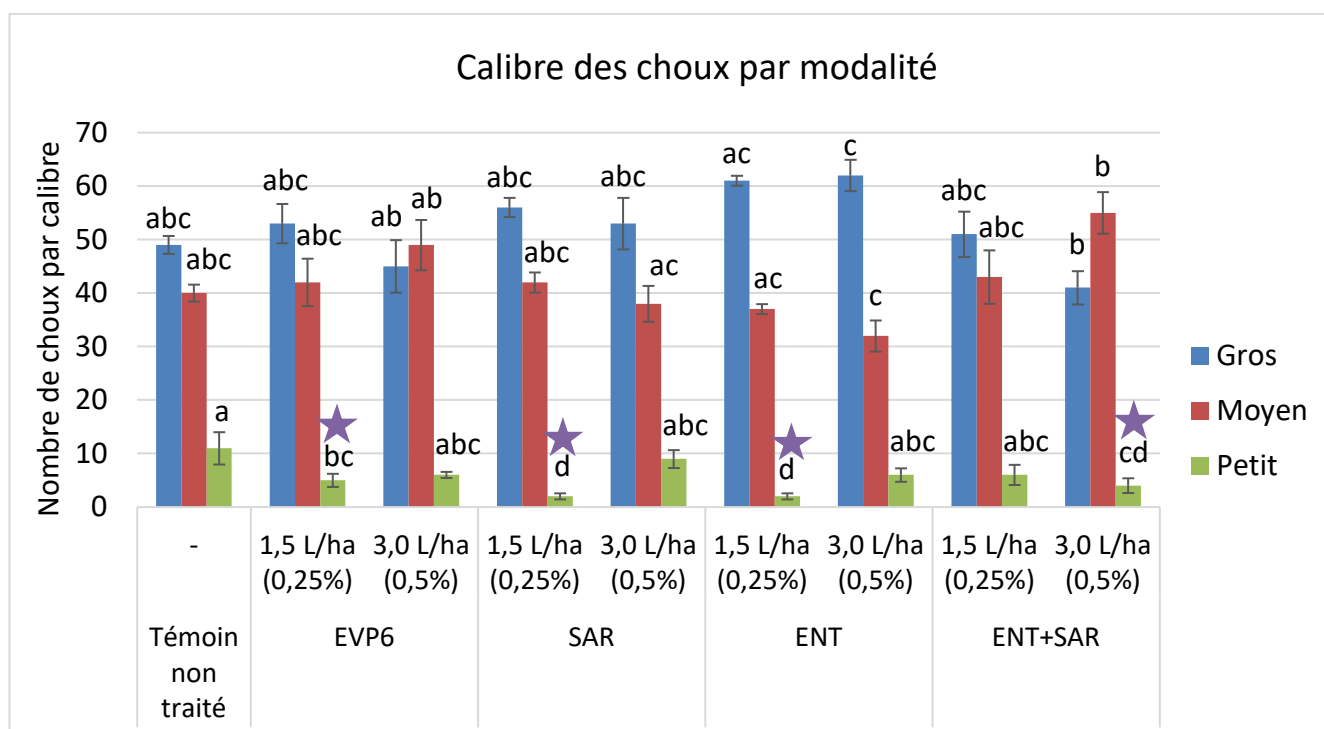


Figure 54 : Essai choux de Milan, répartition des choux selon leur calibre au sein de chaque modalité (100 choux récoltés par modalité). Des lettres différentes pour un même calibre indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.

Lorsque l'on considère les choux de petit calibre, on observe que ces derniers sont significativement moins nombreux que chez le témoin non traité pour les modalités :

- SN2-SAR-EVP6 à 1,5 L/ha ;

- SN2-SAR-EX1 à 1,5 L/ha ;
- SN2-ENT-EX1 à 1,5 L/ha ;
- SN2-ENSA à 3 L/ha.

Il n'y a pas de différence significative d'une modalité à l'autre au sein des calibres « moyen » et « gros ».

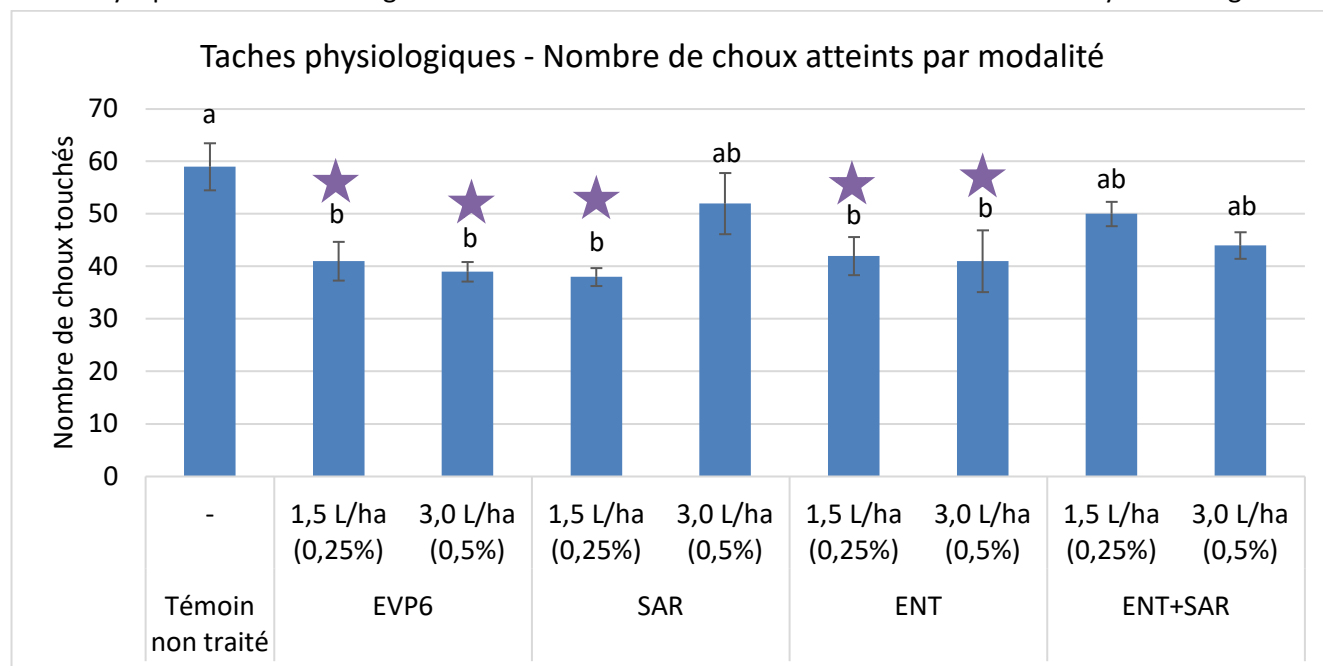


Figure 55 : Essai choux de Milan, nombre de choux portant des taches nécrotiques selon modalité (100 choux récoltés par modalité). Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.

Concernant les taches nécrotiques sur les feuilles, l'effet des biostimulants est visible dans les conditions de l'essai : cinq des huit traitements testés permettent de réduire significativement le nombre de choux présentant ce défaut.

L'essai de plein champ sur les choux de Milan a permis de mettre en évidence une action bénéfique des biostimulants algaux dans des conditions de stress importantes. Dans le cadre de l'essai, les modalités ayant un impact à la fois sur le poids paré, la proportion de petits choux et les taches physiologiques sont le produit SN2-SAR-EX1 à 1,5 L/ha et le produit SN2-ENT-EX1 à 1,5 L/ha.

- Essai en plein champ dans une pépinière de poireaux d'un producteur de la Côte Ouest

Objectif : Évaluer l'intérêt d'utiliser des biostimulants algaux sur des poireaux en pépinière, en conditions réelles chez un producteur de la Côte Ouest (sol sableux).

L'essai a eu lieu dans une parcelle sableuse d'un producteur de la Côte Ouest. Les poireaux ont été semés mi-avril 2023 par le producteur, puis les biostimulants algaux ont été appliqués 3 jours après semis et un mois après semis.

Il n'y a pas eu d'impact des biostimulants algaux sur la levée des poireaux, que ce soit du point de vue de la rapidité ou du taux de levée. Une notation finale a eu lieu mi-juin, après pratiquement trois mois de culture, peu de temps avant l'arrachage des plants par le producteur.

Parmi les sept combinaisons produit x dose testées, deux ont permis d'augmenter significativement la masse unitaire d'un plant de poireau par rapport au témoin : les deux doses 1,5 L/ha et 3 L/ha du produit SN2-ENT-

EX1 (ENT-Mg) – complémenté au magnésium comme l'ensemble des autres modalités, témoin compris (Figure 56).

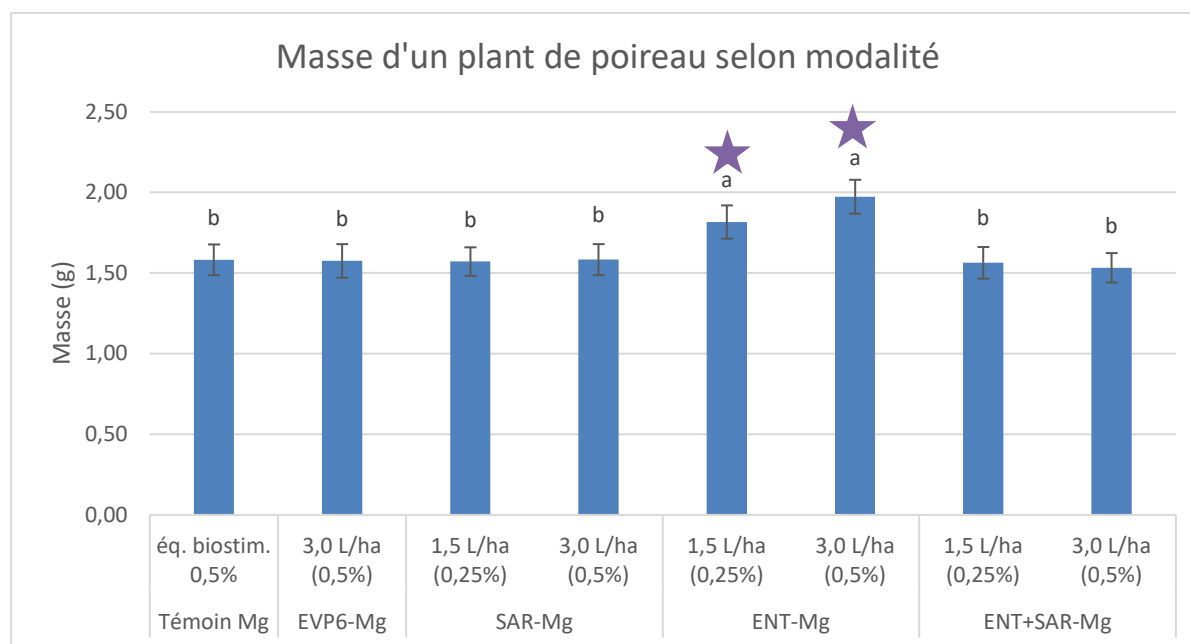


Figure 56 : Essai en pépinière de poireaux. Masse moyenne d'un plant de poireau après trois mois de culture selon le traitement appliqué. Des lettres différentes indiquent une différence significative selon le test des étendues de Tukey, au seuil de 95%. Les étoiles indiquent les modalités significativement différentes du témoin.

Le produit SN2-ENT-EX1 a donc, dans les conditions de l'essai, permis d'augmenter significativement la masse des plants de poireaux en l'absence de stress identifié.

- Essai sur salades sous serre à des fins d'analyse microbiologique

Objectif : Vérifier que les applications de biostimulants algaux n'induisent pas de contamination microbiologique sur les légumes, notamment les salades qui sont consommées crues.

L'essai a eu lieu dans l'une des cellules de la serre scientifique du SILEBAN. Deux modalités ont été testées : d'un côté des salades témoin, ne recevant aucune application de biostimulant, de l'autre des salades recevant trois applications du biostimulant SN2-ENT-EX1 (ENT) à la dose de 3 L/ha. Ce produit a été sélectionné car il a montré des effets positifs dans la plupart des essais de plein champ conduits en 2022. Les applications ont eu lieu à la plantation, 10 jours après plantation et 20 jours après plantation.

Une fois à maturité, les salades ont été récoltées, emballées séparément et expédiées au laboratoire d'Actalia pour analyses microbiologiques. **Ces analyses n'ont révélé aucune différence significative de contamination entre les salades traitées avec le biostimulants SN2-ENT-EX1 à la plus forte dose et les salades témoin non traitées.**



- Conclusion

Le volet biostimulants du projet SNOTRA 2 a permis de confirmer l'innocuité des différents extraits algaux testés sur les semis de carotte et poireau et les jeunes plants de chou, salade, carotte et poireau.

Les conditions météorologiques de l'été 2022 n'ont pas permis d'évaluer les effets des biostimulants sur des carottes et poireaux en stress hydrique, ni sur le tip-burn de la laitue. Cependant, les essais en plein champ ont permis de montrer l'utilité des biostimulants algaux face à certains stress abiotiques, par exemple lors d'une culture semée trop tardivement pour la carotte 'Maestro' ou suite à une forte attaque de pathogènes (bactériose et alternariose) pour le chou de Milan 'Ontario', ayant eu des effets délétères sur le feuillage des plants. On peut émettre l'hypothèse que les biostimulants ont fait effet suite à la réduction de la masse foliaire et donc de la capacité photosynthétique des choux. Un impact sur le calibre des poireaux à maturité et sur la masse moyenne d'un plant de poireau de pépinière a également été observé, en dehors de conditions de stress caractérisées.

Ces résultats confirment le potentiel technique de certains biostimulants algaux issus des sargasses et entéromorphes de Normandie pour les cultures légumières lors de stress caractérisés.



2. Fixation de la couche superficielle des sols sableux de la Côte Ouest

a. SNOTRA

Les sols sableux de la Côte Ouest de la Manche sont un terroir à part, dont les spécificités sont reconnues pour la production de légumes de qualité, avec le Label Rouge Carotte des sables et, en cours de construction, le Label Rouge Poireau des sables.

L'un des enjeux de ces sols légers en bord de mer est la gestion de l'érosion. En effet, les vents fréquents emportent la couche supérieure des sables, ce qui est très préjudiciable aux cultures pour plusieurs raisons :

- Les grains de sable, abrasifs, endommagent les plants de carottes et poireaux ;
- Le déplacement de la couche supérieure du sol déforme les plants, ce qui conduit à des carottes difformes non commercialisables ;
- Les graines ou jeunes plantules s'envolent en même temps que le sol : la culture est partiellement détruite ;
- Le sable déplacé recouvre les graines, ce qui limite leur capacité d'émergence.

Pour limiter ce phénomène d'érosion éolienne, les producteurs ont recours à des « fumiers de terrage » : après la plantation des poireaux ou le semis des carottes, le sol est lesté d'une couche superficielle de fumier de bovins composté de l'ordre de 20 à 40 tonnes par hectare. Les effets néfastes de cette pratique sont nombreux : le fumier contient des graines d'adventices qui contribuent au salissement de la parcelle ; la présence de matière organique en surface du sol neutralise l'action des herbicides et sa décomposition entraîne des phénomènes de dénitrification, responsables de l'émission de protoxyde d'azote (gaz à effet de serre) dans l'atmosphère.

Des recherches sont menées au SILEBAN depuis plus de 10 ans pour trouver une alternative réaliste et économiquement viable au fumier de terrage. On peut par exemple citer le projet AD[ES]² (2012-2014), qui avait déjà identifié les alginates comme fixateurs potentiels de la couche superficielle des sols sableux, mais qui n'avait pas pu les tester en raison de délai de fabrication des produits trop important.

Lors du premier projet SNOTRA (2017-2019), deux solutions à base d'alginates – SP1-ALG-S60 et SP1-ALG – ont été testées pures ou diluées à 50% sur des échantillons de sols sableux de la Côte Ouest de 1,7 kg chacun. Les tests ont eu lieu à l'IUT de Cherbourg, équipé d'une soufflerie permettant de simuler des vents allant jusqu'à 70 km/h. Chaque barquette de sol est pesée avant et après l'application d'un programme de 3 minutes 20 secondes, qui démarre par un vent contant de plus en plus fort puis enchaîne sur une série de bourrasques.

Ces essais ont montré le potentiel du produit SP1-ALG-S60 dilué à 50% pour fixer la couche supérieure des sols sableux : la perte de masse de la modalité SP1-ALG-S60 à 50% était en moyenne deux fois plus faible que pour les autres (de l'ordre de 130 g/barquette envolés au lieu de 250 g/barquette pour les autres modalités).

Il a également mis en évidence les difficultés techniques soulevées par la pulvérisation de ces produits algaux très visqueux, surtout les modalités non diluées : les buses se bouchent et de grosses gouttes tombent sur le sable, au lieu d'une pulvérisation fine et uniforme visant à créer une croûte en surface.

b. SNOTRA 2

Suite aux résultats obtenus dans SNOTRA, le projet SNOTRA 2 s'est attaché à continuer les essais sur le volage (ou érosion éolienne des sols sableux), avec quelques modifications de protocole.

Au total, deux tests en soufflerie ont été menés à l'IUT de Cherbourg dans le cadre du projet. Dans les deux cas, le programme de vent est resté similaire à celui de SNOTRA. Il est présenté Figure 57.

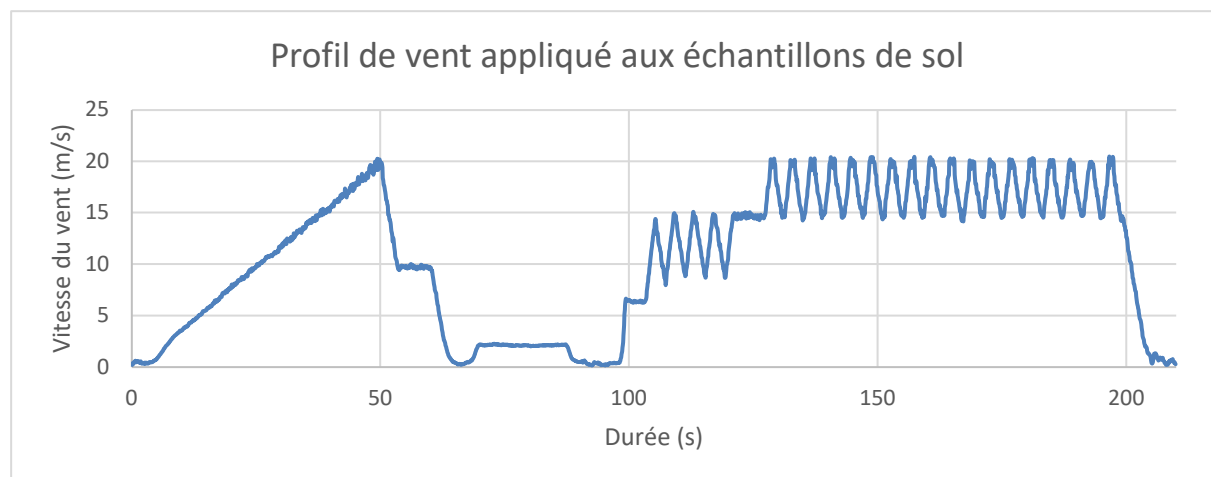


Figure 57 : Profil de vent utilisé pour les essais en soufflerie sur le potentiel des alginates à fixer la couche superficielle des sols sableux

- **Premier test**

Pour le premier test en soufflerie, le 9 février 2023, deux produits ont été testés : le SN2-ALG-S60 (anciennement nommé SP1-ALG-S60 – et prometteur – dans le premier projet SNOTRA) et le produit EVP9, déjà commercialisé par la société Algaïa. Ces deux produits ont été testés à une dose constante de 100 L/ha, et à deux dilutions différentes : 25% (soit 400 L/ha de bouillie) et 50% (soit 200 L/ha de bouillie).

En plus de ces quatre modalités de sol traité, deux témoins différents ont été utilisés : l'un non traité, et l'autre traité à l'eau claire, avec une quantité correspondant à la plus forte dilution, soit 400 L/ha.

Le sol utilisé est du sol sableux de la Côte Ouest, ressuyé mais non sec (taux d'humidité 5,6%) pour se rapprocher de conditions réelles en parcelle.

Les barquettes de sol ont toutes été remplies au SILEBAN, à raison de 520 g par barquette, puis transportées en voiture jusqu'à l'IUT de Cherbourg, où les produits ont été appliqués à l'aide d'un pulvérisateur à main à pression constante. Le produit EVP9 n'a pas pu être appliqué de manière homogène en raison de la présence de petits grumeaux qui bouchaient le pulvérisateur.

Après 48h de repos, chaque barquette a été soumise trois fois au programme de vent présenté plus haut.

Le produit EVP9 a posé des problèmes d'application avec un matériel de pulvérisation lambda. Il n'a pas donné de résultats probants. En revanche, **le produit SN2-ALG-S60, déjà efficace lors des tests du projet précédent, a permis de réduire significativement la masse de sable envolée par rapport au témoin traité à l'eau claire** (Figure 58).

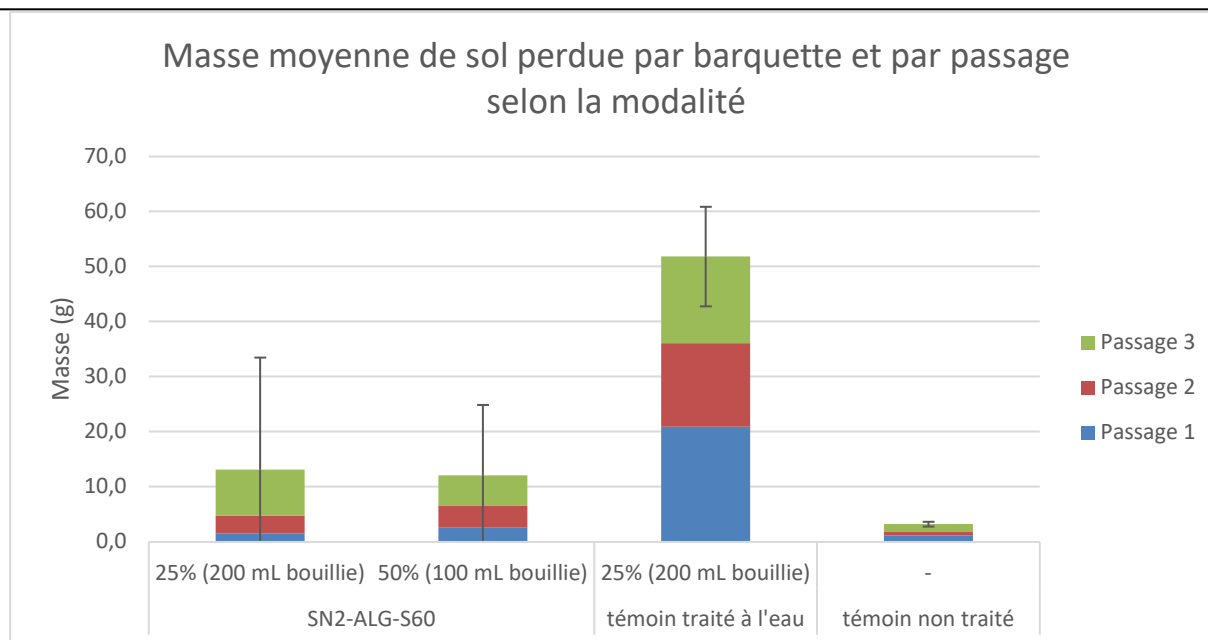


Figure 58 : Histogramme de masse perdue en moyenne par barquette et par passage en soufflerie selon la modalité, comparaison entre les témoins et le produit SN2-ALG-S60. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5%.

Ce premier test a montré qu'un **témoin traité à l'eau claire est plus représentatif qu'un témoin non traité**, pour lequel le sol sableux a pris en masse et ne s'est pas du tout envolé.

• Deuxième test

Un deuxième test en soufflerie a eu lieu le 5 avril 2023. Quelques modifications ont été apportées au premier protocole : pour que le sol soit lisse et atteigne le haut des barquettes, ces dernières ont été remplies sur place, à ras bord, et ont ensuite été pesées, avant l'application des produits.

Un seul témoin a été conservé : le témoin traité à l'eau claire. Le taux d'humidité du sol était de 6,4%.

Ce deuxième test a porté sur le délai entre l'application du produit et le passage en soufflerie : on souhaite évaluer la longévité du film créé par les alginates. Les délais testés sont : 2 jours (comme lors du premier test), 7 jours et 14 jours. Par ailleurs, on a également simulé une irrigation (de 2 mm) 7 jours après application des produits, pour évaluer la résistance à l'eau du film.

La préparation des barquettes sur place a certes permis d'obtenir une surface lisse, mais a eu pour conséquence la prise en masse des échantillons de sol. Les masses de sable envolées après 2 passages par barquette sont pratiquement nulles.

Néanmoins, sans que cela soit significatif, certaines tendances se dégagent. On observe Figure 59 que les trois modalités SN2-ALG-S60 sans irrigation (2 jours, 7 jours et 14 jours) réagissent plutôt pareil, tandis que le témoin sans irrigation préparé 2 jours avant a tendance à perdre plus de masse. **Sans perturbation, le film ne semble pas se dégrader en deux semaines.**

En revanche, les barquettes traitées au SN2-ALG-S60 et soumises à irrigation au bout de 7 jours (en violet sur le graphique) ont perdu beaucoup plus de masse que celles non irriguées (en orange), mais moins que le témoin traité à l'eau et soumis à irrigation (en gris sur le graphique). **On peut donc en déduire que le film est probablement endommagé par un apport d'eau, mais qu'il semble y avoir tout de même moins d'érosion que pour un sol laissé nu sans protection.**

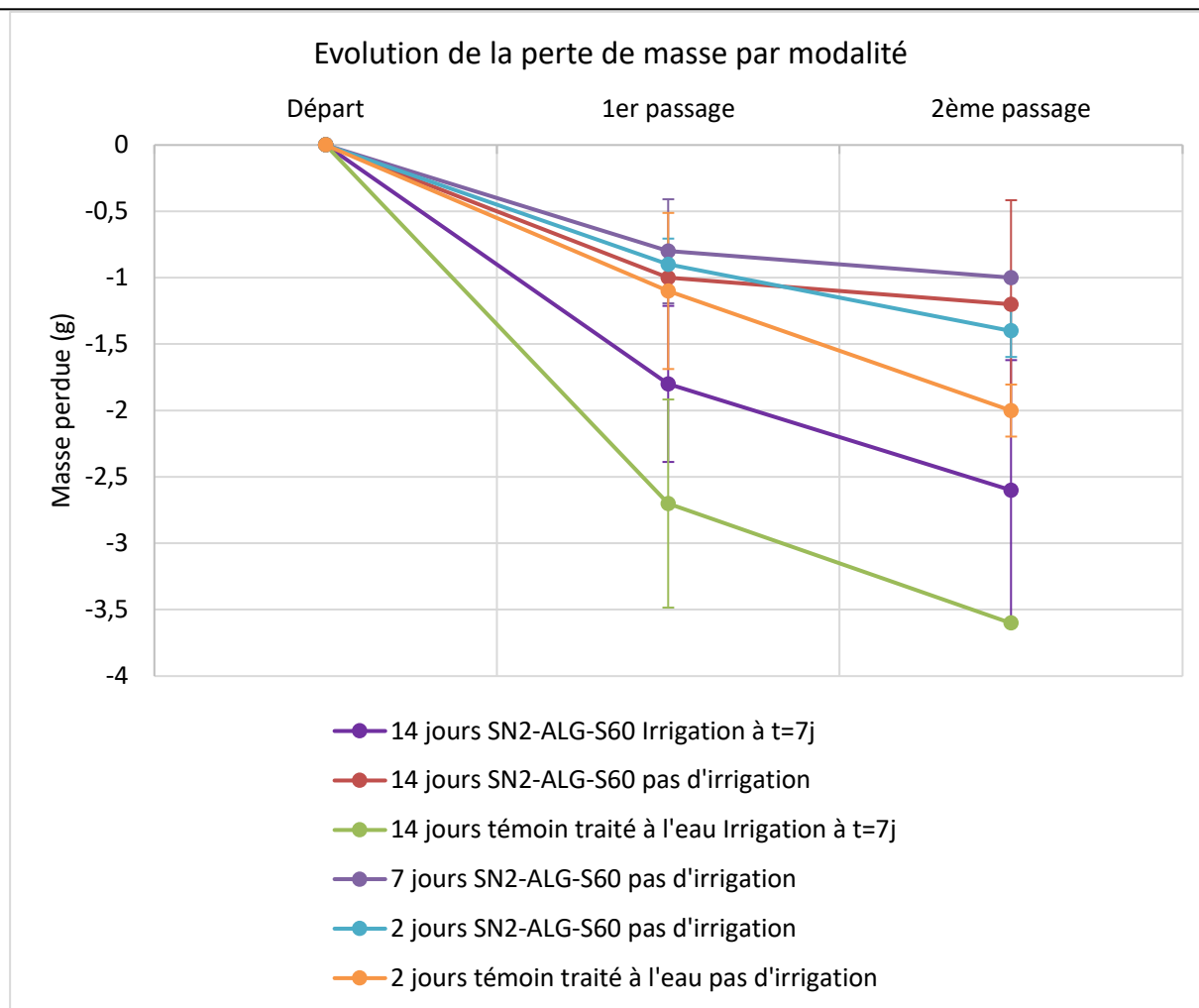


Figure 59 : Évolution de la masse perdue par modalité au cours des deux passages en soufflerie. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5%.

• Conclusion

Ces deux essais en soufflerie ont permis de confirmer l'efficacité du produit SN2-ALG-S60 pour limiter l'érosion éolienne des sols sableux de la Côte Ouest en conditions expérimentales.

Ils ont aussi montré les limites de ces protocoles : d'intenses épisodes venteux de 3 minutes après plusieurs jours en conditions très calmes et stables à une température d'une vingtaine de degrés et à une hygrométrie faible ne sont pas représentatifs de ce qui a lieu sur les parcelles.

Des essais en conditions réelles dans des parcelles de production, ou au moins dans de grands bacs extérieurs soumis au vent et à la pluie permettront d'évaluer et de quantifier l'efficacité du produit par rapport au fumier de terrage utilisé aujourd'hui.

B. Les aspects alimentaires.

Avant propos.

Suite aux travaux effectués dans le cadre du projet ENTEROMORPHES (*Ulva sp.*), ACTALIA avait pu mettre en avant l'intérêt nutritionnel d'incorporer ces entéromorphes dans différentes matrices alimentaires.

Le but de SNOTRA2 était d'aller plus loin dans la caractérisation de la matière première et de pouvoir ainsi optimiser trois recettes de produits dont une allait être soumise à un test consommateurs afin d'avoir des avis novices (acceptabilité concept, compréhension du produit,...).

Six grandes parties ont constituées cette étude :

- 1- Evaluer la charge microbienne des algues -depuis le stade récolte jusqu'au stade poudre micronisée- afin de mettre en avant les dangers microbiologiques potentiels aux différents stades de transformation.
Les deux principaux agents bactériens à considérer sont *Salmonella* (risque majeur) et *Bacillus* (risque modéré).
Les matrices alimentaires ont été sélectionnées en tenant compte de ces éléments : deux produits secs (biscuits salés et biscuits sucrés) et une boisson à pH < 4.5 stabilisée par traitement hautes pressions.
- 2- Réaliser et finaliser les maquettes des biscuits secs version sucrée (profil gourmand, légèrement friable et avec une note subtile d'algue) et version salée (profil apéritif, à la texture légèrement feuilletée et avec une note perceptible d'algue).
Les recettes ont été travaillées en ajustant parallèlement les critères organoleptiques, les paramètres de process de fabrication et les conditions de conservation.
Des recettes abouties ont été présentées, avec une allégation «Riche en magnésium ».
Il avait été prévu, dans un premier temps, de réaliser un pilote du biscuit sucré chez un partenaire industriel mais la présence potentielle d'allergènes poisson – mollusques – crustacés a stoppé cette initiative ; l'industriel ne souhaitant pas prendre le risque d'introduire ces allergènes dans leur atelier. Nous avons donc opté sur la réalisation de la boisson
- 3- Produire une série de 250 bouteilles de boisson smoothie, dans une représentation pilote.
L'ensemble des opérations de mélange et dosage ont été réalisées chez ACTALIA et le traitement Hautes Pressions a été réalisé chez un prestataire.
Cette série a permis de valider la durée de vie du produit, autant d'un point de vue microbiologique qu'organoleptique, mais aussi de confirmer l'utilisation des Hautes Pressions par rapport à la préservation de la couleur, des minéraux,...
- 4- Organiser un test consommateurs sur la boisson smoothie, réalisée en pilote ci-dessus.
Les objectifs de ce test étaient multiples :
 - Evaluer la performance du concept et comprendre les perceptions des consommateurs vis-à-vis du concept
 - Évaluer la qualité organoleptique du produit



- Identifier le prix projeté
- Identifier l'emballage approprié
- Identifier les usages et les canaux de distribution du produit

Ainsi, une étude quantitative auprès de 101 personnes a été réalisée, suivie d'une étude qualitative, afin de mieux comprendre les différentes notations, auprès de 8 personnes sélectionnées.

Les résultats ont été très encourageants car le produit a été apprécié gustativement avec une note de 7,5/10. De plus ces études ont permis de mettre en avant l'importance des mentions sur les algues et de projeter l'utilisateur dans sa consommation (volume bouteille, prix projeté, ...)

- 5- Optimiser la recette du smoothie. Suite à la modification de l'algorithme de calcul Nutriscore[®] nous avons revu les quantités de certains ingrédients tout en gardant l'objectif d'une restitution identique au produit formulé ci-dessus.

Le travail a consisté notamment à réduire le sucre et les acides gras saturés présents. La nouvelle formulation permet d'obtenir la note C, qui est la note plus généralement attribuée à des jus de fruits comme celui à l'orange.

- 6- Evaluer microbiologiquement le biostimulant à base d'entéromorphes, en partenariat avec le Sileban. Il a été démontré au cours de l'étude que le biostimulant avait des priorités intéressantes notamment sur les salades.

ACTALIA a voulu validé que le biostimulant pulvérisé n'apporterait pas de contamination supplémentaire, notamment des sporulés, par rapport à une salade témoin.

Le SILEBAN a géré le schéma de culture et, après analyses, il a été conclu que le biostimulant n'apportait pas de contaminations supplémentaires.

Les résultats de l'étude SNOTRA2 ont démontré que l'utilisation et l'intégration de poudre d'entéromorphes dans différentes matrices alimentaires étaient possibles, appréciée gustativement et permettait d'alléger des produits riches en magnésium, minéral d'intérêt notamment par rapport à la vitalité – « permet de réduire la fatigue ».

Un test consommateurs a même permis de valider un concept, montrant l'intérêt des consommateurs vis-à-vis de produits à base d'algues.

Pour aller plus loin, il est maintenant nécessaire que la phase amont – la production de la poudre – puisse être réalisée de façon plus industrielle afin d'avoir une matière première en quantité.

Le détail des résultats sont présentés en ANNEXE 1.



WP 4 : L'ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE.

A. Avant propos.

Si les aspects techniques et scientifiques ont pu être étudiés depuis 2015 pour les sargasses et 2017 pour les entéromorphes, les aspects économiques et sociologiques n'avaient été que très partiellement abordés pour les entéromorphes et encore plus partiellement pour les sargasses. Or, dans le cadre d'une étude sur la faisabilité de valorisation de ces deux espèces d'algues, ces aspects socio-économiques sont une composante essentielle pour initier une nouvelle activité.

Cependant, l'activité économique autour des algues, dans le sens où on va de la production à la transformation, n'a pas de réalité économique en Normandie. Pour plusieurs raisons, notamment réglementaires, aucune récolte ni culture de macro-algues n'est pour le moment présentes sur ce territoire. Par conséquent, toute étude économique part d'une feuille blanche et, pour certains aspects, la récolte d'informations permettant une conclusion définitive semble impossible. Toutefois, il était prévu de faire une approche socio-économique de valorisation de ces deux algues au cours du projet SNOTRA 2 qui permettant d'apporter des éléments essentiels sur la validité économique de la récolte et de la transformation de ces deux algues. Cette étude a été menée par l'Université de Caen par le biais d'un stage de M1 encadrés par Mr Bruno DROUOT et Mme Cécile LE CORROLLER, maîtres de conférences de UFR SEGGAT à l'Université de Caen. Les travaux ont pu se dérouler en plusieurs parties entre septembre 2022 et juin 2023. **Les résultats de cette étude sont disponibles dans le rapport « Etude socio-économique du développement d'une filière algues : une application aux sargasses et entéromorphes » disponible dans ce rapport en Annexe 2.**

D'autre part, au cours du projet SNOTRA, il est apparu que, si la filière algues n'avait pas de réelle existence en Normandie, l'ensemble des composantes de cette filière était présent sur le territoire. On retrouve les producteurs éventuels, présent dans le projet comme les pêcheurs et les conchyliculteurs ou même de petits récoltants mais également des porteurs de projets de culture d'algues. On retrouve également des transformateurs directs et indirects, des institutions scientifiques et académiques impliquées dans ce domaine et une production de spiruline très bien représentée.

Or, il est apparu que promouvoir l'existence d'une activité autour des sargasses et des entéromorphes devaient s'inscrire dans un contexte plus large d'une **filière algues normande**, à construire mais qui permettrait de faciliter l'émergence et l'existence d'une activité économique autour de ces deux espèces et que, dans un même temps, l'exploitation de ces algues favoriserait l'exploitation d'autres espèces par le partage de compétences techniques et intellectuelles sur le territoire normand.

Un premier temps de travaux avait pour but de sonder l'investissement de ces acteurs potentiels à participer à une organisation autour de la filière algues normande et proposer des voies de structurations en fonction des souhaits des différents partenaires motivés. Ce travail avait l'objet d'un stage de M2 Management et Administration des Entreprises (MAE) de l'Université de Caen entre Mars et Septembre 2021 et **les résultats sont disponibles dans le rapport Création et structuration de la filière algues en Normandie disponible en Annexe 3.**

Le travail s'est ensuite poursuivi entre Janvier et Octobre 2022 par les prémices d'une structuration. Le travail a consisté à travailler avec chacun des acteurs motivés par une structuration de la filière algues à définir les contours d'une feuille de route, autant socio-économique que réglementaire ou technique qui

conduit à une première réunion du consortium le **14 octobre 2022** dans les locaux du **Conseil Départemental de la Manche à Saint Lô** qui a permis une première discussion collective sur ce sujet.



Figure 60 : Première réunion plénière de structuration de la filière Algues normande le 14 octobre 2022 à Saint Lô.

A partir de cette séance plénière, la phase de construction du consortium a pu faire suite à la phase de concertation qui s'est consolidée par la signature d'une convention cadre par une vingtaine d'acteurs, qui définissaient la façon de travailler ensemble vers la définition d'une structure juridique plus aboutie. Mais, pour compléter les compétences dans cette partie du travail, il a été décidé de faire appel au pôle de compétitivité **Bioeconomy For Change (B4C)** récemment implanté en Normandie à l'initiative de la région Normandie et déjà impliqué dans la construction de filière autour de la bioéconomie. Ce travail de construction devait être effectué conjointement avec le SMEL, entre autres par l'appui d'un stage de fin d'études d'ingénieur, effectuée par Garance ATTENOT entre le 20 février et le 18 août 2023.

Pour définir et travailler sur les axes prioritaires, des objectifs ont pu être définis par l'ensemble des signataires de la convention qui se résume en 6 points :

- ✓ Structurer et initier une dynamique fédératrice sur toute la chaîne de valeur locale
 - ✓ Faciliter la mise en place et le soutien aux projets de R&D&I et industriels en région
 - ✓ Faciliter les investissements et encourager la création et le développement des entreprises de la filière en Normandie
 - ✓ Accompagner la communication et l'information sur la filière algue
 - ✓ Assurer un cadre réglementaire et législatif porteur
- Coconstruire les dynamiques nationales et européennes

Encadré par B4C et le SMEL, des groupes de travail (GT) se sont définis autour de 4 grands thèmes où chaque acteur a pu s'impliquer en fonction de sa spécificité avec l'objectif de rendre des conclusions générales au cours de l'automne 2023.



B. GT écosystème

Le premier objectif défini entre les acteurs est la possibilité de travailler ensemble et de connaître les différentes compétences et matériels que chacun peut proposer au collectif. Et les différents signataires qui ont souhaitaient s'investir dans cette structuration proviennent d'univers assez différents, allant de potentiels producteurs ou récoltants à des transformateurs secondaires ou des instituts techniques, scientifiques ou académiques. Si certains avaient déjà pour habitude de travailler ensemble, ce n'était pas le cas de tous les signataires. Au-delà des rencontres effectuées dans le cadre de cette structuration, il est proposé de constituer un annuaire cartographique avec une partie totalement ouverte (cf. GT Visibilité) et une partie réservée aux acteurs dans laquelle chacun y porte à connaissance des autres adhérents l'ensemble des compétences techniques et intellectuelles qu'il pourrait apporter au groupement. LA plateforme choisie pour réceptionner cet annuaire est une plateforme commanditée par B4C appelée XplorBIO (www.xplorbio.com). Un travail de concertation et de définition des besoins, des mots clés et de connaissance de la plateforme avec les acteurs a permis de créer un espace partagé mais également une base de données dans lequel on retrouve les différentes compétences de chaque partenaire. Ces outils sont aujourd'hui à la disposition de chaque acteur mais doivent être améliorés pour permettre une utilisation optimale. Mais, un travail sur ces plateformes demande un budget et cette question est mise en attente d'une structuration définitive de la filière.

C. GT Marchés

L'objectif de ce groupe de travail est de connaître des données marchés sur les algues, principalement sur les espèces de microalgues et de macroalgues potentiellement disponibles à la récolte comme à la culture en Normandie ainsi que leurs applications possibles. Mais également cette connaissance sur les marchés possibles doit permettre d'anticiper les contraintes réglementaires des futures productions à mettre sur le marché.

L'objectif est donc de créer, dans l'état actuelle des connaissances, un état des lieux des algues, des volumes disponibles, des prix et des marchés de valorisation. L'idée est également d'identifier les axes de différenciation et les spécificités des algues normandes dont l'exploitation semble possible, voire d'identifier le potentiel de développement d'autres espèces sur le territoire normand. Une partie de ce travail a d'ailleurs pu être effectué en collaboration avec le GT matières premières pour délivrer certaines conclusions.

D. GT Matières premières

L'objectif principal est de faciliter l'accès à la ressource locale. Deux axes de travail sont identifiés, le premier concernant la réglementation, tant pour la culture que la récolte. L'autre est la possibilité pour les acteurs de s'approvisionner en Normandie en fonction des stocks disponibles, tout en restant en adéquation avec l'équilibre biologique des espèces et de leur habitat.

Concernant les aspects réglementaires, les discussions entamées avec les autorités compétentes (Directions Départementales des Territoires et de la Mer de la Manche, du Calvados et de la Seine

Maritime et la Direction Interrégionale de la Mer Manche) dans le cadre des récoltes de sargasses et d'entéromorphes pour le compte de SNOTRA, ont été élargies à d'autres espèces et à la culture (cf. I.a. les aspects réglementaires, page 9). Suite à ces entretiens et aux études effectuées dans le cadre du projet, un tableau est à la disposition des acteurs répertoriant une grande partie des algues d'intérêt avec leur lieu et méthode de récolte ou de culture et la législation en cours

1	A	B	C	D	E	F	G
2	Spécie	Type d'algue	Lieu de récolte	Autorisations nécessaires	Autorité administrative concernée	Structure professionnelle et syndicat	Planification maritime
3	Sargasse	Algue poussant en mer	Large	Autorisation administrative + permis de mise en exploitation	DIRM + DDTM	Art. R922-31 + Art. R922-35 + Art. R922-39	Planification avec autres
4		Algue de rive	Estran	Autorisation administrative + permis de mise en exploitation	DIRM + DDTM	Actuellement non autorisé par le Code rural	
5		Algue de rive	Estran	Autorisation administrative + permis de mise en exploitation	DIRM + DDTM	Actuellement non autorisé par le Code rural	
6		Algue de rive	Estran	Autorisation administrative	DIRM	Art. R922-36	
7		Algue de rive	Dans concession	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 + Art. R922-36	
8		Algue de rive	Dans concession	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 + Art. R922-36	
9		Algue échouée	Estran	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités	
10		Algue échouée	Estran	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités	
11		Algue échouée	Barrage	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités	
12		Algue échouée	Barrage	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités	
13	Entéromorphe	Algue échouée	Barrage	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités	Planification avec autres
14		Algue échouée	Dans concession	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 + Art. R922-36	
15		Algue échouée	Dans concession	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 + Art. R922-36	
16		Algue de rive	Concession	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 + Art. R922-36	
17	Ulve	Culture d'algue	Estran	AECM	DDTM	SDS	Planification avec autres
18		Culture d'algue	Estran	Pas d'autorisation nécessaire à la production ; bassin de purification	DDTM	Art. R421-9CU	
19	Laminaires	Algue de rive	Estran	Autorisation administrative + permis de mise en exploitation	DIRM + DDTM	Actuellement non autorisé par le Code rural	Planification avec autres
20		Algue de rive	Estran	Autorisation administrative	DIRM	Art. R922-36	
21		Algue de rive	Dans concession	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 + Art. R922-36	
22		Algue de rive	Dans concession	Diversification activité de production	DDTM	Art. R922-34 + Art. R922-36	
23	Dulce	Culture d'algue	Concession	AECM	DDTM	SDS	Planification avec autres
24		Culture d'algue	Culture à terre	Pas d'autorisation nécessaire à la production ; bassin de purification	DDTM	Art. R421-9CU	
25		Algue poussant en mer	Large	Autorisation administrative + AOT	DDTM	A faire valider aux autorités	
26		Culture d'algue	Concession (large)	AECM	DDTM	SDS	

Figure 61 : Extrait du tableau sur la législation en vigueur par espèce et type de récolte ou culture.

D'un autre côté, une première approche sur les stocks disponibles, plutôt « à dire d'experts » a pu être effectuée avec différents organismes scientifiques couvrant l'intégralité des côtes normandes. Conjointement, le SMEL, INTECHMER, l'Université de Caen et la Cellule de Suivi du Littoral Normand ont fait part de leur expertise espèce par espèce sur le potentiel de récolte ou de culture des algues. Ce tableau est également à la disposition des acteurs de la filière.

E. GT Visibilité

Le but est de donner une visibilité à ce groupement d'acteurs avec l'attribution d'un nom et d'un logo qui permettent en un premier temps de donner une identité visuelle. Après consultations des membres, le nom retenu est « NORMANDIE FILIERE ALGUES » ou « NFA » et un logo a pu être élaborer par l'un des co-signataires. Le logo choisi par l'ensemble des acteurs est le logo présenté ci-dessous.



Figure 62 : Logo du collectif Normandie Filière Algues ou NFA

Suite à ce travail, une charte et guide de bonnes pratiques d'usage du nom et du logo est écrite et présentée au groupement, ainsi que les règles d'usages des réseaux sociaux qui est le moyen de communication privilégié en un premier temps. Un compte LinkedIn devait être créé à la rentrée 2023 mais fut finalement repoussé à plus tard par manque de temps de suivi et de remplissage pour les partenaires. L'étape suivante identifiée était de participer à certains événements autour de la problématique Algues en France pour y faire connaître ce collectif.

F. En bref

Au cours du projet SNOTRA 2, l'initiative autour d'une structuration d'une filière algues en Normandie a permis de réunir une vingtaine d'acteurs motivés pour faire naître un collectif actif et reconnu en France et en Europe. Et de faire apparaître une économie autour des algues en Normandie où les sargasses et les entéromorphes, de par les stocks disponibles et les valorisations envisagées, auraient une place prépondérante sur ce territoire. Toutefois, le travail autour de ce collectif est toujours en cours et devrait aboutir à la création d'une association loi 1901 qui est la prochaine étape autour de ce collectif.



CONCLUSION.

Le projet **SNOTRA 2** avait pour but de confirmer certains résultats des projets **SNOTRA** et **ENTEROMORPHES** qui devaient être consolidés mais également aller plus loin dans l'analyse de la faisabilité technique, économique, sociologique et réglementaire d'une activité de récolte d'algues et de sa valorisation autour de différentes filières, notamment agricoles et agro-alimentaires.

A l'issue de ce projet, les résultats laissent à penser que cette activité est parfaitement envisageable, tout au moins d'un point de vue technique et économique. D'un point de vue de la récolte, les solutions envisagées lors de projets précédents ont pu être validées.

Pour les sargasses, la récolte manuelle sur les barrages (600 kg/h/pers) comme mécanisée sur l'estran (1 à 3 tonnes par heure en fonction de l'engin de coupe) semblent être des solutions qui permettraient d'initier une activité de récolte d'une algue invasive qui, par ailleurs provoque des nuisances et des dégâts tant sur le plan économique (échouages massifs sur les plages du Calvados, problématique en lien avec la mytiliculture sur les côtes de la ouest Cotentin...) qu'environnemental (limitation d'espaces pour les espèces endémiques, effet « canopée » limitant l'accès à la lumière pour les autres espèces...). D'autant que, sur la plupart des champs étudiés, il semble que le stock soit en augmentation depuis 2017. Toutefois, une récolte ne pourra s'envisager sans certaines recommandations. Une hauteur de coupe d'au minimum 20 cm est indispensable pour deux raisons essentielles. La première est de laisser en place la partie pérenne de l'algue et ne couper que la partie annuelle, celle qui finira par dépérir en fin d'été ou s'échouer sur les plages ou parcs conchylicoles. La seconde raison est qu'une coupe suffisamment haute permettra de préserver la faune et la flore associées. D'autre part, elle ne sera possible qu'à une certaine période de l'année (d'Avril à Juillet) et simplement en période de basse mer de vives eaux. Comme toute récolte ou pêche, un suivi des stocks récoltés pourra être mis en place ainsi qu'un suivi de croissance en cours de saison de récolte dans un but de gestion de la pêche. A terme, dans le cas où la demande deviendrait importante, la question d'une récolte embarquée pourrait être abordée par les acteurs économiques et institutionnels de cette activité. La récolte devra être directement acheminée vers le lieu de transformation (qui peut être relativement éloigné) ou une unité de séchage (plutôt à proximité des lieux de récolte) puis vers l'unité de transformation. La solution de stockage provisoire au niveau des zones conchylicoles semble être une solution difficile à mettre en place, donc coûteuse et réduisant la qualité de l'algue pour son traitement futur. De ces algues, deux types de produits sont initialement envisagés. D'un côté, une production de biostimulants à destination de la culture maraîchère normande était ciblée. Les résultats obtenus au cours de SNOTRA et SNOTRA 2 donnent des premiers résultats positifs en cultures de choux (taches d'origine physiologique), poireau (homogénéité de calibre) ou encore carottes (pour la gestion de stress liés à des semis tardifs). Les intrants pourraient trouver leur positionnement technique pour assurer une meilleure résilience face à des aléas climatiques et risques sanitaires. L'autre usage agricole ciblé dans le projet SNOTRA 2 était le remplacement du fumier de terrage pour les semis de carotte sur les parcelles sableuses de la côte ouest du Cotentin. Les tests en soufflerie ont confirmé l'efficacité des solutions d'alginate envisagées pour substituer le fumier, faisant preuve de concept. Mais des essais en champ devront permettre de confirmer les tests en laboratoire et d'évaluer techniquement et économiquement les produits sur l'ensemble d'un cycle cultural.

Pour les entéromorphes, seule la récolte manuelle est retenue comme modèle avec un rendement d'environ 120 kg/h/pers. Cependant, une récolte ne sera efficace et rentable que si l'ostréiculteur intègre la récolte d'algues dans son processus d'élevage d'huîtres. Pour atteindre ces rendements, il faut que les poches soient fournies en entéromorphes ce qui implique laisser pousser l'algue tout au moins sur la période printanière. Dans ce cadre, les récoltes pourront s'effectuer sur les mois de Mai à Juillet. Par



conséquent, le travail des huîtres devra être adapté (travail de la poche sans retournement, retard du virage...) pour travailler sur des poches propices à la récolte. Même la technique de ramassage est encore perfectible, notamment intégrer l'industrie agro-alimentaire, elle permet une mise en conditionnement dès le départ qui permet le retour à terre, puis le transport en camion frigorifique vers les unités de transformation avec ou sans un passage par les chambres froides des conchyliculteurs avant transport. Ensuite, la transformation a deux voies possibles étudiées au cours de ce projet. La première, au même titre que les sargasses, est vers l'industrie des biostimulants où les résultats montrent un effet positif sur les cultures légumières, souvent quand elles sont associées aux sargasses. La seconde est vers l'industrie agro-alimentaire. La très forte teneur des entéromorphes en magnésium a permis d'envisager de maquetter des produits axés sur la récupération et la santé.

Au cours de ce projet, au-delà d'une étude technique et scientifique comme ont pu l'être les projets précédents, il était proposé d'étudier la faisabilité socio-économique d'une telle activité de récolte dans un contexte normand où aucune récolte professionnelle de macro algues n'existe sur ce territoire. Cette étude basée sur les résultats expérimentaux obtenus ces sept dernières années et sur l'expertise de nombreux acteurs potentiels révèle qu'une activité de récolte pour ces deux algues serait rentable à moyen terme, voire à court terme. Elle permet d'imaginer d'initier une activité professionnelle qui, à petite échelle, permettra également d'apporter des éléments complémentaires à ces résultats et envisager à moyen et long terme une activité pérenne.

Mais, les acteurs de ces projets autour de ces deux algues en sont les seuls à travailler ou à envisager de travailler sur les algues en Normandie. En analysant le tissu économique et sociologique, il apparaît que l'ensemble de la chaîne peut être effective sur le territoire normand. Mais, ce point n'était que trop peu connu à l'extérieur de la région comme à l'intérieur. Une structuration d'une filière encore en gestation est apparu essentielle pour le territoire comme pour la promotion du projet SNOTRA 2. Construite tout au long de la durée du projet, la structuration a permis à une vingtaine d'acteurs normands de se fédérer sous la bannière **Normandie Filière Algues (NFA)** qui permet d'envisager des échanges techniques et des collaborations entre les acteurs, une promotion commune vers l'extérieur... Les premiers travaux effectués au cours de ce projet étaient de poser les bases de cette structuration qui continue aujourd'hui à se construire.

A l'issue de ce projet, il apparaît qu'une activité économique autour de l'exploitation de ces deux algues est possible. Même si le passage à l'échelle industrielle devra confirmer certains résultats, la phase expérimentale montre une faisabilité technique de la récolte jusqu'au champ de légumes ou l'assiette du consommateur et les premiers éléments socio-économiques laissent envisager que cette activité serait rentable à moyen terme voire à court terme sous certaines conditions. SNOTRA 2 a également pu permettre d'élargir le débat autour des algues à de nombreux acteurs présent en Normandie, et aboutir à l'idée de création d'une filière Algues dans cette région avec le souhait de voir naître une économie complète (de la production à la transformation) et reconnue, et plus particulièrement **avec les deux espèces que sont les sargasses et les entéromorphes**.



ANNEXES.

ANNEXE 1.

RAPPORT TECHNIQUE SNOTRA 2 2021 / 2023

ACTALIA

SNOTRA 2 - 2021 / 2023

RAPPORT TECHNIQUE



Illustration : Site d'Asnelles, 30 juin 2022



SNOTRA 2
Rapport Technique



Sommaire



1. MATIERES PREMIERES < 3

SPECIFICITES MATIERE PREMIERE ET TRANSFORMATION DE LA RECOLTE A LA POUDRE D'ALGUES

2. PRODUITS FINIS < 24

ELABORATION MAQUETTES PRODUITS FINIS : GATEAU SPORTIF et BISCUIT SALE

3. REALISATION PILOTE < 43

TEST REALISE SUR LE SMOOTHIE : PILOTE et VALIDATION DUREE DE VIE

4. TEST CONSOMMATEURS < 65

TEST REALISE SUR LE SMOOTHIE : TESTS QUANTITATIFS ET QUALITATIFS

5. OPTIMISATION SMOOTHIE < 85

OPTIMISATION NUTRISCORE® SMOOTHIE : SUITE EVOLUTION ALGORITHME

6. TEST SALADES < 101

TEST REALISE SUR SALADES: 1^{ERE} EVALUATION IMPACT MICROBIOLOGIQUE DU BIOSTIMULANT



SNOTRA 2
Rapport Technique



1- MATIERES PREMIERES <



1. MATIERES PREMIERES

Descriptif des différentes étapes de transformation



- **Description des principales étapes**

Etape 1 : Réception Entéromorphes Brutes en caisses ajourées J1 – J5 et J11 (Conservation 2°C)

Etape 2 : Nettoyage baignoires d'eau claire & Egouttage / Pressage

Etape 3 : Tri manuel (Crabes, balanes, Vers marins, Algues brunes, ..)

Etape 4 : Séchage en cellule à basse température

Etape 5 : Broyage et Micronisation

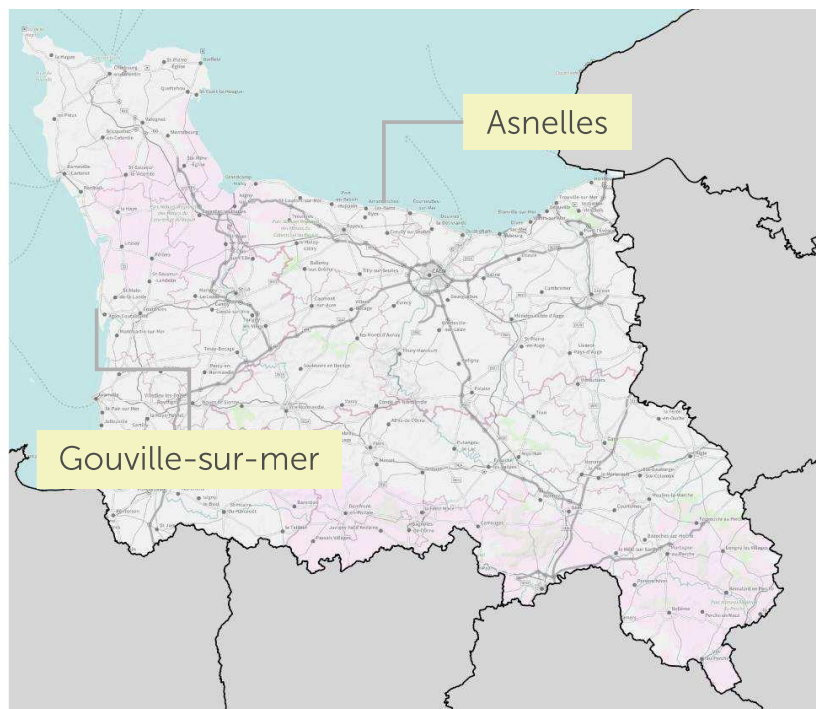
=> Réalisé sur les 2 bassins : côte Est et côte Ouest



SNOTRA 2
Rapport Technique



1. MATIERES PREMIERES



Sites de récolte expérimentale

Côte Ouest : Gouville sur Mer

Côte Est : Asnelles

=> Comparaison à des périodes équivalentes



SNOTRA 2
Rapport Technique



1. MATIERES PREMIERES

Descriptif des étapes Récolte >>> Micronisation



Réception / Nettoyage par bullage



1. MATIERES PREMIERES

Descriptif des étapes Récolte >>> Micronisation



Tri, Mise sur plaque

Et Séchage Air ventilé 40°C



SNOTRA 2
Rapport Technique



1. MATIERES PREMIERES

Descriptif des étapes Récolte >>> Micronisation



Broyage - Micronisation



Granulométrie différente suivant l'utilisation



1. MATIERES PREMIERES

Descriptif des étapes Récolte >>> Micronisation



Variabilités goût & couleur
matière première déshydratée
restituée en fonction de la
zone de récolte et des
conditions de croissance



SNOTRA 2
Rapport Technique



1. MATIERES PREMIERES

Analyses des dangers et des flores d'altération potentielles dans les algues vertes

Statut réglementaire

- Europe : pas de législation spécifique
- France : critères microbiologiques applicables aux algues séchées

TABLE 11. MICROBIOLOGICAL LIMITS APPLIED TO DRIED ALGAE IN FRANCE

ITEM/ORGANISM	LIMIT
Mesophilic aerobic microorganisms	< 10 ⁵ / gram
Faecal coliforms	< 10 / gram
Anaerobic sulphur-reducing bacteria	<10 ² / gram
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10 ² / gram
<i>Clostridium perfringens</i>	<1 / gram
<i>Salmonella</i>	Absence in 25 grams

Source: CEVA, 2019. *Edible seaweed and microalgae Regulatory status in France and Europe*.
Retrieved from www.ceva-algues.com/wp-content/uploads/2020/03/CEVA-Edible-algae-FR-and-EU-regulatory-update-2019.pdf



1. MATIERES PREMIERES

Analyses des dangers et des flores d'altération potentielles dans les algues vertes

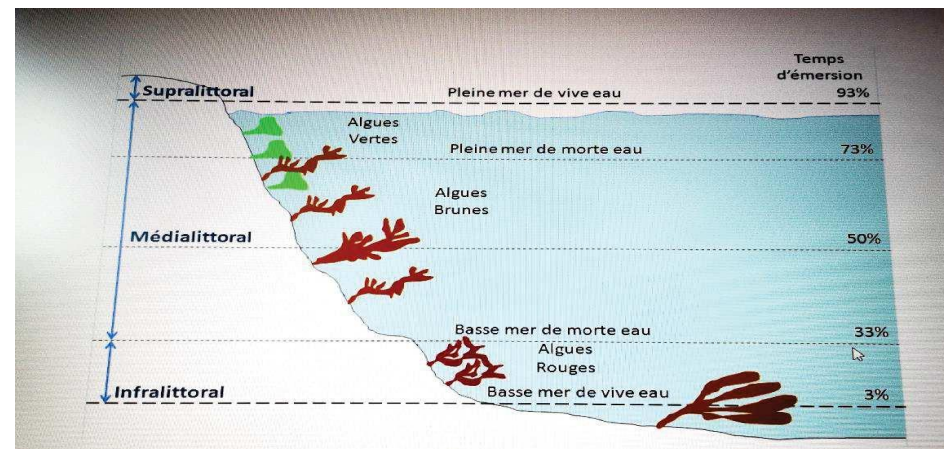
Etat des lieux bibliographiques

➤ Flore microbienne associée aux algues vertes

- Très peu de données dans la littérature sur les algues
- Quelques données sur le milieu environnant : zone pélagique pour les algues vertes

La Flore épiphyte des algues = la Flore pélagique de surface pour les algues vertes

Contribution des groupes bactériens majeurs à la composition de la communauté pélagique globale.

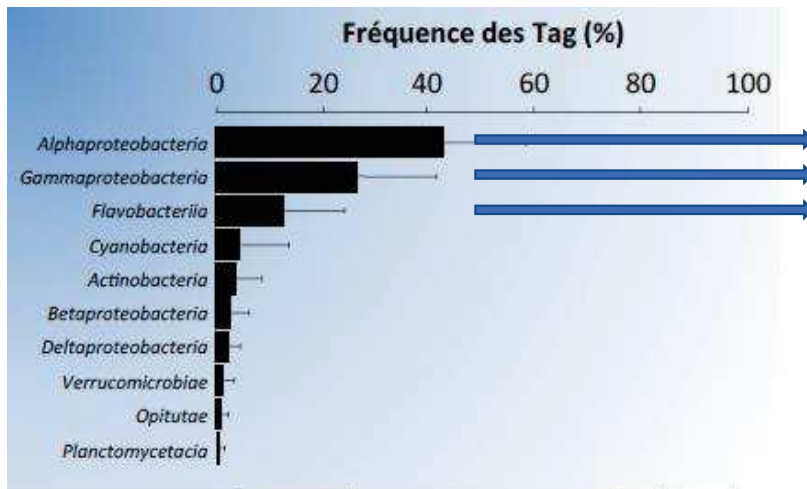


1. MATIERES PREMIERES

Analyses des dangers et des flores d'altération potentielles dans les algues vertes

Etat des lieux bibliographiques

Contribution des groupes bactériens majeurs à la composition de la communauté pélagique globale.



>> Analyses par Biologie moléculaire

Roseobacter => **Non retrouvé dans les aliments**
Vibrio, *Alteromonas*, *Pseudoalteromonas*, *Shewanella*
Alibacter, *Cellulophaga*, *Flavibacterium*

Bactéries à Gram négatif
Vibrio, *Shewanella*, *Alteromonas* : genres bactériens également associés à la flore d'altération des poissons

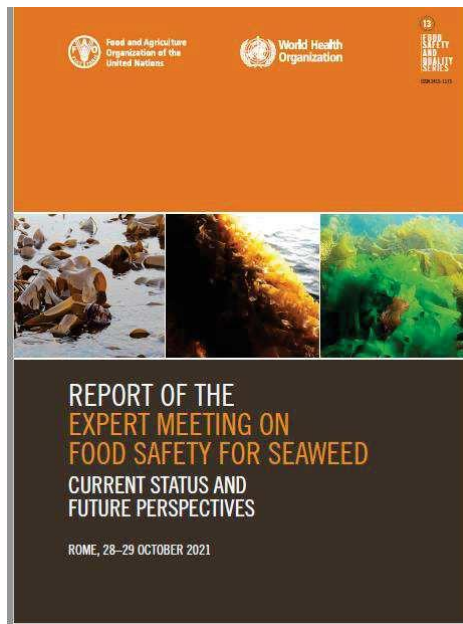
>> Non pathogènes



1. MATIERES PREMIERES

Analyses des dangers et des flores d'altération potentielles dans les algues vertes

Etat des lieux bibliographiques



➤ Dangers microbiologiques associés aux algues

- Très peu de données dans la littérature sur les algues
- Report FAO en 2021

Selon les méthodes de culture et de récolte, les algues peuvent être contaminées par les divers microorganismes pathogènes associés aux produits de la mer : *Salmonella*, *Vibrio*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* et *E. coli* (plutôt lié lors de la manipulation par l'homme)

=> Les deux principaux agents bactériens à considérer sont *Salmonella* (risque majeur) et *Bacillus* (risque modéré)



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

Deux lots d'algues fraîches ont été réceptionnés en juin / juillet 2022 :

- ✓ lot 1 provenant de la côte Ouest (Gouville sur mer) et
- ✓ lot 2 provenant de la côte Est (Asnelles).
- ✓ Visuellement, les algues du lot 1 étaient moins propres (plus de vase et de vers marins).

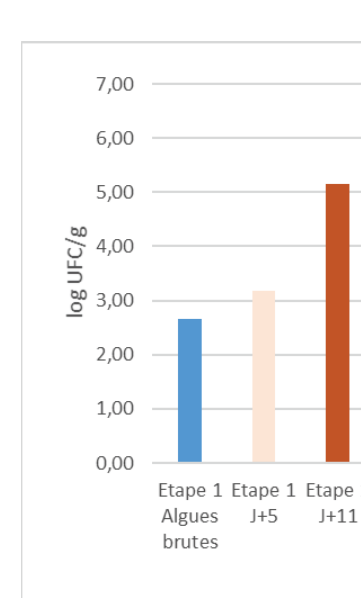
Qualité microbiologique des algues fraîches à réception

Faiblement contaminées

- Flore aérobie mésophile 200 à 6800 UFC/g
- Entérobactéries 20 à 750 UFC/g
- Flore sporulée comprise entre 40 et 240 UFC/g.
- Moisissures = 50 à 400 / g

>> Le stockage des algues au froid avant process entraine une augmentation de la charge bactérienne

Evolution de la flore aérobie mésophile en cours de conservation des algues fraîches - Lot Gouville



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

Date Analyse microbio	Produit	D_Aero	D_anaero	D_ASR	D_B_cereus	D_ECOLI	D_ENTERO	D_FAM	D_LEVURES	D_MOISSISSURE	D_STAPH	R_SALM
17/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" J0	240	<10	<10	<100	<10	40	800	<10	90	<10	Abs
17/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" J0	60	<10	<10	<100	<10	80	600	<10	150	<10	Abs
17/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" J0	40	<10	<10	<100	<10	20	200	<10	50	<10	Abs
21/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" - J+5	70	<10	<10	100	<10	10	3400	<10	70	<10	Abs
21/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" - J+5	30	20	<10	100	<10	20	1200	<10	70	<10	Abs
21/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" - J+5	110	<10	<10	<100	<10	30	800	<10	90	<10	Abs
27/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" - J+11	150	10	10	<100	<10	<10	25000	30	150	<10	Abs
27/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" - J+11	80	10	10	<100	<10	<10	1600000	10	290	<10	Abs
27/06/2022	ULVA "SALES" ET "BRUTES" - J+11	110	<10	10	<100	<10	<10	74000	30	110	<10	Abs

Evolution microbiologiques des algues récoltées pendant un stockage à 4°C constant

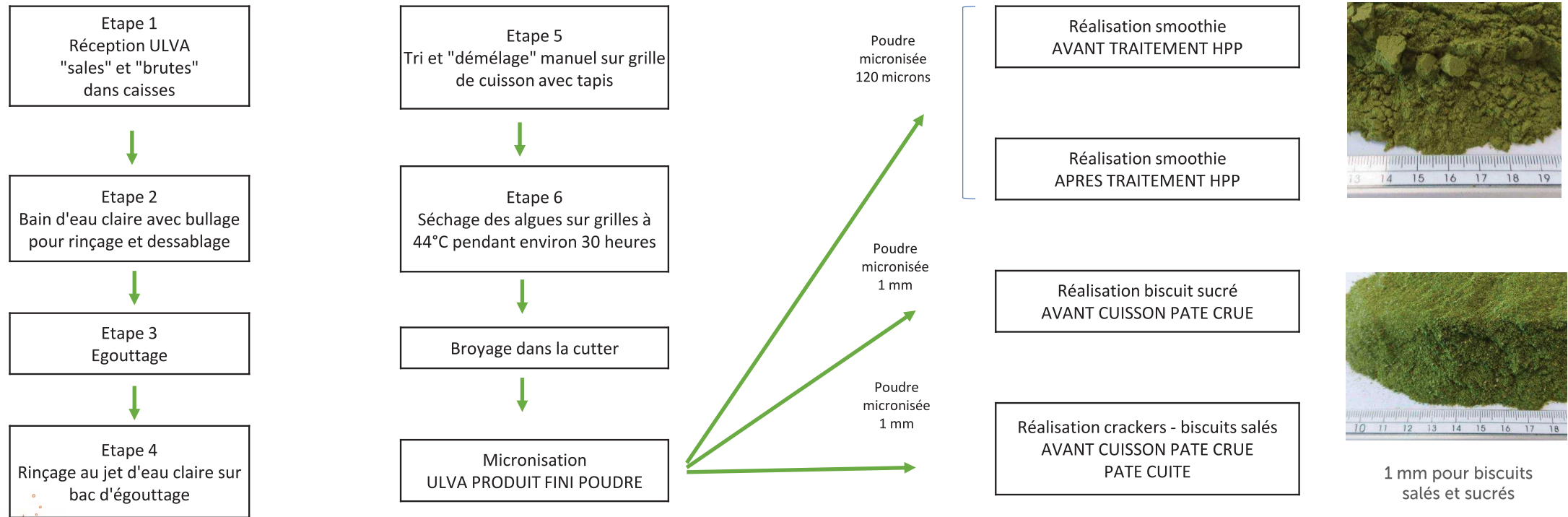
=> Compte tenu de ces résultats, les algues pourraient donc être conservées pendant 5 jours minimum sans évolution microbiologique et olfactive

Ce résultat est important pour la partie logistique et traitement des algues, de façon mutualisée entre différents acteurs



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022 - Etapes de transformation étudiée



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

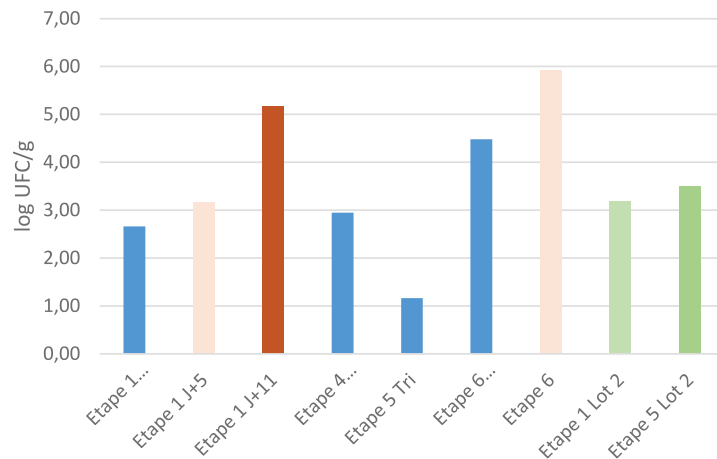
=> Résultats microbiologiques obtenus aux différentes étapes de lavage

Date Analyse microbio	Colonne1	Produit	D_ECOLI	D_FAM	D_LEVURES	D_MOISSISSURE	D_STAPH	R_SALM	R_SALM_i	D_Aero	D_anaero	D_ASR	D_B_cereus	D_ENTERO
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES	<10	800	<10	90	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	240	<10	<10	<100	40
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES	<10	600	<10	150	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	60	<10	<10	<100	80
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES	<10	200	<10	50	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	40	<10	<10	<100	20
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 BIS : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES - J+5 - A	<10	3400	<10	70	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	70	<10	<10	100	10
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 BIS : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES - J+5 - B	<10	1200	<10	70	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	30	20	<10	100	20
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 BIS : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES - J+5 - C	<10	800	<10	90	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	110	<10	<10	<100	30
27/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 TER - RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES J11	<10	25000	30	150	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	150	10	10	<100	<10
27/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 TER - RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES J11	<10	74000	30	110	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	110	<10	10	<100	<10
27/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 TER - RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES J11	<10	1600000	10	290	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	80	10	10	<100	<10
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 4 : RINCAGE AU JET D EAU CLAIRE SUR BAC D EGOUTTAGE		1400						40	<10		<100	
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 4 : RINCAGE AU JET D EAU CLAIRE SUR BAC D EGOUTTAGE		1000						110	<10		<100	
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 4 : RINCAGE AU JET D EAU CLAIRE SUR BAC D EGOUTTAGE		500						<10	<10		<100	
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 5 : TRI ET "DEMELEGE" MANUEL SUR GRILLE DE CUISSON AVEC TAPIS		<100						<10	<10		<100	
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 5 : TRI ET "DEMELEGE" MANUEL SUR GRILLE DE CUISSON AVEC TAPIS		<100						30	<10		<100	
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 5 : TRI ET "DEMELEGE" MANUEL SUR GRILLE DE CUISSON AVEC TAPIS		<100						<10	<10		<100	
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLE A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES - C	<10	180000						20	<10		100	
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLE A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES - B	<10	170000						40	<10		<100	
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLE A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES - A	<10	900						30	<10		<100	
23/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 BIS : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLES A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES	<100	2600000						200	<10		<100	
23/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 BIS : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLES A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES	<100	230000						100	<10		<100	
23/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 BIS : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLES A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES	<100	930000						700	<10		<100	
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "SALES" ETAPE 1 - A	<10	6800	<10	370	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	170	<10	<10	<100	510
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "SALES" ETAPE 1 - B	<10	1100	<10	450	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	130	<10	10	<100	740
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "SALES" ETAPE 1 - C	<10	500	<10	410	<10	ABSENCE	SATISFAISANT	160	<10	<10	<100	300
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "LAVEE" ETAPE 5 - A	<10	8000						40	<10		<100	
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "LAVEE" ETAPE 5 - B	<10	7200						130	<10		<100	
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "LAVEE" ETAPE 5 - C	<10	500						150	<10		<100	



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022



Evolution de la flore
aérobie mésophile en
cours de conservation
des algues fraîches puis
après déshydratation

- Peu d'impact des étapes 4 (rinçage) et 5 (tri)
- Augmentation des taux de contamination après l'étape 6 (séchage à 44°C)

La flore des algues en cours de process est composée de flores à Gram négatif (Pseudomonas, entérobactéries) et à Gram positif (corynébactéries, Micrococcaceae, Bacillus).

$E. coli < 10 /g$ et $B. cereus \leq 100 /g$



Conservation en chambre froide à [0 - 4°C] <



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

=> Résultats microbiologiques obtenus sur algues micronisées

Espèces identifiées : bactéries sporulées mésophiles
(Méthode MALDI TOF)

- ✓ *Bacillus mycoides*
- ✓ *B. megaterium*
- ✓ *B. pumilus*
- ✓ *Peribacillus sp*
- ✓ *B. cereus* (groupe III et V)

	Lot 1	Lot 2
FAM	110 000 UFC/g	24 000 UFC/ g
Flore sporulée aérobie	760 UFC/g	2400 UFC/g
B.cereus	> 1000 UFC/g	510 UFC/g
Anaérobies sulfito réducteurs	<10 UFC/ g	<10 UFC/ g

Critères CEVA pour la FAM 100 000 UFC/g ; pour ASR < 100 UFC/g

Deux lots d'algues micronisées ont été réceptionnés :

- ✓ lot 1 provenant de la côte Ouest – récolte de juin – juillet 2022
- ✓ lot 2 provenant de la côte Est – récolte de septembre 2022

1^{er} BILAN

Les espèces identifiées peuvent résister aux traitements hautes pressions
Certaines espèces peuvent se développer à basses températures

Pas de croissance à pH < 4,5

Suivi des bactéries sporulées dont *Bacillus cereus*

Suivi Salmonelle

>> Identification des produits compatibles avec ces risques microbiologiques (ex produits secs)

>> et/ou identification des paramètres physico-chimiques et process compatibles (ex produit à pH < 4,5)



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

Compte tenu de ces conclusions, le profil des concepts alimentaires étudiés dans la suite correspond à ces recommandations :

- >> 1- Maquette de biscuits sucrés, à base Aw
- >> 2- Maquette de biscuits salés, type crackers/feuilletés, à base Aw
- >> 3- Maquette d'une boisson végétale à base de purées de fruit & jus de pomme dont le ph sera inférieur à 4,5



1



2



3



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

=> Résultats physico-chimiques obtenus aux différentes étapes

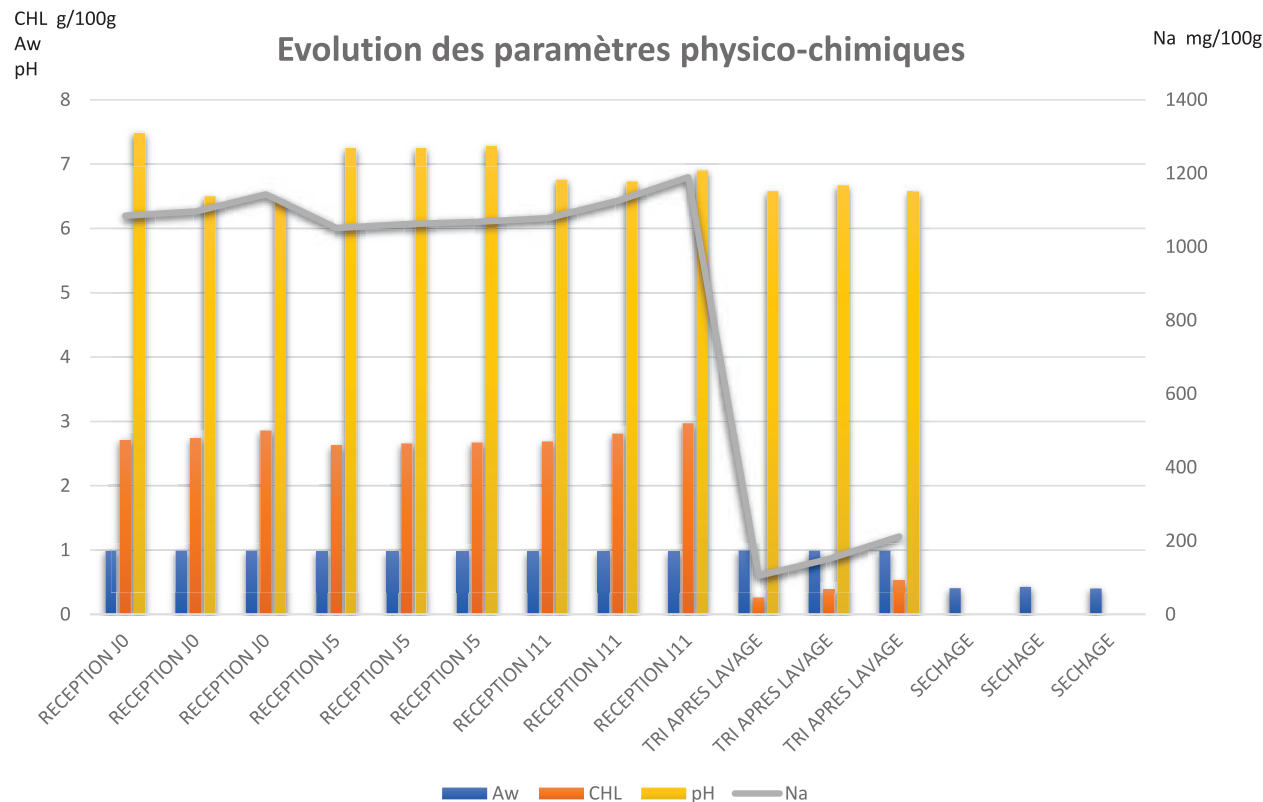
Date Analyse microbio	Colonne1	Produit	AW	CHL	Na	pH
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES	0,991	2,71	1 085	7,49
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES	0,991	2,74	1 096	6,5
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES	0,99	2,86	1 143	6,43
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 BIS : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES - J+5 - A	0,981	2,63	1 051	7,26
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 BIS : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES - J+5 - B	0,978	2,66	1 062	7,26
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 BIS : RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES - J+5 - C	0,977	2,67	1 068	7,29
27/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 TER - RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES J11	0,981	2,69	1 078	6,76
27/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 TER - RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES J11	0,977	2,81	1 125	6,73
27/06/2022	LOT 1	ETAPE 1 TER - RECEPTION ULVA "SALES" ET "BRUTES" DANS CAISSES J11	0,981	2,97	1 189	6,9
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 4 : RINCAGE AU JET D EAU CLAIRE SUR BAC D EGOUTTAGE		0,26	105	6,58
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 4 : RINCAGE AU JET D EAU CLAIRE SUR BAC D EGOUTTAGE		0,38	151	6,67
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 4 : RINCAGE AU JET D EAU CLAIRE SUR BAC D EGOUTTAGE		0,53	212	6,58
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 5 : TRI ET "DEMELAGE" MANUEL SUR GRILLE DE CUISSON AVEC TAPIS	0,995			
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 5 : TRI ET "DEMELAGE" MANUEL SUR GRILLE DE CUISSON AVEC TAPIS	0,99			
17/06/2022	LOT 1	ETAPE 5 : TRI ET "DEMELAGE" MANUEL SUR GRILLE DE CUISSON AVEC TAPIS	0,991			
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLE A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES - C	0,53			
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLE A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES - B	0,45			
21/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLE A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES - A	0,444			
23/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 BIS : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLES A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES	0,405			
23/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 BIS : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLES A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES	0,425			
23/06/2022	LOT 1	ETAPE 6 BIS : SECHAGE DES ALGUES SUR GRILLES A 44°C PENDANT ENVIRON 30 HEURES	0,399			
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "SALES" ETAPE 1 - A	0,987	2,15	862	7,15
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "SALES" ETAPE 1 - B	0,989	2,1	840	6,72
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "SALES" ETAPE 1 - C	0,99	2,32	927	7,15
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "LAVEE" ETAPE 5 - A	0,991			
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "LAVEE" ETAPE 5 - B	0,993			
06/07/2022	LOT 2	ALGUES ULVA "LAVEE" ETAPE 5 - C	0,994			



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

=> Résultats physico-chimiques obtenus aux différentes étapes



- Aw constante jusqu'au tri, ensuite impact du séchage
- pH évolue peu tout au long des étapes de transformation
- La courbe des chlorures suit celle du sodium (ou inversement) et décroche après le lavage



1. MATIERES PREMIERES

Etude des algues récoltées Juin 2022

=> Caractéristiques nutritionnelles des 2 lots

Libellé analyse	Méthode	Unité	Critère max	Critère min	Côte Ouest – Lot 1	Côte Est – Lot 2
					Résultat	Résultat
Acides gras saturés	Chromatographie en phase gazeuse	g/100g	Aucun	Aucun	1,54	NR
Acides gras trans	Chromatographie phase gazeuse	g/100g	Aucun	Aucun		NR
Cendres	Calcination à 525°C	g/100g	Aucun	Aucun	22,75	22,07
Chlorures de sodium	Par calcul	g/100g	Aucun	Aucun	1,95	3,54
Energie métabolisable	Calcul	kcal/100g	Aucun	Aucun	241	208
Energie métabolisable	Calcul	kJ/100g	Aucun	Aucun	1002	856
Fibres alimentaires	Enzymologie	g/100g	Aucun	Aucun	30,8	51,4
Glucides assimilables	Calcul	g/100g	Aucun	Aucun	11,5	13
Humidité	Etuvage à 70 °C sous pression réduite	g/100g	Aucun	Aucun	6,7	3
Iode	ICP/MS	mg/100g	Aucun	Aucun	115,22	
Magnésium	Spectrophotométrie d'absorption atomique	mg/100g	Aucun	Aucun	1671	2 420
Matière grasse totale	Hydrolyse/Extraction rapide Ether de pétrole	g/100g	Aucun	Aucun	4	2,2
Profil en acides gras	Chromatographie en phase gazeuse	/	Aucun	Aucun		
Profil en sucres (Fru+Glu+Lac+Mal+Sac)	HPLC	g/100g	Aucun	Aucun	<0,5(<0,1+<0,1+<0,1+<0,1+<0,1)	0,6(<0,1+<0,1+<0,1+<0,1+0,6)
Protéines	Méthode Kjeldahl (Azodte total x 6,25)	g/100g	Aucun	Aucun	14,4	8,3
Sodium	Spectrophotométrie d'absorption atomique	mg/100g	Aucun	Aucun	782	1 414



2- MAQUETTE PRODUITS FINIS <

- 1- BISCUIT SUCRE
- 2- BISCUIT SALE



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Recette

Ingrédients	Proportions (%)
• Farine de blé complète T150 *	23,09
• Eau	18,82
• Huile de colza	12,67
• Farine d'avoine précuite *	11,69
• Morceaux de cranberry séchés calibre 3-5 mm (enrobage farine de riz)	9,39
• Sucre blanc	8,45
• Flocons d'avoine gros *	6,10
• Algues Ulva sp. calibre 1 µm	3,50
• Graines de sésame blanc	2,44
• Pur jus de citron	2,35
• Poudre à lever (amidon de blé, carbonates de sodium, tartrates de potassium) *	1,32
• Sel	0,19

* issus de l'Agriculture Biologique

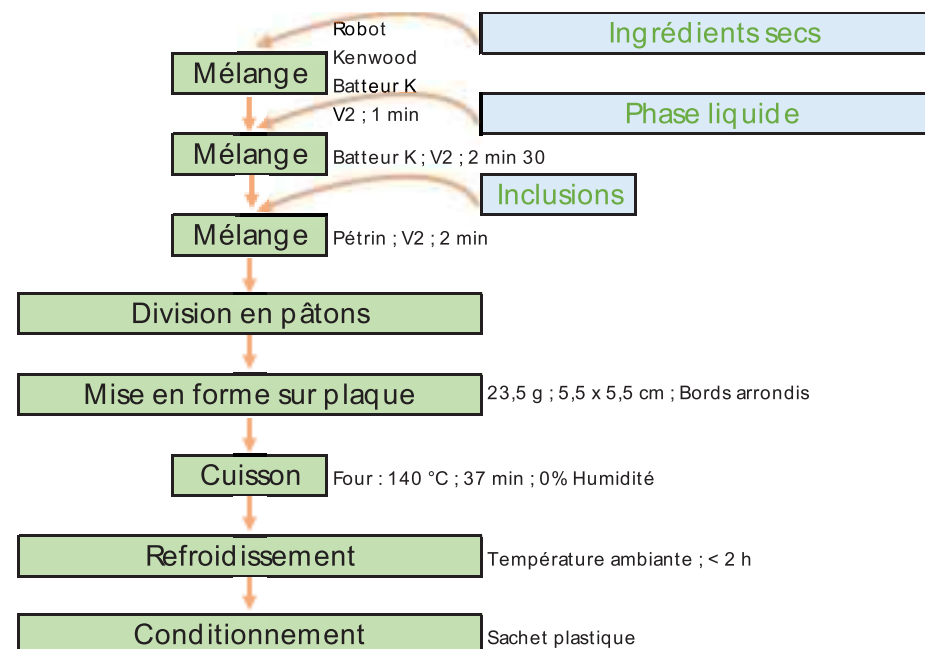


Avec ancien algorithme

Allégations nutritionnelles

- ✓ Riche en magnésium (159 mg / 100 g)
- ✓ Source de fer
- ✓ Riche en vitamine B12
- ✓ Source de fibres
- ✓ Pauvre en sodium ou en sel

Process



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Analyses nutritionnelles et physico-chimiques

RAPPORT D'ESSAI PHYSICO-CHIMIQUE N° : 202304060028						
RESULTATS :						
Résultats de physico-chimie						
Identification	Analyse	Norme/méthode	Unités	Résultat (%)	Spécification Maximum Minimum	Étiquetage
	Acides gras saturés	Chromatographie en phase gazeuse NF ISO 5508/5509	g/100g	1,57		
	Acides gras trans	Chromatographie en phase gazeuse NF ISO 5508/5509	g/100g	0,01		
1-1026	Cendres	Calcination à 525°C MOPC 063	g/100g	2,87		
	Chlorures de sodium	Par calcul (Na x 2,5)	g/100g	0,83		
	Energie métabolisable	Calcul IFPC 063	kcal/100g	438		
	Energie métabolisable	Calcul IFPC 063	kJ/100g	1 834		
	Fibres alimentaires	Enzymologie AOAC 985-29	g/100g	7,8		
	Glucides assimilables	Calcul	g/100g	54,3		
1-1026	Humidité	Etuvage à 70 °C sous pression réduite MOPC 067	g/100g	8,7		
1-1026	Matière grasse totale	Hydrolyse/Extraction rapide/Ether de pétrole MOPC 069	g/100g	19,6		
	Profil en sucres (Fr+Gl+Lac+Mal+Sac)	HPLC	g/100g	18,8(3,0+3,2+<0,1+0,3+12,3)		
1-1026	Protéines	Méthode Kjeldahl (Azote total x 6,25) AOAC 063 v3	g/100g	7,3		
1-1026	Sodium	Spectrophotométrie d'absorption atomique MOPC 075	mg/100g	332		
	Fer	Spectrophotométrie d'absorption atomique	mg/100g	22		
	Magnésium	Spectrophotométrie d'absorption atomique	mg/100g	127		
1-1026	Vitamine B12 (cyanocobalamine)	Méthode interne MOPC 078 AOAC 993.46	µg/100g	1,6		

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE® 2023

Passage du score à la lettre Nutri-Score		
Score - fourchette initiale	Score - fourchette en 2023	Lettre Nutri-Score
min. à -1	min. à 0	A
0 à 2	1 à 2	B
3 à 10	3 à 10	C
11 à 18	11 à 18	D
19 à max.	19 à max.	E

Recette obtenant un score de 10 points soit



La majorité des gâteaux étant avec un NUTRI-SCORE® D ou E



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Analyses nutritionnelles et physico-chimiques

Informations client :

PRODUIT : BISCUITS ULVA - SANS CANELLE - 31/08

N° de Lot : /

Ordre de réception 1

RECEPTION ET STOCKAGE :

Type emballage :

Etat emballage : EMBALLAGE CORRECT

T°C à réception :

AMBIANTE

Masse de l'échantillon:

110 g

RESULTATS :

Résultats de physico-chimie						
Accréditation	Analyse	Norme/méthode	Unités	Résultat (+/-)	Spécification	
					Maximum	Minimum
	Magnésium	Spectrophotométrie d'absorption atomique	mg/100g	159		
	Activité eau	Appareil NOVASINA	/	0,491		

Compte tenu de la faible A_w du produit, la conservation du produit est garantie. Le film de conditionnement devra avoir de faibles coefficients de perméabilité afin de garantir un maintien de la texture et des caractéristiques organoleptiques du biscuit tout au long de sa durée de vie



Figure 32: Valeurs d' a_w de quelques aliments et valeurs limites des microorganismes

(Strong *et al.*, 1970 ; Beuchat, 1983 ; Chirife et Fontan, 1982)



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Allégations nutritionnelles

Boissons

- Source de: à partir de 28,2mg / 100ml de produit,
- Riche en: à partir de 56,3mg / 100ml de produit,

Biscuits Crackers

- Source de: à partir de 56,3mg / 100g de produit,
- Riche en: à partir de 112,5mg / 100g de produit,

Allégations de santé fonctionnelle générique

- Le magnésium contribue à réduire la fatigue
- Le magnésium contribue à un métabolisme énergétique normal

RÈGLEMENT (UE) N° 432/2012 DE LA COMMISSION

du 16 mai 2012

établissant une liste des allégations de santé autorisées portant sur les denrées alimentaires, autres que celles faisant référence à la réduction du risque de maladie ainsi qu'au développement et à la santé infantiles

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

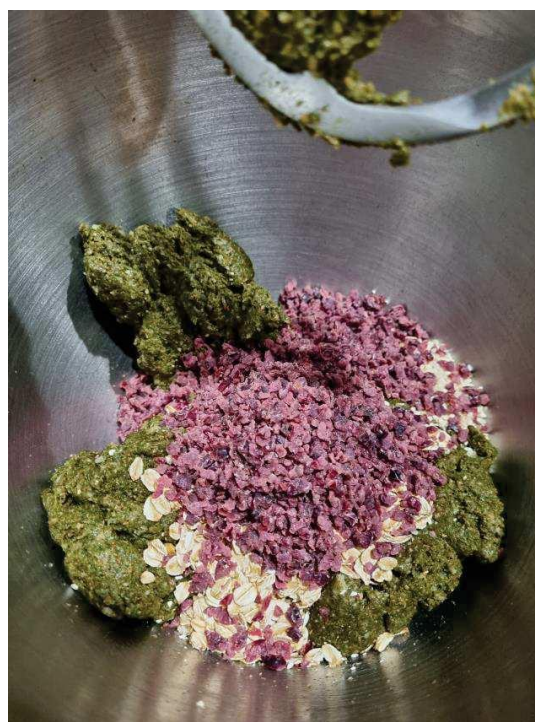
(JO L 136 du 25.5.2012, p. 1)

Nutriment, substance, denrée alimentaire ou catégorie de denrées alimentaires	Allégation	Conditions d'utilisation de l'allégation	Conditions d'utilisation de la denrée alimentaire et/ou restrictions à cette utilisation et/ou mention ou avertissement supplémentaire	Numéro du Journal de l'EFS	Numéro d'entrée correspondant dans la liste consolidée soumise à l'EFS pour évaluation
Lactase	La lactase améliore la digestion du lactose chez les individus ayant des difficultés à le digérer	L'allégation ne peut être utilisée que pour des compléments alimentaires, à une dose minimale de 4 500 unités de FCC (Codex des produits chimiques alimentaires), la population cible devant être invitée à en consommer avec chaque produit contenant du lactose.	La population cible doit également être informée que la tolérance au lactose varie d'une personne à l'autre et doit être invitée à se renseigner sur le rôle de cette substance dans son régime alimentaire.	2009; 7(9):1236 2011; 9(6):2203	1697, 1818 1974
Lactitol	Le lactitol contribue à une fonction intestinale normale en accroissant la fréquence des selles	L'allégation ne peut être utilisée que pour des compléments alimentaires qui contiennent 10 g de lactitol à consommer en une seule portion quantifiée par jour. L'allégation peut être utilisée si le consommateur est informé que l'effet bénéfique est obtenu par la consommation de 10 g de lactitol en une dose journalière.	L'allégation ne peut être utilisée pour des denrées alimentaires destinées aux enfants.	2015;13(10):4252	
Lactulose	Le lactulose contribue à accélérer le transit intestinal	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire contenant 10 g de lactulose à consommer en une seule portion quantifiée. L'allégation peut être utilisée si le consommateur est informé que l'effet bénéfique est obtenu par la consommation de 10 g de lactulose en une seule dose par jour.		2010;8(10):1806	807
Magnésium	Le magnésium contribue à réduire la fatigue	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2010;8(10):1807	244
Magnésium	Le magnésium contribue à l'équilibre électrolytique	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2009; 7(9):1216	238
Magnésium	Le magnésium contribue à un métabolisme énergétique normal	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2009; 7(9):1216	240, 247, 248



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Fabrication



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Fabrication



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Fabrication



Photo d'un biscuit avant et après cuisson

=> Des tests internes hédoniques, couplés à des consommateurs issus du SMEL et du conseil régional ont permis de valider cette première phase de développement maquette produits

Nom, Prénom : Date :

Code échantillon : N° de l'ordre de dégustation :

Aspect	Goût			Texture		Descripteurs CATA (Check All That Applies)	OUI / NON	Commentaire libre (optionnel)
Couleur verte (intensité de 0 à 4, correspondant au Pantone® P162- 16C)	Association, équilibre aromatique (appréciation de - 2, « très mauvaise », à 2, « très bonne »)	Sucré (intensité de 0 à 4, correspondant aux biscuits spéculoos)	D'algue (intensité de 0 à 4, correspondant à l'algue consommée pure)	Friabilité (note de 0 à 4) : capacité à se délier, se désagréger en morceaux (type palet breton, sablé Roudor®)	Densité (note de 0, correspondant à une pâte aérée, à 4) : sensation de compact, de tassement des ingrédients en bouche			
						Fruité		
						Épicé (cannelle)		
						Végétal		
						Marin		
						Rance		
						Acidulé		
						Gourmand		
						Frais		
						Énergisant		
						Assoiffant		
						Pâteux		
						Dur		
						Croquant		

Fiche d'appréciation utilisée



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Fabrication

BILAN

- >> Recette optimisée suite aux premiers retours consommateurs
- >> Nouvelles recettes plébiscitées, version nature ou version cannelle
- >> Analyses produits finis confortant l'allégation Riche en Magnésium
- >> Echanges à suivre pour identifier industriels potentiels



SNOTRA 2
Rapport Technique



2.1 PRODUITS FINIS – Biscuit sucré

Problème Allergènes

>> Biscuiterie de l'Abbaye avait mentionné un intérêt / une curiosité vis-à-vis des biscuits fabriqués à base d'*Ulva sp.*

L'entreprise était ouverte à la réalisation à condition de pouvoir attester que la matière première était exempt d'allergènes Poisson, Mollusques & crustacés

Après plusieurs manipulations, une analyse a mis en avant la présence d'ADN de ces 3 allergènes d'où l'impossibilité de réaliser ces biscuits chez cet industriel




Résultats d'analyses

	Résultat	Unité	LQ	Limite	Fin d'analyse
Allergènes					
Protéine de crustacés (Tropomyosine)	140	mg/kg	20		17/03/2023
ADN de mollusques	déecté	-			23/03/2023
ADN de poisson	déecté	-			23/03/2023
Détail des paramètres analysés et des méthodes utilisées en page(s) suivante(s)					



2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Extrait du benchmark réalisé

Marque	Produit	Emballage	Pays de vente	Commercialisé actuellement	BIO	Nutri-score	Ingrédients	Valeurs nutritionnelles (g/100 g)	Quantité
Boutons d'Or	Mini sablé au fromage de chèvre et aux graines de pavot		France	Oui	Non	E	Farine de BLE 62%, beurre** concentré 26% (soit 31,5% en beurre reconstitué), poudre de fromage de chèvre 5% (fromage** de chèvre, sel), sucre, ŒUFS frais, graines de pavot 2,2%, sel de Guérande, lactose** et protéines de LAIT, fibres d'acacia, poudre à lever : carbonates d'ammonium.	Energie 2161 kJ (519 kcal) Matière Grasse 31 g Dont acide gras saturé 20 g Glucides 52 g Dont sucre 6,3 g Protéines 8,8 g Sel 2,2 g Fibres Alimentaires 3,5 g	120 g
Boutons d'Or	Mini petit beurre au fromage Parmigiano Reggiano AOP et figues déshydratées		France	Oui	Non	E	Farine de BLE 62%, beurre** 19%, Parmigiano Reggiano** AOP 13%, maltodextrine, jaunes d'ŒUFS, pépites de figues déshydratées 3% (équivalent fruits frais : 14%), sucre, sel de Guérande, extrait de levure, LAIT demi-écrémé, arôme naturel, poudres à lever : diphosphates - carbonates de sodium - carbonates d'ammonium.	Energie 2020 kJ (482 kcal) Matière Grasse 22,2 g Dont acide gras saturé 15,1 g Glucides 57,3 g dont sucre 5,8 g Protéines 12 g	65 g
Boutons d'Or	Crackers à la mozzarella, à l'emmental, à la tomate et à l'huile d'olive		France	Oui	Oui	D	Farine de BLE complet*, mozzarella* (dont LAIT) 6,9%, emmental* (dont LAIT) 6,5%, tomates séchées* 5,9%, graines de lin*, huile d'olive vierge extra* 5,1%, GRAINES DE SESAME*, levure, farine de BLE*, sel de mer, fécule de pomme de terre*, malt d'ORGE, basilic séché*, poivre noir*, thym séché*, romarin*, origan séché*, agent de traitement de la farine : acide ascorbique, farine de malt de BLE*.	Energie 1869 kJ (446 kcal) Matière Grasse 16,2 g Dont acide gras saturé 5,3 g Glucides 50,6 g Dont sucre 3,7 g Protéines 19,2 g Sel 1,9 g Fibres Alimentaires	110 g

2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Recette

Ingrédients	Proportions (%)
• Farine blanche T45	33,5
• Eau	23,0
• Beurre doux pomade	12,7
• Farine de riz	9,6
• Huile de colza	8,2
• Algues Ulva sp. calibre 1 mm	4,0
• Œuf entier poudre	3,2
• Oignon granule calibre D	2,8
• Sel	1,1
• Oignon poudre extra	1,0
• Origan séché émincé	0,5
• Romarin séché émincé	0,2
• Thym séché émincé	0,2

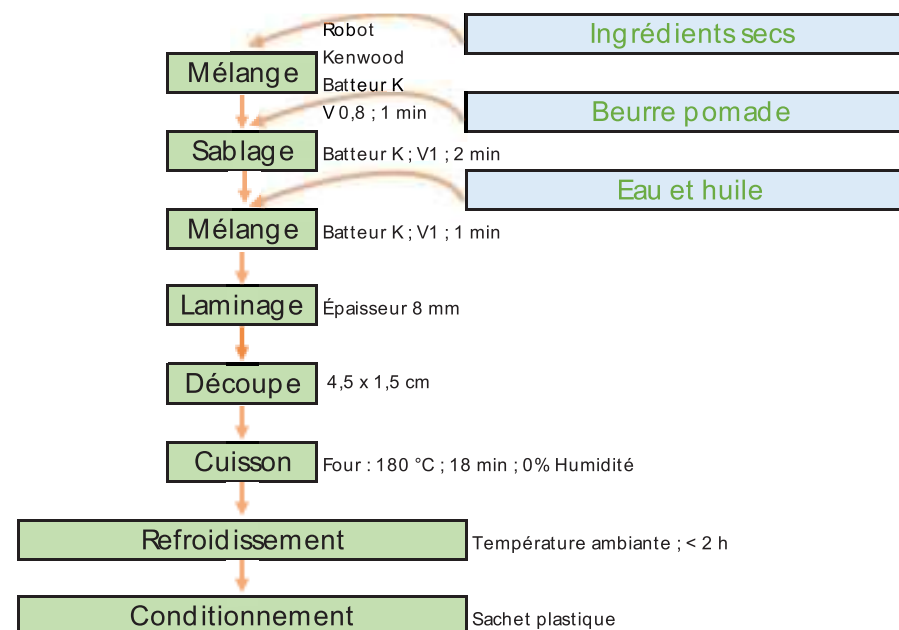
NUTRI-SCORE



Allégations nutritionnelles

- ✓ Riche en magnésium (127 mg / 100 g)
- ✓ Source de fer
- ✓ Riche en vitamine B12
- ✓ Source de protéines
- ✓ Source de fibres

Process



2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Fabrication

ACTIA RÉSEAU NUTRIPREVUIS

OPTINUT OUTIL D'AIDE À LA FORMULATION NUTRITIONNELLE
DIAGNOSTIC NUTRITIONNEL CONTRIBUTION DES INGRÉDIENTS
AUX VALEURS NUTRITIONNELLES ET AU NUTRI-SCORE®

TOUT ALIMENT <i>(hors fromages, matières grasses ajoutées et boissons)</i>		<div>NUTRI-SCORE</div> <div>D</div>		Score total 18		Rappel échelle											
						A	B	C	D	E							
Info Nutri-Score						-15 à -1	0-2	3-10	11-18	19 à 40							
		Énergie (KJ)	Acides gras saturés (g)	Sucres (g)	Sodium (mg)	Protéines (g)	Fibres (g)	% f, lm, ln, fc & h									
		2094	11	2,5	680	9,7	5,7	0									
Score nutriment		6	10	0	7	5	5	0									
Score global composantes		23				10											
Grille d'attribution des points		Énergie (KJ)	Acides gras saturés (g)	Sucres (g)	Sodium (mg)	Protéines (g)	Fibres (g)	% f, lm, ln, fc & h									
0		≤ 335	≤ 1	≤ 4,5	≤ 90	≤ 1,6	≤ 0,9	≤ 40									
1		> 335	> 1	> 4,5	> 90	> 1,6	> 0,9	> 40									
2		> 670	> 2	> 9	> 180	> 3,2	> 1,9	> 60									
3		> 1005	> 3	> 13,5	> 270	> 4,8	> 2,8	-									
4		> 1340	> 4	> 18	> 360	> 6,4	> 3,7	-									
5		> 1675	> 5	> 22,5	> 450	> 8	> 4,7	> 80									
6		> 2010	> 6	> 27	> 540												
7		> 2345	> 7	> 31	> 630												
8		> 2680	> 8	> 36	> 720												
9		> 3015	> 9	> 40	> 810												
10		> 3350	> 10	> 45	> 900												
Ingrédient		Énergie (KJ)	Contribution	Acides gras saturés (g)	Contribution	Sucres (g)	Contribution	Sodium (mg)	Contribution	Protéines (g)	Contribution	Fibres (g)	Contribution	Matières grasses (g)	Contribution	Glucides (g)	Contribution
BISCUIT SALE SANS SESAME		2086	100%	11,30	100%	2,50	100%	685,00	100%	9,70	100%	5,70	100%	26,80	100%	51,90	100%

Obtention de la note **D** pour le NUTRISCORE® avec ancien algorithme et **E** avec le nouvel

Obtention de la note D pour le NUTRISCORE® avec ancien algorithme et E avec le nouvel

2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Fabrication



Principales étapes de fabrication



2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Fabrication



Principales étapes de fabrication

Elaboration de 2 déclinaisons

- * Oignons & Herbes de Provence
- * Sésame & Emmental



SNOTRA 2
Rapport Technique



2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Fabrication



Réalisation des 2 recettes retenues pour évaluation auprès de différents consommateurs



2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Fabrication



=> Des tests internes hédoniques, couplés à des consommateurs issus du SMEL et du conseil régional ont permis de valider cette première phase de développement maquette produits

ACTALIA
CONTRÔLE ET QUALITÉ

RAPPORT D'ESSAI PHYSICO-CHIMIQUE N° : 202210270046

RESULTATS :

Résultats de physico-chimie						
Accréditation	Analyse	Norme/méthode	Unités	Résultat (+/-)	Spécification	
					Maximum	Minimum
	Acides gras saturés	Chromatographie en phase gazeuse NF ISO 5508/5509	g/100g	11,30		
	Acides gras trans	Chromatographie phase gazeuse NF ISO 5508/5509	g/100g	0,37		
1-1026	Cendres	Calcination à 525°C MOPC 063	g/100g	3,29		
	Chlorures de sodium	Par calcul (Na x 2,5)	g/100g	1,71		
	Energie métabolisable	Calcul ITPC 003	kJ/100g	2 086		
	Energie métabolisable	Calcul ITPC 003	kcal/100g	499		
	Fibres alimentaires	Enzymologie AOAC 985-29	g/100g	5,7		
	Glucides assimilables	Calcul	g/100g	51,9		
1-1026	Humidité	Etuvage à 70 °C sous pression réduite MOPC 067	g/100g	2,6		
1-1026	Matière grasse totale	Hydrolyse/Extraction rapide Ether de pétrole MOPC 003	g/100g	26,8		
	Profil en sucres (Fru+Glu+Lac+Mal+Sac)	HPLC	g/100g	2,5(0,2+0,1+0,1+1,6+0,5)		
1-1026	Protéines	Méthode Kjeldahl (Azote total x 6,25) MOPC 065 v3	g/100g	9,7		
1-1026	Sodium	Spectrophotométrie d'absorption atomique MOPC 075	mg/100g	685		
	Magnésium	Spectrophotométrie d'absorption atomique	mg/100g	127		



2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Allégations nutritionnelles

Boissons

- Source de: à partir de 28,2mg / 100ml de produit,
- Riche en: à partir de 56,3mg / 100ml de produit,

Biscuits Crackers

- Source de: à partir de 56,3mg / 100g de produit,
- Riche en: à partir de 112,5mg / 100g de produit,

Allégations de santé fonctionnelle générique

- Le magnésium contribue à réduire la fatigue
- Le magnésium contribue à un métabolisme énergétique normal

RÈGLEMENT (UE) N° 432/2012 DE LA COMMISSION

du 16 mai 2012

établissant une liste des allégations de santé autorisées portant sur les denrées alimentaires, autres que celles faisant référence à la réduction du risque de maladie ainsi qu'au développement et à la santé infantiles

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

(JO L 136 du 25.5.2012, p. 1)

Nutriment, substance, denrée alimentaire ou catégorie de denrées alimentaires	Allégation	Conditions d'utilisation de l'allégation	Conditions d'utilisation de la denrée alimentaire et/ou restrictions à cette utilisation et/ou mention ou avertissement supplémentaire	Numéro du Journal de l'EFS	Numéro d'entrée correspondant dans la liste consolidée soumise à l'EFS pour évaluation
Lactase	La lactase améliore la digestion du lactose chez les individus ayant des difficultés à le digérer	L'allégation ne peut être utilisée que pour des compléments alimentaires, à une dose minimale de 4 500 unités de FCC (Codex des produits chimiques alimentaires), la population cible devant être invitée à en consommer avec chaque produit contenant du lactose.	La population cible doit également être informée que la tolérance au lactose varie d'une personne à l'autre et doit être invitée à se renseigner sur le rôle de cette substance dans son régime alimentaire.	2009; 7(9):1236 2011; 9(6):2203	1697, 1818 1974
Lactitol	Le lactitol contribue à une fonction intestinale normale en accroissant la fréquence des selles	L'allégation ne peut être utilisée que pour des compléments alimentaires qui contiennent 10 g de lactitol à consommer en une seule portion quantifiée par jour. L'allégation peut être utilisée si le consommateur est informé que l'effet bénéfique est obtenu par la consommation de 10 g de lactitol en une dose journalière.	L'allégation ne peut être utilisée pour des denrées alimentaires destinées aux enfants.	2015; 13(10):4252	
Lactulose	Le lactulose contribue à accélérer le transit intestinal	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire contenant 10 g de lactulose à consommer en une seule portion quantifiée. L'allégation peut être utilisée si le consommateur est informé que l'effet bénéfique est obtenu par la consommation de 10 g de lactulose en une seule dose par jour.		2010; 8(10):1806	807
Magnésium	Le magnésium contribue à réduire la fatigue	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2010; 8(10):1807	244
Magnésium	Le magnésium contribue à l'équilibre électrolytique	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2009; 7(9):1216	238
Magnésium	Le magnésium contribue à un métabolisme énergétique normal	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2009; 7(9):1216	240, 247, 248



2.2 PRODUITS FINIS – Biscuit salé

Bilan

BILAN

- >> Recettes plébiscitées, version oignons & herbes de provence ou emmental & sésame
Nutriscore D (algorithme version 2022)
- >> Analyses produits finis attestant l'allégation Riche en Magnésium
- >> Evaluation prix de revient ingrédient et process en cours
- >> Echanges à suivre pour identifier industriels potentiels



SNOTRA 2
Rapport Technique



3- PRODUITS FINIS PILOTE <

- SMOOTHIE



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

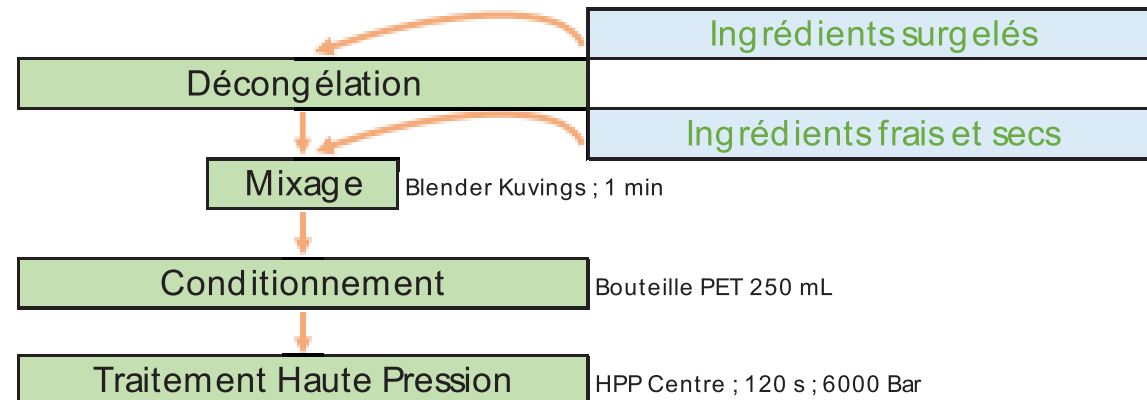
Recette

Ingrédients	Proportions (%)
• Jus de pomme	46,5
• Lait de coco	23,0
• Purée de banane	9,0
• Purée de fruit de la passion	9,0
• Purée de goyave	9,0
• Algues Ulva sp. calibre 1 µm	3,5

Allégations nutritionnelles

- ✓ Riche de magnésium (67 mg / 100 g)
- ✓ Source de fer
- ✓ Riche en vitamine B12
- ✓ Très pauvre en sodium ou en sel

Process



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Allégations nutritionnelles

Boissons

- Source de: à partir de 28,2mg / 100ml de produit,
- Riche en: à partir de 56,3mg / 100ml de produit,

Biscuits Crackers

- Source de: à partir de 56,3mg / 100g de produit,
- Riche en: à partir de 112,5mg / 100g de produit,

Allégations de santé fonctionnelle générique

- Le magnésium contribue à réduire la fatigue
- Le magnésium contribue à un métabolisme énergétique normal

RÈGLEMENT (UE) N° 432/2012 DE LA COMMISSION

du 16 mai 2012

établissant une liste des allégations de santé autorisées portant sur les denrées alimentaires, autres que celles faisant référence à la réduction du risque de maladie ainsi qu'au développement et à la santé infantiles

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

(JO L 136 du 25.5.2012, p. 1)

Nutriment, substance, denrée alimentaire ou catégorie de denrées alimentaires	Allégation	Conditions d'utilisation de l'allégation	Conditions d'utilisation de la denrée alimentaire et/ou restrictions à cette utilisation et/ou mention ou avertissement supplémentaire	Numéro du Journal de l'EFS	Numéro d'entrée correspondant dans la liste consolidée soumise à l'EFS pour évaluation
Lactase	La lactase améliore la digestion du lactose chez les individus ayant des difficultés à le digérer	L'allégation ne peut être utilisée que pour des compléments alimentaires, à une dose minimale de 4 500 unités de FCC (Codex des produits chimiques alimentaires), la population cible devant être invitée à en consommer avec chaque produit contenant du lactose.	La population cible doit également être informée que la tolérance au lactose varie d'une personne à l'autre et doit être invitée à se renseigner sur le rôle de cette substance dans son régime alimentaire.	2009; 7(9):1236 2011;9(6):2203	1697, 1818 1974
Lactitol	Le lactitol contribue à une fonction intestinale normale en accroissant la fréquence des selles	L'allégation ne peut être utilisée que pour des compléments alimentaires qui contiennent 10 g de lactitol à consommer en une seule portion quantifiée par jour. L'allégation peut être utilisée si le consommateur est informé que l'effet bénéfique est obtenu par la consommation de 10 g de lactitol en une dose journalière.	L'allégation ne peut être utilisée pour des denrées alimentaires destinées aux enfants.	2015;13(10):4252	
Lactulose	Le lactulose contribue à accélérer le transit intestinal	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire contenant 10 g de lactulose à consommer en une seule portion quantifiée. L'allégation peut être utilisée si le consommateur est informé que l'effet bénéfique est obtenu par la consommation de 10 g de lactulose en une seule dose par jour.		2010;8(10):1806	807
Magnésium	Le magnésium contribue à réduire la fatigue	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2010;8(10):1807	244
Magnésium	Le magnésium contribue à l'équilibre électrolytique	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2009; 7(9):1216	238
Magnésium	Le magnésium contribue à un métabolisme énergétique normal	L'allégation ne peut être utilisée que pour une denrée alimentaire qui est au moins une source de magnésium au sens de l'allégation SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX] définie dans l'annexe du règlement (CE) n° 1924/2006.		2009; 7(9):1216	240, 247, 248



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Recette



NORI

Category: All Subcategory: Cuisine: All Seasonality: All Aroma: All

Best match

Guava fresh Fontur Colombia	Butter fresh	Green tea	Pork Loin fried
Oyster fresh France	Clam cooked	Atlantic Salmon fillet smoked	Nolet's Silver Dry Gin Nolet Distillery Netherlands
Darjeeling tea	Bacon fried	Fig fresh	Olive oil 'Family Reserve' Arbequina Castilla de
Fonio cooked Africa	Sweet cherry fresh	Black tea	Lemon balm fresh
Tarragon fresh	Elderberry	Pollack cooked	Corn Tortilla Mexico

Best Match: Excellent aromatic match

Good Match: Good aromatic match

Match: Aromatic match

Utilisation du foodpairing qui est un art qui permet d'associer parfaitement deux aliments, a priori incompatibles, mais affichant des composantes moléculaires similaires.

C'est ainsi que la goyave a été associée à la recette

Site « Association Foodpairing Algues »

3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Fabrication



Le mélange est réalisé simplement par agitation des différents ingrédients.

L'ensemble est ensuite soumis à un traitement hautes pressions qui permet de stabiliser le produit en bouteille.



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Fabrication



Enceinte Hautes Pressions – AVURE
(Unité du prestataire HPP Centre)



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement microbiologique

Colonne1	Produit	DateFAB	Dénombrement Aérobie sporulée	Dénombrement Anaérobie Sulfite Reducteur	Dénombrement Bacillus cereus	Dénombrement bactéries lactiques	Dénombrement Clostridium perfringens	Dénombrement Escherichia Coli	Dénombrement Flore aérobie mesophile	Dénombrement levures	Dénombrement moisissures	Dénombrement Staphylocoques	Recherche salmonelles mobiles	Recherche salmonelles immobiles
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J0 - N°1	02/11/2022	50	<10	<100	<200	<10	<10	200	<10	<10	<10	ABSENCE	SATISFAISANT
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J0 - N°2	02/11/2022	20	<10	<100	<200	<10	<10	<100	<10	<10	<10	ABSENCE	SATISFAISANT
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J0 - N°3	02/11/2022	20	<10	<100	<200	<10	<10	<100	<10	<10	<10	ABSENCE	SATISFAISANT
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J0 - N°1	02/11/2022	90	<10	<100	<200	<10	<10	200	<10	<10	<10	ABSENCE	SATISFAISANT
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J0 - N°2	02/11/2022	90	<10	<100	<200	<10	<10	<100	<10	<10	<10	ABSENCE	SATISFAISANT
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J0 - N°3	02/11/2022	100	<10	<100	<200	<10	<10	<100	<10	<10	<10	ABSENCE	SATISFAISANT
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J5 - N°1	03/11/2022	130	<10	<100	<200		<10	<100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J5 - N°2	03/11/2022	10	<10	<100	<200		<10	<100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J5 - N°3	03/11/2022	50	<10	<100	<200		<10	<100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J5 - N°1	03/11/2022	60	<10	<100	<200		<10	300	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J5 - N°2	03/11/2022	90	<10	<100	<200		<10	<100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J5 - N°3	03/11/2022	160	<10	<100	<200		<10	<100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J33 - N°1	03/11/2022	50		<100	<100		<10	200	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J33 - N°2	03/11/2022	<10		<100	<100		<10	500	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J33 - N°3	03/11/2022	50		<100	<100		<10	<100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J33 - N°1	03/11/2022	70		<100	<100		<10	100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J33 - N°2	03/11/2022	60		<100	<100		<10	<100	<10	<10			
	SMOOTHIE SNOTRA TEMOIN J33 - N°3	03/11/2022	40		<100	<100		<10	<100	<10	<10			
1/3 4°C - 2/3 8°C	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J57 - N°1	03/11/2022	80		<100	<100		<10	<100	<10	<10			
1/3 4°C - 2/3 8°C	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J57 - N°2	03/11/2022	150		<100	Ne*:100		<10	200	<10	<10			
1/3 4°C - 2/3 8°C	SMOOTHIE SNOTRA FLUIDE J57 - N°3	03/11/2022	110		<100	Ne*:100		<10	<100	<10	<10			

=> Les résultats microbiologiques sont satisfaisants jusqu'à J60 avec conservation du produit à 1/3 à 4°C et 2/3 à 8°C au cours de sa durée de vie



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement microbiologique

Libellé analyse	Méthode	Unité
Dénombrement d' Escherichia coli à 44°C	T.B.X. 44°C 18-24h Profondeur NF ISO 16649-2	UFC/g
Dénombrement de Bacillus cereus présomptifs à 30°C	Mossel 30°C 30°C 18 -24h Surface NF EN ISO 7932 MOM 142	UFC/g
Dénombrement de Clostridium perfringens à 37°C	TSC boîte 37°C 18h - 24h Profondeur NF EN ISO 7937	UFC/g
Dénombrement de la flore lactique à 30°C	MRS pH 5,7 30°C 72h Spiral NF ISO 15214	UFC/g
Dénombrement des germes aérobies sporulés à 30°C	PCA 30°C 30°C 72h +/- 3h Profondeur NF EN ISO 4833 / 10' 80°C MOM 134	UFC/g
Dénombrement des levures à 25°C	YGC 25°C 5 Profondeur NF V08-059 MOM 093	UFC/g
Dénombrement des microorganismes à 30°C	PCA 30°C +/- 1 48h Spiral XP V08-034 MOM165	UFC/g
Dénombrement des moisissures à 25°C	YGC 25°C 5 jours Profondeur NF V08-059 MOM 093	UFC/g
Dénombrement des Staphylocoques à coagulase positive à 37°C	EASY Staph 37°C 37°C 24h +/- 2h Profondeur BKR 23/10-12/15 MOM172	UFC/g
Dénombrement en anaérobiose des sulfito-réducteurs en tube à 46°C	TSC 46°C +/- 1 20h +/- 2 Profondeur NF V08-061 MOM 027	UFC/g
Recherche des Salmonella mobiles et immobiles	IRIS 41,5°C 48h BKR 23/07-10/11 MOM 153	/25g

=> Liste des méthodes utilisées pour chaque analyse



SNOTRA 2
Rapport Technique

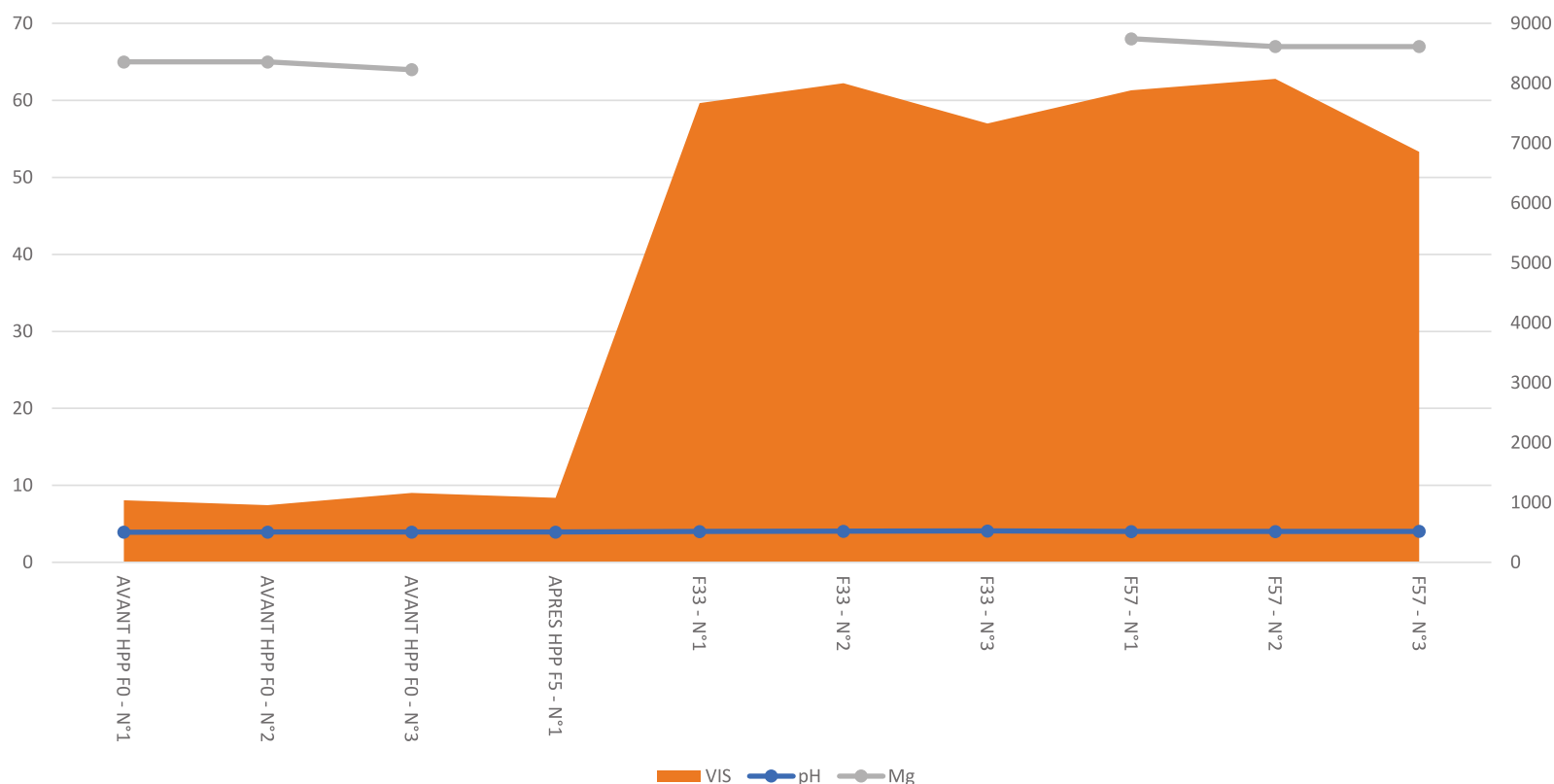


3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement Physico-chimique

Point pH
mg/100g pour Mg

Evolution produit au cours de la durée de vie



=> Stabilité du pH
entre J0, avant HPP et
J57 après HPP

=> Stabilité quantité de
Mg dans le produit
entre J0, avant HPP et
J57 après HPP

=> Evolution de la
viscosité entre J0, avant
HPP et J30, après HPP
puis stabilisation jusqu'à
le fin de la durée de vie



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique

	Avant HPP	Après HPP Fluide	Après HPP Témoin
02-11 Date Fab.	Pantône P3 16C Texture épaisse et onctueuse / nappante Voile gras surface Fuyant Notes fruitées dominantes (surtout banane) et algue peu perceptible	Pantône P168 16C Texture plus fluide que témoin Perception plus acide, plus vert en fin de bouche Goût algues plus présent et moins de notes fruitées pH J0 – 3,92 / 3,94	Pantône idem Texture épaisse et onctueuse / nappante, proche « Avant HPP » => Ok par rapport à un smoothie Perception légèrement plus acide que « Avant HPP » Notes fruitées un peu atténuées (essentiellement banane) par rapport à « Avant HPP »
24-11 J21		Pantône idem Fluidité, texture idem J0 Acidité perceptible, idem J0 Odeur dominante banane Attaque banane et final iodé de l'algue Onctueux et frais	



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique

	Avant HPP	Après HPP Fluide	Après HPP Témoin
05-12 J32		Pantône idem Fluidité, texture idem J0 Acidité perceptible, légèrement plus présente que J21 Odeur dominante banane Attaque banane et final iodé de l'algue (plus perceptible que J21) Onctueux et frais pH 3,90	
14-12 J41		Pantône idem Fluidité, un peu plus épaisse (cf résultats visco) Acidité perceptible, légèrement plus présente que J32 Odeur dominante banane Attaque fruitée / banane et final iodé de l'algue (stable par rapport à J32) pH 3,92	



SNOTRA 2
Rapport Technique



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique

	Avant HPP	Après HPP Fluide	Après HPP Témoin
30-12 J57		<p>Ressenti nettement plus fluide quand on shake.</p> <p>Texture lisse et fluide, pas d'impression pâteuse en bouche.</p> <p>Acidité, note algue à la fin, plus fruité (legere perte aromatique)</p> <p>Pentone 168-16C</p>	<p>Beaucoup plus ferme et épais, plus pâteux (pâte qui adhère à la paroi de la bouteille).</p> <p>Texture crème de coco</p> <p>Gout moins fruité, pas de côté frais / passion. Gout très crème de coco / banane, manque de fraîcheur</p> <p>Pentone 168-15C plus blanc.</p>

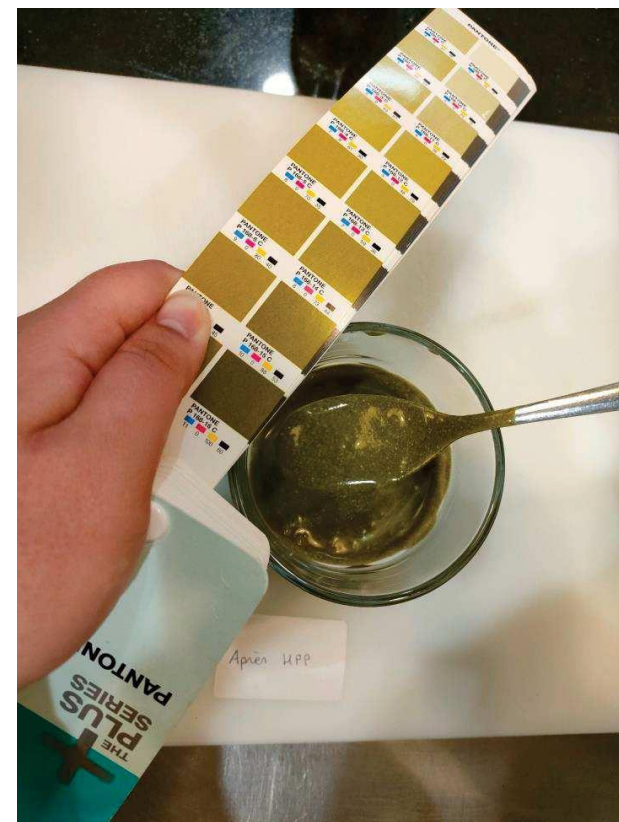


SNOTRA 2
Rapport Technique



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique / visuel

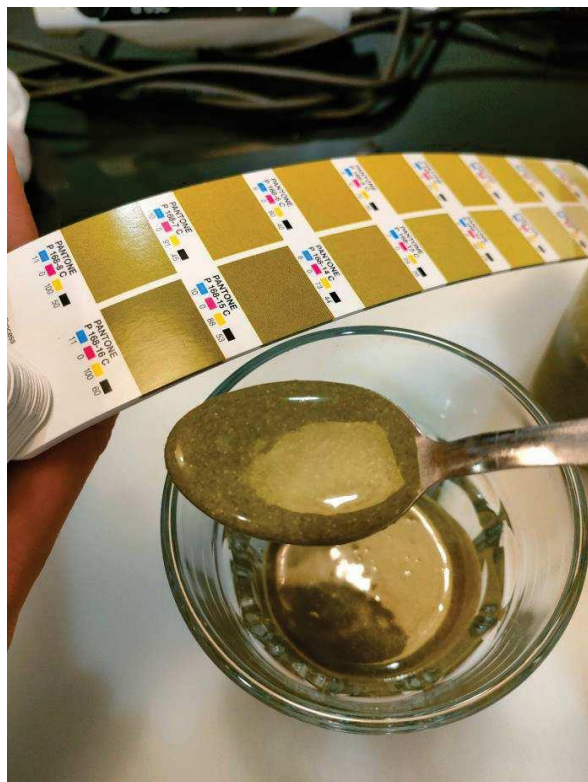


J0 - 5



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique

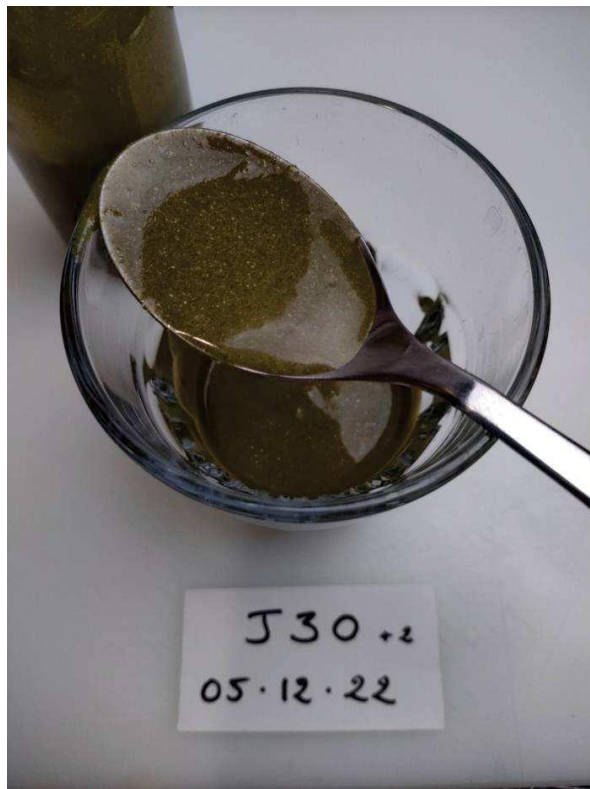


J 21

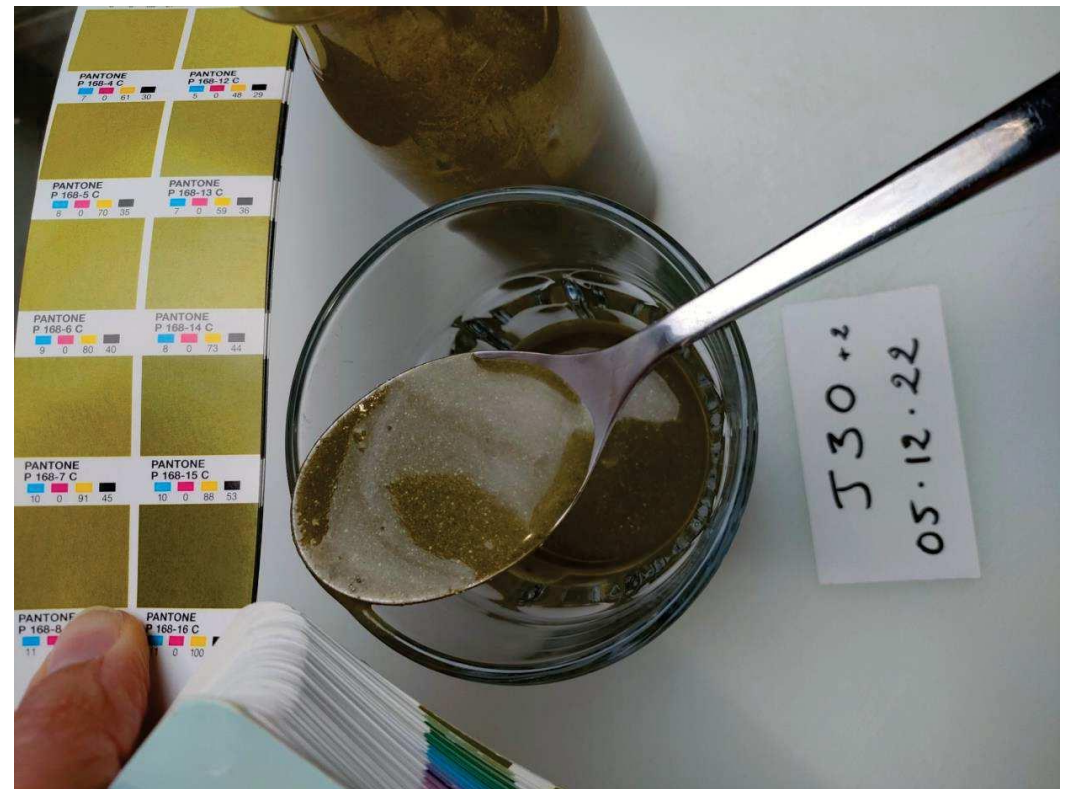


3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique



J 32



SNOTRA 2
Rapport Technique



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique



J 41

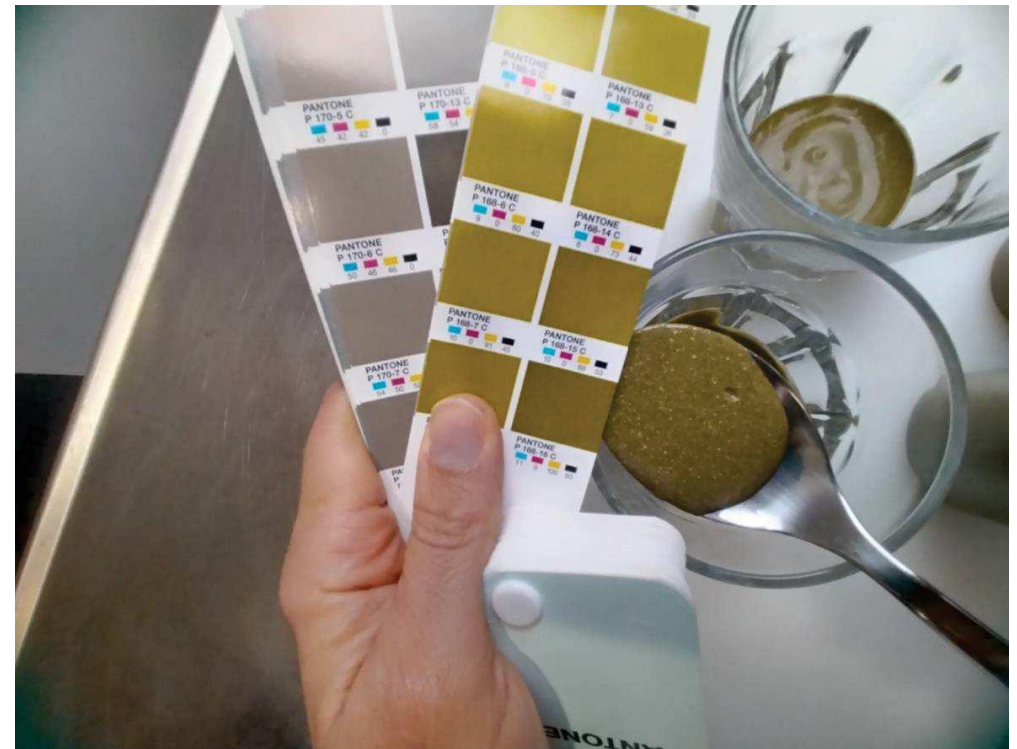


3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Analyse Durée de vie – Suivi Vieillessement organoleptique



J 57



L'évolution organoleptique est conforme et confirme donc la durée de vie du produit à 55 jours



3.1 PRODUITS FINIS - Smoothie

Bilan Allégations Santé

Micronutriments	Allégations de santé
<ul style="list-style-type: none"> Magnésium 	<ul style="list-style-type: none"> Contribue à réduire la fatigue. Contribue à l'équilibre électrolytique. Contribue à un métabolisme énergétique normal. Contribue au fonctionnement normal du système nerveux. Contribue à une fonction musculaire normale. Contribue à une synthèse protéique normale. Contribue à des fonctions psychologiques normales. Contribue au maintien d'une ossature normale. Contribue au maintien d'une dentition normale. Joue un rôle dans le processus de division cellulaire.
<ul style="list-style-type: none"> Fer 	<ul style="list-style-type: none"> Contribue à une fonction cognitive normale. Contribue à un métabolisme énergétique normal. Contribue à la formation normale de globules rouges et d'hémoglobine. Contribue au transport normal de l'oxygène dans l'organisme. Contribue au fonctionnement normal du système immunitaire. Contribue à réduire la fatigue. Joue un rôle dans le processus de division cellulaire.
<ul style="list-style-type: none"> Vitamine B12 	<ul style="list-style-type: none"> Contribue à un métabolisme énergétique normal. Contribue au fonctionnement normal du système nerveux. Contribue au métabolisme normal de l'homocystéine. Contribue à des fonctions psychologiques normales. Contribue à la formation normale de globules rouges. Contribue au fonctionnement normal du système immunitaire. Contribue à réduire la fatigue. Joue un rôle dans le processus de division cellulaire.
<ul style="list-style-type: none"> Sodium 	<ul style="list-style-type: none"> La réduction de la consommation de sodium contribue au maintien d'une pression sanguine normale.



3.1 PRODUITS FINIS - Smoothie

Bilan Allégations Nutritionnelles

Allégations nutritionnelles	Biscuit sucré	Biscuit salé	Smoothie
• Magnésium	✓ « Riche en »	✓ « Riche en »	✓ « Riche en »
• Fer	✓ « Source de »	✓ « Source de »	✓ « Source de »
• Vitamine B12	✓ « Riche en »	✓ « Riche en »	✓ « Riche en »
• Fibres	✓ « Source de »	✓ « Source de »	
• Sodium	✓ « Pauvre en »		✓ « Très pauvre en »
• Sucre			✓ « Sans sucres ajoutés »

- « Source de » = 15% des apports journaliers recommandés (AJR) → Permet d'apposer des allégations santé.
- « Riche en » est le double de « source de » : Peut être remplacé par « Représente 30 % des AJR en ... ».



3.1 PRODUITS FINIS – Smoothie

Bilan

BILAN

- >> Recettes plébiscitée, version jus de pomme & purée de fruits
- >> Analyses produits finis attestant l'allégation Riche en Magnésium
- >> Approche de durée de vie confirmée à 55 jours
- >> Echanges à suivre pour identifier industriels potentiels



SNOTRA 2
Rapport Technique



3.2 REALISATION PILOTE

Problème Allergènes

>> Biscuiterie de l'Abbaye avait mentionné un intérêt / une curiosité vis-à-vis des biscuits fabriqués à base d'*Ulva*.

L'entreprise était ouverte à la réalisation à condition de pouvoir attester que la matière première était exempt d'allergènes Poisson, Mollusques & crustacés

Après plusieurs manipulations, une analyse d'une de nos échantillons de poudre a mis en avant la présence d'ADN de ces 3 allergènes d'où l'impossibilité de réaliser ces biscuits chez cet industriel

Résultats d'analyses

Allergènes	Résultat	Unité	LQ	Limite	Fin d'analyse
Protéine de crustacés (Tropomyosine)	140	mg/kg	20		17/03/2023
ADN de mollusques	déecté	-			23/03/2023
ADN de poisson	déecté	-			23/03/2023

Détail des paramètres analysés et des méthodes utilisées en page(s) suivante(s)



3.2 REALISATION PILOTE

Problème Allergènes

>> Choix (à partager) de réaliser ce test sur le smoothie, le pilote ne nécessitant pas de moyens spécifiques, hors mis le traitement HPP qui était intégré au montage du projet

Le test consommateur permettra alors d'évaluer l'attractivité du smoothie vis-à-vis d'une population ciblée



4- TESTS CONSOMMATEURS <

- SMOOTHIE



4. TEST CONSOMMATEURS

Production Bouteilles Smoothie



>> L'ensemble des bouteilles ont été réalisées dans les ateliers d'Actalia à St Lô

150 Bouteilles conditionnées :

- Purées de fruits décongelées
- Jus de pomme normand
- Lait de coco en poche aseptique
- *Ulva. sp* micronisée à 120 microns (mélange côte est & côte ouest)

Ensuite sous 24H les bouteilles ont été traitées par Hautes Pressions afin de garantir une durée de conservation de 55 jours

Les produits ont enfin été présentés pour le test consommateurs réalisé à Caen.

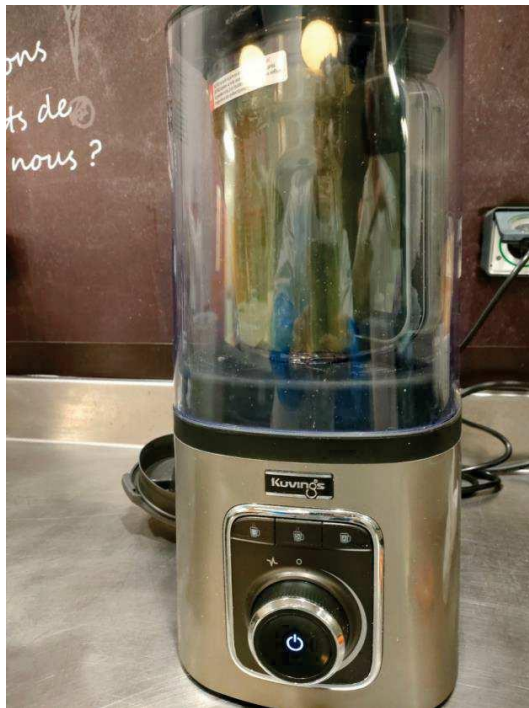


SNOTRA 2
Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS

Production Bouteilles Smoothie - Descriptif étapes de fabrication



Mélange des différents
ingrédients



Préparation prête à être
dosée



Dosage manuel en
bouteille PET



4. TEST CONSOMMATEURS

Production Bouteilles Smoothie



Produit après dosage



Dépose et visage de
bouchon adapté HPP



Visuel produit fini avant HPP



4. TEST CONSOMMATEURS

Rapport d'essais du prestataire Hautes Pressions

Réception 14/06/2023 Star Service Healthcare

Mise en chambre froide, Traitement HPP et remise en chambre froide

Reprise prévue le 15/06/23

Produits :

116 Bouteilles, pas de référence

Méthode appliquée : 120 secondes 6000bars

Enregistrement machine

N° de lot interne	Lot N°	Date de début	Heure de début	Heure de fin	Recette	Temp. du réservoir (°C/°F)		Temp. de navie (°C/°F)		Pression bar / psi		Indisponibilité	Réussite	Code d'erreur	Opérateur
						Min	Max	Min	Max	Min	Max				
ACTALIA s	1	2023-06-14	18:37:14	18:42:13	6000 120	3.1	3.3	20.6	21.8	6028	6064	120	1		ope

(Réussie = 1 = auto validation du cycle de traitement par la machine = c'est-à-dire confirmation du maintien du temps programmé, donc ici 120s, au-dessus de la limite inférieure de pression qui est la pression cible -0,05%)

Avant traitement



après traitement, sortie machine



SNOTRA 2
Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS

Analyse microbiologique du produit traité Hautes Pressions

RAPPORT D'ESSAI MICROBIOLOGIQUE N° : 202306200005

RESULTATS : (Produit : SMOOTHIE VERT)

Spécifications client						
Accréditation	Analyse et méthode		Unité	Résultat	Spécification	C* NC*
1-1026	Dénombrement des levures à 25°C	NF V08-059	UFC/g	<10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement des moisissures à 25°C	NF V08-059	UFC/g	<10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement d' Escherichia coli à 44°C	NF ISO 16649-2	UFC/g	<10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement des microorganismes à 30°C	XP V08-034	UFC/g	Ne* : 100		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Dénombrement de la flore lactique à 30°C	NF ISO 15214	UFC/g	<200		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement de Bacillus cereus présumptifs à 30°C	NF EN ISO 7932	UFC/g	<100		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Dénombrement des germes aérobies sporulés à 30°C	méthode interne selon NF EN ISO 4833	UFC/g	Ne* : 10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



4. TEST CONSOMMATEURS

Visuel Produit présenté sous forme de board



4. TEST CONSOMMATEURS

Contexte du Test Consommateurs



Contexte :

Etude de la valorisation des algues récoltées auprès d'ostréiculteurs sur des poches à huitres.

2 filières envisagées pour la valorisation :

- Filière agricole (bio-stimulant)
- Filière alimentation humaine : biscuit sucré, biscuit feuilleté salé, smoothie (contenant également des purées de Banane, Goyave et Passion, ainsi que du jus de pomme & lait de coco). Ce dernier a été choisi pour réaliser une étude consommateurs alliant du quantitatif et du qualitatif

Objectifs :

Etude Quantitative :

- Evaluer l'attractivité du concept et comprendre la perception des consommateurs vis-à-vis du concept
- Evaluer les messages mentionnés sur la bouteille
- Evaluer la qualité organoleptique du produit
- Identifier le prix projeté et l'emballage approprié
- Identifier les usages et les canaux de distribution du produit



SNOTRA 2
Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS



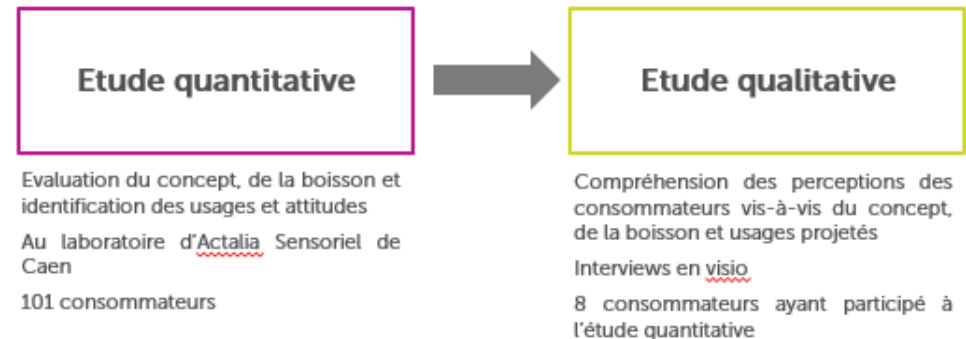
Contexte du Test Consommateurs

Etude Quantitative :

- Evaluer l'importance des infos présentées sur l'emballage de la bouteille (board) : la richesse en magnésium et son effet « boost anti-fatigue », algues provenant de Normandie, algues issues d'une filière non valorisée jusqu'ici (pas de surexploitation), nutriscore, liste d'ingrédients, infos nutritionnelles....
- Déterminer l'appréciation organoleptique du produit : ses forces et ses faiblesses sensoriellement parlant (appréciation globale, aspect, odeur, goût, texture, appréciation globale une fois la bouteille terminée pour voir si la boisson est perçue comme écoeurante ou pas...) => recommandations sur ce qui pourrait être amélioré en organoleptique
- Evaluer les usages envisagés du smoothie : circuit(s) de distribution, moments de consommation, à qui il s'adresse, les lieux de consommation, prix psychologique

Etude Qualitative

- Creuser les pourquoi (notamment les éléments de freins / rejets) des éléments de l'étude quantitative : concept, usage...



4. TEST CONSOMMATEURS

Contexte du Test Consommateurs

Cible consommateurs :

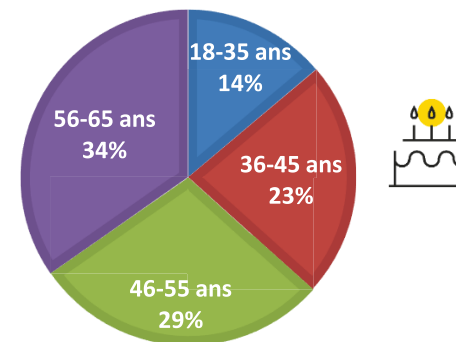
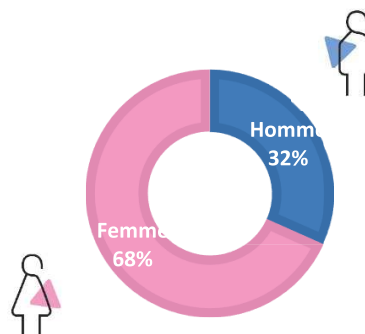
Etude Quantitative :

100 consommateurs issus de la Base Panel d'ACTALIA Sensoriel de Caen définis comme suit :

- 32% hommes / 68% femmes
- 18 à 65 ans
- CSP moyen + et CSP+
- Qui font attention à leur santé, à leur bien-être et donc à ce qu'ils mangent, sensibles au développement durable notamment dans la filière alimentaire
- Non réfractaires a priori aux produits à base d'algues

Etude Qualitative :

2 groupes de consommateurs issus du quanti, un groupe qui a aimé (ou plutôt aimé) le produit / un groupe qui n'a pas aimé (ou moins aimé) le produit.



4. TEST CONSOMMATEURS

Contexte du Test Consommateurs



Méthodologie proposée : exploiter la complémentarité entre le quantitatif et le qualitatif afin de définir une réponse complète (combien, comment et pourquoi) au niveau du concept

Etude Quantitative :

- Test en salle sur Caen auprès de 100 consommateurs (30 minutes de séance environ)
- Présentation du concept (board élaboré par l'Inno : Elodie / Louise) + questions sur le concept et sur les infos présentées sur le board (en grande partie questions fermées)
- Evaluation organoleptique du smoothie : on distribue une bouteille de 250 ml, on laisse le choix de boire à la bouteille ou dans un verre (comme ils ont l'habitude) et on récolte l'info de comment ils ont bu la boisson. Evaluation complète après avoir bu quelques gorgées, puis tout à la fin on demande de finir la bouteille et une nouvelle appréciation globale (voir si le produit est saturant, écoeurant) + Usages envisagés pour la boisson

Etude Qualitative :

- Echange et Interrogations de 2 groupes de consommateurs en visioconférence :
 - un 1er groupe qui a bien apprécié le produit
 - un 2nd groupe qui n'a pas apprécié (ou moins apprécié) le produit.



4. TEST CONSOMMATEURS

Contexte du Test Consommateurs



Méthodologie proposée : exploiter la complémentarité entre le quantitatif et le qualitatif afin de définir une réponse complète (combien, comment et pourquoi) au niveau du concept

L'étude quantitative s'est déroulée en 3 parties :

Partie 1 : évaluation de la perception du concept de la boisson

- Il a été distribué un board papier à chaque consommateur représentant la bouteille (pleine) face avant et face arrière. Les étiquettes face avant et face arrière étaient également présentes en plus grand pour plus de lisibilité.
- Les consommateurs devaient observer le board et répondre à des questions concernant ce concept de boisson :
 - Attractivité pour le concept, goût et texture imaginés pour la boisson
 - Attractivité pour des éléments précis présentés sur les étiquettes
 - Importance pour des éléments précis présentés sur les étiquettes



4. TEST CONSOMMATEURS

Contexte du Test Consommateurs

Partie 2 : dégustation et évaluation de la boisson présentée sur le concept

- Il a été distribué une bouteille de 25cl de boisson (non ouverte) à chaque consommateur. La bouteille a été remuée plusieurs fois juste avant le service pour homogénéiser la boisson.
- Les consommateurs ont eu le choix de déguster la boisson directement à la bouteille, ou dans un verre en verre, ou les deux.
- Température de service : 7,0°C à 7,5°C
- Ils ont évalué la boisson sur les critères suivants :
 - Appréciation globale, adéquation aux attentes suite au concept sur le board, commentaires libres sur ce qui a plu et déplu
 - Aspect : appréciation + critères sensoriels en questions JAR
 - Odeur : appréciation + critères sensoriels en questions JAR
 - Goût: appréciation + critères sensoriels en questions JAR
 - Texture en bouche : appréciation + critères sensoriels en questions JAR
 - Adéquation au concept + justification de la réponse en commentaires libres
 - Adéquation par rapport à des types de boisson existants
 - Appréciation après avoir bu la totalité de la bouteille (pour ceux qui auront bu la totalité)



4. TEST CONSOMMATEURS

Contexte du Test Consommateurs



Partie 3 : usages et attitudes

- Pour finir les consommateurs ont répondu à quelques questions sur les usages projetés pour la boisson dégustée :
 - Intention de reconsommation ultérieure et à quelle fréquence
 - Qui consommerait la boisson
 - A qui elle est destinée (quelles cibles consommateurs)
 - A quels moments de la journée la boisson serait consommée
 - A quelles occasions la boisson serait consommée
 - Dans quels circuits de distribution ils penseraient trouver la boisson
 - A quel prix maximal ils achèteraient une bouteille de 25cl de cette boisson
 - Comment ils ont consommé la boisson pour cette étude



SNOTRA 2 Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS

Conclusions du test consommateurs



Un concept qui attire 90% des consommateurs pour différentes raisons :

1. le bénéfice santé : la valeur ajoutée majeure

- La richesse en fer et magnésium semble être une valeur ajoutée importante du produit (97% d'attractivité), le bénéfice sur la fatigue est jugé comme une information importante (98%)
- La mention « boisson vitalité » attire également (93%) mais peut véhiculer l'image d'une boisson énergisante, « boosteur d'énergie »
- « Boisson 100% végétale » est une source d'attractivité (91%) mais sa mention peut également véhiculer des projections sensorielles en décalage avec la réalité (des laits végétaux ou une boisson liquide)

2. les ingrédients : source d'attractivité et/ou de ré-assurance selon les consommateurs

- La présence d'algues suscite de la curiosité mais parfois aussi un peu d'appréhension.
- Les fruits mixés attirent 95% des consommateurs : cela rassure en projetant vers une boisson familière et permet de projeter vers l'univers du smoothie. Néanmoins, le choix des fruits mentionnés en face avant peut mener à des incompréhensions en comparant avec les quantités ou encore avec les véritables perceptions.
- Le lait de coco est d'attractivité moindre (75%) car jugé par certaines personnes comme moins adéquat avec le concept de smoothie sucré et faiblement perçu en terme de goût.
- A la lecture de ces informations, les consommateurs imaginent un produit dans lequel ils percevraient principalement les goûts des différents fruits (39%) et un goût légèrement sucré (27%). Ils imaginent une texture épaisse (58%), onctueuse et crémeuse (16%). Mais 15% imaginent au contraire une texture fluide / liquide.

3. l'origine des algues : un « nice-to-have »

- L'origine normande est une information jugée importante (96%), elle rassure, mais ne semble pas toujours remarquée
- Les autres informations plaisent sans être jugées comme importantes : elle renforcent l'attractivité du concept générale sans être la valeur ajoutée la plus importante.



SNOTRA 2
Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS

Conclusions du test consommateurs



Un produit globalement apprécié d'un point de vue gustatif (7,5/10) :

L'aspect, de moindre performance (6,6/10)

- La couleur verte peut interpeller dans l'univers du smoothie mais semble acceptée par la présence des algues
- L'intensité du vert n'est pas toujours appréciée : elle est jugée trop foncée pour 47% des consommateurs, elle peut renvoyer à l'univers du légume. Cependant, cette couleur jugée trop foncée pénalise peu l'appréciation globale du produit.

L'odeur appréciée (7/10)

- Si elle convient à 68% des consommateurs, 30% la jugent trop intense, probablement lié à l'algue. Mais cette odeur trop intense pour certains pénalise faiblement l'appréciation globale du produit.

Le goût apprécié (7,5/10)

- Les intensités de goût d'algue et de fruits conviennent à la majorité des consommateurs. La différence entre les projections diverses et la réalité perçue semble confusante pour beaucoup.
- Le goût de lait de coco est jugé comme pas assez intense pour 62% des consommateurs, probablement lié aux attentes générées par sa mention en face avant de l'emballage.
- L'intensité du goût peut être perçue par certaines personnes comme écoeurante, ne projetant pas toujours vers une consommation en une fois

La texture en bouche appréciée (7,2/10)

- L'épaisseur de la boisson est jugée comme adéquate pour 73% des consommateurs, mais trop épaisse pour 26%. Cependant, cette texture trop épaisse pour certains consommateurs pénalise peu l'appréciation globale du produit.
- La granulosité est perçue par certains consommateurs et assez peu appréciée.



SNOTRA 2
Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS

Conclusions du test consommateurs



Les projections vs. les perceptions réellement ressenties : quelques différences

- Le produit correspond globalement aux attentes générées par le concept (86% des consommateurs) et il correspond au concept en lui-même (95%) : un goût conforme aux ingrédients annoncés, bien fruité
- Certaines différences entre les projections et les perceptions peuvent être observées et mener à différents comportements :
 - Les « Agréablement surpris », plutôt sceptiques à la présentation du concept mais séduits par le goût apporté par les fruits qui plait et rassure (association avec un produit plus familier que projeté)
 - Les « Déçus », dont les attentes portent soit sur un goût d'algue prédominant, soit sur un goût de fruits prédominant, qu'ils ne retrouvent pas lors de la dégustation.
- Après dégustation, le produit est clairement associé à un smoothie (97%) pour sa texture consistante et la présence de fruits mixés



SNOTRA 2
Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS

Conclusions du test consommateurs



Intention de reconsommation et fréquence

77% des consommateurs reconsommeraient le produit. La moitié d'entre eux la consommeraient de manière hebdomadaire, 29% de manière mensuelle.

Cible consommateurs : les adultes (99%), qui se soucient de leur santé et de leur bien-être (83%).

Moments et occasions de consommation : un en-cas plutôt en journée

- Les consommateurs imaginent consommer la boisson plutôt dans la matinée (62%) ou le petit-déjeuner (54%), notamment mais également dans une moindre mesure dans l'après midi (42%) ou le goûter (43%).
- L'aspect « Vitalité » guide plutôt vers une consommation le matin ou entre les repas l'après-midi ; la texture épaisse du smoothie peut être un frein pour une consommation dès le petit déjeuner.
- Ils consommeraient la boisson plutôt au quotidien, principalement au domicile (71%) mais également hors domicile (47%), de façon nomade.

Circuits de distribution : différents circuits

- Les circuits spécialisés sur le sain / local / bio (magasins bios pour 74% des consommateurs ; magasins de diététiques à 60%)
- En Grande Surface (72%), potentiellement dans différents rayons : à côté des smoothies au rayon frais, au rayon snacking ou dans les rayons bios et diététiques
- Des circuits de consommation nomade (boulangeries...)

Prix maximal pour une bouteille de 25cl : entre 2€ et 2,49€ (61% des consommateurs)

La bouteille de 25cl : le bon format, la transparence et adaptée à un usage nomade ou sur plusieurs jours



SNOTRA 2
Rapport Technique



4. TEST CONSOMMATEURS

Conclusions du test consommateurs



La boisson étant bien voire très appréciée, il n'y a pas globalement d'amélioration urgente « recette » à apporter, mais plutôt des modifications sur les étiquettes du produit pour qu'il soit encore plus en adéquation avec la recette et que les attentes projetées correspondent bien au produit.

Éléments du marketing mix	Recommandations
Recette	<ul style="list-style-type: none">• Eclaircir l'intensité du vert si possible (vers une couleur plus « kiwi » et moins « légume / herbe »)• Fluidifier la texture pour éviter les quantités résiduelles dans la bouteille, tout en gardant une épaisseur caractéristique du smoothie• Eviter le granuleux
Emballage	<ul style="list-style-type: none">• Garder la bouteille en plastique transparente, refermable et son format de 25 cl• Utiliser un plastique recyclable à minima, voire recyclé (en préservant la transparence)
Informations sur l'emballage	<p>FACE AVANT</p> <ul style="list-style-type: none">• Maintenir la mise en avant de « source de Fe / source de Mg », le terme « Vitalité » peut être maintenu s'il n'y a pas d'autres alternatives• Eviter le terme « boisson » (qui projette vers une texture fluide)• Renforcer davantage la projection vers un smoothie : par le nom du produit ? Par sa mention directe ?• Modifier la mention des ingrédients :<ul style="list-style-type: none">• Supprimer « lait de coco » pour ne pas générer des attentes (non comblées)• Indiquer les fruits d'abord et l'algue ensuite pour ne pas décevoir les consommateurs qui attendent une forte quantité d'algues et rassurer ceux qui seraient effrayés par le goût d'algues• Adapter la liste des fruits en fonction des goûts réellement perçus• Evoquer la notion de « fruits mixés » pour ne pas orienter vers des goûts distincts de chacun des fruits• Modifier le nom de la boisson : éviter un terme anglais en dissonance avec le local, donner un titre évoquant le smoothie et le plaisir• Indiquer « Algue normande » ?



4. TEST CONSOMMATEURS

Conclusions du test consommateurs



Éléments du marketing mix	Recommandations
Informations sur la bouteille (suite)	FACE ARRIERE <ul style="list-style-type: none">• Maintien des informations sur l'origine• Algues vertes : éviter « vertes » qui peut effrayer des consommateurs (association avec la pollution qui génère des algues vertes).
Cible	Adultes, sensibles à la santé et le bien être
Circuits de distribution	<ul style="list-style-type: none">• Grande surface : au rayon smoothie & jus frais, au rayon snacking frais ou si frigos disponibles : rayon de produits locaux (en Normandie) ou produits diététiques• Circuits spécialisés en produits locaux, sains et/ou diététiques• Circuits de produits nomades (boulangeries,...)
Prix	Entre 2€ et 2,49€



5- OPTIMISATION SMOOTHIE <



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®



=> Nécessité de revoir la formulation car notre besoin était rétrogradé en E



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

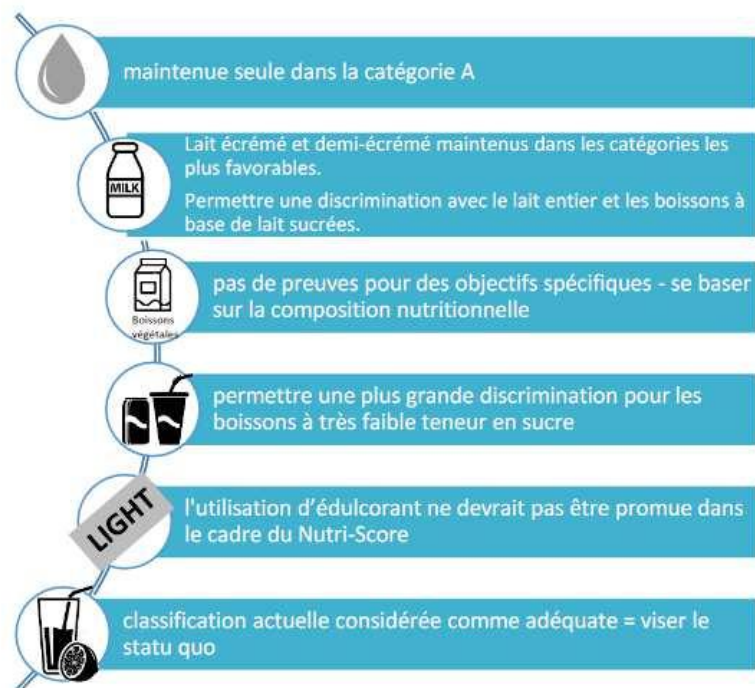
Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Objectifs

ALGORITHME ALIMENTS



ALGORITHME BOISSONS



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Résultats

2- ALGORITHME BOISSONS

Classification de l'eau

- **Recommandation alimentaire** : eau = seule boisson recommandée à volonté
- **Algorithme actuel** du Nutri-Score : **classification en A**
- Classification conservée car cohérente avec les recommandations



maintenue seule dans la catégorie A



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Résultats

2- ALGORITHME BOISSONS

Classification des boissons végétales

- Pas de recommandation alimentaire spécifiques
- Peu de littérature scientifique sur le sujet
- Classification basée sur leur composition nutritionnelle



pas de preuves pour des objectifs spécifiques - se base sur la composition nutritionnelle



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

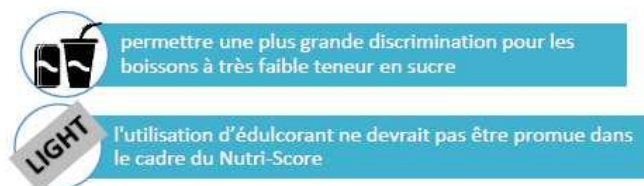
Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Résultats

2- ALGORITHME BOISSONS

Classification des boissons sucrées

- **Recommandation alimentaire** : limiter la consommation et dans tous les cas, pas plus d'un verre par jour
- **Algorithme actuel** du Nutri-Score : **classification entre B et E**
- **Modification** de la composante sucres pour mieux discriminer les produits en fonction de leur teneur en sucres
- **Ajout d'une composante** pour la présence d'édulcorants afin de ne pas promouvoir leur utilisation en remplacement du sucres, mais promouvoir des reformulations visant des diminutions sans remplacement.



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Résultats

2- ALGORITHME BOISSONS

Classification des jus de fruit

- **Recommandation alimentaire** : limiter la consommation et dans tous les cas, pas plus d'un verre par jour
- **Algorithme actuel du Nutri-Score** : classification entre B et E
- Classification permet de discriminer les produits selon les teneurs en sucres : statut quo sur ce groupe



classification actuelle considérée comme adéquate = viser le statu quo



Sucres:
9,1g/100ml



Sucres:
16g/100ml

5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Modifications

ALGORITHME ALIMENTS

ALGORITHME BOISSONS

Catégories de produits

- Modalités de calcul spécifiques pour:
 - Matières grasses, fruits à coques et graines
 - Viande
- Inclusion des laits, boissons lactées et boissons végétales

Mise à jour des composantes

- Toutes sauf énergie et acides gras saturés
- Points de référence aligné avec INCO ou allégations
- Décimales alignées avec INCO
- Energie, sucres, protéines et « fruits, légumes et légumes secs »
- Acides gras saturés, sel et fibres similaires à l'algorithme principal
- Ajout d'une composante défavorable pour l'utilisation d'édulcorants

Modalités de calcul simplifiées

- Suppression du seuil de prise en compte des protéines pour les produits avec >5 points F&L (obsolète)
- Suppression du seuil de prise en compte des protéines

Seuils d'attribution du logo

- + Un point entre A/B
- + Un point entre A/B
- + Un point entre B/C



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Modifications

ALGORITHME ALIMENTS

ALGORITHME BOISSONS

Catégories de produits

- Modalités de calcul spécifiques pour:
 - Matières grasses, fruits à coques et graines
 - Viande
- Inclusion des laits, boissons lactées et boissons végétales

Mise à jour des composantes

- Toutes sauf énergie et acides gras saturés
- Points de référence aligné avec INCO ou allégations
- Décimales alignées avec INCO
- Energie, sucres, protéines et « fruits, légumes et légumes secs »
- Acides gras saturés, sel et fibres similaires à l'algorithme principal
- Ajout d'une composante défavorable pour l'utilisation d'édulcorants

Modalités de calcul simplifiées

- Suppression du seuil de prise en compte des protéines pour les produits avec >5 points F&L (obsolète)
- Suppression du seuil de prise en compte des protéines

Seuils d'attribution du logo

- + Un point entre A/B
- + Un point entre A/B
- + Un point entre B/C



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®



Les modifications de l'algorithme des boissons concernent les boissons **suivantes si elles comprennent une déclaration nutritionnelle** à l'exception des eaux embouteillées qui n'ont pas à apposer une déclaration nutritionnelle obligatoire pour afficher le Nutri-Score A – vert foncé :

- Les eaux minérales, eaux de tables et eaux de source (score A – vert foncé) ;
- Les eaux aromatisées (avec et sans sucres ajoutés). Cette catégorie n'entre pas dans la catégorie des eaux minérales et de source, et ne peut pas être classée Nutri-Score A ;
- Les jus de fruits, nectars et smoothies ;
- Les jus de légumes ;
- Les boissons avec sucre et/ou édulcorants ajoutés ;
- Les thés, infusions ou cafés reconstitués exclusivement avec de l'eau

Dans la version originale du Nutri-Score, le lait, les yaourts à boire, les boissons lactées aromatisées ou chocolatées contenant plus de 80 % de lait, les soupes et gaspachos, les boissons végétales ne sont pas considérées comme des boissons pour le calcul du Nutri-Score.

Dans la version mise à jour du Nutri-Score, le lait, les yaourts à boire, les boissons lactées aromatisées ou chocolatées quelle que soit leur teneur en lait, les boissons végétales sont considérées comme des boissons pour le calcul du Nutri-Score. Les soupes et les gaspachos, en revanche, sont toujours considérées dans le cas général des produits solides.



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Composante négative

Composante N									
POINTS - en 2023	Densité énergétique (kJ/100 g ou 100 mL) - initial	Densité énergétique (kJ/100 mL) - en 2022	Sucres (g/100 g ou 100 mL) - initial	Sucres (g/100mL) - en 2023	Acides gras saturés (g/100 mL) - inchangé	Sodium (mg/100 g ou 100 mL) - initial	Sodium en sel (g/100 g ou 100 mL) - initial	Sel (g/100 mL) - en 2023	Edulcorants non nutritifs
0	≤ 0	≤ 30	≤ 0	≤ 0,5	≤ 1	≤ 90	≤ 0,225	≤ 0,2	
1	≤ 30	≤ 90	≤ 1,5	≤ 2	> 1	> 90	> 0,225	> 0,2	
2	≤ 60	≤ 150	≤ 3	≤ 3,5	> 2	> 180	> 0,45	> 0,4	
3	≤ 90	≤ 210	≤ 4,5	≤ 5	> 3	> 270	> 0,675	> 0,6	
4	≤ 120	≤ 240	≤ 6	≤ 6	> 4	> 360	> 0,9	> 0,8	Présence
5	≤ 150	≤ 270	≤ 7,5	≤ 7	> 5	> 450	> 1,125	> 1,0	
6	≤ 180	≤ 300	≤ 9	≤ 8	> 6	> 540	> 1,35	> 1,2	
7	≤ 210	≤ 330	≤ 10,5	≤ 9	> 7	> 630	> 1,575	> 1,4	
8	≤ 240	≤ 360	≤ 12	≤ 10	> 8	> 720	> 1,8	> 1,6	
9	≤ 270	≤ 390	≤ 13,5	≤ 11	> 9	> 810	> 2,025	> 1,8	
10	> 270	> 390	> 13,5	> 11	> 10	> 900	> 2,25	> 2,0	
11								> 2,2	
12								> 2,4	
13								> 2,6	
14								> 2,8	
15								> 3,0	
16								> 3,2	
17								> 3,4	
18								> 3,6	
19								> 3,8	
20								> 4,0	



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®

Composante négative

Composante N	
POINTS - en 2023	Edulcorants non nutritifs
0	
1	
2	
3	
4	Présence
5	
6	
7	
8	
9	
10	

ANNEXE 3: Liste des édulcorants non-nutritifs pris en compte pour le calcul du Nutri-Score⁹ :

E-number	Nom
E 950	Acesulfame K
E 951	Aspartame
E 952	Cyclamates
E 954	Saccharins
E 955	Sucralose
E 957	Thaumatococcus
E 959	Neohesperidine DC
E 960a	Steviol glycosides from Stevia
E 961	Neotame
E 962	Salt of aspartame-acesulfame
E 969	Advantame



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®



Composante positive

Composante P						
POINTS en 2023	Fruits, légumes, légumineuses, <u>fruits à coques, huiles de colza, de noix et d'olive (%) - initial</u>	Fruits, légumes, légumineuses (%) - en 2023	Fibres (g/100 g ou 100 mL) - initial	Fibres (g/100 mL) - en 2023	Protéines (g/100 g ou 100 mL) - initial	Protéines (g/100 mL) - en 2023
0	≤ 40	≤ 40	≤ 0,9	≤ 3,0	≤ 1,6	≤ 1,2
1	-	-	> 0,9	> 3,0	> 1,6	> 1,2
2	> 40	> 40	> 1,9	> 4,1	> 3,2	> 1,5
3	-	-	> 2,8	> 5,2	> 4,8	> 1,8
4	> 60	> 60	> 3,7	> 6,3	> 6,4	> 2,1
5	-	-	> 4,7	> 7,4	> 8,0	> 2,4
6	-	> 80				> 2,7
7	-					> 3,0
8	-					
9	-					
10	> 80					



SNOTRA 2
Rapport Technique



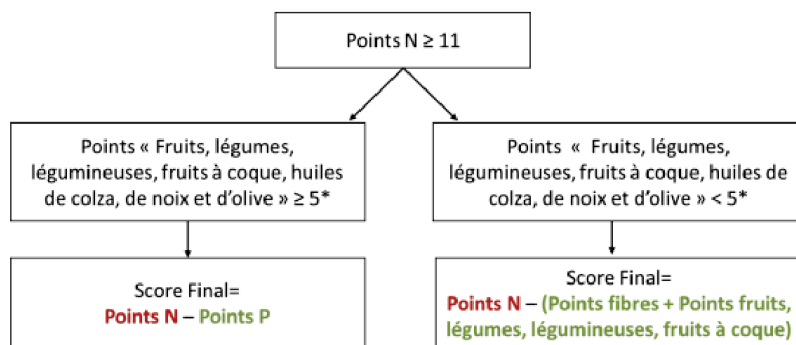
5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®



Calcul du score nutritionnel

En 2017



En 2023

Score nutritionnel = total points N - total points P



Mise en application du
nouvel algorithme
Début 2024

Délai de 2 ans pour les
opérateurs pour se mettre
en conformité

Si le total de la composante N est inférieur à 11 points ou si le produit est du fromage, alors le score nutritionnel est égal au total des points de la composante N auquel est retranché le total de la composante P.

Score nutritionnel = total points N – total points P



SNOTRA 2
Rapport Technique



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de l'algorithme du NUTRI-SCORE ®



Nécessité de faire évoluer le recette du smoothie afin d'intégrer les nouvelles spécifications du Nutri-Score ®

L'objectif étant de se caler au plus près des caractéristiques de la recette d'origine afin de pouvoir capitaliser sur les résultats du test consommateurs.

Les modifications réalisées ont portées sur :

- Diminution du sucre apporté par les purées de fruit et le jus de pomme
- Baisse des acides gras saturés apportés par lait de coco
- Apport de protéine afin de gagner des points positifs : la protéine d'avoine a été retenue par rapport à sa neutralité gustative + son apport de texture (afin de compenser la diminution du lait de coco)
- Ajout de jus de citron afin de conserver le pH cible, qui est garant de notre durée de conservation



SNOTRA 2
Rapport Technique



5. OPTIMISATION SMOOTHIE

Evolution de la recette

Recette validée NUTRI-SCORE® C



Recette	%
Eau	11,200
Purée banane / BOIRON	8,850
Purée passion / BOIRON	9,850
Purée goyave / BOIRON	9,850
Jus de citron 8°brix / BARDINET	2,050
Jus de pomme / VERGERS DUCY	41,100
Lait de coco 18% MG / KERAMIS	11,800
Ulva spp. (inf 120 microns)	3,400
Protéine d'avoine PrOatein / AZELIS	1,900
	100,00

VALEURS NUTRITIONNELLES		
Energie	316,73	kJ/100g
Lipides	2,45	g/100g
dont acides gras saturés	2,15	g/100g
Glucides	11,86	g/100g
dont sucres	7,73	g/100g
Protéines	2,19	g/100g
Fibres	1,81	g/100g
Sel	0,38	g/100g

Magnésium	58,69	mg/100g
Fer	3,21	mg/100g

Avec procédé de fabrication idem à la maquette produit



SNOTRA 2
Rapport Technique



6- COMPLEMENTS TESTS SALADES <



6. TEST COMPLEMENTAIRE SILEBAN

Mise en place Tests de Biostimulant



L'objectif de cette dernière étude était d'avoir quelques résultats microbiologiques de salades traitées par biostimulant vs témoin.

=> Évaluer que le biostimulant ne « contamine » pas le salade et qu'ensuite le biostimulant soit un problème sanitaire du produit fini.

Spécifications client						
Accréditation	Analyse et méthode		Unité	Résultat	Spécification	C* NC*
1-1026	Dénombrement de <i>Bacillus cereus</i> présumés à 30°C	NF EN ISO 7932	UFC/g	<100		□□
	Dénombrement des germes aérobies sporulés à 30°C	méthode interne selon NF EN ISO 4833	UFC/g	<10		□□
1-1026	Recherche des <i>Salmonella</i> spp	BKR 23/07-10/11	/25g	Non détecté	Non détecté	□□
1-1026	Dénombrement des <i>Staphylocoques</i> à coagulase positive à 37°C	BKR 23/10-12/15	UFC/g	<10		□□
1-1026	Dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> à 44°C	NF ISO 16649-2	UFC/g	<10		□□
	Dénombrement des microorganismes à 25°C	Méthode interne	UFC/g	450		□□
1-1026	Dénombrement des microorganismes à 30°C	XP V08-034	UFC/g	1000		□□
1-1026	Dénombrement des microorganismes à 8°C	NF EN ISO 4833-1	UFC/g	<10		□□

Résultat microbiologique de l'extrait SN2-ENT-EX1 réalisé par Algaïa et datant de plusieurs mois + stockage ambiant !



SNOTRA 2
Rapport Technique



6. TEST COMPLEMENTAIRE SILEBAN

Mise en place Tests de Biostimulant



Modalités d'essais (produits, doses et périodes d'application)

N°	Traitement	Dose	Timing d'applications
1	Témoin non traité	-	-
2	SN2-ENT-EX1	3,0 L/ha (0,5%), bouillie : 600 L/ha	<ul style="list-style-type: none">• T1 : Plantation• T2 : 10 jours après plantation• T3 : 20 jours après plantation

Les salades ont été plantées, récoltées puis fournies à Actalia le Mardi 27/06/23

Des analyses comparatives, à maturité, vont être réalisées afin de comparer une pratique Témoin et une application avec Biostimulants. L'objectif étant de voir, sur une première approche, si la pulvérisation de biostimulants n'apportent pas de micro-organismes « indésirables » en plus, notamment pour *Bacillus*.



SNOTRA 2
Rapport Technique



6. TEST COMPLEMENTAIRE SILEBAN

Mise en place Tests de Biostimulant



ACTALIA Contrôle et Qualité
Boulevard du 13 juin 1944
14310 VILLERS BOCAGE
Tél. : 02 31 25 43 00 E-mail : laboratoire@actalia.eu



RAPPORT D'ESSAI MICROBIOLOGIQUE N° : 202305160008

RESULTATS : (Produit : EXTRAIT ENTEROMORPHE POUR TEST BIOSTIMULATION)

Spécifications client						
Accréditation	Analyse et méthode		Unité	Résultat	Spécification	C* NC*
1-1026	Dénombrement de <i>Bacillus cereus</i> présumptifs à 30°C	NF EN ISO 7932	UFC/g	<100		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Dénombrement des germes aérobies sporulés à 30°C	méthode interne selon NF EN ISO 4833	UFC/g	<10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Recherche des <i>Salmonella</i> spp	BKR 23/07-10/11	/25g	Non détecté	Non détecté	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement des <i>Staphylocoques</i> à coagulase positive à 37°C	BKR 23/10-12/15	UFC/g	<10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> à 44°C	NF ISO 16649-2	UFC/g	<10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Dénombrement des microorganismes à 25°C	Méthode interne	UFC/g	450		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement des microorganismes à 30°C	XP V08-034	UFC/g	1000		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1-1026	Dénombrement des microorganismes à 8°C	NF EN ISO 4833-1	UFC/g	<10		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Résultat microbiologique
de l'extrait SN2-ENT-EX1

[analyses effectuées sur
un flacon non ouvert
mais avec une durée de
conservation d'un an à
température ambiante]



SNOTRA 2
Rapport Technique



6. TEST COMPLEMENTAIRE SILEBAN

Mise en place Tests de Biostimulant



Date Analyse microbio	Produit	D_Aero. Sporulés	D_B_cereus	D_ECOLI	D_FAM
29/06/2023	SALADE TEMOIN	<10	<10	<10	58000
29/06/2023	SALADE TEMOIN	550	<10	<10	860000
29/06/2023	SALADE TEMOIN	10	<10	<10	8400
29/06/2023	SALADE BIOSTIM	<10	<10	<10	3800
29/06/2023	SALADE BIOSTIM	<10	10	<10	16000
29/06/2023	SALADE BIOSTIM	40	<10	<10	64000

Les résultats obtenus permettent de voir que la pulvérisation de biostimulants, à base d'Entéromorphes, n'impliquent pas de contamination supplémentaire vis-à-vis d'une salade témoin.



SNOTRA 2
Rapport Technique



Véronique Lavatine
Responsable de projets R&D

v.lavatine@actalia.eu
tel : 02 33 06 71 71



310 rue Popielujko
50000 SAINT LO
tél 02 33 06 71 71

8 rue du docteur Regnault
35000 RENNES
tél 02 23 25 61 95

www.actalia-innovation.com

Un centre de conseil technique, labellisé ITAI (Institut Technique Agro Industriel) par le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, labellisé CRT (Centre de Ressources Technologiques) par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, au service des entreprises agroalimentaires pour la maîtrise de la qualité et l'accompagnement de l'innovation.



SNOTRA 2
Rapport Technique



ANNEXE 2.

ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DE DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE ALGUES

Une application aux sargasses et entéromorphes

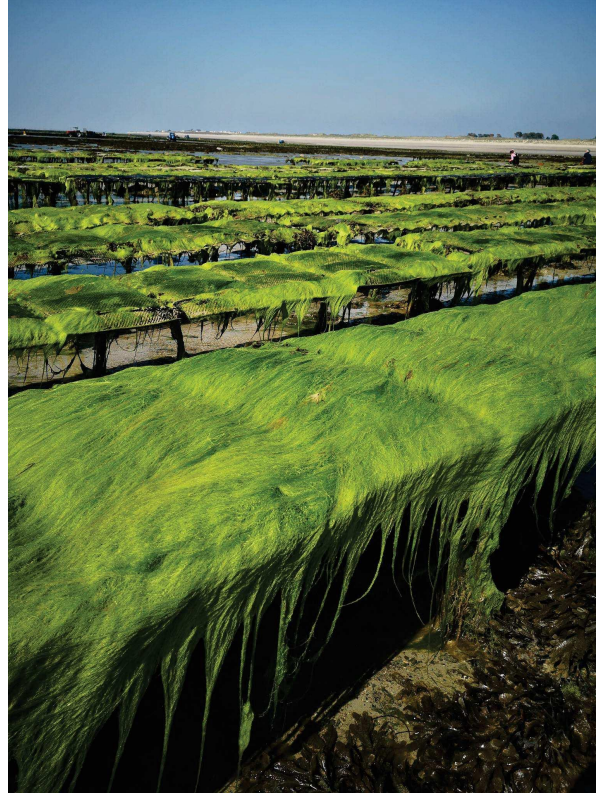
Agathe Behuet, Julie Breuil et Tom Letellier

UFR SEGGAT

Juillet 2023.

PROJET SNOTRA 2

ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DU DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE ALGUES : Une application aux sargasses et entéromorphes



Agathe Behuet, Julie Breuil, Tom Letellier (Master 1 ESEDD)

Tuteur : Bruno Drouot

Maitre de stage : Sébastien Pien



REMERCIEMENTS

Chers enseignants, encadrants et acteurs engagés,

Tout d'abord, nous tenons à remercier chaleureusement les enseignants du master ESEDD pour leur formation théorique. Vos connaissances approfondies, votre engagement et votre passion communicative ont été une source d'inspiration constante tout au long de ce parcours. Grâce à vous, nous avons acquis des connaissances essentielles qui nous serviront tout au long de nos carrières.

Un merci tout particulier à Bruno Drouot et Cécile Le Corroller, nos encadrants, pour leur encadrement et leurs conseils avisés durant ce stage. Votre expertise et votre disponibilité ont été essentielles pour mener à bien ce projet. Votre soutien et vos encouragements ont été une source de motivation constante, et nous sommes reconnaissant d'avoir eu la chance de bénéficier de vos précieux enseignements.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance envers le SMEL et plus particulièrement Sébastien Pien. Votre accompagnement tout au long de ce projet a été très bénéfique. Votre expertise dans le domaine des algues, votre soutien logistique et votre ouverture d'esprit ont été des atouts majeurs pour faire progresser notre initiative. Sans votre implication, il aurait été difficile de concrétiser notre vision.

Enfin, un grand merci à tous les acteurs directement ou indirectement investis dans ce projet. Votre contribution, qu'elle soit sous forme de temps, de connaissances ou de visions, a été d'une valeur précieuse. Votre enthousiasme et votre volonté de partager vos expériences ont été une source d'inspiration et ont contribué à élargir nos horizons.

En conclusion, nous sommes profondément reconnaissants envers chacun d'entre vous pour votre soutien, votre expertise et votre dévouement tout au long de ce projet sur la création d'une filière algues normande.

Table des matières

I. Introduction.....	4
1. Présentation de la structure d'accueil.....	4
2. Contexte.....	4
3. Objectif de l'étude.....	5
4. Secteurs géographiques.....	6
II. Recherche académique.....	9
1. Définition de la chaîne de valeur.....	9
A. La présentation de la chaîne de valeur.....	9
B. Construction de la chaîne de valeur.....	11
C. Limite du modèle.....	13
2. Le coût social.....	14
A. La notion de coût social.....	14
B. L'évaluation du coût social.....	14
C. Les limites de l'évaluation du coût social.....	15
III. Les parties prenantes du projet.....	16
1. Identification des parties prenantes.....	16
A. Les ostréiculteurs.....	16
C. Les sociétés de transformation.....	17
A. Les collectivités territoriales.....	17
B. Les biologistes.....	17
2. Résumé des entretiens réalisés.....	18
IV. Modèles économiques.....	21
1. Étude économique pour la récolte des sargasses.....	22
A. La récolte est mécanisée.....	22
B. La récolte est manuelle des sargasses.....	24
C. Le stockage.....	24
D. Le transport des algues jusqu'à la société de transformation (Algaia).....	25
E. La dépréciation du matériel.....	25
F. Rendement monétaire.....	27
2. Étude économique pour la récolte des sargasses.....	33
A. La récolte est manuelle.....	34
B. Le stockage.....	35
C. Le transport.....	35
D. La dépréciation du matériel.....	35
E. Rendement monétaire.....	36
V. Intégration du coût social à la création d'une filière algues en Normandie.....	39
1. Coûts évités par les communes.....	39
2. Impacts positifs et négatifs de la création d'une filière algues.....	41
3. Proposition de tableaux de bord.....	46
Conclusion.....	49
BIBLIOGRAPHIE.....	50

I. Introduction

1. Présentation de la structure d'accueil

Le commanditaire à l'origine de cette étude est le SMEL (Synergie Mer et Littoral), qui est un syndicat mixte créé en 1981 et basé dans le département de la Manche. Le SMEL agit en faveur de l'économie maritime, en particulier la pêche, la conchyliculture et l'aquaculture marine. Il a pour but d'accompagner les professionnels de la mer dans leur développement, notamment dans quatre domaines : l'optimisation des cultures marines, la pérennisation de l'exploitation raisonnée, la favorisation de la recherche et de l'innovation pour répondre aux défis économiques et environnementaux, et enfin la participation aux études environnementales afin de mieux s'adapter aux évolutions du milieu.

Pour répondre à ces différents objectifs, le SMEL possède un centre technique à Blainville sur mer dans la Manche, où l'équipe est composée de 12 personnes. Le financement est assuré par le Conseil Départemental de la Manche, les Communautés de communes littorales de la Manche et le Conseil Départemental du Calvados.

Le financement statutaire est assuré par les adhérents du syndicat mixte soit le Conseil Départemental de la Manche, les Communautés de Communes littorales de la Manche et, depuis 2020, le Conseil Départemental du Calvados. De plus, de nombreux projets (environ 80%) font l'objet d'un financement particulier qui peut provenir du Conseil Régional de Normandie, de fonds européens, de l'Ifremer, de l'Etat ou d'autres organismes publics ou privés.

2. Contexte

Depuis plusieurs années, le SMEL, accompagné de différents acteurs tels que le comité régional de conchyliculture, le comité régional de la pêche, B4C ou encore des centres de recherche comme Actalia et Sileban, développe un projet visant à la création d'une filière de récolte d'algues en Normandie, plus précisément basé sur la récolte des algues Sargasses et Entéromorphes. Ce projet, porté par ces différents acteurs, est complexe de par son aspect novateur et les différentes interrogations qu'il implique malgré l'existence de filières du même type en Bretagne par exemple. Pour cela, de nombreuses études portant sur les aspects juridiques, biologiques ou encore économiques sont menées afin d'établir un projet stable et viable sur le long terme.

Après ces années de recherches, il est maintenant possible d'estimer la faisabilité biologique de cette filière au vu de la biomasse disponible et du cycle de vie de ces algues. Elles peuvent même être vues comme nuisibles sur certains secteurs où elles créent de nombreuses problématiques pour les conchyliculteurs ou encore les communes du littoral. Elles posent aussi certains problèmes environnementaux, puisqu'elles modifient drastiquement la biodiversité qui les entoure. Par conséquent, une valorisation à haute valeur ajoutée est envisageable et pourrait être économiquement, socialement et environnementalement bénéfique.

3. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude était de mettre en place un modèle économique relatant les différents scénarios de récolte possibles tout en incluant le coût social que la création de cette filière engendrerait. En effet, la sargasse et l'entéromorphe sont deux algues qui génèrent des externalités négatives, c'est-à-dire qu'elles engendrent différentes formes de pollution. Ces dernières ont un coût social. Il est constitué du coût de gestion des algues (prévention, collecte et traitement) et du coût lié aux dommages résiduels (conchyliculteurs, industrie du tourisme, activités récréatives non marchandes). Ce coût social est supporté par les pouvoirs publics (coût public) et par des agents privés (coût privé). Toute étude socio-économique de valorisation des dites algues doit tenir compte de ce coût social.

Pour réaliser ce modèle, il a donc été question de bien définir la filière et les différentes étapes à prendre en compte dans ce modèle économique. L'approche par filière permet de se saisir de l'ensemble du contexte et de l'environnement du produit que l'on étudie. Ainsi, en proposant des études économiques par filière, c'est une approche globale qui est proposée permettant de mettre en lumière des réalités, des enjeux et des synergies qui existent et gravitent autour de ce produit. L'analyse d'une filière ne se limite donc pas à étudier les différentes étapes de la vie du produit, mais bien l'ensemble des relations et interdépendances économiques qui existent, ainsi que les échanges nés des multiples transformations qu'il peut subir.

Une filière économique, également connue sous le nom de chaîne de valeur, est une série d'activités économiques qui se déroulent depuis la production d'un produit jusqu'à sa distribution et sa consommation. Cette chaîne d'activités implique souvent plusieurs acteurs et organisations qui interagissent les uns avec les autres.

Une filière économique peut être décomposée en différentes étapes, telles que l'approvisionnement, la production, la transformation, la distribution et la commercialisation. Chacune de ces étapes implique des acteurs et des organisations différentes, ainsi que des coûts et des bénéfices spécifiques.

Une filière économique peut être utilisée pour identifier les opportunités d'amélioration de l'efficacité et de la compétitivité de la production et de la commercialisation d'un produit. Elle permet également de mieux comprendre les coûts et les avantages associés à chaque étape de la chaîne de valeur, ce qui peut aider à prendre des décisions stratégiques en matière d'investissement, de production, de commercialisation et de distribution.

En résumé, une filière économique est une chaîne d'activités économiques liées à l'approvisionnement, la production, la transformation, la distribution et la commercialisation d'un produit, impliquant différents acteurs et organisations. Elle permet d'identifier les opportunités d'amélioration de l'efficacité et de la compétitivité de la production et de la commercialisation d'un produit, ainsi que les coûts et les avantages associés à chaque étape de la chaîne de valeur.

4. Secteurs géographiques

Plusieurs secteurs de toute la Normandie ont été étudiés lors de précédents rapports. Afin de délimiter nos recherches, nous nous sommes concentrés sur les secteurs en raison de leur abondance et de l'accessibilité à la ressource. (cf. carte)

Pour les sargasses, trois zones ont été retenues :

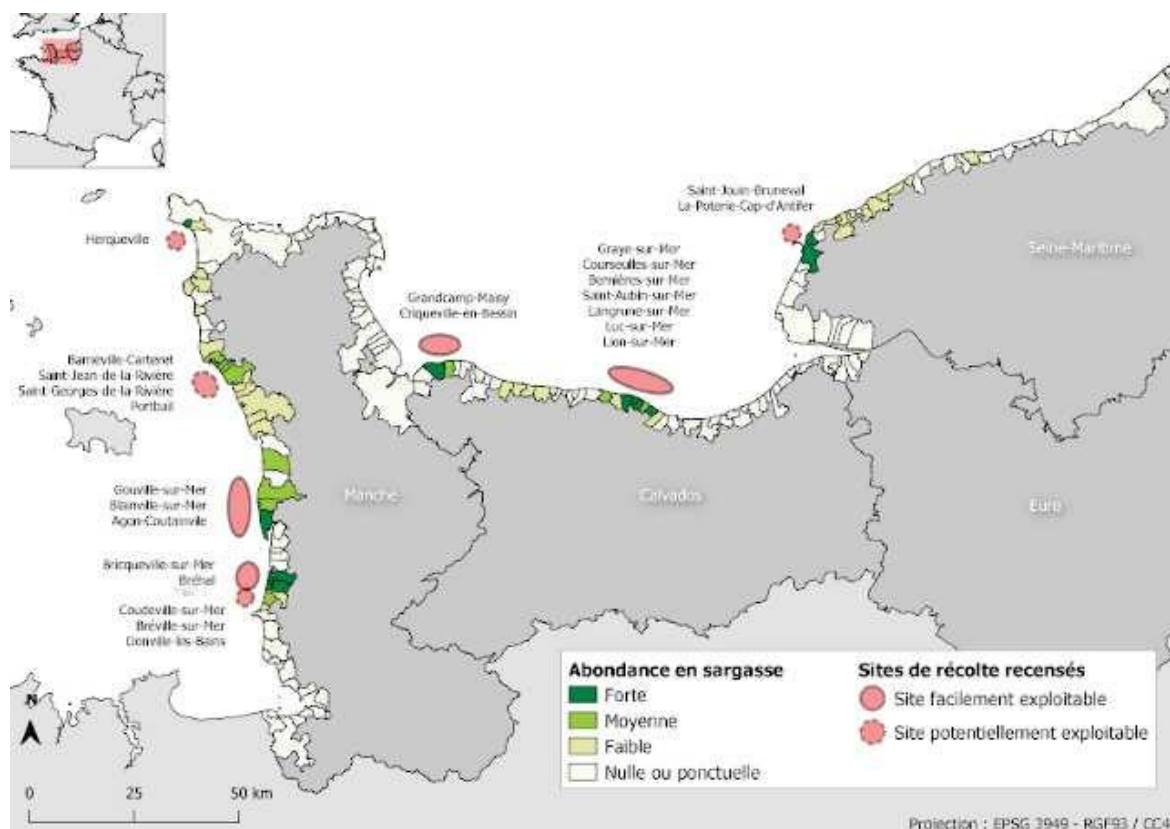


Figure 1 : Abondance de la sargasse et zones de récoltes identifiées sur le littoral normand.
(Source : Rapport SNOTRA 2017-2019)

- zone 1 sur les côtes de la Manche : Bricqueville-sur-mer où les algues poussent sur l'estran et au sein des parcs ou/et s'échouent sur les barrages. Ici, la récolte peut être facilement mécanisée.
- zone 2 dans le Calvados : Grandcamp-Maisy où les algues se développent sur le platier rocheux
- zone 3 dans le Calvados : Côte de Nacre avec notamment la commune de Bernières. Après une rencontre avec un spécialiste des algues et un élu de la commune connaissant tous les deux bien le secteur, une récolte mécanisée peut être possible.

Pour les entéromorphes, les principales zones sont :

- 1 zone dans le Calvados : Grandcamp-Maisy
- 1 zone dans la manche : Gouville-sur-Mer et Blainville-sur-mer étant donné la présence de poches ostréicoles sur ces deux zones.

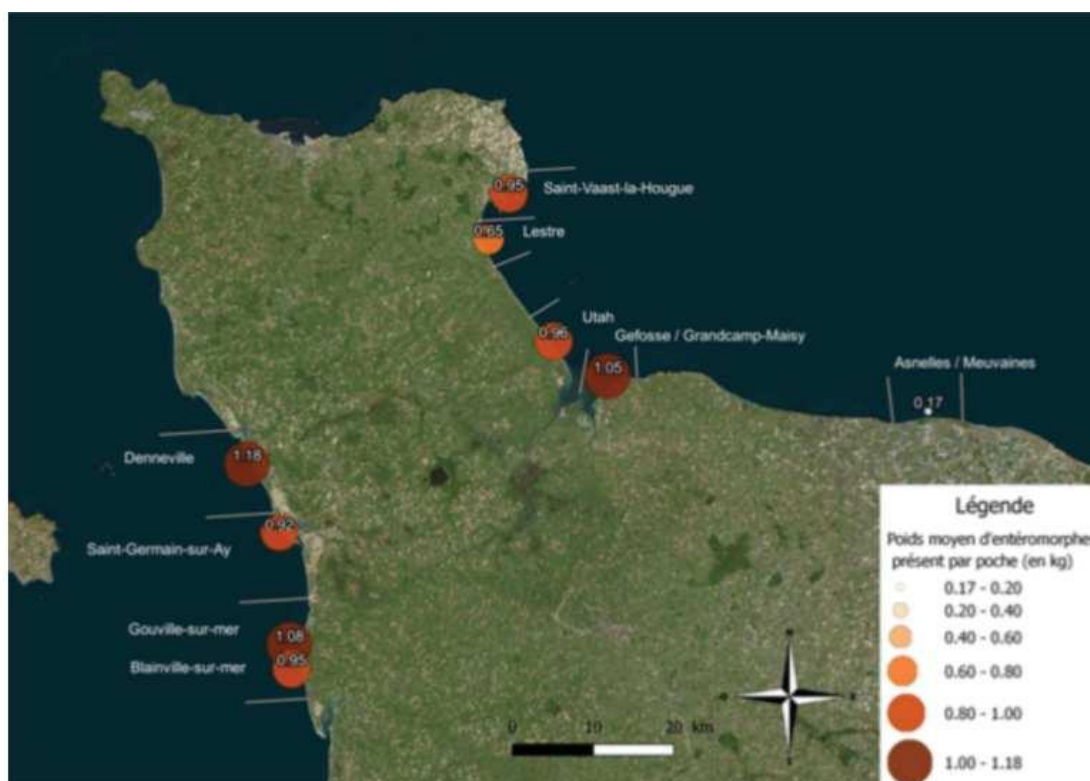


Figure 2 : Poids moyen d'entéromorphes récoltables par poches au niveau des zones conchylicoles de la côte Est et Ouest de Normandie. (Source : Rapport final WP1&WP2 SMEL)

II. Recherche académique

1. Définition de la chaîne de valeur

Afin de visualiser la logistique de la filière, nous construirons une chaîne de valeur pour chacun des scénarios avec les différentes étapes.

A. La présentation de la chaîne de valeur

La chaîne de valeur est un modèle d'analyse de la valeur créée par une entreprise. Il a été développé par Michael Porter dans les années 1980 et est devenu une méthode populaire pour évaluer les avantages concurrentiels d'une entreprise.

La chaîne de valeur consiste à définir l'ensemble des étapes déterminant la capacité d'un domaine d'activité stratégique, d'une entreprise ou d'une organisation à obtenir un avantage concurrentiel. Un avantage concurrentiel consiste en tout ce qui confère à une entreprise un avantage sur ses entreprises concurrentes, l'aidant à attirer plus de clientèle et à accroître sa part de marché.

Un avantage concurrentiel peut prendre trois formes principales :

- l'avantage de coût : produire un produit ou fournir un service à un coût inférieur à celui des entreprises concurrentes
- l'avantage de l'offre : différencier un produit en ajoutant des fonctionnalités très appréciées de la clientèle
- l'avantage de créneau (ou niche) : servir un segment précis du marché mieux que quiconque.

Le fait d'exceller dans au moins une de ces trois catégories tout maintenant une position concurrentielle dans les deux autres place une entreprise en position de force par rapport à sa concurrence. Si une entreprise n'obtient qu'un rendement moyen dans les trois catégories, elle ne se démarquera pas sur le marché. Elle risque alors d'offrir un sous-rendement, et même, d'échouer.

De manière plus concrète, cela consiste en la schématisation de l'entreprise grâce à l'enchaînement d'activités interconnectées qui développent chacune une valeur plus ou moins stratégique pour l'entreprise. Elle vise à améliorer la compétitivité, réduire les coûts et augmenter la création de valeur. Elle aide à prendre des décisions stratégiques pour les dirigeants.

En effet, la chaîne de Porter permet de comprendre où se trouvent les principaux postes de dépenses et où se crée la valeur. Elle permet, par exemple, de voir quelle activité n'apporte pas de plus-value. La chaîne de valeur donne la valeur totale. Elle comprend les *activités* créatrices de valeur et la marge. Les activités créatrices de valeur sont les différentes activités physiques et technologiques qu'une firme réalise. Ce sont les éléments de base par lesquels une firme crée un produit qui possède une valeur pour ses clients. La marge est la différence entre la valeur totale et l'ensemble des coûts associés à l'exercice

des activités créatrices de valeur. On peut mesurer la marge de diverses manières. Les chaînes de valeur des fournisseurs et les circuits de distribution comprennent aussi une marge qu'il importe d'isoler pour comprendre les sources de positionnement d'une firme dans le domaine des coûts, parce que la marge des fournisseurs et des circuits de distribution est une fraction du coût total supporté par le client.

Toute activité créatrice de valeur nécessite l'achat de moyens de production, des ressources humaines (main-d'œuvre et encadrement) et une forme ou une autre de technologie pour remplir sa fonction.

Cette chaîne de valeur permet donc de diviser les activités d'une entreprise en deux grandes catégories : activités qui créent fortement de la valeur et les autres, moins génératrices de valeur. Cette division va ensuite aider à prendre les bonnes décisions et opter pour la meilleure décision stratégique pour chaque activité. Parmi les options qui se présentent aux entreprises, on peut en distinguer trois : faire, faire avec et faire faire. La première option implique de ne jamais déléguer une partie de l'activité à une entité externe à l'entreprise ce qui s'oppose à faire faire qui implique cette fois de déléguer une ou plusieurs activités de l'entreprise. L'autre option : faire avec, consiste à collaborer avec d'autres entités externes pour réaliser une activité.

Porter distingue deux activités génératrices de valeurs :

- Les activités principales concernent la production (transformation de la matière première), la commercialisation (stockage, distribution, vente), le marketing et les services.
- Les activités de support concernent l'approvisionnement (réception, stockage distribution), les ressources humaines, l'administratif, la recherche et développement, les infrastructures de la firme et le développement technologique). Ce sont des activités qui soutiennent les activités principales, tandis que les activités principales sont directement impliquées dans la création et la vente du produit ou du service.

Les activités créatrices de valeur sont donc les éléments de base de l'avantage concurrentiel. La façon dont chaque activité est exercée et les mécanismes économiques qui la sous-tendent déterminent si la firme a des coûts élevés ou faibles par rapport à ses concurrents. La façon dont chaque activité créatrice de valeur est exercée déterminera aussi la contribution qu'elle apporte aux besoins des clients et, par conséquent, à la différenciation. Une comparaison des chaînes de valeur des concurrents dévoile les différences qui feront l'avantage concurrentiel.

C'est l'analyse de la chaîne de valeur, et non celle de la valeur ajoutée, qui convient pour l'étude de l'avantage concurrentiel. On a parfois retenu la valeur ajoutée (différence entre le prix de vente et le coût d'achat des matières premières) pour l'analyse des coûts, parce qu'on la considèrerait comme le seul domaine contrôlable. Mais la valeur ajoutée n'est pas une bonne base d'analyse des coûts, parce qu'elle néglige à tort les nombreux moyens de production autres que les matières premières que la firme achète pour exercer ses activités. On ne peut évaluer le coût des activités sans examiner en même temps le coût des moyens qui servent à les exercer. Par ailleurs, la valeur ajoutée ne met pas en lumière les liens existant entre une firme et les fournisseurs susceptibles de réduire les coûts ou de renforcer la différenciation.

B. Construction de la chaîne de valeur

Pour effectuer ce diagnostic, il faut suivre plusieurs étapes :

- La première phase consiste à définir les activités de l'entreprise avant de les analyser dans un second temps à l'aide de la division en deux catégories comme expliqué précédemment.
- A la suite de ces deux étapes, il sera possible de définir le schéma de la chaîne de valeur de l'entreprise ce qui servira à analyser la chaîne de valeur de l'entreprise et à définir les activités créatrices de valeur qui contribuent à l'avantage concurrentiel de l'organisation.

À l'intérieur de chaque catégorie d'activités principales et de soutien, il y en a de trois types selon le rôle joué dans l'obtention d'un avantage concurrentiel :

- Les activités directes. Activités directement impliquées dans la création d'une valeur pour le client, comme l'assemblage, l'usinage de pièces, le fonctionnement de la force de vente, la publicité, la conception du produit ou le recrutement.
- Les activités indirectes. Activités permettant d'exercer de façon continue les activités directes, comme l'entretien, la fixation des calendriers, le fonctionnement des installations, la gestion de la force de vente, la gestion de la recherche ou l'enregistrement des résultats des vendeurs.
- La garantie de qualité. Activités garantissant la qualité des autres activités, comme la surveillance, l'inspection, les essais, les vérifications, la récapitulation, l'adaptation et la rectification. La garantie de qualité n'est pas synonyme de gestion de la qualité, parce que de nombreuses activités créatrices de valeur contribuent à la qualité.

Dans toutes les firmes, on trouve des activités indirectes et des activités destinées à garantir la qualité. Les trois types d'activité ne se rencontrent pas seulement dans les activités principales, mais aussi dans les activités de soutien. Par exemple, dans le développement technologique, les équipes de laboratoire exercent réellement des activités directes, alors que la gestion de la recherche est une activité indirecte.

On perçoit souvent mal le rôle des activités indirectes et des activités destinées à garantir la qualité. Pourtant, il est très important de les distinguer, lorsqu'on veut faire un diagnostic de l'avantage concurrentiel. Dans de nombreux secteurs, les activités indirectes représentent une fraction importante et rapidement croissante des coûts. Elles peuvent aussi jouer un rôle majeur dans la différenciation par leurs effets sur les activités directes. Malheureusement, les dirigeants les confondent souvent, alors que leurs mécanismes économiques sont très différents. Il n'est pas rare de devoir arbitrer entre elles : une augmentation des dépenses d'entretien réduit le coût de fonctionnement des machines. On regroupe par ailleurs souvent les activités indirectes sous la rubrique « frais généraux », ce qui occulte leur coût et leur contribution à la différenciation.

Les activités associées à la garantie de qualité se rencontrent aussi dans presque toutes les parties de la firme, bien qu'on ne les perçoive que rarement comme telles. Les essais et l'inspection interviennent dans de nombreuses activités principales. En dehors de la fabrication, les activités destinées à assurer la qualité sont souvent mal perçues. Leur coût cumulé peut être très élevé, comme le montre l'attention récente portée à la qualité. Elles

ont aussi souvent des effets sur le coût ou l'efficacité d'autres activités. Et la façon dont les autres activités sont exercées a, à son tour, une influence sur le besoin et le type d'activités destinées à assurer la qualité. La possibilité de simplifier ou d'éliminer les activités directement liées à la garantie de la qualité grâce à une meilleure pratique des autres activités est au centre de l'idée selon laquelle la qualité peut être « gratuite ».

Une fois ces étapes franchies, l'entreprise peut définir les points positifs et négatifs de son activité et externaliser les activités destructrices de valeur ou qui n'en créent simplement pas. L'entreprise peut aussi accentuer sa spécialisation sur les activités où elles tirent le plus d'avantage concurrentiel.

Par conséquent, ce modèle de Porter possède de nombreux avantages afin d'établir une filière et est très utile afin de guider les entreprises vers une production vertueuse, c'est pour cela que ce modèle est encore très répandu et utilisé par de nombreuses firmes. On peut citer de nombreux bénéfices à ce modèle, d'abord cela permet d'améliorer la compétitivité de l'entreprise, réduire les coûts, accroître la création de valeur, mais il a aussi comme avantage de permettre la comparaison de notre activité avec celle des concurrents pour détecter les forces et faiblesses et mieux comprendre la valeur ajoutée de cette dernière.

La chaîne de valeur d'une récolte de sargasse est constituée comme ci-dessous. Directement après la récolte, les sargasses peuvent être envoyées à l'usine de transformation située en Bretagne. Un stockage entre la récolte et le transport peut tout de même être envisagé si la société n'est pas disposée à traiter aussitôt les algues. Le meilleur moyen de stockage serait alors de sécher les algues.

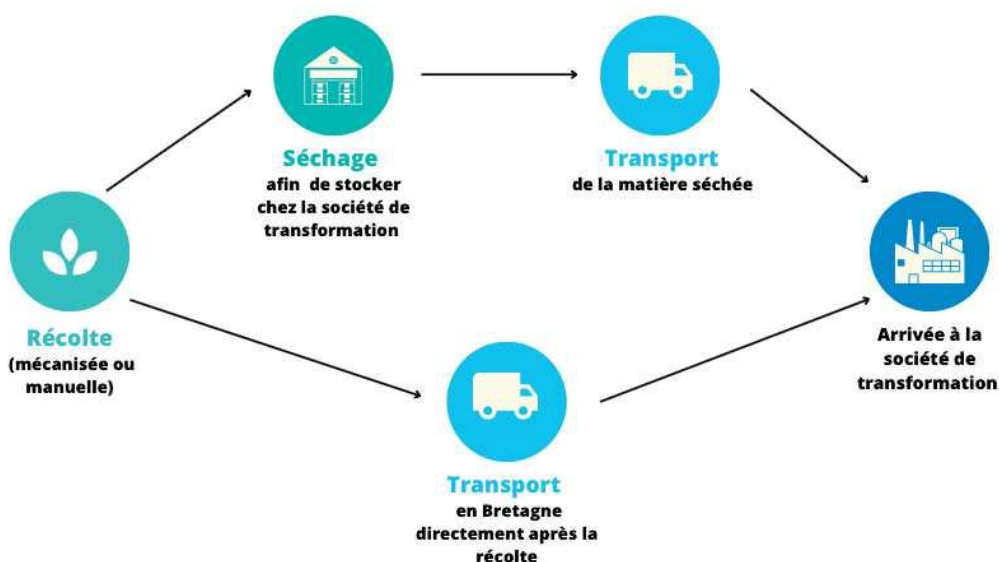


Figure 3 : Chaîne de valeur des sargasses

La chaîne de valeur des entéromorphes est constituée comme ci-dessous.

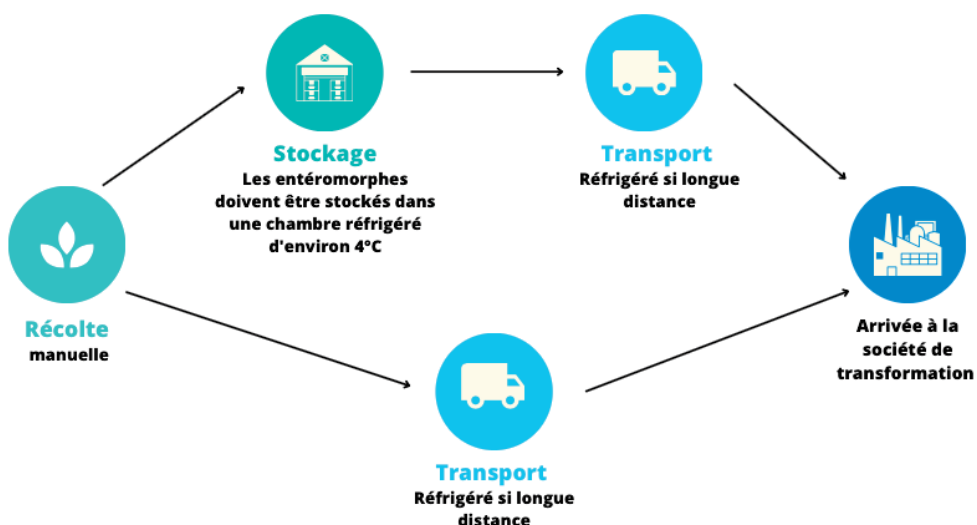


Figure 4 : Chaîne de valeur des entéromorphes

Ici, les entéromorphes doivent être stockés au froid à une température de 4°C pour une meilleure conservation d'après Sébastien Pien.

C. Limite du modèle

Néanmoins, le modèle a quelques limites. En effet, il nécessite une masse de données démentielles et parfois difficile à obtenir. Les entreprises doivent être en mesure de collecter et d'analyser les données nécessaires pour évaluer les activités de la chaîne de valeur. L'analyse de la chaîne de valeur est donc une tâche relativement lourde et peu précise, son application nécessite une grande expertise.

De plus, la chaîne de valeur de Porter se concentre sur les activités internes d'une entreprise et ne prend pas en compte les facteurs externes tels que les conditions économiques, les tendances du marché et les facteurs politiques. Ces facteurs peuvent avoir un impact significatif sur la compétitivité de l'entreprise et doivent être pris en compte dans l'analyse.

Ce modèle nécessite une mise à jour régulière puisque les activités de la chaîne de valeur peuvent changer au fil du temps en raison de facteurs tels que les évolutions technologiques et les changements de comportement des clients. Par conséquent, les entreprises doivent mettre à jour régulièrement leur analyse de la chaîne de valeur pour s'assurer qu'elle est toujours pertinente.

En se concentrant sur les activités de la chaîne de valeur, autrement dit sur la rentabilité des activités, les entreprises peuvent perdre de vue d'autres aspects importants de leur entreprise, tels que le social, l'impact environnemental, la stratégie à long terme.

Enfin, il apparaît qu'elle ne soit pas réellement viable pour l'ère digitale actuelle.

2. Le coût social

A. La notion de coût social

Tout agent économique supporte normalement des coûts liés à son comportement. Mais certains coûts échappent à la sanction du marché. Les premiers coûts sont appelés les coûts privés et les coûts échappant au marché sont nommés les coûts externes à l'agent. L'ensemble de ces coûts, privés et externes, sont le coût social.

En d'autres termes, le coût social fait référence aux conséquences économiques et non économiques d'une activité ou d'une décision sur la société dans son ensemble. Cette notion souligne que les coûts d'une action ne se limitent pas aux dépenses directes, mais incluent aussi les effets externes et les coûts supportés par la société dans son ensemble. L'analyse des coûts sociaux permet d'évaluer les effets à long terme et les impacts indirects d'une action, comme la création d'une nouvelle activité sur la société par exemple.

Dans l'analyse du coût social, les externalités, qu'elles soient positives ou négatives, sont à prendre en compte.

Une externalité est un effet involontaire produit par un choix ou une activité économique sur des individus ou des entités qui ne sont pas directement impliqués dans la décision, le projet. Elles peuvent être positives par exemple, la création d'une nouvelle activité économique entraîne la création d'emplois, ou négative si la nouvelle activité génère des émissions nocives polluant l'air et dégradant l'environnement. Ces externalités ont un impact sur la société.

B. L'évaluation du coût social

La mesure du coût social est un défi complexe et pas toujours quantifiable. Il y a tout de même certains calculs possibles en fonction du type de coût social. Effectivement, il existe plusieurs types de coût social :

Les coûts liés à la santé : une activité économique peut avoir des conséquences sur la santé des individus. Les industries polluantes sont les principales concernées en raison de leur pollution de l'air ou même de l'eau. Pour mesurer ce coût, on peut prendre en compte les coûts liés à ce problème comme les frais médicaux par exemple.

Les coûts environnementaux : une activité polluante a des conséquences sur l'environnement et sur la biodiversité. L'exploitation non durable des ressources naturelles ou encore la dégradation des écosystèmes est également à prendre en compte puisqu'elle aura un impact à long terme sur la société notamment en termes d'adaptation. Pour mesurer l'impact de ce coût sur la société, plusieurs méthodes existent. On peut tout d'abord évoquer le coût de remise en état des lieux, c'est-à-dire combien faut-il d'argent pour remettre le lieu dans son état d'origine. Pour évaluer un dommage, on peut aussi utiliser la méthode du consentement à payer ou à recevoir. Le consentement à payer est égal au montant de consommation auquel un agent accepterait de renoncer pour financer une amélioration de

son environnement. En d'autres termes, combien l'agent serait-il prêt à payer pour améliorer son environnement. Le consentement à recevoir, lui, est égal au montant de consommation supplémentaire nécessaire à un agent pour compenser une dégradation de son environnement. En d'autres termes, combien est-il prêt à recevoir en compensation de la dégradation de son environnement.

Les coûts liés au chômage : le chômage peut avoir des répercussions sur la société. Au-delà de l'aspect financier, il peut y avoir des problèmes de santé mentale et une baisse d'estime de soi. Ces coûts peuvent être pris en compte en calculant les dépenses publiques liées au chômage. Souvent, ce seront des coûts évités par la société et donc une externalité positive lors de la création d'une activité nécessitant l'emploi de nouvelles personnes.

C. Les limites de l'évaluation du coût social

L'évaluation des coûts sociaux présente plusieurs limites et défis importants. Voici quelques-unes des principales limites de l'évaluation des coûts sociaux :

L'évaluation des coûts sociaux implique souvent des jugements subjectifs pour attribuer une valeur monétaire aux avantages et aux coûts sociaux. Différents individus ou groupes peuvent avoir des perspectives différentes sur la valeur de ces impacts, ce qui peut rendre les résultats controversés.

Il peut aussi être difficile de collecter des données précises sur les coûts et les avantages sociaux, en particulier pour des facteurs intangibles tels que le bien-être, la qualité de vie ou la santé mentale. Cela peut entraîner des estimations inexactes.

L'évaluation des coûts sociaux a souvent une vision à court terme ce qui peut sous-estimer les coûts ou les avantages à long terme d'une décision ou d'une action.

De plus, il existe souvent une incertitude inhérente à l'évaluation des coûts sociaux, en particulier lorsque l'on prédit des impacts futurs. Les erreurs de prévision peuvent avoir des conséquences importantes.

L'évaluation des coûts sociaux peut ne pas prendre en compte de manière adéquate les questions d'équité et de distribution des avantages et des coûts. Certaines populations peuvent supporter une part disproportionnée des coûts, tandis que d'autres en bénéficient davantage.

Les normes sociales et les valeurs évoluent avec le temps, ce qui peut rendre obsolètes les évaluations des coûts sociaux basées sur des hypothèses antérieures.

Enfin, nous pouvons évoquer la morale. Comment peut-on quantifier la valeur d'une vie ?

Malgré ces limites, l'évaluation des coûts sociaux reste un outil important pour prendre des décisions éclairées qui tiennent compte des impacts sur la société dans son ensemble. Il est essentiel de reconnaître ces limites et de les prendre en considération lors de l'utilisation de

cette approche pour orienter la prise de décision. Pourtant, dans les faits, rarement, ces coûts, supportés par la société, ne sont pris en compte par les entreprises et encore moins dans leurs calculs de rentabilité.

III. Les parties prenantes du projet

1. Identification des parties prenantes

A la suite du travail de recherche académique, il a été important de bien délimiter les différentes parties prenantes déjà impliquées ou qui pourraient à l'avenir y prendre part. Ce travail a pour objectif de cerner les différents acteurs à rencontrer et ce qu'ils pourraient apporter à notre travail afin de compléter les recherches préalablement établies. Nous avons donc défini ces parties prenantes. Pour bien cerner l'importance de chaque partie prenante, nous avons délimités les parties prenantes internes et externes, c'est-à-dire, d'un côté, les acteurs directement impliqués dans le projet et de l'autre côté les acteurs à première vue, extérieur au projet mais qui sont indirectement impactés par ce dernier et ont donc un intérêt particulier à y prendre part.

1.1 Les parties prenantes internes

A. Les ostréiculteurs

La première catégorie d'acteurs touchés par la problématique des algues est celle des producteurs ostréicoles. Cette approche a pour but de se rendre compte de l'impact de la présence des algues sur leurs cultures ainsi qu'aborder la possibilité de les intégrer à la filière, en leur proposant une réflexion portant sur l'intégration d'une activité secondaire, basée sur le ramassage de ces algues. En effet, ces acteurs étant directement impactés, il est plus simple pour eux de rendre compte des détails nécessaires à prendre en compte pour mettre en place un modèle fiable. De plus, le matériel nécessaire est souvent déjà possédé par ces personnes. Ces entretiens nous ont permis d'obtenir des données liées aux investissements matériels primordiaux pour cette activité.

B. Les pêcheurs à pieds

Dans de précédents rapports, les pêcheurs à pied professionnels se sont dits intéressés en cas de lancement de la filière. Il est donc important de les considérer comme de futur acteur potentiel de la filière et donc de les rencontrer. Ces pêcheurs pourraient faire bénéficier à la filière leur expérience de récolte et partager leurs opinions sur le lancement d'un tel projet et sur les méthodes à privilégier.

C. Les sociétés de transformation

La dernière partie prenante interne que nous avons définie est celle relatant les sociétés de transformations intéressées par la matière première récoltée et prêtes à s'impliquer dans la filière. Cette étape étant la dernière de notre chaîne de valeur, il était nécessaire de rencontrer au moins une société afin de comprendre le processus de transformation de ces algues et obtenir une estimation du prix auquel la matière pourrait être vendue et quelles valorisations sont possibles pour la société.

1.2. Les parties prenantes externes

A. Les collectivités territoriales

Les premières parties prenantes externes que nous avons prises en compte sont les collectivités territoriales. L'objectif de notre étude ayant pour but d'intégrer un coût social au modèle économique afin de prendre en compte l'aspect social et environnemental dans ce dernier, il est apparu primordial de prendre en compte ces acteurs et en particulier les représentants des communes du littoral, touchés de plein fouet par ces échouages d'algues et régulièrement contraint d'effectuer des opérations de repousse voir de récolte d'algues sur leurs plages. Il était donc important de s'entretenir avec ces représentants afin de mesurer les impacts et la faisabilité d'une filière de la sorte sur leurs territoires. Il était aussi question d'obtenir différentes données quantitatives liées aux opérations de repousses et de récoltes effectuées en période estivale. De plus, ces rencontres nous ont permis d'effectuer une première approche afin d'estimer le degré d'implication des communes au sujet de cette problématique et de potentiellement les motiver à prendre part à ce projet.

B. Les biologistes

Parmi les éléments importants de la filière, il faut prendre en considération l'aspect biologique lié à ce ramassage. En effet, les algues étudiées étant des espèces dites "invasives", leur présence affecte considérablement la biodiversité normande. De nombreux facteurs purement biologiques sont importants à prendre en compte pour établir un modèle économique viable. Par exemple, la saisonnalité de ces algues fait partie des détails à ne pas négliger et qui pourrait être un frein à la mise en place d'une filière sur notre territoire. Il était donc très important de rencontrer des biologistes tels qu'Anne-Marie Rusig, chercheuse à l'Université de Caen, spécialisée dans la biologie marine, afin de bien délimiter tous les facteurs à considérer pour que notre étude soit complète.

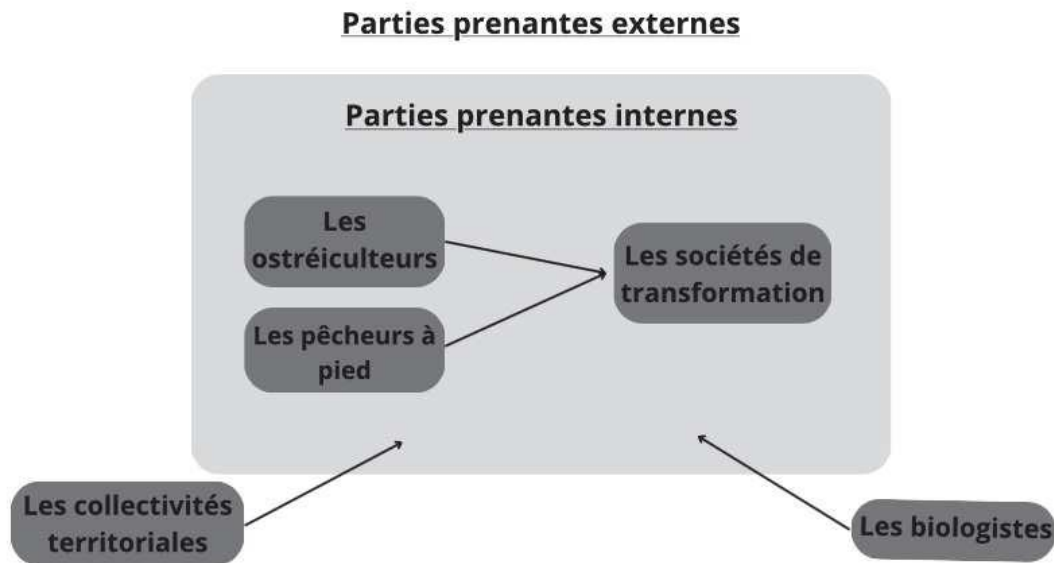


Figure : Schéma de l'ensemble des parties prenantes

2. Résumé des entretiens réalisés

La définition claire de ces différentes parties prenantes nous a permis de contacter plusieurs acteurs afin de s'entretenir avec ces derniers. Nous avons obtenu des informations permettant d'étoffer nos connaissances sur le sujet ainsi que des données quantitatives et qualitatives pour la réalisation de cette étude socio-économique.

Premièrement, nous avons pu rencontrer bon nombre de collectivités territoriales telles que les communes de Luc-sur-Mer, Langrune-sur-Mer, Bernières-sur-Mer, Courseulles-sur-Mer ou encore l'intercommunalité Isigny-Omaha-Intercom. Ces rencontres furent bénéfiques pour plusieurs raisons. Nous avons pu constater l'énorme impact qu'engendre l'échouage des algues sur les plages de ces communes du littoral au niveau de leur attractivité touristique. Ensuite, ces entretiens nous ont permis de récolter de nombreuses données liées au ramassage ou au repoussage effectué par ces collectivités pour assurer leur prospérité économique, grandement lié à l'activité touristique, durant la période estivale. Enfin, la dernière partie portait majoritairement sur une approche ayant pour but de jauger la volonté de ces collectivités de s'intégrer dans ce projet. Sur ce point, nous avons reçu une grande majorité de retours positifs. 80 % des personnes interrogées ont une volonté d'être tenu au courant de l'avancée de cette filière et estiment qu'il est intéressant de mutualiser les compétences de ces collectivités pour faciliter et résoudre cette problématique d'échouage d'algues.

La deuxième étape de nos entretiens portait sur la rencontre de pêcheurs professionnels et d'ostréiculteurs, ces rencontres sur le terrain nous ont permis de s'interroger sur la possibilité d'intégrer ces professionnels à cette filière. Le bilan de ces entretiens est que plusieurs professionnels sont très intéressés pour diversifier leurs

activités et qu'ils sont prêts à s'adapter aux problématiques liées à ces algues. Par exemple, pour la récolte d'entéromorphes, les ostréiculteurs doivent modifier leurs techniques pour ne pas éliminer ces algues. Changement qui aurait un impact moindre sur leur rentabilité et qu'il permettrait la mise en place de cette nouvelle activité. Après avoir analysé l'aspect logistique d'une création d'une filière de la sorte et le potentiel engagement de ces professionnels, nous avons pu obtenir des données essentielles à la création du modèle économique, notamment sur les coûts d'investissements liés au matériel nécessaire pour cette récolte.

Par la suite, nous avons rencontré deux biologistes qui nous ont éclairés sur la caractéristique des algues. Cela nous a permis de cerner chaque problématique et de les prendre en compte dans la modélisation de notre modèle. Par exemple, il est important de prendre en compte la saisonnalité de l'espèce, ainsi que les différentes méthodes de récoltes à envisager selon les secteurs géographiques et leurs platiers rocheux. Nous avons également échangé sur les différents enjeux environnementaux qu'une telle récolte implique, notamment l'impact de l'évolution de ces espèces sur la biodiversité normande.

Enfin, la dernière étape consistait à rencontrer des sociétés intéressées par l'achat de cette matière première afin de les valoriser en les transformant. Différentes transformations sont envisageables. Pour les sargasses, il existe plusieurs possibilités, que ce soit en termes d'engrais, de cosmétique, de santé animale ou encore de produits alimentaires. Pour les entéromorphes, la piste principale semble être une valorisation en produits alimentaires types smoothies, biscuits. Ces rencontres nous ont permis de rendre compte des différentes étapes nécessaires à la transformation d'algues et d'estimer le coût économique mais aussi environnemental d'une telle activité. De plus, nous avons pu obtenir certaines données économiques primordiales pour notre modélisation.

ENTRETIENS REALISES

Personne rencontrée	Fonction	Date et lieu	Objectifs
Claire Charlier	Manager en relations externes chez B4C	07/04 au Moho	Clarifier les enjeux liés à la structuration de ce projet et bien délimiter le travail de chacun
Malo Vivier	Ostréiculteur	12/04 à Asnelles	Estimer l'impact de la présence des algues sur les poches ostréicoles présentes sur ce territoire et amorcer une potentielle intégration à la filière
Franck Jouy	Maire adjoint de la commune de Langrune-sur-mer	04/05 à Langrune-sur-Mer	Entamer un dialogue avec un représentant d'une commune touchée par ces algues afin de prendre conscience des problématiques engendrées par leur présence + 1ère approche sur le coût social
Anne-Marie Rusig	Biologiste au CREC	10/05 à Luc-Sur-Mer	Cerner toutes les problématiques liées à la création de cette filière et comprendre le cycle de vie des algues
Philippe Chanu	Maire de la commune de Luc-Sur-Mer	10/05 à Luc-sur-Mer	Récolte de données quantitatives sur les opérations déjà menées par la commune et tentative de sensibiliser l' élu à la filière
Marine Dehail	Manager de Projet pour la société de transformation Algaia	11/05 à Saint-lô	Obtenir des données économiques et comprendre les procédés liés à la 1ère transformation de la matière première
Xavier Blazot et Thomas Dupont-Federici	Spécialiste des algues Maire de la commune de Bernières-sur-mer	12/05 à Bernières-sur-mer	Nouvelle possibilité d'obtenir des données quantitatives et mise en place d'un suivi de notre projet avec Xavier Blazot afin de nous aider à peaufiner notre modèle
Catherine Voisin-Anastasia	Représentante de l'intercommunalité Isigny-Omaha Intercom	17/05 à Formigny-la-bataille	Découverte d'une nouvelle zone touchée par la présence des algues, comprendre les nouvelles problématiques liées à ce territoire + récolte données quantitatives sur le ramassage effectué par l'intercommunalité
Maelle Courvallet	Chef de projet chez Nature Plast	26/05 à Caen	Découvrir de nouveaux procédés de transformations et comprendre les méthodes utilisés pour valoriser les déchets produits lors de la transformation de la matière première
Erick Bossard	Directeur CERFRANCE	31/05 à Caen	Obtenir des données comptables liées au secteur de la pêche afin de mesurer les coûts liés aux infrastructures ainsi qu'au matériel

IV. Modèles économiques

Dans le cadre de la modélisation économique de cette filière, il est nécessaire de distinguer la récolte d'entéromorphes et de sargasses puisqu'elles impliquent des problématiques et donc des coûts différents. En plus de leurs secteurs géographiques différents, la méthode de récolte est différente.

D'autre part, l'aspect juridique limite toujours l'accès à la ressource, il est donc nécessaire de prendre en compte plusieurs méthodes de ramassage pour faire face à toutes les éventualités.

Enfin, l'autre aspect à ne pas négliger est la saisonnalité de la ressource, des estimations préalablement établies dans les précédents rapports nous ont permis de nous concentrer sur une récolte 28 jours par an (du 1er mai au 15 juillet) soit un temps de récolte annuel de 52 heures.

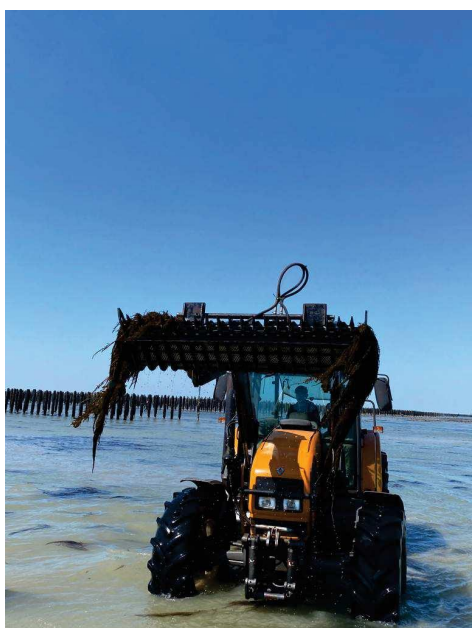
Après avoir établi notre chaîne de valeur, qui comprend la récolte, le stockage/séchage, le transport et la première transformation de la matière première, l'objectif était d'obtenir des données quantitatives pour estimer la rentabilité potentielle de cette filière.

1. Étude économique pour la récolte des sargasses

Pour rappel, différentes méthodes peuvent être utilisées pour récolter les sargasses : une récolte mécanisée avec un tracteur muni d'un godet ou une récolte manuelle. Nous avons donc construit différents scénarios en fonction de ces deux méthodes.

A. La récolte est mécanisée

Pour la récolte mécanisée, l'idée est de s'équiper d'un tracteur agricole ou ostréicole avec bras mécanique muni d'un godet faucardeur, outil prévu pour le nettoyage des marais et des cours d'eau. Un tracteur neuf n'est pas nécessaire au vu de la salinisation des mers. Un tracteur d'occasion avec bras mécanique coûte entre 20 000 et 30 000 €.



Lors de l'expérimentation du 20 avril 2023 un godet de 1,50 m a été utilisé. (cf.figure 6) Un rendement d'une tonne avait été prédit, mais finalement, seulement 750 kilos ont été récoltés. Néanmoins, on peut estimer cette moins bonne récolte du fait qu'à cette période, le pic de croissance de l'algue n'était pas à son maximum.

Ce godet a été acheté par le SMEL à la société Multimer pour une valeur de 17 680 €, montage hydraulique compris. (cf.annexe 1)

Figure 6 : Récolte mécanisée à l'aide d'un godet faucardeur

Dans un précédent rapport (SNOTRA 2017-2019), il a été imaginé qu'un godet d'une largeur de 3.5 m pouvait être utilisé afin de maximiser les quantités récoltées. Une quantité de trois tonnes par heure a été estimée. Après demande d'un devis auprès de la société GENERAL MATERIEL TP l'investissement de ce godet de 3,5 m de large avoisine les 9 500 € (cf.annexe 2). Il faudra en plus ajouter les frais d'installation et la mise aux normes du godet sur un tracteur puisque, généralement, les godets faucardeurs sont utilisés sur des pelles de 8 à 16 tonnes.

Une remorque ostréicole, potentiellement sur un second tracteur, est nécessaire pour réceptionner les godets de sargasse. Une remorque ostréicole de taille moyenne coûte entre 6 000 et 10 000 €.

Au niveau humain, deux personnes minimum sont nécessaires pour une récolte mécanisée. Une personne qui conduit le tracteur muni du godet faucardeur et une autre personne pilotant le tracteur muni de la remorque ostréicole. Une troisième personne peut être envisagée afin de vérifier que les algues ramassées ne contiennent pas de cailloux ou d'espèces protégées. Le coût horaire d'une personne avait été estimé dans le rapport final *WP1 et WP2* à 25 euros par heure et par personne. Une marée dure entre deux et trois heures, mais il faut également compter une heure de travail supplémentaire le temps de la préparation du matériel nécessaire.

Rendement en termes de quantité avec une récolte mécanisée :

Avec le godet faucardeur, la quantité récoltée est estimée à trois tonnes par heure. Puisque les marées durent entre une et trois heures, la récolte par marée oscillerait entre trois tonnes et neuf tonnes.

Le temps de récolte a été modélisé dans le rapport SNOTRA 2017-2019, il a été estimé qu'il y avait 28 jours de grandes marées du 1er mai au 15 juillet (période de croissance des sargasses) et 52 heures de récolte. On peut donc estimer une récolte maximale de sargasse à 156 tonnes par saison.

Méthode	Les sargasses sont coupées à l'aide d'un godet faucardeur
Investissements	2 tracteurs, 1 godet, 1 remorque ostréicole
Nombre de personnes	1 à 3 personnes
Coût entreprise	25 €/heure/personne
Quantité récoltée	maximum : 156 tonnes par saison

B. La récolte est manuelle des sargasses

La récolte manuelle peut être effectuée par des pêcheurs à pied professionnels. Lors des différentes expérimentations, les pêcheurs étaient au nombre de 2 à 4 personnes. En effet, une organisation à plusieurs est plus optimale afin de mutualiser les moyens.

Dans les meilleures conditions, il a été estimé dans le rapport SNOTRA un rendement de 500kg/h/personnes pour la récolte des algues de rives et 600kg/h/personne sur les barrages. Une récolte manuelle a moins de rendement en termes de quantité par rapport à la récolte mécanisée, mais nécessite moins d'investissement puisqu'un godet n'est pas nécessaire, cependant un tracteur muni d'une remorque ostréicole reste nécessaire afin de ramener la récolte de sargasse.

Méthode	Les algues doivent être coupées à 15 cm minimum du pied
Outils/investissement	Couteaux, faucilles ou machettes, sacs, panier → 50 € Tracteur muni d'une remorque ostréicole → 15 000 € à 25 000 €
Nombre de personnes récoltant	Idéalement un groupe de 4 personnes pour un meilleur rendement
Coût entreprise	25 €/heure/personne
Quantité récoltée	500-600 kilos/heure/personne

Les différentes étapes faisant suite à la récolte ne sont pas impactées par le choix de la méthode de récolte, elles peuvent être réalisées comme expliqué ci-dessous.

C. Le stockage

Après entretien avec la société de transformation Algaia, les algues n'ont pas besoin d'être nettoyées ni séchées pour entamer le processus de transformation : " Non les sargasses n'ont pas besoin d'être stocké sinon elles se détériorent trop rapidement, on les traite immédiatement" (*Marine Dehail*).

Les sargasses pourront donc être directement transportées, par camion, après leur récolte. L'idéal, pour un transport optimal, est de remplir entièrement le camion en mutualisant les récoltes sur les différents secteurs. Un point central est à envisager pour réunir la matière première et l'envoyer directement, sans stockage, à la société de transformation.

Cependant, un stockage doit être envisagé si la benne du camion n'est pas entièrement remplie ou encore si la société de transformation n'est pas apte à recevoir ou à traiter immédiatement la récolte.

Entretien du 11 mai 2023 avec la société Algaia : " *Par contre, ce qui peut être un frein... Il faut prendre en considération que le camion n'est pas entièrement rempli, il faut bien stocker la biomasse et voir si elle est stabilisée si tout ne peut pas être amené en Bretagne. Il y a la solution du séchoir.* (*Marine Déhail*)

La solution envisagée est de sécher les algues avant de les transporter en Bretagne, de façon à ce que la société de transformation puisse les stocker à leur arrivée.

Cette solution a été expérimentée lors de la récolte effectuée le 20 avril, pour cela, les algues ont été transportées à Condé-sur-Vire chez un agriculteur disposant d'un système de méthaniseur adapté. L'idée a été de déposer les algues sur des plaques chauffantes qui séchent les algues. Cette étape nécessite 24 heures avant de pouvoir récupérer les algues séchées et prêtes à être transportées.

D. Le transport des algues jusqu'à la société de transformation (Algaia)

Pour le transport, la meilleure solution serait de mutualiser les différentes récoltes afin de remplir entièrement la benne du camion. Une benne d'une taille minimale de 18 tonnes est à envisager étant donné les rentabilités évoquées. Nous avons donc demandé un devis à une société de transport.

Pour effectuer un transport de Bricqueville-sur-Mer jusqu'à Lannilis, en Bretagne, où se trouve l'usine de transformation. Le forfait établi par cette société est le suivant :

- Marchandise : algues fraîches en vrac non-alimentaire
- Matériel : ensemble ampliroll avec deux caissons bennes 30 m³ et grappin pour chargement autonome
- Chargement jour A pour livraison jour B
- Forfait : 1 200 € + indexation gasoil
- IG = indice CNR cuve moyenne mensuelle base 1,1618 et pondération 28,5 % (pour info, ce mois-ci l'IG est à +5 % environ)

Pour le secteur du Calvados, étant donné le premier devis, il faut compter environ 2 € par kilomètre parcourus. Un transport partant de Bernières-sur-Mer est arrivant à Lannilis coûterait environ 1 600 €

E. La dépréciation du matériel

Amortir le matériel va permettre deux choses : la première est d'étaler l'investissement sur plusieurs années et la deuxième est de prendre en compte la perte de valeur du matériel sur sa durée d'utilisation. Cette perte de valeur est due à son utilisation, à son obsolescence, au temps qui passe. Le tracteur utilisé pour la récolte devra son obsolescence à l'utilisation dans l'eau de mer, qui l'abîme et accélère alors sa perte de valeur.

Un amortissement dégressif n'est pas possible pour du matériel d'occasion. C'est donc un amortissement linéaire qui sera fait.

Amortissement linéaire d'un tracteur d'occasion d'une valeur moyenne de 20 000 € sur une durée de 5 ans, le taux d'amortissement linéaire est donc de 20 % ($\frac{1}{5}$).

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	20 000 x 20%	4 000 €
N+1	20 000 x 20%	4 000 €

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N+2	20 000 x 20%	4 000 €
N+3	20 000 x 20%	4 000 €
N+4	20 000 x 20%	4 000 €

Tableau 1: Amortissement linéaire d'un tracteur

Pour un tracteur d'une valeur de 20 000 €, il faudra compter une perte de valeur de 4 000 € chaque année, pendant 5 ans.

Pour un godet d'une valeur moyenne de 9 500 €, il faudra compter une perte de valeur de 1 900 € par an pendant 5 ans.

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	9 500 €	1 900 €
N+1	9 500 €	1 900 €
N+2	9 500 €	1 900 €
N+3	9 500 €	1 900 €
N+4	9 500 €	1 900 €

Tableau 2: Amortissement linéaire du godet

Concernant la remorque ostréicole, il faudra compter une perte de valeur de 2 000 € par an pendant 5 ans.

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	10 000 x 20 %	2 000 €
N+1	10 000 x 20 %	2 000 €
N+2	10 000 x 20 %	2 000 €
N+3	10 000 x 20 %	2 000 €
N+4	10 000 x 20 %	2 000 €

Tableau 3: Amortissement linéaire d'une remorque ostréicole

F. Rendement monétaire

Afin d'amener un résultat de rentabilité, il est important de différencier deux hypothèses. La première étant que ce soit une entreprise extérieure au domaine de la pêche, qui se charge du ramassage des sargasses, il y aurait donc tous les investissements

à prendre en compte. En revanche, si ce sont des professionnels de la pêche qui s'en charge, ils seront déjà équipés d'une bonne partie du matériel. Il faut aussi différencier le fait que la récolte de sargasse peut se faire manuellement ou mécaniquement.

Après une rencontre avec la société Algaia, intéressée pour transformer et valoriser les sargasses, nous avons pu discuter de leur capacité financière à acheter l'algue récoltée. Leur budget oscille entre 80 € et 100 € la tonne. Le prix d'achat pourrait être de 80 € la tonne pour une récolte mécanique et le budget maximal de 100 € pourrait être envisageable en cas de récolte manuelle.

1°) Rendement d'une récolte mécanique



Ce scénario représente le cas d'une récolte mécanisée de sargasses. Pour ce dernier, deux personnes minimum sont nécessaires pour effectuer le ramassage. Une personne pilotant le tracteur avec le godet chargé de récolter les algues et une autre chargé de remonter les algues sur la plage avec un tracteur équipé d'une remorque ostréicole. En prenant un taux horaire à 25€/heure/personne (comprenant le trajet et l'entretien du matériel), la société chargée de ramasser ces algues devra prendre en charge un coût humain de 2600€/an pour ces deux salariés, étant donné une durée de travail estimée à 52 h/an.

En ce qui concerne le matériel nécessaire à la récolte, il faut :

- un godet d'une largeur de 3.5M de large estimé à 9 500 € à l'achat (prix estimé pour un godet neuf)

- deux tracteurs permettant, pour un, la découpe des algues et pour l'autre, la réception de ces dernières, ils sont estimés à 20 000 € chacun (prix estimé pour des achats d'occasion)
- une remorque ostréicole derrière un de ces deux tracteurs pour la réception des algues coupées estimée à 10 000 € (prix estimé pour un achat neuf).

Tous ces investissements sont par la suite amortis sur une durée de 5 ans. Néanmoins, ce matériel a une durée de vie supérieure à 5 ans. Il faudra tout de même penser qu'un tracteur allant dans l'eau de mer à une durée de vie de seulement 10 ans, en raison de la salinisation des mers. En prenant en compte cet amortissement linéaire, il faudra donc noter des amortissements de l'ordre de 11 900€/an pendant les 5 premières années de lancement du projet sur le compte de résultat.

En résumé, le coût total de la récolte sur les 5 premières années représente 14 500€/an (coût humain + investissement). Après ces 5 ans, seul le coût humain est à prendre en compte jusqu'au futur renouvellement de matériel, soit 2600€/an.

La deuxième étape de notre chaîne de valeur porte sur le transport de la marchandise, pour cette dernière nous avons pu obtenir un devis d'une société de transport qui nous a fait part du forfait qui pourrait être mis en place pour chaque déplacement d'un camion. Etant donné les quantités récoltées estimées dans de précédents rapports, nous avons pu conclure qu'il serait possible de remplir un camion comportant une benne de 18 tonnes par trajet, afin de maximiser la rentabilité de ces déplacements. Pour la récolte manuelle, étant donné les rendements plus faibles, il est important de mutualiser les récoltes afin de remplir entièrement la benne à chaque trajet. Ce forfait est de 1 200 € et comprend un trajet allant des côtes de la Manche jusqu'en Bretagne à Lannilis. En ce qui concerne le Calvados, un transport entre Bernières-sur-Mer, Grandcamp-maisy jusqu'en Bretagne à Lannilis a été estimé à environ 1 600 €.

Une négociation devra être effectuée entre les différents acteurs pour mesurer la prise en charge de ces frais de transports. Mais après entretien avec Algaia, la société de transformation se dit prête à prendre en charge les frais de transport comprenant bien que les récoltants n'ont pas le matériel nécessaire et les moyens de prendre en charge ce transport.

Un autre point important à souligner est qu'il pourrait être nécessaire d'inclure une étape intermédiaire, avant le transport de la marchandise à la société de transformation. En effet, certaines sociétés pourraient avoir besoin que les algues soient séchées afin d'être conservées plus longtemps à leurs arrivées. Cette étape intermédiaire représentera des frais supplémentaires. (données manquantes, nous n'avons pas pu rencontrer l'agriculteur équipé d'un séchoir)

Enfin, la dernière étape est évidemment l'arrivée de la matière première à l'usine de transformation. Pour cette étape, notre objectif était d'estimer un prix de vente minimum afin que l'entreprise récoltante soit bénéficiaire. Pour cela, nous avons repris les données précédentes, c'est-à-dire le coût total de récolte estimé à 14 500€/an sur les 5 premières années, puis les quantités que pourra récolter cette société avec le personnel et le matériel indiqué, soit 156 tonnes/an. Ensuite, à l'aide d'une simple équation, nous avons pu conclure que le prix de vente minimum pour un bilan positif doit être de 93€/tonne, ce bénéfice de seulement 8€/an est très faible, mais il faut bien prendre en compte le fait que ces

amortissements durent 5 ans. Une fois ces amortissements terminés, le bénéfice est de 11 908€/an pour la société récoltante.

En suivant ce modèle, la société de transformation devrait donc déboursier au minimum 14 508€/an pour acheter les 156 tonnes de sargasses récoltées par an, puis y ajouter les frais de transport évoqués précédemment.

Récolte mécanique		
Investissements :	2 tracteurs	40 000 €
	1 godet	9 500 € + frais d'installation
	remorque ostréicole	10 000 €
	Total investissement :	59 500 € Investissement amortis sur 5 ans = 11 900€ /an
Coût humain :	2 personnes minimum pendant environ 52 h par saison	$25 \times 2 \times 52 = 2\,600$ €/an
Quantité maximum récolté		156 tonnes
Prix de vente minimum pour être rentable		93 € / tonne
Bénéfice		8 € de bénéfice par an pendant 5 ans puis 11 936€/an les autres années.

Tableau 4 : Récapitulatif du coût de récolte et des quantités récoltées pour une récolte mécanique

Cas où des professionnels de la mer se chargeaient de la récolte :

Il est important de préciser que le modèle précédent est adapté pour une nouvelle société qui ne possède aucun matériel. Dans notre cas, il a été constaté que cette tâche pourrait être effectuée par des professionnels déjà établis dans le milieu, par conséquent plusieurs de ces investissements ne seraient pas nécessaires. Seul l'achat d'un godet et l'achat d'un tracteur équipé d'un bras mécanique seraient nécessaires. En effet, en général, les tracteurs ostréicoles ne sont pas équipés de bras mécaniques et ne peuvent donc pas réceptionner un godet. Cela représenterait un coût d'investissement estimé aux alentours de 30 000 €. L'amortissement serait de 6 000 € pendant 5 ans.

Le coût humain de 2 600 €/an, lui, ne change pas, deux personnes pour un meilleur fonctionnement sont toujours nécessaires. Les quantités récoltées ne changent pas non plus.

Chaque année, il faudra donc compter 8 600 € de coût de récolte par an pendant 5 ans. Puis pour les années suivantes, seuls les coûts humains et l'entretien du matériel restera à la charge de la société récoltante.

Dans ce modèle, nous n'avons pas pris en compte le transport de la marchandise puisque la société algaia, seule intéressée pour la valorisation des algues, se dit prête à prendre en charge les frais de transport.

Après une équation, la récolte de sargasse, par un professionnel de la mer déjà équipé de certains matériaux, deviendrait rentable pour un prix de vente minimum de 56 euros la tonne. Algaia étant prête à acheter les sargasses récoltées mécaniquement pour 80 € la tonne, le bénéfice serait de 24 €/tonnes et donc de 3 744 € à l'année. Ce bénéfice augmentera une fois tous les investissements finis. Il passera à 63 € la tonne donc à 9 828 € à l'année, si on compte seulement le coût humain. Il ne faut pas oublier qu'il faudra renouveler les deux tracteurs tous les 10 ans environ.

2°) Rendement d'une récolte manuelle de sargasses



Ce scénario représente le cas d'une récolte manuelle de sargasses. Pour ce dernier, quatre personnes minimum sont nécessaires pour effectuer le ramassage, en prenant un taux horaire à 25€/heure/personne (comprenant le trajet et l'entretien du matériel), la société chargée de ramasser ces algues devra prendre en charge un coût humain de 5200€/an pour ces quatre salariés, étant donné une durée de travail estimée à 52 h/an.

Le matériel nécessaire comprend :

- un tracteur permettant la remontée des algues sur la plage. Un tracteur d'occasion coûte environ 20 000 €.
- une remorque ostréicole représentant un investissement de 10 000 €.
- des faucilles sont nécessaires pour la découpe de ces algues

Ces investissements sont par la suite amortis sur une durée de 5 ans. Néanmoins, ce matériel a une durée de vie supérieure à 5 ans. En effet, un tracteur allant dans la mer a une durée de vie d'environ 10 ans.

En prenant en compte l'amortissement linéaire précédemment effectué, il faut compter des amortissements de l'ordre de 6000€/an pendant les 5 premières années de lancement du projet sur le compte de résultat.

En résumé, le coût total de la récolte sur les 5 premières années représente 11 200€/an (coût humain + investissement du matériel). Après ces 5 ans, seul le coût humain est à prendre en compte jusqu'au futur renouvellement de matériel, soit 5 200€/an.

La deuxième étape de notre chaîne de valeur porte sur le transport de la marchandise, pour cette dernière nous avons pu obtenir un devis d'une société de transport qui nous a fait part du forfait qui pourrait être mis en place pour chaque déplacement d'un camion. Etant donné les quantités récoltées estimées dans de précédents rapports, nous avons pu conclure qu'il serait possible de remplir un camion comportant une benne de 18 tonnes par trajet, afin de maximiser la rentabilité de ces déplacements. Pour la récolte manuelle, étant donné les rendements plus faibles, il est important de mutualiser les récoltes afin de remplir entièrement la benne à chaque trajet. Ce forfait est de 1 200 € et comprend un trajet allant des côtes de la Manche jusqu'en Bretagne à Lannilis. En ce qui concerne le Calvados, un transport entre Bernières-sur-Mer, Grandcamp-maisy jusqu'en Bretagne à Lannilis a été estimé à environ 1 600 €.

Une négociation devra être effectuée entre les différents acteurs pour mesurer la prise en charge de ces frais de transports. Mais après entretien avec Algaia, la société de transformation se dit prête à prendre en charge les frais de transport comprenant bien que les récoltants n'ont pas le matériel nécessaire et les moyens de prendre en charge ce transport.

Extrait de l'entretien réalisée avec la société Algaia le 11 mai 2023 : “ [*Pour le transport*], soit les goémoniers donc ceux qui ramassent les algues ont leur propre camion et donc ils déchargent leur bateau dans un camion et ils nous les apportent. S'ils n'ont pas de camion, on travaille avec un ou 2 transporteurs qui sont spécialisés dans le transport des algues. La grande majorité font appel à un transporteur avec un camion benne avec une grue au-dessus et on paye le transporteur.”. (Franck HENNEQUART directeur R&D chez Algaia)

Un autre point important à souligner est qu'il pourrait être nécessaire d'inclure une étape intermédiaire avant le transport de la marchandise à la société de transformation, certaines sociétés pourraient avoir besoin que les algues soient séchées afin d'être conservées plus longtemps à leurs arrivées. Cette étape intermédiaire représenterait quelques frais supplémentaires. (données manquantes, nous n'avons pas pu rencontrer l'agriculteur équipé d'un séchoir)

Enfin, la dernière étape est évidemment l'arrivée de la matière première à l'usine de transformation. Pour cette étape, notre objectif était d'estimer un prix de vente minimum afin que la société chargée de la récolte soit bénéficiaire. Pour cela, nous avons repris les données précédentes, c'est-à-dire le coût total de récolte estimé à 11 200€/an sur les 5 premières années, puis les quantités que pourra récolter cette société avec le personnel et le matériel indiqué, soit 124,8 tonnes/an. Ensuite, à l'aide d'une simple équation, nous avons pu conclure que le prix de vente minimum pour un bilan positif doit être de 90€/tonne, ce bénéfice de seulement 32€/an est très faible, mais il faut bien prendre en compte le fait que ces amortissements durent 5 ans. Une fois ces amortissements terminés, le bénéfice est de 5 232€/an pour la société récoltante. La société de transformation devrait donc déboursier au

minimum 11 232 € pour acheter les 124.8 tonnes de sargasses récoltées par an, puis y ajouter les frais de transport évoqués précédemment.

Cas où des professionnels de la mer se chargeaient de la récolte :

Il est important de préciser que le modèle précédent est adapté pour une nouvelle société qui ne possède aucun matériel. Dans notre cas, il a été constaté que cette tâche pourrait être effectuée par des professionnels déjà établis dans le milieu, par conséquent plusieurs de ces investissements ne seraient pas nécessaires. Les professionnels de la mer sont déjà équipés d'un tracteur et d'une remorque, seul le coût humain et l'entretien du matériel restent à leur charge.

Le coût humain de 5 200€/an ne change pas pour une équipe de 4 personnes pour un meilleur rendement en termes de quantité sont toujours nécessaires. Les quantités récoltées ne changent pas non plus.

Dans ce modèle, nous n'avons pas pris en compte le transport de la marchandise puisque la société Algaia, seule intéressée pour la valorisation des algues, se dit prête à prendre en charge les frais de transport.

Après une équation, la récolte manuelle de sargasses, par un professionnel de la mer déjà équipé du tracteur et de la remorque ostréicole, deviendrait rentable pour un prix de vente minimum de 42 euros la tonne. Algaia étant prête à acheter les sargasses récoltées manuellement pour 100 € la tonne, le bénéfice serait de 58€/tonne. En une année, le bénéfice serait donc de 7 238,40 €.

2. Étude économique pour la récolte des sargasses

La mise en place d'une récolte d'entéromorphes est assez différente de celle des sargasses en raison de leur problématique différente : la récolte des entéromorphes ne peut être effectuée que de façon manuelle puisqu'elle est présente principalement sur les poches ostréicoles.

Un des acteurs principaux serait alors les ostréiculteurs ou les pêcheurs à pied. En effet, une activité secondaire pourrait alors s'ouvrir à eux : la récolte d'entéromorphes. Cependant, pour que cette récolte soit possible, les ostréiculteurs devraient modifier leur façon de travailler. Une de leur méthode est de retourner les poches à huîtres afin de garantir leur croissance et de leur apporter une forme plus conventionnelle. Néanmoins, cette méthode élimine les algues présentes sur les poches et donc détruit la possibilité de récolte de ces dernières. Il a été estimé, dans plusieurs études, que cette méthode n'a pas une importance extrêmement significative sur la croissance des huîtres et qu'il est possible de taper les poches, sans les retourner, pour ne pas altérer le processus de croissance des entéromorphes.

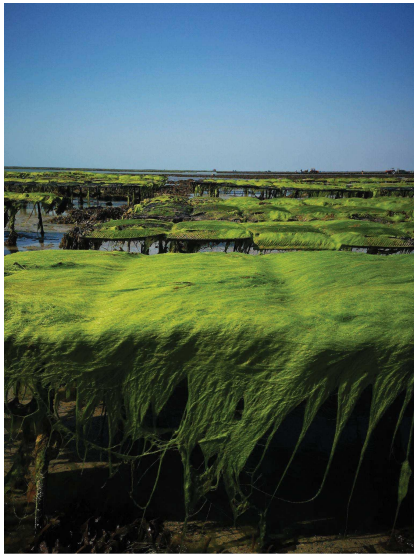


Figure 9 : Entéromorphes à Blainville-sur-mer le 08/06/2023

Les entéromorphes peuvent être récoltées à partir du début du mois de mai, date à partir de laquelle, il semble possible de ramasser au moins 1 kg d'entéromorphes par poches.

Nous avons pu participer à une récolte expérimentale qui nous a permis d'attester la faisabilité du processus et de bien délimiter le matériel nécessaire pour réaliser cette récolte.

Les différentes étapes de cette filière sont détaillées ci-dessous :

A. La récolte est manuelle

Pour notre étude, des estimations ont préalablement été effectuées. Selon ces dernières, la durée moyenne passée sur chaque poche est de 30 secondes ce qui permet de dire que la rentabilité moyenne d'une personne est de 120 kg d'algues récoltées par heure. Pour une efficacité assez importante, trois personnes minimum sont nécessaires. Comme dit précédemment, le temps de récolte annuel moyen est de 52 h dues à la saisonnalité de la ressource, une seule personne est donc en mesure de récolter 6 240 kg d'entéromorphes par saison.

Les algues sont récoltées manuellement. Il suffit de gratter sur la poche puis de faire une boule afin qu'une grande partie des entéromorphes présentes sur la poche se détache facilement. Les algues sont ensuite mises dans des paniers de type ostréicoles (cf. figure 10) ou dans des sacs à oignons. Les paniers ostréicoles permettent un stockage plus facile. (cf. B Stockage)



Figure 10 : Panier prévu pour la récolte d'entéromorphes



Figure 11: Récolte expérimentale du 07/06/2023

Un tracteur est tout de même nécessaire afin de remonter la récolte vers le haut de la plage.

Méthode	Récolte manuelle directement sur les poches ostréicoles
Outils/investissements	1 tracteur + une remorque ostréicole permettant de remonter la matière récoltée
Nombre de personnes	3 personnes minimum
Coût humain	25€/heure/personne
Quantité récoltée	120 kg/heure/personne

Tableau 5 : Récapitulatif récolte manuelle d'entéromorphes

B. Le stockage

Lors de la récolte d'algues, ces dernières sont stockées directement dans des caisses pouvant être palettisées dès l'arrivée chez le professionnel, dans le scénario où un ostréiculteur prend en charge ce processus, cette étape ne posera pas de difficultés étant donné la facilité pour mettre en palette la matière récoltée. Après cela, il suffit de placer ces palettes dans un entrepôt réfrigéré à 4°C sur une durée maximale d'une semaine pour conserver la qualité de l'algue.

Le prix d'une chambre froide traditionnelle oscille entre 7 000 € et 15 000 € pour un volume allant jusqu'à 100 m³. La moyenne est de 11 500 €. Il faut en plus rajouter les frais d'installation qui sont au minimum de 5 000 €. La consommation d'énergie de la chambre devra aussi être prise en compte.

Généralement, les professionnels de la mer sont déjà équipés de ce type d'entrepôt.

Cette étape permet au professionnel de stocker les algues sur toute la durée d'une marée et de pouvoir maximiser la rentabilité du transport effectué par la suite.

C. Le transport

Pour une meilleure conservation, si la distance entre la récolte et l'usine de transformation est élevée, le transport des entéromorphes devra être réfrigéré, Le coût moyen d'un transport frigorifique dépend de la distance et du volume. Cela coûte environ 2 € par kilomètre pour transporter des biens agroalimentaires sur moins de 150 kilomètres, mais cela coûte 1,50 € par kilomètre pour transporter des biens agroalimentaires sur plus de 1000 kilomètres.

D. La dépréciation du matériel

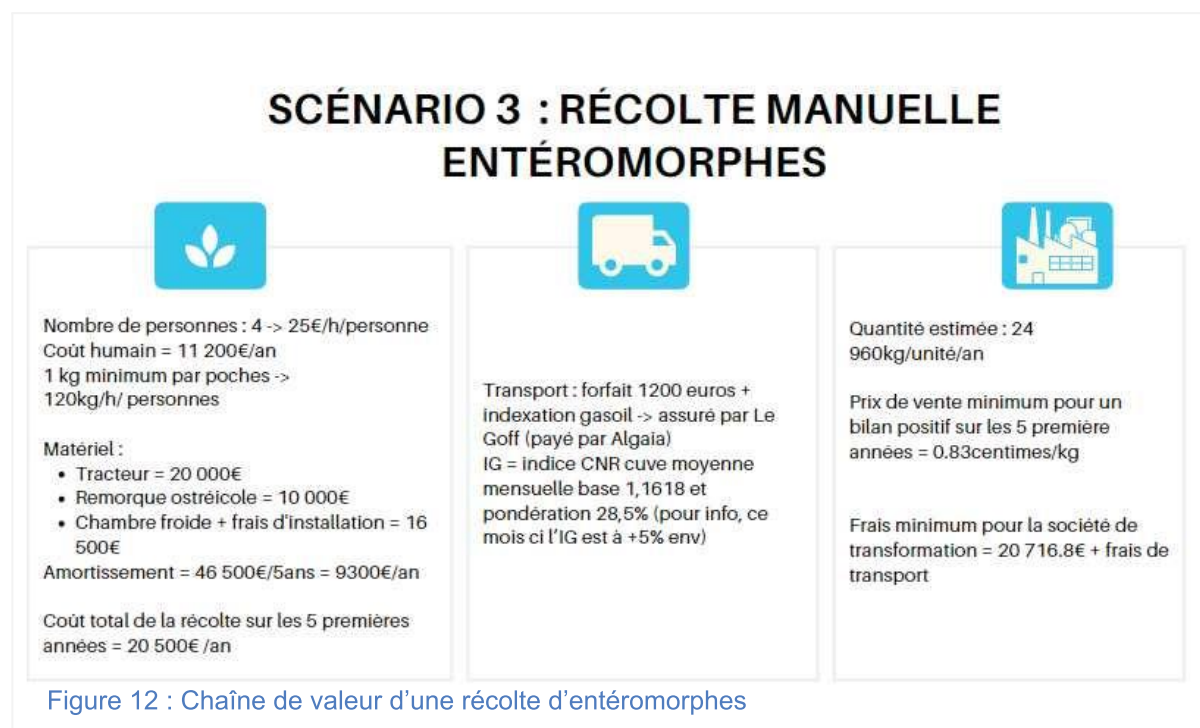
Un amortissement dégressif n'est pas possible pour du matériel d'occasion. C'est donc un amortissement linéaire qui sera fait.

Amortissement linéaire d'un tracteur d'une valeur de 20 000 € sur une durée de 5 ans, le taux d'amortissement linéaire est donc de 20 % ($\frac{1}{5}$).

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	20 000 x 20%	4 000 €
N+1	20 000 x 20%	4 000 €
N+2	20 000 x 20%	4 000 €
N+3	20 000 x 20%	4 000 €
N+4	20 000 x 20%	4 000 €

Tableau 6 : Amortissement d'un tracteur d'une valeur de 20 000 €

E. Rendement monétaire



Pour le cas des entéromorphes, seul un scénario peut être imaginé en raison de l'impossibilité de mécaniser ce ramassage.

Par conséquent, ce scénario représente le cas d'une récolte manuelle d'entéromorphes. Pour ce dernier, quatre personnes minimum sont nécessaires pour effectuer le ramassage, en prenant un taux horaire à 25€/heure/personne (comprenant le trajet et l'entretien du matériel), la société chargée de ramasser ces algues devra prendre en charge un coût humain de 11 200 €/an pour ces quatre salariés, étant donné une durée de travail estimée à 52 h/an.

Ensuite, le matériel nécessaire comprend un tracteur muni d'une remorque ostréicole permettant la remontée des algues sur la plage. Après entretien auprès de professionnels, le tout a été estimé à 30 000 €.

Il est aussi nécessaire d'être en capacité de stocker ces algues une fois ramassées. En effet, contrairement aux sargasses, il sera obligatoire de stocker ces algues dans une chambre froide réfrigérée, pendant au maximum une semaine, afin d'obtenir une quantité suffisante à la fois pour le transport et à la fois pour que la société de transformation puisse lancer une première transformation. Des précédentes études ont montré, que pour une meilleure conservation, les algues devaient être stockées dans une chambre réfrigérée à 4°C. Cette étape demande des investissements supplémentaires. Après recherche, une chambre froide de taille moyenne demande un investissement d'environ 12 000 €. Il faut de plus ajouter les frais d'installation d'environ 5 000 €.

Tous ces investissements sont par la suite amortis sur une durée de 5 ans, néanmoins ce matériel a une durée de vie supérieure à 5 ans. En prenant en compte l'amortissement linéaire effectué précédemment, il faudra donc noter des amortissements de l'ordre de 9 300€/an pendant les 5 premières années de lancement du projet sur le compte de résultat.

En résumé, le coût total de la récolte sur les 5 premières années représente 20 500€/an, après ces 5 ans, seul le coût humain est à prendre en compte jusqu'au futur renouvellement de matériel, soit 11 200€/an.

La deuxième étape de notre chaîne de valeur porte sur le transport de la marchandise. Pour cette dernière, nous n'avons pas rencontré de société intéressée par l'achat de cette algue. Nous n'avons donc pas pu mesurer les frais de transport. On peut tout de même se référer à un tarif de 2 € par kilomètre parcouru si le transport se fait en camion par une société de transport. Il faudra donc négocier par la suite de qui incombe ces frais.

Enfin, la dernière étape est évidemment l'arrivée de la matière première à l'usine de transformation. Pour cette étape, notre objectif était d'estimer un prix de vente minimum afin que la société chargée de la récolte soit bénéficiaire. Pour cela, nous avons repris les données précédentes, c'est-à-dire le coût total de récolte estimé à 20 500€/an sur les 5 premières années, puis les quantités que pourra récolter cette société avec le personnel et le matériel indiqué, soit 24 960 kg/an. Ensuite, à l'aide d'une simple équation, nous avons pu conclure que le prix de vente minimum pour un bilan positif doit être de 0.83centimes/kg. Ce bénéfice de seulement 216€/an est très faible, mais il faut bien prendre en compte le fait que ces amortissements durent 5 ans. Une fois ces amortissements terminés, le bénéfice est de 9 516€/an pour la société récoltante. La société de transformation devrait donc déboursier au minimum 20 716 € pour acheter les 124,8 tonnes de sargasses récoltées, puis y ajouter les frais de transport évoqués précédemment.

Investissement :	
1 tracteur	20 000 €
1 remorque ostréicole	10 000 €
Chambre froide	11 500 €
Frais d'installation	5 000 €
Total	46 500 €

Amortissement pendant 5 ans	46 500 € / 5 = 9 300 €
Coût entreprise : Nombre de personnes Nombre d'heure de récolte Coût entreprise par marée (pour 4h et 4 personnes) Nombre de jours de marée par saison	25 €/h/personnes 3 - 4 personnes 52 h 400 € 28 jours
Total coût entreprise par saison :	11 200 €
Temps de récolte par marée Temps total de récolte par saison Quantité récoltée par marée Quantité récoltée par marée avec 4 personnes	3h 52h 120 kilos/h/personnes 1 440 kilos
Total quantité récoltée par saison avec 4 personnes	24 960 kilos

Tableau 7 : Récapitulatif coût de récolte et quantité récoltée par an

Cas où des professionnels de la mer se chargeaient de la récolte :

Il est important de préciser que le modèle précédent est adapté pour une nouvelle société qui ne possède aucun matériel. Dans notre cas, il a été constaté que cette tâche pourrait être effectuée par des professionnels déjà établis dans le milieu, par conséquent plusieurs de ces investissements ne seraient pas nécessaires. Les professionnels de la mer sont déjà équipés d'un tracteur et d'une remorque, seul le coût humain et l'entretien du matériel restent à leur charge.

Le coût humain de 11 200€/an ne change pas pour une équipe de 4 personnes pour un meilleur rendement en termes de quantité sont toujours nécessaires. Les quantités récoltées ne changent pas non plus.

Dans ce modèle, nous n'avons pas pris en compte le transport de la marchandise puisque nous n'avons pas rencontré de société de transformation intéressée par les entéromorphes.

Après une équation, la récolte manuelle des entéromorphes, par un professionnel de la mer déjà équipé du tracteur et de la remorque ostréicole, deviendrait rentable pour un prix de vente minimum de 0,45 centime /kilos.

Prix (€ /kilos)	Rendement pour une année	Résultat
0.40	9 984	- 1 216
0.45	11 232	+ 32
0,50	12 480	+ 1 280
0.55	13 728	+ 2 528
0.60	14976	+ 3 776

0.65	16224	+ 5 024
0.70	17472	+ 6 272
0.75	18 720	+ 7 520
0,80	19 968	+ 8 768
0,85	21 216	+ 10 016
0.90	22 464	+ 11 264
0.95	23 712	- 12 512
1	24960	+ 13 760

Tableau 8 : Rendement monétaire en fonction du prix de vente

V. Intégration du coût social à la création d'une filière algues en Normandie

1. Coûts évités par les communes

La prolifération des algues est un problème récurrent pour les communes du littoral. Cela impacte notamment le tourisme, à cause de la pollution visuelle et olfactive que peuvent engendrer l'échouage des algues. Chaque année, les communes allouent un budget afin de traiter cette problématique et de proposer des plages plus propres et agréables pour ses touristes. La plupart des communes de Côte de Nacre repoussent les algues pendant la période estivale à l'aide d'un tracteur conduit par un agent de la commune. Ce travail est estimé à 20 h de temps humain par mois, et le coût est estimé à 4 000€ par saison, c'est-à-dire le coût humain (salaire) et le coût du matériel (tracteurs).

La mise en place d'une filière algues permettra la structuration de ce ramassage et ainsi soulager le budget et les moyens alloués par les communes. Ce phénomène se nomme le coût d'évitement, qui se réfère alors aux coûts supplémentaires ou aux sacrifices encourus pour éviter une situation particulière ou une action. Le coût d'évitement peut être de différentes natures. Tout d'abord, il peut prendre la forme de coûts financiers : dans ce cas, le coût d'évitement comprend le coût humain (rémunération de la personne chargée de repousser les algues) ainsi que le coût du matériel (tracteur). Ensuite, le coût d'évitement peut prendre la forme du coût en temps, à savoir le temps passé à repousser les algues.

Coûts dépensés par les communes par saison (Juin-Aout) pour repousser les algues	
Langrune-sur-mer	3 000 €
Bernières-sur-mer	20h /mois 4 000 €

Luc-sur-mer	Temps humain : entre 2h30 et 5h par jour lors de gros échouage
Gouville-sur-mer	Pas de frais engendrés
Bricqueville-sur-mer	Pas de frais engendrés

Tableau 9 : Coûts dépensés par les communes par saison

La commune de Grandcamp-Maisy est un cas particulier. En effet, cette commune, contrairement aux autres, est autorisée à récolter les algues échouées sur la plage puisque celles-ci sont considérées comme un déchet. Tous les ans, l'intercommunalité lance donc un appel d'offres visant plutôt les agriculteurs. Ceux-ci sont alors chargés de récolter les algues, contre une rémunération, lors de forts échouages sur la plage touristique. La période de récolte peut aller de mai jusqu'à fin septembre.

Période	Tonnes ramassés	Tonnes repoussées	Coûts pour la commune
15 Juin-15 Août 2015	2 761 tonnes	98 tonnes	Donnée manquante
28 juin - 24 août 2016	1700 tonnes	22 tonnes	Donnée manquante
5 juillet - 15 août 2017	2 976 tonnes	64 tonnes	Donnée manquante
3 mai - 28 septembre 2018	2700 tonnes	23 tonnes	Donnée manquante
2019	2 624 tonnes	Donnée manquante	45 152 €
2020	1 344 tonnes	Donnée manquante	22 368 €
2021	3 536 tonnes	Donnée manquante	59 277 €
2022	3 968 tonnes	Donnée manquante	78 658 €

Tableau 10 : Coûts dépensés par la commune de Grandcamp-Maisy

L'intercommunalité reçoit une subvention de 13 500 € par an, s'il y a plus de 25 tonnes de ramassés et plus de 25 000 € de frais à engager.

Le marché public peut comprendre plusieurs lots : un lot ramassage, un lot stockage, un lot transport.

Pour l'année 2023, les tarifs des agriculteurs étaient les suivants :

- chargement et transport : 14,50 € HT/tonne
- ramassage : entre 4,00 € et 2,00 € HT → plus de tonnes récolté moins le prix est élevé.

Certaines communes, comme la commune de Bernières, de Grandcamp-Maisy, de Langrune-sur-mer souhaitent pouvoir mieux valoriser ces algues et se disent prêtes à collaborer, pour les mêmes tarifs, si une filière se mettait en place.

Nous avons pu récolter de nombreux retours de représentants de communes du littoral nous expliquant l'impact extrêmement important de ce ramassage sur le tourisme, il serait intéressant de le mesurer afin de négocier auprès d'instances plus importantes des possibles subventions dont pourraient bénéficier les professionnels prenant en charge cette activité de ramassage sur ces territoires. Pour mesurer cela, il existe de nombreuses techniques :

1°) La méthode dite des coûts de transport. Elle est une illustration de l'exploitation de la relation de complémentarité entre une activité, généralement de nature récréative, et un actif naturel. La modification des dépenses affectant l'usage de cette activité donne une information précieuse sur l'évolution de la demande (indirecte) de l'actif naturel. Par exemple, une augmentation des frais de déplacement pour poursuivre une activité récréative (ici, on peut penser à la baignade, la restauration) renseignera sur la dégradation de la qualité de l'actif naturel, puisque pour maintenir le niveau antérieur d'utilité, les individus devront parcourir une distance plus grande.

Cette technique est très intéressante néanmoins, elle demande une quantité de travail importante sur un délai assez long pour obtenir des statistiques exhaustives et ne pas être biaisé.

2°) L'estimation des dépenses de protection. Ici, est exploitée la relation de parfaite substituabilité qui existe entre un bien i (activité de nettoyage) et la qualité d'un actif naturel. L'augmentation des dépenses de protection est un indicateur précieux du consentement à payer des individus pour maintenir constant leur niveau d'utilité, lorsque la qualité de l'actif naturel se dégrade. Elles concernent aussi bien les activités de production que de consommation.

Dans notre cas, cet indicateur est significatif, on peut facilement le mesurer à l'aide des données évoquant le budget alloué au nettoyage des plages par les communes qui, comme on peut le voir pour Grandcamp-Maisy, est croissante au fur et à mesure du temps malgré quelques années particulières.

3°) La méthode des prix hédonistes. Elle est basée sur l'idée que certains biens ne sont pas homogènes et peuvent différer dans leurs caractéristiques dont l'une serait la qualité de l'environnement. Les individus expriment leur consentement à payer pour cette caractéristique en acceptant de déboursier une somme d'argent supplémentaire pour l'acquisition de biens intégrant celle-ci. La méthode peut être appliquée à des biens tels que les automobiles, les habitations, ou encore à des revenus de facteurs, tel le salaire.

Pour notre projet, cette méthode est intéressante, notamment en l'appliquant aux habitations, il faudrait mesurer le consentement des personnes à la recherche d'un logement sur une commune du littoral, à payer plus d'argent pour être à proximité d'une plage propre. Une nouvelle fois, cette technique demande une quantité de travail importante et un délai plus important.

2. Impacts positifs et négatifs de la création d'une filière algues

La mise en place d'une filière algues est un projet qui a été introduit afin de répondre à plusieurs problématiques et qui a donc pour but d'impacter positivement la société toute entière. Néanmoins, chaque étape de cette chaîne de valeur implique aussi des externalités négatives qui ne sont pas à négliger.

Cette partie a donc pour but de notifier et marquer l'importance de prendre en compte chaque externalité engendrée par la création d'une filière algues en Normandie, qu'elle soit positive ou négative.

Premièrement, la récolte de ces algues dites "envahissantes" constitue un bénéfice certain pour les communes comme dit précédemment, mais aussi pour différents corps de métier tels que les producteurs ostréicoles qui sont régulièrement gênés par ces algues faisant irruption sur leurs chantiers. La présence d'algues peut avoir des conséquences négatives sur l'accès à leurs ressources, voire la croissance et le développement des huîtres. On recense aussi des difficultés pour les pêcheurs, écoles de voiles et autres, en raison de la forte présence d'algues pour accéder à la mer lors des périodes de fort échouage d'algues. L'importance d'une plage propre pour le tourisme implique aussi un bénéfice pour toutes les entreprises liées à ce secteur, telles que les restaurateurs, hôteliers...

Extrait entretien avec Catherine Anastasie le 17 mai 2023, Directrice adjointe de la Communauté de communes d'Isigny Omaha-intercom : " ... *[Les marchés publics passés avec les agriculteurs pour ramasser les algues sur la plage de grandcamps-maisy sont considérés comme des échec parce que de toute manière [en période de forte invasion, même si on ramasse] on a des tas d'algues, on peut plus rien faire, l'école de voile par exemple ne peut pas assurer les cours...]* " c'est une commune touristique, donc les gens ne sont pas très contents des odeurs"

Extrait entretien réalisé avec Franck Jouy, maire de la commune de Langrune sur mer : "on pourrait même intégrer les coûts, qui sont inhérents au fait que quand les algues viennent, les touristes ralentent. Et quand les touristes ralentent, ils reviennent moins où reviennent pas. Et dans les années 2016 ou 2017, il y a une enquête qui avait été faite à l'époque par le ministère de la transition écologique, c'était Ségolène Royal qui avait commandé ça à cette époque là, je crois et qui montrait qu'il avait une influence je crois sur 4% du chiffre d'affaires des communes balnéaires, quand il y avait des gros afflux d'algues comme ça, donc ça a aussi un coût pour les communes. Voilà, c'est un des éléments de réflexion supplémentaire."

Ensuite, l'instauration d'une filière aussi novatrice permettrait une diversification des activités présentes sur ce territoire et ainsi l'accès à de nouveaux emplois et de nouvelles formations. Il existe un scénario où les producteurs ostréicoles intègrent cette activité à

celles déjà existantes, ce qui entraînerait une nouvelle demande et potentiellement plus d'emplois à pourvoir sur certaines périodes.

Enfin, d'un point de vue environnemental, ces algues sont maintenant intégrées à l'écosystème et donc importantes pour la biodiversité existante, néanmoins, il est important de réguler leur présence afin de ne pas risquer la destruction d'autres espèces en raison d'une trop forte présence d'algues. On sait par exemple qu'une forte concentration d'algues peut obstruer l'accès à la lumière pour certaines espèces et menacer la pérennité de ces dernières.

Une récolte de sargasse n'est pas destructrice de l'espèce puisque la sargasse est coupée à 15 cm de sa racine ce qui permet une repousse tous les ans de celle-ci.

Extrait entretien réalisé avec Anne-Marie Ruisg, Biologiste au CREC, le 10 mai 2023 :

“Alors, ça dépend de quelle algues vous parlez parce que effectivement la sargasse Donc, elle a été introduite, vous connaissez l'histoire, il y a une trentaine d'années, elle s'est montrée relativement au départ discrète. C'est donc un petit peu les courbes de croissance des algues qui sont envahissantes, il y a un temps donc de latence, d'adaptation, et puis elle s'est mise à proliférer avec donc des nuisances importantes surtout pour les parcs ostréicoles, pour les conchyliculteurs, pour la navigation et donc cette algue a des stratégies de reproduction qui sont très efficaces et aujourd'hui avec peut-être le réchauffement climatique, elle envahit. Il suffit de se lever, de regarder par la fenêtre, la mer est marron, et c'est donc le tapis de sargasse qui flotte sur la surface de la mer. Donc si on prend cette baie de seine, ça a commencé par Courseulle, Bernières et là cette année on en a énormément sur Luc et puis sur Lion, c'est-à-dire sur toute la zone de rocher alors elle a un cycle de vie qui fait qu'elle a une base très solide qui est pérenne c'est à dire qu'en hiver.... En principe son cycle de vie, c'était ça donc à partir du printemps, lorsque l'eau se réchauffe un petit peu et qu'on a des jours un peu plus longs, la lame qui est composée d'un Tal enfin d'une corde cylindrique avec des petites feuilles et des petits flotteurs se met à pousser. Sa croissance a lieu pendant tout le printemps et l'été et en général cette grande lame est arrachée fin d'été début septembre. Ça, c'était le cycle jusqu'à présent de cette algue. Et cette année y a des changements en plus, on a observé que l'année dernière, elle avait été arrachée très tôt et donc que son cycle de croissance était reparti en fin d'été, en automne, et malgré un hiver froid, elle a continué à grandir, à pousser et donc là, au printemps on a vraiment des biomasses très importantes de Sargasses qui font 5-6 m de haut, et qui commence à être un petit peu arrachés en fonction de la hausse, des coefficients. C'est une algue qui s'adapte vraiment très bien aux conditions environnementale et qui nuit à la biodiversité parce que le fait de former donc ce genre de tapis empêche la lumière de pénétrer un peu plus profondément et du coup bah les autres algues ne peuvent pas se développer car elles ont besoin de lumière et elles nuisent à la biodiversité.”

La récolte d'algues entraîne donc bon nombre d'effets positifs pour la société toute entière, cependant, il ne faut pas négliger les externalités négatives qui font suite à cette étape. En effet, comme nous le savons, les plages sont des espaces sensibles déjà fortement touchés par la pollution et intégrer une nouvelle activité mécanisée est néfaste pour l'environnement étant donné les rejets de CO₂ liés à l'utilisation d'un tracteur. De plus, cela peut aussi être problématique lors des périodes de forte affluence, où une telle activité

peut entraîner une pollution sonore et visuelle, ainsi que détériorer la sécurité des touristes. C'est un point qui a été notifié par les représentants de certaines communes.

De plus, ces algues font maintenant partie de l'écosystème et permettent la prolifération de certaines espèces, ce qui a permis la mise en place d'autres activités telles que la pêche de bouquets. Cette activité est grandement facilitée par la présence d'algues et leurs récoltes pourraient impacter cette pêche. Il reste cependant important de notifier que cette filière ne projette pas de récolter l'entièreté des Sargasses et entéromorphes disponibles étant donné les quantités importantes de biomasses.

L'étape du stockage a essentiellement un impact négatif : celui de la consommation d'énergie utilisée par les réfrigérateurs, qui fonctionnent en continu pour conserver une bonne qualité d'entéromorphes. L'étape du séchage pour les sargasses est aussi consommatrice d'énergie. Ces étapes contribuent donc à augmenter les émissions de gaz à effet de serre et polluent l'environnement.

Concernant le transport, l'impact principal est évidemment négatif puisqu'un camion de type moyen émet environ 798 grammes de CO² par kilomètres parcourus. Un transport depuis la Normandie jusqu'en Bretagne (société de transformation Algaia) représente une quantité de CO₂ pouvant aller jusqu'à 303 kilos.

Il y a tout de même un impact positif, pour la société lors de l'étape du transport, qui est la possibilité d'embaucher des personnes en chantier d'insertion, personnes éloignées de l'emploi depuis un certain temps.

Enfin, la première transformation de cette matière première a un effet bénéfique au niveau social étant donné que c'est une nouvelle activité. Cela implique donc une potentielle création d'emplois ou du moins une fixation du nombre d'emplois déjà en vigueur. De plus, comme pour le transport, la mise en place de chantier d'insertion peut être envisagée. Cette étape permettrait également d'instaurer un nouveau marché de produits éco-responsables et bénéfiques pour la santé humaine. Néanmoins, cette transformation représente un coût énergétique important en raison de la quantité d'eau nécessaire pour laver les algues ou encore au vu de l'électricité utilisée pour sécher et broyer les algues. De plus, ces étapes engendrent forcément une part de déchets appelée co-produits qu'il faut prendre en compte et potentiellement chercher à les revaloriser.

Coût social de la création d'une filière algues en Normandie

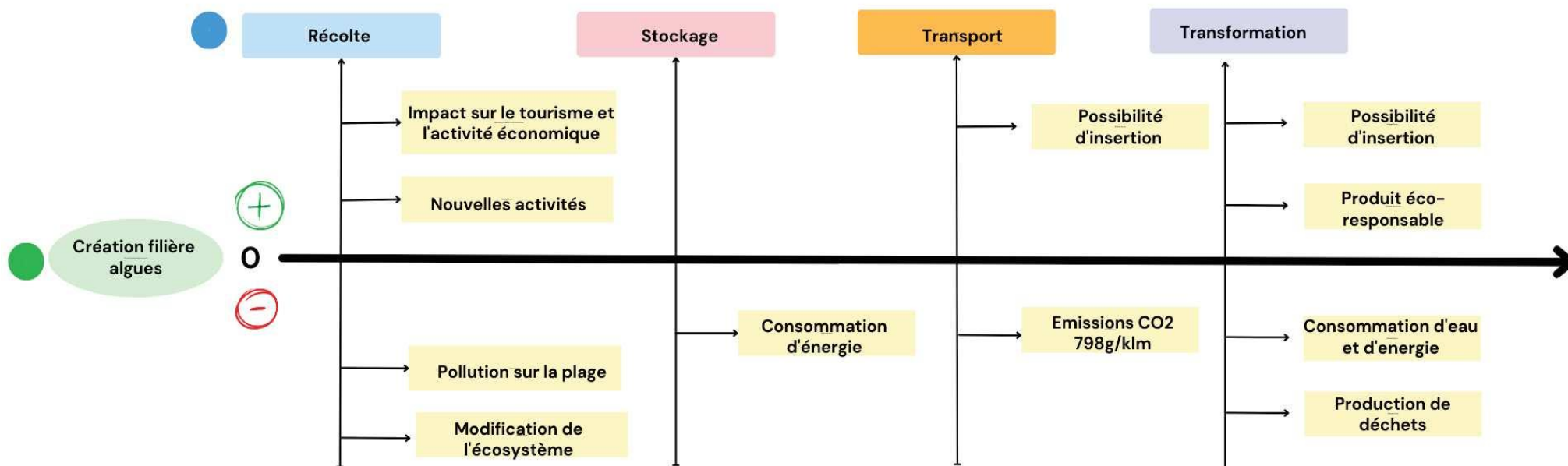


Figure 13 : Récapitulatif du coût social de la création de la filière

3. Proposition de tableaux de bord

Un tableau de bord est un outil de suivi et de pilotage qui permet de visualiser l'ensemble des activités d'une organisation ou d'une filière. Il comprend différents indicateurs qui aident à atteindre les objectifs fixés. Il sert alors à la prise de décision.

Afin d'intégrer le coût social dans la prise de décision de la filière algue, il serait intéressant pour chaque acteur de cette filière d'établir un tableau de bord propre à sa société permettant d'estimer la viabilité sociale et environnementale de cette dernière, ces facteurs sont de plus en plus important à prendre en compte pour la prospérité d'une entreprise. Ils vont permettre d'identifier les différentes activités ainsi que leur impact. Ils sont destinés à l'ensemble des acteurs de la filière. La création de ces tableaux permet d'établir des statistiques et d'évaluer les tendances de l'entreprise selon les actions mises en place, cela permet de rendre compte de l'impact de chaque activité sur l'aspect social et environnemental mais aussi sur l'aspect économique car ces 3 piliers sont liés.

Aujourd'hui, il est de plus en plus difficile pour une société de négliger les aspects sociaux et environnementaux au simple profit de l'aspect économique car nous savons maintenant qu'une société qui se veut pérenne doit absolument concilier ces 3 piliers, les indicateurs suivant mettent facilement en évidence, par exemple, la sécurité au travail est un facteur essentiel à mesurer afin d'être sûr d'avoir des salariés en bonne santé et motivé à effectuer le travail et être productif. Pour aider les différents acteurs de la filière à créer leurs propres tableaux nous avons pu délimiter un certain nombre d'indicateurs importants à prendre en compte pour la mise en place de ces tableaux de bord :

Activités	Indicateurs
Récolte	<p>Le climat social : il regroupe les indicateurs liés au turn-over, à l'absentéisme, aux nombres d'incivilités et à l'ancienneté.</p> <p>Les finances RH : elles comportent notamment les coûts de recrutement, la masse salariale, les coûts des charges sociales et avantages sociaux.</p> <p>La santé et la sécurité au travail : elles englobent, entre autres, les notions d'arrêts-maladie ou d'accidents du travail, la durée moyenne des absences, la répartition des absences par motif ou encore le taux moyen d'absentéisme.</p> <p>Le prévisionnel RH : il inclura, par exemple, le nombre d'embauches à venir, le type de contrats, les promotions, etc.</p> <p>Émissions :</p> <ul style="list-style-type: none">• Émissions toxiques

	<ul style="list-style-type: none"> • Émissions directes de CO2 • Émissions de CO2 indirectes • Émission d'oxyde nitrique • Émission d'oxyde sulfurique
Transport	<p>Le climat social : il regroupe les indicateurs liés au turn-over, à l'absentéisme, aux nombres d'incivilités et à l'ancienneté.</p> <p>Les finances RH : elles comportent notamment les coûts de recrutement, la masse salariale, les coûts des charges sociales et avantages sociaux.</p> <p>La santé et la sécurité au travail : elles englobent, entre autres, les notions d'arrêts-maladie ou d'accidents du travail, la durée moyenne des absences, la répartition des absences par motif ou encore le taux moyen d'absentéisme.</p> <p>Le prévisionnel RH : il inclura, par exemple, le nombre d'embauches à venir, le type de contrats, les promotions, etc.</p> <p>Emissions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Émissions toxiques • Émissions directes de CO2 • Émissions de CO2 indirectes • Émission d'oxyde nitrique • Émission d'oxyde sulfurique
Transformation	<p>Le climat social : il regroupe les indicateurs liés au turn-over, à l'absentéisme, aux nombres d'incivilités et à l'ancienneté.</p> <p>Les finances RH : elles comportent notamment les coûts de recrutement, la masse salariale, les coûts des charges sociales et avantages sociaux.</p> <p>La santé et la sécurité au travail : elles englobent, entre autres, les notions d'arrêts-maladie ou d'accidents du travail, la durée moyenne des absences, la répartition des absences par motif ou encore le taux moyen d'absentéisme.</p> <p>Le prévisionnel RH : il inclura, par exemple, le nombre d'embauches à venir, le type de contrats, les promotions, etc.</p> <p>Energie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation d'énergie, kWh / an • Utilisation de l'énergie dans les bureaux, kWh / m2 • Energie économisée grâce aux améliorations mises en œuvre, %

	<p>Eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation d'eau • % de l'eau recyclée • % de l'eau réutilisée <p>Déchets :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déchets par type et méthode d'élimination
--	--

Tableau 11 : Tableau de bord

Conclusion

En conclusion, cette étude socio-économique sur la création d'une filière algues en Normandie met en évidence un potentiel significatif et prometteur pour le développement durable de la région. Les algues offrent une diversité d'applications dans des secteurs-clés tels que l'alimentation, la cosmétique, la pharmacie, l'agriculture et l'énergie, ce qui ouvre de nouvelles perspectives économiques.

L'exploitation des algues présente des avantages multiples, notamment en termes d'impact environnemental positif. De plus, elles peuvent jouer un rôle essentiel dans la lutte contre le changement climatique en capturant le dioxyde de carbone et en produisant de l'oxygène.

La région normande possède des atouts naturels importants pour le développement de cette filière, notamment un littoral riche en biodiversité et des conditions océaniques favorables à la croissance des algues.

La création d'une filière algues en Normandie aurait des retombées économiques positives. Elle favoriserait la création d'emplois locaux, à la fois dans la collecte des algues, la transformation des produits et la recherche et développement. De plus, elle pourrait renforcer l'attractivité touristique de la région en valorisant les ressources naturelles uniques de la côte normande.

Cependant, la mise en place d'une filière algues nécessiterait une collaboration étroite entre les acteurs publics et privés, ainsi qu'une réglementation adéquate pour garantir la durabilité environnementale de l'exploitation des algues.

Enfin, la création d'une filière algues en Normandie représente une opportunité stratégique pour diversifier l'économie régionale, promouvoir le développement durable et renforcer la résilience face aux défis environnementaux actuels. Une approche holistique, impliquant les acteurs locaux et soutenue par des politiques favorables, pourrait positionner la Normandie comme un acteur majeur dans l'exploitation responsable et innovante des ressources marines.

BIBLIOGRAPHIE

ADEME, Rapport public sur les méthodes de collecte de la sargasse, 2019
<https://martinique.ademe.fr/sites/default/files/dispositifs-collecte-sargasses.pdf>

ADEME, Base carbone, 2023 <https://bilans-ges.ademe.fr/>
ADEUPA, Rapport d'étude sur le poids socio-économique de la filière algues en pays de Brest, 2021
https://adeupa-brest.fr/system/files/publications/fichierjoint/108_7_filiere%20algues%20web_V2_1_0.pdf

AGROCAMPUS OUEST, La filière des algues dans le monde, en Europe, en France, 2015
<https://hal.science/hal-01343425/document>

Conseil général de l'environnement et du développement durable, Rapport d'expertise du projet de filière d'algoculture alimentaire en Bretagne, 2012
https://medias.vie-publique.fr/data_storage_s3/rapport/pdf/124000560.pdf

DESAIGUES Brigitte, POINT Patrick, « Chapitre 1. Les fondements théoriques de la valorisation des actifs naturels », dans : , *L'Économie du patrimoine naturel. La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, sous la direction de DESAIGUES Brigitte, POINT Patrick. Paris, Economica, « Hors collection », 1993, p. 7-39. URL : <https://www.cairn.info/l-economie-du-patrimoine-naturel--9782717825152-page-7.htm>

GREFFE Xavier, « COÛT SOCIAL », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 28 juin 2023. URL : <http://www.universalis-edu.com.ezproxy.normandie-univ.fr/encyclopedie/cout-social/>

MOUSLI Marc, « Taylor et l'organisation scientifique du travail », *Alternatives Économiques*, 2006/10 (n°251), p. 83-83. DOI : 10.3917/ae.251.0083. URL : <https://www.cairn.info/magazine-alternatives-economiques-2006-10-page-83.htm>

NETALGAE, Rapport sur la présentation de la filière des macro-algues par pays, 2012
https://www.researchgate.net/publication/281724351_Presentation_de_la_filiere_des_macro-algues_par_pays_Norvege_France_Royaume-Uni_Espagne_Irlande_Portugal

PORTER Michael E, « Chapitre 2. La chaîne de valeur et l'avantage concurrentiel », dans : , *L'avantage concurrentiel. Comment devancer ses concurrents et maintenir son avance*, Traduit de l'américain par DE LAVERGNE Philippe. Paris, Dunod, « Stratégie d'entreprise », 2023, p. 43-75. URL : <https://www.cairn.info/l-avantage-concurrentiel--9782100838783-page-43.htm>

Pien, S., Eustache, S., Lefebvre, V., Savary M. (2019) Projet ENTEROMORPHES : Evaluation des possibilités de ramassage sur les poches ostréicoles en vue d'une valorisation en Normandie.

ANNEXES

Annexe 1 : Facture de la société Multimer au SMEL pour l'installation d'un godet faucardeur

Annexe 2 : Devis de la SARL GROUPE GENERAL MATERIEL TP pour l'achat d'un godet faucardeur de trois mètres de large

Annexe 3 : Transcription des entretiens réalisés.....	
Claire Charlier (le 7 avril).....	2
Malo Vivier (le 12 avril).....	4
Xavier Blaizot (mail).....	9
Franck Jouy (le 4 mai 2023).....	10
Anne-Marie Ruisg (le 10 mai 2023).....	26
Philippe Chanu (10 mai).....	57
Marine Dehail & Franck (R&D) (11mai).....	67
Xavier Blaizot + Thomas Dupont.. (12mai).....	77
Catherine Anastasie (17 mai).....	115



SARL MULTI-MER

ZA 4 ROUTE DE LA BELLE CROIX

50200 GRATOT

Tél : 02 33 45 72 46

Fax : 02 33 45 53 31

Email : multimer@orange.fr

SMEI

Zone d'activités Conchyliques

50560 BLAINVILLE SUR MER

FACTURE

Numéro	Date	Code client	Date d'échéance	Mode de règlement	N° de Tva intracom
FC180719	17/09/2018	411S800	17/09/2018	A RECEPTION DE FACTURE	

Code	Description	Qté	P.U. HT	Montant HT	TVA
	<u>BON DE COMMANDE N°2018-000043 DU 12/06/2018</u>				
701000	Fabrication d'un godet faucardeur aux normes - Montage hydraulique sur grue avec branchement hydraulique Essai sur place	1,00	14 500,00	14 500,00	20,00

Escompte pour règlement anticipé : 0%

En cas de retard de paiement, une pénalité égale à 3 fois le taux d'intérêt légal sera exigible (Décret 2009-138 du 9 février 2009), ainsi qu'une indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement d'un montant minimum de 40 euros pour les professionnels (Décret 2012-1115 du 9 octobre 2012)

Taux	Base HT	Montant TVA
20,00	14 500,00	2 900,00

Total HT	14 500,00
Total TVA	2 900,00
Total TTC	17 400,00
Acomptes	0,00
Net à payer	17 400,00 €

SARL GROUPE GENERAL MATERIEL TP

ZA CHAMPS 7 LAUX

38190 LE CHAMP PRES FROGES

Tél : 0476529200

Fax : 0476527596

Site web : www.generalmateriel.fr / www.general-tp.com

Email : contact@generalmateriel.fr / contact@general-tp.com



Adresse de Livraison :
SMEL

50000 ST LO

Adresse de facturation :

SMEL

50000 ST LO

Tél :

Email : juliebrl.1118@gmail.com

Devis

Commercial : LHERSONNEAU ADRIEN

Numéro	Date	Code client	Date de validité	Mode de règlement	N° de Tva intracom
DE00070859	14/06/2023	91335	21/06/2023		

Code	Description	Qté	P.U. HT	% Rem	Montant HT	TVA
BF-16-L3500	Godet faucardeur neuf de type BF-16-L3500 Préconisé pour pelle de 8 à 16 tonnes Largeur de travail 3500 mm Poids 300 Kg Roulement SKF Diamètre de coupe 5/ 6 cm Vitesse de coupe = 500/ 600 tr/ minutes Pression maxi : 140 Débit requis : 40 l/ min Equipements de série : * Plaque d'embase prés percés selon gabarit client de série * Limiteur de pression taré à 140 bar * Dent HESSTON avec section dentée * Moteur M+S (allemand) * Roulement SKF (allemand) * double silent bloc à l'entrée/ sortie + coussinet d'étanchéité * Garantie constructeur de 1 an (pièces) SANS ATTACHE	1,00	12 599	37,50	7 874,00	20,00
TXT00047	<u>Conditions - délai de transport et annotations</u> * Transport département 50 * Délai: 40 ours ouvrés + transport COUT DU TRANSPORT A CONFIRMERA LA COMMANDE AVEC COTATION					

ANNEXE 3 : Retranscription des entretiens

Claire Charlier (le 7 avril)

B4C

Moho Caen

Déterminer la chaîne de valeurs → quels sont les acteurs qui vont se succéder

Stage de Garance : aider à la structuration et animation : mettre en place un outil pour mutualiser et créer des synergies → entretiens brefs pr cerner leurs attentes sur cet outil

entretiens : plus pertinent de réunir les collectivités

entretiens d'éléonore : brouillon, prise de notes

qui est b4c :

pôle de compétitivité sur la bioéconomie

cad : valorisation de la biomasse aquatique et agricole et nouvelles ress (ex : insectes)

bioéconomie : production + récolte de la biomasse, stockage, transformation, traitement, jusqu'à la commercialisation.

pôle de compétitivité : réseau rassemble adhérents (500) pme/TPE en premier

Ils restent en BtoB pour structuration filière algues

B4C : normandie, haut de france, grand est.

500 adhérents réparties en 5 communautés : bioressources, food and feed, biobased molécules, matériaux biosourcés, bioénergies

solutions industrielles : obj rendre des solutions possibles

développe des outils de veille + plateforme de mise en relation entre adhérents pour chercher les acteurs et les contacter

service : decide, innovate (au coeur des communautés), boost(startup, investisseurs), explore (débouche à l'international), educate (par rapport au formation, labellisés), shape (promotion & influence

3M d'investissement en fr sur la bioéco

stratégie bioéco :

- etat généraux de la bioéco : réunion, groupe de travail
- observatio gisement biomasse

5 filières clés :

- protéines végétales et nouvelle filières
- bioéco bleu : structuration de nouvelle filière d'avenir, valorisation durable éco produits (déchets valorisé = éco pdt)

ANNEXE 2.

ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DE DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE ALGUES

Une application aux sargasses et entéromorphes

Agathe Behuet, Julie Breuil et Tom Letellier

UFR SEGGAT

Juillet 2023.

PROJET SNOTRA 2

ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DU DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE ALGUES : Une application aux sargasses et entéromorphes



Agathe Behuet, Julie Breuil, Tom Letellier (Master 1 ESEDD)

Tuteur : Bruno Drouot

Maitre de stage : Sébastien Pien



UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE

REMERCIEMENTS

Chers enseignants, encadrants et acteurs engagés,

Tout d'abord, nous tenons à remercier chaleureusement les enseignants du master ESEDD pour leur formation théorique. Vos connaissances approfondies, votre engagement et votre passion communicative ont été une source d'inspiration constante tout au long de ce parcours. Grâce à vous, nous avons acquis des connaissances essentielles qui nous serviront tout au long de nos carrières.

Un merci tout particulier à Bruno Drouot et Cécile Le Corroller, nos encadrants, pour leur encadrement et leurs conseils avisés durant ce stage. Votre expertise et votre disponibilité ont été essentielles pour mener à bien ce projet. Votre soutien et vos encouragements ont été une source de motivation constante, et nous sommes reconnaissant d'avoir eu la chance de bénéficier de vos précieux enseignements.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance envers le SMEL et plus particulièrement Sébastien Pien. Votre accompagnement tout au long de ce projet a été très bénéfique. Votre expertise dans le domaine des algues, votre soutien logistique et votre ouverture d'esprit ont été des atouts majeurs pour faire progresser notre initiative. Sans votre implication, il aurait été difficile de concrétiser notre vision.

Enfin, un grand merci à tous les acteurs directement ou indirectement investis dans ce projet. Votre contribution, qu'elle soit sous forme de temps, de connaissances ou de visions, a été d'une valeur précieuse. Votre enthousiasme et votre volonté de partager vos expériences ont été une source d'inspiration et ont contribué à élargir nos horizons.

En conclusion, nous sommes profondément reconnaissants envers chacun d'entre vous pour votre soutien, votre expertise et votre dévouement tout au long de ce projet sur la création d'une filière algues normande.

Table des matières

I. Introduction.....	4
1. Présentation de la structure d'accueil.....	4
2. Contexte et objectif de l'étude.....	4
3. Secteurs géographiques.....	5
II. Recherche académique.....	8
1. Définition de la chaîne de valeur.....	8
A. La présentation de la chaîne de valeur.....	8
B. Construction de la chaîne de valeur.....	10
C. Limite du modèle.....	12
2. Le coût social.....	13
A. La notion de coût social.....	13
B. L'évaluation du coût social.....	13
C. Les limites de l'évaluation du coût social.....	14
III. Les parties prenantes du projet.....	15
1. Les parties prenantes internes.....	15
A. Les ostréiculteurs.....	15
B. Les pêcheurs à pieds.....	15
C. Les sociétés de transformation.....	15
2. Les parties prenantes externes.....	16
A. Les collectivités territoriales.....	16
B. Les biologistes.....	16
3. Entretiens avec les parties prenantes.....	17
IV. Modèles économiques des sargasses.....	19
1. La récolte est mécanisée.....	20
2. La récolte est manuelle des sargasses.....	21
3. Le stockage.....	22
4. Le transport des algues jusqu'à la société de transformation (Algaia).....	23
5. La dépréciation du matériel.....	23
6. Rendement monétaire.....	24
V. Étude économique pour la récolte des entéromorphes.....	30
1. La récolte est manuelle.....	31
2. Le stockage.....	32
3. Le transport.....	32
4. La dépréciation du matériel.....	32
5. Rendement monétaire.....	33
VI. Intégration du coût social à la création d'une filière algues en Normandie.....	36
1. Coûts évités par les communes.....	36
2. Impacts positifs et négatifs de la création d'une filière algues.....	38
3. Proposition de tableaux de bord.....	43
Conclusion.....	46
BIBLIOGRAPHIE.....	47

I. Introduction

1. Présentation de la structure d'accueil

Le commanditaire à l'origine de cette étude est le SMEL (Synergie Mer et Littoral), qui est un syndicat mixte créé en 1981 et basé dans le département de la Manche. Le SMEL agit en faveur de l'économie maritime, en particulier la pêche, la conchyliculture et l'aquaculture marine. Il a pour but d'accompagner les professionnels de la mer dans leur développement, notamment dans quatre domaines : l'optimisation des cultures marines, la pérennisation de l'exploitation raisonnée, la favorisation de la recherche et de l'innovation pour répondre aux défis économiques et environnementaux, et enfin la participation aux études environnementales afin de mieux s'adapter aux évolutions du milieu.

Pour répondre à ces différents objectifs, le SMEL possède un centre technique à Blainville sur mer dans la Manche, où l'équipe est composée de 12 personnes. Le financement est assuré par le Conseil Départemental de la Manche, les Communautés de communes littorales de la Manche et le Conseil Départemental du Calvados.

Le financement statutaire est assuré par les adhérents du syndicat mixte soit le Conseil Départemental de la Manche, les Communautés de Communes littorales de la Manche et, depuis 2020, le Conseil Départemental du Calvados. De plus, de nombreux projets (environ 80%) font l'objet d'un financement particulier qui peut provenir du Conseil Régional de Normandie, de fonds européens, de l'Ifremer, de l'Etat ou d'autres organismes publics ou privés.

2. Contexte et objectif de l'étude

Depuis plusieurs années, le SMEL, accompagné de différents acteurs tels que le comité régional de conchyliculture, le comité régional de la pêche, B4C ou encore des centres de recherche comme Actalia et Sileban, développe un projet visant à la création d'une filière de récolte d'algues en Normandie, plus précisément basé sur la récolte des algues Sargasses et Entéromorphes. Ce projet, porté par ces différents acteurs, est complexe de par son aspect novateur et les différentes interrogations qu'il implique malgré l'existence de filières du même type en Bretagne par exemple. Pour cela, de nombreuses études portant sur les aspects juridiques, biologiques ou encore économiques sont menées afin d'établir un projet stable et viable sur le long terme.

Après ces années de recherches, il est maintenant possible d'estimer la faisabilité biologique de cette filière au vu de la biomasse disponible et du cycle de vie de ces algues. Elles peuvent même être vues comme nuisibles sur certains secteurs où elles créent de nombreuses problématiques pour les conchyliculteurs ou encore les communes du littoral. Elles posent aussi certains problèmes environnementaux, puisqu'elles modifient drastiquement la biodiversité qui les entoure. Par conséquent, une valorisation à haute valeur ajoutée est envisageable et pourrait être économiquement, socialement et environnementalement bénéfique.

Concernant l'objectif de cette étude, le but était de mettre en place un modèle économique relatant les différents scénarios de récolte possibles tout en incluant le coût social que la création de cette filière engendrerait. En effet, la sargasse et l'entéromorphe sont deux algues qui génèrent des externalités négatives, c'est-à-dire qu'elles engendrent différentes formes de pollution. Ces dernières ont un coût social. Il est constitué du coût de gestion des algues (prévention, collecte et traitement) et du coût lié aux dommages résiduels (conchyliculteurs, industrie du tourisme, activités récréatives non marchandes). Ce coût social est supporté par les pouvoirs publics (coût public) et par des agents privés (coût privé). Toute étude socio-économique de valorisation des dites algues doit tenir compte de ce coût social.

Pour réaliser ce modèle, il a donc été question de bien définir la filière et les différentes étapes à prendre en compte dans ce modèle économique. L'approche par filière permet de se saisir de l'ensemble du contexte et de l'environnement du produit que l'on étudie. Ainsi, en proposant des études économiques par filière, c'est une approche globale qui est proposée permettant de mettre en lumière des réalités, des enjeux et des synergies qui existent et gravitent autour de ce produit. L'analyse d'une filière ne se limite donc pas à étudier les différentes étapes de la vie du produit, mais bien l'ensemble des relations et interdépendances économiques qui existent, ainsi que les échanges nés des multiples transformations qu'il peut subir.

Une filière économique, également connue sous le nom de chaîne de valeur, est une série d'activités économiques qui se déroulent depuis la production d'un produit jusqu'à sa distribution et sa consommation. Cette chaîne d'activités implique souvent plusieurs acteurs et organisations qui interagissent les uns avec les autres.

Une filière économique peut être décomposée en différentes étapes, telles que l'approvisionnement, la production, la transformation, la distribution et la commercialisation. Chacune de ces étapes implique des acteurs et des organisations différentes, ainsi que des coûts et des bénéfices spécifiques.

Une filière économique peut être utilisée pour identifier les opportunités d'amélioration de l'efficacité et de la compétitivité de la production et de la commercialisation d'un produit. Elle permet également de mieux comprendre les coûts et les avantages associés à chaque étape de la chaîne de valeur, ce qui peut aider à prendre des décisions stratégiques en matière d'investissement, de production, de commercialisation et de distribution.

En résumé, une filière économique est une chaîne d'activités économiques liées à l'approvisionnement, la production, la transformation, la distribution et la commercialisation d'un produit, impliquant différents acteurs et organisations. Elle permet d'identifier les opportunités d'amélioration de l'efficacité et de la compétitivité de la production et de la commercialisation d'un produit, ainsi que les coûts et les avantages associés à chaque étape de la chaîne de valeur.

3. Secteurs géographiques

Plusieurs secteurs de toute la Normandie ont été étudiés lors de précédents rapports. Afin de délimiter nos recherches, nous nous sommes concentrés sur les secteurs en raison de leur abondance et de l'accessibilité à la ressource. (cf. carte)

Pour les sargasses, trois zones ont été retenues :

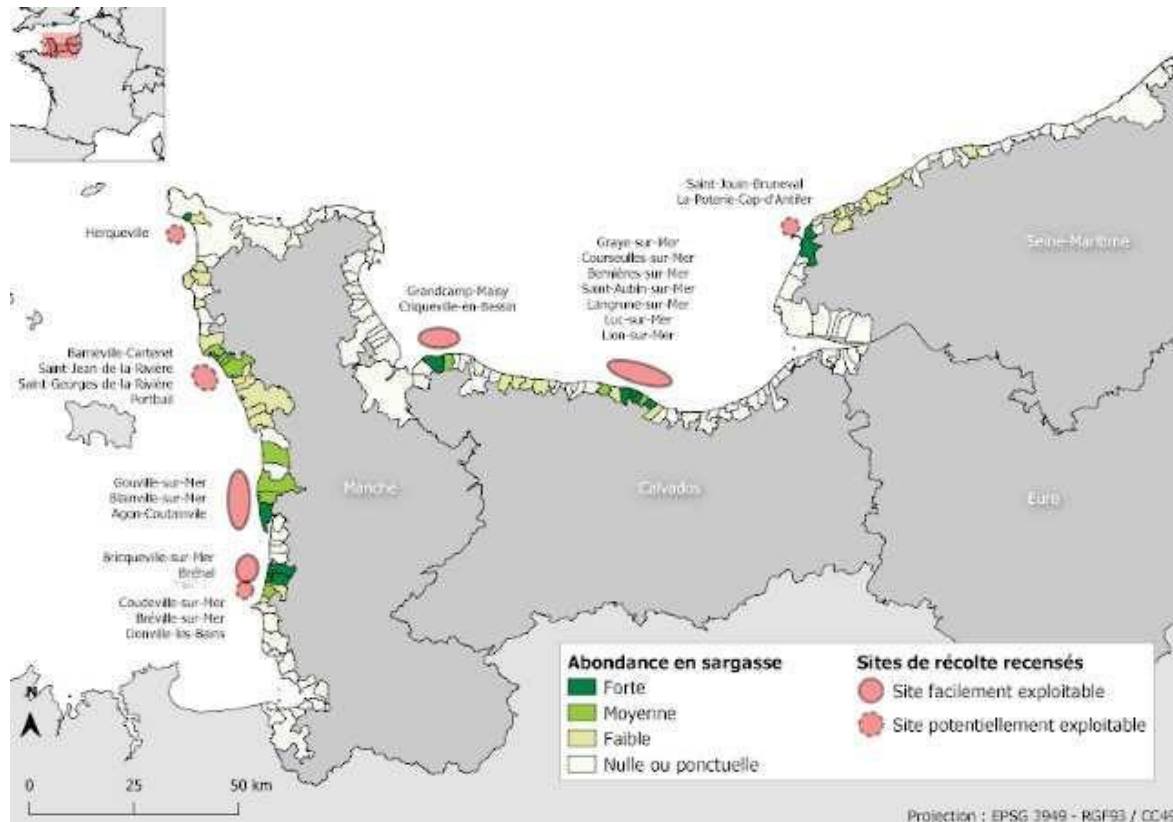


Figure 1 : Abondance de la sargasse et zones de récoltes identifiées sur le littoral normand.
(Source : Rapport SNOTRA 2017-2019)

- zone 1 sur les côtes de la Manche : Briqueville-sur-mer où les algues poussent sur l'éstran et au sein des parcs ou/et s'échouent sur les barrages. Ici, la récolte peut être facilement mécanisée.
- zone 2 dans le Calvados : Grandcamp-Maisy où les algues se développent sur le platier rocheux
- zone 3 dans le Calvados : Côte de Nacre avec notamment la commune de Bernières. Après une rencontre avec un spécialiste des algues et un élu de la commune connaissant tous les deux bien le secteur, une récolte mécanisée peut être possible.

Pour les entéromorphes, une précédente étude a estimé le poids moyen d'entéromorphes récoltables par poche selon différents secteurs de la Normandie.

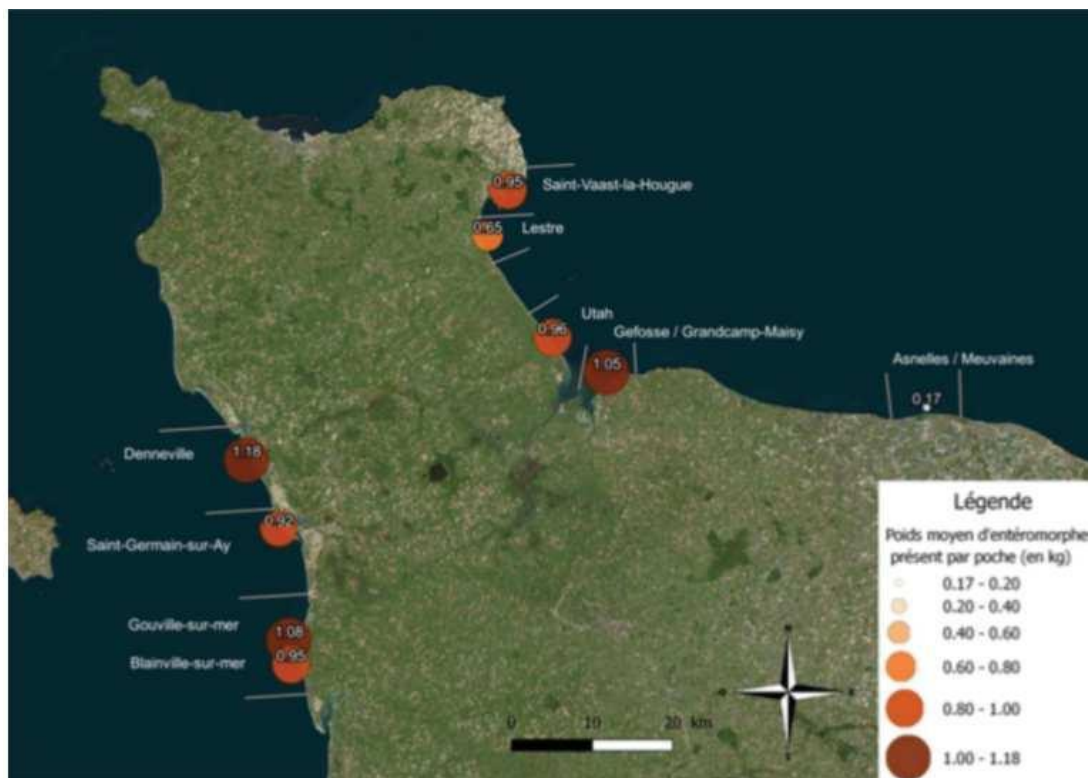


Figure 2 : Poids moyen d'entéromorphes récoltables par poches au niveau des zones conchylicoles de la côte Est et Ouest de Normandie. (Source : Rapport final WP1&WP2 SMEL)

On remarque ici que le poids moyen d'entéromorphes présent par poche varie de 0,92 kilos à 1,18 kilos sur les côtes de la Normandie.

Nous avons donc sélectionné :

- 1 zone dans le Calvados : Grandcamp-Maisy
- 1 zone dans la manche : Gouville-sur-Mer et Blainville-sur-mer étant donné la présence de poches ostréicoles sur ces deux zones.

II. Recherche académique

1. Définition de la chaîne de valeur

Afin de visualiser la logistique de la filière, nous construirons une chaîne de valeur pour chacun des scénarios avec les différentes étapes.

A. La présentation de la chaîne de valeur

La chaîne de valeur est un modèle d'analyse de la valeur créée par une entreprise. Il a été développé par Michael Porter dans les années 1980 et est devenu une méthode populaire pour évaluer les avantages concurrentiels d'une entreprise.

La chaîne de valeur consiste à définir l'ensemble des étapes déterminant la capacité d'un domaine d'activité stratégique, d'une entreprise ou d'une organisation à obtenir un avantage concurrentiel. Un avantage concurrentiel consiste en tout ce qui confère à une entreprise un avantage sur ses entreprises concurrentes, l'aidant à attirer plus de clientèle et à accroître sa part de marché.

Un avantage concurrentiel peut prendre trois formes principales :

- l'avantage de coût : produire un produit ou fournir un service à un coût inférieur à celui des entreprises concurrentes
- l'avantage de l'offre : différencier un produit en ajoutant des fonctionnalités très appréciées de la clientèle
- l'avantage de créneau (ou niche) : servir un segment précis du marché mieux que quiconque.

Le fait d'exceller dans au moins une de ces trois catégories tout maintenant une position concurrentielle dans les deux autres place une entreprise en position de force par rapport à sa concurrence. Si une entreprise n'obtient qu'un rendement moyen dans les trois catégories, elle ne se démarquera pas sur le marché. Elle risque alors d'offrir un sous-rendement, et même, d'échouer.

De manière plus concrète, cela consiste en la schématisation de l'entreprise grâce à l'enchaînement d'activités interconnectées qui développent chacune une valeur plus ou moins stratégique pour l'entreprise. Elle vise à améliorer la compétitivité, réduire les coûts et augmenter la création de valeur. Elle aide à prendre des décisions stratégiques pour les dirigeants.

En effet, la chaîne de Porter permet de comprendre où se trouvent les principaux postes de dépenses et où se crée la valeur. Elle permet, par exemple, de voir quelle activité n'apporte pas de plus-value. La chaîne de valeur donne la valeur totale. Elle comprend les *activités* créatrices de valeur et la marge. Les activités créatrices de valeur sont les différentes activités physiques et technologiques qu'une firme réalise. Ce sont les éléments de base par lesquels une firme crée un produit qui possède une valeur pour ses clients. La marge est la différence entre la valeur totale et l'ensemble des coûts associés à l'exercice

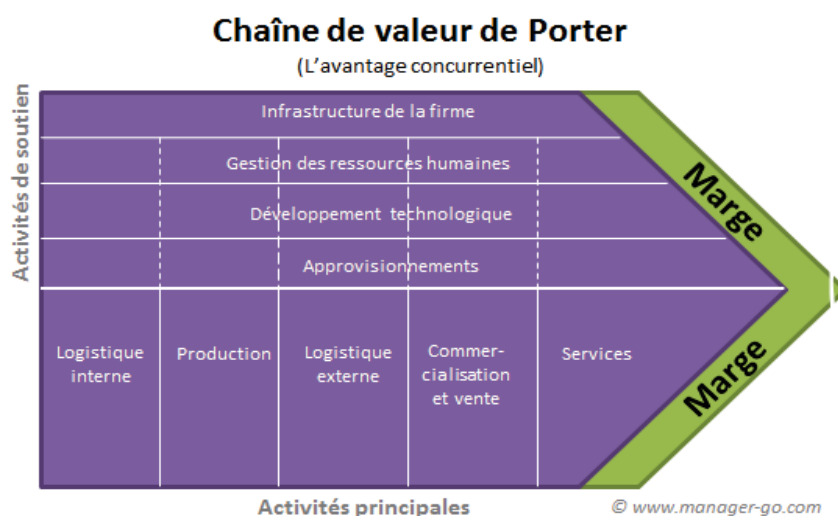
des activités créatrices de valeur. On peut mesurer la marge de diverses manières. Les chaînes de valeur des fournisseurs et les circuits de distribution comprennent aussi une marge qu'il importe d'isoler pour comprendre les sources de positionnement d'une firme dans le domaine des coûts, parce que la marge des fournisseurs et des circuits de distribution est une fraction du coût total supporté par le client.

Toute activité créatrice de valeur nécessite l'achat de moyens de production, des ressources humaines (main-d'œuvre et encadrement) et une forme ou une autre de technologie pour remplir sa fonction.

Cette chaîne de valeur permet donc de diviser les activités d'une entreprise en deux grandes catégories : activités qui créent fortement de la valeur et les autres, moins génératrices de valeur. Cette division va ensuite aider à prendre les bonnes décisions et opter pour la meilleure décision stratégique pour chaque activité. Parmi les options qui se présentent aux entreprises, on peut en distinguer trois : faire, faire avec et faire faire. La première option implique de ne jamais déléguer une partie de l'activité à une entité externe à l'entreprise ce qui s'oppose à faire faire qui implique cette fois de déléguer une ou plusieurs activités de l'entreprise. L'autre option : faire avec, consiste à collaborer avec d'autres entités externes pour réaliser une activité.

Porter distingue deux activités génératrices de valeurs :

- Les activités principales concernent la production (transformation de la matière première), la commercialisation (stockage, distribution, vente), le marketing et les services.
- Les activités de support concernent l'approvisionnement (réception, stockage distribution), les ressources humaines, l'administratif, la recherche et développement, les infrastructures de la firme et le développement technologique). Ce sont des activités qui soutiennent les activités principales, tandis que les activités principales sont directement impliquées dans la création et la vente du produit ou du service.



Voici une image schématisant la chaîne de valeur de Porter avec les activités principales et les activités de soutien. Dans les deux activités l'entreprise peut faire une marge.

Les activités créatrices de valeur sont donc les éléments de base de l'avantage concurrentiel. La façon dont chaque activité est exercée et les mécanismes économiques qui la sous-tendent déterminent si la firme a des coûts élevés ou faibles par rapport à ses concurrents. La façon dont chaque activité créatrice de valeur est exercée déterminera aussi la contribution qu'elle apporte aux besoins des clients et, par conséquent, à la différenciation. Une comparaison des chaînes de valeur des concurrents dévoile les différences qui feront l'avantage concurrentiel.

C'est l'analyse de la chaîne de valeur, et non celle de la valeur ajoutée, qui convient pour l'étude de l'avantage concurrentiel. On a parfois retenu la valeur ajoutée (différence entre le prix de vente et le coût d'achat des matières premières) pour l'analyse des coûts, parce qu'on la considérait comme le seul domaine contrôlable. Mais la valeur ajoutée n'est pas une bonne base d'analyse des coûts, parce qu'elle néglige à tort les nombreux moyens de production autres que les matières premières que la firme achète pour exercer ses activités. On ne peut évaluer le coût des activités sans examiner en même temps le coût des moyens qui servent à les exercer. Par ailleurs, la valeur ajoutée ne met pas en lumière les liens existant entre une firme et les fournisseurs susceptibles de réduire les coûts ou de renforcer la différenciation.

B. Construction de la chaîne de valeur

Pour effectuer ce diagnostic, il faut suivre plusieurs étapes :

- La première phase consiste à définir les activités de l'entreprise avant de les analyser dans un second temps à l'aide de la division en deux catégories comme expliqué précédemment.
- A la suite de ces deux étapes, il sera possible de définir le schéma de la chaîne de valeur de l'entreprise ce qui servira à analyser la chaîne de valeur de l'entreprise et à définir les activités créatrices de valeur qui contribuent à l'avantage concurrentiel de l'organisation.

À l'intérieur de chaque catégorie d'activités principales et de soutien, il y en a de trois types selon le rôle joué dans l'obtention d'un avantage concurrentiel :

- Les activités directes. Activités directement impliquées dans la création d'une valeur pour le client, comme l'assemblage, l'usinage de pièces, le fonctionnement de la force de vente, la publicité, la conception du produit ou le recrutement.
- Les activités indirectes. Activités permettant d'exercer de façon continue les activités directes, comme l'entretien, la fixation des calendriers, le fonctionnement des installations, la gestion de la force de vente, la gestion de la recherche ou l'enregistrement des résultats des vendeurs.
- La garantie de qualité. Activités garantissant la qualité des autres activités, comme la surveillance, l'inspection, les essais, les vérifications, la récapitulation, l'adaptation et la rectification. La garantie de qualité n'est pas synonyme de gestion de la qualité, parce que de nombreuses activités créatrices de valeur contribuent à la qualité.

Dans toutes les firmes, on trouve des activités indirectes et des activités destinées à garantir la qualité. Les trois types d'activité ne se rencontrent pas seulement dans les activités principales, mais aussi dans les activités de soutien. Par exemple, dans le développement

technologique, les équipes de laboratoire exercent réellement des activités directes, alors que la gestion de la recherche est une activité indirecte.

On perçoit souvent mal le rôle des activités indirectes et des activités destinées à garantir la qualité. Pourtant, il est très important de les distinguer, lorsqu'on veut faire un diagnostic de l'avantage concurrentiel. Dans de nombreux secteurs, les activités indirectes représentent une fraction importante et rapidement croissante des coûts. Elles peuvent aussi jouer un rôle majeur dans la différenciation par leurs effets sur les activités directes. Malheureusement, les dirigeants les confondent souvent, alors que leurs mécanismes économiques sont très différents. Il n'est pas rare de devoir arbitrer entre elles : une augmentation des dépenses d'entretien réduit le coût de fonctionnement des machines. On regroupe par ailleurs souvent les activités indirectes sous la rubrique « frais généraux », ce qui occulte leur coût et leur contribution à la différenciation.

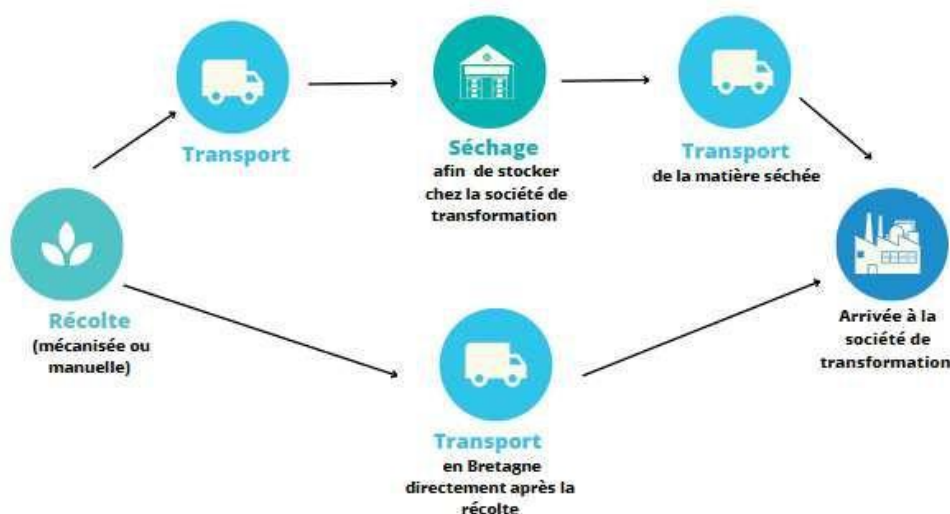
Les activités associées à la garantie de qualité se rencontrent aussi dans presque toutes les parties de la firme, bien qu'on ne les perçoive que rarement comme telles. Les essais et l'inspection interviennent dans de nombreuses activités principales. En dehors de la fabrication, les activités destinées à assurer la qualité sont souvent mal perçues. Leur coût cumulé peut être très élevé, comme le montre l'attention récente portée à la qualité. Elles ont aussi souvent des effets sur le coût ou l'efficacité d'autres activités. Et la façon dont les autres activités sont exercées a, à son tour, une influence sur le besoin et le type d'activités destinées à assurer la qualité. La possibilité de simplifier ou d'éliminer les activités directement liées à la garantie de la qualité grâce à une meilleure pratique des autres activités est au centre de l'idée selon laquelle la qualité peut être « gratuite ».

Une fois ces étapes franchies, l'entreprise peut définir les points positifs et négatifs de son activité et externaliser les activités destructrices de valeur ou qui n'en créent simplement pas. L'entreprise peut aussi accentuer sa spécialisation sur les activités où elles tirent le plus d'avantage concurrentiel.

Par conséquent, ce modèle de Porter possède de nombreux avantages afin d'établir une filière et est très utile afin de guider les entreprises vers une production vertueuse, c'est pour cela que ce modèle est encore très répandu et utilisé par de nombreuses firmes. On peut citer de nombreux bénéfices à ce modèle, d'abord cela permet d'améliorer la compétitivité de l'entreprise, réduire les coûts, accroître la création de valeur, mais il a aussi comme avantage de permettre la comparaison de notre activité avec celle des concurrents pour détecter les forces et faiblesses et mieux comprendre la valeur ajoutée de cette dernière.

La chaîne de valeur d'une récolte de sargasse est constituée comme ci-dessous.

Figure 3 : Chaîne de valeur des sargasses

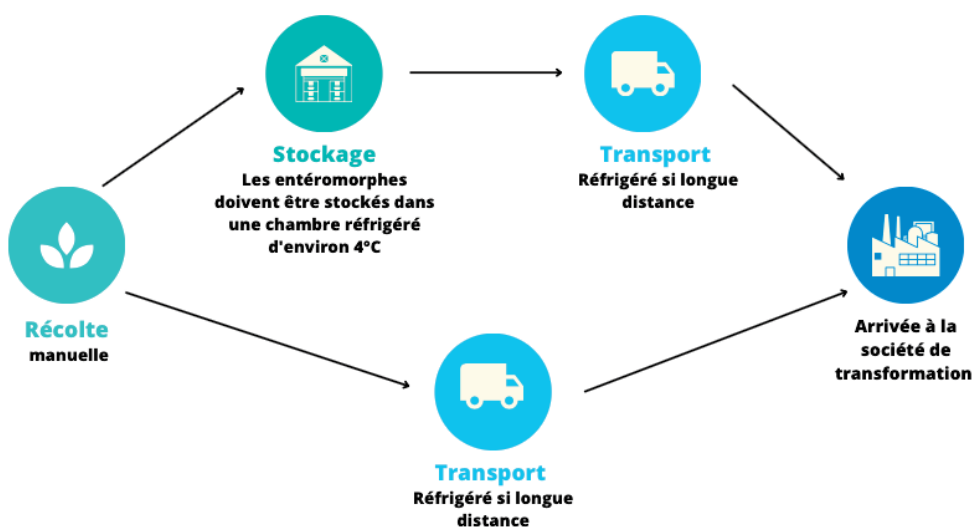


Source : Elaboration des auteurs

Directement après la récolte, les sargasses peuvent être envoyées à l'usine de transformation située en Bretagne. Un stockage entre la récolte et le transport peut tout de même être envisagé si la société n'est pas disposée à traiter aussitôt les algues. Le meilleur moyen de stockage serait alors de sécher les algues.

La chaîne de valeur des entéromorphes est constituée comme ci-dessous.

Figure 4 : Chaîne de valeur des entéromorphes



Source : Elaboration des auteurs

Ici, les entéromorphes doivent être stockés au froid à une température de 4°C pour une meilleure conservation d'après Sébastien Pien.

C. Limite du modèle

Néanmoins, le modèle a quelques limites. En effet, il nécessite une masse de données démentielles et parfois difficile à obtenir. Les entreprises doivent être en mesure de collecter et d'analyser les données nécessaires pour évaluer les activités de la chaîne de valeur. L'analyse de la chaîne de valeur est donc une tâche relativement lourde et peu précise, son application nécessite une grande expertise.

De plus, la chaîne de valeur de Porter se concentre sur les activités internes d'une entreprise et ne prend pas en compte les facteurs externes tels que les conditions économiques, les tendances du marché et les facteurs politiques. Ces facteurs peuvent avoir un impact significatif sur la compétitivité de l'entreprise et doivent être pris en compte dans l'analyse.

Ce modèle nécessite une mise à jour régulière puisque les activités de la chaîne de valeur peuvent changer au fil du temps en raison de facteurs tels que les évolutions technologiques et les changements de comportement des clients. Par conséquent, les entreprises doivent mettre à jour régulièrement leur analyse de la chaîne de valeur pour s'assurer qu'elle est toujours pertinente.

En se concentrant sur les activités de la chaîne de valeur, autrement dit sur la rentabilité des activités, les entreprises peuvent perdre de vue d'autres aspects importants de leur entreprise, tels que le social, l'impact environnemental, la stratégie à long terme. Il apparaît donc important de prendre en compte ce qu'on appelle le coût social.

2. Le coût social

A. La notion de coût social

Tout agent économique supporte normalement des coûts liés à son comportement. Mais certains coûts échappent à la sanction du marché. Les premiers coûts sont appelés les coûts privés et les coûts échappant au marché sont nommés les coûts externes à l'agent. L'ensemble de ces coûts, privés et externes, sont le coût social.

En d'autres termes, le coût social fait référence aux conséquences économiques et non économiques d'une activité ou d'une décision sur la société dans son ensemble. Cette notion souligne que les coûts d'une action ne se limitent pas aux dépenses directes, mais incluent aussi les effets externes et les coûts supportés par la société dans son ensemble. L'analyse des coûts sociaux permet d'évaluer les effets à long terme et les impacts indirects d'une action, comme la création d'une nouvelle activité sur la société par exemple.

Dans l'analyse du coût social, les externalités, qu'elles soient positives ou négatives, sont à prendre en compte.

Une externalité est un effet involontaire produit par un choix ou une activité économique sur des individus ou des entités qui ne sont pas directement impliqués dans la décision, le projet. Elles peuvent être positives par exemple, la création d'une nouvelle activité économique entraîne la création d'emplois, ou négative si la nouvelle activité génère des émissions nocives polluant l'air et dégradant l'environnement. Ces externalités ont un impact sur la société.

B. L'évaluation du coût social

La mesure du coût social est un défi complexe et pas toujours quantifiable. Il y a tout de même certains calculs possibles en fonction du type de coût social. Effectivement, il existe plusieurs types de coût social :

Les coûts liés à la santé : une activité économique peut avoir des conséquences sur la santé des individus. Les industries polluantes sont les principales concernées en raison de leur pollution de l'air ou même de l'eau. Pour mesurer ce coût, on peut prendre en compte les coûts liés à ce problème comme les frais médicaux par exemple.

Les coûts environnementaux : une activité polluante a des conséquences sur l'environnement et sur la biodiversité. L'exploitation non durable des ressources naturelles ou encore la dégradation des écosystèmes est également à prendre en compte puisqu'elle aura un impact à long terme sur la société notamment en termes d'adaptation. Pour mesurer l'impact de ce coût sur la société, plusieurs méthodes existent. On peut tout d'abord évoquer le coût de remise en état des lieux, c'est-à-dire combien faut-il d'argent pour remettre le lieu dans son état d'origine. Pour évaluer un dommage, on peut aussi utiliser la méthode du consentement à payer ou à recevoir. Le consentement à payer est égal au montant de consommation auquel un agent accepterait de renoncer pour financer une amélioration de son environnement. En d'autres termes, combien l'agent serait-il prêt à payer pour améliorer son environnement. Le consentement à recevoir, lui, est égal au montant de consommation supplémentaire nécessaire à un agent pour compenser une dégradation de son environnement. En d'autres termes, combien est-il prêt à recevoir en compensation de la dégradation de son environnement.

Les coûts liés au chômage : le chômage peut avoir des répercussions sur la société. Au-delà de l'aspect financier, il peut y avoir des problèmes de santé mentale et une baisse d'estime de soi. Ces coûts peuvent être pris en compte en calculant les dépenses publiques liées au chômage. Souvent, ce seront des coûts évités par la société et donc une externalité positive lors de la création d'une activité nécessitant l'emploi de nouvelles personnes.

C. Les limites de l'évaluation du coût social

L'évaluation des coûts sociaux présente plusieurs limites et défis importants. Voici quelques-unes des principales limites de l'évaluation des coûts sociaux :

L'évaluation des coûts sociaux implique souvent des jugements subjectifs pour attribuer une valeur monétaire aux avantages et aux coûts sociaux. Différents individus ou groupes peuvent avoir des perspectives différentes sur la valeur de ces impacts, ce qui peut rendre les résultats controversés.

Il peut aussi être difficile de collecter des données précises sur les coûts et les avantages sociaux, en particulier pour des facteurs intangibles tels que le bien-être, la qualité de vie ou la santé mentale. Cela peut entraîner des estimations inexactes.

L'évaluation des coûts sociaux a souvent une vision à court terme ce qui peut sous-estimer les coûts ou les avantages à long terme d'une décision ou d'une action.

De plus, il existe souvent une incertitude inhérente à l'évaluation des coûts sociaux, en particulier lorsque l'on prédit des impacts futurs. Les erreurs de prévision peuvent avoir des conséquences importantes.

L'évaluation des coûts sociaux peut ne pas prendre en compte de manière adéquate les questions d'équité et de distribution des avantages et des coûts. Certaines populations peuvent supporter une part disproportionnée des coûts, tandis que d'autres en bénéficient davantage.

Les normes sociales et les valeurs évoluent avec le temps, ce qui peut rendre obsolètes les évaluations des coûts sociaux basées sur des hypothèses antérieures.

Enfin, nous pouvons évoquer la morale. Comment peut-on quantifier la valeur d'une vie ?

Malgré ces limites, l'évaluation des coûts sociaux reste un outil important pour prendre des décisions éclairées qui tiennent compte des impacts sur la société dans son ensemble. Il est essentiel de reconnaître ces limites et de les prendre en considération lors de l'utilisation de cette approche pour orienter la prise de décision. Pourtant, dans les faits, rarement, ces coûts, supportés par la société, ne sont pris en compte par les entreprises et encore moins dans leurs calculs de rentabilité.

Afin d'identifier les différents coûts sociaux engendrés par cette nouvelle activité, il nous a été primordial d'identifier et de rencontrer les différentes parties prenantes du projet.

III. Les parties prenantes du projet

A la suite du travail de recherche académique, il a été important de bien délimiter les différentes parties prenantes déjà impliquées ou qui pourraient à l'avenir y prendre part. Ce travail a pour objectif de cerner les différents acteurs à rencontrer et ce qu'ils pourraient apporter à notre travail afin de compléter les recherches préalablement établies. Nous avons donc défini ces parties prenantes. Pour bien cerner l'importance de chaque partie prenante, nous avons délimités les parties prenantes internes et externes, c'est-à-dire, d'un côté, les acteurs directement impliqués dans le projet et de l'autre côté les acteurs à première vue, extérieur au projet mais qui sont indirectement impactés par ce dernier et ont donc un intérêt particulier à y prendre part.

1. Les parties prenantes internes

A. Les ostréiculteurs

La première catégorie d'acteurs touchés par la problématique des algues est celle des producteurs ostréicoles. Cette approche a pour but de se rendre compte de l'impact de la présence des algues sur leurs cultures ainsi qu'aborder la possibilité de les intégrer à la filière, en leur proposant une réflexion portant sur l'intégration d'une activité secondaire, basée sur le ramassage de ces algues. En effet, ces acteurs étant directement impactés, il est plus simple pour eux de rendre compte des détails nécessaires à prendre en compte pour mettre en place un modèle fiable. De plus, le matériel nécessaire est souvent déjà possédé par ces personnes. Ces entretiens nous ont permis d'obtenir des données liées aux investissements matériels primordiaux pour cette activité.

B. Les pêcheurs à pieds

Dans de précédents rapports, les pêcheurs à pied professionnels se sont dits intéressés en cas de lancement de la filière. Il est donc important de les considérer comme de futur acteur potentiel de la filière et donc de les rencontrer. Ces pêcheurs pourraient faire bénéficier à la filière leur expérience de récolte et partager leurs opinions sur le lancement d'un tel projet et sur les méthodes à privilégier.

C. Les sociétés de transformation

La dernière partie prenante interne que nous avons définie est celle relatant les sociétés de transformations intéressées par la matière première récoltée et prêtes à s'impliquer dans la filière. Cette étape étant la dernière de notre chaîne de valeur, il était nécessaire de rencontrer au moins une société afin de comprendre le processus de transformation de ces algues et obtenir une estimation du prix auquel la matière pourrait être vendue et quelles valorisations sont possibles pour la société.

2. Les parties prenantes externes

A. Les collectivités territoriales

Les premières parties prenantes externes que nous avons prises en compte sont les collectivités territoriales. L'objectif de notre étude ayant pour but d'intégrer un coût social au modèle économique afin de prendre en compte l'aspect social et environnemental dans ce dernier, il est apparu primordial de prendre en compte ces acteurs et en particulier les représentants des communes du littoral, touchés de plein fouet par ces échouages d'algues et régulièrement contraint d'effectuer des opérations de repousse voir de récolte d'algues sur leurs plages. Il était donc important de s'entretenir avec ces représentants afin de mesurer les impacts et la faisabilité d'une filière de la sorte sur leurs territoires. Il était aussi question d'obtenir différentes données quantitatives liées aux opérations de repousses et de

récoltes effectuées en période estivale. De plus, ces rencontres nous ont permis d'effectuer une première approche afin d'estimer le degré d'implication des communautés de communes au sujet de cette problématique et de potentiellement les motiver à prendre part à ce projet.



Source : Elaboration personnelle

Pour illustrer les différents intérêts pour lesquels il est primordial d'intégrer les collectivités territoriales à la filière, nous avons jugé pertinent de vous représenter un nuage de mots recensant les thèmes qui ont principalement été abordés lors de nos entretiens avec ces acteurs. Ici, on retrouve des mots tels que "touriste" qui montre que les communautés de communes ont bien souvent un intérêt particulier à éviter la présence de ces alques pour ne pas influencer sur leur affluence touristique.

B. Les biologistes

Parmi les éléments importants de la filière, il faut prendre en considération l'aspect biologique lié à ce ramassage. En effet, les algues étudiées étant des espèces dites "invasives", leur présence affecte considérablement la biodiversité normande. De nombreux facteurs purement biologiques sont importants à prendre en compte pour établir un modèle économique viable. Par exemple, la saisonnalité de ces algues fait partie des détails à ne pas négliger et qui pourrait être un frein à la mise en place d'une filière sur notre territoire. Il était donc très important de rencontrer des biologistes tels qu'Anne-Marie Rusig, chercheuse à l'Université de Caen, spécialisée dans la biologie marine, afin de bien délimiter tous les facteurs à considérer pour que notre étude soit complète. De plus, les biologistes jouent un rôle très important dans la mise en place de la filière algues car ce sont eux qui réalisent des recherches afin de connaître toutes les possibilités de transformation de ces algues, ils testent différents procédés pour utiliser les algues en tant que biofertilisant mais ils les utilisent également comme ingrédient dans les cosmétiques par exemple. Ils analysent

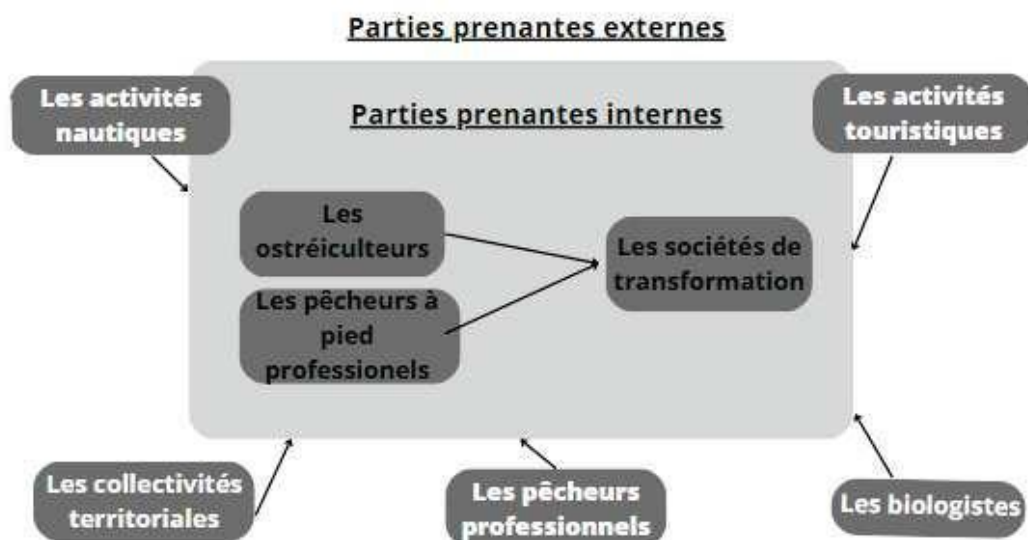
ensuite les résultats pour savoir quel choix serait le plus optimal en termes de rentabilité et de faisabilité.



Source : Elaboration personnelle

Une nouvelle fois nous avons jugé utile de représenter les thèmes abordés auprès des biologistes à travers un nuage de mots. On peut apercevoir des mots comme “Biomasse” ou encore “qualité” qui représente bien un des principaux intérêts de ces rencontres qui était de bien comprendre les fluctuations de la biomasse et quelle qualité était nécessaire pour envisager une valorisation.

Voici un schéma récapitulatif des différentes parties prenantes du projet.



Source : Elaboration personnelle

3. Entretiens avec les parties prenantes

La définition claire de ces différentes parties prenantes nous a permis de contacter plusieurs acteurs afin de s'entretenir avec ces derniers. Nous avons obtenu des informations permettant d'étoffer nos connaissances sur le sujet ainsi que des données quantitatives et qualitatives pour la réalisation de cette étude socio-économique.

Premièrement, nous avons pu rencontrer bon nombre de collectivités territoriales telles que les communes de Luc-sur-Mer, Langrune-sur-Mer, Bernières-sur-Mer, Courseulles-sur-Mer ou encore l'intercommunalité Isigny-Omaha-Intercom. Ces rencontres furent bénéfiques pour plusieurs raisons. Nous avons pu constater l'énorme impact qu'engendre l'échouage des algues sur les plages de ces communes du littoral au niveau de leur attractivité touristique. Ensuite, ces entretiens nous ont permis de récolter de nombreuses données liées au ramassage ou au repoussage effectué par ces collectivités pour assurer leur prospérité économique, grandement lié à l'activité touristique, durant la période estivale. Enfin, la dernière partie portait majoritairement sur une approche ayant pour but de jauger la volonté de ces collectivités de s'intégrer dans ce projet. Sur ce point, nous avons reçu une grande majorité de retours positifs. 80 % des personnes interrogées ont une volonté d'être tenu au courant de l'avancée de cette filière et estiment qu'il est intéressant de mutualiser les compétences de ces collectivités pour faciliter et résoudre cette problématique d'échouage d'algues.

La deuxième étape de nos entretiens portait sur la rencontre de pêcheurs professionnels et d'ostréiculteurs, ces rencontres sur le terrain nous ont permis de s'interroger sur la possibilité d'intégrer ces professionnels à cette filière. Le bilan de ces entretiens est que plusieurs professionnels sont très intéressés pour diversifier leurs activités et qu'ils sont prêts à s'adapter aux problématiques liées à ces algues. Par exemple, pour la récolte d'entéromorphes, les ostréiculteurs doivent modifier leurs techniques pour ne pas éliminer ces algues. Changement qui aurait un impact moindre sur leur rentabilité et qu'il permettrait la mise en place de cette nouvelle activité. Après avoir analysé l'aspect logistique d'une création d'une filière de la sorte et le potentiel engagement de ces professionnels, nous avons pu obtenir des données essentielles à la création du modèle économique, notamment sur les coûts d'investissements liés au matériel nécessaire pour cette récolte.

Par la suite, nous avons rencontré deux biologistes qui nous ont éclairés sur la caractéristique des algues. Cela nous a permis de cerner chaque problématique et de les prendre en compte dans la modélisation de notre modèle. Par exemple, il est important de prendre en compte la saisonnalité de l'espèce, ainsi que les différentes méthodes de récoltes à envisager selon les secteurs géographiques et leurs platiers rocheux. Nous avons également échangé sur les différents enjeux environnementaux qu'une telle récolte implique, notamment l'impact de l'évolution de ces espèces sur la biodiversité normande.

Enfin, la dernière étape consistait à rencontrer des sociétés intéressées par l'achat de cette matière première afin de les valoriser en les transformant. Différentes transformations sont envisageables. Pour les sargasses, il existe plusieurs possibilités, que ce soit en termes d'engrais, de cosmétique, de santé animale ou encore de produits

alimentaires. Pour les entéromorphes, la piste principale semble être une valorisation en produits alimentaires types smoothies, biscuits. Ces rencontres nous ont permis de rendre compte des différentes étapes nécessaires à la transformation d'algues et d'estimer le coût économique mais aussi environnemental d'une telle activité. De plus, nous avons pu obtenir certaines données économiques primordiales pour notre modélisation.

Entretiens réalisés

Personne rencontrée	Fonction	Date et lieu	Objectifs
Claire Charlier	Manager en relations externes chez B4C	07/04 au Moho	Clarifier les enjeux liés à la structurations de ce projet et bien délimiter le travail de chacun
Malo Vivier	Ostréiculteur	12/04 à Asnelles	Estimer l'impact de la présence des algues sur les poches ostréicoles présentes sur ce territoire et amorcer une potentielle intégration à la filière
Franck Jouy	Maire adjoint de la commune de Langrune-sur-mer	04/05 à Langrune-sur-Mer	Entamer un dialogue avec un représentant d'une commune touchée par ces algues afin de prendre conscience des problématiques engendrées par leur présence + 1ère approche sur le coût social
Anne-Marie Rusig	Biologiste au CREC	10/05 à Luc-Sur-Mer	Cerner toutes les problématiques liées à la création de cette filière et comprendre le cycle de vie des algues
Philippe Chanu	Maire de la commune de Luc-Sur-Mer	10/05 à Luc-sur-Mer	Récolte de données quantitatives sur les opérations déjà menées par la commune et tentative de sensibiliser l' élu à la filière
Marine Dehail	Manager de Projet pour la société de transformation Algaia	11/05 à Saint-lô	Obtenir des données économiques et comprendre les procédés liés à la 1ère transformation de la matière première
Xavier Blaizot et Thomas Dupont-Federici	Spécialiste des algues Maire de la commune de Bernières-sur-mer	12/05 à Bernières-sur-mer	Nouvelle possibilité d'obtenir des données quantitatives et mise en place d'un suivi de notre projet avec Xavier Blaizot afin de nous aider à peaufiner notre modèle

Catherine Voisin-Anastasie	Représentante de l'intercommunalité Isigny-Omaha Intercom	17/05 à Formigny-la-bataille	Découverte d'une nouvelle zone touchée par la présence des algues, comprendre les nouvelles problématiques liées à ce territoire + récolte données quantitatives sur le ramassage effectué par l'intercommunalité
Maelle Courvallet	Chef de projet chez Nature Plast	26/05 Caen à	Découvrir de nouveaux procédés de transformations et comprendre les méthodes utilisés pour valoriser les déchets produits lors de la transformation de la matière première
Erick Bossard	Directeur CERFRANCE	31/05 Caen à	Obtenir des données comptables liées au secteur de la pêche afin de mesurer les coûts liés aux infrastructures ainsi qu'au matériel
Anne-Laure De Rosa	Responsable du pôle gestion du littoral	11 /07 à la DDTM	Comprendre les différentes réglementations nécessaire pour la récolte de sargasses et d'entéromorphes

Source : Elaboration personnelle

Sorties réalisées

Sortie	Date et lieu	Objectifs
Récolte expérimentale de l'algue sargasse (mécanique)	20/04 à Bricqueville-sur-Mer	Comprendre le processus de récolte des sargasses. Définir la chaîne de valeur.
Rencontre des ostréiculteurs sur le terrain	05/05 à Asnelles	Identifier l'impact des algues sur leur profession. Identifier une possible intégration de cette profession à la filière.
Récolte expérimentale manuelle des	07/06 à Blainville-sur-Mer	Comprendre le processus de récolte des entéromorphes. Définir la chaîne de valeur. Identifier les difficultés.

entéromorphes		
Traitement des entéromorphes chez Actalia	12/06 à Saint-lô	Découvrir le processus de nettoyage des entéromorphes.

Source : Elaboration personnelle

La réalisation de ces entretiens nous a permis de bien cerner chaque parties prenantes et leurs importances dans la filière, chaque acteur a pu nous faire part de son point de vue et de l'intérêt porté pour ce projet. Certains entretiens pouvaient sembler peu productifs car ils ne répondaient pas toujours à nos attentes, mais chaque entretien amène une conclusion qui n'est pas à négliger. Par exemple, nous avons pu constater que les ostréiculteurs localisés sur le secteur de Meuvaines ne semblaient pas particulièrement sensibilisés à ce projet car peu impactés par la présence de ces algues.

Extrait de l'entretien réalisé avec Malo Vivier le 12/04/2023 : *"Il y en a, mais aujourd'hui, nous ça nous cause pas spécialement de problèmes parce qu'on en a pas en quantité très importante"*

Il est donc peu probable aujourd'hui que ces professionnels soient amenés à être incorporés dans le projet, néanmoins ils ne sont pas fermés à l'idée et pourraient dans le futur être intéressés par la filière.

Extrait de l'entretien réalisé avec Malo Vivier le 12/04/2023 : *"Ouais, on est fermé à rien. Le seul truc c'est qu'on a affaire à la nature et ça dépend des volumes qui sont présents."*

IV. Modèles économiques des sargasses

Dans le cadre de la modélisation économique de cette filière, il est nécessaire de distinguer la récolte d'entéromorphes et de sargasses puisqu'elles impliquent des problématiques et donc des coûts différents. En plus de leurs secteurs géographiques différents, la méthode de récolte est différente.

D'autre part, l'aspect juridique limite toujours l'accès à la ressource. Les sargasses sont considérées comme des algues de rives et leur exploitation pourrait être possible avec un encadrement par arrêté préfectoral mais, uniquement, si leur exploitation n'est pas mécanique. La mécanisation du ramassage des algues de rives n'étant pas, pour le moment, autorisée par le code rural et de la pêche maritime.

Il est donc nécessaire de prendre en compte plusieurs méthodes de ramassage pour faire face à toutes les éventualités.

Enfin, l'autre aspect à ne pas négliger est la saisonnalité de la ressource, des estimations préalablement établies dans les précédents rapports nous ont permis de nous concentrer

sur une récolte 28 jours par an (du 1er mai au 15 juillet) soit un temps de récolte annuel de 52 heures.

Après avoir établi notre chaîne de valeur, qui comprend la récolte, le transport, le stockage/séchage, le transport jusqu'à l'usine et la première transformation de la matière première, l'objectif était d'obtenir des données quantitatives pour estimer la rentabilité potentielle de cette filière.

Pour rappel, différentes méthodes peuvent être utilisées pour récolter les sargasses : une récolte mécanisée avec un tracteur muni d'un godet ou une récolte manuelle. Nous avons donc construit différents scénarios en fonction de ces deux méthodes.

1. La récolte est mécanisée

Pour la récolte mécanisée, l'idée est de s'équiper d'un tracteur agricole ou ostréicole avec bras mécanique muni d'un godet faucardeur, outil prévu pour le nettoyage des marais et des cours d'eau. Un tracteur neuf n'est pas nécessaire au vu de la salinisation des mers. Un tracteur d'occasion avec bras mécanique coûte entre 20 000 et 30 000 €.

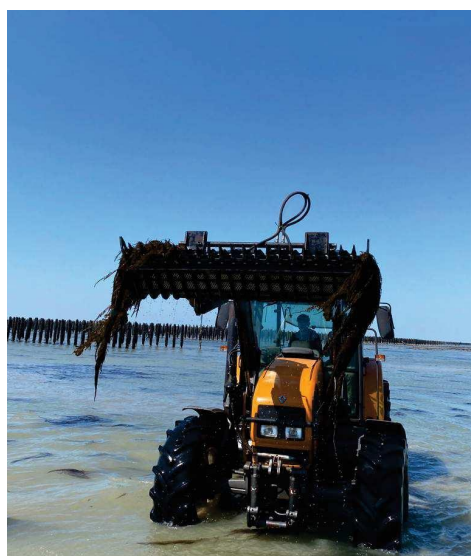


Figure 6 : Récolte mécanisée à l'aide d'un godet faucardeur

Lors de l'expérimentation du 20 avril 2023 un godet de 1,50 m a été utilisé. (cf.figure 6) Un rendement d'une tonne avait été prédit, mais finalement, seulement 750 kilos ont été récoltés. Néanmoins, on peut estimer cette moins bonne récolte du fait qu'à cette période, le pic de croissance de l'algue n'était pas à son maximum.

Ce godet a été acheté par le SMEL à la société Multimer pour une valeur de 17 680 €, montage hydraulique compris. (cf.annexe 1)

Dans un précédent rapport (SNOTRA 2017-2019), il a été imaginé qu'un godet d'une largeur de 3.5 m pouvait être utilisé afin de maximiser les quantités récoltées. Une quantité de trois tonnes par heure a été estimée. Après demande d'un devis auprès de la société GENERAL MATERIEL TP l'investissement de ce godet de 3,5 m de large avoisine les 9 500 € (cf.annexe 2). Il faudra en plus ajouter les frais d'installation et la mise aux normes du godet sur un tracteur puisque, généralement, les godets faucardeurs sont utilisés sur des pelles de 8 à 16 tonnes.

Une remorque ostréicole, potentiellement sur un second tracteur, est nécessaire pour réceptionner les godets de sargasse. Une remorque ostréicole de taille moyenne coûte entre 6 000 et 10 000 €.

Au niveau humain, deux personnes minimum sont nécessaires pour une récolte mécanisée. Une personne qui conduit le tracteur muni du godet faucardeur et une autre personne pilotant le tracteur muni de la remorque ostréicole. Une troisième personne peut être envisagée afin de vérifier que les algues ramassées ne contiennent pas de cailloux ou d'espèces protégées. Le coût horaire d'une personne avait été estimé dans le rapport final *WP1 et WP2* à 25 euros par heure et par personne. Une marée dure entre deux et trois heures, mais il faut également compter une heure de travail supplémentaire le temps de la préparation du matériel nécessaire.

Rendement en termes de quantité avec une récolte mécanisée :

Avec le godet faucardeur, la quantité récoltée est estimée à trois tonnes par heure. Puisque les marées durent entre une et trois heures, la récolte par marée oscillerait entre trois tonnes et neuf tonnes.

Le temps de récolte a été modélisé dans le rapport SNOTRA 2017-2019, il a été estimé qu'il y avait 28 jours de grandes marées du 1er mai au 15 juillet (période de croissance des sargasses) et 52 heures de récolte. On peut donc estimer une récolte maximale de sargasse à 156 tonnes par saison.

Méthode	Les sargasses sont coupées à l'aide d'un godet faucardeur
Investissements	2 tracteurs, 1 godet, 1 remorque ostréicole
Nombre de personnes	1 à 3 personnes
Coût entreprise	25 €/heure/personne
Quantité récoltée	maximum : 156 tonnes par saison

2. La récolte est manuelle des sargasses

La récolte manuelle peut être effectuée par des pêcheurs à pied professionnels. Lors des différentes expérimentations, les pêcheurs étaient au nombre de 2 à 4 personnes. En effet, une organisation à plusieurs est plus optimale afin de mutualiser les moyens.

Dans les meilleures conditions, il a été estimé dans le rapport SNOTRA un rendement de 500kg/h/personnes pour la récolte des algues de rives et 600kg/h/personne sur les barrages. Une récolte manuelle a moins de rendement en termes de quantité par rapport à la récolte mécanisée, mais nécessite moins d'investissement puisqu'un godet n'est pas nécessaire, cependant un tracteur muni d'une remorque ostréicole reste nécessaire afin de ramener la récolte de sargasse.

Méthode	Les algues doivent être coupées à 15 cm minimum du pied
Outils/investissement	Couteaux, faucilles ou machettes, sacs, panier → 50 € Tracteur muni d'une remorque ostréicole → 15 000 € à 25 000 €
Nombre de personnes récoltant	Idéalement un groupe de 4 personnes pour un meilleur rendement
Coût entreprise	25 €/heure/personne
Quantité récoltée	500-600 kilos/heure/personne

Les différentes étapes faisant suite à la récolte ne sont pas impactées par le choix de la méthode de récolte, elles peuvent être réalisées comme expliqué ci-dessous.

3. Le stockage

Après entretien avec la société de transformation Algaia, les algues n'ont pas besoin d'être nettoyées ni séchées pour entamer le processus de transformation.

“Non les sargasses n'ont pas besoin d'être stockées sinon elles se détériorent trop rapidement, on les traite immédiatement” (Marine Dehail).

Les sargasses pourront donc être directement transportées, par camion, après leur récolte. L'idéal, pour un transport optimal, est de remplir entièrement le camion en mutualisant les récoltes sur les différents secteurs. Un point central est à envisager pour réunir la matière première et l'envoyer directement, sans stockage, à la société de transformation.

Cependant, un stockage doit être envisagé si la benne du camion n'est pas entièrement remplie ou encore si la société de transformation n'est pas apte à recevoir ou à traiter immédiatement la récolte.

“ Par contre, il faut prendre en considération que si le camion n'est pas entièrement rempli, il faudra stocker la biomasse et voir si elle est stabilisée, si tout ne peut pas être amené en Bretagne. Il y a la solution du séchoir. (Marine Déhail)

La solution envisagée est de sécher les algues avant de les transporter en Bretagne, de façon à ce que la société de transformation puisse les stocker à leur arrivée.

Cette solution a été expérimentée lors de la récolte effectuée le 20 avril, pour cela, les algues ont été transportées à Condé-sur-Vire chez un agriculteur disposant d'un système de méthaniseur adapté. L'idée a été de déposer les algues sur des plaques chauffantes qui séchent les algues. Cette étape nécessite 24 heures avant de pouvoir récupérer les algues séchées et prêtes à être transportées.

4. Le transport des algues jusqu'à la société de transformation (Algaia)

Pour le transport, la meilleure solution serait de mutualiser les différentes récoltes afin de remplir entièrement la benne du camion. Une benne d'une taille minimale de 18 tonnes est à envisager étant donné les rentabilités évoquées. Nous avons donc demandé un devis à une société de transport.

Pour effectuer un transport de Bricqueville-sur-Mer jusqu'à Lannilis, en Bretagne, où se trouve l'usine de transformation. Le forfait établi par cette société est le suivant :

- Marchandise : algues fraîches en vrac non-alimentaire
- Matériel : ensemble ampliroll avec deux caissons bennes 30 m3 et grappin pour chargement autonome
- Chargement jour A pour livraison jour B
- Forfait : 1 200 € + indexation gasoil
- IG = indice CNR cuve moyenne mensuelle base 1,1618 et pondération 28,5 % (pour info, ce mois-ci l'IG est à +5 % environ)

Pour le secteur du Calvados, étant donné le premier devis, il faut compter environ 2 € par kilomètre parcourus. Un transport partant de Bernières-sur-Mer est arrivant à Lannilis coûterait environ 1 600 €.

5. La dépréciation du matériel

Amortir le matériel va permettre deux choses : la première est d'étaler l'investissement sur plusieurs années et la deuxième est de prendre en compte la perte de valeur du matériel sur sa durée d'utilisation. Cette perte de valeur est due à son utilisation, à son obsolescence, au temps qui passe. Le tracteur utilisé pour la récolte devra son obsolescence à l'utilisation dans l'eau de mer, qui l'abîme et accélère alors sa perte de valeur.

Un amortissement dégressif n'est pas possible pour du matériel d'occasion. C'est donc un amortissement linéaire qui sera fait.

Amortissement linéaire d'un tracteur d'occasion d'une valeur moyenne de 20 000 € sur une durée de 5 ans, le taux d'amortissement linéaire est donc de 20 % ($\frac{1}{5}$).

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	20 000 x 20%	4 000 €
N+1	20 000 x 20%	4 000 €
N+2	20 000 x 20%	4 000 €
N+3	20 000 x 20%	4 000 €
N+4	20 000 x 20%	4 000 €

Tableau 1: Amortissement linéaire d'un tracteur

Pour un tracteur d'une valeur de 20 000 €, il faudra compter une perte de valeur de 4 000 € chaque année, pendant 5 ans.

Pour un godet d'une valeur moyenne de 9 500 €, il faudra compter une perte de valeur de 1 900 € par an pendant 5 ans.

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	9 500 €	1 900 €
N+1	9 500 €	1 900 €
N+2	9 500 €	1 900 €
N+3	9 500 €	1 900 €
N+4	9 500 €	1 900 €

Tableau 2: Amortissement linéaire du godet

Concernant la remorque ostréicole, il faudra compter une perte de valeur de 2 000 € par an pendant 5 ans.

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	10 000 x 20 %	2 000 €
N+1	10 000 x 20 %	2 000 €
N+2	10 000 x 20 %	2 000 €
N+3	10 000 x 20 %	2 000 €
N+4	10 000 x 20 %	2 000 €

Tableau 3: Amortissement linéaire d'une remorque ostréicole

6. Rendement monétaire

Afin d'amener un résultat de rentabilité, il est important de différencier deux hypothèses. La première étant que ce soit une entreprise extérieure au domaine de la pêche, qui se charge du ramassage des sargasses, il y aurait donc tous les investissements à prendre en compte. En revanche, si ce sont des professionnels de la pêche qui s'en charge, ils seront déjà équipés d'une bonne partie du matériel. Il faut aussi différencier le fait que la récolte de sargasse peut se faire manuellement ou mécaniquement.

Après une rencontre avec la société Algaia, intéressée pour transformer et valoriser les sargasses, nous avons pu discuter de leur capacité financière à acheter l'algue récoltée. Leur budget oscille entre 80 € et 100 € la tonne. Le prix d'achat pourrait être de 80 € la tonne pour une récolte mécanique et le budget de 100 € pourrait être envisageable en cas de récolte manuelle. Leur budget augmente de 20 € uniquement pour des questions éthiques, le travail manuel mérite selon eux une augmentation du prix d'achat.

“à l'heure actuelle les algues qu'on achète, on est entre 50 et 80€ la tonne en frais. Voilà, mais ça c'est collecté pas à la main. Celles qui sont collectées à la main, on est entre 100€ la tonne” (Franck, Algaia)

a) Rendement d'une récolte mécanique



Ce scénario représente le cas d'une récolte mécanisée de sargasses. Pour ce dernier, deux personnes minimum sont nécessaires pour effectuer le ramassage. Une personne pilotant le tracteur avec le godet chargé de récolter les algues et une autre chargé de remonter les algues sur la plage avec un tracteur équipé d'une remorque ostréicole. En prenant un taux horaire à 25€/heure/personne (comprenant le trajet et l'entretien du matériel), la société chargée de ramasser ces algues devra prendre en charge un coût humain de 2600€/an pour ces deux salariés, étant donné une durée de travail estimée à 52 h/an.

En ce qui concerne le matériel nécessaire à la récolte, il faut :

- un godet d'une largeur de 3.5M de large estimé à 9 500 € à l'achat (prix estimé pour un godet neuf)
- deux tracteurs permettant, pour un, la découpe des algues et pour l'autre, la réception de ces dernières, ils sont estimés à 20 000 € chacun (prix estimé pour des achats d'occasion)
- une remorque ostréicole derrière un de ces deux tracteurs pour la réception des algues coupées estimée à 10 000 € (prix estimé pour un achat neuf).

Tous ces investissements sont par la suite amortis sur une durée de 5 ans. Néanmoins, ce matériel a une durée de vie supérieure à 5 ans. Il faudra tout de même penser qu'un tracteur allant dans l'eau de mer à une durée de vie de seulement 10 ans, en raison de la salinisation des mers. En prenant en compte cet amortissement linéaire, il faudra donc noter des amortissements de l'ordre de 11 900€/an pendant les 5 premières années de lancement du projet sur le compte de résultat.

En résumé, le coût total de la récolte sur les 5 premières années représente 14 500€/an (coût humain + investissement). Après ces 5 ans, seul le coût humain est à prendre en compte jusqu'au futur renouvellement de matériel, soit 2600€/an.

La deuxième étape de notre chaîne de valeur porte sur le transport de la marchandise, pour cette dernière nous avons pu obtenir un devis d'une société de transport qui nous a fait part du forfait qui pourrait être mis en place pour chaque déplacement d'un camion. Etant donné les quantités récoltées estimées dans de précédents rapports, nous avons pu conclure qu'il serait possible de remplir un camion comportant une benne de 18 tonnes par trajet, afin de maximiser la rentabilité de ces déplacements. Pour la récolte manuelle, étant donné les rendements plus faibles, il est important de mutualiser les récoltes afin de remplir entièrement la benne à chaque trajet. Ce forfait est de 1 200 € et comprend un trajet allant des côtes de la Manche jusqu'en Bretagne à Lannilis. En ce qui concerne le Calvados, un transport entre Bernières-sur-Mer, Grandcamp-maisy jusqu'en Bretagne à Lannilis a été estimé à environ 1 600 €.

Une négociation devra être effectuée entre les différents acteurs pour mesurer la prise en charge de ces frais de transports. Mais après entretien avec Algaia, la société de transformation se dit prête à prendre en charge les frais de transport comprenant bien que les récoltants n'ont pas le matériel nécessaire et les moyens de prendre en charge ce transport.

Un autre point important à souligner est qu'il pourrait être nécessaire d'inclure une étape intermédiaire, avant le transport de la marchandise à la société de transformation. En effet, certaines sociétés pourraient avoir besoin que les algues soient séchées afin d'être conservées plus longtemps à leurs arrivées. Cette étape intermédiaire représentera des frais supplémentaires. (données manquantes, nous n'avons pas pu rencontrer l'agriculteur équipé d'un séchoir)

Enfin, la dernière étape est évidemment l'arrivée de la matière première à l'usine de transformation. Pour cette étape, notre objectif était d'estimer un prix de vente minimum afin que l'entreprise récoltante soit bénéficiaire. Pour cela, nous avons repris les données précédentes, c'est-à-dire le coût total de récolte estimé à 14 500€/an sur les 5 premières années, puis les quantités que pourra récolter cette société avec le personnel et le matériel indiqué, soit 156 tonnes/an. Ensuite, à l'aide d'une simple équation, nous avons pu conclure que le prix de vente minimum pour un bilan positif doit être de 93€/tonne, ce bénéfice de seulement 8€/an est très faible, mais il faut bien prendre en compte le fait que ces amortissements durent 5 ans. Une fois ces amortissements terminés, le bénéfice est de 11 908€/an pour la société récoltante.

En suivant ce modèle, la société de transformation devrait donc déboursier au minimum 14 508€/an pour acheter les 156 tonnes de sargasses récoltées par an, puis y ajouter les frais de transport évoqués précédemment.

Récolte mécanique		
Investissements :	2 tracteurs	40 000 €
	1 godet	9 500 € + frais d'installation
	remorque ostréicole	10 000 €
	Total investissement :	59 500 € Investissement amortis sur 5 ans = 11 900€ /an
Coût humain : 2 personnes minimum pendant environ 52 h par saison		25 x 2 x 52 = 2 600 €/an
Quantité maximum récolté		156 tonnes
Prix de vente minimum pour être rentable		93 € / tonne
Bénéfice		8 € de bénéfice par an pendant 5 ans puis 11 936€/an les autres années.

Tableau 4 : Récapitulatif du coût de récolte et des quantités récoltées pour une récolte mécanique

Cas où des professionnels de la mer se chargeaient de la récolte :

Il est important de préciser que le modèle précédent est adapté pour une nouvelle société qui ne possède aucun matériel. Dans notre cas, il a été constaté que cette tâche pourrait être effectuée par des professionnels déjà établis dans le milieu, par conséquent plusieurs de ces investissements ne seraient pas nécessaires. Seul l'achat d'un godet et l'achat d'un tracteur équipé d'un bras mécanique seraient nécessaires. En effet, en général, les tracteurs ostréicoles ne sont pas équipés de bras mécaniques et ne peuvent donc pas réceptionner un godet. Cela représenterait un coût d'investissement estimé aux alentours de 30 000 €. L'amortissement serait de 6 000 € pendant 5 ans.

Le coût humain de 2 600 €/an, lui, ne change pas, deux personnes pour un meilleur fonctionnement sont toujours nécessaires. Les quantités récoltées ne changent pas non plus.

Chaque année, il faudra donc compter 8 600 € de coût de récolte par an pendant 5 ans. Puis pour les années suivantes, seuls les coûts humains et l'entretien du matériel restera à la charge de la société récoltante.

Dans ce modèle, nous n'avons pas pris en compte le transport de la marchandise puisque la société algaia, seule intéressée pour la valorisation des algues, se dit prête à prendre en charge les frais de transport.

Après une équation, la récolte de sargasse, par un professionnel de la mer déjà équipé de certains matériaux, deviendrait rentable pour un prix de vente minimum de 56

euros la tonne. Algaia étant prête à acheter les sargasses récoltées mécaniquement pour 80 € la tonne, le bénéfice serait de 24 €/tonnes et donc de 3 744 € à l'année. Ce bénéfice augmentera une fois tous les investissements finis. Il passera à 63 € la tonne donc à 9 828 € à l'année, si on compte seulement le coût humain. Il ne faut pas oublier qu'il faudra renouveler les deux tracteurs tous les 10 ans environ.

b) Rendement d'une récolte manuelle de sargasses



Ce scénario représente le cas d'une récolte manuelle de sargasses. Pour ce dernier, quatre personnes minimum sont nécessaires pour effectuer le ramassage, en prenant un taux horaire à 25€/heure/personne (comprenant le trajet et l'entretien du matériel), la société chargée de ramasser ces algues devra prendre en charge un coût humain de 5200€/an pour ces quatre salariés, étant donné une durée de travail estimée à 52 h/an.

Le matériel nécessaire comprend :

- un tracteur permettant la remontée des algues sur la plage. Un tracteur d'occasion coûte environ 20 000 €.
- une remorque ostréicole représentant un investissement de 10 000 €.
- des faucilles sont nécessaires pour la découpe de ces algues

Ces investissements sont par la suite amortis sur une durée de 5 ans. Néanmoins, ce matériel a une durée de vie supérieure à 5 ans. En effet, un tracteur allant dans la mer a une durée de vie d'environ 10 ans.

En prenant en compte l'amortissement linéaire précédemment effectué, il faut compter des amortissements de l'ordre de 6000€/an pendant les 5 premières années de lancement du projet sur le compte de résultat.

En résumé, le coût total de la récolte sur les 5 premières années représente 11 200€/an (coût humain + investissement du matériel). Après ces 5 ans, seul le coût humain est à prendre en compte jusqu'au futur renouvellement de matériel, soit 5 200€/an.

La deuxième étape de notre chaîne de valeur porte sur le transport de la marchandise, pour cette dernière nous avons pu obtenir un devis d'une société de transport qui nous a fait part du forfait qui pourrait être mis en place pour chaque déplacement d'un camion. Etant donné les quantités récoltées estimées dans de précédents rapports, nous avons pu conclure qu'il serait possible de remplir un camion comportant une benne de 18 tonnes par trajet, afin de maximiser la rentabilité de ces déplacements. Pour la récolte manuelle, étant donné les rendements plus faibles, il est important de mutualiser les récoltes afin de remplir entièrement la benne à chaque trajet. Ce forfait est de 1 200 € et comprend un trajet allant des côtes de la Manche jusqu'en Bretagne à Lannilis. En ce qui concerne le Calvados, un transport entre Bernières-sur-Mer, Grandcamp-maisy jusqu'en Bretagne à Lannilis a été estimé à environ 1 600 €.

Une négociation devra être effectuée entre les différents acteurs pour mesurer la prise en charge de ces frais de transports. Mais après entretien avec Algaia, la société de transformation se dit prête à prendre en charge les frais de transport comprenant bien que les récoltants n'ont pas le matériel nécessaire et les moyens de prendre en charge ce transport.

Extrait de l'entretien réalisée avec la société Algaia le 11 mai 2023 : “ [Pour le transport], soit les goémoniers donc ceux qui ramassent les algues ont leur propre camion et donc ils déchargent leur bateau dans un camion et ils nous les apportent. S'ils n'ont pas de camion, on travaille avec un ou 2 transporteurs qui sont spécialisés dans le transport des algues. La grande majorité font appel à un transporteur avec un camion benne avec une grue au-dessus et on paye le transporteur.”. (Franck HENNEQUART directeur R&D chez Algaia)

Un autre point important à souligner est qu'il pourrait être nécessaire d'inclure une étape intermédiaire avant le transport de la marchandise à la société de transformation, certaines sociétés pourraient avoir besoin que les algues soient séchées afin d'être conservées plus longtemps à leurs arrivées. Cette étape intermédiaire représenterait quelques frais supplémentaires. (données manquantes, nous n'avons pas pu rencontrer l'agriculteur équipé d'un séchoir)

Enfin, la dernière étape est évidemment l'arrivée de la matière première à l'usine de transformation. Pour cette étape, notre objectif était d'estimer un prix de vente minimum afin que la société chargée de la récolte soit bénéficiaire. Pour cela, nous avons repris les données précédentes, c'est-à-dire le coût total de récolte estimé à 11 200€/an sur les 5 premières années, puis les quantités que pourra récolter cette société avec le personnel et le matériel indiqué, soit 124,8 tonnes/an. Ensuite, à l'aide d'une simple équation, nous avons pu conclure que le prix de vente minimum pour un bilan positif doit être de 90€/tonne, ce bénéfice de seulement 32€/an est très faible, mais il faut bien prendre en compte le fait que ces amortissements durent 5 ans. Une fois ces amortissements terminés, le bénéfice est de 5 232€/an pour la société récoltante. La société de transformation devrait donc déboursier au

minimum 11 232 € pour acheter les 124.8 tonnes de sargasses récoltées par an, puis y ajouter les frais de transport évoqués précédemment.

Cas où des professionnels de la mer se chargeaient de la récolte :

Il est important de préciser que le modèle précédent est adapté pour une nouvelle société qui ne possède aucun matériel. Dans notre cas, il a été constaté que cette tâche pourrait être effectuée par des professionnels déjà établis dans le milieu, par conséquent plusieurs de ces investissements ne seraient pas nécessaires. Les professionnels de la mer sont déjà équipés d'un tracteur et d'une remorque, seul le coût humain et l'entretien du matériel restent à leur charge.

Le coût humain de 5 200€/an ne change pas pour une équipe de 4 personnes pour un meilleur rendement en termes de quantité sont toujours nécessaires. Les quantités récoltées ne changent pas non plus.

Dans ce modèle, nous n'avons pas pris en compte le transport de la marchandise puisque la société Algaia, seule intéressée pour la valorisation des algues, se dit prête à prendre en charge les frais de transport.

Après une équation, la récolte manuelle de sargasses, par un professionnel de la mer déjà équipé du tracteur et de la remorque ostréicole, deviendrait rentable pour un prix de vente minimum de 42 euros la tonne. Algaia étant prête à acheter les sargasses récoltées manuellement pour 100 € la tonne, le bénéfice serait de 58€/tonne. En une année, le bénéfice serait donc de 7 238,40 €.

V. Étude économique pour la récolte des entéromorphes



Figure 9 : Entéromorphes à Blainville-sur-mer le 08/06/2023

La mise en place d'une récolte d'entéromorphes est assez différente de celle des sargasses en raison de leur problématique différente : la récolte des entéromorphes ne peut être effectuée que de façon manuelle puisqu'elle est présente principalement sur les poches ostréicoles.

Un des acteurs principaux serait alors les ostréiculteurs ou les pêcheurs à pied. En effet, une activité secondaire pourrait alors s'ouvrir à eux : la récolte d'entéromorphes. Cependant, pour que cette récolte soit possible, les ostréiculteurs devraient modifier leur façon de travailler. Une de leur méthode est de retourner les poches à huîtres afin de garantir leur croissance et de leur apporter une forme plus conventionnelle. Néanmoins, cette méthode élimine les algues présentes sur les poches et

donc détruit la possibilité de récolte de ces dernières. Il a été estimé, dans plusieurs études, que cette méthode n'a pas une importance extrêmement significative sur la croissance des huîtres et qu'il est possible de taper les poches, sans les retourner, pour ne pas altérer le processus de croissance des entéromorphes.

Les entéromorphes peuvent être récoltées à partir du début du mois de mai, date à partir de laquelle, il semble possible de ramasser au moins 1 kg d'entéromorphes par poches.

Nous avons pu participer à une récolte expérimentale qui nous a permis d'attester la faisabilité du processus et de bien délimiter le matériel nécessaire pour réaliser cette récolte.

1. La récolte est manuelle

Pour notre étude, des estimations ont préalablement été effectuées. Selon ces dernières, la durée moyenne passée sur chaque poche est de 30 secondes ce qui permet de dire que la rentabilité moyenne d'une personne est de 120 kg d'algues récoltées par heure. Pour une efficacité assez importante, trois personnes minimum sont nécessaires. Comme dit précédemment, le temps de récolte annuel moyen est de 52 h dues à la saisonnalité de la ressource, une seule personne est donc en mesure de récolter 6 240 kg d'entéromorphes par saison.

Les algues sont récoltées manuellement. Il suffit de gratter sur la poche puis de faire une boule afin qu'une grande partie des entéromorphes présentes sur la poche se détache facilement. Les algues sont ensuite mises dans des paniers de type ostréicoles (cf. figure 10) ou dans des sacs à oignons. Les paniers ostréicoles permettent un stockage plus facile. (cf. B Stockage)



Figure 10 : Panier prévu pour la récolte d'entéromorphes



Figure 11: Récolte expérimentale du 07/06/2023

Un tracteur est tout de même nécessaire afin de remonter la récolte vers le haut de la plage.

Méthode	Récolte manuelle directement sur les poches ostréicoles
Outils/investissements	1 tracteur + une remorque ostréicole permettant de remonter la matière récoltée
Nombre de personnes	3 personnes minimum
Coût humain	25€/heure/personne
Quantité récoltée	120 kg/heure/personne

Tableau 5 : Récapitulatif récolte manuelle d'entéromorphes

2. Le stockage

Lors de la récolte d'algues, ces dernières sont stockées directement dans des caisses pouvant être palettisées dès l'arrivée chez le professionnel, dans le scénario où un ostréiculteur prend en charge ce processus, cette étape ne posera pas de difficultés étant donné la facilité pour mettre en palette la matière récoltée. Après cela, il suffit de placer ces palettes dans un entrepôt réfrigéré à 4°C sur une durée maximale d'une semaine pour conserver la qualité de l'algue.

Le prix d'une chambre froide traditionnelle oscille entre 7 000 € et 15 000 € pour un volume allant jusqu'à 100 m³. La moyenne est de 11 500 €. Il faut en plus rajouter les frais d'installation qui sont au minimum de 5 000 €. La consommation d'énergie de la chambre devra aussi être prise en compte.

Généralement, les professionnels de la mer sont déjà équipés de ce type d'entrepôt.

Cette étape permet au professionnel de stocker les algues sur toute la durée d'une marée et de pouvoir maximiser la rentabilité du transport effectué par la suite.

3. Le transport

Pour une meilleure conservation, si la distance entre la récolte et l'usine de transformation est élevée, le transport des entéromorphes devra être réfrigéré,

Le coût moyen d'un transport frigorifique dépend de la distance et du volume. Cela coûte environ 2 € par kilomètre pour transporter des biens agroalimentaires sur moins de 150 kilomètres, mais cela coûte 1,50 € par kilomètre pour transporter des biens agroalimentaires sur plus de 1000 kilomètres.

4. La dépréciation du matériel

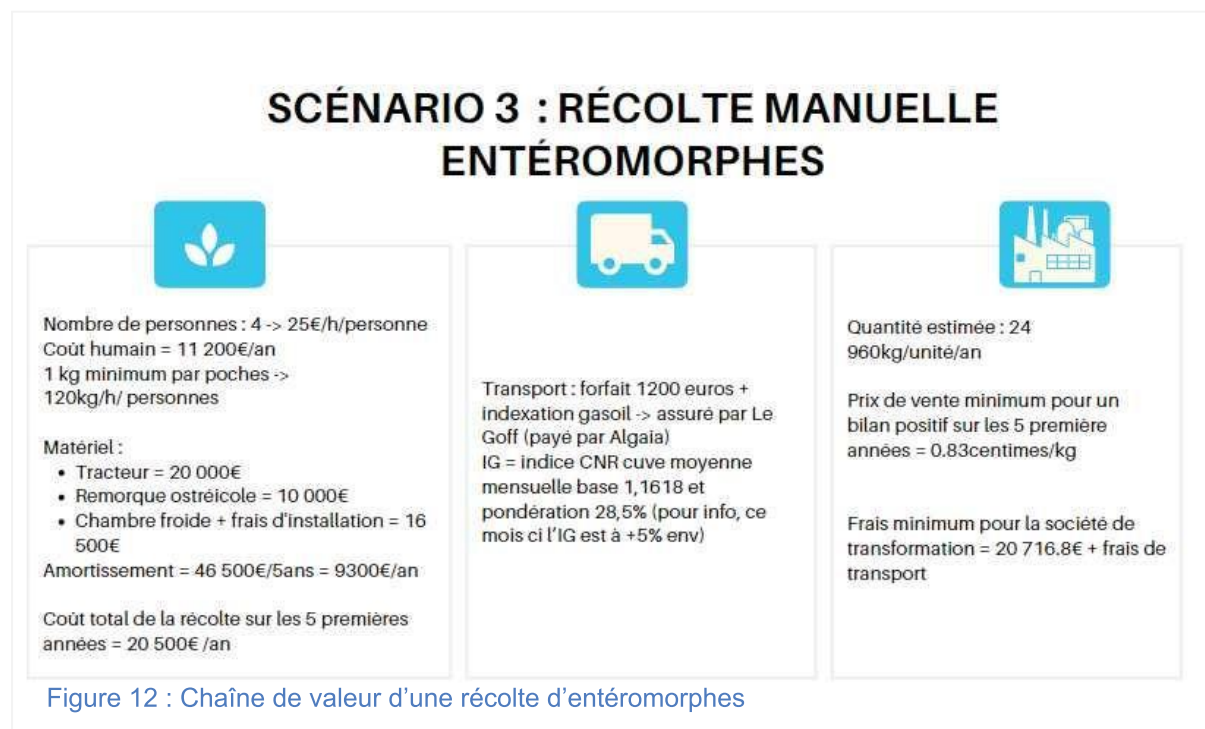
Un amortissement dégressif n'est pas possible pour du matériel d'occasion. C'est donc un amortissement linéaire qui sera fait.

Amortissement linéaire d'un tracteur d'une valeur de 20 000 € sur une durée de 5 ans, le taux d'amortissement linéaire est donc de 20 % ($\frac{1}{5}$).

Exercice	Calcul de l'amortissement	Montant de l'amortissement
N	20 000 x 20%	4 000 €
N+1	20 000 x 20%	4 000 €
N+2	20 000 x 20%	4 000 €
N+3	20 000 x 20%	4 000 €
N+4	20 000 x 20%	4 000 €

Tableau 6 : Amortissement d'un tracteur d'une valeur de 20 000 €

5. Rendement monétaire



Pour le cas des entéromorphes, seul un scénario peut être imaginé en raison de l'impossibilité de mécaniser ce ramassage.

Par conséquent, ce scénario représente le cas d'une récolte manuelle d'entéromorphes. Pour ce dernier, quatre personnes minimum sont nécessaires pour effectuer le ramassage, en prenant un taux horaire à 25€/heure/personne (comprenant le trajet et l'entretien du matériel), la société chargée de ramasser ces algues devra prendre en

charge un coût humain de 11 200 €/an pour ces quatre salariés, étant donné une durée de travail estimée à 52 h/an.

Ensuite, le matériel nécessaire comprend un tracteur muni d'une remorque ostréicole permettant la remontée des algues sur la plage. Après entretien auprès de professionnels, le tout a été estimé à 30 000 €.

Il est aussi nécessaire d'être en capacité de stocker ces algues une fois ramassées. En effet, contrairement aux sargasses, il sera obligatoire de stocker ces algues dans une chambre froide réfrigérée, pendant au maximum une semaine, afin d'obtenir une quantité suffisante à la fois pour le transport et à la fois pour que la société de transformation puisse lancer une première transformation. Des précédentes études ont montré, que pour une meilleure conservation, les algues devaient être stockées dans une chambre réfrigérée à 4°C. Cette étape demande des investissements supplémentaires. Après recherche, une chambre froide de taille moyenne demande un investissement d'environ 12 000 €. Il faut de plus ajouter les frais d'installation d'environ 5 000 €.

Tous ces investissements sont par la suite amortis sur une durée de 5 ans, néanmoins ce matériel a une durée de vie supérieure à 5 ans. En prenant en compte l'amortissement linéaire effectué précédemment, il faudra donc noter des amortissements de l'ordre de 9 300€/an pendant les 5 premières années de lancement du projet sur le compte de résultat.

En résumé, le coût total de la récolte sur les 5 premières années représente 20 500€/an, après ces 5 ans, seul le coût humain est à prendre en compte jusqu'au futur renouvellement de matériel, soit 11 200€/an.

La deuxième étape de notre chaîne de valeur porte sur le transport de la marchandise. Pour cette dernière, nous n'avons pas rencontré de société intéressée par l'achat de cette algue. Nous n'avons donc pas pu mesurer les frais de transport. On peut tout de même se référer à un tarif de 2 € par kilomètre parcouru si le transport se fait en camion par une société de transport. Il faudra donc négocier par la suite de qui incombe ces frais.

Enfin, la dernière étape est évidemment l'arrivée de la matière première à l'usine de transformation. Pour cette étape, notre objectif était d'estimer un prix de vente minimum afin que la société chargée de la récolte soit bénéficiaire. Pour cela, nous avons repris les données précédentes, c'est-à-dire le coût total de récolte estimé à 20 500€/an sur les 5 premières années, puis les quantités que pourra récolter cette société avec le personnel et le matériel indiqué, soit 24 960 kg/an. Ensuite, à l'aide d'une simple équation, nous avons pu conclure que le prix de vente minimum pour un bilan positif doit être de 0.83centimes/kg. Ce bénéfice de seulement 216€/an est très faible, mais il faut bien prendre en compte le fait que ces amortissements durent 5 ans. Une fois ces amortissements terminés, le bénéfice est de 9 516€/an pour la société récoltante. La société de transformation devrait donc déboursier au minimum 20 716 € pour acheter les 124,8 tonnes de sargasses récoltées, puis y ajouter les frais de transport évoqués précédemment.

Investissement :	
1 tracteur	20 000 €
1 remorque ostréicole	10 000 €
Chambre froide	11 500 €

Frais d'installation	5 000 €
<hr/>	
Total	46 500 €
Amortissement pendant 5 ans	46 500 € / 5 = 9 300 €
Coût entreprise :	25 €/h/personnes
Nombre de personnes	3 - 4 personnes
Nombre d'heure de récolte	52 h
Coût entreprise par marée (pour 4h et 4 personnes)	400 €
Nombre de jours de marée par saison	28 jours
<hr/>	
Total coût entreprise par saison :	11 200 €
Temps de récolte par marée	3h
Temps total de récolte par saison	52h
Quantité récoltée par marée	120 kilos/h/personnes
Quantité récoltée par marée avec 4 personnes	1 440 kilos
<hr/>	
Total quantité récoltée par saison avec 4 personnes	24 960 kilos

Tableau 7 : Récapitulatif coût de récolte et quantité récoltée par an

Cas où des professionnels de la mer se chargeaient de la récolte :

Il est important de préciser que le modèle précédent est adapté pour une nouvelle société qui ne possède aucun matériel. Dans notre cas, il a été constaté que cette tâche pourrait être effectuée par des professionnels déjà établis dans le milieu, par conséquent plusieurs de ces investissements ne seraient pas nécessaires. Les professionnels de la mer sont déjà équipés d'un tracteur et d'une remorque, seul le coût humain et l'entretien du matériel restent à leur charge.

Le coût humain de 11 200€/an ne change pas pour une équipe de 4 personnes pour un meilleur rendement en termes de quantité sont toujours nécessaires. Les quantités récoltées ne changent pas non plus.

Dans ce modèle, nous n'avons pas pris en compte le transport de la marchandise puisque nous n'avons pas rencontré de société de transformation intéressée par les entéromorphes.

Voici un tableau relatant les rendements monétaire en fonction de différents prix de vente. Le résultat s'obtient par une soustraction des coûts d'investissements au rendement.

Prix (€ /kilos)	Rendement pour une année	Résultat
0.40	9 984	- 1 216
0.45	11 232	+ 32
0,50	12 480	+ 1 280
0.55	13 728	+ 2 528

0.60	14976	+ 3 776
0.65	16224	+ 5 024
0.70	17472	+ 6 272
0.75	18 720	+ 7 520
0,80	19 968	+ 8 768
0,85	21 216	+ 10 016
0.90	22 464	+ 11 264
0.95	23 712	- 12 512
1	24960	+ 13 760

Tableau 8 : Rendement monétaire en fonction du prix de vente

Après une équation, la récolte manuelle des entéromorphes, par un professionnel de la mer déjà équipé du tracteur et de la remorque ostréicole, deviendrait rentable pour un prix de vente minimum de 0,45 centime /kilos.

VI. Intégration du coût social à la création d'une filière algues en Normandie

1. Coûts évités par les communes

La prolifération des algues est un problème récurrent pour les communes du littoral. Cela impacte notamment le tourisme, à cause de la pollution visuelle et olfactive que peuvent engendrer l'échouage des algues. Chaque année, les communes allouent un budget afin de traiter cette problématique et de proposer des plages plus propres et agréables pour ses touristes. La plupart des communes de Côte de Nacre repoussent les algues pendant la période estivale à l'aide d'un tracteur conduit par un agent de la commune. Ce travail est estimé à 20 h de temps humain par mois, et le coût est estimé à 4 000€ par saison, c'est-à-dire le coût humain (salaire) et le coût du matériel (tracteurs).

La mise en place d'une filière algues permettra la structuration de ce ramassage et ainsi soulager le budget et les moyens alloués par les communes. Ce phénomène se nomme le coût d'évitement, qui se réfère alors aux coûts supplémentaires ou aux sacrifices encourus pour éviter une situation particulière ou une action. Le coût d'évitement peut être de différentes natures. Tout d'abord, il peut prendre la forme de coûts financiers : dans ce cas, le coût d'évitement comprend le coût humain (rémunération de la personne chargée de repousser les algues) ainsi que le coût du matériel (tracteur). Ensuite, le coût d'évitement peut prendre la forme du coût en temps, à savoir le temps passé à repousser les algues.

Coûts estimés par les communes par saison (Juin-Aout) pour repousser les algues	
Langrune-sur-mer	3 000 €
Bernières-sur-mer	20h /mois 4 000 €
Luc-sur-mer	Temps humain : entre 2h30 et 5h par jour lors de gros échouage
Gouville-sur-mer	Pas de frais engendrés
Bricqueville-sur-mer	Pas de frais engendrés

Tableau 9 : Coûts dépensés par les communes par saison

La commune de Grandcamp-Maisy est un cas particulier. En effet, cette commune, contrairement aux autres, est autorisée à récolter les algues échouées sur la plage puisque celles-ci sont considérées comme un déchet. Tous les ans, l'intercommunalité lance donc un appel d'offres visant plutôt les agriculteurs. Ceux-ci sont alors chargés de récolter les algues, contre une rémunération, lors de forts échouages sur la plage touristique. La période de récolte peut aller de mai jusqu'à fin septembre.

Période	Tonnes ramassés	Tonnes repoussées	Coûts pour la commune
15 Juin-15 Août 2015	2 761 tonnes	98 tonnes	Donnée manquante
28 juin - 24 août 2016	1700 tonnes	22 tonnes	Donnée manquante
5 juillet - 15 août 2017	2 976 tonnes	64 tonnes	Donnée manquante
3 mai - 28 septembre 2018	2700 tonnes	23 tonnes	Donnée manquante
2019	2 624 tonnes	Donnée manquante	45 152 €
2020	1 344 tonnes	Donnée manquante	22 368 €
2021	3 536 tonnes	Donnée manquante	59 277 €
2022	3 968 tonnes	Donnée manquante	78 658 €

Tableau 10 : Coûts dépensés par la commune de Grandcamp-Maisy

L'intercommunalité reçoit une subvention de 13 500 € par an, s'il y a plus de 25 tonnes de ramassés et plus de 25 000 € de frais à engager.

Le marché public peut comprendre plusieurs lots : un lot ramassage, un lot stockage, un lot transport.

Pour l'année 2023, les tarifs des agriculteurs étaient les suivants :

- chargement et transport : 14,50 € HT/tonne

- ramassage : entre 4,00 € et 2,00 € HT → plus de tonnes récolté moins le prix est élevé.

Certaines communes, comme la commune de Bernières, de Grandcamp-Maisy, de Langrune-sur-mer souhaitent pouvoir mieux valoriser ces algues et se disent prêtes à collaborer, pour les mêmes tarifs, si une filière se mettait en place.

Nous avons pu récolter de nombreux retours d'élus de communes du littoral nous expliquant l'impact extrêmement important de ce ramassage sur le tourisme, il serait intéressant de le mesurer afin de négocier auprès d'instances plus importantes des possibles subventions dont pourraient bénéficier les professionnels prenant en charge cette activité de ramassage sur ces territoires. Pour mesurer cela, il existe de nombreuses techniques :

1°) La méthode dite des coûts de transport. Elle est une illustration de l'exploitation de la relation de complémentarité entre une activité, généralement de nature récréative, et un actif naturel. La modification des dépenses affectant l'usage de cette activité donne une information précieuse sur l'évolution de la demande (indirecte) de l'actif naturel. Par exemple, une augmentation des frais de déplacement pour poursuivre une activité récréative (ici, on peut penser à la baignade, la restauration) renseignera sur la dégradation de la qualité de l'actif naturel, puisque pour maintenir le niveau antérieur d'utilité, les individus devront parcourir une distance plus grande.

Cette technique est très intéressante néanmoins, elle demande une quantité de travail importante sur un délai assez long pour obtenir des statistiques exhaustives et ne pas être biaisé.

2°) L'estimation des dépenses de protection. Ici, est exploitée la relation de parfaite substituabilité qui existe entre un bien *i* (activité de nettoyage) et la qualité d'un actif naturel. L'augmentation des dépenses de protection est un indicateur précieux du consentement à payer des individus pour maintenir constant leur niveau d'utilité, lorsque la qualité de l'actif naturel se dégrade. Elles concernent aussi bien les activités de production que de consommation.

Dans notre cas, cet indicateur est significatif, on peut facilement le mesurer à l'aide des données évoquant le budget alloué au nettoyage des plages par les communes qui, comme on peut le voir pour Grandcamp-Maisy, est croissante au fur et à mesure du temps malgré quelques années particulières.

3°) La méthode des prix hédonistes. Elle est basée sur l'idée que certains biens ne sont pas homogènes et peuvent différer dans leurs caractéristiques dont l'une serait la qualité de l'environnement. Les individus expriment leur consentement à payer pour cette caractéristique en acceptant de déboursier une somme d'argent supplémentaire pour l'acquisition de biens intégrant celle-ci. La méthode peut être appliquée à des biens tels que les automobiles, les habitations, ou encore à des revenus de facteurs, tel le salaire.

Pour notre projet, cette méthode est intéressante, notamment en l'appliquant aux habitations, il faudrait mesurer le consentement des personnes à la recherche d'un logement sur une commune du littoral, à payer plus d'argent pour être à proximité d'une plage propre. Une nouvelle fois, cette technique demande une quantité de travail importante et un délai plus important.

2. Impacts positifs et négatifs de la création d'une filière algues

La mise en place d'une filière algues est un projet qui a été introduit afin de répondre à plusieurs problématiques et qui a donc pour but d'impacter positivement la société toute entière. Néanmoins, chaque étape de cette chaîne de valeur implique aussi des externalités négatives qui ne sont pas à négliger.

Cette partie a donc pour but de notifier et marquer l'importance de prendre en compte chaque externalité engendrée par la création d'une filière algues en Normandie, qu'elle soit positive ou négative.

Premièrement, la récolte de ces algues dites "envahissantes" constitue un bénéfice certain pour les communes comme dit précédemment, mais aussi pour différents corps de métier tels que les producteurs ostréicoles qui sont régulièrement gênés par ces algues faisant irruption sur leurs chantiers. La présence d'algues peut avoir des conséquences négatives sur l'accès à leurs ressources, voire la croissance et le développement des huîtres. On recense aussi des difficultés pour les pêcheurs, écoles de voiles et autres, en raison de la forte présence d'algues pour accéder à la mer lors des périodes de fort échouage d'algues. L'importance d'une plage propre pour le tourisme implique aussi un bénéfice pour toutes les entreprises liées à ce secteur, telles que les restaurateurs, hôteliers...

" Les marchés publics passés avec les agriculteurs pour ramasser les algues sur la plage de grandcamps-maisy sont considérés comme des échec parce que de toute manière [en période de forte invasion, même si on ramasse] on a des tas d'algues, on peut plus rien faire, l'école de voile par exemple ne peut pas assurer les cours..." " c'est une commune touristique, donc les gens ne sont pas très contents des odeurs" (Catherine Anastasie)

"On pourrait même intégrer les coûts, qui sont inhérents au fait que quand les algues viennent, les touristes râlent. Et quand les touristes râlent, ils reviennent moins où ne reviennent pas. Et dans les années 2016 ou 2017, il y a une enquête qui avait été faite à l'époque par le ministère de la transition écologique, c'était Ségolène Royal qui avait commandé ça à cette époque là, je crois et qui montrait qu'il avait une influence je crois sur 4% du chiffre d'affaires des communes balnéaires, quand il y avait des gros afflux d'algues comme ça, donc ça a aussi un coût pour les communes. Voilà, c'est un des éléments de réflexion supplémentaire." (Franck Jouy)

Ensuite, l'instauration d'une filière aussi novatrice permettrait une diversification des activités présentes sur ce territoire et ainsi l'accès à de nouveaux emplois et de nouvelles formations. Il existe un scénario où les producteurs ostréicoles intègrent cette activité à celles déjà existantes, ce qui entraînerait une nouvelle demande et potentiellement plus d'emplois à pourvoir sur certaines périodes.

Enfin, d'un point de vue environnemental, ces algues sont maintenant intégrées à l'écosystème et donc importantes pour la biodiversité existante, néanmoins, il est important de réguler leur présence afin de ne pas risquer la destruction d'autres espèces en raison d'une trop forte présence d'algues. On sait par exemple qu'une forte concentration d'algues peut obstruer l'accès à la lumière pour certaines espèces et menacer la pérennité de ces dernières.

Une récolte de sargasse n'est pas destructrice de l'espèce puisque la sargasse est coupée à 15 cm de sa racine ce qui permet une repousse tous les ans de celle-ci.

“Alors, ça dépend de quelle algues vous parlez parce que effectivement la sargasse Donc, elle a été introduite, vous connaissez l'histoire, il y a une trentaine d'années, elle s'est montrée relativement au départ discrète. C'est donc un petit peu les courbes de croissance des algues qui sont envahissantes, il y a un temps donc de latence, d'adaptation, et puis elle s'est mise à proliférer avec donc des nuisances importantes surtout pour les parcs ostréicoles, pour les conchyliculteurs, pour la navigation et donc cette algue a des stratégies de reproduction qui sont très efficaces et aujourd'hui avec peut-être le réchauffement climatique, elle envahit. Il suffit de se lever, de regarder par la fenêtre, la mer est marron, et c'est donc le tapis de sargasse qui flotte sur la surface de la mer. Donc si on prend cette baie de seine, ça a commencé par Courseulle, Bernières et là cette année on en a énormément sur Luc et puis sur Lion, c'est-à-dire sur toute la zone de rocher alors elle a un cycle de vie qui fait qu'elle a une base très solide qui est pérenne c'est à dire qu'en hiver.... En principe son cycle de vie, c'était ça donc à partir du printemps, lorsque l'eau se réchauffe un petit peu et qu'on a des jours un peu plus longs, la lame qui est composée d'un Tal enfin d'une corde cylindrique avec des petites feuilles et des petits flotteurs se met à pousser. Sa croissance a lieu pendant tout le printemps et l'été et en général cette grande lame est arrachée fin d'été début septembre. Ça, c'était le cycle jusqu'à présent de cette algue. Et cette année y a des changements en plus, on a observé que l'année dernière, elle avait été arrachée très tôt et donc que son cycle de croissance était reparti en fin d'été, en automne, et malgré un hiver froid, elle a continué à grandir, à pousser et donc là, au printemps on a vraiment des biomasses très importantes de Sargasses qui font 5-6 m de haut, et qui commence à être un petit peu arrachés en fonction de la hausse, des coefficients. C'est une algue qui s'adapte vraiment très bien aux conditions environnementale et qui nuit à la biodiversité parce que le fait de former donc ce genre de tapis empêche la lumière de pénétrer un peu plus profondément et du coup bah les autres algues ne peuvent pas se développer car elles ont besoin de lumière et elles nuisent à la biodiversité.” (Anne-Marie Ruisg)

La récolte d'algues entraîne donc bon nombre d'effets positifs pour la société toute entière, cependant, il ne faut pas négliger les externalités négatives qui font suite à cette étape. En effet, comme nous le savons, les plages sont des espaces sensibles déjà fortement touchés par la pollution et intégrer une nouvelle activité mécanisée est néfaste pour l'environnement étant donné les rejets de CO₂ liés à l'utilisation d'un tracteur. De plus, cela peut aussi être problématique lors des périodes de forte affluence, où une telle activité peut entraîner une pollution sonore et visuelle, ainsi que détériorer la sécurité des touristes. C'est un point qui a été notifié par les représentants de certaines communes.

De plus, ces algues font maintenant partie de l'écosystème et permettent la prolifération de certaines espèces, ce qui a permis la mise en place d'autres activités telles

que la pêche de bouquets. Cette activité est grandement facilitée par la présence d'algues et leurs récoltes pourraient impacter cette pêche. Il reste cependant important de notifier que cette filière ne projette pas de récolter l'entièreté des Sargasses et entéromorphes disponibles étant donné les quantités importantes de biomasses.

L'étape du stockage a essentiellement un impact négatif : celui de la consommation d'énergie utilisée par les réfrigérateurs, qui fonctionnent en continu pour conserver une bonne qualité d'entéromorphes. L'étape du séchage pour les sargasses est aussi consommatrice d'énergie. Ces étapes contribuent donc à augmenter les émissions de gaz à effet de serre et polluent l'environnement.

Concernant le transport, l'impact principal est évidemment négatif puisqu'un camion de type moyen émet environ 798 grammes de CO² par kilomètres parcourus. Un transport depuis la Normandie jusqu'en Bretagne (société de transformation Algaia) représente une quantité de CO₂ pouvant aller jusqu'à 303 kilos.

Il y a tout de même un impact positif, pour la société lors de l'étape du transport, qui est la possibilité d'embaucher des personnes en chantier d'insertion, personnes éloignées de l'emploi depuis un certain temps.

Enfin, la première transformation de cette matière première a un effet bénéfique au niveau social étant donné que c'est une nouvelle activité. Cela implique donc une potentielle création d'emplois ou du moins une fixation du nombre d'emplois déjà en vigueur. De plus, comme pour le transport, la mise en place de chantier d'insertion peut être envisagée. Cette étape permettrait également d'instaurer un nouveau marché de produits éco-responsables et bénéfiques pour la santé humaine. Néanmoins, cette transformation représente un coût énergétique important en raison de la quantité d'eau nécessaire pour laver les algues ou encore au vu de l'électricité utilisée pour sécher et broyer les algues. De plus, ces étapes engendrent forcément une part de déchets appelée co-produits qu'il faut prendre en compte et potentiellement chercher à les revaloriser.

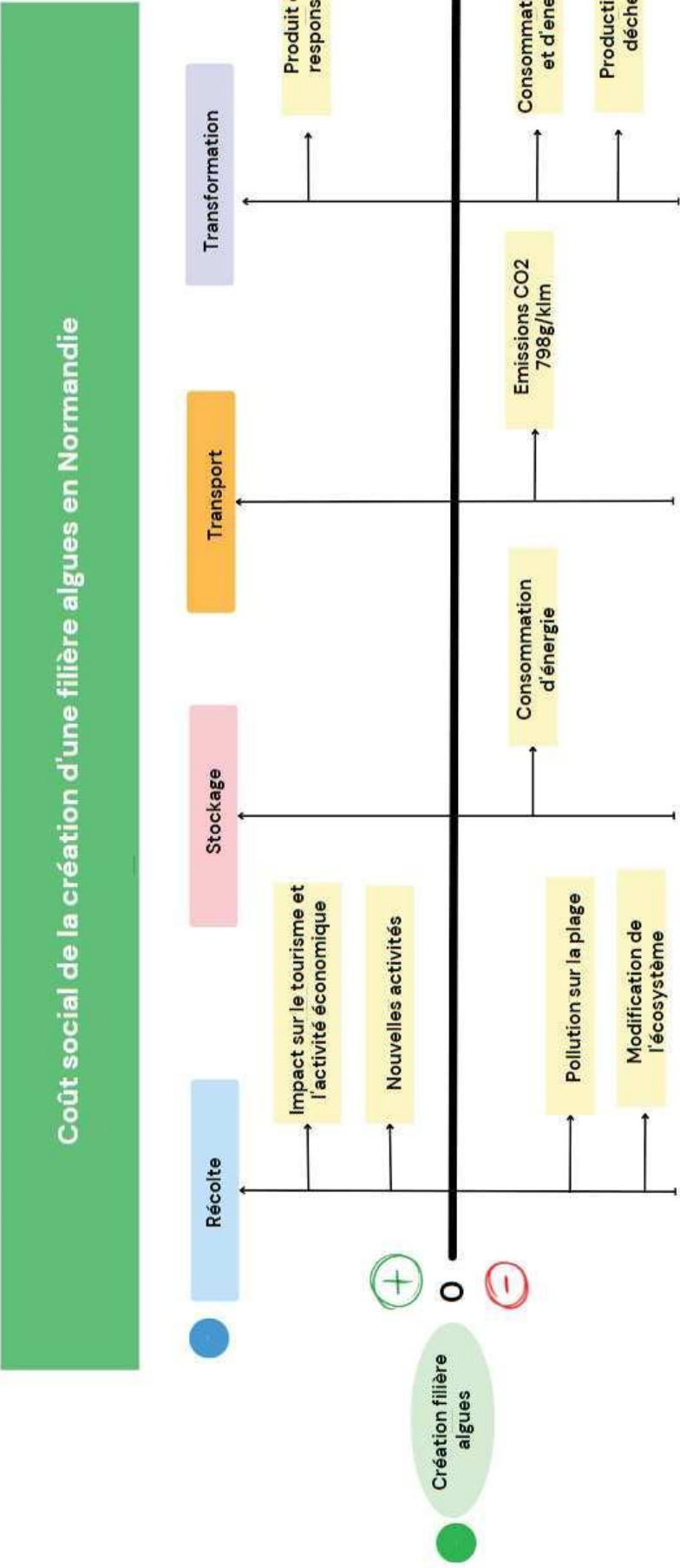


Figure 13 : Récapitulatif du coût social de la création de la filière

3. Proposition de tableaux de bord

Un tableau de bord est un outil de suivi et de pilotage qui permet de visualiser l'ensemble des activités d'une organisation ou d'une filière. Il comprend différents indicateurs qui aident à atteindre les objectifs fixés. Il sert alors à la prise de décision.

Afin d'intégrer le coût social dans la prise de décision de la filière algue, il serait intéressant pour chaque acteur de cette filière d'établir un tableau de bord propre à sa société permettant d'estimer la viabilité sociale et environnementale de cette dernière, ces facteurs sont de plus en plus important à prendre en compte pour la prospérité d'une entreprise. Ils vont permettre d'identifier les différentes activités ainsi que leur impact. Ils sont destinés à l'ensemble des acteurs de la filière. La création de ces tableaux permet d'établir des statistiques et d'évaluer les tendances de l'entreprise selon les actions mises en place, cela permet de rendre compte de l'impact de chaque activité sur l'aspect social et environnemental mais aussi sur l'aspect économique car ces 3 piliers sont liés.

Aujourd'hui, il est de plus en plus difficile pour une société de négliger les aspects sociaux et environnementaux au simple profit de l'aspect économique car nous savons maintenant qu'une société qui se veut pérenne doit absolument concilier ces 3 piliers, les indicateurs suivant mettent facilement en évidence, par exemple, la sécurité au travail est un facteur essentiel à mesurer afin d'être sûr d'avoir des salariés en bonne santé et motivé à effectuer le travail et être productif. Pour aider les différents acteurs de la filière à créer leurs propres tableaux nous avons pu délimiter un certain nombre d'indicateurs importants à prendre en compte pour la mise en place de ces tableaux de bord :

Activités	Indicateurs
Récolte	<p>Le climat social : il regroupe les indicateurs liés au turn-over, à l'absentéisme, aux nombres d'incivilités et à l'ancienneté.</p> <p>Les finances RH : elles comportent notamment les coûts de recrutement, la masse salariale, les coûts des charges sociales et avantages sociaux.</p> <p>La santé et la sécurité au travail : elles englobent, entre autres, les notions d'arrêts-maladie ou d'accidents du travail, la durée moyenne des absences, la répartition des absences par motif ou encore le taux moyen d'absentéisme.</p> <p>Le prévisionnel RH : il inclura, par exemple, le nombre d'embauches à venir, le type de contrats, les promotions, etc.</p> <p>Émissions :</p> <ul style="list-style-type: none">● Émissions toxiques

	<ul style="list-style-type: none"> • Émissions directes de CO2 • Émissions de CO2 indirectes • Émission d'oxyde nitrique • Émission d'oxyde sulfurique
Transport	<p>Le climat social : il regroupe les indicateurs liés au turn-over, à l'absentéisme, aux nombres d'incivilités et à l'ancienneté.</p> <p>Les finances RH : elles comportent notamment les coûts de recrutement, la masse salariale, les coûts des charges sociales et avantages sociaux.</p> <p>La santé et la sécurité au travail : elles englobent, entre autres, les notions d'arrêts-maladie ou d'accidents du travail, la durée moyenne des absences, la répartition des absences par motif ou encore le taux moyen d'absentéisme.</p> <p>Le prévisionnel RH : il inclura, par exemple, le nombre d'embauches à venir, le type de contrats, les promotions, etc.</p> <p>Emissions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Émissions toxiques • Émissions directes de CO2 • Émissions de CO2 indirectes • Émission d'oxyde nitrique • Émission d'oxyde sulfurique
Transformation	<p>Le climat social : il regroupe les indicateurs liés au turn-over, à l'absentéisme, aux nombres d'incivilités et à l'ancienneté.</p> <p>Les finances RH : elles comportent notamment les coûts de recrutement, la masse salariale, les coûts des charges sociales et avantages sociaux.</p> <p>La santé et la sécurité au travail : elles englobent, entre autres, les notions d'arrêts-maladie ou d'accidents du travail, la durée moyenne des absences, la répartition des absences par motif ou encore le taux moyen d'absentéisme.</p> <p>Le prévisionnel RH : il inclura, par exemple, le nombre d'embauches à venir, le type de contrats, les promotions, etc.</p> <p>Energie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation d'énergie, kWh / an • Utilisation de l'énergie dans les bureaux, kWh / m2 • Energie économisée grâce aux améliorations mises en œuvre, %

	<p>Eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation d'eau • % de l'eau recyclée • % de l'eau réutilisée <p>Déchets :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déchets par type et méthode d'élimination
--	--

Tableau 11 : Tableau de bord

Conclusion

En conclusion, cette étude socio-économique sur la création d'une filière algues en Normandie met en évidence un potentiel significatif et prometteur pour le développement durable de la région. Les algues offrent une diversité d'applications dans des secteurs-clés tels que l'alimentation, la cosmétique, la pharmacie, l'agriculture et l'énergie, ce qui ouvre de nouvelles perspectives économiques.

Cette étude économique montre le prix minimal de vente des sargasses et des entéromorphes pour que cette nouvelle activité de récolte devienne rentable mais elle intègre également le coût social en intégrant les communautés de communes au projet et en mettant en avant l'impact environnemental de ce projet. En résumé, le prix de vente minimal pour obtenir une rentabilité serait de 93€ la tonne pour les sargasses et de 0,45 centimes le kilo pour les entéromorphes.

La création d'une filière algues en Normandie aurait des retombées économiques positives. Elle favoriserait la création d'emplois locaux, à la fois dans la collecte des algues, la transformation des produits et la recherche et développement. De plus, elle pourrait renforcer l'attractivité touristique de la région en valorisant les ressources naturelles uniques de la côte normande.

Cependant, la mise en place d'une filière algues nécessiterait une collaboration étroite entre les acteurs publics et privés, ainsi qu'une réglementation adéquate pour garantir la durabilité environnementale de l'exploitation des algues. A ce jour, la récolte d'algues de rive n'est pas autorisée par le code rural mais leur exploitation (sans mécanisation) pourrait être possible avec un encadrement par arrêté préfectoral.

Enfin, la création d'une filière algues en Normandie représente une opportunité stratégique pour diversifier l'économie régionale, promouvoir le développement durable et renforcer la résilience face aux défis environnementaux actuels. Une approche holistique, impliquant les acteurs locaux et soutenue par des politiques favorables, pourrait positionner la Normandie comme un acteur majeur dans l'exploitation responsable et innovante des ressources marines.

BIBLIOGRAPHIE

ADEME, Rapport public sur les méthodes de collecte de la sargasse, 2019
<https://martinique.ademe.fr/sites/default/files/dispositifs-collecte-sargasses.pdf>

ADEME, Base carbone, 2023 <https://bilans-ges.ademe.fr/>
ADEUPA, Rapport d'étude sur le poids socio-économique de la filière algues en pays de Brest, 2021
https://adeupa-brest.fr/system/files/publications/fichierjoint/108_7_filiere%20algues%20web_V2_1_0.pdf

AGROCAMPUS OUEST, La filière des algues dans le monde, en Europe, en France, 2015
<https://hal.science/hal-01343425/document>

Conseil général de l'environnement et du développement durable, Rapport d'expertise du projet de filière d'algoculture alimentaire en Bretagne, 2012
https://medias.vie-publique.fr/data_storage_s3/rapport/pdf/124000560.pdf

DESAIGUES Brigitte, POINT Patrick, « Chapitre 1. Les fondements théoriques de la valorisation des actifs naturels », dans : , *L'Économie du patrimoine naturel. La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, sous la direction de DESAIGUES Brigitte, POINT Patrick. Paris, Economica, « Hors collection », 1993, p. 7-39. URL : <https://www.cairn.info/l-economie-du-patrimoine-naturel--9782717825152-page-7.htm>

GREFFE Xavier, « COÛT SOCIAL », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 28 juin 2023. URL : <http://www.universalis-edu.com.ezproxy.normandie-univ.fr/encyclopedie/cout-social/>

MOUSLI Marc, « Taylor et l'organisation scientifique du travail », *Alternatives Économiques*, 2006/10 (n°251), p. 83-83. DOI : 10.3917/ae.251.0083. URL : <https://www.cairn.info/magazine-alternatives-economiques-2006-10-page-83.htm>

NETALGAE, Rapport sur la présentation de la filière des macro-algues par pays, 2012
https://www.researchgate.net/publication/281724351_Presentation_de_la_filiere_des_macro-algues_par_pays_Norvege_France_Royaume-Uni_Espagne_Irlande_Portugal

PORTER Michael E, « Chapitre 2. La chaîne de valeur et l'avantage concurrentiel », dans : , *L'avantage concurrentiel. Comment devancer ses concurrents et maintenir son avance*, Traduit de l'américain par DE LAVERGNE Philippe. Paris, Dunod, « Stratégie d'entreprise », 2023, p. 43-75. URL : <https://www.cairn.info/l-avantage-concurrentiel--9782100838783-page-43.htm>

Pien, S., Eustache, S., Lefebvre, V., Savary M. (2019) Projet ENTEROMORPHES : Evaluation des possibilités de ramassage sur les poches ostréicoles en vue d'une valorisation en Normandie.



ANNEXE 3.

CREATION D'UNE FILIERE ALGUES EN NORMANDIE

Éléonore Briquet

IAE CAEN – École Universitaire de Management

Septembre 2021



CREATION D'UNE FILIERE ALGUE EN NORMANDIE

Rapport d'étude

RESUME

Durant 6 mois, des acteurs normands de la filière algue ont été recensés et sondés pour connaître leurs besoins et développer leur activité en rapport avec les algues. Ce rapport d'étude fait l'état des lieux de la filière en Normandie et ses perspectives à court, moyen et long terme.

Éléonore Briquet

Ce travail a été accompagné par le SMEL, le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie Mer du Nord, le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Normandie et Algaia.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....	1
PRESENTATION DES DIFFERENTS MODELES D'ETUDES	2
VOIES DE VALORISATION DES MODELES DE L'ETUDE	3
RESULTATS DES ENQUETES.....	4
S'APPROVISIONNER EN MATIERE PREMIERE	4
TECHNIQUE DE RECOLTE ET MATERIEL RECOMMANDE	5
INTERET POUR LA CREATION D'UN GROUPEMENT D'ACTEURS	6
PERSPECTIVES DU PROJET	8
CONCLUSION.....	10

INTRODUCTION

Notre région est riche et possède des ressources encore inexploitées. Les algues, notamment celles d'échouage et celles qui viennent coloniser les parcs conchylicoles, représentent un frein pour le tourisme et les activités conchylicoles. Mais de ce frein, il est maintenant possible d'en faire une richesse. Il est alors venu l'idée de créer une entité rassemblant les acteurs impactés ou intéressés par la matière algue afin de pouvoir échanger, partager et innover ensemble.

Cette démarche s'inscrit dans une dynamique écoresponsable du territoire qui vise d'une part, à résoudre les problématiques des acteurs impactés et d'autre part, valoriser une matière disponible et peu exploitée en Normandie.

L'écosystème d'activité présent en Normandie est un terrain favorable à l'implantation d'une telle structure. L'objectif principal est alors de co-construire une filière algue sur le territoire normand et de fédérer les acteurs concernés autour d'un intérêt commun.

METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Les acteurs recensés ont été sondés à l'aide d'un questionnaire.

C'est en tout 35 personnes interrogées, qui ont/ou souhaitent avoir une activité en rapport, de près ou de loin, avec les algues.

Tous les maillons de la chaîne de valeur ont été répertoriés afin de n'omettre aucun élément de l'écosystème dans lequel pourrait naître cette filière.

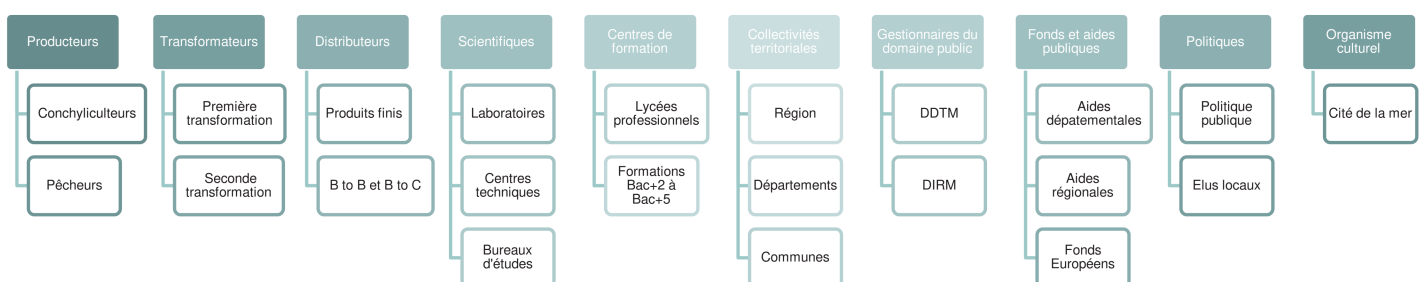


FIGURE 1 : REPRESENTATION DES DIFFERENTES ENTITES SONDEES EN NORMANDIE

Afin d'enclencher le développement d'une telle filière, l'étude se concentre sur la valorisation de 4 modèles d'études principaux :

- + Les sargasses
- + Les entéromorphes
- + Les algues d'échouage
- + La spiruline



D'autres modèles d'études sont en cours de développement (Laminaires, *Porphyra*...) et pourront, plus tard, venir compléter la liste ci-contre.

PRESENTATION DES DIFFERENTS MODELES D'ETUDES

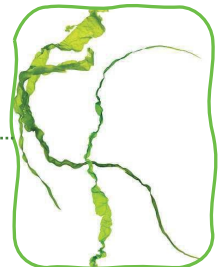
Les sargasses :



Sargassum muticum, est une algue brune, espèce japonaise invasive retrouvée sur les côtes françaises. Elle est présente en très grande quantité (10 000 à 20 000 tonnes) sur la côte ouest du Cotentin et sur le littoral du Calvados. Une récolte à grande échelle serait envisageable.

Les entéromorphes :

Ulva intestinalis, algue verte endémique présente en grande quantité sur les poches ostréicoles, notamment au printemps. L'exploitation de cette algue par les ostréiculteurs permettrait d'offrir une voie de diversification aux ostréiculteurs normands.



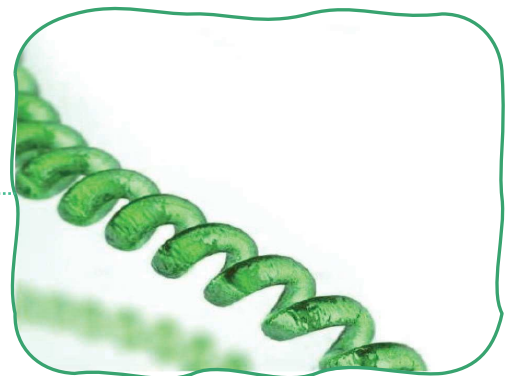
Les algues d'échouage :



Les échouages sont constitués d'une grande variété d'espèces qui se retrouvent sur l'estran. Ces échouages constituent de nombreuses nuisances olfactives et visuelles pour les communes littorales normandes et perturbent l'activité touristique. Une valorisation de ces algues pourrait justifier un ramassage encadré

La spiruline :

La spiruline, généralement considérée comme une microalgue, est déjà cultivée au sein de 5 entreprises normandes et possède de grandes qualités nutritionnelles. Retrouvée en poudre, en paillettes ou en filaments principalement pour la nutrition humaine, d'autres axes de valorisation restent à explorer.



Pourquoi avoir choisi ces modèles ?

Le projet SNOTRA (Projet européen sur la récolte et la valorisation des sargasses en Normandie) mené jusqu'en décembre 2019 ainsi que d'autres projets précédents, ont permis de démontrer les voies de valorisation possibles sur ces trois types de modèles. Pour créer une filière il faut partir d'une matière existante et présente en grande quantité afin de pouvoir répondre à la demande si celle-ci venait à s'intensifier. De plus, ces ressources sont abondantes et potentiellement gênantes, leur exploitation n'aurait qu'un impact minime sur les stocks naturels. Cependant, des études d'évaluation des stocks sont à prévoir afin de maîtriser l'exploitation de la ressource.

Il a été décidé de construire une filière qui soit la plus large possible, en incluant notamment les microalgues au sens large. La spiruline possède déjà une certaine notoriété mais il reste du chemin à parcourir pour valoriser cette matière dans d'autres domaines que la nutrition humaine. L'intégrer dans la filière, permettrait aux entreprises la cultivant de bénéficier du réseau de transformateurs et de distributeurs adhérent à l'association et, de ce fait, profiter d'une visibilité plus grande au sein du territoire.

VOIES DE VALORISATION DES MODELES DE L'ETUDE

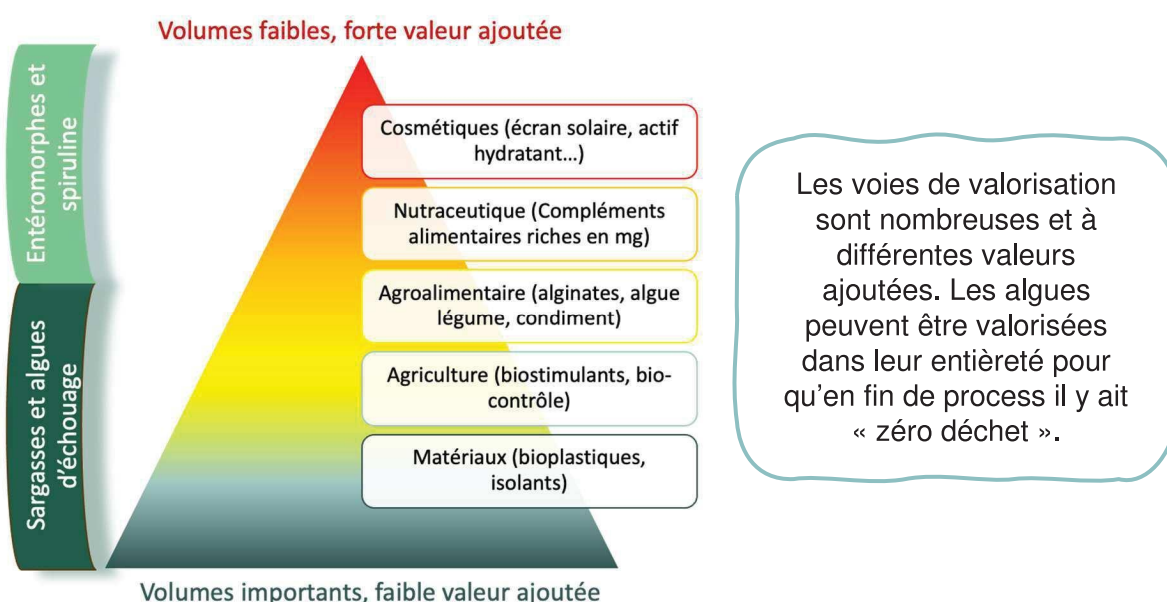


FIGURE 2 : VOIES DE VALORISATION EN FONCTION DU MODELE

RESULTATS DES ENQUETES

S'APPROVISIONNER EN MATIERE PREMIERE

L'enjeu premier d'une activité de production, réside dans l'approvisionnement en matière première. Aujourd'hui, en Normandie, il n'existe pas encore de licence de récolte d'algues. De plus, on ne trouve pas non plus de producteur de macroalgues qui puisse fournir les industriels de la région souhaitant transformer ces algues.

La poursuite de l'étude permettra certainement de faire naître une nouvelle activité de récoltants d'algues professionnels, sous réserve d'un cadre réglementaire bien défini. Cette poursuite d'étude aura également pour but de développer la culture d'algues en Normandie.

Afin de fournir les intéressés, les algues doivent être récoltées de manière responsable afin que les stocks naturels ne soient pas affectés et de manière efficace dans le but de rentabiliser les moyens matériels et humains investis. Ainsi, plusieurs techniques de récolte et moyens humains peuvent être proposés en fonction de la matière première :

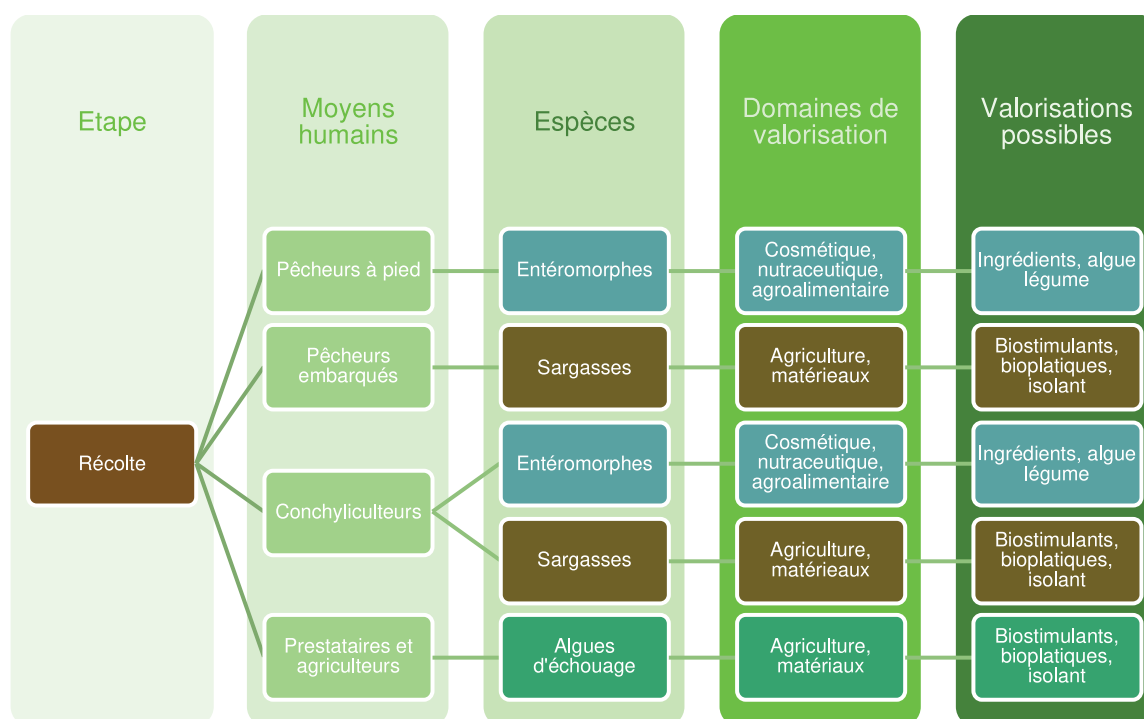
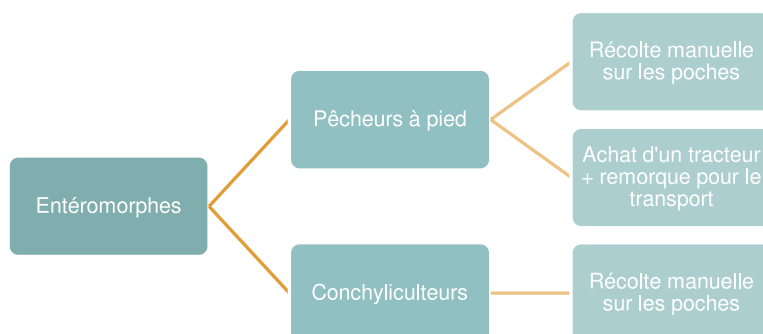


FIGURE 3 : SCHEMA GLOBAL D'UN EXEMPLE D'EXPLOITATION DES ALGUES MODELES

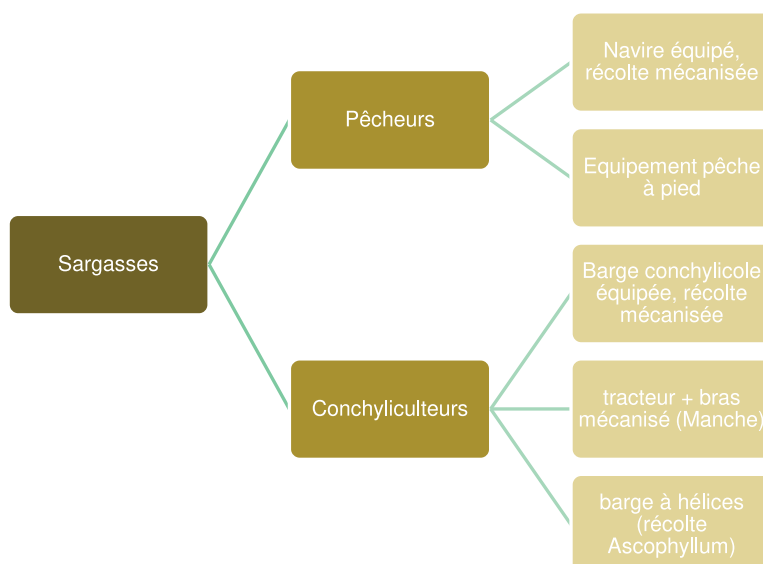
TECHNIQUE DE RECOLTE ET MATERIEL RECOMMANDE

Pour les entéromorphes :



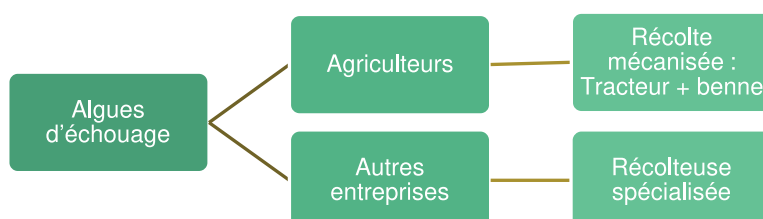
Les entéromorphes se récoltent facilement manuellement sur les poches à huitres. En effet, il est possible de « rouler » les algues afin de former des amas avec un minimum d'impuretés et d'assurer une qualité de l'algue pour faciliter sa valorisation.

Pour les sargasses :



La récolte manuelle des sargasses est possible mais si la demande venait à être forte, il serait donc nécessaire d'avoir recours à une récolte mécanisée soit en pleine mer soit au sein des concessions conchylicoles. Les stocks étant très importants, le matériel doit pouvoir supporter de grandes quantités de sargasses lors d'une récolte.

Pour les algues d'échouage :



Pour les algues d'échouage, la question se pose encore. Certaines communes pratiquent déjà le dégagement de la laisse de mer mais cela représente un coût très important. La solution pourrait venir de professionnels qui valorisent cette matière ou d'agriculteurs afin de les épandre en plein champs.

FIGURE 4 : SCHEMAS DU TYPE DE RECOLTE RECOMMANDEE POUR CHAQUE MODELE

INTERET POUR LA CREATION D'UN GROUPEMENT D'ACTEURS

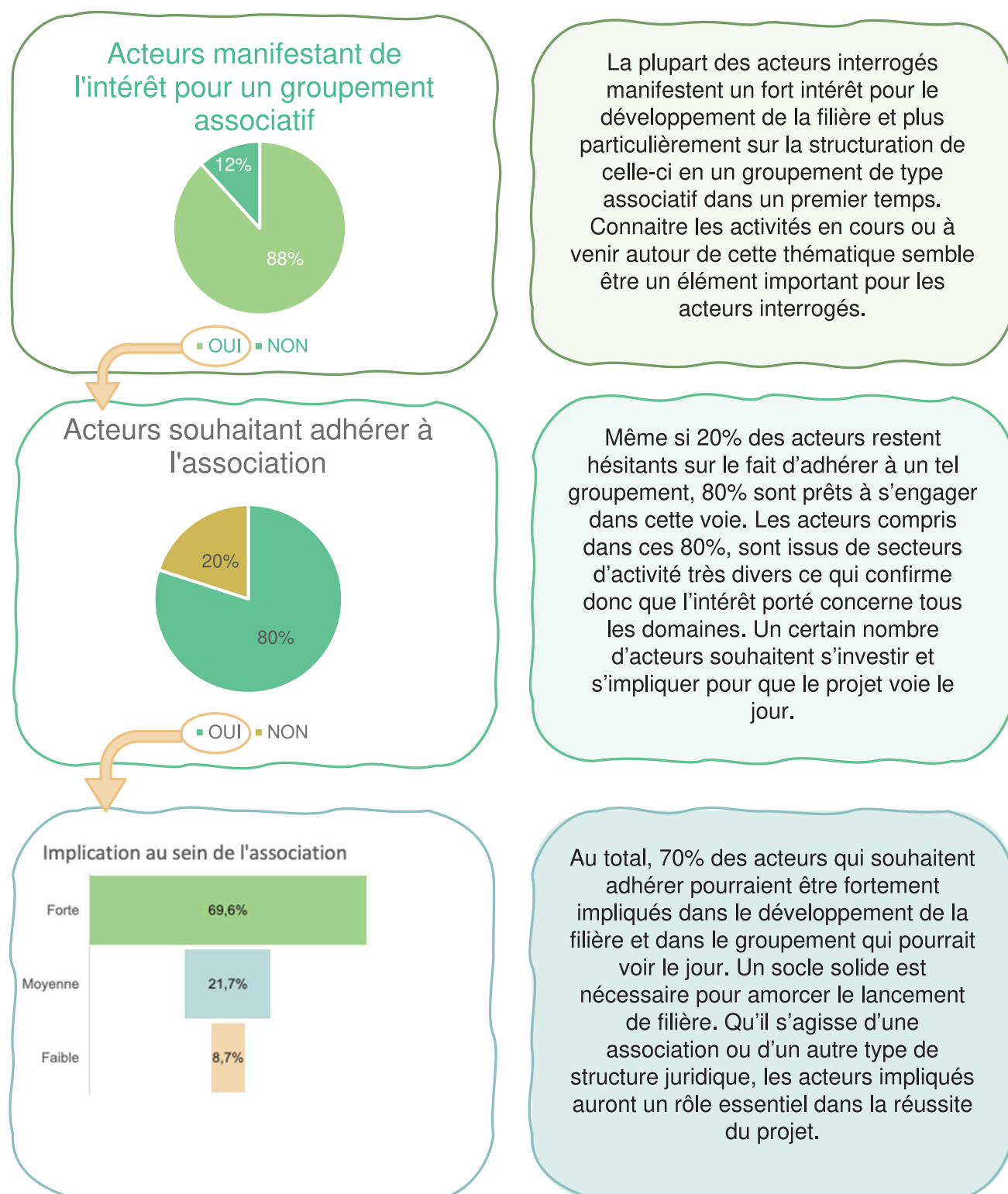


FIGURE 5 : GRAPHIQUES DES RESULTATS QUALITATIFS DES ENQUETES

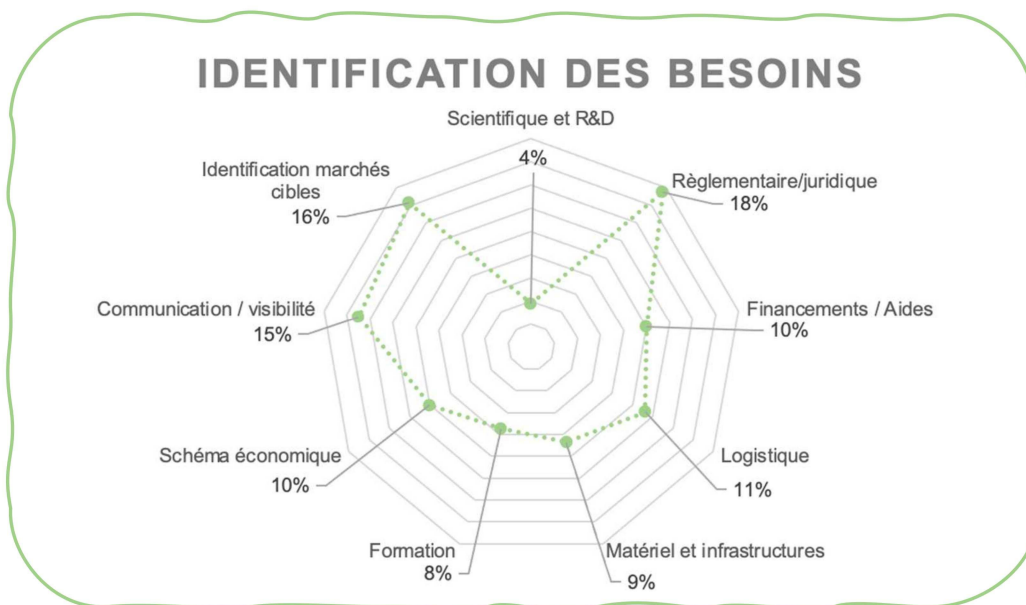


FIGURE 6 : BESOINS POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ACTIVITE RECENSES LORS DES ENQUETES AUPRES DES ACTEURS

Les besoins qui ressortent des enquêtes sont d'ordre divers. Les besoins les plus récurrents reposent sur :

- + La réglementation en termes de récolte et d'approvisionnement en matière première. Mais également, la réglementation concernant la qualité des algues selon leur utilisation et leur conditionnement.
- + L'identification des marchés cibles et, plus globalement, les retombées économiques et le retour sur investissement qui pourraient découler du lancement d'une activité économique autour de la commercialisation des algues. Le ciblage marketing ainsi que des études technico-économiques, sont nécessaires afin de pouvoir envisager le développement de la filière.
- + La communication et la visibilité sont des points qui sont revenus régulièrement. En effet, le grand public n'a pas une vision positive des algues même si cette tendance semble peu à peu s'inverser. Il y a une grande part de méconnaissance au sujet des algues. Ayant conscience de cela, la filière aura besoin d'établir une communication positive notamment par le biais de la vulgarisation scientifique. La visibilité de l'activité de certains acteurs est primordiale pour maintenir et accroître leur développement.

PERSPECTIVES DU PROJET

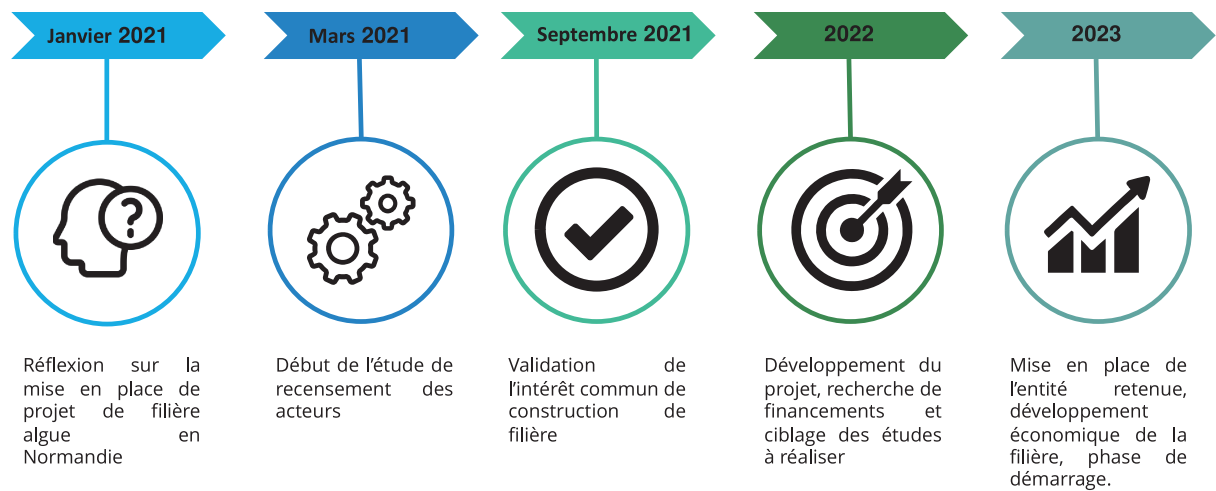


FIGURE 7 : TIME LINE DE L'AVANCEMENT DU PROJET



Le statut juridique final de l'entité qui verra le jour n'est pas encore arrêté, néanmoins, afin de pouvoir démarrer les différentes études, il est proposé, en un premier temps, de regrouper le maximum d'acteurs autour d'une convention-cadre définissant le mode de fonctionnement et le calendrier des premières échéances. Cette première étape devra amener l'ensemble de ces partenaires vers la construction d'une entité sous une structure juridique reconnue, de type association ou autre, d'ici à 18 mois.



Les freins au développement du projet ont été analysés, d'autres surviendront très certainement lors de la phase de déploiement. Néanmoins, la prise en compte de ces freins permet de se focaliser, en priorité, sur les points bloquants et d'ainsi lever les premiers verrous.



Avec l'objectif de pouvoir développer la filière algue, de nouvelles actions vont être menées dans les mois à venir afin d'affiner la feuille de route de la future entité. Des projections à court, moyen et long terme sont envisagées dans le but de faire monter en puissance cette filière au sein du territoire normand.

	Court terme	Moyen terme	Long terme
Association	<ul style="list-style-type: none"> → Création d'une entité regroupant les acteurs (autour d'une convention cadre) → Élargir le champ de prospection des acteurs notamment sur les activités industrielles du bassin Seine-Maritime → Recenser d'autres conchyliculteurs et pêcheurs potentiellement intéressés → Relais avec les autres régions, mutualisations d'évènements autour des algues, partage de la veille et de l'information → Rédaction de la feuille de route de l'entité choisie 	<ul style="list-style-type: none"> → Dépôt des statuts de l'entité juridique choisie → Création d'un site internet permettant de créer une première plateforme collaborative → Réunions de projection avec les potentiels adhérents → Communication et veille de l'information → Établir des listes de priorité d'études à mener : affiner la feuille de route → Garder le lien virtuel et physique avec les acteurs rencontrés en première phase → Recherche de financements pour la poursuite du projet 	<ul style="list-style-type: none"> → Agir en faveur de l'obtention des mêmes règles sur tout le territoire → Création d'une plateforme technique ainsi qu'un lieu de rencontre et de co-working → Animation d'une structure bien définie → Gestion de l'implantation de la filière sur le territoire (actions de communication, manifestations, webinaires, salons...)
Filière et activité	<ul style="list-style-type: none"> → Démarrer l'étude économique de la filière → Proposer des solutions concrètes aux besoins recensés → Être un soutien à la culture d'algues en Normandie → Étude juridique : lever les verrous de la réglementation 	<ul style="list-style-type: none"> → Estimer les stocks disponibles pour chaque modèle (hors spiruline) → Recherches sur d'autres voies de valorisation → Aide et conseil aux entreprises qui souhaitent démarrer une activité en rapport avec les algues → Faciliter une logistique adaptée à la filière → Création d'une nouvelle activité de récolte d'algues en Normandie → Favoriser l'économie circulaire et les circuits de proximité 	<ul style="list-style-type: none"> → Filière globale : s'armer ensemble autour des grandes thématiques et pour intégrer la France au sein des pays leader européen de la culture, la récolte et l'exploitation des algues → Exploration des nouvelles voies de valorisation → Gestion de la matière première et de la logistique générale de la filière

CONCLUSION

L'entité qui verra le jour aura la mission de rassembler et fédérer les acteurs afin d'établir une filière d'avenir sur le territoire. De nombreux travaux restent à réaliser mais cette première phase a permis de confirmer l'intérêt que portent les acteurs du territoire, venant de tous horizons, à la filière algue.

Les perspectives du projet vont permettre de construire une feuille de route claire afin que tous puissent voir un intérêt au développement de la filière. Le soutien des acteurs dans leur globalité est un élément indispensable et essentiel pour que le projet laisse place à l'action.



SNOTRA 2

*Sargasses et entéromorphes de **NO**rmandie : valorisaTion de Ressources **Al**gales*



ANNEXE 4.

RAPPORT SNOTRA 2

Rapport analytique CL100D/CL101D1

ALGAIA

Mars 2023

Rapport SNOTRA 2

Mars 2023

Rapport analytique CL100D1/CL101D1

Devis HB n°: 20230209-163357069 & 20230113-164546742

SMEL

Monsieur Sébastien Pien

spien@smel.fr

Demandeurs/contacts

SILEBAN

Monsieur Franck Vial

f.vial@sileban.fr



Responsabilités

Toutes les données brutes présentes dans ce document sont les résultats d'analyses approfondies réalisées dans des conditions de pratiques de laboratoire à normes élevées. Ces résultats sont fournis de bonne foi par ALGAIA SAS. Cependant, ALGAIA SAS se réserve le droit de modifier ces données jusqu'à ce que les analyses finales soient complètes et validées à la fin du projet.

VAT number : FR02478080146

ALGAIA siège social : Z.I Menez Bras 29870 Lannilis - FRANCE
For France only: SA au CAPITAL de 905 575 EUROS
RCS: BREST 478 080 146 SIRET: 47808014600069
Téléphone : +33 1 48 01 47 39

ALGAIA CENTRE R&D : 91, Rue Édouard Branly – 50000 Saint-Lô – FRANCE
Téléphone: +33 2 61 81 97 01
Mobile : +33 6 22 24 88 94

www.algaia.com

Table des matières

Responsabilités.....	1
1. Introduction.....	4
1.1 Contexte et objectifs	4
1.2 Echantillons	4
2. Méthodes analytiques.....	5
3. Résultats.....	6
3.1 Analyses des échantillons du test de conservation.....	6
3.1.1. Teneur en matière minérale.....	6
3.1.2. Profil acides uroniques	6
3.1.3. Profil en en sucres neutres	9
3.1.4. Conclusion	10
3.2 Production pilote.....	11
3.3 Composition des extraits obtenus lors des deux productions.	12

Liste des tableaux

Tableau 1 : Références des échantillons et analyses programmées.....	4
Tableau 2 : Matière minérale des échantillons (en %).....	6
Tableau 3 : Teneur en acides uroniques dans les échantillons (%/MS).	7
Tableau 4 Teneur en sucres totaux des échantillons (%/MS)	9
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses menées sur les six échantillons (%/MS). ...	10
Tableau 6 : Composition biochimique des extraits fournis (%/MS).	13

Liste des figures

Figure 1 : Représentation graphique des teneurs en matière inorganique des échantillons (en %/MS)6	
Figure 2 : Représentation graphique des valeurs du ratio M/G des échantillons.....	7
Figure 3 : Représentation graphique des teneurs en matière acides uroniques des échantillons (en %/MS)	8
Figure 4 : Représentation graphique des teneurs en sucres des échantillons (en %/MS).....	9
Figure 5 : Protocole de la production d'extrait liquide à partir de l'algue <i>Sargassum muticum</i>	11
Figure 6 : Protocole de la production d'extrait liquide à partir de l'algue <i>Ulva</i> sp..	12

1. Introduction

1.1 Contexte et objectifs

Dans le cadre du projet SNOTRA 2, ALGAIA a été missionné afin de réaliser une production pilote d'extraits liquides sur chacune des deux algues suivantes : *Sargassum muticum* et *Ulva sp.* ; d'analyser les extraits obtenus et fourni au SMEL et au SILEBAN ainsi que les biomasses de départ. De plus, l'analyse de 6 échantillons de *Sargassum muticum* a été réalisée afin d'évaluer le potentiel impact de différentes techniques de stockage.

1.2 Echantillons

Dans le cadre de l'évaluation de l'impact des conditions de stockage sur la composition biochimique de l'algue, 6 échantillons d'algue *Sargassum muticum* ont été reçus afin d'analyser la teneur en matière inorganique, en acides uroniques et sucres neutres.

Tableau 1 : Références des échantillons et analyses programmées

Ref Client	Biomasse avant traitement	T0 séchage serre	Stockage eau T7	Stockage eau T14	Stockage froid T7	Stockage froid T14
Ref ALGAIA	Biomasse initiale	T0 séchage serre	Stockage eau T7	Stockage eau T14	Stockage froid T7	Stockage froid T14
Matière inorganique	X	X	X	X	X	X
Acides uroniques	X	X	X	X	X	X
Sucres neutres	X	X	X	X	X	X

2. Méthodes analytiques

Matière minérale totale (MM ou cendres) : détermination de la masse des solides totaux résiduels après calcination.

Profil sucres neutres totaux : Hydrolyse acide spécifique des polysaccharides neutres puis quantification des monosaccharides totaux par chromatographie liquide échange d'ions (HPAEC), avec détection par ampérométrie pulsée. Plusieurs standards utilisés : Mannitol, Fucose, arabinose, galactose, rhamnose, glucose, xylose, mannose.

Profil acides uroniques totaux (Fibres solubles) : Hydrolyse acide spécifique des polysaccharides d'acides uroniques en solution puis quantification des monosaccharides totaux générés, par chromatographie liquide échange d'ions (HPAEC), avec détection par ampérométrie pulsée (PAD).

Polysaccharides Laminarans et fucoïdanes: Par calcul après dosage des sucres totaux

Acides uroniques totaux (TUA) : quantification des acides uroniques totaux par la méthode colorimétrique au carbazol (bitter et al.) après hydrolyse acide des polysaccharides. Standard D-acide galacturonique utilisé.

Composés phénoliques totaux : prélèvement d'un échantillon d'extrait liquide et quantification des composés phénoliques par la méthode décrite par Sanoner *et al.* (1999) base sur la réaction de Folin-Ciocalteu. Les résultats sont obtenus par analyse spectrophotométrique du liquide (lecture de la DO), en équivalent phloroglucinol (standard utilisé pour la courbe de calibration)

3. Résultats

3.1 Analyses des échantillons du test de conservation

3.1.1. Teneur en matière minérale

La teneur en matière minérale est aussi plus communément appelée analyse des cendres. L'analyse est réalisée en triplicat sur les échantillons lyophilisés et les résultats sont résumés dans le tableau 2, en pourcentage de matière sèche (g pour 100g de matière sèche échantillon)

Tableau 2 : Matière minérale des échantillons (en %)

	Biomasse initiale	T0 séchage serre	Stockage eau T7	Stockage eau T14	Stockage froid T7	Stockage froid T14
Matière inorganique (%)	32,86	29,37	36,92	41,29	34,82	37,24
Ecart type (%)	0,14	0,15	0,24	0,11	0,10	0,32

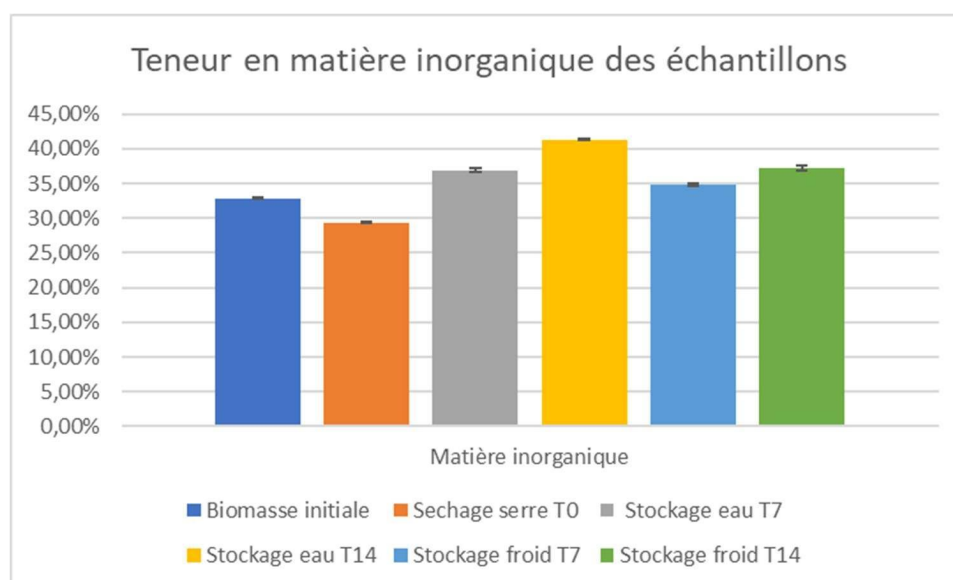


Figure 1 : Représentation graphique des teneurs en matière inorganique des échantillons (en %/MS)

D'après la figure 1, les teneurs en matière inorganique des échantillons varient entre 29,37% et 41,29% par rapport à la matière sèche selon les échantillons. Il peut être noté que les échantillons T7 et T14 dans les deux conditions de stockages présentent des teneurs en matière inorganique plus élevées (jusqu'à 9%). L'échantillon « T0 séchage en serre présente la valeur la plus faible, ce qui pourrait être dû à la perte d'exsudat lors du séchage.

3.1.2. Profil acides uroniques

Les résultats concernant la quantification des acides uroniques dans les échantillons sont présents dans le tableau 3, les analyses ont été réalisées en triplicat et les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche de l'échantillon (% /MS).

Tableau 3 : Teneur en acides uroniques dans les échantillons (%/MS).

	Biomasse initiale	T0 séchage serre	Stockage eau T7	Stockage eau T14	Stockage froid T7	Stockage froid T14
Ratio M/G	1,08	0,93	0,89	0,84	0,93	0,78
Teneur en alginates (%/MS)	16,74	12,82	18,50	15,81	16,96	15,52
Ecart type (%)	0,91	1,10	0,13	0,47	0,53	0,56
Teneur en acide glucuronique (%/MS)	1,00	1,23	1,49	1,25	1,36	1,55
Ecart type (%)	0,06	0,08	0,01	0,03	0,12	0,04

Teneur en acide uroniques totaux(%/MS)	17,74	14,05	20,00	17,06	18,32	18,07
Ecart type (%)	0,98	1,18	0,12	0,50	0,42	0,60

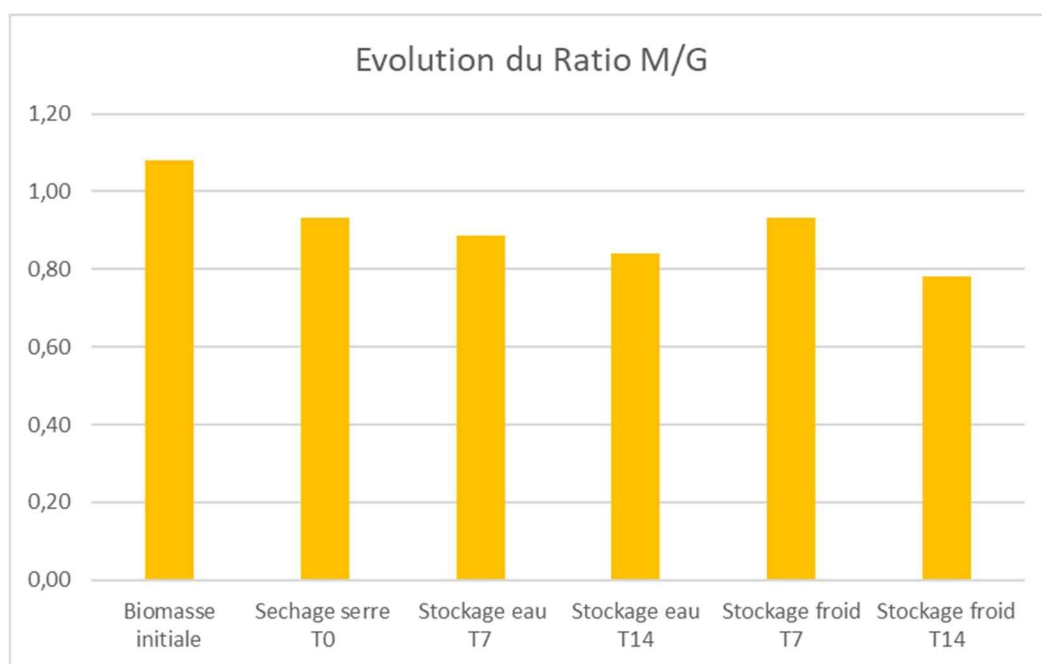


Figure 2 : Représentation graphique des valeurs du ratio M/G des échantillons

Tout d'abord, il peut être noté que le ratio M/G (= proportion d'acide mannuronique par rapport à l'acide guluronique), qui permet de représenter le potentiel des alginates, est plus faible après le stockage (quel que soit la condition) ou un séchage en serre. Le stockage au froid ou en eau ainsi que le séchage en serre auraient donc un impact sur ce ratio. La condition stockage au froid 7

jours et le séchage en serre seraient, d'après les résultats, les conditions qui impactent le moins le ratio M/G.

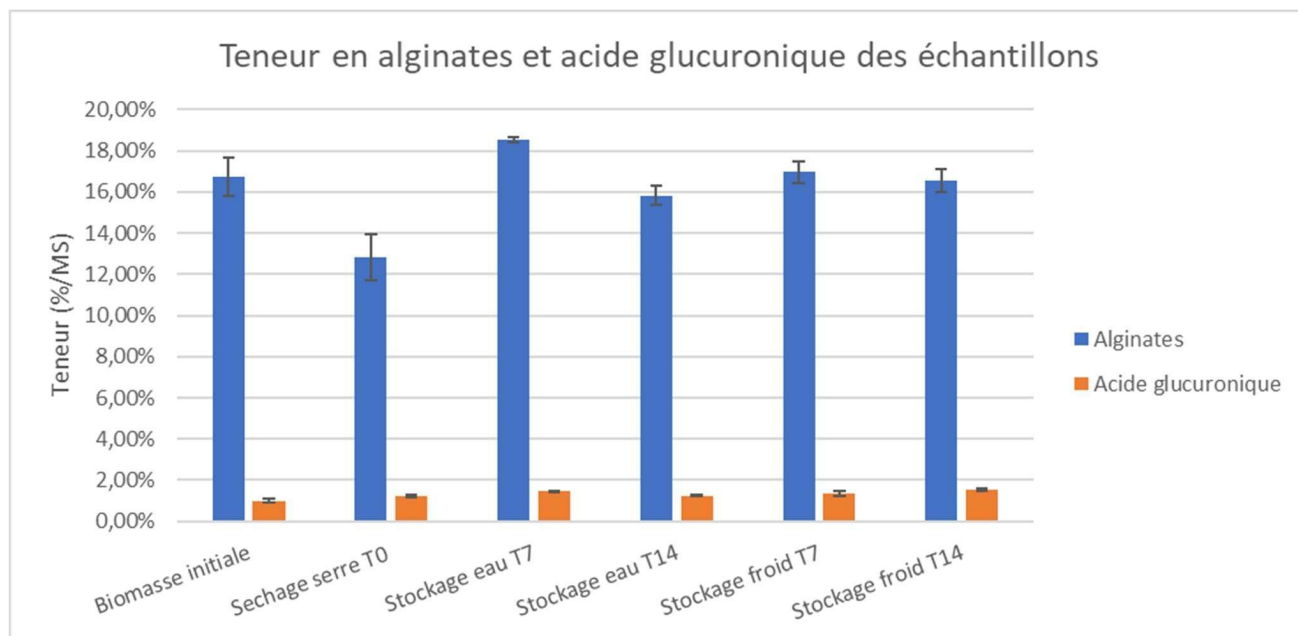


Figure 3 : Représentation graphique des teneurs en matière acides uroniques des échantillons (en %/MS)

La teneur en alginate quant à elle est relativement similaire entre les échantillons sauf pour l'échantillon séchage en serre pour qui la teneur est plus faible. Ce qui pourrait être expliqué par la présence d'une forte exsudation lors de ce séchage et donc la perte d'alginate dans cet exsudat. La teneur en acide glucuronique est, quant à elle, relativement stable. La teneur totale en acides uroniques des échantillons montre les mêmes tendances que la teneur en alginate : elle est relativement similaire entre les échantillons sauf pour l'échantillon « séchage sous serre », ce qui pourrait s'expliquer par une perte d'alginate dans l'exsudat.

3.1.3. Profil en en sucres neutres

L'identification et la quantification des sucres ont été réalisé sur les six échantillons. Les résultats sont présentés dans le tableau 4 et exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche. La figure 3 présente graphiquement les teneurs du tableau ci-dessous.

Tableau 4 Teneur en sucres totaux des échantillons (%/MS)

	Biomasse initiale	T0 séchage serre	Stockage eau T7	Stockage eau T14	Stockage froid T7	Stockage froid T14
Teneur en Mannitol (%/MS)	13.54	8,04	3,68	5,72	6,05	7,93
Ecart type (%)	0,11	0,42	0,13	0,22	0,31	0,56
Teneur en Laminaranes (%/MS)	1.04	3,07	1,25	1,22	1,26	1,07
Ecart type (%)	0,04	0,01	0,02	0,05	0,09	0,08
Teneur en Fucoïdanes (%/MS)	4.13	6,03	4,86	5,06	4,15	4,68
Ecart type (%)	0,12	0,22	0,15	0,18	0,23	0,33

Total (%/MS)	18,70	17,14	9,79	12,00	11,45	13,68
---------------------	--------------	--------------	-------------	--------------	--------------	--------------

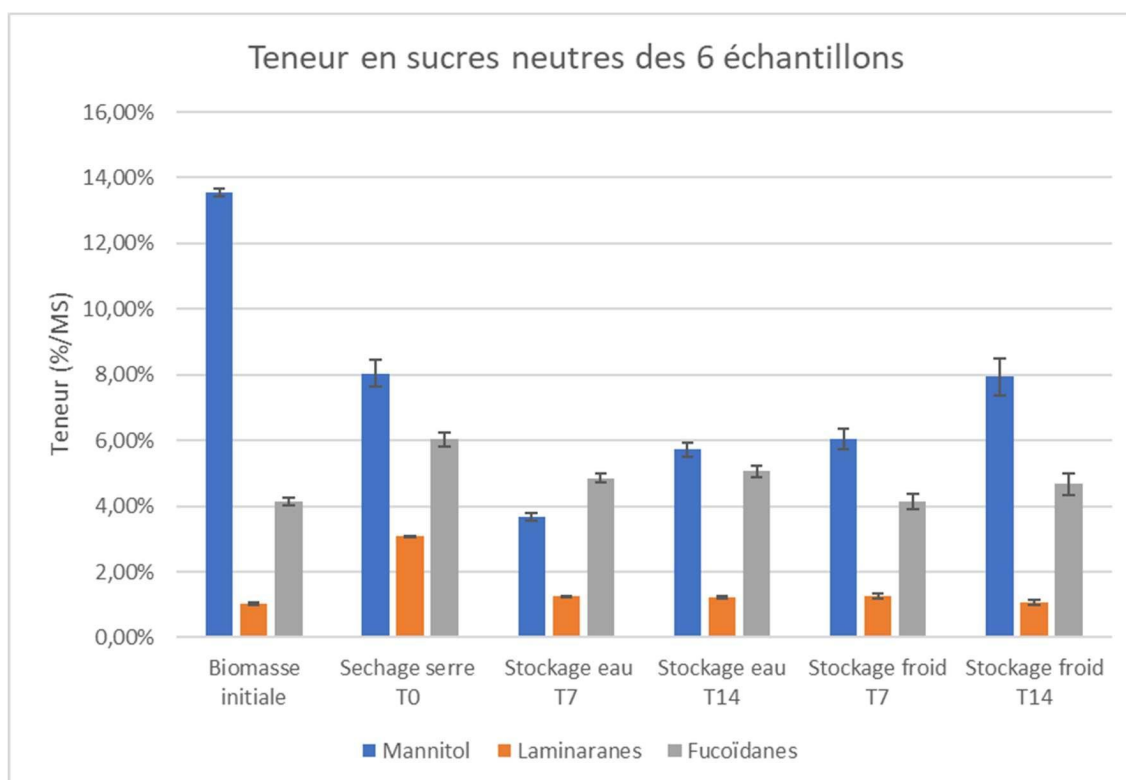


Figure 4 : Représentation graphique des teneurs en sucres des échantillons (en %/MS)

La teneur totale en sucres des échantillons varie entre 9.79% et 18.70% par rapport à la matière sèche. La teneur maximale en sucres totaux et en mannitol est obtenue pour l'échantillon biomasse initiale. Les teneurs en laminaranes semblent relativement similaires entre les échantillons, sauf pour l'échantillon séchage en serre qui a la plus forte teneur (3%/MS). C'est aussi cet échantillon qui montre la plus forte teneur en fucoïdanes mais les variations entre échantillon pour ce sucre semblent moins importantes que pour le mannitol.

D'après la figure 3, la teneur en mannitol varie beaucoup entre les échantillons, c'est le sucre qui semble le plus impacté par les conditions de stockage.

Entre les deux conditions de stockage (eau et froid) et d'après les analyses biochimiques réalisées, le stockage au froid serait le stockage qui présente les valeurs en sucres neutres les plus importantes, quelque soit le temps de stockage.

3.1.4. Conclusion

Voici un tableau récapitulatif des analyses réalisées :

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses menées sur les six échantillons (%/MS).

	Biomasse initiale	Séchage serre T0	Stockage eau		Stockage froid	
			Stockage eau T7	Stockage eau T14	Stockage froid T7	Stockage froid T14
Matière inorganique	32,86%	29,37%	36,92%	41,29%	34,82%	37,24%
Mannitol	13,54%	8,04%	3,68%	5,72%	6,05%	7,93%
Laminaranes	1,04%	3,07%	1,25%	1,22%	1,26%	1,07%
Fucoïdanes	4,13%	6,03%	4,86%	5,06%	4,15%	4,68%
Acides uroniques totaux	17,74%	14,05%	20,00%	17,06%	18,32%	18,07%

D'après les analyses réalisées, le séchage en serre serait la méthode de stabilisation des sargasses qui permettrait de conserver les plus fortes teneurs en sucres neutres et d'avoir la teneur en matière inorganique la plus faible. En revanche, il semble que ce soit la technique qui impacterait le plus la teneur en alginates dans l'échantillon. D'après ces analyses, le choix de la technique de stabilisation de la biomasse dépendrait de l'utilisation de celle-ci par la suite. Si l'objectif est de garder les plus fortes teneurs possibles en alginates, alors il faudrait privilégier le stockage en eau avec une durée inférieure à 7 jours. Cependant, le stockage au froid semblerait être un bon compromis, car il permettrait de conserver des teneurs intéressantes en alginates et en sucres neutres.

3.2 Production pilote

Deux productions pilote ont été menées afin de fournir au SILEBAN des extraits liquides pour la réalisation de leurs essais à partir des deux algues suivantes : *Sargassum muticum* et *Ulva sp.* Les protocoles des deux productions issues des Sargasses et d'*Ulva sp.* sont présentées dans les figures 5 et 6 respectivement.

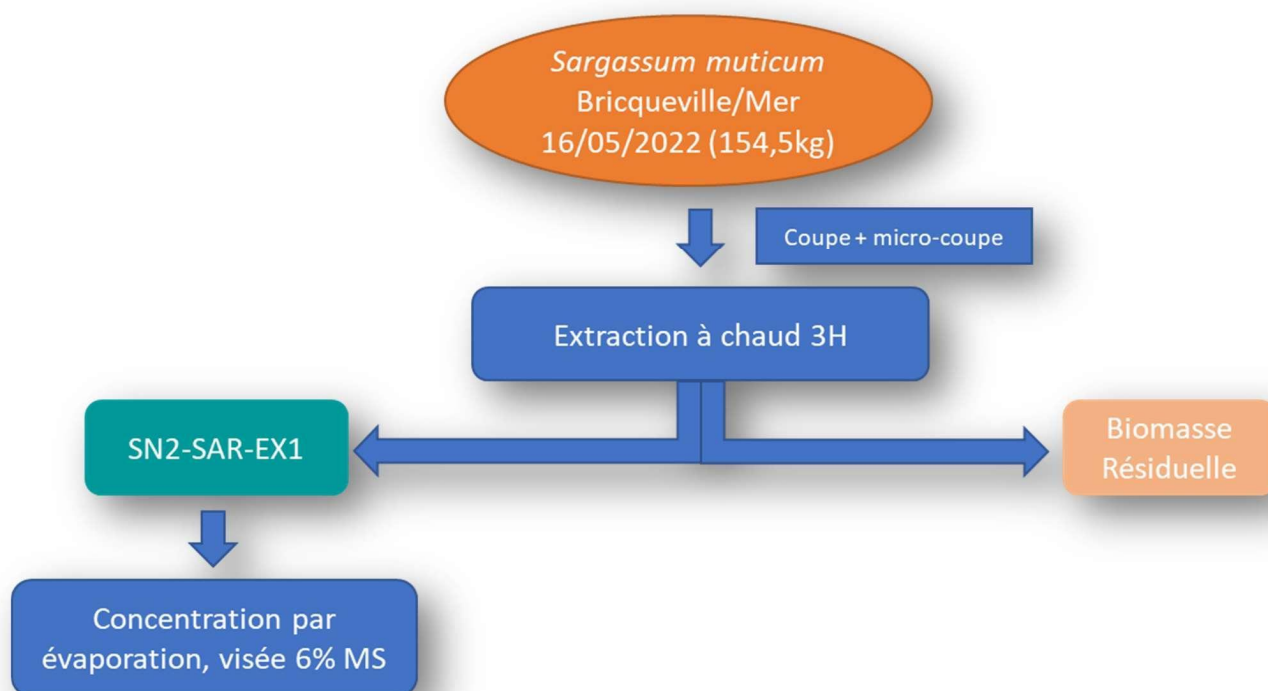


Figure 5 : Protocole de la production d'extrait liquide à partir de l'algue *Sargassum muticum*.

La figure 5 présente le protocole de production d'extrait liquide à partir de l'algue *Sargassum muticum*. Les algues ont été récoltées le 16 mai 2022 à Bricqueville sur mer puis ont été utilisées fraîches après leur récolte. Un premier extrait, SN2-SAR-EX1 a pu être obtenu à la fin de ce process.

La figure 6 illustre le protocole de production d'extrait liquide à partir d'*Ulva sp.* qui a été récoltée le 18 juin 2022 à Gouville sur mer. Les algues ont aussi été utilisées fraîches après avoir été rincées. A l'issue de cette production, un deuxième extrait a été obtenu : SN2-ENT-EX1 afin d'être testé dans les essais menés par le SILEBAN. Dans le cas des deux productions, les extraits ont été concentrés jusqu'à avoir une teneur en matière sèche d'au moins 6% pour être comparable avec la référence commerciale fournie (SN2-EVP6) dont la teneur en matière sèche est de 6% environ.

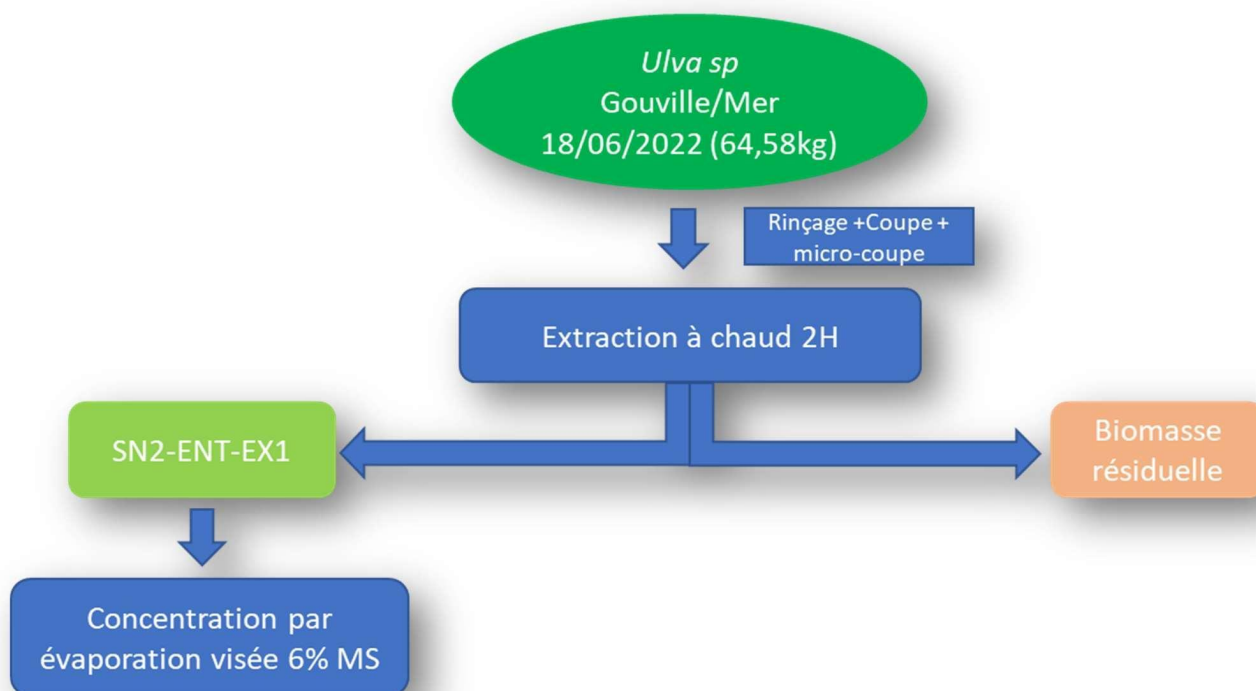


Figure 6 : Protocole de la production d'extract liquide à partir de l'algue *Ulva sp.*.

Des extraits supplémentaires ont pu être formulés à partir de ces 2 extraits produits : deux extraits complétés en magnésium ont été formulés à partir des extraits obtenus durant les deux productions (SN2-SAR-Mg et SN2-ENT-Mg) et un mélange 50/50 des deux extraits SN2-SAR-EX1 et SN2-ENT-EX1 (SN2-ENSA). Un total de 6 extraits liquides stabilisés (dont la référence commerciale SN2-EVP6) a été fourni au SILEBAN dont les compositions sont présentées dans la partie suivante.

3.3 Composition des extraits obtenus lors des deux productions.

Les compositions des extraits fournis au SILEBAN pour les essais agronomiques sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Composition biochimique des extraits fournis (%/MS).

	SN2-SAR-Ex1	SN2-ENT-Ex1	SN2-ENSA	SN2-SAR-Mg	SN2-ENT-Mg	SN2-EVP6
Matière sèche	6,81%	6,79%	6,79%	24,83%	27,41%	6,46%
Matière inorganique	40,18%	28,73%	34,29%	46,97%	41,15%	44,07%
Mannitol	17,85%	0,00%	9,62%	3,91%	0,00%	18,04%
Fucose	1,69%	0,00%	0,83%	0,36%	0,00%	1,25%
Galactose	1,34%	0,43%	0,86%	0,28%	0,09%	0,66%
Rhamnose	0,00%	4,95%	2,39%	0,00%	0,98%	0,00%
Glucose	0,44%	1,37%	0,88%	0,10%	0,29%	3,24%
Xylose	0,32%	1,34%	0,83%	0,08%	0,29%	0,23%
Mannose	0,60%	0,32%	0,45%	0,12%	0,07%	0,92%
Acides uroniques	12,09%	10,93%	11,86%	3,80%	1,90%	29,45%
Composés phénoliques	2,51%	/	1,53%	0,63%	/	<1%

Il peut être noté que deux extraits n'ont pas de valeurs pour la teneur en composés phénoliques, il s'agit de deux extraits d'*Ulva* sp.. Ces analyses n'ont pas été réalisées car les teneurs en ces composés sont trop faibles pour être détectées par la méthode analytique utilisée.