

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du
diplôme d'ingénieur en sciences de la mer et du diplôme start-up

Domaine : Science de la Nature et de la Vie
Filière : Hydrobiologie marine et continentale
Option : Aquaculture

Thème :

Conception d'une ferme aquacole et essai de production de naissains de bivalves

Réalisé par :

DJABALI Radouane

KACIMI Amina

Soutenu le **10/07 /2024** devant le jury suivant :

Mr Lourguoui Hichem	Maitre de conférences B	ENSSMAL	Président
Mme Chabet-Dis Chalabia	Maitre de recherche B	CNRDPA	Examinatrice
Mme Meslem Nabila	Maitre de conférences B	ENSSMAL	Promotrice
Mr Dilmi Ammar	Maitre de recherche	CNRDPA	Co-Promoteur

Année universitaire : 2023-2024

Remerciements

Nous remercions en premier DIEU LE TOUT PUISSANT pour la force, la volonté, la patience et le courage qu'il nous a donnés et qui ont été un gage de réussite.

Chers membres de jury,

Nous tenons à vous remercier sincèrement, Monsieur Lourguioui, d'avoir accepté de présider le jury, et vous, Madame Chabet Dis Chalabia, pour avoir consacré votre temps et votre expertise à évaluer notre mémoire. Votre engagement est très apprécié.

À notre promotrice, Mme Meslem,

Nous vous remercions sincèrement pour votre expertise, votre soutien constant et votre accompagnement précieux tout au long de l'élaboration de notre mémoire de fin d'étude. Votre engagement envers notre réussite académique et votre patience dans la direction de nos recherches ont été d'une aide inestimable. Nous vous exprimons toute notre gratitude pour votre confiance et votre disponibilité.

À notre co-promoteur, Mr Dilmi,

Nous tenons à vous exprimer notre gratitude pour votre précieuse contribution à ce mémoire. Votre expertise et vos conseils avisés ont enrichi notre travail de manière significative. Votre soutien constant et votre disponibilité ont été essentiels à notre progression.

Un grand merci à l'équipe de Cultmare particulièrement Mme Berrazouane Fatiha et Monsieur Bilal, sans oublier Djamel pour leur précieuse aide.

*À tous les membres du personnel et aux ingénieurs de laboratoire de
L'ENSSMAL,*

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance envers chacun d'entre vous, particulièrement envers Mme Amina, M. Hassen, M. Youcef, Mme Refes, M. Mustapha, Mme Houda et toute personne ayant contribué de près ou de loin à ce projet. Votre professionnalisme et votre dévouement ont été exemplaires, et nous sommes sincèrement reconnaissants de pouvoir bénéficier de votre expertise.

Dédicaces

À mes chers parents, Mostefa et Nadia,

Le plus beau des trésors que la vie m'ait offerts, c'est vous. Vous avez été mes piliers, mes guides et mes encouragements depuis mon premier jour sur terre. Votre amour inconditionnel et vos sacrifices incessants ont nourri ma motivation et pavé le chemin de ma réussite. Ce mémoire est un hommage vibrant à votre dévouement et à l'immense gratitude que je vous porte.

À mes sœurs adorées, Assia, Rahma et Meriem,

Mes confidentes, mes complices et mes rayons de soleil, merci pour votre présence inestimable à mes côtés. Votre soutien indéfectible et votre affection sincère ont été ma bouée de sauvetage dans les moments de doute et de fatigue. Vous êtes les piliers de ma force et les lumières de ma vie.

À ma binôme, Amina,

Un immense merci pour ton professionnalisme hors pair, ta rigueur exemplaire et ton esprit d'équipe irréprochable. Travailler à tes côtés a été une expérience enrichissante et stimulante. Ton implication sans faille a été un atout majeur dans la réussite de notre projet commun.

À mes amis fidèles, Adouka Yakoub, Cherigui Elhadi, Souzy (Braouni Romeissa), Chikhaoui Radia, Cherir Amani, Yakout Nawel Moussaoui, Ghanem Hussin et Bekhouche Raouf,

Que dire de ces moments inoubliables que nous avons partagés ? Votre amitié sincère et votre soutien indéfectible ont été une source de joie et de réconfort inestimables tout au long de ce parcours. Merci d'avoir créé un climat de fraternité et de bienveillance qui a rendu cette aventure si spéciale.

À tous les professeurs qui ont jalonné mon parcours à l'ENSSMAL,

Je vous exprime ma profonde reconnaissance pour l'enseignement précieux que vous m'avez dispensé et pour les conseils avisés que vous m'avez prodigués. Votre expertise et votre passion pour le savoir ont contribué de manière déterminante à mon développement intellectuel et professionnel. Je tiens à remercier tout particulièrement Madame CHALABIA pour son encadrement bienveillant lors de mon stage de la quatrième année au CNRDPA.

Enfin, à toute la famille DJABALI et GUEMMAMI et à toutes celles et ceux qui m'ont apporté leur aide et leurs encouragements,

Un merci sincère à chacun d'entre vous. Votre contribution, quelle que soit son ampleur, a joué un rôle précieux dans l'aboutissement de ce mémoire. Sachez que je n'oublierai jamais votre bienveillance et votre générosité.

Ce mémoire est le fruit d'un travail acharné et d'une collaboration précieuse. Il est dédié à toutes les personnes qui ont contribué à ma réussite et qui ont illuminé mon chemin.

DJABALI Radouane

À mon cher papa Samir ; ton soutien inconditionnel et ton dévouement sans faille ont été les piliers sur lesquels j'ai construit mon parcours académique. Tes conseils avisés et ta force m'ont permis de surmonter les obstacles avec confiance. Ce projet, fruit de nos discussions inspirantes et de ton amour indéfectible, est dédié à toi. Chaque ligne écrite est un hommage à la façon dont tu as enrichi ma vie de tant de façons. Merci pour tout, papa.

À ma chère maman Fatima Zohra ; ton amour incommensurable, ta patience infinie et ton encouragement constant ont été mes guides tout au long de cette aventure académique. Chaque succès que j'ai atteint est le reflet de ton soutien indéfectible et de ta foi inébranlable en moi. Ce projet est un témoignage humble de tout ce que tu as sacrifié pour moi et de tout ce que tu m'as appris. Je t'offre ce travail avec tout mon amour et ma reconnaissance éternels.

À mes chers grands-parents Zoubida & Smail ; votre sagesse et votre bienveillance m'ont guidé tout au long de ce parcours. Ce projet est dédié à votre héritage et à votre amour qui ont enrichi ma vie de manière inestimable.

À mes chères tantes Razika, Bahia, Saida, Samia, à leurs maris & à mon oncle Hakim ; votre soutien joyeux et vos encouragements chaleureux ont illuminé les moments difficiles de mon parcours académique. Chaque fois que j'ai eu besoin de conseils ou d'une oreille attentive, vous avez été là pour moi avec générosité et gentillesse. Ce projet est dédié à l'amour familial que nous partageons et à la force que je puise dans notre lien spécial. Merci pour votre soutien constant et votre présence réconfortante.

À mes chers petits cousins ; votre joie de vivre et votre curiosité ont été une source d'inspiration et d'encouragement pour moi pendant mes études, merci d'être là.

À mon binôme Redouane ; c'est le fruit de notre collaboration, de notre persévérance et de notre détermination. Ensemble, nous avons surmonté les défis et appris de nos erreurs pour atteindre ce que nous présentons aujourd'hui, un immense merci pour toi.

À ma chère Megari Soria ; Ton écoute, ta générosité et ta loyauté font de toi une amie en or. Merci d'être toujours là pour moi, dans les bons comme dans les mauvais moments. Nos liens d'amitié sont plus forts que tout.

À Moussaoui Yakout Nawel ; Nos fous rires, nos confidences et nos délires resteront à jamais gravés dans ma mémoire. Je suis chanceuse de t'avoir dans ma vie.

À mes amis ; Braouni Romaiassa, Chikhaoui Radia, Tebaili Nesrine, Remal Amor Nadjid et Boudjediene Oussama.

À ma promotion d'aquaculture ; merci à chacun d'entre vous pour votre passion, votre détermination et vos perspectives uniques. Travailler à vos côtés a été un véritable privilège. Continuons à innover et à nous inspirer mutuellement. Nos échanges animés, nos collaborations réussies et notre esprit d'équipe ont contribué à créer un environnement d'apprentissage enrichissant. Votre présence a rendu cette expérience inoubliable.

KACIMI Amina

Liste des abréviations

FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nations
MPPH	Ministère de la pêche et des productions halieutiques
INCT	Institut National de Cartographie et de Télédétection
pH	Potentiel Hydrogène
DPA	Direction de la Pêche et de l'Aquaculture
UV	Ultra-Violet
LED	Diode électroluminescente

Liste des tableaux

Tableau 1: Etat des fermes conchylocoles en Algérie en termes de nombre de projets et de capacité de production (CNRDPA, 2023).....	20
Tableau 2: Fermes conchylocoles fonctionnelles par wilaya en Algérie (CNRDPA, 2023)	21

Liste des figures

Figure 1: Production aquacole mondiale, 1991-2020 (FAO, 2022)	16
Figure 2: Production aquacole mondiale de mollusques marins par les grands pays producteurs (FAO, 2022)	18
Figure 3: Principales espèces de bivalves produites, 2000-2020 (FAO, 2022).....	19
Figure 4: Cultmare (Entreprise conchylicole algérienne, Tipaza) (cultmare.com).....	20
Figure 5: Anatomie interne de la moule <i>Mytilus</i> sp (Bachelot, 2010).	24
Figure 6: Anatomie de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> (présente étude).....	25
Figure 7: Répartition géographique de la <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)..	26
Figure 8: Système alimentaire/respiratoire chez la moule <i>Mytilus</i> (Rouane-Hacene, 2013)	27
Figure 9: Identification des sexes chez la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i>	28
Figure 10: Ferme conchylicole "Cultmare" (Image satellitaire Google Earth, 2024)	36
Figure 11: Mesures biométriques réalisées sur <i>Mytilus galloprovincialis</i>	37
Figure 12: Attente de la libération des gamètes des moules	38
Figure 13: Prélèvement de la solution KCl	39
Figure 14: Injection des moules par la solution KCl.....	40
Figure 15: Préparation des deux solutions d'acide acétique et de peroxyde d'hydrogène	41
Figure 16: Exposition des moules aux solutions H_2O_2 et CH_3COOH.....	42
Figure 17: Obtention des produits génitaux femelle après lacération des gonades	43
Figure 18: Pourcentage de moules ayant répondu à la stimulation thermique (premier essai)	44
Figure 19: Pourcentage de moules ayant répondu à la stimulation thermique (deuxième essai)	45
Figure 20: Emission des gamètes mâles et femelles de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	45
Figure 21: Aquarium montrant l'eau trouble due à la ponte	46
Figure 22: Pourcentage de moules ayant répondu à l'injection par le Chlorure de Potassium (KCl)	46
Figure 23: Pourcentage de moules ayant répondu à la stimulation chimique par le peroxyde d'hydrogène et l'acide acétique	47
Figure 24: Récupération et dilution des gamètes de <i>Mytilus galloprovincialis</i>.....	48
Figure 25: Spermatozoïdes (A) et ovocytes (B) de <i>Mytilus galloprovincialis</i>.....	49
Figure 26: Exemple d'un site d'écloserie au Vietnam, National Marine Broodstock Center	55
Figure 27: Schéma général de l'écloserie	67

Liste des annexes

Annexe 1: Décret exécutif n° 03-22 du 25 Moharram 1424 correspondant au 29 mars 2003 fixant les conditions zoo-sanitaires applicables à l'aquaculture.	81
Annexe 2: Loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. ..	81
Annexe 3: Loi n° 08-15 du 4 Dhou El Hidja 1429 correspondant au 2 décembre 2008 relative à la pêche et à l'aquaculture.	81
Annexe 4: Décret exécutif n° 15-18 du 25 Safar 1436 correspondant au 18 décembre 2014 fixant les conditions et modalités de l'exercice de l'activité d'aquaculture.	81
Annexe 5: Exigences écologiques de la moule Mytilus sp (Nascimento Schulze, 2017) ...	82
Annexe 6: Les mesures biométriques des moules utilisées.	82

Table des matières

Introduction	12
Chapitre I : Synthèses bibliographiques	15
1. L'aquaculture	16
- 1.1.L'aquaculture mondiale.....	16
- 1.2.L'aquaculture en Algérie	17
2. La conchyliculture.....	18
- 2.1. La conchyliculture mondiale	18
- 2.2. La conchyliculture en Algérie	19
3. Faisabilité technico économique des projets aquacoles	22
- 3.1. Faisabilité technique.....	22
- 3.2. Faisabilité économique.....	23
4. Présentation de l'espèce	24
- 4.1. Systématique (Worms, 2024)	24
- 4.2. Morphologie	24
Anatomie interne	24
Ecologie.....	25
Alimentation.....	26
Respiration	27
Croissance	27
Biologie et reproduction.....	28
5. Les méthodes d'induction de la ponte.....	34
- 5.1. Ponte par scarification	34
- 5.2. Ponte par choc thermique	34
- 5.3. Ponte par choc chimique	34
Chapitre II : Essai d'induction de la ponte	35
Introduction	36
1. Matériels et méthodes.....	36
- 1.1.Echantillonnage.....	36
- 1.2.Préparation des géniteurs à la ponte.....	37
- 1.3.Induction de la ponte par choc thermique	38
- 1.4.Induction de la ponte par choc chimique	39

-	1.5. Induction de la ponte par scarification (Helm et al, 2004)	42
-	1.6. Fécondation	43
2.	Résultats	44
-	2.1. Induction de la ponte par choc thermique	44
-	2.2. Induction de la ponte par choc chimique	46
-	2.3. Induction de la ponte par scarification	48
-	2.4. Observation des gamètes	48
-	2.5. Fécondation	49
3.	Discussion générale	50
	Chapitre III : Conception d'une écloserie de bivalves	53
	Introduction	54
1.	Site	54
2.	Permis et autorisations	55
3.	Normes de construction et d'exploitation	55
4.	Qualité de l'eau	56
5.	Santé et sécurité des animaux	56
6.	Protection de l'environnement	56
7.	Critères pour la conception d'une écloserie	57
2.	Projet d'étude	59
-	2.1. Objectifs du projet	59
-	2.2. Calcul des besoins en géniteurs	59
3.	Infrastructures et matériel de l'écloserie	61
-	Salle d'élevage et conditionnement des géniteurs	61
-	Salle d'incubation et d'élevage des larves	62
-	Salle de culture de phytoplancton	63
-	Laboratoire	64
-	Salle de réservoirs de stockage et croissance des juvéniles	64
-	Salle de stockage et d'entretien	65
-	Bureaux et installation pour le personnel	66
-	Salle de logistique et de distribution	66
	Conclusion et perspectives	69
	Références bibliographiques	72
	Annexes	80

Introduction

L'aquaculture, notamment la conchyliculture, connaît une croissance rapide à l'échelle mondiale (FAO, 2022). En Algérie, ce secteur offre un potentiel de développement significatif par rapport à la décennie précédente, répondant à la demande croissante en produits de la mer et contribuant à la diversification de l'économie nationale (MPRH, 2024).

La culture de mollusques bivalves demeure fortement dépendante des naissains sauvages dans de nombreuses régions du monde et pour de nombreuses espèces (FAO, 2022). Au cours des dernières décennies, des avancées majeures dans la conception des écloseries et les technologies associées (conditionnement, induction de la ponte, élevage des larves, fixation des larves) ont permis d'améliorer significativement les taux de survie des animaux (FAO, 2022).

L'Algérie est également confrontée à ce problème. À titre d'illustration, la ferme aquacole « Cultmare » située à Tipaza et « Orca Marine » à Ain Taya éprouvent des difficultés majeures en raison du manque de naissains sauvages, ainsi que des problèmes associés à leur captage. Cette situation a pour conséquence une diminution significative de leur production, une réalité mise en évidence par des enquêtes personnelles.

Ce mémoire de fin d'études s'inscrit dans cette dynamique en explorant la production de naissains de bivalves, une réponse essentielle à l'insuffisance causée par le déclin des naissains naturels dû à divers facteurs tels que le changement climatique et la surpêche (FAO, 2022). Les écloseries se sont développées en réponse à la baisse des captures de moules et d'huîtres, causée par les chaluts de fond, les maladies, les catastrophes naturelles et la pollution (FAO, 1987).

L'objectif de ce mémoire est double : d'une part, concevoir une écloserie de bivalves en Algérie, un investissement stratégique pour l'économie nationale, et d'autre part, proposer des méthodes efficaces pour la production de naissains de qualité supérieure.

Le premier chapitre présente un état des lieux de l'aquaculture et de la conchyliculture aux niveaux mondial et national, mettant en lumière les enjeux et les perspectives du secteur en Algérie. Il se concentre également sur l'espèce choisie pour l'induction de la ponte, *Mytilus galloprovincialis*, en détaillant ses caractéristiques biologiques et écologiques ainsi que les techniques de reproduction utilisées.

Le deuxième chapitre présente en détail le matériel et les méthodes utilisés pour la production des naissains de bivalves. Il analyse également les résultats obtenus à la lumière des connaissances scientifiques actuelles.

Enfin, le dernier chapitre aborde la conception d'une éclosérie de bivalves, en tenant compte des aspects techniques et infrastructurels nécessaires à la réussite d'une telle installation, adaptée aux exigences spécifiques de l'espèce cultivée.

Cette étude vise à établir une méthode efficace pour la production de naissains de bivalves, prenant en compte les facteurs environnementaux, biologiques et techniques, tout en évitant l'importation de naissains qui pourrait introduire des bioagresseurs. En outre, l'éclosérie permet l'étude des processus de reproduction et de développement des bivalves ainsi que l'identification de nouvelles variétés et méthodes de culture.

En conclusion, ce mémoire apporte une contribution significative à la connaissance de la production de naissains de bivalves et à la conception d'écloseries en Algérie. Il ouvre également des perspectives pour le développement durable de la conchyliculture dans le pays. L'éclosérie, en tant qu'installation spécialisée dans la reproduction et la culture de bivalves, joue un rôle crucial en assurant le contrôle de la qualité des œufs et des larves et en favorisant leur développement dans des conditions optimales.

Chapitre I

Synthèses bibliographiques

1. L'aquaculture

Selon la FAO, l'aquaculture est la production d'organismes aquatiques (poissons, crustacés, mollusques et algues) dans des environnements contrôlés, que ce soit en mer, en eau saumâtre ou en eau douce (FAO,2022).

1.1. L'aquaculture mondiale

Malgré la pandémie mondiale de la covid-19, la production aquacole dans le monde a poursuivi sa croissance. Le graphique à barre ci dessous, représente les statistiques relatives au volume de production depuis 1990 jusqu'à 2020 (FAO, 2022).

La figure 1 montre l'évolution de la production pour les différents types de produits aquacoles durant les deux dernières décennies (FAO, 2022).

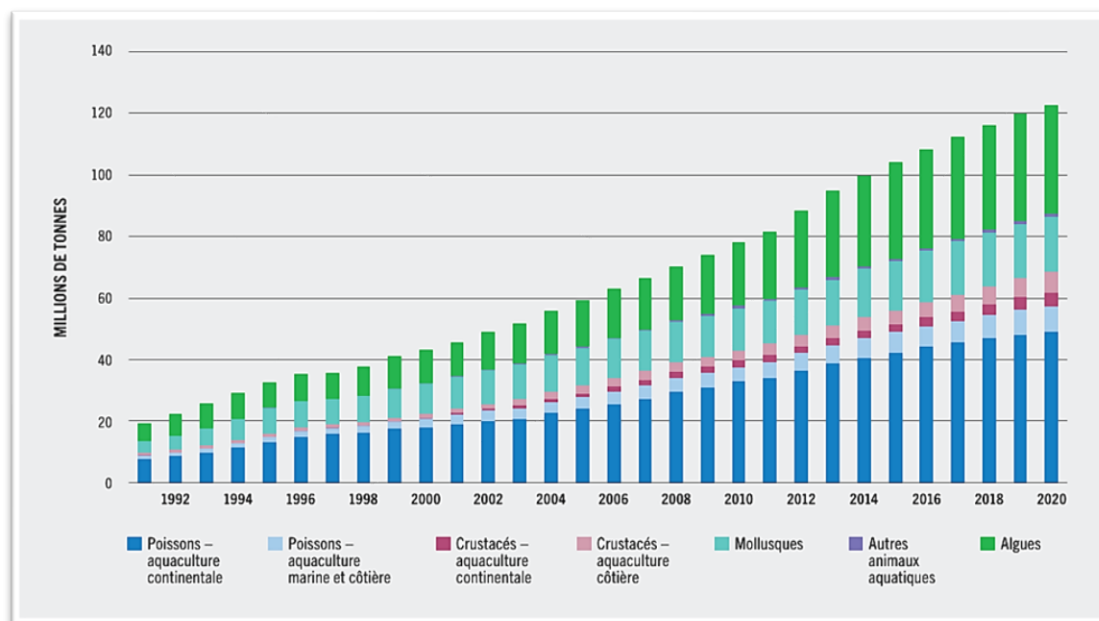


Figure 1: Production aquacole mondiale, 1991-2020 (FAO, 2022)

La production mondiale d'animaux aquatiques de 2020 est estimée à 178 millions de tonnes, un léger recul par rapport au record atteint en 2018, avec 179 millions de tonnes (Fig.1).

La pêche de capture a contribué à ce chiffre à hauteur de 90 millions de tonnes (51%) et l'aquaculture, à hauteur de 88 millions de tonnes (49%). Sur le total produit, 63% (112 millions de tonnes) l'ont été en mer (70% par la pêche de capture et 30% par l'aquaculture) et 37% (66 millions de tonnes) dans les eaux continentales (83% par l'aquaculture et 17% par la pêche de capture). La valeur totale de la production mondiale est

estimée à 406 milliards d'USD, dont 141 milliards USD pour la pêche de capture et 265 milliards USD pour l'aquaculture. Outre la production d'animaux aquatiques, 36 millions de tonnes d'algues ont été produites en 2020, dont 97 % par l'aquaculture, essentiellement la mariculture (FAO, 2022).

1.2. L'aquaculture en Algérie

L'aquaculture en Algérie connaît actuellement un formidable essor, notamment depuis la création du MPRH en 2000, où plusieurs plans et programmes ont été élaborés pour lancer plusieurs projets aquacoles privés dans divers domaines d'activité et dans de multiples secteurs et régions du pays. La production aquacole algérienne actuelle provient selon le MPRH (2021) de :

- La pisciculture marine en cages flottantes assurée par des opérateurs privés ;
- La conchyliculture marine au sein des fermes privées ;
- La pisciculture d'eau douce en bassins et étangs pratiquée par des opérateurs privés ;
- La pêche continentale exercée par des concessionnaires privés ;
- La pisciculture intégrée à l'agriculture exercée au niveau des exploitations agricoles.

Selon le MPRH, la production totale de la pêche maritime et de l'aquaculture, ainsi que de la pêche du thon rouge jusqu'en novembre 2023, s'est élevée à environ 112 000 tonnes. Le secteur projette de produire environ 15 000 tonnes d'aquaculture et 120 000 tonnes de pêche maritime en 2024 (MPPH, 2023).

En aquaculture, on a noté la création de 42 fermes aquacoles marines, dont 02 nouvelles en 2023. Aussi, il y aura un lancement d'autres nouveaux projets, dont le plus récent consistait à installer pour la première fois des cages flottantes dans deux fermes au niveau de la capitale (MPPH, 2023).

En 2023, 21 millions et 500 milles alevins sont élevés dans des cages flottantes, contre 19 millions en 2022, soit une augmentation de 2,5 millions d'alevins. En 2023, 51 fermes aquacoles d'eau douce ont été enregistrées (dont 10 nouvelles) et 52 nouveaux projets ont été lancés (MPPH, 2023).

2. La conchyliculture

"La conchyliculture est l'élevage et la culture de mollusques bivalves tels que les huîtres, les moules et les palourdes, dans des installations contrôlées telles que des parcs à huîtres ou des installations de suspension" (FAO, 2020).

2.1. La conchyliculture mondiale

La production mondiale des mollusques s'est élevée à 17,7 millions de tonnes (29,8 milliards d'USD), principalement des bivalves. En quantité, la production de mollusques marins de la Chine dépasse de loin celle de tous les autres producteurs réunis avec une production totale d'environ 15 millions de tonnes. Dans certains grands pays producteurs, toutefois, l'élevage de bivalves marins représente un pourcentage important de la production aquacole totale d'animaux d'origine aquatique. Ces pays comprennent la Nouvelle-Zélande (86,9 %), la France (75,4 %), l'Espagne (74,8 %), la République de Corée (69,7 %), l'Italie (61,6 %) et le Japon (51,8 %), alors que la moyenne mondiale est de 18,4 % (Fig. 2) (FAO, 2022).

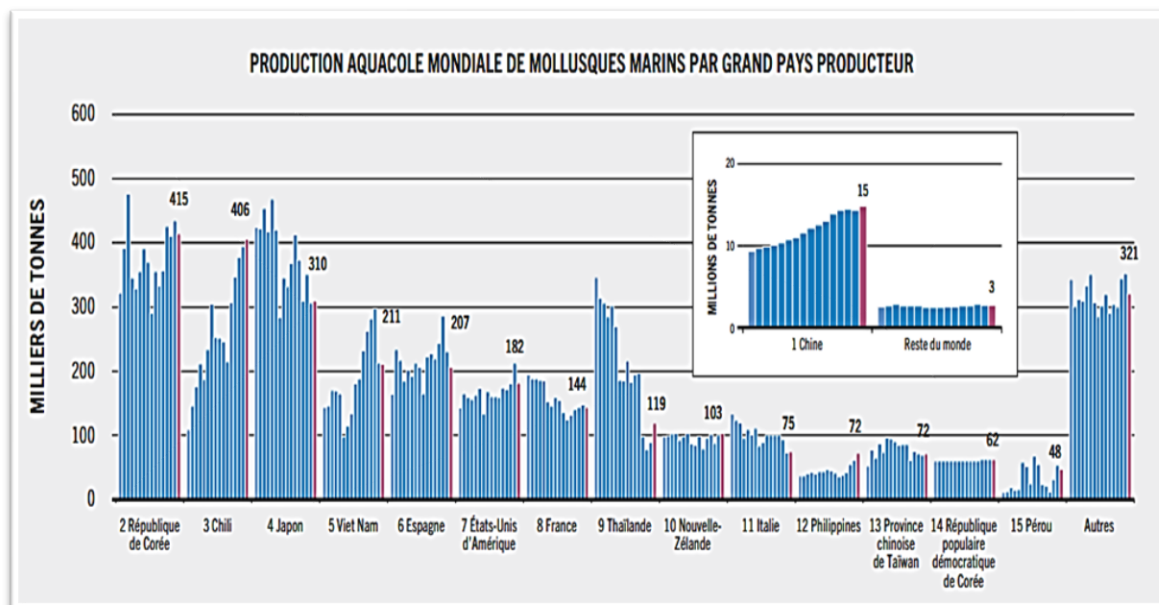


Figure 2: Production aquacole mondiale de mollusques marins par les grands pays producteurs (FAO, 2022)

Les espèces de mollusques bivalves les plus importantes pour le commerce mondial sont les coquilles Saint-Jacques, les palourdes, les huîtres et les moules. En 2020, les exportations mondiales de mollusques bivalves ont totalisé 4,3 milliards d'USD, soit 2,8 % environ de la valeur totale des exportations de produits aquatiques (Fig.3) (FAO,2022).

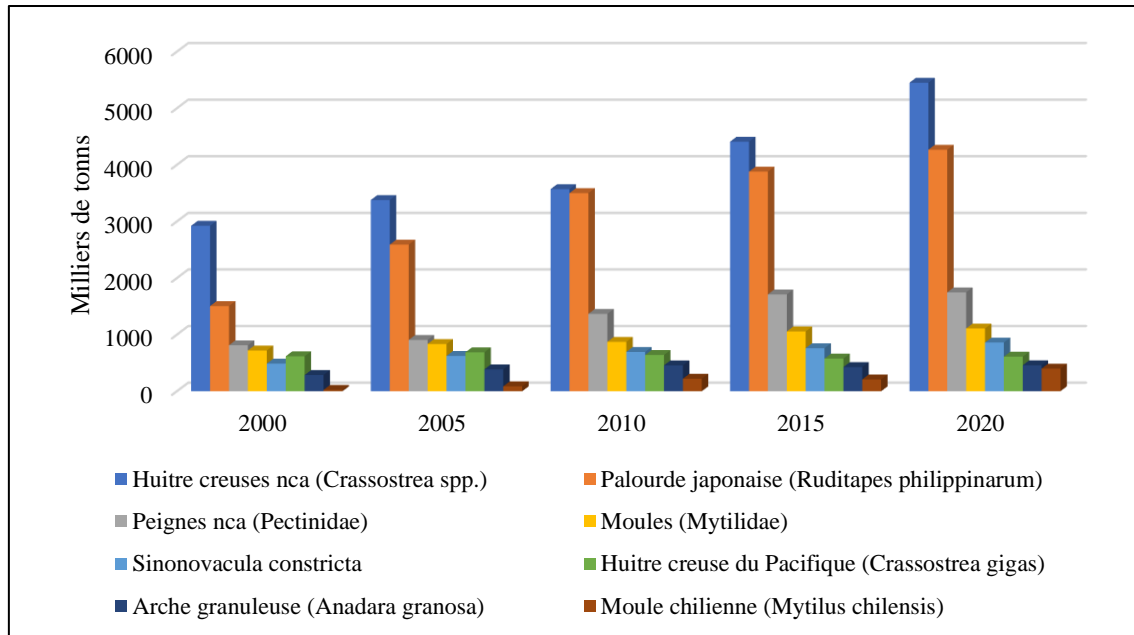


Figure 3: Principales espèces de bivalves produites, 2000-2020 (FAO, 2022)

2.2. La conchyliculture en Algérie

Une étude très approfondie et hautement précise sur la longueur du littoral algérien, lancée en 2023 par le ministère de l'Environnement et des Energies renouvelables et l'Institut national de cartographie et de télédétection (INCT), placé sous la tutelle du ministère de la Défense nationale, a révélé que la longueur du littoral national était 2.148 km et non pas 1.622 km, selon la déclaration de madame Fazia Dahlab, la ministre de l'environnement, dans un point de presse en marge de la célébration de la Journée mondiale de l'océan (Publié Le : Lundi, 26 Juin 2023 par Algérie presse service). en marge de la célébration de la Journée mondiale de l'océan (Publié Le : Lundi, 26 Juin 2023 par Algérie presse service).

L'Algérie présente un énorme potentiel pour l'aquaculture. La conchyliculture commence à susciter l'intérêt de nombreux investisseurs algériens. Certaines fermes sont déjà opérationnelles (Fig.4) et d'autres sont en construction.



Figure 4: Cultmare (Entreprise conchylicole algérienne, Tipaza) (cultmare.com)

Tableau 1: Etat des fermes conchylicoles en Algérie en termes de nombre de projets et de capacité de production (CNRDPA, 2023).

Etat de la ferme	Nombre	Capacité de production par tonne
En production	10	1382
En cours de réalisation	13	1322
En cours de montage administratif et financier	27	2652,5
En arrêt	8	770,4

Tableau 2: Fermes conchylicoles fonctionnelles par wilaya en Algérie (CNRDPA, 2023)

Wilaya	Dénomination du projet	Capacité de production par tonne
Annaba	Ferme conchylicole les Calanques	50
Jijel	Boucekkine Abdekrim	100
Béjaia	SARL SAMSAK	100
Tiziouzou	Lahilah Houcine	100
Boumerdes	DERRADJ ET ZIBOUCHE	120
Alger	ORCA marine	100
Tipaza	SARL Cultmare	340
Mostaganem	EURL Nutec	150
Oran	SARL AQUA SIRENE	222
Ain Temouchent	SARL AQUATIQUE TINA MARINE	100

Actuellement, 10 projets sont en production, avec une capacité de production totale de 1382 tonnes (Tab.2). Au total, il y a 50 projets existents avec une capacité de production totale de 5356,5 tonnes. Cependant, la majorité des projets se trouvent en cours de montage administratif et financier (Tab.1), ce qui peut indiquer un besoin d'optimisation de ce processus pour augmenter la capacité de production globale des fermes.

3. Faisabilité technico économique des projets aquacoles

L'étude de faisabilité technico-économique est basée sur la mise en relation des flux physiques nécessaires pour le fonctionnement du projet (infrastructures, équipements, etc.) et des flux financiers qui en découlent (le capital nécessaire), afin qu'une rentabilité du projet soit assurée.

3.1. Faisabilité technique

Les techniques d'élevage en aquaculture ne sont pas encore complètement maîtrisées ni définitivement établies. En raison de l'interdépendance des facteurs, de leur diversité et de la complexité des cycles de production, les éleveurs disposent d'un large éventail de stratégies d'élevage, ce qui entraîne une multitude de résultats potentiels.

Selon Calleja et *al.* (1999), un ensemble de paramètres sont à déterminer au moment de l'analyse technique, tels que :

- Qualité du site sélectionné : La sélection d'un site approprié reste essentielle pour garantir un environnement optimal pour l'élevage. Les critères environnementaux et écologiques doivent être minutieusement évalués pour minimiser les impacts négatifs et maximiser la productivité (Smith et *al.*, 2021).
- Technique d'élevage retenue : Les techniques d'élevage modernes incluent désormais l'intégration de technologies intelligentes et d'automatisation pour améliorer l'efficacité et la durabilité (Brown et *al.*, 2020).
- Types d'équipements choisis : L'adoption de nouveaux équipements innovants, tels que les capteurs IoT (Internet des objets) pour la surveillance en temps réel, est devenue courante pour optimiser les opérations (Miller et *al.*, 2022).
- Qualité des réseaux de circulation des fluides : Les avancées dans la gestion des fluides et des déchets permettent une utilisation plus efficace des ressources et une réduction des déchets (Jones et *al.*, 2021).
- Possibilités offertes par l'installation en matière de contrôle et de régulation des paramètres d'élevage : Les systèmes de gestion intégrée utilisant l'intelligence artificielle offrent des capacités avancées de contrôle et de régulation (White et *al.*, 2020).
- Qualité du matériel génétique : La génétique continue de jouer un rôle essentiel, avec des efforts accrus pour développer des souches résistantes aux maladies et plus productives (Clark et *al.*, 2022).

- Niveau sanitaire de l'installation : Les protocoles de biosécurité renforcés et les systèmes de surveillance sanitaire sont indispensables pour maintenir un élevage sain (Johnson et *al.*, 2021).
- Niveau de savoir-faire de l'éleveur : La formation continue et l'accès à des ressources éducatives améliorent le savoir-faire des éleveurs, contribuant à de meilleures pratiques d'élevage (Taylor et *al.*, 2021).
- Qualité des élevages annexes : L'intégration de pratiques durables dans les élevages annexes, comme l'utilisation de sources d'énergie renouvelable, devient de plus en plus courante (Williams et *al.*, 2022).

3.2. Faisabilité économique

Pour mieux définir les critères d'une analyse financière d'une ferme aquacole, les documents comptables sont indispensables au même titre que les fiches d'élevage (Calleja, *etal.*, 1999 ; Gallo, 2005).

Les paramètres économiques les plus retenus sont les suivants :

- Prix des matières premières ;
- Prix de vente des produits

4. Présentation de l'espèce

4.1. Systématique (Worms, 2024)

- ✚ Règne : Animalia
- ✚ Phylum : Mollusca
- ✚ Classe : Bivalvia
- ✚ Ordre : Mytilida
- ✚ Famille : Mytilidae
- ✚ Genre : *Mytilus*
- ✚ Espèce : *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

4.2. Morphologie

La moule est composée de deux valves égales, reliées par un ligament externe au niveau d'une charnière sans dent et maintenues par deux muscles adducteurs. La coquille est composée à 95 % de carbonate de calcium.

Anatomie interne

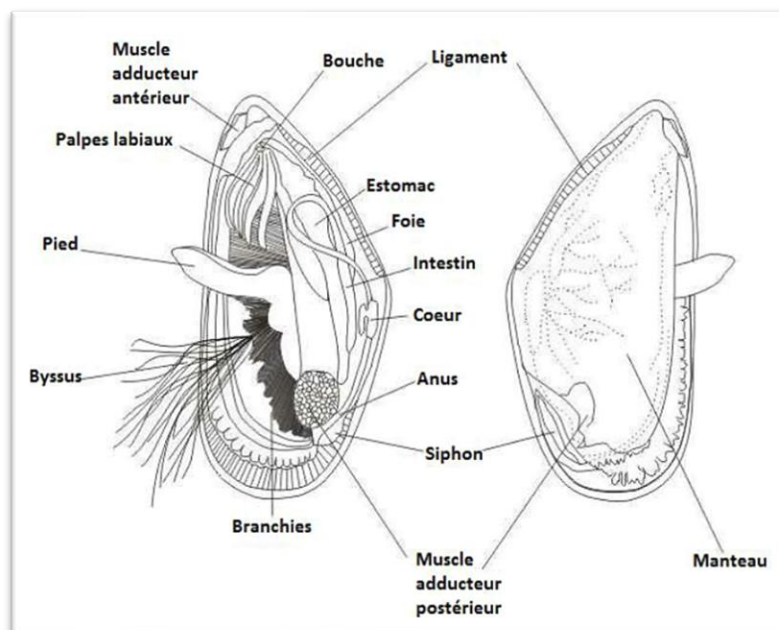


Figure 5: Anatomie interne de la moule *Mytilus sp* (Bachelot, 2010).

Le corps de la moule est entouré du manteau composé de deux lobes soudés dorsalement sauf au niveau du siphon exhalant (Fig.5), ils délimitent alors la cavité palléale, et son rôle principal est d'assurer la formation de la coquille.

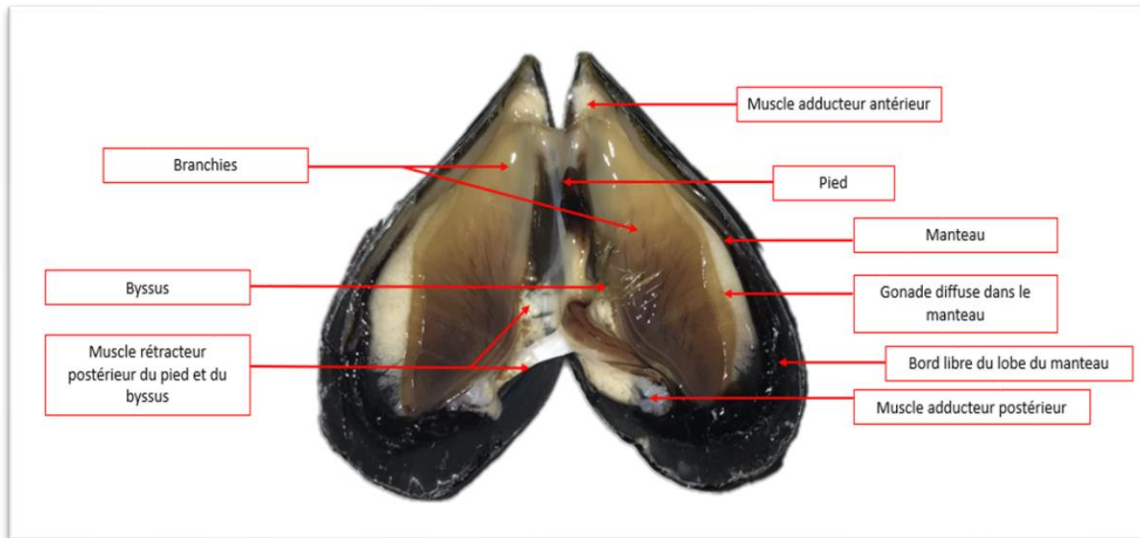


Figure 6: Anatomie de la moule *Mytilus galloprovincialis* (présente étude)

Le muscle adducteur antérieur présente une empreinte de petite taille, le bord du manteau affiche une couleur violette ou pourpre (Lewis et Seed, 1969).

Le pied est une saillie musculaire d'une grande mobilité qui contient la glande byssogène. Le byssus, de nature protéique, est constitué de nombreux filaments très résistants (Fig.6).

Les deux branchies de la moule, responsables de la respiration, créent un courant d'eau vital qui passe à travers elles et ressort par le siphon exhalant. Elles filtrent les particules en suspension, dirigeant les comestibles vers les palpes branchiaux et la bouche, et rejetant les non consommables à l'extérieur.

Le système excréteur comprend deux reins qui communiquent à la fois avec la cavité péricardique et la cavité palléale. L'anus est situé près du siphon exhalant (Ben Younes et *al*, 2015).

Ecologie

Selon Lubet (1959), *Mytilus galloprovincialis* est dite lusitano-mauritanienne. Elle est présente en Mer Noire, en Adriatique, en Méditerranée, sur les côtes du Portugal, les côtes Atlantiques de l'Espagne, de France, en Manche occidentale et elle est récoltée aussi en Grande Bretagne (Lubet, 1973). Sur les côtes de l'Atlantique Marocain, elle est présente à partir de la baie d'Agadir (Naciri, 1998). *Mytilus galloprovincialis* est présente aussi à l'Ouest de l'Afrique du Sud (Crant et Chery, 1985 in Chebab, 1996), sur les côtes Japonaises

(Hosomi, 1978 in Djediat, 1993), la Nouvelle Zélande et la Californie (McDonald et Koehn, 1991 in Naciri, 1998) (Fig.7).

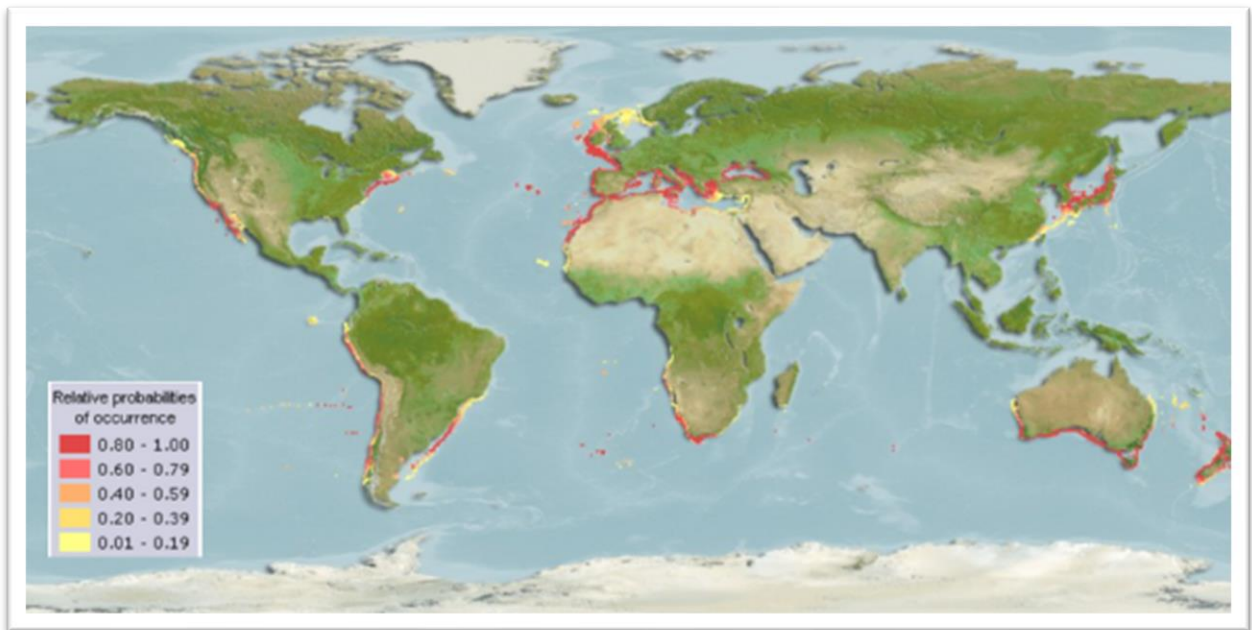


Figure 7: Répartition géographique de la *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819).
(www.sealifebase.org)

Sur les côtes Algériennes, *Mytilus galloprovincialis* cohabite avec l'espèce *Perna perna* et forme des bancs naturels, dans des zones assez agitées (Boukhroufa, 1987 in Bensam et Behloul, 2009).

Les moules sont des organismes sédentaires vivant en zone intertidale ou subtidale. Dans la zone intertidale, elles sont considérées comme écologiquement dominantes (Zippay et Helmuth, 2012). Elles peuvent coloniser les substrats rocheux ou sableux auxquels elles se fixent grâce à un byssus régénérable qui leur permet de se détacher en cas de besoin (Alyakrinskaya, 2002).

Alimentation

La moule est un consommateur microphage omnivore. Elle se nourrit de phytobenthos (Diatomées), de phytoplancton et de débris organiques (Utting et Millicon, 1997). La moule ingère la plupart des particules présentes dans son entourage : diatomées, dinoflagellés, débris organiques, bactéries, flagellés et protozoaires divers, spores, fragments d'algues, débris inorganiques, etc (Marteil, 1976).

Respiration

Les échanges d'oxygène se font par l'intermédiaire des branchies. L'eau chargée en oxygène dissous pénètre dans la cavité palléale via le siphon inhalant (Fig.8). Elle est filtrée par les filaments des deux paires de branchies lamelleuses avant d'être évacuée par le courant exhalant.

Lorsque la moule se retrouve à l'air libre, elle ferme sa coquille et passe à une respiration anaérobie (Cahen, 2006 ; Rouane-Hacene, 2013).

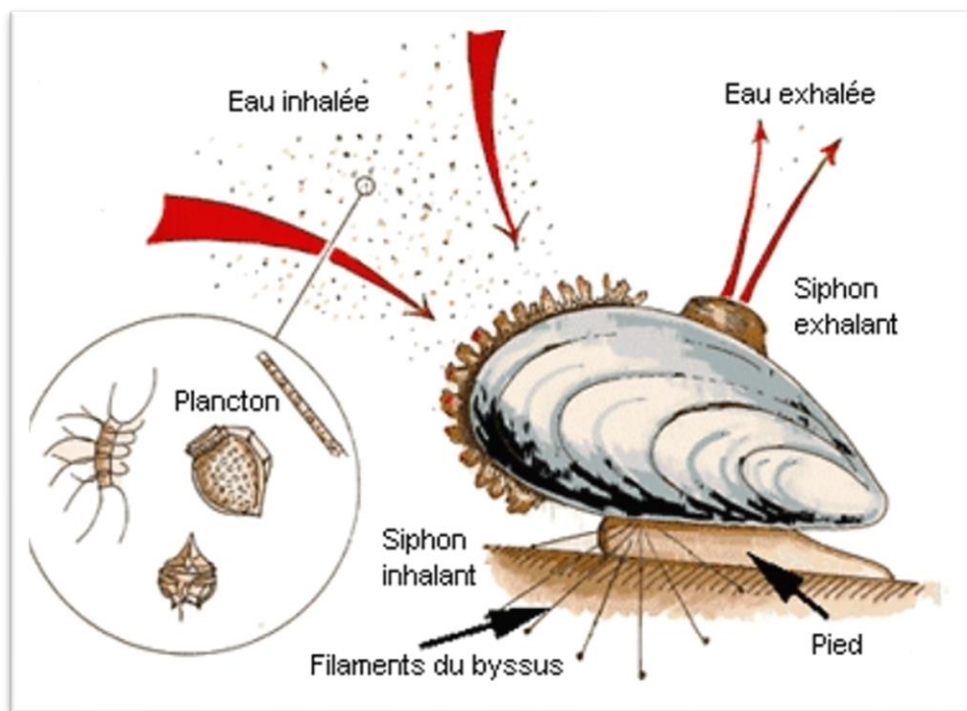


Figure 8: Système alimentaire/respiratoire chez la moule *Mytilus* (Rouane-Hacene, 2013)

Croissance

La croissance des moules dépend principalement de la richesse en éléments nutritifs du milieu dans lequel elles vivent et des possibilités qu'elles ont d'utiliser cette richesse. Divers facteurs telle la température, la salinité, le pH, la turbidité, le temps d'émersion, agissent sur le rythme de la filtration ou sa durée et par là modifient la quantité d'éléments ingérés (Marteil, 1976).

Biologie et reproduction

❖ Reconnaissance des sexes

Chez *Mytilus galloprovincialis*, les sexes sont séparés et les gonades sont disséminées dans l'organisme bien qu'on les retrouve surtout dans le manteau (Barnabé, 1989).

Les moules n'ont pas de caractères sexuels secondaires. Cependant, pendant la période de maturité, la couleur de la gonade permet de déterminer leur sexe. Ainsi, la gonade femelle aura des teintes allant du jaune-orangé au rose-saumon, tandis que la gonade mâle sera blanche-jaunâtre (Haouchine, 1995) (Fig.9).

Cette coloration n'est pas suffisante pour pouvoir discerner avec certitude le sexe, l'examen de couleur de la gonade doit être donc suivi d'un examen microscopique (Djediat, 1993).

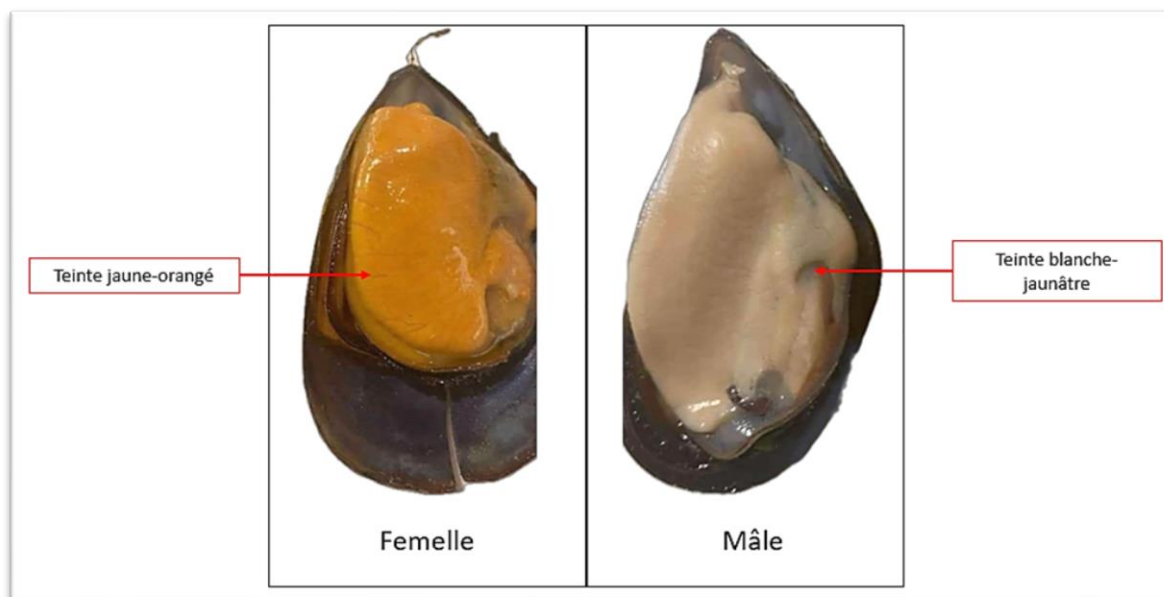


Figure 9: Identification des sexes chez la moule *Mytilus galloprovincialis* (présente étude)

❖ Période de reproduction

Mytilus galloprovincialis est une espèce gonochorique et présente un cycle de reproduction annuel alternant avec une phase de repos sexuel durant laquelle des réserves nutritionnelles sont constituées (Bayne 1976, Lubet 1973). La période de reproduction n'est pas synchronique et varie de la fin du printemps jusqu'à la fin de l'automne. Elle est liée à plusieurs facteurs dont la température et l'abondance de la nutrition (Bhaby, 2015).

❖ La ponte

Lorsque les produits génitaux atteignent leur maturité, ils sont expulsés dans le milieu extérieur où a lieu la fécondation. Cette émission se fait grâce aux mouvements de cils situés sur l'épithélium des gonoductes (Hrs-Brenko, 1973).

- Chez le mâle :

Le sperme est évacué sous forme d'un mince filet continu, sans mouvement de la coquille.

- Chez la femelle :

Les ovules s'agglomèrent en des sortes de boudins qui se désagrègent ensuite facilement. Des contractions du muscle adducteur postérieur peuvent aider à projeter les ovules dans le milieu extérieur. La plupart des ovules mesurent 60 à 70 μm à ce moment.

Selon Hrs-Brenko (1973), une femelle de *Mytilus galloprovincialis* de 33 mm peut pondre environ un million d'œufs.

❖ Facteurs écologiques qui influencent la ponte

Lorsque la gonade est mature et les produits génitaux prêts à être émis, l'animal devient très sensible aux stimuli qui provoquent alors la ponte, comme une variation brusque de température, salinité, pression hydrostatique ou une action mécanique (Marteil, 1976).

La limite inférieure de température dépend de la salinité, variant de 7,5-9°C à 20-27‰ à 10-11°C à 29-31‰, tandis que la limite supérieure semble se situer vers 20°C. Les basses températures (2-6°C) peuvent avoir un effet inhibiteur (Marteil, 1976).

Salines (1960) signale aussi une action inhibitrice des basses températures : des *Mytilus galloprovincialis* sexuellement mûrs émettent des produits génitaux à 13-14°C mais cessent toute émission entre 2 et 6°C ; par contre, ce même auteur a obtenu des pontes à des températures supérieures à 20°C.

❖ Mode de reproduction

Le mode de reproduction chez les mytilidés, ou moules, est principalement sexuée et se caractérise par une fécondation externe. Les mytilidés sont généralement des organismes gonochoriques, ce qui signifie qu'ils possèdent des individus mâles et femelles distincts. La reproduction se fait souvent par émission synchronisée de gamètes dans l'eau, où a lieu la fécondation (Bayne, 1976).

❖ **Maturité sexuelle**

Chez la majorité des bivalves, la maturité sexuelle dépend beaucoup plus de la taille que de l'âge, et la taille atteinte à la maturité sexuelle dépend des espèces et de leur distribution géographique.

❖ **L'évolution des gonades**

Certains auteurs ont établi des échelles d'évaluation des stades de maturité des gonades en couplant des observations macroscopiques et microscopiques. Les observations microscopiques peuvent être effectuées sur coupes histologiques ou sur frottis.

Selon Lubet (1959), l'échelle d'évaluation des stades de maturité par observations à la fois macroscopique et histologique de la gonade (moule et pétoncle) est la suivante :

- Stade 0 : stade de repos sexuel, glande presque transparente. Développement du tissu conjonctif. Les follicules sont encore présents mais leur diamètre a diminué. Leurs parois sont tapissées de gonies.
- Stade 1 : organisation des follicules, multiplication des gonies. Macroscopiquement, masse viscérale encore transparente, mais le dessin des follicules forme un léger réseau blanchâtre.
- Stade II : phénomènes de gamétogenèse. La masse viscérale est devenue opaque et blanchâtre. Histologiquement on peut trouver tous les stades de la gamétogenèse.
- Stade III : période de reproduction :
 - Au stade III A 1, la glande est très gonflée, la gamétogenèse est très avancée, mais les animaux ne sont pas encore susceptibles d'émettre leurs produits sexuels sous l'effet d'excitation.
 - Au stade III A 2, les excitations provoquent une émission.
 - Au stade III B, la ponte ou éjaculation ont eu lieu. Macroscopiquement la glande est aplatie et la couleur est devenue uniforme. L'examen histologique révèle qu'il existe des produits sexuels non émis et des gonies en cours de multiplication.
 - Au stade III C, période de restauration d'environ trois semaines, tandis que se prépare une seconde maturation.

❖ Facteurs influençant l'évolution des gonades

Chez les mollusques bivalves en particulier les mytilidés, le cycle sexuel semble sous la dépendance des facteurs du milieu ; entre autres la température, la salinité, l'oxygène dissous et la teneur en phytoplancton (Haouchine, 1995).

- Salinité

Selon Lubet (1959 *in* Marteil, 1976), la salinité ne semble pas avoir une grande influence sur l'évolution des gonades. L'auteur note que dans le bassin d'Arcachon, les salinités sont assez uniformes en été, alors qu'en hiver et au printemps de grandes variations sont enregistrées : certaines stations ont un caractère franchement océanique tandis que d'autres deviennent nettement saumâtres. A la fin de l'hiver et au début du printemps, il remarque que toutes les moules de ce bassin présentent le même degré d'évolution sexuelle.

- Température

Les observations faites par divers auteurs indiquent la présence d'un lien entre la gamétogénèse et la température. L'influence de ce facteur est cependant plus ou moins nette selon les stades considérés (Marteil, 1976).

D'après Chipperfield (1953 *in* Marteil, 1976) la gamétogénèse ne début que lorsque la température de l'eau dépasse 7°C. Lubet (1959), de son côté, observe un arrêt lorsque l'hiver est très froid et les températures sont au-dessous de 7-8° C.

Influence sur la longueur de la période de reproduction (stade III). Celle-ci dépend de la température moyenne annuelle des eaux. Plus cette moyenne est élevée, plus la reproduction dure longtemps. Les moules tropicales présentent un cycle étalé sur toute l'année. Raimbault (1966) et Des gouille (1969) observent en méditerranée des pontes durant la majeure partie de l'année avec maximums au printemps et à l'automne (Marteil, 1976).

- Nutrition

Lubet (1959 *in* Marteil (1976) émet l'hypothèse d'une influence des variations quantitatives et qualitatives du phytoplancton sur le cycle sexuel des moules. Des animaux mis expérimentalement à jeûner voient en effet leur maturité sexuelle retardée et la quantité de gamètes qu'ils émettent diminuée. Il n'y a pas ensuite de restauration et d'accumulation de réserves.

En ce qui concerne l'aspect qualitatif, Lubet (1959) pense que, les apports importants d'éléments nouveaux dans l'alimentation des moules modifieraient leurs métabolismes. Une des conséquences de cette modification serait l'instauration et la durée du stade de repos sexuel. Cette hypothèse reste toutefois à vérifier (Marteil, 1976).

- Action du système nerveux

Outre les facteurs écologiques, d'autres causes ont une action sur la reproduction de la moule. Lubet (1959) a montré que l'intégrité des ganglions cérébroïdes était indispensable pour que le cycle sexuel soit normal. Leur ablation entraîne des perturbations importantes (Marteil, 1976).

❖ Gamétogenèse

Le déroulement de la gamétogenèse est variable selon les régions. Sur les côtes Atlantiques, pour *Mytilus galloprovincialis* la gamétogenèse est plus étalée sur l'année, avec des pics au printemps et à l'automne. La vie planctonique de la larve véligère peut durer 3 ou 4 semaines si les conditions sont favorables (optimum thermique : 15-16 °C) elle s'achève par la fixation et la métamorphose (Audebert, 2008) :

❖ La spermatogénèse

La spermatogénèse se déroule de façon centripète dans les tubules, elle serait rapide environ 10 jours chez les Mytilidés. Les spermatozoïdes de petite taille possèdent un long flagelle et un acrosome bien différencié. Leur structure serait homogène chez les bivalves. Il existe des cellules « accessoires » au niveau de la paroi tubulaire, intercalées entre des groupes de spermatogonies (Barnabé, 1991).

❖ L'ovogenèse

Les ovogonies entrent en méiose (ovocyte I) qui est bloquée en prophase de la première mitose (stades pachytène-diploène) : les chromosomes en « goupillon » sont alors bien visibles. Le nucléole réapparaît et témoigne d'une intense activité ; une synthèse importante d'ARN se produit alors que le cytoplasme augmente de volume et qu'apparaissent de nombreux ribosomes (phase de pré-vitellogenèse) tandis qu'un important ergastoplasme s'organise (Barnabé, 1991).

❖ La vitellogenèse

La vitellogenèse se traduit par une augmentation du volume de l'ovocyte de la moule. Le noyau ou vésicule germinative peut atteindre 18 à 20 µm de diamètre, la chromatine s'estompe

alors que le nucléole devient très important (7 à 8 um). L'enveloppe nucléaire se plisse surtout à la fin de la vitellogenèse (Barnabé, 1991).

❖ **Métamorphose et fixation**

La métamorphose est une période critique dans le développement des bivalves, durant laquelle l'animal passe de la vie pélagique nageuse à la vie benthique sédentaire. Des mortalités considérables peuvent se produire pendant cette phase aussi bien en milieu naturel qu'en éclosure (Helm et *al*, 2006).

Selon Bayne (1965), la métamorphose peut être retardée jusqu'à six semaines, si l'animal prêt à se métamorphoser ne rencontre pas aussitôt de substrat convenable, ce qui représente une augmentation considérable des chances de survie. Néanmoins, le velum commence à dégénérer, d'où perturbation des courants alimentaires et diminution des pouvoir nutritionnel.

La larve devient incapable de se nourrir et la croissance est stoppée. Cette régression du velum entraîne aussi une diminution des facultés de nage : l'animal a de plus en plus tendance à ramper ; s'il ne trouve toujours pas de support, il est condamné à mourir (Marteil, 1979).

5. Les méthodes d'induction de la ponte

Diverses stimulations peuvent être utilisées pour induire la ponte ; les plus efficaces sont celles qui sont naturelles et réduisent le stress au minimum.

5.1. Ponte par scarification

La ponte par scarification est une méthode utilisée pour recueillir les gamètes (spermatozoïdes et ovules) des mollusques à des fins de reproduction artificielle ou d'études scientifiques. Enfin, on examine ces produits au microscope pour identifier leur nature, qu'il s'agisse d'ovules ou de spermatozoïdes (Boudjamaa et Ourari, 2005).

5.2. Ponte par choc thermique

La méthode la plus largement utilisée pour ces espèces est l'induction de la ponte par choc thermique. En règle générale, si les géniteurs ne répondent pas au stimulus thermique durant une période de temps raisonnable, les gamètes qu'ils portent ne sont probablement pas complètement matures (Helm et *al*, 2006).

Selon (Bitand et *al*, 1979), il est possible d'ouvrir un géniteur mâle, de prélever un peu de sperme et de le diluer dans l'eau, ceci peut stimuler la ponte d'un géniteur femelle.

5.3. Ponte par choc chimique

La technique consiste à exposer les moules à des substances chimiques spécifiques qui provoquent une réaction physiologique menant à la libération des gamètes.

Le choc chimique utilise des agents tels que le chlorure de potassium ou le peroxyde d'hydrogène pour induire la ponte. Ces substances déclenchent des réponses spécifiques chez les moules, notamment la contraction musculaire et l'augmentation de la pression interne, conduisant à l'expulsion des gamètes.

Chapitre II

Essai d'induction de la ponte

Introduction

La ponte, processus essentiel pour la reproduction des mollusques, peut être déclenchée par divers stimuli. Parmi ceux-ci, les plus efficaces et respectueux des animaux sont ceux qui s'inspirent des mécanismes naturels et réduisent au maximum le stress. Ce chapitre explore différentes méthodes expérimentales mises en œuvre pour stimuler la ponte chez *Mytilus galloprovincialis*. Les études entreprises ont couvert une variété d'approches, incluant des manipulations environnementales, des traitements chimiques et des interventions hormonales, chacune apportant des idées uniques sur les conditions optimales nécessaires à la reproduction de cette espèce.

1. Matériels et méthodes

1.1. Echantillonnage

Les moules étudiées sont issues de la ferme conchylicole « Cultmare » spécialisée dans l'élevage des moules et des huîtres, implantée en bord de mer, à Kouali 3, à 6 km à l'Est de la wilaya de Tipasa. Elle dispose d'un terreplein de 2000 m² et d'une concession maritime de 36 hectares dans laquelle sont installées, en subsurface, 20 filières conchylicoles de 300 mètres chacune (Fig.10). L'échantillonnage est réalisé au mois de mai 2024.

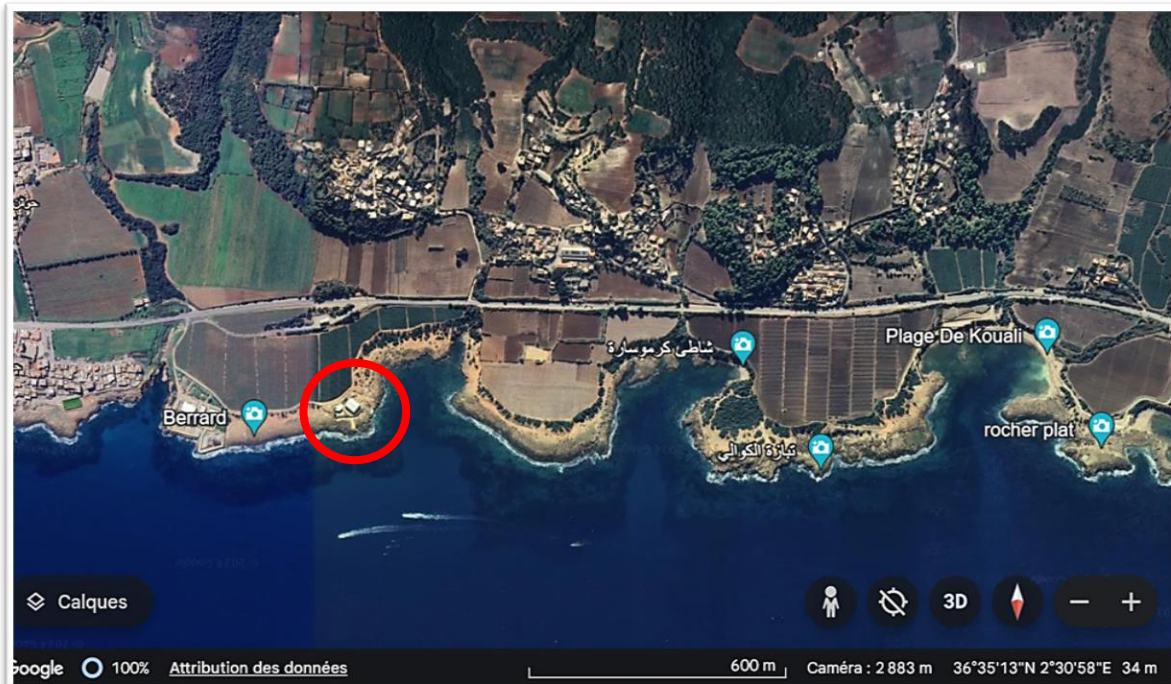


Figure 10: Ferme conchylicole "Cultmare" (Image satellitaire Google Earth, 2024)

Les moules sont transportées au laboratoire dans une glacière puis placées dans des aquariums de 107 x 39 x 41 cm avec environ 30 litres d'eau à une température ambiante entre 22 et 24°C. Sachant que la température de l'eau de mer était 16°C.

1.2.Préparation des géniteurs à la ponte

Avant chaque expérience, les coquilles sont nettoyées avec un scalpel pour éliminer leurs épibiontes et les particules collées qui risquent de gêner le déroulement de l'expérience. Les moules sont ensuite rincées.

Des mesures biométriques sont réalisées (Fig.11), la longueur (L), la largeur (l) et l'épaisseur (Ep) sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse (Mitutoya) et le poids est pris au moyen d'une balance de précision (KERN ABS220 - 4N).



Figure 11: Mesures biométriques réalisées sur *Mytilus galloprovincialis*

Pour chaque expérience, le nombre d'individus utilisés est compris entre 10 et 30 moules.

1.3. Induction de la ponte par choc thermique

Pour cette expérience, deux essais ont été réalisés selon le protocole de Lubet (1959) :

- **1^{er} essai** (réalisé le 11 mai 2024) :

Le premier échantillon représenté par 30 individus d'un poids moyen de $32,52 \pm 7,12$ g, d'une longueur moyenne de $6,86 \pm 0,51$ cm, d'une largeur moyenne de $3,86 \pm 0,3$ cm et d'une épaisseur moyenne de $2,44 \pm 0,24$ cm.

- **2^{ème} essai** (réalisé le 21 mai 2024) :

Le deuxième échantillon représenté par 30 individus d'un poids moyen de $40,15 \pm 19,47$ g, d'une longueur moyenne de $6,51 \pm 1,34$ cm, d'une largeur moyenne de $3,53 \pm 0,42$ cm et d'une épaisseur moyenne de $2,52 \pm 0,37$ cm.

- Les moules sont soumises à un choc thermique contrôlé en les plongeant dans de l'eau froide (environ 10-15°C) pendant une période de 30 min, puis dans de l'eau chaude (environ 25-30°C) pendant 30 min.
- L'opération est répétée encore une seconde fois.
- L'intervalle entre chaque répétition est de 40min (Fig.12).



Figure 12: Attente de la libération des gamètes des moules

1.4. Induction de la ponte par choc chimique

a. Par le Chlorure de Potassium (KCl) (Hesselman et al, 1989)

L'expérience est réalisée sur des moules (10 individus) d'un poids moyen de $31,14 \pm 11,92$ g, d'une longueur moyenne de $6,58 \pm 0,85$ cm, d'une largeur moyenne de $3,74 \pm 0,52$ cm et d'une épaisseur moyenne de $2,54 \pm 0,41$ cm. L'expérience réalisée le 21 mai 2024, consiste à :

- Préparer la solution KCl par la dilution de 3,76 g de KCl dans un litre d'eau distillée (Edouard H. et Christian C., 1995) (Fig.13).



Figure 13: Prélèvement de la solution KCl

- Laisser les moules hors de l'eau 1 heure avant l'injection.
- Injecter 2 ml de la solution préparée dans le manteau de chaque géniteur (Fig.14).
- Laisser les géniteurs hors de l'eau 1 heure après l'injection.
- Transférer les moules dans des récipients contenant de l'eau de mer stérilisée à l'aide d'un autoclave.

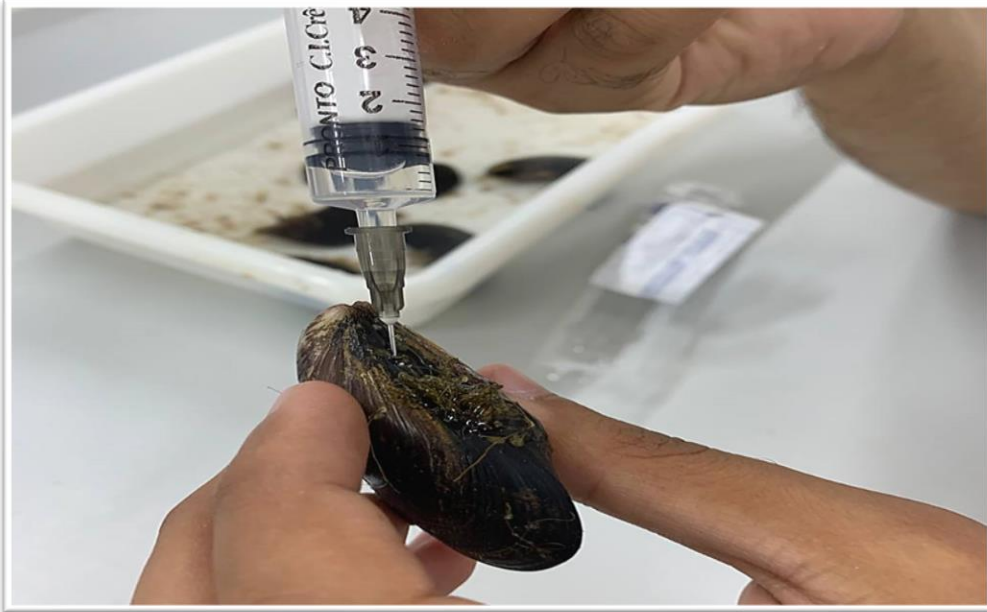


Figure 14: Injection des moules par la solution KCl

b. Par le Peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et l'Acide acétique (CH_3COOH) (Chahine, 2003)

Réalisée le 21 mai 2024, l'expérience consiste à :

- Préparer les deux solutions en diluant le peroxyde d'hydrogène et l'acide acétique dans de l'eau de mer filtrée selon les concentrations suivantes (Fig.15) :
 - o Peroxyde d'hydrogène : 0,1 à 0,5%
 - o Acide acétique : 0,05 à 0,2%
- Ajustez le pH de la solution de choc chimique à 7,8 - 8,2.
- Maintenez la température de la solution de choc chimique entre 15 et 20°C.

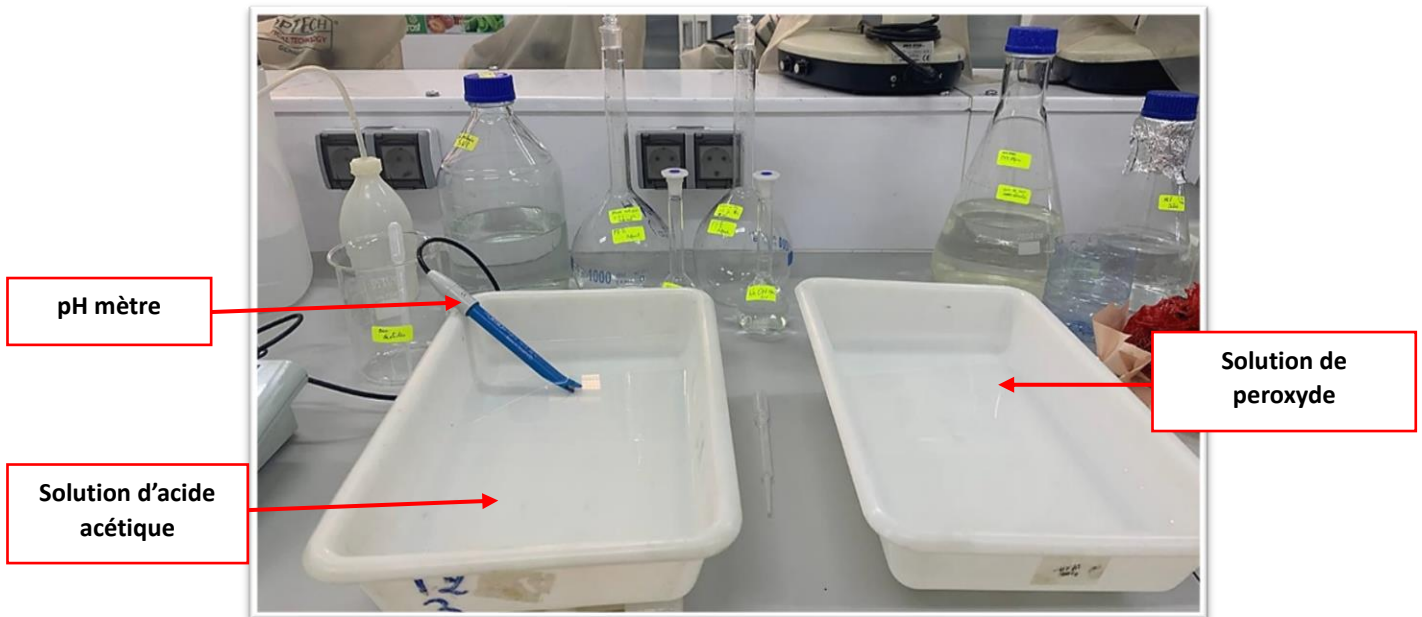


Figure 15: Préparation des deux solutions d'acide acétique et de peroxyde d'hydrogène

Un 1^{er} échantillon de 10 individus d'un poids moyen de $19,21 \pm 5,15$ g, d'une longueur moyenne de $5,47 \pm 0,77$ cm, d'une largeur moyenne de $2,73 \pm 0,35$ cm et d'une épaisseur moyenne de $2,01 \pm 0,24$ cm sera soumis à la solution H_2O_2 .

Un 2^{ème} échantillon de 10 individus d'un poids moyen de $24,38 \pm 6,89$ g, d'une longueur moyenne de $5,71 \pm 0,72$ cm, d'une largeur moyenne de $3,23 \pm 0,33$ cm et d'une épaisseur moyenne de $2,34 \pm 0,23$ cm sera soumis à la solution CH_3COOH .

L'expérience consiste à :

- Placer les moules dans des bacs en veillant à ne pas les surcharger et verser la solution chimique.
- Respecter la durée d'exposition souhaitée (Fig.16) :
 - ✓ Peroxyde d'hydrogène : 1 à 5 minutes
 - ✓ Acide acétique : 5 à 10 minutes
- Après la durée d'exposition souhaitée, rincer abondamment les moules avec de l'eau de mer stérilisée pour éliminer tout résidu de la solution de choc chimique.
- Transférer les moules dans des récipients contenant de l'eau de mer stérilisée à l'aide d'un autoclave.

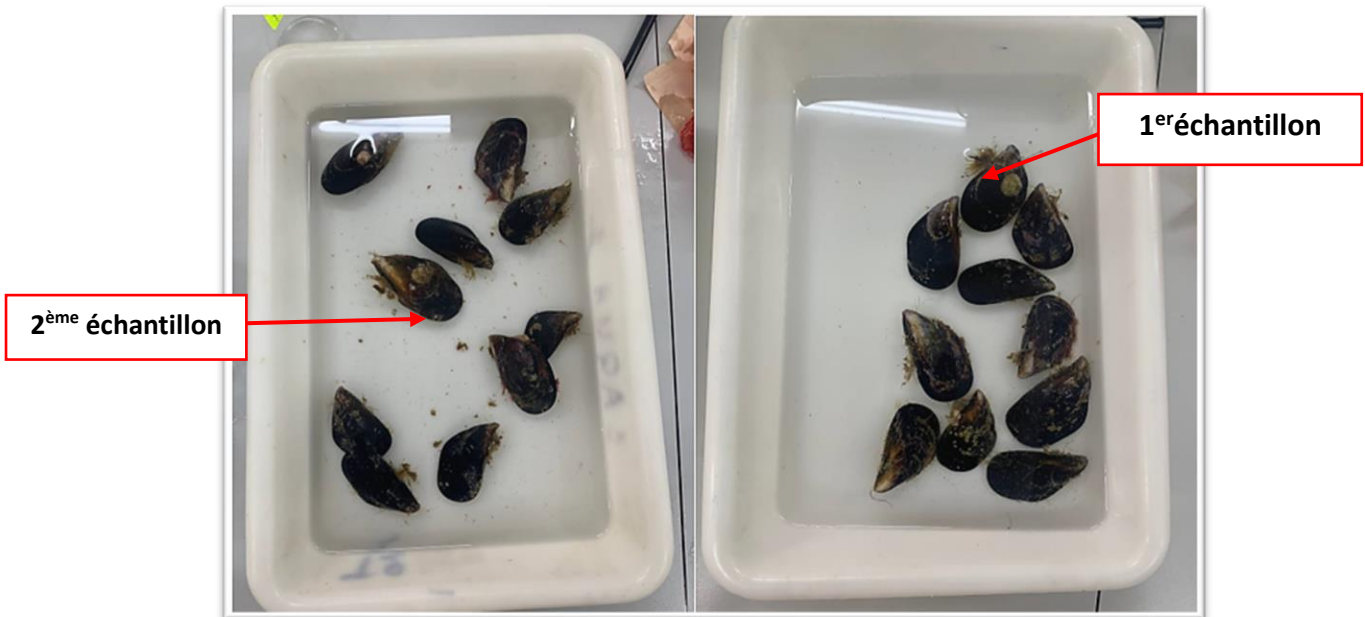


Figure 16: Exposition des moules aux solutions H_2O_2 et CH_3COOH

1.5. Induction de la ponte par scarification (Helm et al, 2004)

Réalisée le 28 mai 2024, l'expérience est réalisée sur 10 individus d'un poids moyen de $24,34 \pm 6,73$ g, d'une longueur moyenne de $5,71 \pm 0,72$ cm, d'une largeur moyenne de $3,21 \pm 0,32$ cm et d'une épaisseur moyenne de $2,33 \pm 0,22$ cm.

Le protocole consiste à :

- Prendre un géniteur en l'ouvrant délicatement pour ne pas l'endommager.
- Couper le muscle adducteur attaché à la valve supérieure.
- Après avoir retiré cette valve, utiliser un scalpel pour lacérer les gonades (Fig.17).
- Verser doucement de l'eau de mer stérilisée sur les gonades lacérées à l'aide d'une pipette.
- L'eau emporte les produits génitaux, qui sont recueillis dans un bécher (Fig.24).
- Observer les produits génitaux au microscope (OPTIKA) grossissement x40 et x100 photonique pour identifier leur nature (d'ovules ou spermatozoïdes).
- Enfin, récupérer les produits génitaux des mâles et des femelles séparément dans des béchers différents.



Figure 17: Obtention des produits génitaux femelle après lacération des gonades

1.6. Fécondation

Selon Beaumont et *al* (2004), le taux de fécondation optimal est atteint avec une densité de 100 spermatozoïdes par ovocyte. Après l'estimation des densités des ovocytes et des spermatozoïdes, la fécondation s'est effectuée en mélangeant les deux types de gamètes dans un récipient, par la densité désirée, comme suit :

- Les ovocytes originaires de différents adultes sont gardés séparément et fécondés avec du sperme obtenu à partir de 3 ou 4 males avec un ratio de 2 ml de sperme par 1 litre d'ovocytes en suspension. Après l'addition du sperme, on laisse le mélange au repos pendant 60 à 90 minutes avant qu'ils ne soient mélangés (Helm et *al*,2006).
- Une observation microscopique est effectuée toutes les 5 minutes, en utilisant différents grossissements x40 et x100.

2. Résultats

Après avoir soumis les moules de *Mytilus galloprovincialis* à un choc chimique ou thermique, des contractions ont été observées chez ces dernières. En effet, les individus traités s'ouvrent et se ferment brusquement.

2.1. Induction de la ponte par choc thermique

- ⇒ Après 50 minutes de la première stimulation thermique, nous avons observé une réponse de 6 moules mâles. Les individus restants qui ont subi un second bain chaud et froid, ont répondu positivement après une heure de la 2^{ème} simulation chez 7 autres moules, dont 2 femelles (Fig.20).
- ⇒ 43,33 % des moules ont répondu ; 10 mâles (33,33%) et 3 femelles (10%), avec une réponse plus rapide des mâles (Fig.18).

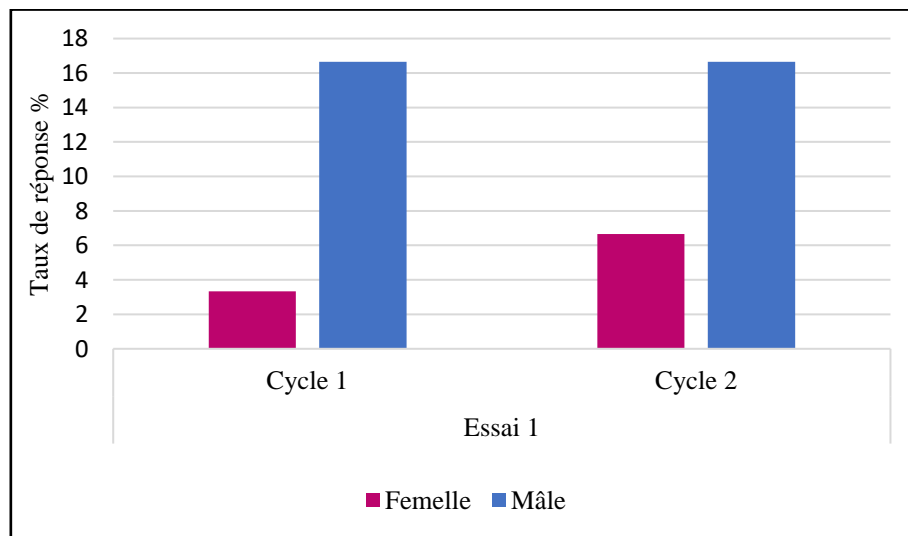


Figure 18: Pourcentage de moules ayant répondu à la stimulation thermique (premier essai)

- ⇒ Une heure après la première stimulation, nous avons observé une réponse de 3 mâles seulement. Les individus restants ont subi un second bain chaud et froid, ce qui a provoqué une réponse chez 5 mâles et 2 femelles après 2 heures.
- ⇒ En effet, 33,33 % des moules ont répondu positivement au choc thermique ; dont 8 mâles (26,66%) et 2 femelles (6,66%), avec une réponse plus rapide chez les mâles (lors du premier cycle) (Fig.19).

Essai d'induction de la ponte

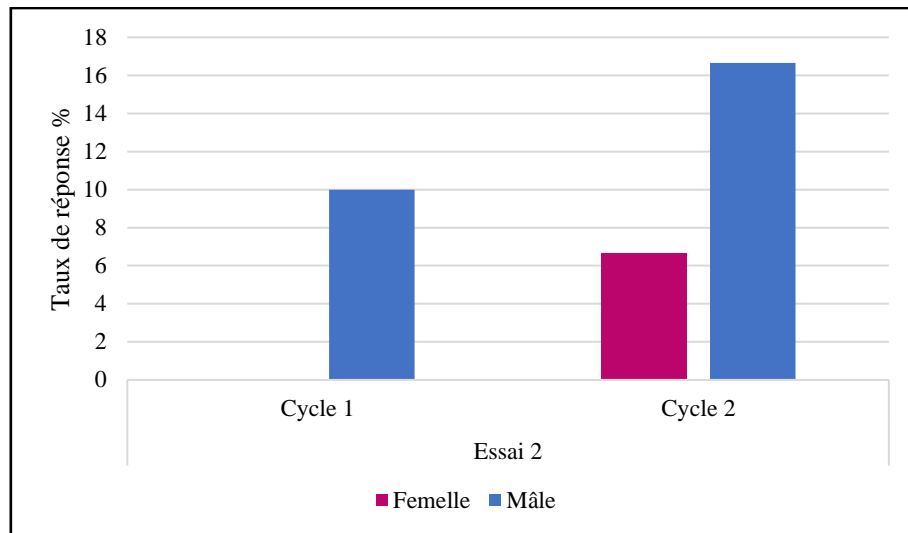


Figure 19: Pourcentage de moules ayant répondu à la stimulation thermique (deuxième essai)

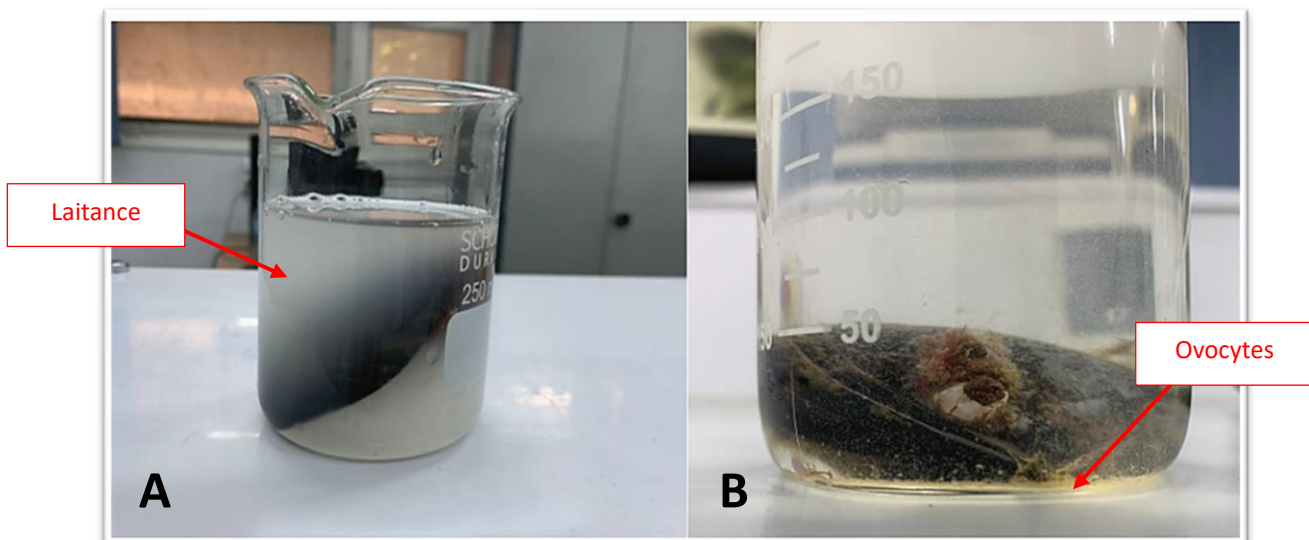


Figure 20: Emission des gamètes mâles et femelles de *Mytilus galloprovincialis*
A : gamètes mâles (spermatozoïdes) ; B : gamètes femelles (ovocytes)

L'expulsion des produits génitaux chez toutes les moules était faible. Par ailleurs, au départ, lorsque les moules ont été placées dans les aquariums, l'eau est devenue trouble et de couleur orange (Fig.21) deux heures environ après la mise à l'eau. Nous avons conclu que des pontes ont eu lieu suite à un choc thermique.

Après l'observation microscopique de cette eau d'aquarium, on a trouvé des embryons. Cela indique une fécondation.



Figure 21: Aquarium montrant l'eau trouble due à la ponte

2.2. Induction de la ponte par choc chimique

Le Chlorure de Potassium (KCl)

⇒ 20 % des moules (2 mâles) ont répondu à la stimulation après 5 minutes, et 10 % (une femelle) après une heure et 50 minutes (Fig.22).

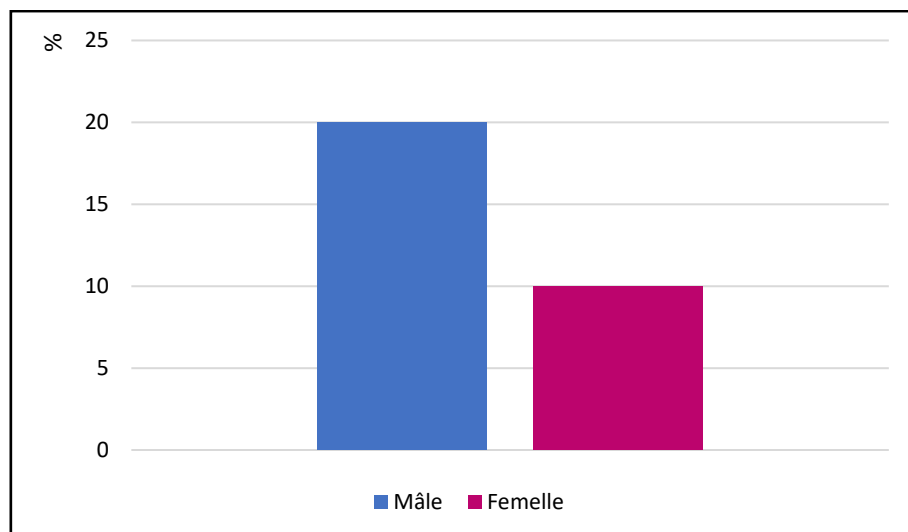


Figure 22: Pourcentage de moules ayant répondu à l'injection par le Chlorure de Potassium (KCl)

Peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et Acide acétique (CH₃COOH)

Une fois les moules immergées dans les solutions de choc chimique, on remarque la formation de nombreuses bulles d'air qui s'échappent de leur surface.

On observe aussi :

- ⇒ Pour la 1^{ère} solution de peroxyde d'hydrogène : après 24 heures, 3 mâles seulement ont répondu à la stimulation mais aucune femelle n'a réagi, soit un pourcentage total de 30%
- ⇒ Pour la 2^{ème} solution d'acide acétique : après 24 heures, seulement 2 mâles ont répondu à la stimulation et aucune femelle n'a réagi, soit un pourcentage total de 20% (Fig.23) ;

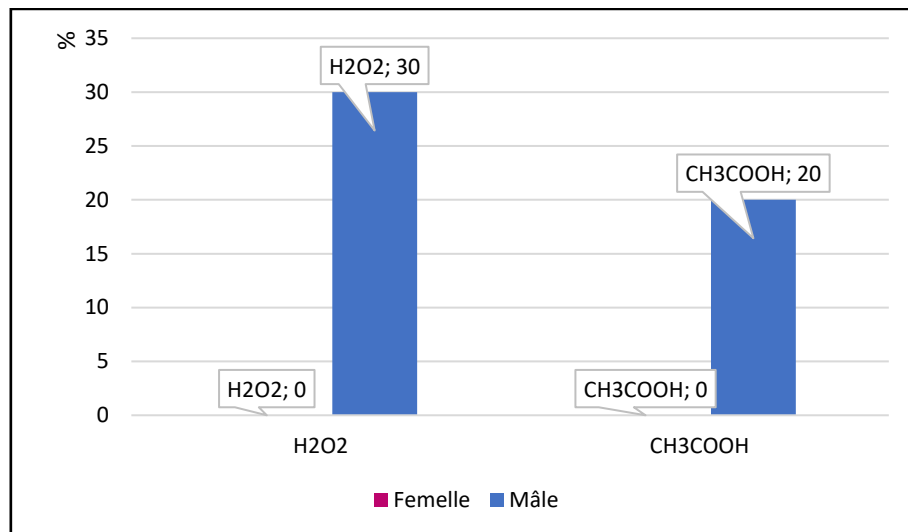


Figure 23: Pourcentage de moules ayant répondu à la stimulation chimique par le peroxyde d'hydrogène et l'acide acétique

2.3. Induction de la ponte par scarification

Après ouverture des moules, 60% (6 individus) des moules étaient des mâles et 40% (4 individus) des femelles.

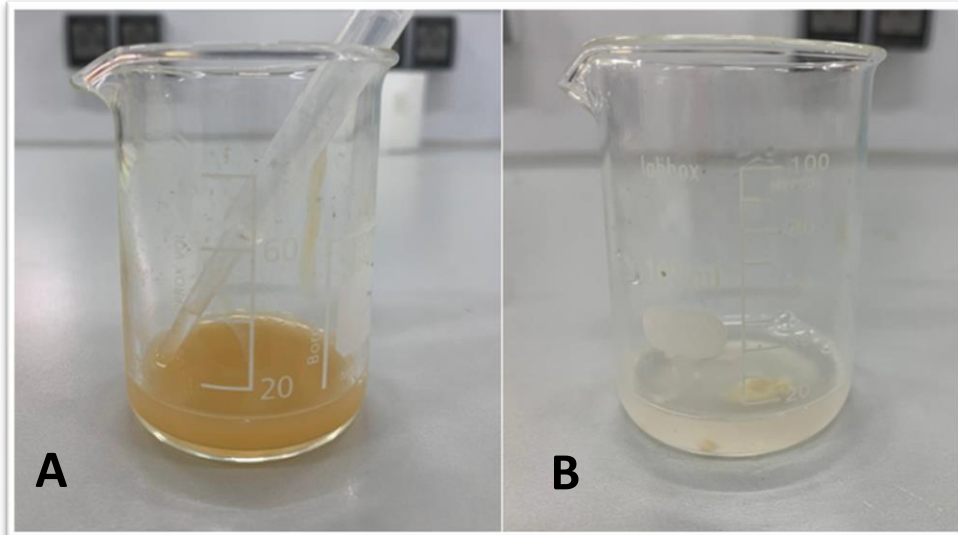


Figure 24: Récupération et dilution des gamètes de *Mytilus galloprovincialis*

A : gamètes femelles ; B : gamètes mâles

2.4. Observation des gamètes

Les ovocytes de la moule sont des cellules sphériques ou légèrement ovales (Fig.25B). Ils possèdent un noyau central appelé germinal vésicule, qui contient le matériel génétique.

Les spermatozoïdes de la moule ont une forme ovale ou légèrement conique avec un long flagelle qui assure la motilité (Fig.25 A).

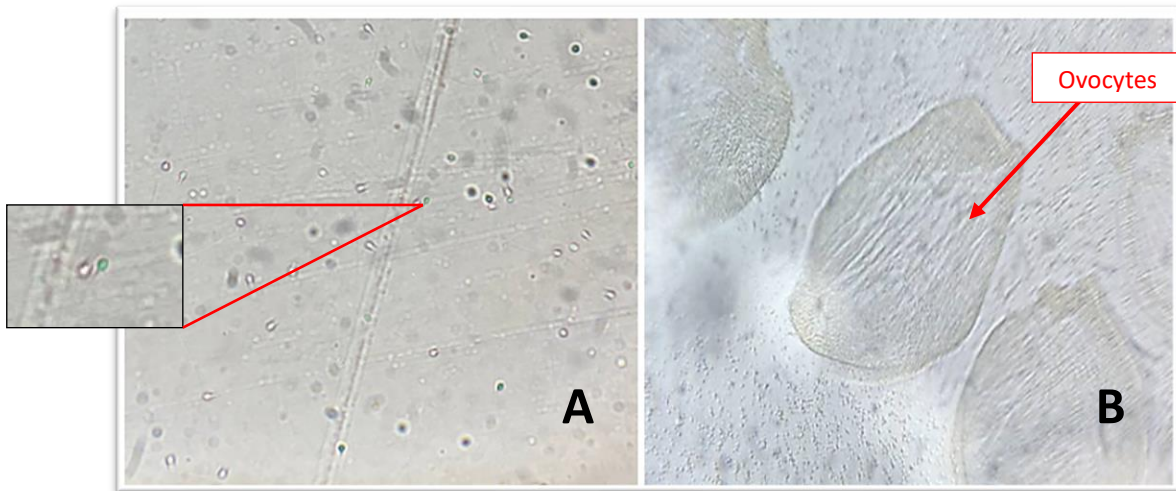


Figure 25: Spermatozoïdes (A) et ovocytes (B) de *Mytilus galloprovincialis*
Observé au microscope photonique (x40)

Après l'observation microscopique, nous avons remarqué que la motilité des spermatozoïdes était vraiment lente par rapport aux premières pontes.

2.5.Fécondation

Après observation microscopique du mélange des produits génitaux, quelques spermatozoïdes entourent les ovocytes sans les pénétrer, donc la fécondation n'a pas eu lieu.

3. Discussion générale

Les résultats obtenus montrent que le nombre de mâles est plus important que celui des femelles.

On peut expliquer le phénomène de déclenchement de la ponte, après avoir mis les moules en aquarium, par le changement brusque de température, passant d'environ 15-16°C en milieu naturel à environ 22-24°C en aquarium. On peut aussi dire que les moules se stimulent mutuellement. La couleur orange de l'eau est due aux gamètes libérés dans le milieu.

En effet, le sperme actif semble sécréter ou véhiculer une substance qui stimulerait sélectivement les femelles mures, entraînant la ponte, ce qui faciliterait la fécondation (Lubet, 1959).

Les chocs thermiques ont montré une efficacité modérée pour induire la ponte des moules, avec des taux de réponse variant de 33 % à 43 %. Ce changement soudain de température est censé simuler un événement naturel, ce qui peut déclencher la ponte. Ces résultats sont en accord avec les études existantes (Helm et *al*, 2006 ; Cossa et *al* 1980 ; Amiard et *al*, 1986 ; Cain et Luoma, 1986 ; Longston et Spence, 1995), qui montrent que la réaction des moules à des stimuli thermiques dépend de la maturité de leurs gamètes et de la période de reproduction.

Le nombre de cycles froid/chaud nécessaire à l'induction de la ponte dépend de l'état de maturité des gamètes et de l'empressement des adultes à la ponte. En été, les mollusques adultes peuvent pondre dans l'heure qui suit l'induction. En revanche, en début de cycle de reproduction, il peut s'écouler 3 à 4 heures avant que le premier individu ne commence à émettre ses gamètes (Fig.20). Généralement, les mâles sont les premiers à libérer leurs spermatozoïdes (Helm et *al*, 2006).

D'ailleurs, c'est la méthode la plus largement utilisée dans les écloséries des bivalves. En règle générale, si les géniteurs ne répondent pas au stimulus thermique durant une période de temps raisonnable, les gamètes qu'ils portent ne sont probablement pas complètement matures (Helm et *al*, 2006).

Les chocs chimiques ont montré une efficacité variable. Le KCl a induit une réponse relativement rapide mais globalement faible, avec un taux de 30 %. Les réactions à H₂O₂ et CH₃COOH ont été plus lentes et faibles. Ces variations dans les réponses pourraient être dues

à la nature spécifique des interactions chimiques avec les tissus des moules (Dixon D., et Prosser H., 1988 ; Lannan J., et Buchanan T., 1984).

La scarification permet une observation directe des gonades et pourrait être plus efficace pour des études détaillées de la maturation des gamètes. Cependant, elle n'est pas pratique pour des applications à grande échelle (Utting S., et Millican P., 1997).

La qualité des gamètes est essentielle pour la réussite de la fécondation et peut être influencée par les conditions expérimentales (Dorange G., et Pennec M., 1989). L'absence de fécondation, comme dans notre cas, pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs, dont la faible motilité des spermatozoïdes, la qualité des gamètes, ou des conditions expérimentales non optimales (Gosling, 2003).

Selon Lubet (1959), au stade III A 1 de la période de reproduction selon l'échelle d'évaluation des stades de maturité, basée sur des observations à la fois macroscopiques et histologiques de la gonade, la glande est très gonflée et la gamétogenèse est très avancée. Cependant, les animaux ne sont pas encore susceptibles d'émettre leurs produits sexuels sous l'effet d'excitation. On peut donc suggérer que la majorité des moules n'ayant pas répondu aux diverses stimulations étaient à ce stade.

En revanche, des données au niveau de la baie d'Annaba permettent de distinguer deux périodes de ponte pour les mytilidés, se situant l'une au printemps et l'autre entre la fin de l'automne et début de l'hiver (Khati Hadj-Moussa, 2009).

Hamdani S. et Tis H. (2016), trouvent que les périodes d'émission des gamètes au niveau de la cote algéroise (Boumerdes) sont de janvier au début d'avril et de fin mai à juillet.

Abada-Boudjema (1981) et Boukroufa (1987) constatent que *Perna perna* et les mytilidés en général présentent deux périodes d'émissions de gamètes : la première en mars et la deuxième en aout.

Les méthodes d'induction de la ponte par chocs thermiques et chimiques montrent des réponses variées, avec une tendance générale des mâles à répondre plus rapidement. En général, les mâles réagissent plus vite que les femelles (Helm et al., 2004).

La méthode de scarification des moules pour l'induction de la ponte est efficace pour l'observation car elle permet de contrôler le moment de la ponte et d'étudier le processus de reproduction de manière précise. Cependant, elle est invasive car elle nécessite une

intervention directe sur les individus, ce qui peut causer du stress et potentiellement affecter leur santé à long terme.

La faible motilité des spermatozoïdes et l'absence de fécondation indiquent que d'autres facteurs, potentiellement liés à la qualité des gamètes ou aux conditions expérimentales, doivent être optimisés pour améliorer les taux de succès de la fécondation.

Chapitre III
Conception d'une éclosérie
de bivalves

Introduction

Les écloséries, bien que variées dans leur conception, configuration et construction selon les espèces élevées et les particularités locales, partagent des principes communs. Elles reposent sur des méthodes de reproduction et de conditionnement des géniteurs, des techniques d'élevage et de fixation des larves, ainsi que des méthodes de grossissement. La production de nourriture, comme les algues, est cruciale à chaque étape du cycle de vie. Malgré ces bases communes, les approches techniques peuvent différer, et la rentabilité d'une éclosérie dépend de la maîtrise et de l'amélioration continue de toutes ces étapes (Helm et *al.*, 2006).

En Europe, les écloséries dominent généralement la production d'espèces telles que les huîtres, les palourdes et les coquilles Saint-Jacques, mais la production de moules dans les écloséries reste relativement rare en comparaison avec d'autres espèces de bivalves. Les écloséries de huîtres et de palourdes sont solidement établies, tandis que celles dédiées aux moules sont soit largement inexistantes, soit moins développées (enquête personnelle).

Néanmoins, il n'y a toujours pas d'éclosérie de moules commerciales opérationnelles (Mero et *al.*, 2019). Cependant, des protocoles pour la production des naissains de moules ont été établis (Pronker et *al.*, 2008 ; Alfaro et *al.*, 2010) et ont été testés et développés dans le cadre du projet AquaVitae de l'UE Horizon 2020. De plus, quelques expérimentations ont été réalisées concernant la phase de grossissement des naissains de moules issues des écloséries (Monteiro et *al.*, 2022).

La réalisation de projets d'écloséries de bivalves nécessite la prise en considération de plusieurs facteurs :

1. Site

Le choix du site pour une éclosérie de bivalves est crucial pour assurer le succès et la durabilité de l'investissement (Pillay et *al.*, 2005 ; Dosdat et *al.*, 1996). Plusieurs facteurs influencent cette décision : la disponibilité de terrains abordables, l'accès à l'électricité, à l'eau douce et à l'eau de mer, la disponibilité de main-d'œuvre qualifiée, ainsi que la proximité des installations de grossissement des bivalves. Bien qu'il ne soit pas toujours possible de trouver un site idéal, certains critères essentiels doivent être respectés pour garantir la réussite de l'éclosérie.

L'emplacement idéal de l'éclosérie près de la mer réduit la distance de pompage et simplifie l'entretien des tuyaux en évitant les problèmes liés au dénivelé. De plus, le site doit offrir une superficie adéquate non seulement pour l'éclosérie elle-même, mais aussi pour les constructions annexes et pour permettre une éventuelle expansion. Une surveillance appropriée est indispensable. L'accessibilité du site est également cruciale pour faciliter l'acquisition rapide de matériel et de fournitures, ainsi que pour assurer la livraison prompte des larves et des naissains.

En outre, la proximité d'institutions telles que les universités, les laboratoires publics et les centres de recherche est importante pour bénéficier d'un soutien opérationnel et pour résoudre efficacement les problèmes émergents.



Figure 26: Exemple d'un site d'éclosérie au Vietnam, National Marine Broodstock Center (Enhancing bivalve production in northern Vietnam & NSW, Dr Wayne O'Connor, 2019)

2. Permis et autorisations

Pour la création et l'exploitation d'une éclosérie de bivalves, il serait nécessaire d'obtenir des permis et des autorisations des autorités compétentes en Algérie. Ces autorisations pourraient être délivrées par le MPPH, en particulier la DPA (Voir annexe 3).

3. Normes de construction et d'exploitation

Les établissements d'aquaculture, y compris les écloséries de bivalves, doivent respecter des normes spécifiques en matière de construction et d'exploitation. Ces normes pourraient être

définies par le MPPH/DPA en conformité avec les réglementations nationales sur l'aquaculture (Voir annexe 4).

4. Qualité de l'eau

Avant d'installer une éclosérie de bivalves, il est crucial de vérifier que la qualité de l'eau de mer reste bonne tout au long de l'année sur le site potentiel.

Ce passage souligne l'importance critique de la qualité de l'eau pour le développement d'une éclosérie viable. Il est indispensable d'obtenir des informations détaillées sur la qualité de l'eau dans les sites potentiels. Si des études océanographiques existent, elles doivent être utilisées. En l'absence de telles études, un échantillonnage d'eau régulier sur au moins une année est nécessaire pour évaluer les paramètres environnementaux du site et leur compatibilité avec les espèces aquacoles ciblées (FAO, 2006).

Des réglementations seraient en place pour garantir la qualité de l'eau utilisée dans l'éclosérie ainsi que la gestion appropriée des effluents. Les normes et exigences (Voir annexe 5) peuvent être fournies par les autorités compétentes, en tenant compte des spécificités locales (Normes Algériennes).

5. Santé et sécurité des animaux

Des réglementations concernant la santé animale et la biosécurité devraient être appliquées pour garantir le bien-être des bivalves élevés dans l'éclosérie, ainsi que pour prévenir la propagation de maladies (Voir annexe 1).

6. Protection de l'environnement

Les écloséries doivent respecter les réglementations environnementales en vigueur en Algérie. Cela pourrait inclure des mesures pour minimiser l'impact environnemental de l'éclosérie sur les écosystèmes locaux (Voir annexe 2).

7. Critères pour la conception d'une éclosérie

- **Systèmes d'alimentation en eau de mer**

Le besoin d'une alimentation en eau de mer de bonne qualité a été antérieurement discuté. Le prélèvement d'eau de mer doit être placé en profondeur pour éviter toute variation de température et de salinité et réduire au maximum le nombre d'organismes et la quantité de matière détritique pénétrant dans le système.

Le pompage en profondeur permet d'éviter les principales floraisons phytoplanctoniques dont certaines peuvent être néfastes pour les larves de bivalves et limite également les salissures qui rentrent dans le système. Les organismes qui se fixent sur les tuyaux réduisent d'une manière importante le débit de l'eau dans l'éclosérie.

L'eau de mer pompée directement de la mer passe préalablement à travers des filtres à sable qui suppriment la majorité de la matière en suspension dont le diamètre est supérieur à 20-40 μm .

Selon le niveau de traitement de l'eau, plusieurs circuits d'alimentation en eau sont installés dans une éclosérie (FAO, 2006) :

1- Eau filtrée sur sable pour les géniteurs et les juvéniles de grandes tailles.

2- Eau de mer refroidie et filtrée à 10 μm pour les géniteurs matures ou pour les cultures d'algues à grande échelle d'espèces délicates. L'eau de mer refroidie (ou à température ambiante) est souvent mélangée à l'eau chauffée pour fournir une température intermédiaire pour des besoins divers.

3- Eau chauffée et filtrée à 10 μm pour le conditionnement et la reproduction des géniteurs et le grossissement du naissain de grande taille. Certaines écloséries disposent d'un système de chauffage aussi bien pour l'eau de mer brute que l'eau filtrée sur sable destinée au conditionnement des géniteurs.

4- Eau refroidie et filtrée à 1 μm et désinfectée ou non aux UV utilisée pour la culture des algues.

5- Eau chauffée et filtrée à 1 μm et soit désinfectée ou non par UV pour la culture des larves.

- **Plan d'installation**

Lors de la conception d'une écloserie, des réflexions avisées sont nécessaires pour rendre les opérations d'élevage pratiques et efficaces. Il est recommandé d'utiliser des bacs en plastique ou en fibre de verre pour faciliter leur déplacement ou remplacement. Le sol doit être en béton avec un nombre suffisant d'évacuation. Les surfaces de travail doivent être en matériel dur, résistant et facile à nettoyer (Helm et *al*,2006).

2. Projet d'étude

2.1. Objectifs du projet

➤ Objectifs généraux

La réalisation de projet permet de :

- Diminuer la nécessité d'importer les naissains des bivalves en renforçant la production locale.
- Minimiser les risques d'introduction de bioagresseurs lors de l'importation.
- Encourager la création d'emplois dans des régions isolées en offrant de nouvelles perspectives d'emploi liées à l'élevage de bivalves.
- Accroître la consommation de bivalves locaux dans les régions méridionales en augmentant leur intégration dans l'alimentation traditionnelle.
- Propager et enseigner des techniques d'élevage intensif modernes spécifiquement adaptées à la culture des bivalves.

➤ Objectifs spécifiques

L'objectif de cette étude consiste à :

- Réaliser le dimensionnement des infrastructures et des équipements nécessaires à la production de 100 tonnes par an de naissains de bivalves (ex : la moule méditerranéenne *Mytilus galloprovincialis* ou l'huitre creuse *Crassostrea gigas*).
- Établir un plan de gestion zootechnique de l'éclosérie et de vérifier la faisabilité technico-économique du projet.

Notre étude se concentre sur la construction et l'exploitation d'une éclosérie de bivalves d'une superficie de 5000 mètres carrés avec une capacité de production annuelle de 100 tonnes.

Dans cette étude, nous examinerons :

2.2. Calcul des besoins en géniteurs

L'objectif de production de cette éclosérie est d'atteindre 100 tonnes de naissains par an. On estime que le poids moyen d'un naissain est d'environ 1 gramme. Cela signifie que pour produire 100 tonnes de naissains, il faudra environ 100 millions de naissains.

Le taux de fécondation des œufs est estimé à 70%, ce qui veut dire que 70% des œufs pondus seront fécondés avec succès. Cependant, le taux de mortalité des larves est assez élevé, estimé à 90%. Autrement dit, seulement 10% des larves arriveront jusqu'au stade juvénile (naissain).

Pour obtenir les 100 millions de naissains nécessaires, en tenant compte de ce taux de survie global de 10%, il faudra en réalité produire environ 1 milliard de larves. Sachant qu'en moyenne, chaque géniteur peut produire 1 million d'œufs, cela signifie qu'il faudra environ 1000 géniteurs pour atteindre cet objectif de production. (Devauchelle N., Barret J. et Salaun G., Coord., 1997)

Les taux de fécondation, mortalité et survie sont donnés par rapport aux études faites dans le milieu naturel, et à cause d'absence d'information sur ces taux en écloseries, on va démarrer de ces informations et essayer de minimiser le taux de mortalité et augmenter les taux de survie et de fécondation.

En résumé, pour produire 100 tonnes de naissains par an, l'écloserie devra s'appuyer sur un cheptel de 1000 géniteurs, en prenant en compte les taux de fécondation et de mortalité des larves. Ces calculs permettent de dimensionner correctement l'écloserie et d'assurer une production suffisante.

3. Infrastructures et matériel de l'éclosérie

Salle d'élevage et conditionnement des géniteurs

- **Dimensions** : 500 m²
- **Fonction** : Stockage et entretien des géniteurs
- **Bassins** :
 - **Bassins de maturation** : Bassins de taille moyenne (environ 1 à 5 mètres cubes) avec système de filtration et d'aération pour maintenir une bonne qualité de l'eau.
 - **Bassins de ponte** : Bassins peu profonds (environ 0,5 mètre de profondeur) avec substrat approprié pour la ponte (coquilles, gravier, etc.)
 - **Système** : Système fermé avec contrôle précis de la température, de la salinité et de la qualité de l'eau.
 - **Équipement** :
 - Systèmes de filtration et d'aération.
 - Contrôleurs de température et de salinité.
 - Nourriture pour les géniteurs (algues, microalgues).
 - Matériel de collecte des gamètes.

La chambre d'élevage des géniteurs est conçue pour fournir un environnement optimal aux bivalves reproducteurs. Elle comprend des réservoirs spécifiques, des systèmes de filtration pour maintenir une excellente qualité de l'eau, ainsi que des contrôles de température et de salinité visant à assurer une stabilité environnementale.

Pour le maintien et le conditionnement des géniteurs, il est essentiel de leur réserver un espace dédié, dont la surface dépend du nombre d'espèces et de la possibilité d'une partie du conditionnement en extérieur. Selon la saison, il peut être nécessaire de chauffer ou de refroidir l'eau des bassins.

Il est recommandé de pouvoir isoler ces bassins afin de réguler la durée d'éclairement, car des variations de photopériode peuvent perturber la maturation des gonades. Un espace spécifique pour la ponte est également préconisé, bien qu'il puisse être intégré à la zone d'élevage des larves, étant donné qu'il n'est utilisé que de manière temporaire par les géniteurs, ce qui permet d'optimiser l'utilisation de l'espace.

En résumé, l'aménagement d'une chambre d'élevage des géniteurs nécessite une planification minutieuse en termes d'espace, de contrôle environnemental et de gestion des zones d'activités. Ces préparatifs sont indispensables pour garantir des pontes de qualité et assurer le succès de la production larvaire (FAO, 2006).

Salle d'incubation et d'élevage des larves

- **Dimensions** : 800 m²
- **Fonction** : Incubation des œufs fécondés et élevage des larves jusqu'au stade juvénile.
- **Bassins** :
 - **Bassins d'incubation** : Bassins de petite taille (environ 0,1 à 1 mètre cube) avec système de circulation d'eau douce.
 - **Bassins d'élevage larvaire** : Bassins de taille variable (environ 1 à 10 mètres cubes) avec système de filtration et d'aération.
- **Système** : Un système fermé ou semi-fermé avec un contrôle précis de la température, de la salinité, de la qualité de l'eau et de l'alimentation des larves.
- **Équipement** :
 - Systèmes de filtration et d'aération.
 - Contrôleurs de température, de salinité et de pH.
 - Nourriture pour les larves (algues, microalgues).
 - Microscope pour suivre le développement larvaire.

La salle d'incubation et d'élevage des larves est conçue pour maintenir des conditions optimales pour le développement des larves. Elle est équipée d'incubateurs pour les œufs fécondés, de réservoirs destinés aux larves, de systèmes de filtration et d'aération assurant une haute qualité de l'eau, ainsi que de contrôles rigoureux de la température, de la salinité et du pH afin de garantir un environnement aquatique propre et sain.

Une autre partie essentielle de l'éclosérie est dédiée aux élevages larvaires. Les dimensions et l'espace requis dépendent du niveau de production et des techniques utilisées. Par exemple, sur la côte Pacifique d'Amérique du Nord, il est courant d'élever les larves à faible densité, soit de 2 à 3 par millilitre, dans de grands bacs mesurant entre 3 et 4 mètres de diamètre et 4 à 5 mètres de hauteur, pour un volume total de 40 000 à 50 000 litres. En d'autres régions, les

larves sont cultivées dans des bacs plus petits, atteignant un maximum de 5 000 litres, à des densités plus élevées (Helm et *al.*, 2006).

Les bacs, généralement en fibre de verre ou en plastique, doivent être traités à l'eau de Javel avant usage et équipés de larges évacuations d'eau. Une zone de travail est indispensable pour le nettoyage, le tri, le comptage et la mesure des larves, avec tout l'équipement nécessaire. Des armoires et des étagères sont également nécessaires pour le stockage du matériel inutilisé (Helm et *al.*, 2006).

Salle de culture de phytoplancton

- **Dimensions :** 700 m²
- **Fonction :** Culture de phytoplancton pour nourrir les larves et les juvéniles
- **Bassins de culture :** Des bassins de taille variable (généralement plusieurs mètres cubes) avec un système d'éclairage et d'aération contrôlés.
- **Système :** Un système fermé ou semi-fermé avec un contrôle précis de la lumière, de la température, de la salinité et des nutriments.
- **Equipements :**
 - Systèmes d'éclairage (ampoules LED ou fluorescentes).
 - Systèmes d'aération et de distribution de CO₂.
 - Systèmes de filtration et de contrôle de la salinité.
 - Ensembles de culture (cuves, pompes, etc.).
 - Matériel de mesure (pH-mètre, conductimètre, etc.).

La réussite d'une éclosérie de bivalves repose essentiellement sur la qualité et la quantité des microalgues produites, cruciales comme principale source de nourriture pour les larves et les jeunes mollusques. Pour assurer cela, l'éclosérie doit être équipée d'installations spécialisées dans la culture des microalgues, stratégiquement placées pour approvisionner efficacement toutes les phases de production.

Les microalgues peuvent être cultivées en intérieur sous éclairage artificiel, en extérieur sous lumière naturelle, ou dans une combinaison des deux, avec l'importance d'un système d'ombrage pour protéger les cultures fragiles. Une salle dédiée au maintien des souches mères d'algues, équipée d'un contrôle précis de l'éclairage et de la température, est indispensable. Pour une production algale efficace, il est essentiel de fournir un approvisionnement adéquat

en air, dioxyde de carbone, électricité, ainsi qu'une ventilation efficace pour maintenir des conditions optimales (Helm et *al.*, 2006).

Laboratoire

- **Dimensions** : 300 m²
- **Fonction** : Analyse de la qualité de l'eau, suivi des larves et des géniteurs, et recherches
- **Équipement** :
 - Microscopes pour analyser les gamètes, les larves et les juvéniles.
 - Matériel de mesure (pH-mètre, conductimètre, spectrophotomètre, etc.).
 - Incubateurs pour les expériences et les tests.
 - Matériel de stérilisation et de désinfection.
 - Équipements de laboratoire de base (pipettes, centrifugeuses, etc.).

Le laboratoire est un espace spécialement conçu pour analyser la qualité de l'eau, suivre les larves, les gamètes et les juvéniles, et mener des recherches pour améliorer la production.

Salle de réservoirs de stockage et croissance des juvéniles

- **Dimensions** : 800 m²
- **Fonction** : Stockage et croissance des juvéniles jusqu'à la taille de naissains
- **Bassins de croissance** : Des bassins de taille variable (généralement plusieurs mètres cubes) avec un système de filtration et d'aération.
- **Système** : Un système fermé ou semi-fermé avec un contrôle de la température, de la salinité et de la qualité de l'eau.
- **Équipement** :
 - Systèmes de filtration et d'aération.
 - Contrôleurs de température et de salinité.
 - Nourriture pour les juvéniles (algues, microalgues ou nourriture commerciale)

Une fois les larves matures fixées et en métamorphose, elles sont transférées dans des bacs spécifiques pour grandir jusqu'à atteindre une taille de 2 mm, moment où elles sont déplacées vers une nourricerie. Cette nourricerie peut être interne ou externe à l'écloserie.

Les bacs utilisés varient selon les espèces, incluant des systèmes d'eau ascendante ou descendante et des configurations de plateaux divers. La fixation des larves peut se faire à l'intérieur de l'écloserie, souvent dans les bacs larvaires, ou à l'extérieur, nécessitant parfois des bacs supplémentaires.

Les juvéniles précoces sont ensuite déplacés vers une zone distincte pour croître en utilisant une alimentation cultivée. Cependant, le grossissement des naissains à l'intérieur de l'écloserie n'est pas économiquement rentable en raison de l'augmentation des besoins nutritionnels avec la taille. Lorsque les nourriceries sont externes, il est essentiel de prévoir suffisamment d'espace pour ces opérations (FAO, 2006).

Salle de stockage et d'entretien

- **Dimensions** : 300 m²
- **Fonction** : Stockage des équipements, produits chimiques, et outils de maintenance
- **Équipement** :
 - Rayonnages pour stocker les matériaux et les équipements.
 - Étagères pour stocker les produits chimiques et les désinfectants.
 - Matériel de nettoyage et de désinfection.
 - Outils de maintenance.

L'espace dédié au stockage et à l'entretien joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement de l'écloserie. C'est ici que sont rangés et conservés avec soin tous les équipements, produits chimiques et outils nécessaires à la maintenance des différentes installations. On y trouve notamment des étagères solides pour ranger et classer méthodiquement le matériel, ainsi que des armoires sécurisées spécialement conçues pour le stockage des produits chimiques, afin de garantir la sécurité de l'ensemble du site. Cet espace de rangement bien organisé permet aux équipes techniques d'avoir rapidement accès à tout ce dont elles ont besoin pour assurer l'entretien régulier de l'écloserie et le bon fonctionnement de ses différents systèmes.

Bureaux et installation pour le personnel

- **Dimensions** : 400 m²
- **Fonction** : Espaces de travail pour le personnel administratif et technique, salles de réunion
- **Équipement** : Bureaux, ordinateurs, salles de réunion, et installations sanitaires

Les bureaux et installations pour le personnel sont conçus pour offrir des espaces de travail confortables et efficaces pour le personnel administratif et technique. Ces espaces incluent des bureaux bien équipés, des ordinateurs pour les tâches administratives et des salles de réunion pour les réunions et les discussions. De plus, les installations sanitaires sont également prévues pour garantir un environnement sain et propre pour les employés.

Salle de logistique et de distribution

- **Dimensions** : 500 m²
- **Fonction** : Zone de préparation et d'expédition des naissains, réception des fournitures
- **Équipement** : Équipements de manutention, zones de chargement et de déchargement.

La zone de logistique et de distribution est conçue pour préparer et expédier les naissains, ainsi que pour recevoir les fournitures. Les équipements incluent des équipements de manutention, des zones de chargement et de déchargement.

En résumé, l'infrastructure de l'écloserie de bivalves est conçue pour offrir des conditions optimales pour la production de naissains de haute qualité. Cette infrastructure comprend des chambres d'élevage pour les géniteurs, des salles d'incubation pour les larves, un laboratoire pour analyser la qualité de l'eau et suivre les larves et les géniteurs, des systèmes de filtration pour maintenir des conditions optimales, des réservoirs pour les larves et les géniteurs, des zones de stockage pour les équipements et les produits chimiques, et des bureaux pour le personnel administratif et technique.

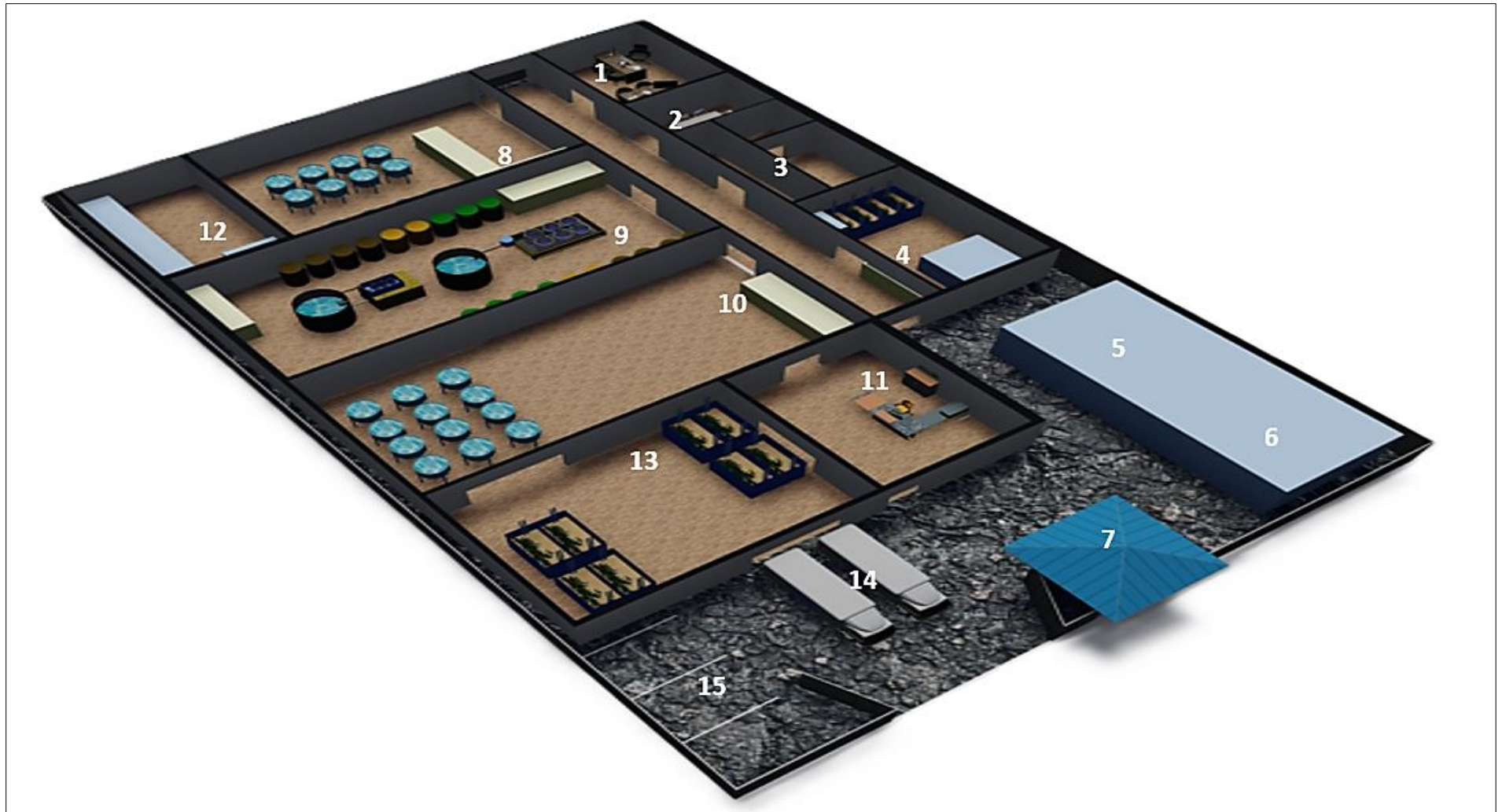


Figure 27: Schéma général de l'éclosérie
(Présente étude à l'aide du logiciel Sketchup et Lumion)

1. Administration,
2. Salle de réunion,
3. Vestiaire
4. Culture des microalgues
5. Stockage de produits chimique
6. Stockage de matériels
7. Poste police
8. Salle de conditionnement des géniteurs
9. Salle d'incubation des larves
10. Salle de croissance et stockage des naissains
11. Bureau d'accueil
12. Laboratoire
13. Dépôt de distribution
14. Camions
15. Parking

Conclusion et perspectives

Conclusion

En somme, ce mémoire de fin d'études souligne l'importance stratégique du développement des écloseries de bivalves en Algérie, un secteur vital pour la diversification économique et la satisfaction de la demande croissante en produits de la mer.

L'écloserie proposée, en optimisant les pratiques environnementales et en augmentant la productivité, se positionne comme un centre potentiel de recherche et de développement, renforçant ainsi les capacités locales et contribuant à la résilience de l'aquaculture en Algérie.

Ce mémoire propose une feuille de route pour les futurs investissements et initiatives, en mettant l'accent sur les facteurs environnementaux, biologiques et techniques. Il démontre de manière convaincante comment une approche bien structurée et scientifiquement informée peut transformer un secteur émergent tout en assurant une gestion durable des ressources marines. En intégrant des techniques innovantes et en promouvant des pratiques respectueuses de l'environnement, l'Algérie peut non seulement répondre à ses besoins internes mais aussi se positionner comme un acteur majeur de la conchyliculture sur la scène internationale.

Ainsi, ce travail ne se contente pas de fournir des solutions pratiques mais trace également le chemin pour un avenir prospère et durable pour la conchyliculture algérienne, contribuant de manière significative à la sécurité alimentaire, à la création d'emplois et au développement économique des régions côtières.

Perspectives

Le développement de l'aquaculture en Algérie, notamment à travers l'établissement d'écloseries, est essentiel pour répondre aux défis actuels et saisir les opportunités de croissance. Voici les principales perspectives :

- ✓ Maîtrise des techniques de l'écloserie : Adopter des techniques avancées pour améliorer la qualité et la survie des naissains.
- ✓ Diversification des espèces cultivées : Développer des espèces indigènes adaptées aux conditions locales.
- ✓ Réduction de la dépendance aux naissains sauvages : Produire localement pour diminuer la dépendance aux sources sauvages.
- ✓ Innovation et recherche : Utiliser les écloseries comme centres de recherche pour découvrir de nouvelles méthodes de culture.
- ✓ Contribution à l'économie nationale : Diversifier l'économie, créer des emplois et stimuler les communautés côtières.
- ✓ Développement durable : Promouvoir des pratiques respectueuses de l'environnement pour minimiser les impacts écologiques.

En maîtrisant les techniques d'écloserie et en favorisant l'innovation, l'Algérie peut devenir un acteur majeur de la conchyliculture, contribuant à la sécurité alimentaire et à la prospérité économique.

Références bibliographiques

1. **Abada-Boudjema, Y.-M. (1996).** Cinétique, croissance, production et composition biochimique de deux bivalves mytilidés, *Perna perna* (L.) et *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) du littoral algérois. Thèse Doctorat. Muséum National Hist. nat. Paris, Fr.: i-iv + p.p.1-243.
2. **Alfaro, A. C., et Young, T. (2018).** Showcasing metabolomic applications in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(1), p.p.135-152.
3. **Alyakrinskaya, I. O. (2002).** Physiological and biochemical adaptations to respiration of hemoglobin-containing hydrobionts. *Biological Bulletin*, 29, p.p.269–283.
4. **Ameziane, C., et Khaldi, K. (2021).** La conchyliculture : Production et élevage. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur et Master en Sciences de la Mer, Dely Ibrahim : ENSSMAL. p. 37.
5. **Audebert, J. (2008).** *Aquaculture*. 2008, p.p.575-607.
6. **Bachelot, M. (2010).** Contamination de moules (*Mytilus sp.*) en milieu marin par des substances pharmaceutiques et produits de soin (Doctoral dissertation, Montpellier 1).
7. **Barnabé, G. (1989).** *Aquaculture* (Vol. 1). Paris: Ed. Lavoisier.
8. **Bayne, B. L. (1965).** Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia*, 2(1), p.p.1-47.
9. **Bayne, B. L. (1976).** *Marine Mussels: Their Ecology and Physiology*. Cambridge : University Press.
10. **Bayne, B. L., Holland, D. L., Moore, M. N., Lowe, D. M., et Widdows, J. (1976).** The physiological ecology of *Mytilus edulis*. I. Metabolism and energy balance. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: B, Biological Sciences*, 274(933), p.p.269-282.
11. **Beaumont, A., et Cassier, P. (2004).** *Biologie animale. Des protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens*, Paris : Dunod. (13ème éd.).
12. **Behloül, C. (2003).** Induction de la ponte par choc chimique chez la moule *Mytilus galloprovincialis*: Influence de la concentration et de la durée d'exposition du peroxyde d'hydrogène.
13. **Beldjouher, I., et Guedri, R. (2021).** Etude technico-économique et écologique de contribution des projets aquacoles au développement durable en Algérie. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur et Master en Sciences de la Mer, Deli Ibrahim : ENSSMAL. p. 6.

14. **Ben Younes, R., Bouallegui, Y., Hermi, F., et Oueslati, M. (2015).** Fascicule de travaux pratiques de l'immunité des animaux aquatiques. Tunisie : Université de Carthage, Faculté des Sciences de Bizerte, Département des Sciences de la Vie.
15. **Bensam, H., et Behloul, M. (2009).** Étude physicochimique et biologique d'un site conchylicole : cas de la ferme "ORCA marine" Ain Taya avec essai de reproduction artificielle des espèces en élevage. Mémoire ingénieur en science de la mer (spécialité aquaculture), Dely Ibrahim : ENSSMAL.
16. **Bernabé, G. (1991).** Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Paris : Lavoisier.
17. **Bhaby, S. (2015).** Stein hausiamytilovum in *Mytilus galloprovincialis* (The case of Atlantic northwest Africa-Morocco). British Microbiology Research Journal, 5(3), p.237.
18. **Boudjema, A., et Ourari, S. (2005).** Description du centre conchylicole pilote du CNDPA et proposition d'un plan de gestion. Mémoire d'ingénieur (option aquaculture).Alger : ISMAL.
19. **Boukadida, A. K. (2017).** « Etude des réponses de la moule *Mytilus spp* exposée à des stress métallique et thermique durant les stades embryon-larvaires ». *Thèse de doctorat : Sciences Biologiques et Biotechnologie Et Géochimie et Écotoxicologie. France : Université de Bordeaux, Ecole Doctorale Sciences et Environnements.
20. **Boukroufa, F. (1987).** Reproduction et structure des populations de la moule *Perna perna* (L) sur la côte Algéroise : histologie-cytologie. Thèse de Magister, Alger : U.S.T.H.B, p.116.
21. **Brown, A., Thompson, J., Nguyen, M., et Patel, S. (2020).** Modern livestock management techniques: Integrating smart technologies. Journal of Agricultural Science, 35(4), p.p.221-235.
22. **Cahen, D. (2006).** Dossier didactique, moule natures. Paris : Muséum des sciences naturelles.
23. **Cain, D. J., et Luoma, S. N. (1986).** Effect of seasonally changing tissue weight on trace metal concentration in the bivalve Microbenthic in San Francisco bay. Marine Ecology.
24. **Calleja, et Paquette, P. (1999).** Diagnostic technico-économique et aide à la gestion d'entreprise en aquaculture.
25. **CDTA. (n.d.).** [En ligne].[Consulté le 2 mars 2024], disponible sur : <http://aquamap-algerie.cdta.dz/>

26. **Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture. (2023)**
27. **Chahine, B. (2003).** Induction de la ponte par choc chimique chez la moule *Mytilus galloprovincialis*: Influence de la concentration et de la durée d'exposition du peroxyde d'hydrogène.
28. **Chebab, B. (1996).** Influence sur la reproduction de l'immersion permanente de *Mytilus galloprovincialis* (LMK) placé en élevage : Contribution à l'amélioration des techniques de captage en milieu naturel. Thèse magistère. Alger : ISMAL.
29. **Chiperfield. (1953).** Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* (L) in British water. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 32(2).
30. **Clark, P., Anderson, L., Martinez, R., et O'Neill, J. (2022).** Advances in livestock genetics: Enhancing productivity and disease resistance. Genetic Research, 40(2), p.p.105-120.
31. **Cossa, D., Bourget, E., Pizzue, J., et Chanut, J.-P. (1980).** Geographical and seasonal variation in the relationship between trace metal content and body weight in *Mytilus edulis*. Marine Biology, 58(1), p.p.7-14.
32. **Devauchelle, N., Barret, J., et Salaun, G. (1997).** La Reproduction naturelle et contrôlée des bivalves cultivés en France.-Rapport de Groupe de Travail-IFREMER/Nantes/France, 14 et 15 novembre 1995.
33. **Dixon, D. R., et Prosser, H. (1988).** The use of chloride salts in inducing spawning in bivalve molluscs. Journal of Molluscan Studies, 54(3), p.p.293-300.
34. **Djediat, C. (1993).** Étude histo-physiologique et ultra structurale de la gonade femelle de *Mytilus galloprovincialis* LMK, Mollusque bivalve lamellibranche. Estimation de la maturité sexuelle de la population. Thèse de magister histo-cytologie (option biologie marine) ; Alger: ISN, USTHB.
35. **Dorange, G., et Le Pennec, M. (1989).** Ultrastructural study of oocyte growth and vitellogenesis in *Pecten maximus* (Mollusca: Bivalvia). Marine Biology, 103(3), p.p.339-347.
36. **Dosdat, A., Servais, F., Metailler, R., Huelvan, C., et Desbruyeres, E. (1996).** Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species. Aquaculture, 141(1-2), p.p.107-127.

37. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1997).** Résumé technique des exigences pour l'aquaculture intensive. En L. Ching Chua & M. L. Ho (Eds.), CIFA Technical Paper No. 27. Rome, FAO.
38. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020).** The state of world fisheries and aquaculture 2020: Sustainability in action. Rome, FAO.
39. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022).** The state of world fisheries and aquaculture 2022.
40. **Gabbott, P. A. (1983).** Developmental and seasonal metabolic activities in marine molluscs. In *The mollusca* Academic Press. p.p.165-217.
41. **Gallo, L. E. (2005).** Analyse financière.
42. **Gosling, E. (2003).** Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books.
43. **Hamdani, S., et Tis, H. (2016).** « Etude de la reproduction de la moule (*Perna perna*) dans la cote algéroise ». Thèse de doctorat ; option : Reproduction animale. Département de Biologie des Populations et Organisme, Faculté des Science de la Nature et de la Vie, Blida : Université de Blida.
44. **Haouchine, M. (1995).** Écologie et biologie de la reproduction de la moule M.G (LMK) au sein d'un système lagunaire saumâtre lac EL-MELAH. Thèse de magistère ISN, Alger : USTHB.
45. **Helm, M. M., Bourne, N., et Lovatelli, A. (2004).** Hatchery culture of bivalves: a practical manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 471. Rome, FAO.
46. **Helm, M., Bourne, N., et Lovatelli, A. (2006).** (Comps. /Eds.). Écloserie de bivalves. Un manuel pratique. FAO Document technique sur les pêches, No. 471. Rome, FAO.
47. **Hesselman, D. M., Blake, N. J., et Peters, E. C. (1989).** Induction of spawning and larval culture of the mussel *Mytilus edulis* (L.) in the laboratory. *Aquaculture*, 81(3-4), p.p. 275-280.
48. **His, E., et Cantin, C. (1995).** Biologie et physiologie des coquillages. Ifremer.
49. **Hrs-Brenko, M. (1973).** The relationship between reproductive cycle and index of condition of the mussel, (*Mytilus galloprovincialis*) in the Northern Adriatic Sea. *Studies and Reviews-General Fisheries Council for the Mediterranean* (FAO), (52).
50. **Johnson, R., Wang, X., Li, Y., et Kim, S. (2021).** Biosecurity protocols in modern livestock farming. *Veterinary Science Today*, 29(3), p.p. 181-197.

51. **Jones, L., Smith, T., White, D., et Rodriguez, H. (2021).** Efficient fluid management in livestock operations. *Environmental Management Journal*, 28(5), p.p. 301-315.
52. **Khati Hadj-Moussa, W. (2009).** « Etude de la qualité des eaux du golfe d'Annaba par l'utilisation d'un mollusque sentinelle, la moule (*Perna perna*) : essai in vivo et in situ. Application à la biosurveillance de l'environnement marin ». Thèse de doctorat, Laboratoire Ecosystèmes Marins et Littoraux, Département des Sciences De La Mer, Annaba : Université Badji Mokhtar.
53. **Lamarck, (1819).** Animaux sans vertèbres. t.6 (1^{ère} partie), p. 126.
54. **Lannan, J. E., et Buchanan, T. M. (1984).** Induction of spawning in bivalves with hydrogen peroxide. *Aquaculture*, 40(2),p.p. 119-126.
55. **Lewis, C. A., et Seed, R. (1969).** Morphological adaptations of *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, 2(3), p.p. 213-218. <https://doi.org/10.1007/BF00348270>.
56. **Longston, W. J., et Spence, S. K. (1995).** Biological factors involved in metal concentrations observed in aquatic organisms. *Environmental Science & Technology*, 26(3), p.p. 407-467.
57. **Lubet, P. (1959).** Induction de la ponte chez les moules par un choc thermique. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 248(22), p.p. 3072-3074.
58. **Lubet, P. (1959).** Recherche sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les mytilidés et les pectinides (Moll. Bival). *Rev. Trav. Inst. Pêche Marit*, 23(4), p.p. 389-548.
59. **Lubet, P. (1959).** Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 23(4), p.p. 389-545.
60. **Lubet, P. (1973).** Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (LMK, 1819). *Synop FAO sur les pêches* (88),p.p. 1-49.
61. **Lucas, J. S., Southgate, P. C., et Tucker, C. S. (Eds.). (2019).** *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*. London: John Wiley & Sons.
62. **Mahieddine, Z. (2024).** وزير الصيد البحري والمنتجات الصيدية يت رأس لقاء وطنياً تقييماً لحصيلة 2023 وزارة الصيد البحري و المنتجات | MPPH. *نشاطات قطاع الصيد البحري والمنتجات الصيدية لسنة 2023*. [En ligne].[Consulté le 5 mars 2024], disponible sur : <https://mpeche.gov.dz/?p=9877>

63. **Marteil, L. (1976).** La conchyliculture française (deuxième partie) : Biologie de l'huître et de la moule. Revues des Travaux de l'Institut des pêches maritime, p.p. 125-320.
64. **Marteil, L. (1976).** La conchyliculture française. Première partie : les mollusques comestibles - Écologie, vie et produits. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 40(2), p.p. 149-346.
65. **Marteil, L. (1979).** La conchyliculture française. Troisième partie : l'ostréiculture et la mytiliculture. Rev. Trav. Inst. Pêches Maritimes, 43(1), p.p. 10-130.
66. **Mero, F. F. C., Pedroso, F. L., Apines-Amar, M. J. S., Cadangin, J. F., Rendaje, D. C., Verde, C. S., et Piñosa, L. A. G. (2019).** Influence of water management, photoperiod and aeration on growth, survival, and early spat settlement of the hatchery-reared green mussel, *Perna viridis*. International Aquatic Research, 11,p.p. 159-172.
67. **Miller, S., Green, B., Adams, K., et Lee, J. (2022).** IoT in livestock farming: Real-time monitoring and management. Technology in Agriculture, 33(1), p.p. 45-60.
68. **Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques (2024).** Rapport sur l'évolution du secteur halieutique en Algérie. Alger : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.
69. **Monteiro, H. J. A., Saurel, C., Jacobsen, M. B., Hemmer-Hansen, J., et Bekkevold, D. (2022).** Genetic parentage reconstruction as a practical tool applied to aquaculture and restoration programs for the European flat oyster, *Ostrea edulis*. Aquatic Living Resources, 35, p.18.
70. **MPRH. (2021).** Appui à la formulation de la stratégie nationale de développement de la pêche et de l'aquaculture.
71. **Naciri, M. (1998).** Dynamique d'une population de moules, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.), vivant sur la côte atlantique marocaine. Bull. Inst. Sci. Rabat, 21, p.p. 43-50.
72. **Nascimento Schulze, J. C. (2017).** Effects of temperature and salinity on the survival and physiology of Baltic *Mytilus* sp. (Master's thesis, Geomar Helmholtz Institute for Ocean Research).
73. **Pillay, T. V. R., et Kutty, M. N. (2005).** Aquaculture: Principles and Practices, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd.
74. **Pronker, A. E., Nevejan, N. M., Peene, F., Geijssen, P., et Sorgeloos, P. (2008).** Hatchery broodstock conditioning of the blue mussel *Mytilus edulis* (Linnaeus 1758).

- Part I. Impact of different micro-algae mixtures on broodstock performance. *Aquaculture International*, 16,p.p. 297-307.
75. **Rouane-Hacene, O. (2013)**. Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental Algérien, par le suivi des incidences biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*. Thèse de doctorat. Oran : Université d'Oran.
76. **Ruiz, M., et al. (2008)**. Effect de la temperatura en el desarrolloembrio y larval del mejillon *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). *Revista de biologia marina y oceanographia*, 43(1), p.p. 51-61.
77. **Smith, J., Roberts, E., Williams, A., et Khan, M. (2021)**. Site selection for optimal livestock farming. *Ecological Agriculture*, 26(2), p.p. 97-113.
78. **Taylor, D., Brown, H., Wilson, P., et Harris, G. (2021)**. Continuous education for livestock farmers: Improving skills and knowledge. *Farming Education Review*, 19(4), p.p. 233-245.
79. **Thielley, M. (1995)**. Approches bibliographique et expérimentale de méthodes permettant d'évaluer l'état de maturité sexuelle des bivalves.
80. **Utting, S. D., et Millican, P. F. (1997)**. Ecological implications of the physiological responses of molluscs to metal exposure. In W. J. Langston & M. J. Bebianno (Eds.), *Metal Metabolism in Aquatic Environments*. Springer, Dordrecht.
81. **Utting, S. D., et Millican, P. F. (1997)**. Techniques for the hatchery conditioning of bivalve broodstocks and the subsequent effect on egg quality and larval viability. *Aquaculture*, 155(1-4), p.p. 45-54.
82. **White, E., Johnson, M., Clark, T., et Lewis, R. (2020)**. AI in livestock management: Advanced control and regulation systems. *Smart Farming*, 14(3), p.p. 159-173.
83. **Williams, K., Taylor, D., Thomas, L., et Walker, J.(2022)**. Sustainable practices in ancillary livestock operations. *Renewable Agriculture*, 37(2), p.p. 143-158.
84. **Zippay, M. L., et Helmuth, B. (2012)**. Effects of temperature change on mussels, *Mytilus* (Linnaeus, 1758). *Integrative Zoology*, 7(3), p.p. 312-327. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2012.00294.x>.

Annexes

Annexe 1: Décret exécutif n° 03-22 du 25 Moharram 1424 correspondant au 29 mars 2003 fixant les conditions zoo-sanitaires applicables à l'aquaculture.

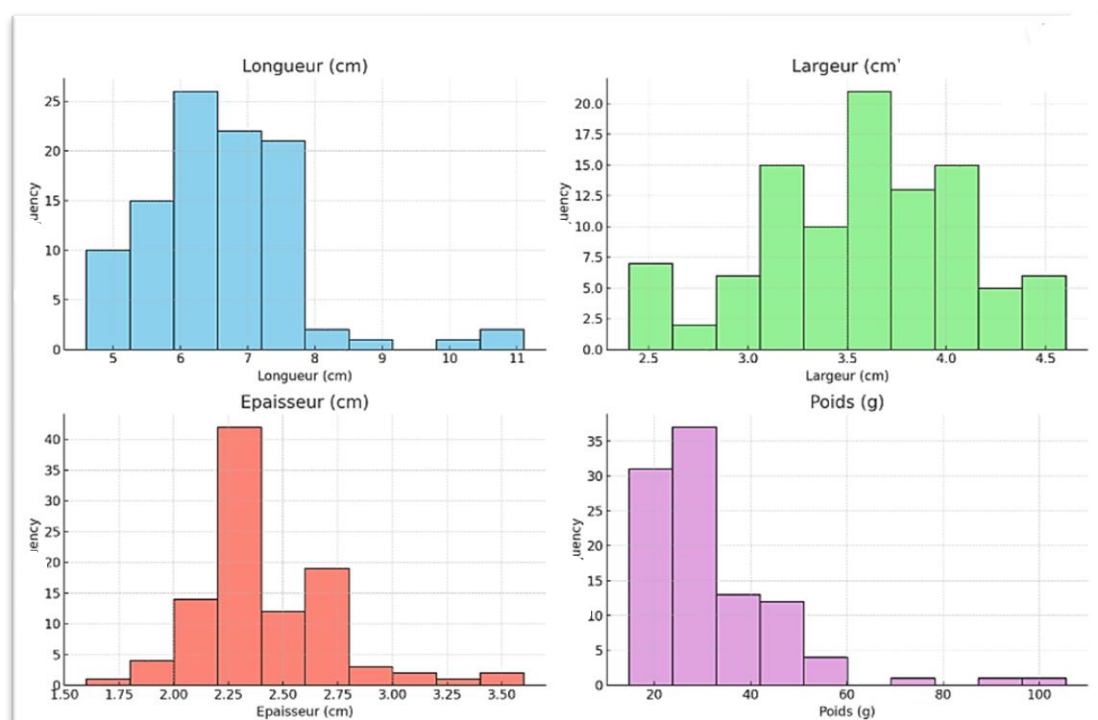
Annexe 2: Loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Annexe 3: Loi n° 08-15 du 4 Dhou El Hidja 1429 correspondant au 2 décembre 2008 relative à la pêche et à l'aquaculture.

Annexe 4: Décret exécutif n° 15-18 du 25 Safar 1436 correspondant au 18 décembre 2014 fixant les conditions et modalités de l'exercice de l'activité d'aquaculture.

Annexe 5: Exigences écologiques de la moule *Mytilus sp* (Nascimento Schulze, 2017)

Paramètre	Valeur optimale	Conséquences d'un écart
Température	14°C à 28°C	Croissance ralentie ou accélérée, mortalité accrue
Salinité	30 à 38 PPM	Croissance ralentie ou mortalité accrue
Alimentation	Phytoplancton	Croissance ralentie, mortalité accrue
Oxygénation	> 5 mg/L d'oxygène dissous	Croissance ralentie, mortalité accrue
pH	7,8 à 8,2	Croissance ralentie, mortalité accrue
Qualité de l'eau	Eau propre, exempte de polluants	Contamination des moules, mortalité accrue

Annexe 6: Les mesures biométriques des moules utilisées.

Business Model Canvas

Conception d'une
écloserie de bivalves
« SARL AquaPerle »

Introduction

Le projet de création d'une écloserie de bivalves vise à répondre à la demande croissante de produits de la mer durables et de haute qualité. Les bivalves, tels que les moules, les huîtres et les palourdes, sont des sources importantes de protéines et jouent un rôle crucial dans l'écosystème marin en filtrant l'eau et en contribuant à la biodiversité.

L'écloserie proposera une solution innovante et écologique pour la production de naissains de bivalves, en utilisant des techniques avancées de reproduction et de culture. Elle permettra d'améliorer la gestion des ressources marines, de réduire la pression sur les populations sauvages et de soutenir l'industrie conchylicole locale en fournissant des semences de haute qualité et à haut rendement.

Le Business Model Canvas ci-dessous présente les différents éléments clés de ce projet, en détaillant les segments de clientèle visés, la proposition de valeur unique, les canaux de distribution, les relations avec les clients, les sources de revenus, les ressources clés, les activités essentielles, les partenariats stratégiques et la structure des coûts. L'objectif est de créer une entreprise viable et durable qui contribue à la fois à la prospérité économique et à la préservation de l'environnement marin.

I. Premier axe : Présentation du projet

1. Idée de projet

Notre projet porte sur la création d'une écloserie de bivalves en Algérie afin de produire 50 tonnes de naissains de bivalves par an. Nous avons pensé à cette idée vue les difficultés rencontrées par les fermes conchylicoles en approvisionnement de naissains qui viennent de captage du milieu naturel ou d'importation.

Cela est possible par la construction d'une unité de productions équipées par un matériel sophistiqué à base des dernières technologies que ce soit dans le pompage, la filtration de l'eau ou bien dans les systèmes de maintien et d'alimentations.

L'implantation de notre projet va être près de la cote dans une zone accessible de bonne qualité écologique afin d'assurer une bonne alimentation en eau de mer.

2. Valeurs proposées

✓ Qualité Supérieure des Naissains

- Production de naissains de bivalves (moules, huîtres, palourdes) de haute qualité, garantissant une meilleure survie et une croissance rapide.
- Utilisation de techniques avancées de reproduction et de culture pour assurer des naissains vigoureux et résistants aux maladies.

✓ Durabilité Environnementale

- Contribution à la préservation des populations sauvages en fournissant des naissains de qualité élevée, réduisant ainsi la pression sur les stocks naturels.

✓ Innovation Technologique

- Adoption des dernières technologies en aquaculture pour optimiser les conditions de croissance des naissains.
- Mise en œuvre de pratiques de gestion durable et de systèmes de surveillance avancés pour garantir une production efficace et respectueuse de l'environnement.

✓ **Disponibilité et Fiabilité**

- Fourniture régulière et fiable de naissains, assurant une disponibilité constante pour les conchyliculteurs.
- Capacité à répondre rapidement aux besoins du marché et à ajuster la production en fonction de la demande.

✓ **Support Technique et Formation**

- Offre des services de soutien technique et de formation pour les conchyliculteurs, aidant à optimiser les pratiques de culture et à améliorer les rendements.
- Partenariats avec des instituts de recherche et des experts en aquaculture pour offrir des conseils et des innovations continues.

✓ **Contribution à l'Économie Locale**

- Création d'emplois locaux et soutien à l'économie régionale par le développement d'une industrie conchylicole florissante.
- Renforcement des communautés locales grâce à des opportunités de formation et de développement professionnel.

3. Equipe de travail

Ce projet va être dirigé par Oussama BOUDJEDIENE, Nadhid REMAL, Amina KACIMI et Redouane DJABALI étudiants de l'école nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral spécialistes en aquaculture.

Les porteurs de ce projet ont suivi une formation de cinq ans dans le domaine des sciences de la mer dans lesquels trois ans d'études sur l'élevage et la culture des espèces aquatiques, diagnostiques et traitement des différentes pathologies rencontrés chez les espèces à intérêt aquacole ainsi que les techniques d'amélioration génétiques, les différents systèmes d'alimentations et les aliments utilisés en élevage aquacole. Des sorties sur terrain et des stages pratiques au niveau des fermes aquacoles et des établissements dans le domaine aquacole ont

permis une familiarisation avec le travail sur terrain et des échanges bénéfiques avec les professionnels du domaine aquacole

4. Objectifs du projet

Notre objectif est de devenir le premier producteur de naissains de bivalves en Algérie est couvrir la demande des ferme conchylicoles algériennes.

A court terme, une part de marché entre 5 et 10% va être ciblée en se basant sur la stratégie suivante :

- **Demande Locale** : Concentration sur les conchyliculteurs locaux et les marchés régionaux, en particulier les zones côtières de l'Algérie.
- **Capacité de Production Initiale** : Début modeste avec une production pilote pour tester le marché et affiner les processus.
- **Marketing et Sensibilisation** : Campagnes de marketing ciblées pour informer les conchyliculteurs des avantages des naissains produits localement.

Nos objectifs à moyen termes visent à dominer 15 à 20% du marché local selon les démarches suivantes :

- **Expansion de la Production** : Augmentation de la capacité de production en fonction de la demande croissante et de l'optimisation des processus.
- **Développement de Nouveaux Marchés** : Exploration de nouveaux marchés nationaux et potentiellement des marchés régionaux (Maghreb, Méditerranée).
- **Partenariats Stratégiques** : Établissement de partenariats avec des institutions de recherche, des agences gouvernementales et des associations de producteurs pour renforcer la crédibilité et l'innovation.
- **Amélioration de la Qualité et de la Fiabilité** : Renforcement de la qualité des produits et de la fiabilité des livraisons pour fidéliser la clientèle et attirer de nouveaux clients.

A long terme, une part de 25 à 30% du marché est visée par :

- **Domination du Marché National** : Établissement en tant que leader sur le marché national avec une forte présence dans les principales régions de production de bivalves en Algérie.

- **Expansion Internationale** : Exploration des marchés d'exportation, vers les régions où la demande de produits de la mer est élevée.
- **Innovation Continue** : Investissements continus en recherche et développement pour améliorer les techniques de reproduction et de culture, augmentant ainsi la compétitivité.
- **Diversification des Produits** : Introduction de nouvelles espèces de bivalves ou de produits dérivés pour répondre à une demande diversifiée.
- **Engagement Environnemental et Qualité** : Maintien de standards élevés en matière de durabilité environnementale et de qualité, consolidant la réputation de l'écloserie sur le long terme.

5. Calendrier du projet :

➤ Mois 1-2 : Étude de site

Sélection du site idéal pour l'installation de l'écloserie (qualité de l'eau, accès, etc.).

➤ Mois 3-4 : Mise en place des infrastructures

Construction des bâtiments et des infrastructures nécessaires.

➤ Mois 5-6 : Mise en place des équipements

1. **Achat d'équipement** : Acquisition de tout l'équipement nécessaire (systèmes de filtration, bassins, etc.).
2. **Installation des équipements** : Installation et test des équipements.

➤ Mois 7 : Obtention des autorisations

1. **Permis environnementaux** : Obtention des permis nécessaires pour l'exploitation.
2. **Inspections et certifications** : Passage des inspections et obtention des certifications nécessaires.

➤ Mois 8 : Recrutement et formation du personnel

1. **Recrutement** : Embauche du personnel nécessaire (techniciens, gestionnaires).
2. **Formation** : Formation du personnel sur les techniques de production et sur l'utilisation des équipements.

➤ **Mois 9-10 : Production pilote**

1. **Production pilote** : Lancement d'une production à petite échelle pour tester les processus.
2. **Ajustements** : Ajustements nécessaires basés sur les résultats de la production pilote.

➤ **Mois 11-12 : Début de la production commerciale**

1. **Lancement de la production** : Début de la production à grande échelle.
2. **Marketing et ventes** : Mise en œuvre des stratégies de marketing et de vente pour atteindre les clients cibles.

II. Deuxième axe : Aspect innovant

1. Nature des innovations

L'écloserie de bivalves intégrera plusieurs technologies avancées pour optimiser les conditions de culture et assurer une production de haute qualité. Les innovations technologiques incluront :

- ✓ **Systèmes de contrôle de la température** : Utilisation de capteurs précis et de systèmes de régulation automatisés pour maintenir la température de l'eau à des niveaux optimaux pour la croissance et la reproduction des bivalves. Cela permet de reproduire les conditions naturelles et de maximiser la survie et la croissance des larves.
- ✓ **Gestion des nutriments** : Développement de régimes alimentaires spécialisés et utilisation de systèmes de distribution automatisés pour fournir aux bivalves les nutriments essentiels à chaque stade de leur développement. Cela inclut l'utilisation de microalgues cultivées sur place, garantissant une alimentation fraîche et nutritive.
- ✓ **Surveillance et gestion de la qualité de l'eau** : Intégration de systèmes de monitoring en temps réel pour surveiller la qualité de l'eau, incluant des paramètres tels que l'oxygène dissous, le pH et la turbidité. Ces données seront utilisées pour ajuster les conditions environnementales de manière proactive et prévenir les problèmes potentiels avant qu'ils n'affectent la production.
- ✓ **Mise en œuvre de pratiques durables pour minimiser l'impact environnemental** : Le projet mettra un accent particulier sur la durabilité et le respect de l'environnement par la mise en place de stratégies de gestion des déchets pour traiter et valoriser les sous-produits de l'écloserie. Par exemple, les coquilles de bivalves peuvent être utilisées comme matériaux de construction ou amendement agricole, créant ainsi une économie circulaire.

2. Domaines d'innovation

- ✓ **Biotechnologie aquacole** : Application de techniques biotechnologiques pour améliorer la résilience et la croissance des bivalves. Cela pourrait inclure la sélection génétique pour des traits favorables comme la résistance aux maladies et la tolérance aux variations environnementales.
- ✓ **Gestion durable des ressources marines** : Adoption d'une approche holistique qui considère l'ensemble de l'écosystème marin. L'écloserie travaillera en collaboration avec

des chercheurs et des autorités locales pour surveiller l'impact de ses activités et ajuster ses pratiques afin de protéger la biodiversité marine.

III. Troisième axe : Analyse stratégique du marché

1. Segment du marché

L'analyse du marché révèle une demande croissante pour les fruits de mer sur le plan local. Cette tendance est alimentée par une prise de conscience accrue des bienfaits pour la santé des produits de la mer et par une demande croissante pour des sources de protéines durables et de haute qualité.

En Algérie, la consommation de fruits de mer est en hausse, notamment dans les régions côtières où la tradition culinaire inclut largement les produits de la mer. Le développement de l'écloserie de bivalves répondra à la demande des fermes conchylicoles de grossissement afin de couvrir le manque de ces produits au marché.

2. Intensité de la concurrence

Analyse des concurrents existants et de leur part de marché :

- ❖ **Concurrence locale** : En Algérie, il n'existe pas une production des naissains de bivalves, ce qui offre une opportunité unique de se positionner comme leader du marché.
- ❖ **Concurrence internationale** : À l'échelle mondiale, les producteurs de bivalves établis dans des pays comme la France, l'Espagne et les Pays-Bas sont des concurrents notables. Ces pays disposent d'infrastructures bien développées et de techniques de production avancées.

3. Stratégies pour se différencier

Pour se faire, la différence dans nos produits et services visera les points suivants :

- ✓ **Qualité** : La qualité des produits sera le principal facteur de différenciation. En garantissant des bivalves de haute qualité, cultivés dans des conditions optimales, l'écloserie pourra se distinguer de ses concurrents.
- ✓ **Prix** : Offrir des produits à des prix compétitifs grâce à l'optimisation des processus de production et à l'utilisation des ressources locales permettra de capter une part importante du marché.

- ✓ **Durabilité** : La mise en œuvre de pratiques durables et la certification de l'écloserie selon des standards internationaux renforceront la réputation de l'entreprise et attireront les consommateurs soucieux de l'environnement.

4. Stratégie marketing

Afin d'attirer le maximum de clientèle, la stratégie suivante a été adoptée :

- ✓ **Éducation des consommateurs** : Mettre en place des campagnes d'information pour sensibiliser le public aux avantages nutritionnels et environnementaux des bivalves. Utiliser les médias sociaux, les sites web et les événements locaux pour diffuser ces informations.
- ✓ **Stories et transparence** : Utiliser des narrations visuelles (photos, vidéos) pour montrer le processus de production, mettant en lumière les pratiques durables et les technologies innovantes utilisées. La transparence dans les opérations renforcera la confiance des consommateurs.
- ✓ **Événements** : participer à des foires et salons professionnels pour présenter les bivalves aux acheteurs potentiels et au grand public. Cela permettra de créer une connexion directe avec les consommateurs et de recueillir des retours précieux.

IV. Quatrième axe : Plan de production et organisation

1. Processus de production

Le processus de production des bivalves en éclosérie suit une série d'étapes bien définies pour garantir une croissance optimale et une qualité supérieure des produits finaux :

- ❖ **Sélection et préparation des géniteurs** : Les géniteurs (bivalves adultes) sont sélectionnés pour leurs caractéristiques désirables (taille, santé, croissance rapide) et sont préparés dans des conditions contrôlées pour induire la ponte.
- ❖ **Induction de ponte** : Les géniteurs sont exposés à des stimuli environnementaux (changements de température, de salinité) pour encourager la ponte. Les œufs et le sperme sont collectés et fécondés in vitro.
- ❖ **Incubation des œufs** : Les œufs fécondés sont placés dans des récipients d'incubation où les conditions (température, salinité, oxygène) sont strictement contrôlées pour favoriser le développement des larves.
- ❖ **Culture des larves** : Les larves passent par plusieurs stades de développement avant de devenir des post-larves. Elles sont nourries avec des microalgues spécialement cultivées pour assurer une croissance saine.
- ❖ **Fixation et métamorphose** : Les post-larves se fixent sur des substrats appropriés et subissent une métamorphose pour devenir de jeunes bivalves. À ce stade, elles sont transférées dans des bassins de croissance.
- ❖ **Croissance et engraissement** : Les jeunes bivalves sont élevés jusqu'à atteindre une taille commerciale. Cette phase inclut un contrôle constant de la qualité de l'eau et de l'alimentation.
- ❖ **Récolte** : Une fois la taille désirée atteinte, les bivalves sont récoltés, triés et préparés pour la vente.

2. Approvisionnement

- ✓ **Géniteurs de bivalves** : les géniteurs peuvent être obtenues soit par cueillettes à partir du milieu naturel, soit en les achetant auprès de fournisseurs spécialisés. Pour garantir une qualité supérieure, l'éclosérie maintiendra une banque de géniteurs.
- ✓ **Nutriments** : Les bivalves sont principalement nourris de microalgues. L'éclosérie développera ses propres cultures de microalgues pour assurer une alimentation fraîche et

nutritive. Les milieux de culture nécessaires à la culture des microalgues ainsi que les souches seront obtenues auprès de fournisseurs certifiés.

3. Main d'œuvre

- ✓ **Techniciens en aquaculture** : Responsables des opérations quotidiennes de l'écloserie, incluant le soin des géniteurs, la gestion des larves, et la surveillance des conditions de l'eau. Ils doivent avoir une formation en biologie marine ou aquaculture.
- ✓ **Gestionnaires de projets** : Supervisent l'ensemble du projet, assurent la coordination entre les différentes équipes, et gèrent les relations avec les partenaires et les clients. Une expérience en gestion de projets et une connaissance du secteur aquacole sont nécessaires.

4. Principaux partenaires

Collaborations avec des instituts de recherche, des organisations gouvernementales et des entreprises privées :

- ✓ **Instituts de recherche** : Collaboration avec des universités et des centres de recherche en biologie marine et aquaculture pour bénéficier de leur expertise scientifique, participer à des projets de recherche, et rester à la pointe des innovations technologiques.
- ✓ **Organisations gouvernementales** : Travailler avec les ministères de l'Agriculture et de la Pêche pour obtenir les autorisations nécessaires, accéder aux subventions et aux programmes de soutien, et aligner les pratiques de l'écloserie avec les politiques nationales de développement durable.
- ✓ **Entreprises privées** : Partenariats avec des fournisseurs d'équipements et de nutriments pour garantir un approvisionnement fiable et de qualité. Collaboration avec des distributeurs et exportateurs pour accéder aux marchés locaux et internationaux.

V. Cinquième axe : Plan financier

1. Coûts d'Installation

Catégorie	Détail	Coût (DZD)
Infrastructures	Chambre d'élevage, laboratoire, phytoplancton	10,000,000
Matériels Chimique et Thermique	Produits chimiques, systèmes de contrôle de température	2,000,000
Équipements de Laboratoire	Microscopes, équipements de mesure de qualité de l'eau	3,000,000
Filtres et Systèmes de Filtration	Filtration mécanique, biologique, chimique	2,000,000
Tuyauterie et Réservoirs	Distribution de l'eau, réservoirs pour larves et géniteurs	3,000,000
Total des Coûts d'Installation		20,000,000

2. Coûts Annuels d'Exploitation

Catégorie	Détail	Coût (DZD)
Main d'œuvre	Salaires du personnel (techniciens, gestionnaires)	10,000,000
Nourriture pour Phytoplancton	Nutriments spécifiques	1,000,000
Entretien et Réparation	Matériel de laboratoire, filtres, systèmes de contrôle	1,500,000
Énergie	Électricité pour systèmes de chauffage, éclairage	1,500,000
Total des Coûts Annuels		14,000,000

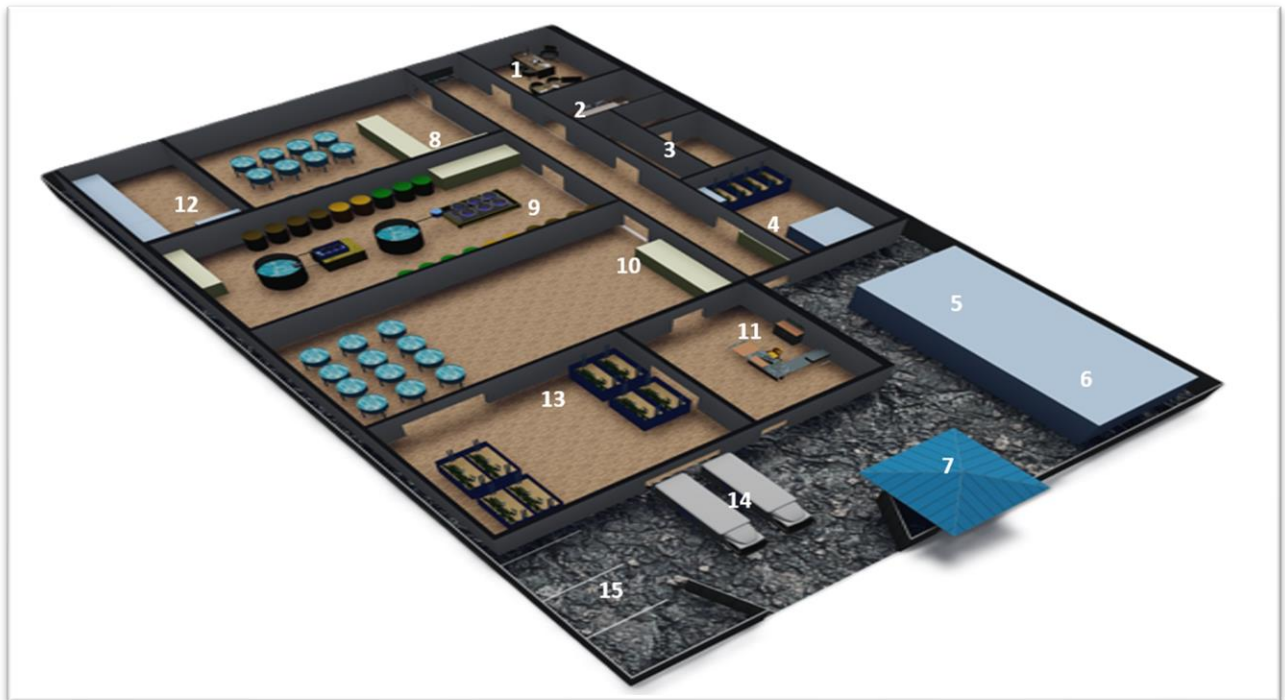
3. Revenus

Source de Revenus	Détail	Revenu Estimé (DZD)
Vente de Naissains	50 tonnes à 500,000 DZD/tonne	25,000,000
Services de Consultation	Formation et support personnalisé	3,000,000
Partenariats et Subventions	Financement supplémentaire	2,000,000
Total des Revenus		30,000,000

4. Résultats Financiers

Élément	Montant (DZD)
Chiffre d'Affaires	30,000,000
Coûts Annuels	14,000,000
Bénéfice net	16,000,000

VI. Sixième Axe : Prototype expérimental



« Schéma général de l'écloserie AquaPerle »

Légende :

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Administration | 12. Laboratoire |
| 2. Salle de réunion | 13. Dépôt de distribution |
| 3. Vestiaire | 14. Camions |
| 4. Culture des microalgues | 15. Parking |
| 5. Stockage de produits chimique | |
| 6. Stockage de matériels | |
| 7. Poste police | |
| 8. Salle de conditionnement des générateurs | |
| 9. Salle d'incubation des larves | |
| 10. Salle de croissance et stockage des naissains | |
| 11. Bureau d'accueil | |

<p>Partenaires Clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instituts de recherche marine. • Universités. • Fournisseurs d'équipements aquacoles. • Entreprises de biotechnologie. • Organisations Non Gouvernementales : environnementales. • Investisseurs et Institutions Financières. • Partenaires Techniques et Consultants. 	<p>Activités Clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Études de faisabilité. • Conception de l'écloserie. • Permis environnementaux, autorisation de construction et d'exploitation. • Construction de l'infrastructure et Installation des équipements. • Acquisition des Géniteurs et Production de Larves. • Culture et Élevage des Naissains. • Gestion de la Qualité de l'Eau. • Commercialisation et Distribution. • Recherche et Développement. 	<p>Proposition de valeur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualité Supérieure des Produits • Réponse aux Besoins du Marché • Soutien au Développement Durable • Stabilité et Sécurité de l'Approvisionnement • Contribution à l'Économie Locale • Innovation et Expertise • Éducation et Formation • Partenariats Stratégiques • Engagement envers la Sécurité Alimentaire • Support Technique et Conseils 	<p>Relation Client</p> <ul style="list-style-type: none"> • Service Personnalisé • Support Technique et Assistance • Formation et Éducation • Communication Régulière • Feedback et Amélioration Continue • Programmes de Fidélisation • Flexibilité et Adaptabilité • Satisfaction Client • Partenariats Long Terme 	<p>Segments Clients</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producteurs de Bivalves : Aquaculteurs, Petits et moyens producteurs, Grands producteurs industriels. • Distributeurs et Commerçants : Grossistes en fruits de mer, Marchés locaux et régionaux. • Institutions de Recherche et Universités : Centres de recherche aquacole, Universités et écoles maritimes. • Organisations Non Gouvernementales (ONG) et Programmes de Conservation : ONG environnementales, Programmes de conservation des habitats.
<p>Structure de Coûts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coûts d'installation et d'infrastructure : 10,000,000. • Salaires du personnel : 10,000,000. • Coûts des équipements et consommables : 11,000,000. • Coûts d'entretien et de réparation : 1,500,000. • Coûts d'énergie : 1,500,000. • Coûts de marketing : 1,000,000 • Total des Coûts : 35,000,000. 		<p>Flux de revenus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vente de Naissains : Naissains de Bivalves, Vente en gros, Vente au détail. • Services de Formation et de Consultation : Formation Professionnelle, Consultation Technique. • Activités Touristiques et Éducatives : Visites Guidées, Ateliers et Événements. • Commercialisation de Sous-produits de bivalves • Modèle de Tarification : Tarification Basée sur le Volume, Tarification Premium, Abonnements et Contrats à Long Terme. 		

Résumé. Ce mémoire apporte une contribution à la maîtrise de la production de naissains de bivalves en Algérie, ouvrant la voie à un développement durable de la conchyliculture. La production en éclosérie permettra de répondre à la demande croissante en produits de la mer, tout en préservant les ressources naturelles et en limitant l'impact environnemental. Ce secteur prometteur contribuera non seulement à la sécurité alimentaire du pays en diversifiant les sources d'approvisionnement en protéines, mais également à la création d'emplois et à la dynamisation des zones côtières.

De plus, la maîtrise de la production de naissains permettra à l'Algérie de se positionner comme un acteur majeur dans la filière conchylicole méditerranéenne, lui ouvrant ainsi de nouvelles perspectives d'exportation et de collaboration internationale.

En conclusion, ce mémoire présente une solution concrète et durable pour le développement de la conchyliculture en Algérie, contribuant ainsi à la valorisation des ressources marines, à la diversification de l'économie nationale et à l'amélioration du bien-être des populations.

ملخص. تقدم هذه الأطروحة مساهمة في التحكم في إنتاج يرقات الصدفيات في الجزائر، مما يمهد الطريق للتنمية المستدامة لاستزراع المحاريات. وسيتيح إنتاج المفرخات تلبية الطلب المتزايد على منتجات المأكولات البحرية، مع الحفاظ على الموارد الطبيعية والحد من التأثير البيئي. ولن يساهم هذا القطاع الواعد في تحقيق الأمن الغذائي في البلاد من خلال تنويع مصادر إمدادات البروتين فحسب، بل سيساعد أيضًا على خلق فرص عمل وإنعاش المناطق الساحلية. والأكثر من ذلك، فإن إتقان إنتاج الإسفنج سيمكن الجزائر من أن تصبح لاعبًا رئيسيًا في صناعة المحار في البحر الأبيض المتوسط، مما يفتح آفاقًا جديدة للتصدير والتعاون الدولي. في الختام، تقدم هذه الأطروحة حلاً ملموسًا ومستدامًا لتطوير استزراع المحار في الجزائر، وبالتالي المساهمة في تعزيز الموارد البحرية وتنويع الاقتصاد الوطني وتحسين رفاهية السكان.

Abstract. This thesis makes a contribution to controlling the production of bivalve spat in Algeria, paving the way for the sustainable development of shellfish farming. Hatchery production will make it possible to meet the growing demand for seafood products, while preserving natural resources and limiting environmental impact. This promising sector will not only contribute to the country's food security by diversifying sources of protein supply, but also to job creation and the revitalization of coastal areas.

In addition, mastering spat production will enable Algeria to position itself as a major player in the Mediterranean shellfish industry, opening up new prospects for exports and international collaboration.

In conclusion, this thesis presents a concrete and sustainable solution for the development of shellfish farming in Algeria, thus contributing to the enhancement of marine resources, the diversification of the national economy and the improvement of people's well-being.