



Cépralmar

Projet moules en mer

Rapport final du projet 2023-2024

Rédacteur : Laureen NIVELAIS

Collaborateurs : Florian HUGO, Jean-François HOLLEY, Elise LACOSTE, Théo LANCELOT, Adeline PERIGNON



Financé par



Titre du document : Projet moules en mer – Rapport final du projet 2023-2024.

Rédacteur : Laureen NIVELAIS

Collaborateurs : Florian HUGO, Jean-François HOLLEY, Elise LACOSTE, Théo LANCELOT, Adeline PERIGNON

Ce rapport doit être cité comme suit : Nivelais L, Hugo F, Holley J-F, Lacoste E, Lancelot T, Perignon A (2024). Projet moules en mer – Rapport final du projet 2023-2024. Cepralmar, 35p.

Remerciements

Le Cepralmar remercie le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie pour son soutien financier dans le cadre du Plan de Relance, ainsi que la Région Occitanie pour sa contribution au financement du Cépralmar. Nous remercions également le Comité Régional de Conchyliculture de Méditerranée (CRCM) pour leur conseil et leur appui tout au long du projet ainsi que l'ensemble des professionnels pour leur disponibilité et leur implication sur ces deux années de travail.

Sommaire

Liste des figures.....	4
Liste des tableaux.....	4
Glossaire.....	5
Introduction.....	6
I. Contexte.....	7
1.1 La moule méditerranéenne, <i>Mytilus galloprovincialis</i>	7
1.2 Etat des lieux de la mytiliculture en Occitanie.....	8
1.3 Présentation des filières traditionnelles et italiennes pour la culture en mer.	9
II. Matériel et méthode.....	10
2.1 Paramètres environnementaux	10
2.2 Choix des sites suivis	10
2.3 Suivis biologiques.....	11
2.3.1 Suivi du captage.....	11
2.3.2 Suivi de la productivité	11
2.3.3 Suivi mensuel du taux de chair	13
2.4 Outil technico-économique	14
2.5 Présentation des données	16
III. Résultats	16
3.1 Paramètres environnementaux	16
3.2 Suivi du captage	17
3.3 Suivi de la productivité.....	19
3.4 Suivi mensuel du taux de chair	22
3.5 Outil technico - économique.....	24
IV. Discussion	29
V. Conclusion et perspectives	30
Références.....	31
Annexes	32

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de production, du naissain à la vente de moules commercialisables	8
Figure 2 : Modèle de filière conchylicole traditionnelle (sub-surface).	9
Figure 3 : Modèle de filière conchylicole italienne (sub-flottante) (Font A,2022).	9
Figure 4 : Localisation des sites et des professionnels suivis.	10
Figure 5 : Répartition des suivis biologiques selon les phases du cycle de production.	11
Figure 6 : Etapes du suivi de productivité et mesures associées.	12
Figure 7 : Mesures linéaires réalisées sur les individus prélevés.	14
Figure 8 : Evolution de la température et de la salinité en mer sur la zone Sète-Marseillan.	16
Figure 9 : Exemples de collecteurs utilisés par les professionnels.	17
Figure 10 : Suivi de la densité du naissain par mètre de corde sur les trois sites pour les périodes de 2023 et 2024. Site 1 = corde « poilue », Site 2 = filet tubulaire, Site 3 = corde coco.	18
Figure 11 : Proportion des composants de la récolte en fin de cycle de production sur l'ensemble des sites suivis.	20
Figure 12 : Profil des tailles des moules marchandes.	22
Figure 13 : Taux de chair moyen sur les quatre sites (technique micro-onde).	22
Figure 14 : Taux de chair sur les quatre sites (technique marmite).	23
Figure 15 : Répartition des charges des différents postes de dépenses pour l'ensemble des entreprises interrogées dans le cadre de la production de moules sur filières.	25

Liste des tableaux

Tableau 1 : Ensemble des mesures effectuées sur les moules ou cordes de moules lors du suivi de la productivité.....	13
Tableau 2 : Paramètres mesurés sur les échantillons de moules.	14
Tableau 3 : Poids moyen des cordes récoltées et des différents composants.	20
Tableau 4 : Poids moyens et indices de qualité des échantillons de moules commercialisables.	21
Tableau 5 : Coût de revient et prix de vente final pour l'ensemble des entreprises interrogées.	27

Glossaire

Aussière : corde horizontale présente sur les filières de moules en mer sur laquelle les cordes de moules vont être attachées.

Demi-moule : moules pré-grossies achetées par certains professionnels qui ne réalisent pas tout le cycle de production et se concentrent sur la phase de grossissement.

Graine : naissain de moules issu du captage réalisé par l'entreprise ou récupéré sur des structures telles que les aussières, les bouées de flottaison ou pontons portuaires.

Jambette : corde de maintien qui relie l'aussière de la filière et les corps morts sur le fond.

Pézoule : naissain de petite taille (plus petit que la graine) généralement récupéré lors de la période estivale sur les cordes de grossissement.

Retrie : moules sous taille qui passent à travers le crible lors de la phase de récolte des cordes de moules.

Introduction

Dans les années 1950, la mytiliculture représente trois quarts de la production conchylicole de la lagune de Thau avec près de 11 500 T produites à la fin des années 1970. Après ces années de forte productivité, le bassin fait face à des phénomènes de surexploitation et de dégradation du milieu entraînant une diminution de la croissance, de la reproduction et de la qualité du produit. Traditionnellement présente dans la lagune, la mytiliculture est alors délaissée par de nombreux exploitants au profit de l'ostréiculture. Néanmoins, plusieurs professionnels souhaitent maintenir cette activité et se tournent vers la mer afin de s'affranchir des contraintes du milieu lagunaire (Le Brun, 1958).

Les premières filières en mer ont vu le jour au début des années 1980 au large du littoral languedocien. La mise au point des techniques de production telles que la conception des filières subsurfaces, des barges conchylicoles et la fiabilisation des techniques d'élevage ont permis le développement de la mytiliculture en mer. La production atteint jusqu'à 10 000 T de moules dans les années 1990 (Derolez, 2020). Alors que l'activité en mer est en plein essor, des problèmes de prédation par les daurades, de perte de récolte due aux tempêtes et la concurrence espagnole se font de plus en plus ressentir au début des années 2000, mettant en péril de nombreuses exploitations. En 2010, la production chute à 1000 T par an avec de nombreuses filières délaissées (ViaAqua, 2020).

Aujourd'hui, la production de moules en mer se limite à quelques entreprises réparties au large de Gruissan, Vendres, Marseillan et Les Aresquiers. Toutefois, le potentiel demeure et l'engouement pour les produits locaux constitue une opportunité indéniable pour accompagner et soutenir les professionnels encore en activité. La relance de la production est notamment un des objectifs des contrats de filière conchylicole I et II, qui, dans un contexte de changement climatique et de développement du marché local présentent le redéploiement de la conchyliculture en mer comme primordial. Celui-ci doit cependant être envisagé avec prudence car il correspond à un métier à part entière avec ses contraintes et spécificités. A l'heure actuelle, peu de données technico-économiques sont disponibles rendant difficile l'analyse du fonctionnement de la filière.

C'est dans ce contexte que le projet « moules en mer » a émergé. L'objectif est d'acquérir des références zootechniques de la production tout au long du cycle d'élevage afin de mieux caractériser les sites et techniques de production. Une étude technico-économique de la production mytilicole vient compléter ces données. Le projet est réalisé en partenariat avec le CRCM et les professionnels en activité.

I. Contexte

1.1 La moule méditerranéenne, *Mytilus galloprovincialis*

Le genre *Mytilus* fait partie de l'embranchement des mollusques et de la classe des bivalves. Il comprend sept espèces parmi lesquelles deux sont présentes en France : la moule commune (*Mytilus edulis*) et la moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis*) produite dans le bassin de Thau et sur les filières en mer. La moule méditerranéenne se distingue de la moule commune par sa coquille plus fine, oblongue, pointue à l'avant et élargie à l'arrière. Les deux valves coquillères sont symétriques et jointes entre elles par un ligament faisant office de charnière, elles servent de protection et de support aux tissus mous. Ce sont des animaux grégaires et sessiles qui vivent regroupés sur des substrats solides (substrat rocheux, coque de bateau...) afin de se protéger des prédateurs et des forts courants. Ces bivalves sont eurythermes et euryhalins, ils peuvent supporter de fortes variations de température et de salinité. Ils apprécient néanmoins une certaine constance avec une gamme de température optimale comprise entre 15 et 20°C (Charles, 2019).

La moule est un microphage omnivore, elle se nourrit de phytoplancton (diatomées et dinoflagellés principalement) et de débris organiques par filtration de l'eau de mer. Un courant inhalant est créé par des cils vibratiles au niveau des branchies permettant à l'eau de rentrer par le siphon inhalant où un premier tri est réalisé. La fraction consommable est par la suite acheminée vers le système digestif, où les nutriments seront assimilés, avant d'être éliminée sous forme de fèces.

Le courant décrit précédemment permet également à l'animal de respirer grâce à une paire de branchies qui capte l'oxygène dissous. Cet oxygène est ensuite distribué dans l'intégralité de l'organisme via l'hémolymphe, liquide du système circulatoire chez les mollusques (Charles, 2019).

Concernant la reproduction, la moule est un animal gonochorique (à maturité les individus mâles sont différenciables des individus femelles), et connaît une phase planctonique (stade larvaire) et une phase benthique (stade juvénile et adulte). Son cycle biologique comprend plusieurs étapes : le repos sexuel/restauration des réserves, le rétablissement des gonades, la maturation des gamètes et la ponte. Après une phase de restauration des réserves au cours de l'été, le développement des gonades est initié début septembre. En Méditerranée, la maturité sexuelle est atteinte au cours de l'automne et les premières pontes peuvent apparaître dès octobre et se poursuivre jusqu'à mai (Nikolić et al, 2023). Selon les conditions environnementales un individu peut émettre des gamètes quatre à cinq fois au cours de son cycle sexuel (Villalba, 1995). La période de reproduction est une étape charnière dans le cycle de vie de la moule. Une importante quantité d'énergie est consommée rendant les individus affaiblis et davantage vulnérables aux agressions extérieures.

Après émission des gamètes dans le milieu, la fécondation permet la formation de larves planctoniques. La vie pélagique des larves dure une trentaine de jours au cours desquels plusieurs stades larvaires se succèdent jusqu'à la période de recrutement où la larve devient compétente pour la métamorphose. Celle-ci se fixe alors à un substrat marquant le passage au stade juvénile puis au stade adulte où elle poursuivra les différentes étapes de son cycle biologique. Les conditions environnementales sont déterminantes tout au long du cycle de vie de la moule aussi bien pour la croissance, le taux de survie et la reproduction.

1.2 Etat des lieux de la mytiliculture en Occitanie

En Occitanie la mytiliculture se partage en deux productions différentes : une production lagunaire et une production en mer ouverte.

Dans le cas de la production lagunaire, le site majeur est le bassin de Thau avec environ 2 000 T de moules produites (Cepalmar, chiffre 2023). La culture de moules se fait en suspension sur les tables conchylicoles. Les professionnels récupèrent la graine ou demi-moule (achat ou récupération sur les structures d'élevages) entre février et avril puis les mettent en corde avant de les attacher verticalement aux tables. Le cycle de production dure de quelques mois à un an selon le calibre initial des individus. La production en étang est cependant de plus en plus complexe du fait de l'augmentation de la température de l'eau et de la prédation des daurades.

La production en mer se répartit sur quatre sites : Gruissan, Vendres, Sète-Marseillan et Les Aresquiers. Après une période de forte productivité dans les années 2000, seule une dizaine de professionnels possède encore des filières au large et produit environ 1 300 T de moules (Cepalmar, chiffre 2023), dont 80% sur le site de Sète-Marseillan. Le cycle de production en mer se divise en trois étapes : le captage, la mise en corde pour le grossissement et la récolte (Figure 1). La période de captage débute en novembre et se termine en mars à l'aide des capteurs posés directement sur les filières par les professionnels. Après plusieurs mois en mer, les capteurs sont remontés et les moules dégrappées afin de réaliser de nouvelles cordes pour la phase de grossissement. Des filets de protection anti-daurade sont parfois installés à cette période. La récolte des moules commercialisables s'effectue sur la période de juin à septembre, les moules ont alors entre un an et demi et deux ans selon le calibre initial, le calibre souhaité à la vente et les conditions environnementales conditionnant la croissance.



Figure 1 : Cycle de production, du naissain à la vente de moules commercialisables

1.3 Présentation des filières traditionnelles et italiennes pour la culture en mer.

En Méditerranée, la mytiliculture en mer peut s'effectuer sur deux types de filières, traditionnelles ou italiennes.

Les filières traditionnelles ou sub-surface, se composent de cinq tronçons de 50 m séparés par des « jambettes » (Figure 2). L'ensemble est fixé au sol par des corps morts et maintenu en suspension par des bouées de flottaison immergées à 5 m sous la surface de la mer. La corde principale appelée aussière, est fixée horizontalement entre les deux extrémités de la filière et permet la fixation verticale des cordes de moules. Une filière peut supporter jusqu'à 500 cordes de moules même si en moyenne 400 y sont installées.

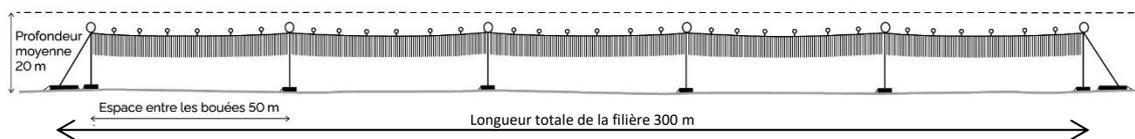


Figure 2 : Modèle de filière conchylicole traditionnelle (sub-surface).

Les filières italiennes se composent de 5 tronçons de 240 m séparés par des « jambettes » (Figure 3). L'ensemble est fixé au sol par des corps morts et maintenu en flottaison par des bouées de surface. Tout comme les filières traditionnelles, l'alsoière permet la fixation des cordes de moules sur toute la longueur de la filière. Un maximum de 340 cordes peut être installé sur un tronçon.

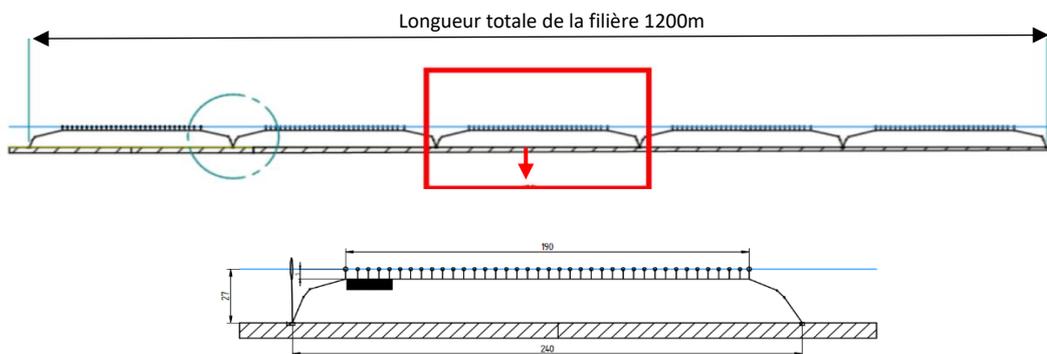


Figure 3 : Modèle de filière conchylicole italienne (sub-flottante) (Font A, 2022).

Les filières traditionnelles restent aujourd'hui majoritairement utilisées par la profession. Les conchyliculteurs installés depuis plusieurs années ont pour le moment une préférence pour ce système à l'origine des concessions en mer et avec lesquels ils ont l'habitude de travailler. Les filières italiennes présentent néanmoins certains avantages (notamment contre la prédation), et récemment quelques entreprises se sont lancées dans leur installation et exploitation (DDTM, 2021).

II. Matériel et méthode

Le projet moules en mer a pour objectif de récolter des références zootechniques et biologiques sur un cycle d'élevage de moules sur filières afin de mieux caractériser les sites et techniques de production. Les suivis mis en place concernent le captage, les indices de qualité et de productivité, et sont réalisés à partir de cordes de graines locales. Les professionnels impliqués sont répartis sur les trois sites majeurs de production (Vendres, Sète-Marseillan et Les Aresquiers) et conservent leur zootechnie sur tout le cycle de production.

2.1 Paramètres environnementaux

Les seules données environnementales disponibles (températures (°C) et salinité (‰)) proviennent du réseau de surveillance COAST-HF et du réseau CANDHIS du CEREMA. Les sondes sont fixées à 3m de profondeur sur une bouée cardinale mise à disposition par Phares et Balises (latitude 43.3267N, longitude 3.6616 E), à l'extrémité Est du lotissement Sète-Marseillan. Les sondes enregistrent en moyenne l'ensemble des paramètres environnementaux toutes les 15 minutes.

2.2 Choix des sites suivis

Une première phase d'échange avec les professionnels en activité a permis de recueillir les données générales de fonctionnement d'entreprise et de leur présenter le projet. Les professionnels volontaires ont par la suite été choisis de façon à représenter au mieux les différentes techniques de production sur les trois sites (Figure 4). Au total, neuf professionnels sont impliqués dans une ou plusieurs phases du projet.



Figure 4 : Localisation des sites et des professionnels suivis.

2.3 Suivis biologiques

Trois suivis biologiques ont été mis en place sur deux ans entre mars et octobre en accord avec le cycle de production.

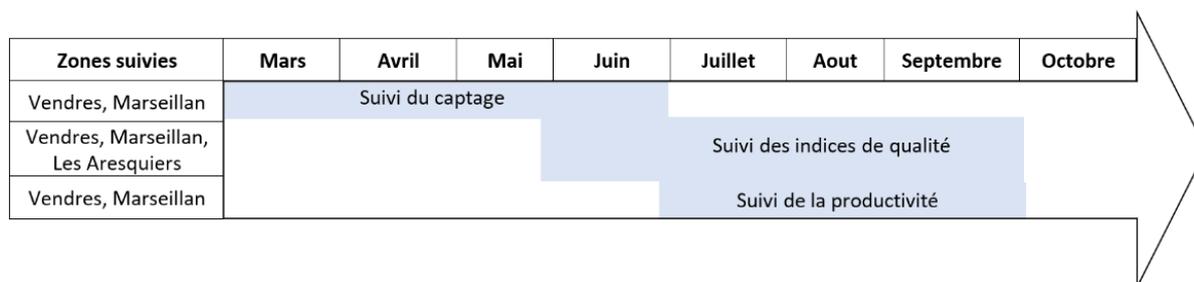


Figure 5 : Répartition des suivis biologiques selon les phases du cycle de production.

2.3.1 Suivi du captage

Le suivi du captage a pour objectif de recueillir des données sur les densités et la taille du naissain fixé sur les capteurs des professionnels entre mars et juin. Deux zones de production sont ciblées, Vendres (un professionnel) et Marseillan (deux professionnels).

A partir de mars, les professionnels remontent un collecteur de leur filière une fois par mois. Celui-ci est récupéré par l'agent du Cepralmar et divisé en trois tronçons de 10 cm (haut, milieu, bas du collecteur). Les caractéristiques des collecteurs sont recueillies (composition, longueur, date d'installation en mer, localisation). Pour chaque site, les collecteurs prélevés ont tous été posés à la même date et sur le même tronçon de filière.

Pour chaque tronçon de collecteur, les moules sont récupérées dans un récipient rempli d'eau. Elles sont classées par taille (<1mm de longueur, 1 à 5 mm, 5 à 10 mm, >10 mm) à l'aide de tamis puis un comptage est réalisé pour chaque classe de taille.

2.3.2 Suivi de la productivité

Ce suivi a pour objectif d'acquérir des éléments de référence sur la zootechnie et les rendements obtenus au cours d'un cycle de production.

Cinq professionnels participent à ce suivi et sont répartis sur les lotissements de Vendres et Sète-Marseillan.



Figure 6 : Etapes du suivi de productivité et mesures associées.

Le suivi se réalise sur des cordes de graine ou de retrié réalisées par les professionnels à partir de leur récolte. Selon le calibre et le plan de charge du professionnel, les cordes suivies (trois par professionnels) sont marquées en automne ou au printemps à l'aide de « marques à vache ». Des données initiales sont recueillies à ce moment : poids brut initial de la corde, composition de la corde (graine/retrié/demi-moule), présence de filet de protection contre les dorades, localisation de la filière pour la mise à l'eau (Figure 6). Un échantillon de 30 moules (T0) est également prélevé pour les biométries initiales (Tableau 1).

Au cours de la croissance, les cordes marquées suivent le parcours zootechnique propre à chaque professionnel. Lorsque celui-ci estime que les moules atteignent le calibre de commercialisation, les cordes sont remontées et récupérées par l'agent du Ceparlmar. Elles sont par la suite passées à la laveuse/calibreuse où deux cribles sont présents en sortie, de taille 15mm et 20mm.

Plusieurs mesures sont alors effectuées sur les cordes et les moules (Tableau 1). Un échantillon de 60 moules T15 (moules dont l'épaisseur est comprise entre 15 et 20mm) et T20 (moules dont l'épaisseur est supérieure à 20mm) est récupéré pour des biométries plus approfondies. Le pourcentage de « retrié » (moules inférieures à 20mm puis remises en corde par les professionnels pour poursuivre la croissance) est calculé.

Tableau 1 : Ensemble des mesures effectuées sur les moules ou cordes de moules lors du suivi de la productivité.

Cible des mesures	Mesures effectuées	Définition des mesures	Période
<i>Corde de moules</i>	Poids brut (kg)	Poids de l'ensemble de la corde (moule, filet, déchet...)	Mise à l'eau et récolte
	Poids net (kg)	Poids net des moules par classe de taille	Récolte
	Poids déchet (kg)	Poids des déchets après passage de la corde dans la calibreuse (filet, algue, autre bivalve...)	Récolte
<i>Echantillon de moules (T0, T15 et T20)</i>	Longueur (mm)	Mesure de la plus grande distance entre la charnière et le bord ventral	Mise à l'eau et récolte
	Epaisseur (mm)	Mesure de la largeur maximale de la convexité des deux valves réunies	Mise à l'eau et récolte
	Poids frais (g)	Poids de la chair et de la coquille après passage à la laveuse	Mise à l'eau et récolte
	Poids de chair (g)	Poids de la chair après cuisson (micro-onde ou marmite)	Mise à l'eau et récolte
	Poids de coquille (g)	Poids de la coquille sèche	Mise à l'eau et récolte
	Poids sec (g)	Poids des chairs sèches après passage à l'étuve (48H, 60°C)	Mise à l'eau et récolte

Les poids des cordes sont obtenus à l'aide d'une balance Precia C5WP1S, les poids des moules sont obtenus à l'aide d'une balance Kern® PCB3500-2 précise au 0,01g près et les tailles mesurées à l'aide d'un pied à coulisse digital.

A partir de ces données les indices de qualité sont calculés :

$$\text{Taux de chair (\%)} : \frac{\text{poids chair (cuite)}}{\text{poids frais de l'individu}} \times 100$$

$$\text{Indice W\&M} : \frac{\text{poids sec chair}}{\text{poids coquille}} \times 1\,000$$

Les moules n'ayant pas servi au suivi sont rendues aux professionnels.

2.3.3 Suivi mensuel du taux de chair

Le suivi mensuel du taux de chair permet d'obtenir des données plus précises sur l'aspect qualitatif de la production sur l'ensemble de la période de commercialisation, entre juin et septembre. Ce suivi est réalisé sur les zones de Vendres, Marseillan et Les Aresquiers.

Un échantillon de 60 moules marchandes est récupéré tous les mois chez quatre conchyliculteurs afin de réaliser un ensemble de mesures sur la taille et le poids (Tableau 2).

Tableau 2 : Paramètres mesurés sur les échantillons de moules.

Mesure effectuée	Définition
Longueur (mm)	Mesure de la plus grande distance entre la charnière et le bord ventral
Epaisseur (mm)	Mesure de l'épaisseur maximale de la convexité des deux valves réunies
Poids frais (g)	Poids de la chair et de la coquille après passage à la laveuse
Poids de chair* (g)	Poids de la chair après cuisson (micro-onde ou marmite)
Poids de coquille (g)	Poids de la coquille sèche
Poids sec (g)	Poids des chairs sèches après passage à l'étuve (48H, 60°C)

*Le poids de chair (g) après cuisson est obtenu par la technique dite du « micro-onde » (cuisson de 30 moules sur une durée établie au micro-onde) et de la « marmite » (cuisson de 30 moules sur une durée établie à la marmite).

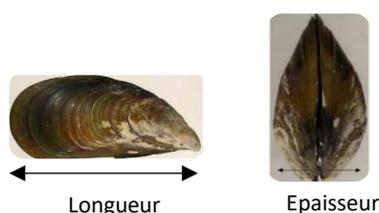


Figure 7 : Mesures linéaires réalisées sur les individus prélevés.

Les tailles sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse digital et les poids sont obtenus à l'aide d'une balance Kern® PCB3500-2 précise au 0,01g près. Ces données permettent de calculer les indicateurs suivant :

$$\text{Taux de chair (\%)} : \frac{\text{poids chair (cuite)}}{\text{poids frais de l'individu}} \times 100$$

$$\text{Indice W\&M} : \frac{\text{poids sec chair}}{\text{poids coquille}} \times 1\,000$$

2.4 Outil technico-économique

En complément des suivis biologiques, une analyse technico-économique de la production de moules en mer a été réalisée. Elle permet d'une part de recueillir des données sur le fonctionnement économique des entreprises et d'autre part d'identifier les stratégies de production ou de commercialisation et les moyens à engager pour améliorer son niveau de rentabilité. L'outil servira d'aide à la décision pour les entreprises souhaitant s'installer ou déjà en activité. En prenant en compte les éléments clés de la production il permettra d'accompagner les entreprises dans leur choix d'élevage et d'investissement.

Le fonctionnement de l'outil est basé sur différents modules regroupés dans un fichier Excel (Annexe 1) et reprenant les données générales de fonctionnement de l'entreprise, les étapes de production, de commercialisation et l'ensemble des moyens humains et matériels mis en place pour la production de moules sur filières. Chacun des modules comprend des données techniques et économiques, fixes ou à renseigner par les entreprises permettant d'aboutir à un coût par filière et par an. Le dernier onglet

reprend l'ensemble des coûts et le chiffre d'affaires afin de calculer le coût de revient total au kilo ainsi que le bénéfice réalisé.

Construction de l'outil :

La construction de l'outil s'est réalisée en plusieurs phases : caractérisation des entreprises en activité, création des modules économiques de l'outil, simulation avec chaque entreprise afin de valider l'outil.

Caractérisation des entreprises :

Les échanges avec les professionnels au cours des différents suivis techniques et des embarquements effectués ont permis de recueillir un ensemble de données sur le fonctionnement de chaque entreprise et les parcours zootechniques existants. Des données sur le captage, le grossissement, les moyens techniques utilisés, la commercialisation et le temps de travail associé à chaque phase de production ont ainsi été collectées. Le prix d'achat du matériel et les amortissements ont été récoltés à partir des informations transmises par les fournisseurs et les professionnels.

Création des modules :

A partir de ces premières informations sept modules ont pu être construits. Afin de simplifier l'analyse certaines données économiques sont fixées pour l'ensemble des entreprises à savoir le coût horaire patron, le coût horaire salarié, le prix du carburant détaxé (bateau) et le prix du carburant (fourgon/camionnette). Les sept modules se composent de la sorte :

- Données générales de fonctionnement : ensemble des données générales propres à l'entreprise (nombre de filière, tonnage produit, nombre de sortie par an, répartition des ventes...), les frais de fonctionnement (assurance, frais de maintenance, cotisation...) et les données fixes valables pour l'ensemble des entreprises testées (coût horaire, prix du carburant...).
- Prérequis matériel mytilicole : ensemble du matériel spécifique à l'exploitation des filières en mer (bateau, potence, bouée, chaîne à moules...), les données à remplir concernent le prix d'achat, les subventions et la durée d'amortissement.
- Prérequis autre matériel : ensemble du matériel pouvant servir à d'autres productions (palox, transpalette, fourgon...), les données à remplir concernent le prix d'achat, les subventions, la durée d'amortissement.
- Prérequis ensemencement : ensemble du matériel nécessaire à l'ensemencement ou captage de graines (tubulaire, océan, entretoise, corde de captage...), les données à remplir concernent les quantités de corde utilisées. Dans le cas d'achat de matière première (graine/demi-moule), le prix et les quantités achetées en moyenne sont également à renseigner.
- Prérequis production : l'ensemble des étapes de mise en corde, mise à l'eau, récolte, y sont détaillées (montage des cordes, chargement du bateau, fixation des cordes et entretien sur les filières, trajet aller/retour...). Les données à remplir concernent les temps de travail pour chaque tâche effectuée.
- Prérequis commercialisation : description des circuits de commercialisation (vente en gros, vente au détail, vente directe, prix de vente) et des charges associées (préparation commande, livraison, traçabilité, emballage...). Les données à remplir concernent les temps de travail pour chaque tâche effectuée.

Le dernier module reprend l'ensemble des coûts calculés sur les six modules précédents et abouti à un coût de revient au kg. La marge réalisée est ensuite calculée en fonction du prix de vente fixé par le professionnel.

Simulation avec les entreprises :

Afin de valider la construction et le fonctionnement de l'outil, des simulations ont ensuite été effectuées chez sept professionnels. Plusieurs modifications ont dû être apportées au fur et à mesure de ces tests. Une grande majorité des entreprises ayant également une activité ostréicole et/ou d'achat/revente, un ratio a été appliqué afin de distinguer la part associée à la production moules en mer à celles des autres activités.

2.5 Présentation des données

Les données de ce rapport sont présentées sous forme de moyenne par site de suivi et zootechnie employée. La variabilité des résultats est représentée sous la forme d'écart-type. La comparaison des résultats entre les années et entre les sites est réalisée à l'aide des tests statistiques suivant : analyse de la variance (ANOVA) ou test de Kruskal-Wallis pour les données non paramétriques. Les différences sont considérées comme significatives pour une p -value < 0.05 .

III. Résultats

3.1 Paramètres environnementaux

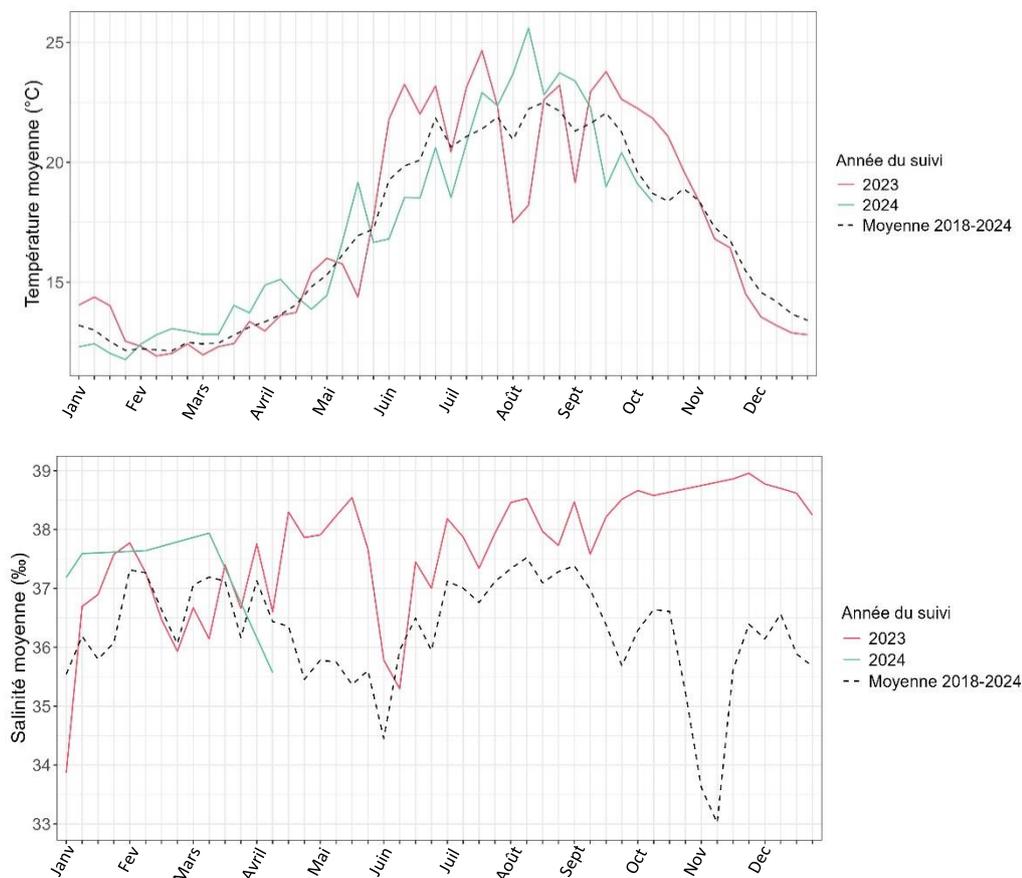


Figure 8 : Evolution de la température et de la salinité en mer sur la zone Sète-Marseillan.

En 2023 la température moyenne dans l'eau varie entre 11,9°C (février 2023) et 24,7°C (juillet 2023) avec des fluctuations assez importantes notamment entre juin et septembre. Les chutes de températures au cours cette période s'expliquent par des phénomènes d'upwelling (relevés météo France 2023). Les vent de terre (mistral et/ou tramontane) éloignent les eaux chaudes vers le large, les eaux froides situées en profondeur remontent alors en surface entraînant une diminution de la température de plusieurs degrés. En dehors de ces périodes, les valeurs restent proches de la moyenne interannuelle de 2018-2024.

En 2024, la température varie de 11,8°C (fin janvier 2024) à 25,6°C (août 2024). Au cours de l'année les valeurs sont assez proches de la moyenne interannuelle à l'exception de la période juillet/septembre où la température ne descend pas en dessous de 23°C. L'été a en effet été particulièrement chaud cette année-là.

Concernant la salinité, l'année 2023 se caractérise par des valeurs comprises entre 34‰ et 39‰. Ces valeurs sont nettement supérieures à la moyenne interannuelle du fait notamment des faibles précipitations enregistrées. Les premières données de 2024 montrent également une salinité supérieure à la moyenne des sept dernières années, comprise entre 37‰ et 38‰, mais qui connaît une forte diminution au mois de mars. D'importantes précipitations ont été enregistrées entre février et mars 2024 expliquant la baisse de la salinité en mer (relevés infoclimat.fr, 2024).

3.2 Suivi du captage

Diversité de la zootechne employée :

Le captage est réalisé par sept professionnels sur les douze présents à la mer à l'aide de trois types de collecteurs différents : la corde de coco, le filet tubulaire et la corde « poilue » polyester (Figure 9) :

- La corde coco : support traditionnellement utilisé pour le captage des moules. Il n'est utilisable qu'une seule fois mais présente une surface de captage importante grâce aux différents filaments de coco. Il est associé à un filet tubulaire rigide afin de maintenir les graines de moules une fois la corde de coco désagrégée.
- Le filet tubulaire simple : fréquemment utilisé par certains professionnels car déjà présent dans l'entreprise pour la phase de grossissement, il peut se réutiliser sur deux ans.
- La corde « poilue » en polyester : moins présente chez les professionnels du fait du coût d'achat notamment, elle possède une surface importante de captage et est réutilisable sur plusieurs années. Le dégrapage peut être un peu plus complexe, le polyester ne se désagrégant pas des fragments peuvent rester fixés aux graines de moules.

Les capteurs font en moyenne entre 4 et 7 m de longueur et sont installés à la verticale des aussières à 5 m sous la surface de l'eau entre novembre et mars. Selon la qualité du captage la récolte de la graine est effectuée entre 8 et 12 mois après la mise à l'eau des collecteurs.



Corde de coco

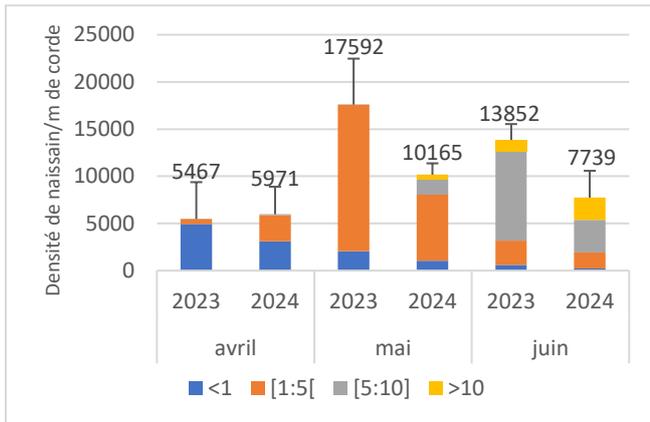
Filet tubulaire

Corde « poilue » polyester

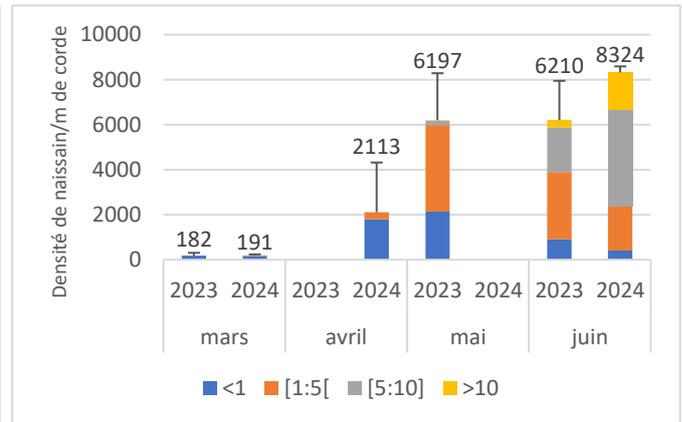
Figure 9 : Exemples de collecteurs utilisés par les professionnels.

Données de dénombrement du naissain :

Site 1



Site 2



Site 3

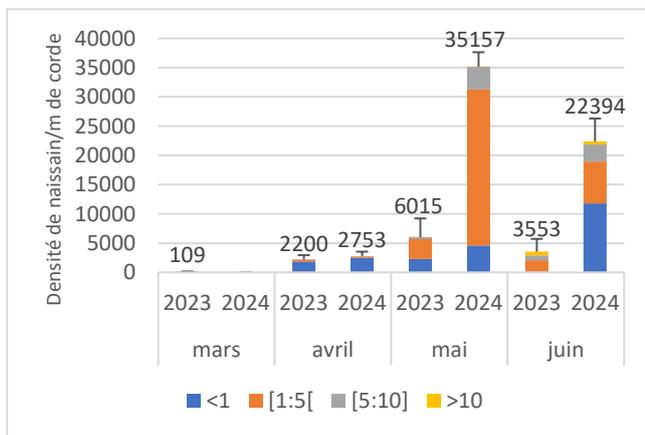


Figure 10 : Suivi de la densité du naissain par mètre de corde sur les trois sites pour les périodes de 2023 et 2024. Site 1 = corde « poilue », Site 2 = filet tubulaire, Site 3 = corde coco. Noter que les échelles sont différentes pour les 3 sites.

Le suivi du captage a permis d'établir des données moyennes de densité de naissain par mètre de corde sur les deux ans de suivi (Figure 10). Les densités maximales sont observées entre mai et juin allant jusqu'à **35 157 ind/m** de corde sur le site 3 en 2024. En moyenne pour l'ensemble des sites, **12 819 individus par mètre de corde** sont fixés au mois de juin (après 4,5 mois d'immersion), dernier mois du suivi.

Les densités de naissains fixés sont significativement différentes entre les sites (Kruskal-Wallis, p -value < 0,05). La disparité des parcours zootechniques appliqués (profondeur d'immersion, localisation des filières, composition des capteurs) et l'absence de données environnementales sur chaque site ne permettent pas dans ce suivi d'établir un lien de cause à effet.

Le site 1 présente des différences significatives entre 2023 et 2024 sur les deux derniers mois de suivis avec des densités en 2024 légèrement inférieures à celles mesurées en 2023 (Kruskal-Wallis, p -value < 0,05). Pour le site 2, l'évolution de la densité de naissain est similaire sur les deux années de suivi avec 186 ind/m de corde en moyenne au mois de mars et jusqu'à 7200 au mois de juin. Enfin les densités du site 3 sont nettement supérieures en mai et juin 2024 comparées à celles mesurées en 2023 (Kruskal-Wallis, p -value < 0,05). Ce dernier site a subi des pertes assez importantes (mortalité ou

prédation supposée) à partir de mai 2023 expliquant cette forte disparité entre les deux années de suivi.

En moyenne, les densités de l'année 2024 pour l'ensemble des sites ne présentent pas de différence significative avec celles de 2023. Néanmoins les professionnels semblent avoir observé un captage de meilleur qualité en 2024 qu'en 2023. Beaucoup ont notamment observé une quantité importante de pézoules sur les cordes de grossissement au cours de la période estivale 2024 confirmant le bon taux de captage et une bonne croissance du naissain. Les conditions météorologiques agitées de fin d'année 2023/début d'année 2024 avec notamment des rafales de vent régulières ont probablement favorisé le déclenchement des pontes (relevés www.infoclimat.fr, 2023/2024).

Concernant l'évolution des tailles du naissain, les classes [1 ;5[puis [5 ;10[sont de plus en plus présentes sur les capteurs au cours des prélèvements traduisant une bonne croissance des individus fixés. Le site 3 présente une répartition un peu différente, 50 % du naissain fixé en juin est de taille inférieur à 1 mm alors que celui-ci ne représentait que 10 % au mois de mai. Une ponte tardive dans ce secteur est à l'origine de cette répartition.

3.3 Suivi de la productivité

Diversité de la zootechnie employée :

La récolte de moules commercialisables s'effectue de juin à fin septembre, lorsque que le taux de chair est le plus élevé. Chaque professionnel applique une zootechnie propre à son fonctionnement et ses objectifs. La récolte peut s'effectuer en plongée ou à l'aide du treuil présent sur le bateau, cette dernière technique est appliquée par 75 % des professionnels. Lorsque le bateau ne permet pas de remonter les aussières, les professionnels plongent directement au niveau de leur filière et remontent les cordes une à une, un second employé est présent sur la barge afin de réceptionner les cordes. Les cordes ne dépassent pas en moyenne 4 m en raison du poids qu'elles pèsent en fin de cycle, leur stockage sur le bateau se fait en poubelle. Dans le second cas, lorsque le bateau est pourvu d'un treuil et d'un grapin, les professionnels localisent leur filière et la remonte à l'aide du grapin avant de la poser horizontalement sur les poulies. Ce système permet de faire glisser l'aussière sur la poulie, les professionnels peuvent ainsi se déplacer le long de la filière pour récolter les cordes. Dans ces conditions les cordes peuvent mesurer jusqu'à 7 m et sont stockées en palox sur les bateaux.

La garnison des cordes est également propre à chaque entreprise, cela peut être de la pézoule, de la graine, de la demi-moule ou de la retrie :

- La pézoule : naissain de petite taille généralement récupéré lors de la période estivale sur les cordes de grossissement (longueur moyenne : 2 à 3 cm).
- La graine : naissain issu du captage réalisé par l'entreprise ou récupéré sur des structures telles que les aussières, les bouées de flottaison ou pontons portuaires (longueur moyenne : 4 cm).
- La demi-moule : moules pré-grossies achetées par certains professionnels qui ne réalisent pas tout le cycle de production et se concentrent sur la phase de grossissement (longueur moyenne > 5 cm).
- La retrie : moules sous taille qui passent à travers le crible lors de la phase de récolte, ces dernières sont récupérées et remises en corde afin de terminer leur croissance (longueur moyenne : selon écartement de la grille de chaque professionnel).

Au cours de la production, le maintien d'une bonne flottaison est également un critère majeur pour une récolte qualitative et quantitative. Selon les moyens techniques et humains alloués aux filières, la

fréquence des sorties en mer est variable d'un professionnel à l'autre de 80 à 170 sorties par an. L'ajustement se fait à l'aide de bouées de flottaison de différents volumes et en fonction du poids des cordes fixées sur l'aussière et des conditions météorologiques. Une filière trop haute sera plus sensible aux coups de mer et à l'enchevêtrement des cordes tandis qu'une filière trop basse entrainera des risques de décrochage et de perte de récolte.

Rendement des cordes :

La récolte des cordes sur les différents sites s'est étalée de mi-juin à mi-novembre selon les disponibilités des professionnels et la croissance des moules. La durée de la phase de grossissement varie entre 5 et 14 mois après la mise en corde des graines.

Tableau 3 : Poids moyen des cordes récoltées et des différents composants.

	Zone Longueur corde Durée grossissement	A 4m 7 mois	B 5m 8 mois	C 5m 7 mois	D 4m 5 mois	E 4m 14 mois	F 6m 13 mois	G 6m 8 mois
Poids brut (kg)	2023	38,5 ± 1	85,5 ± 0,6	60,1 ± 3	39,6 ± 1,8	57 ± 1,8		
	2024	32 ± 1	110	58 ± 4,7			79 ± 6,5	112,5
Poids net >20mm (kg)*	2023	34,9 ± 1,5	35,3 ± 2,8	34,0 ± 1,8	31,3 ± 2,1	30,7 ± 5,6		
	2024	23,4 ± 0,7	50	28 ± 4,2			68 ± 2,9	47
Poids retrie <20mm (kg)	2023	1,1 ± 0,3	47,9 ± 3,8	24,5 ± 0,1	5,9 ± 0,8	12,5 ± 3,8		
	2024	7 ± 1,2	50	2,4 ± 2			0	47
Poids déchets (kg)	2023	2,5 ± 0,1	1,9 ± 0,1	4,5 ± 1,6	2,23 ± 0,1	1,3 ± 0,3		
	2024	2,1 ± 0,1	10	21,6 ± 2,5			10	5,3
Poids net commercialisable par mètre de corde (kg/m)	2023	8,7 ± 0,4	7,1 ± 0,6	5,7 ± 0,3	7,8 ± 0,5	7,7 ± 1,4		
	2024	5,8 ± 0,2	10	7 ± 1,1			11,4 ± 1,1	8

*Taille au-delà de laquelle les individus sont considérés comme commercialisables pour ce projet



Figure 11 : Proportion des composants de la récolte en fin de cycle de production sur l'ensemble des sites suivis.

Le poids brut des cordes ainsi que le poids net des moules commercialisables sont assez variables entre les sites et sur les deux années de suivi (Tableau 3), ils sont dépendants des parcours zootechniques et de la longueur des cordes exploitées. Ils varient de **32 kg à 112,5 kg** pour le poids brut et de **23 kg à 68**

kg pour la part commercialisable. Le rendement utile moyen (moules commercialisables) est de **8 kg de moules par mètre de corde**, celui-ci est compris entre 5,8 kg et 11,4 kg/m de corde, pour une productivité moyenne d'une **filière entre 5 et 20 T**.

Concernant la répartition des différents composants récoltés, sur les deux ans de suivi (Figure 11), les moules commercialisables représentent en moyenne **62 % de la récolte, la retrié 28 % et les déchets 10 %**. Les déchets représentent généralement une faible part de la récolte, ces derniers correspondent aux filets, déchets coquillés et aux vases. Le pourcentage de moules commercialisables et de retrié sont eux plus variables entre les sites, respectivement compris entre 40 et 90 % et entre 15 et 50 %. Selon la date de mise à l'eau, la localisation sur la filière et les conditions météorologiques, la croissance des individus et donc leur calibre final peut être impacté. Dans certains cas, le pourcentage de retrié est inférieur à 15 %, en plus d'une croissance homogène sur l'ensemble de la corde peu de pézoule issu du captage s'est fixé. En effet certaines cordes sont mises à l'eau plus tardivement ou mises à l'abri sur les tables de l'étang pendant la période de reproduction. Ces moules sous taille ne peuvent être vendues sur l'année en cours et sont donc être remises en corde pour quelques mois afin de finaliser la croissance.

Poids et calibres des moules marchandes :

Tableau 4 : Poids moyens et indices de qualité des échantillons de moules commercialisables.

		Poids frais (g)	Poids de chair (g)	Nombre marchandes au kg	Taux de chair	
					Micro-onde	Marmite
A	2023	21,6 ± 5,3	4,0 ± 1,1	45	18,8	17,6
	2024					
B	2023	15,2 ± 4,1	3,0 ± 0,8	65	20,5	19,7
	2024					
C	2023	30,3 ± 3,8	5,8 ± 2,4	30	19,6	19,9
	2024	23,6 ± 8,8	3,7 ± 0,7	40	16,3	15,8
D	2023	16,8 ± 3,8	2,9 ± 0,9	60	17,6	15,9
	2024					
E	2023	15,2 ± 4,9	2,1 ± 0,9	65	16,1	11,7
	2024					
G	2023					
	2024	14,1 ± 4,3	2,3 ± 1,5	70	17,2	15,3

**Certains sites n'ont pas pu être échantillonnés sur les deux années*

A la lecture du tableau 4, les poids frais sont assez disparates entre les sites, variant de 14 à 30 g avec en moyenne **60 individus au kg**. Les poids frais élevés et le faible nombre de moules marchandes au kg traduisent une bonne croissance pour les sites A et C.

Les taux de chair sont en moyenne de 18 % en 2023 et 17,5 % en 2024. Ces taux de chair sont cohérents avec ceux mesurés lors du suivi indice de qualité.

Les mesures linéaires ont permis d'établir un profil moyen des moules commercialisées (Figure 12). Les individus mesurent en moyenne 63 mm pour une épaisseur de 23 mm. Sur le site C, une majorité de la production a pour vocation à être vendu en tant que « moules à farcir » et sont donc commercialisées à des tailles plus importantes.

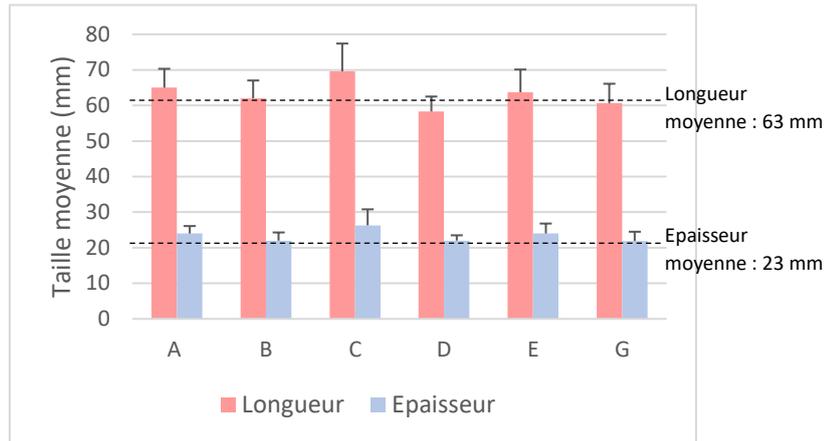


Figure 12 : Profil des tailles des moules marchandes.

3.4 Suivi mensuel du taux de chair

Ce dernier suivi permet de suivre de façon plus précise l'évolution du taux de chair au cours de la principale période de commercialisation.

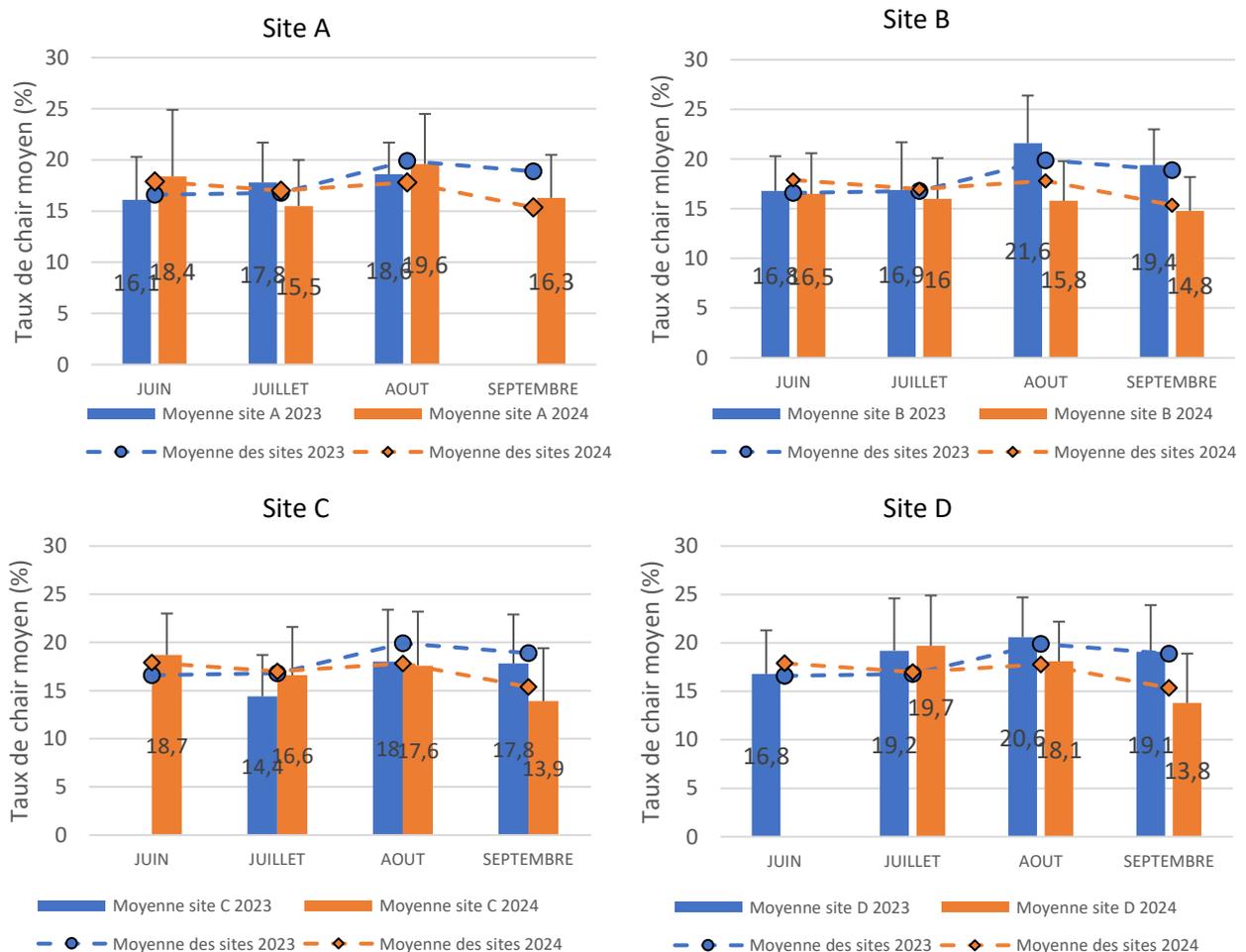


Figure 13 : Taux de chair moyen sur les quatre sites (technique micro-onde).

*Le site A a écoulé son stock de moules sur filières fin août 2023 expliquant l'absence de suivi en septembre 2023.

A la lecture des graphiques (Figure 13), les taux de chair sont assez variables d'un site à l'autre. Le pic de remplissage est atteint au mois d'août pour les deux années de suivi avec respectivement **19,9 % pour 2023** et **17,8 % pour 2024**.

Concernant les suivis de 2023, les valeurs sont comprises en moyenne entre 16,6 % et 19,9 % tous sites confondus. Les valeurs augmentent légèrement entre juin et août passant de 17,9 % à 19,9 % avant de diminuer et d'atteindre 17,1 % en octobre. Les valeurs mesurées en 2024 suivent la même tendance jusqu'au mois d'août, la fin des suivis est cependant marquée par une baisse significative du taux de chair de 20% par rapport à 2023 (ANOVA, p -value < 0,05). Les mois de juillet et août 2024 ont été marqués par des températures de l'eau supérieures à la moyenne et un déficit de précipitation par rapport aux normales mesurées sur les années précédentes (infoclimat.fr, 2024), pouvant ainsi expliquer une teneur en nutriment et phytoplancton plus faible. Sur l'ensemble de la période de commercialisation, **l'année 2023 présente en moyenne un meilleur taux de chair (18,2%) que l'année 2024 (16,9%)** (Kruskal-Wallis, p -value < 0,05).

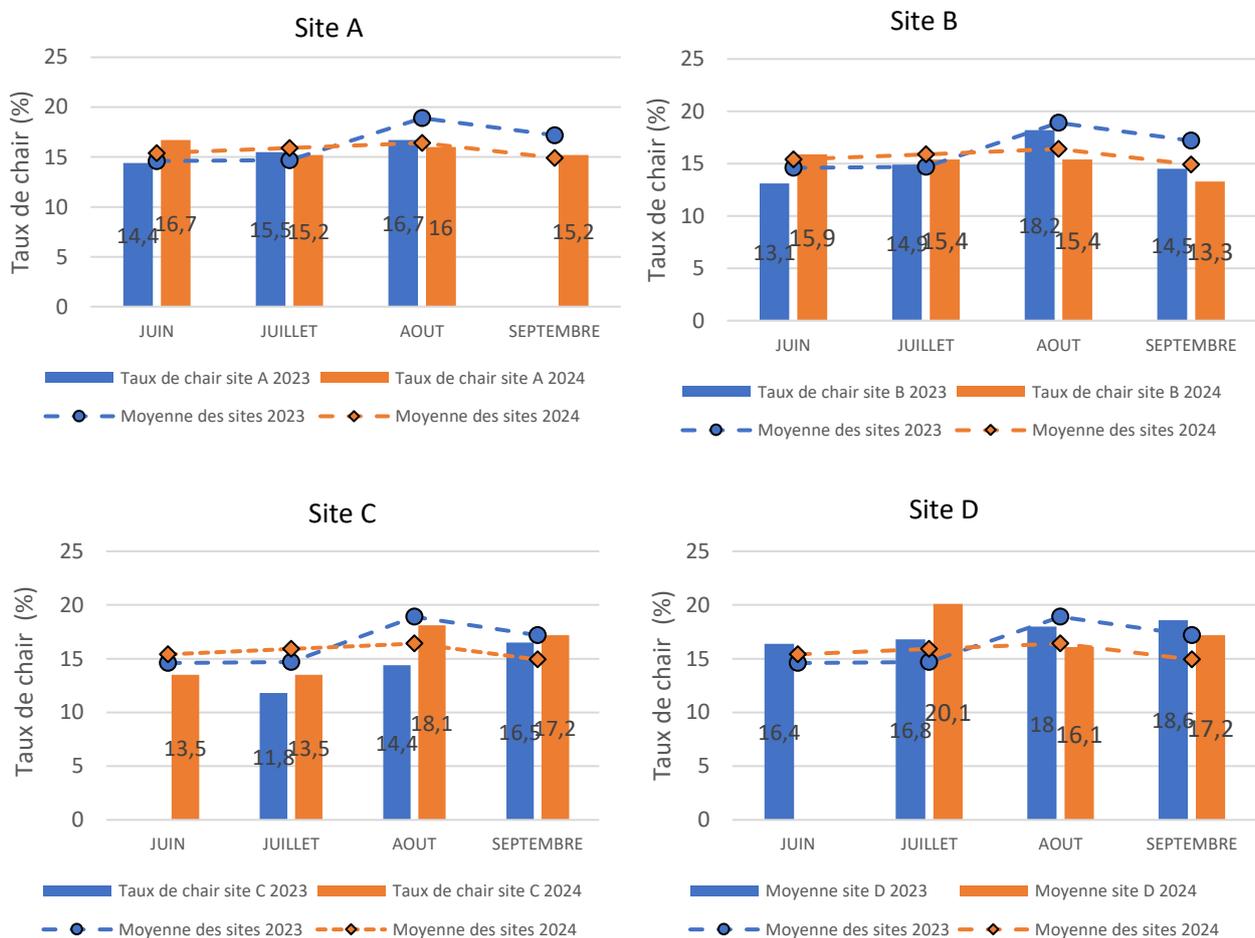


Figure 14 : Taux de chair sur les quatre sites (technique marmite).

*Le site A a écoulé son stock de moules sur filières fin août 2023 expliquant l'absence de suivi en septembre 2023.

Les taux de chair mesurés à la marmite (Figure 14) sont compris en moyenne entre 14,9 et 18,9 % avec un pic de remplissage au mois d'août. Sur l'ensemble de la période de commercialisation, **l'année 2023**

présente en moyenne un meilleur taux de chair (16,6 %) que l'année 2024 (15,5%) (Kruskal-Wallis, p -value < 0,05).

Les taux de chairs mesurés à la marmite suivent la même tendance que ceux mesurés au micro-onde mais sont en moyenne plus faibles (Kruskal-Wallis, p -value < 0,05). Les poids totaux ne présentent pas de différence significative et sont réalisés de la même façon pour les deux lots, la différence s'explique par une perte d'eau plus importante lors de la cuisson à la marmite. Cette technique est utilisée par certains professionnels pour contrôler les taux de chair avant envoi aux clients notamment aux GMS. Elle a l'avantage d'être plus rapide que la technique du micro-onde mais ne permet pas de faire un suivi individualisé parfois intéressant pour mettre en avant la variabilité entre les individus. Pour les prochains suivis nous garderons la technique du micro-onde celle-ci ayant l'avantage d'être plus précise. Il est néanmoins possible de convertir les valeurs et de basculer d'une technique à l'autre à l'aide du coefficient établi lors de la régression linéaire présente en annexe 2.

A titre d'information, les taux de chair moyens des moules produites en Espagne (Galice) et Italie (Mer Adriatique) sont en moyenne de 20 à 25%. Ces productions bénéficient d'un milieu favorable au remplissage des moules, notamment par l'apport de nutriments via les affluents d'eau douce à proximité des zones de production (Álvarez-Salgado et al., 2017 ; EUFOMA, 2019).

3.5 Outil technico - économique

L'outil économique a été rempli par sept entreprises aux profils et au fonctionnement très variés, synthétisés ci-dessous.

<p>Entreprise 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 filières, 150 sorties/an • Moules sur filières : 120T/an • Moules Espagne : 280 T/an • Autres production : non • Captage : oui • Achat de graine : occasionnellement • Vente en gros, vente détail* 	<p>Entreprise 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 filières, 140 sorties/an • Moules sur filières : 50T/an • Moules Espagne : 500 T/an • Autres production : oui • Captage : oui • Achat de graine : occasionnellement • Vente détail, vente directe 	<p>Entreprise 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 filières, 90 sorties/an • Moules sur filières : 60T/an • Moules Espagne : 85 T/an • Autres production : oui • Captage : oui • Achat de graine : non • Vente détail
<p>Entreprise 4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 filières, 80 sorties/an • Moules sur filières : 30 T/an • Moules Espagne : 0 T/an • Autres production : oui • Captage : non • Achat de graine : non • Vente en gros 	<p>Entreprise 5 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 14 filières, 170 sorties/an • Moules sur filières : 290 T/an • Moules Espagne : 0 T/an • Autres production : non • Captage : oui • Achat de graine : non • Vente en gros 	<p>Entreprise 6 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 filières, 80 sorties/an • Moules sur filières : 8 T/an • Moules Espagne : 0 T/an • Autres production : oui • Captage : non • Achat de graine : non • Vente en gros, vente directe

Entreprise 7 :

- 2 filières, 80 sorties/an
- Moules sur filières : 20 T/an
- Moules Espagne : 15 T/an
- Autres production : oui
- Captage : non
- Achat de graine : oui
- Vente en détail

*Vente en gros : vente de marchandises en quantité importante à un intermédiaire, ici principalement d'autres conchyliculteurs, se chargeant de la vente aux consommateurs (www.INSEE.fr, 2019).

Vente au détail : vente de marchandises ayant subi une légère transformation notamment pour le conditionnement des produits, ici principalement à destination des GMS ou de la restauration (www.INSEE.fr, 2019).

Vente direct : vente de marchandises sur les marchés ou dans les magasins de vente par le producteur directement. (www.INSEE.fr,

2019)

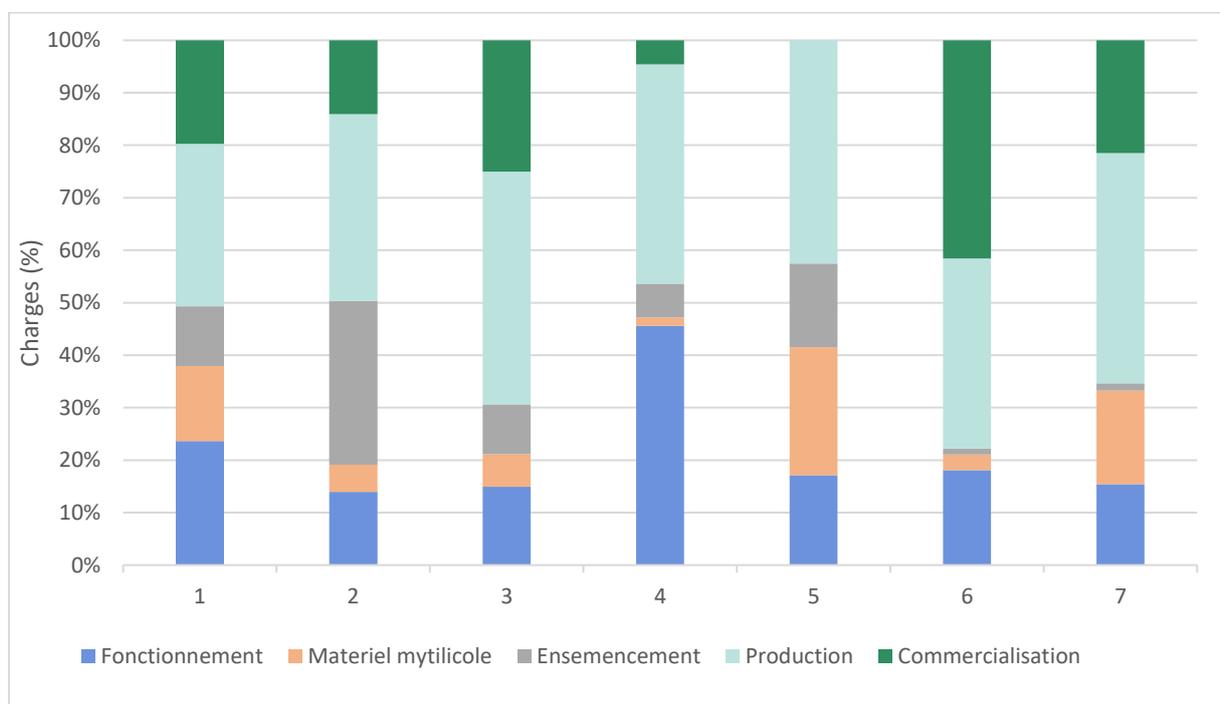


Figure 15 : Répartition des charges des différents postes de dépenses pour l'ensemble des entreprises interrogées dans le cadre de la production de moules sur filières.

L'outil a permis de distinguer cinq postes de dépenses ayant un poids plus ou moins important dans les charges totales.

Frais de fonctionnement :

Ce poste représente en moyenne 21% des charges totales des entreprises, soit 0,22€/kg. Ces charges fixes se composent principalement des assurances du bateau et du mas et de la consommation d'électricité.

La part des frais de fonctionnement sur l'ensemble des charges est assez homogène entre les entreprises à l'exception de l'entreprise 4 où les frais de fonctionnement atteignent 45% des charges totales. Cette structure a une répartition des charges particulière, concentrées principalement sur le fonctionnement et la production. Pour les autres postes, les charges sont fortement réduites.

L'entreprise étant installée depuis longtemps l'ensemble du matériel est amorti et l'ensemencement se fait principalement en récupérant la graine sur les structures flottantes (bouées, pontons...), limitant les frais d'achat de capteurs ou de graine. Enfin concernant la commercialisation les produits sont vendus en gros principalement sur la zone de Mèze réduisant les coûts de préparation et de livraison des commandes.

Matériel mytilicole :

Le matériel mytilicole (coût d'achat et amortissement du matériel, frais d'entretien et de réparation) représente en moyenne 10% des charges (0,09€/kg), c'est l'un des postes de dépense le plus faible. En effet l'ensemble des entreprises interrogées sont installées depuis plusieurs années, le matériel à terre et en mer est donc en général amorti. Trois entreprises sont au-dessus de la moyenne en raison de frais d'entretien et d'investissement plus importants. L'exploitation en mer nécessite néanmoins du matériel spécifique, aussi bien sur terre qu'à la mer, et donc un investissement non négligeable à prendre en compte dans le cadre d'une nouvelle installation ou d'un renouvellement de matériel.

Matériel ensemencement :

Les frais d'ensemencement (achat des cordes de captage, achat de graine) sont assez hétérogènes entre les différentes entreprises, de 0,02€/kg à 0,32€/kg. Ces frais sont en lien direct avec la diversité des parcours zootechniques et la stratégie de production des professionnels. L'entreprise 2 a notamment la plus forte valeur avec des charges s'élevant à 30% en raison d'achat de graines espagnoles. L'entreprise 5 présente également des frais supérieures à la moyenne (15%), cette dernière ayant orienté sa production sur de la graine, les quantités de capteurs achetées sont plus importantes et les capteurs choisis plus onéreux que la fibre de coco. Pour le reste des entreprises les frais ne dépassent pas les 11% (0,09€/kg), le captage semble donc être une pratique intéressante pour obtenir sa propre matière première. D'un point de vue technique elle nécessite néanmoins un travail conséquent pour assurer une bonne récolte. Comme l'ont montré les suivis, le captage est également variable d'une année sur l'autre et dépendant des conditions du milieu obligeant parfois les producteurs à trouver d'autres sources d'approvisionnement.

Production :

La partie production regroupe l'ensemble des étapes dans l'établissement de production et à la mer permettant de produire des moules commercialisables. Elle est divisée en trois parties, la préparation des cordes de captage et de grossissement, la mise à l'eau et la récolte des moules, et la préparation des marchandises à la vente. La ligne carburant correspond au coût des trajets par filière et par an. La production est le poste générant le plus de charge pour l'ensemble des entreprises avec en moyenne 39% des frais totaux.

Pour chaque étape de production, les pourcentages des coûts sont assez hétérogènes entre les entreprises. Comme pour la partie ensemencement, les frais sont en lien direct avec les parcours zootechniques et la stratégie de production des professionnels.

Pour la mise en corde par exemple, l'entreprise 2 génère le plus de frais avec 32% des coûts de production. La préparation des cordes est réalisée à la main par 3 salariés contre 2 en moyenne sur les autres structures qui sont équipées d'une boudineuse (étant entendu que le coût de la main d'œuvre dépasse celui de l'amortissement d'un tel équipement). Concernant la mise en culture, l'entreprise 1

présente des frais assez élevés, 36%, par rapport à la moyenne de 23%. C'est en effet l'une des entreprises ayant le plus de cordes sur ses filières avec des cordes de 6m (contre 4,5m en moyenne), à cela s'ajoute un temps de trajet plus conséquent que la moyenne expliquant un temps de travail et donc des charges de mise en culture plus importantes. Enfin pour ce qui est de la préparation des marchandises, les frais dépendent fortement du marché de commercialisation choisi. Pour ceux réalisant la vente en gros il sera moindre, voire quasi nul, il y a en effet peu de travail de préparation et conditionnement des commandes comparé à la vente au détail par exemple. La consommation de carburant est également un élément à ne pas négliger, pour certaines entreprises elle représente jusqu'à 50% des frais de production.

Malgré des profils assez hétérogènes au sein même du poste de production, les coûts moyens de production des entreprises sont tous assez proches de la moyenne variant de 31% à 44%. Il n'y a donc pas de stratégie de production qui se démarque par rapport à une autre, les choix des professionnels sont réalisés à partir des moyens humains et matériels à disposition, des caractéristiques de leurs filières et leurs objectifs de production.

Commercialisation :

Les frais de commercialisation (temps de travail du conditionnement, livraison, prise de commande, vente) varient de 0,01€/kg à 1,08€/kg et représentent entre 1% et 40% des charges totales. Ils dépendent des caractéristiques propres à chaque circuit de commercialisation et des stratégies de ventes mises en place par les entreprises.

La vente en gros est réalisée par 60% des entreprises. Le prix de vente, en moyenne de 1,5€/kg, est plus faible que pour les autres circuits de commercialisation, néanmoins les frais de conditionnement et de livraison sont limités. En effet, dans la plupart des cas, les clients viennent directement récupérer les commandes au mas et les livraisons sont réalisées dans un périmètre restreint.

La vente au détail est réalisée par 70% des entreprises. Le prix de vente 2.15€/kg est plus élevé que la vente en gros, mais ce circuit impose davantage de charge sur le conditionnement, la préparation et la livraison des commandes (charge de carburant non détaxé importante).

Enfin la vente directe est effectuée par deux entreprises à un prix avoisinant les 3€/kg. L'une vend directement en boutique permettant d'avoir une marge assez intéressante, la deuxième entreprise se déplace sur les marchés. Pour cette dernière, la vente de moules ne permet pas de couvrir directement les charges liées aux déplacements, elles peuvent cependant servir de produit d'appel pour la vente d'autres marchandises.

Bilan :

Tableau 5 : Coût de revient et prix de vente final pour l'ensemble des entreprises interrogées.

Entreprise	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne
Coût de revient (€/kg)	0,94	1,03	0,71	0,64	0,22	2,72	1,18	1,06
Prix de vente (€/kg)	1,63	1,65	2,6	1,6	0,78	2,45	2,5	1,88
Marge (€)	0,69	0,62	1,89	0,96	0,56	-0,27	1,32	0,82

Les informations précédentes ont ainsi permis d'établir un coût de revient au kg, variant de 0,22 à 2,72€ pour un prix de vente compris entre 0,78 à 2,5€/kg. L'entreprise 5 présente un prix de vente bien inférieur à la moyenne car les produits vendus sont de la graine et non de la moule marchande.

L'ensemble des entreprises présentent des marges positives à l'exception de l'entreprise 6. Cette dernière est mise en difficulté par des frais de commercialisation assez conséquents du fait de nombreux déplacements sur des secteurs de vente éloignés de sa zone de production. Les frais en lien avec la production et le coût du carburant pour se rendre sur les filières semblent également élevés pour le tonnage réalisé.

Trois profils se distinguent :

Producteurs petit tonnage (entreprises 6 et 7) :

- Production : <30T de moules par an pour 2 filières exploitées
- Coût de revient : assez élevé, >1,10€/kg, réparti principalement sur la production et la commercialisation
- Activité complémentaire, production d'huitres sur l'étang de Thau en parallèle.
- 1 salarié pour l'exploitation des filières
- Stratégie de commercialisation variée, vente au détail (GMS) vs vente en gros et en direct.
- Marge : forte différence de marge entre les deux profils, - 0,27€/kg contre 1,32€/kg

Producteurs tonnage moyen (entreprises 2, 3 et 4)

- Production : de 30 à 60T de moules par an, 2 à 3 filières exploitées
- Coût de revient : entre 0,6 et 1€/kg
- Activité complémentaire, production d'huitres sur l'étang de Thau en parallèle ou achat revente de moules d'Espagne.
- Moyens techniques un peu plus importants leur permettant d'exploiter davantage leur filière
- Diversité dans l'ensemencement et la production (itinéraire technique, achat de graine/captage)
- Stratégie de commercialisation variée (vente directe, vente au détail et vente en gros)

Producteurs tonnage supérieur (entreprises 1 et 5) :

- Production : >100T par an, 6 filières exploitées
- Deux profils très variés dans l'ensemble du parcours zootechnique, spécialisation de l'entreprise 5 dans la vente de graine.
- L'entreprise 5 : faible coût de revient (0,22€/kg) et prix de vente (0,78€/kg)
- L'entreprise 1 : coût de revient (0,94€/kg) et prix de vente (1,63€/kg) qui se rapprochent davantage des valeurs moyennes.

Ce travail a permis d'obtenir une vision assez large du fonctionnement technico-économique des entreprises. Ces données sont néanmoins à prendre avec précaution, malgré un travail pour rendre cet outil le plus réaliste possible, les parcours zootechniques sont très variables et chaque spécificité ne peut être représentée. Des ajustements, l'utilisation de ratio et la simplification de certaines étapes zootechniques ont dû être appliqués pour rendre l'outil lisible et cohérent. En plus de ces ajustements, certaines données sont basées sur du déclaratif pouvant expliquer des marges finales parfois surestimées. Cet outil est mis à disposition par le CRCM à destination des professionnels pour d'éventuelles simulations.

IV. Discussion

Les travaux menés au cours de ces deux années de suivis ont mis en avant des résultats technico-économiques encourageants. Certains sujets ont fait l'objet d'une réflexion dans l'optique de poursuivre le développement des filières en mer :

Les taux de chair mesurés au cours des suivis sont compris en moyenne entre 17 et 20%. Ces derniers ont été mesurés pendant la période de commercialisation soit la période à laquelle les moules présentent un taux de chair le plus important. Néanmoins ces valeurs restent relativement faibles par rapport aux moules d'Espagne et d'Italie dont le taux de chair atteint les 25% en moyenne. Malgré un marché existant pour les moules sur filières françaises, cet aspect peut être un frein pour faire face à la concurrence des moules espagnoles déjà bien présentes sur le marché. Ces dernières représentent en effet 70 à 90% du tonnage de moules vendues dans les entreprises enquêtées dans ce projet et réalisant de l'achat/revente. Les producteurs souhaitent mettre en avant la production de moules locales sur filières et réfléchissent à des solutions permettant notamment d'améliorer le taux de chair. Il pourrait par exemple être intéressant de travailler plus en surface pour profiter des potentielles concentrations de phytoplancton davantage présentes qu'en profondeur.

L'ensemble des suivis réalisés au cours de ce projet a permis de recueillir des données biologiques sur les productions sur filière. Il apparaît important de poursuivre ces suivis et de les compléter avec des données environnementales, concernant notamment la ressource trophique disponible aux abords des filières. Pour le moment peu de données sont disponibles et la mise en place de sondes permettrait d'obtenir des premières valeurs de référence, de mieux comprendre les évolutions physico-chimiques et biologiques du milieu et leurs impacts sur les productions au fil du temps. Le déploiement de sondes de température, oxygène et salinité dans le cadre du projet Conch'Connect porté par le CRCM est une première initiative qu'il conviendrait de compléter sur d'autres sites en mer et avec d'autres paramètres.

Le recueil de données sur les parcours zootechniques a montré que les filets anti-daurades très utilisées auparavant le sont beaucoup moins actuellement. En effet la prédation par les daurades ou autres espèces est moins présente au niveau des filières et n'est plus considérée, pour le moment, comme une contrainte majeure pour la production. Elle reste cependant une menace potentielle notamment dans le cas d'une augmentation des exploitations en mer qui pourrait alors attirer de nouveaux les prédateurs. Les filières italiennes utilisées par certaines entreprises ont montré des premiers résultats encourageants en termes de productivité et de résistance face aux intempéries (DDTM, 2021). Elles permettraient également de limiter la prédation, le nombre restreint de jambette limiterait la remonté des daurades jusqu'aux cordes, ce paramètre serait intéressant à tester dans le cas d'une plus forte abondance de daurades.

Au-delà de l'aspect technique de production, de la qualité des produits ou de la rentabilité, l'exploitation des filières passe également par les organismes de gestion tels que le CRCM et l'ASA (association syndicale autorisée des cultures en mer ouverte), qui assurent un suivi et un accompagnement de la profession indispensable au bon fonctionnement de la filière. Récemment, l'avenir de l'ASA a été remis en question à cause de sa complexité administrative. Afin d'assurer une continuité dans les actions menées par l'ASA et pérenniser la gestion des productions en mer, le CRCM se positionnera pour reprendre la gestion administratives des conchyliculteurs.

V. Conclusion et perspectives

Le projet « moules en mer » avait pour vocation de rassembler un ensemble de données de références zootechniques et technico-économiques sur les filières en mer. Il a permis de caractériser les trois phases de production, du captage au grossissement jusqu'à la commercialisation sur les lotissements de Vendres, Sète-Marseillan et Les Aresquiers. Les professionnels en activité présentent des parcours zootechniques diversifiés mais maîtrisés.

Les professionnels sont dans l'ensemble satisfaits du captage et du tonnage de moules commercialisées, il y a en effet moins de perte liée à la prédation, mais les taux de chair restent assez faibles même en pleine période de commercialisation. Les ventes de moules sur filières sont également satisfaisantes même si une interrogation demeure quant à la concurrence des moules d'Espagne. La profession reste déterminée à poursuivre le développement des productions en mer. Dans un contexte de changement climatique où la production en lagune est de plus en plus compliquée et de développement du marché local, la mer est perçue comme une solution pour maintenir et développer la mytiliculture. Il semble alors indispensable de poursuivre certains suivis afin de maintenir la récolte d'informations sur la production de moules sur filières. Ces dernières années, il n'y a pas eu de nouvelles installations en mer, l'investissement nécessaire pour le travail sur filières (bateau, matériel, réhabilitation filière) est conséquent et reste un frein majeur pour les entreprises individuelles. Pour pallier ces difficultés et poursuivre dans la dynamique de relance des filières en mer, un projet d'exploitation collective d'une filière à destination des adhérents de la coopérative conchylicole méditerranée va bientôt voir le jour.

L'objectif pour les années à venir est de poursuivre les suivis biologiques et accompagner les professionnels vers la reconquête de la mer.

Références

- Álvarez-Salgado, XA., Labarta, U., Vinseiro, V., Fernández-Reiriz, MJ., 2017. Environmental drivers of mussels flesh yield in a coastal upwelling system. *Ecological Indicators*, 79(1), 323-329.
- Charles, M., 2019. Etude des organismes pathogènes, des conditions physiologiques et pathologiques impliqués dans les mortalités anormales de moules (*Mytilus* sp.). Thèse de doctorat. École doctorale Normandie de biologie intégrative, santé, environnement. 311p.
- DDTM, 2021. Remembrement des filières conchylicoles sur le lotissement des Aresquiers et de Sète-Marseillan. Rapport Environnemental et Évaluation des Incidences Natura 2000.
- Derolez, V., 2020. Approche dynamique et intégrée de l'évaluation d'un socio-écosystème côtier : application à la lagune de Thau, son état écologique et ses bouquets de services écosystémiques sur la période 1970-2018. Sciences agricoles. Université Montpellier. 281p.
- EUFOMA, 2019. Observatoire européen des marchés des produits de la pêche et de l'aquaculture. Etude de cas - La moule fraîche dans l'UE.
- Le Brun, E., 1985. La conchyliculture dans le bassin de Thau : Approche des exploitations conchylicoles. Rapport final. Ifremer. 92p.
- Nikolić, S., Peraš, I., Mandić, M., 2023. Some reproductive patterns of cultured Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) in Boka Kotorska Bay, Adriatic Sea. *Agriculture and Forestry*, 69(1), 53-65.
- ViaAqua, 2020. Relance de la mytiliculture régionale en mer ouverte. Étude prospective pour le CRC Méditerranée.
- Villalba, A., 1995. Gametogenic cycle of cultured mussel, *Mytilus galloprovincialis*, in the bays of Galicia (NW Spain). *Aquaculture*, 130(2-3), 269-277.

Annexes

Annexe 1 : Exemple de modules de l'outil technico-économique

Module frais de fonctionnement

	Dépenses	prix de revient	ratio mer /etang	Prix de revient
		annuel		mer
FRAIS DE FONCTIONNEMENT	assurance fourgon + CT+ entretien	1000	0,32	320,00
	assurance mas	1012	0,32	326,45
	assurance bateau	804	0,32	259,35
	carenage bateau	0	0,32	0,00
	révision moteur/ 100 h	3000	0,32	967,74
	maintenance matériel à bord	1000	0,32	322,58
	cotisations et taxes: domaniales, ASA, CRCM, CNC	1150	0,32	370,97
	Frais bancaire annuels	200	0,32	64,52
	Frais tel et internet annuels	468	0,32	150,97
	Electricité	2000	0,32	645,16
	Divers (entretien mas, petits matériel, maintenance machines,...)	500	0,32	161,29
	Amortissement filière 10 ans		1	0,00
	TOTAL Frais fonctionnement mer /an / filière			

Module matériel mytilicole

Matériel mytilicole	Prix d'achat	Subvention (€)	cout selon amorti ou non	durée d'amortissement	prix de revient annuel	ratio production	Prix de revient mer
Batiment d'exploitation		0		40	0	0,32	0,00
Bateau + moteur + système hydraulique + tapis	40 000	0	0	10	0	0,32	0,00
potence	10000	0	0	10	0	1,00	0,00
grue						1,00	0,00
autre matériel (sonar/GPS, grappin, treuil, poulie, manilles, cables, mousquetons,	5100	0	0	10	510	1,00	510,00
Bouées	15000	0	0	10	0	1,00	0,00
autre							0,00
dégrappeur		0	0	7	0	1	0,00
Boudineuse	3500	0	3500	7	500	1	500,00
table de travail	2000	0	0	20	0	0,32	0,00
chariot élévateur		0	0	7	0	0,32	0,00
Chaine à moules	15000		15000	7	2143	1	2142,86
ensacheuse/peseuse	2000		2000	7	286	1	285,71
débyssuseuse	5000	0	5000	7	714	1	714,29
coupe corde	120		0	7	0	0,32	0,00
Prix de revient annuel mer							2076,43

Module autre matériel

Matériel conchylicole	Prix d'achat	Subvention en €	cout selon amorti ou non	Quantité	durée d'amortissement	prix de revient annuel	ratio mer/etang	Prix de revient mer
nettoyeur haute pression	400		0,00	1	5	80,00	0,32	0,00
matériel de plongée	8250		0,00	1	5	0,00	1	0,00
combinaison	500		500,00	1	2	250,00	1	250,00
formation plongée + temps	0		0,00				1	0,00
poubelles	20		800,00	40	3	266,67	0,32	86,02
palox	150		0,00	2	5	0,00	0,32	0,00
etiqueteuse	600		600,00	1	5	120,00	0,32	38,71
transpalette			0,00	1	5	0,00	0,32	0,00
diable	300		0,00	1	5	0,00	0,32	0,00
fourgon	10000	0	0,00	1	10	0,00	0,32	0,00
19820								
Prix de revient annuel mer								187,37

Module ensemencement

** tarif bys 08/2023										
Matériel	Prix du rouleau**	longueur du rouleau en m	longueur de la corde de moule	longueur de corde totale*	nombre de bout dans le rouleau	prix du bout	durée amortissement	prix du bout /an	Nombre de cordes	Prix total cordes
Cordes 11 mm = torons	29	200	4	6,5	30,77	0,9425	10	0,09425	300	28,275
Océan	75	2000	4	4,5	444,44	0,16875	1	0,16875	300	50,625
Tubulaire croissance	65	2000	4	4,5	444,44	0,14625	1	0,14625	300	43,875
Tubulaire protection daurades		100	4	4,5	22,22	0	2	0	200	0
Entretises: 22/corde de 4 m	110	1000	4		45,45	2,42	10	0,242	150	36,3
Corde de captage: coco/corde poilue			1		0,045454545	0	5		1	0
TOTAL Filière matériel									300	159,075

*ajouter 2,5 metres pour pendre à la filière (les cordes ne doivent pas être trop pres de la haussière en cas de houle) + pendre a la table pour stockage

Ensemencement	Poids de moules au mètre	longueur des cordes	poids de moules total à la corde	prix matière première au kg en €	prix matière première à la corde	Nb de cordes	Prix total filière
captage	0	4	0	0	0	150	0,00
graine	1	4	4	0	0	0	0,00
retrie	6	4	24	0	0	300	0,00
1/2 moule	4	4	0	0	0	0	0,00
TOTAL Filière matière première							0,00

TOTAL ENSEMENCEMENT FILIERE 159,08

Module production

		en minute/corde	Nb de cordes	TOTAL Temps en minute/lot	cout du temps de travail patron/heure	cout temps de travail salarié/heure	cout/lot patron	cout/lot salarié	TOTAL cout/filière
TT= Temps de travail									
Mise en cordes	TT coupe corde (77 cordes/rouleau)=45 minutes	0,75	100	75	14,20	12,07	17,76	15,09	35,51
	TT montage des cordes (nœud/ocean, tubulaire,...)	0,75	100	75	14,20	12,07	17,76	15,09	35,51
	TT montage des capteurs: entretoise ou tubulaire	5	100	500	14,20	12,07	118,37	100,58	236,75
	TT Mise en cordes boudineuse (mise en chargement boudineuse(10 cordes/chargement + cordes)	2	100	200	14,20	12,07	47,35	40,23	94,70
	OU TT mise en cordes manuelle (mis en chargement sur table 1/2 moules (4kg/metre)+ cordes)		0		14,20	12,07	0,00	0,00	0,00
	TT Nettoyage chantier: 10 minutes forfaitaire			10	14,20	12,07	2,37	2,01	17,52
									TOTAL cout/filière 419,99
									total cout/corde 2,10
Mise en culture / récolte	TT chargement du bateau	1,2	25	30	14,20	12,07	7,10	6,04	56,82
	TT trajets A/R mer	3,6	25	90	14,20	12,07	21,31	18,11	170,46
	TT pendaison/entretien sur place	1,2	25	30	14,20	12,07	7,10	6,04	56,82
	TT récolte/maintenance filière	7,2	25	180	14,20	12,07	42,61	36,21	340,92
	TT nettoyage bateau et matériel			30	14,20	12,07	7,10	6,04	7,10
	TT pendaison cordes à l'étang		0	0	14,20	12,07	0,00	0,00	0,00
	TT trajet A/R cordes à l'étang pour rapatriement mas			0	14,20	12,07	0,00	0,00	0,00
									total cout /corde 3,16
Préparation main d'œuvre	TT passage des cordes à la calibreuse	5	25	125	14,20	12,07	29,59	25,15	236,75
	TT mises en pochons (3 pochons/corde)	2	10	20	14,20	12,07	4,73	4,02	94,70
	TT trajet A/R pendaison pochons	1	10	10	14,20	12,07	2,37	2,01	47,35
	TT pendaison 3 pochons	1	10	10	14,20	12,07	2,37	2,01	47,35
	TT mise en bassin purification	0,5	15	7,5	14,20	12,07	1,78	1,51	23,67
	TT nettoyage chantier: calibreuse, palox/poubelle, sol,...	0,4	25	10	14,20	12,07	2,37	2,01	18,94
									TOTAL cout/filière 468,76
									total cout/corde 2,34
Carburant			Qte en litres/sortie	Nb de sorties/an	prix /l		cout carburant/sortie		cout carburant/an
	Carburant		80	80	1,12		89,6		7168
									total cout/corde 17,92
TOTAL PRODUCTION FILIERE 5104,87									

Module commercialisation

CHIFFRE D'AFFAIRES	Circuit commercialisation	tonnage	prix HT	total CA			
	vente gros (T)	0,0	1,8	0			
	vente détail: GMS, resto, poissonniers (T)	20,0	2,5	50000			
	vente directe (T)	0,0	4	0			
	TOTAL CA			50000			
CHARGES VENTE GROS ou demi gros	Dépenses	Quantité	prix	ratio	TOTAL		
	carburant livraison						
	temps de livraison						
	TOTAL VENTE EN GROS				0,00		
CHARGES VENTE DETAIL	Dépenses	Quantité (heure ou €)	Cout temps de travail patron/heure	Cout temps de travail salarié/heure	TOTAL	rationmer/etang	TOTAL
	temps filets + clip + etiquettes sanitaire	11	14,2		11	1	156,2
	filets + agraphes+ etiquette	2000				1	1129,5
	casiers pour purification				0	0,32	0
	temps de travail lavage	12	14,20	12,07	170,459143	1	170,46
	temps de travail trie (mortes, cassées..)	1	14,20	12,07	14,2049286	1	184,66
	temps travail conditionnement (sac de 3, 5, 15kg)	2	14,20	12,07	28,4098571	1	369,33
	temps travail livraison (chargement, transport)	43,5	14,20	12,07	617,7	0,32	197,66
	Cout de la livraison € (péage+gazole)	1077	1,95			0,32	2800,15
	temps travail registre traçabilité, etiquette, prise de commande		14,20	12,07	0		1
	TOTAL VENTE DETAIL 1 FILIERE	2503,98					
CHARGES VENTE DIRECTE	Dépenses	Quantité	Cout temps de travail patron/heure	Cout temps de travail salarié/heure	TOTAL	ratio mer/etang	TOTAL
	temps de travail trajet vente directe		14,20	12,07	0	0,32	0
	temps de travail vente directe		14,20	12,07		0,32	0
	assurance RC marchés					0,32	0
	TOTAL VENTE DIRECTE	0					
TOTAL FRAIS COMMERCIALISATION (par filière et par an)					2503,98		

Annexe 2 : Régression linéaire du taux de chair marmite vs taux de chair micro-onde

