

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 d'état en sciences de la mer

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Option : Aquaculture

Thème :

Conception et Faisabilité d'une Ferme de Crevetticulture dédiée à *Penaeus kerathurus* en Système Biofloc

Réalisé par : **SOUFI Ismail**

Soutenu le **04 /10 /2025** devant le jury suivant :

Mr REFES Wahid	Professeur	ENSSMAL	Président
Mr DILMI Ammar	Maitre assistant	ENSSMAL	Examineur
Mme MESLEM Nabila	Maitre de conférences B	ENSSMAL	Promotrice
Mr BOUDAIF Ismail	PDG	SPA BAL	Co-Promoteur

Année universitaire : 2024-2025

Remerciements

Nous remercions en premier **DIEU LE TOUT PUISSANT** pour la force, la patience et le courage qu'Il nous a accordés et qui ont été un véritable gage de réussite tout au long de ce travail.

Chers membres du jury,

Nous tenons en particulier à exprimer notre profonde gratitude à **Monsieur Refes Wahid**, Professeur à l'ENSSMAL, d'avoir accepté de présider ce jury. Votre rigueur académique et vos observations éclairées sont pour nous une source de grande valeur, et **Monsieur Dilmi Ammar**, Maître de Conférences à l'ENSSMAL, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

À notre promotrice, Mme Meslem Nabila,

Nous vous adressons nos plus profonds remerciements pour votre accompagnement, votre disponibilité et vos précieux conseils. Votre rigueur scientifique et vos orientations méthodologiques ont été essentielles à la bonne réalisation de ce travail.

À notre co-promoteur, Monsieur Boudaif Ismail,

En votre qualité de PDG de **SPA Bani Ayyadh Lilfilaha**, nous tenons à exprimer toute notre gratitude pour votre encadrement, vos conseils pratiques et votre constante disponibilité. Votre soutien a largement contribué à enrichir et à concrétiser ce projet.

À l'ENSSMAL,

Nous remercions l'ensemble du corps enseignant, les chercheurs, doctorants, techniciens et étudiants pour leur soutien moral et scientifique. Chacun, par ses apports et ses encouragements, a participé à la réussite de ce parcours.

Enfin, nous tenons à exprimer une reconnaissance toute particulière à notre ami et camarade **Guendez Ahmed Zoheir**, pour son soutien, son aide précieuse et sa fraternité tout au long de ce travail.

Merci à tous

Dédicace

Il est des moments dans la vie où les mots peinent à exprimer la profondeur de nos sentiments. Au terme de ce parcours universitaire, qui fut autant une aventure intellectuelle qu'humaine, je souhaite dédier le fruit de ces années de labeur aux personnes qui ont été mes piliers, mes guides et ma source d'inspiration.

À mes très chers parents, Je vous dédie ce travail en premier lieu. Aucune gratitude ne pourra jamais être à la hauteur de vos sacrifices et de votre amour infini.

À mon cher père, mon modèle de force et de droiture. Tes conseils précieux, ta vision et la confiance silencieuse que tu as toujours placée en moi ont été le moteur de mon ambition. Tu m'as enseigné la valeur du travail et de la persévérance. J'espère aujourd'hui te rendre fier et que tu trouves dans cet accomplissement le juste retour de tes efforts.

À ma tendre mère, mon havre de paix et ma source inépuisable d'affection. Tes prières m'ont protégé, ta patience a calmé mes angoisses et ta douceur a guéri mes moments de doute. Chaque étape de ce chemin a été plus facile grâce à ton soutien inconditionnel. Ce travail est avant tout un hommage à ton cœur immense.

À mes chers frères et sœurs, Complices de toujours et amis de la première heure. Merci pour votre soutien, pour les rires qui ont allégé la pression et pour m'avoir rappelé qu'il y avait une vie au-delà des études. Votre présence est mon équilibre.

À toute ma famille, Mes grands-parents, oncles, tantes, cousins et cousines. Chacun de vous, par un mot d'encouragement ou une simple marque d'intérêt, a contribué à renforcer ma détermination. Savoir que vous me souteniez a été une force précieuse.

À mes amis et camarades, ma seconde famille, Que dire de ces années passées à vos côtés ? Des nuits blanches de révision aux éclats de rire inoubliables, des moments de stress intense avant les examens à l'entraide sans faille qui nous a toujours unis. Vous avez transformé les difficultés en souvenirs et la compétition en saine émulation. Cette aventure n'aurait pas eu la même saveur sans votre amitié sincère. Ce mémoire est aussi le vôtre.

À toute ma promotion, Nous avons commencé ce voyage ensemble, et ensemble nous le terminons. Ces années partagées ont forgé entre nous un esprit de corps et de solidarité. Je souhaite à chacun et chacune une carrière pleine de succès et d'épanouissement. Puissions-nous être les dignes ambassadeurs de notre formation.

Enfin, à tous ceux qui ont croisé ma route et qui, par un geste ou une parole, ont laissé une empreinte positive sur mon parcours.

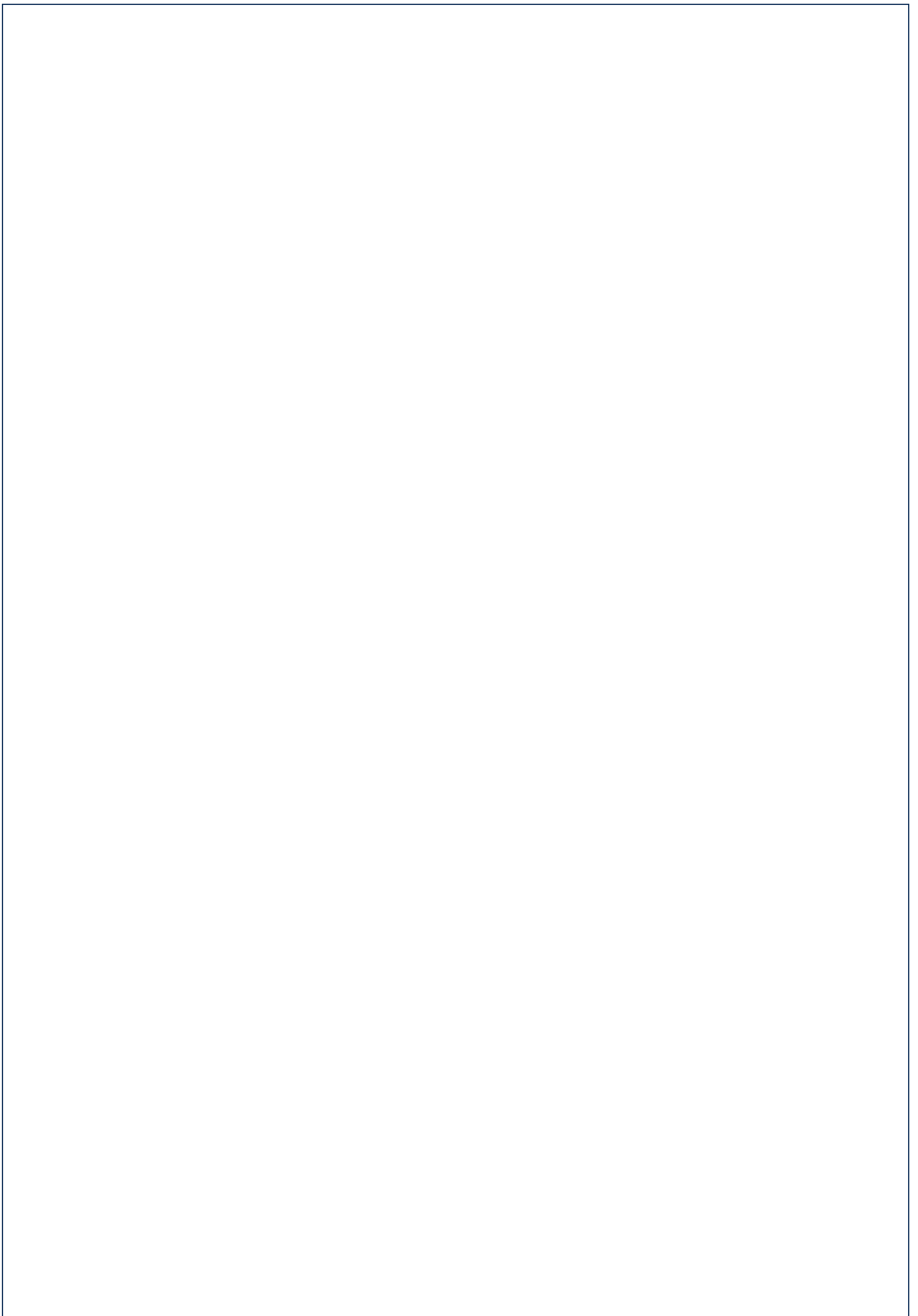


TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....i

LISTE DES TABLEAUX.....iii

LISTE DES ABREVIATIONS v

Introduction Générale.....1

Chapitre I: Généralités

1. L'aquaculture.....4

 1.1. Aquaculture mondiale4

 1.2. Aquaculture en Algérie5

2. Crevetticulture6

 2.1. Crevetticulture mondiale7

 2.2. Crevetticulture en Algérie8

4. Bio-floc et aquaculture9

 4.1. Principe de l'élevage en bio-floc :.....9

 4.2. Espèces des crustacés candidates au système bio-flocs :11

 4.3. Intérêt du système bio-floc en aquaculture :11

 4.4. Les principaux groupes de micro-organismes associés au floc :.....12

 4.5. Composition et la valeur nutritive du floc.....12

CHAPITRE II : La biologie et l'écologie de l'espèce

1. Nomenclature :14

2. Systématique :14

3. Origine et distribution :14

4. Morphologie externe :15

5. Régime alimentaire :.....16

6. Cycle biologique :.....17

 6.1. Dimorphisme sexuel :.....17

6.2. Maturation et reproduction :.....	17
6.3. Développement larvaire :	17
6.4. Croissance et migration :.....	18
7. La maturation :	18
7.1. Le système hormonal : l'épédonculation :	18
7.2. La gonade :	18
7.3. La fécondation :.....	20
7.4. Comportement d'accouplement	21
7.5. La ponte :.....	22
7.6. Nauplius :	22
7.7. Zoé :.....	22
7.8. Mysis :.....	22
7.9. Post-larves :.....	22

CHAPITRE III : Planification et Étude de Faisabilité d'un Établissement Aquacole

1. Les étapes de création d'un établissement aquacole	24
2. Faisabilité technico économique des projet aquacoles	25
2.1. Choix des paramètres techniques (Faisabilité technique) :	25
2.2. Faisabilité économique :.....	27

CHAPITRE IV: Étude Technique

Introduction	29
1. Méthodologie de travail :.....	29
1.1. Phase 1 : Recherche et Synthèse Bibliographique	29
1.2. Phase 2 : Études Préliminaires et Conception Technique	30
1.3. Phase 3 : Étude de Cas Pratique et Validation sur le Terrain.....	31
1.4. Phase 4 : Consultation d'experts et de fournisseurs spécialisés.....	31
1.5. Phase 5 : Traitement et Interprétation des Données Finales	31

2. Critères pour la conception d'une ferme crevetticulture	32
2.1. Site d'étude :	32
2.2. Qualité de l'eau :	33
2.3. Systèmes d'alimentation en eau de mer :	34
2.4. Plan d'installation :	34
2.5. Permis et autorisations :	34
2.6. Normes de construction et d'exploitation :	34
2.7. Santé et sécurité des animaux :	35
2.8. Protection de l'environnement :	35
3. Projet d'étude.....	35
3.1. Objectifs du projet :	35
3.2. Calcul des besoins en géniteurs :	36
3.3. Mode d'élevage	37
4. Infrastructures et matériel.....	38
4.1. Bâtiments d'écloserie :	38
4.2. Bâtiments de pré-grossissement (nursérie) en biofloc :	49
4.3. Etangs ou unité de grossissement en biofloc :	51
4.4. Bâtiments de conditionnement (Salle de logistique et de distribution).....	54
4.5. Zone de prise et de traitement d'eau :	55
4.6. Bloc administratif :	61
4.7. Centre de recherche où Laboratoire	62
4.8. Unité de stockage et d'entretien :	64
4.9. AUTRE :	65
5. Stratégie de production.....	66
5.1. Alimentation :	66
5.2. Mélasse :	69

5.3. Différentes phases de production	70
5.4. Calendrier de production :	80
6. Besoins en fonctionnement :	81
6.1. Routine quotidienne	82
6.2. Main d'œuvre :	82
CHAPITRE V : Étude Économique	
Introduction	88
1. Le Plan d'Investissement : Les Coûts de Démarrage.....	88
2. Le Plan de Financement : Comment Payer l'Investissement ?	90
3. Les Prévisions d'Exploitation : L'Activité Annuelle	92
4. Le Compte de Résultat Prévisionnel et le Bénéfice et Rentabilité du Projet	92
4.1. Présentation du Compte de Résultat :	92
4.2. Le Résultat Net Annuel (Le Bénéfice) :	92
4.3. La Rentabilité du Projet :	93
Conclusion.....	94
Conclusion et Perspectives.....	95
Références Bibliographiques	98
Annexes.....	112

LISTE DES FIGURES
Chapitre I :

FIGURE I. 01 : Production Aquacole Dans Le Monde, 1990-2022 (FAO, 2024)	4
FIGURE I. 02 : Localisation des principales exploitations marines le long des côtes algériennes (Taguemount et al, 2023)	6
FIGURE I. 03 : Production mondiale de crustacés dans le secteur de l'aquaculture, 2008-2022 (FAO, 2024).....	7
Figure I. 04 : Représentation schématique du fonctionnement d'un système d'élevage en biofloc.....	10

Chapitre II :

FIGURE II.01 : Distribution de <i>Penaeus kerathurus</i> dans le monde.....	15
FIGURE II.02 : Anatomie externe de la crevette pénéidées (AZZABAKHTI, n.d)	16
FIGURE II.03 : Cycle biologique des crevettes pénéidées (Apud et al, 1983).....	18
FIGURE II.04 : Ovaires murs vus par transparence (Pont, 1 979)	19
FFIGURE II.05 : L'appareille génitale du Mâle (Pétasma) (FAO, s. d.)	20
FIGURE II.06 : L'appareille génitale de la femelle (thélycum) (FAO, s. d.).....	20
FIGURE II.07 : Organes génitaux chez la crevette (Tabb et al., 1972)	21
FIGURE II.08 : Comportement de l'accouplement de crevette pénéidées (Yano et al, 1988) ..	21

Chapitre III :

Figure III.01 : Parcours administratif pour la mise en place d'un établissement aquacole (DPA, 2025).....	24
--	----

Chapitre IV :

FIGURE IV.01 : Exemple de site d'une ferme pilote de la crevetticulture d'EL MARSА - Skikda, CNRDPA (Source Google Earth)	33
FIGURE IV.02 : Bassin utilisé dans la salle de géniteurs (généré par IA).....	39
FIGURE IV.03 : Bassins d'incubation des œufs et d'élevage larvaire (généré par IA).....	42
FIGURE IV.04 : Matériels utilisés dans le traitement de l'eau (généré par IA).....	48

FIGURE IV.05 : Bassins de pré-grossissement (**généré par IA**) 50

FIGURE IV.06: Aérateurs utilisés dans les étangs (**généré par IA**) 53

FIGURE IV.07 : Schéma représentatif de conception de l'étangs (**MAEAR.b, s.d**) 53

FIGURE IV.08 : Schéma de fonctionnement opérationnel de circulation de l'eau 58

FIGURE IV.09 : Les différents types d'aliment de BioMar utilisée dans l'élevage 69

FIGURE IV.10 : Schéma représentatif de la Méthode d'épédonculation chez les pénéides (**LUMARE F. et al, 1987**) 71

FIGURE IV.11 : Etapes de production algale (**Helm et al., 2006**) 73

FIGURE IV.12 : Cônes Imhoff utilisés pour mesurer le biofloc (**Hargreaves, 2013**) 78

FIGURE IV. 13 : Calendrier du cycle de production annuel des crevettes 80

FIGURE IV.14 : Schéma représentatif du cycle de production 81

FIGURE IV.15 : Plan architectural 3D de l'écloserie (Logiciel ArchiCad)..... 82

FIGURE IV.16 : Plan architectural 3D de bâtiment de pré-grossissement (nurserie) (Logiciel ArchiCad)..... 83

FIGURE IV.17 : Plusieurs vues de plan architectural 3D de Centre de recherche où laboratoire (Logiciel ArchiCad) 84

FIGURE IV.18 : Plan architectural 3D de le ferme crevetticole (Logiciel ArchiCad) 85

FIGURE IV.19 : Autre vue de plan architectural 3D de la ferme crevetticole (Logiciel ArchiCad)..... 84

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I :

Tableau I. 01 : Les 5 premier producteur dans la production aquacole mondiale (FAO, 2024) ...	5
Tableau I. 02 : Les principes espèces des crevettes produit dans le monde (FAO, 2022)	8
Tableau I. 03 : Composition biochimique du biofloc selon différents auteurs.	12

Chapitre II :

Tableau II. 01 : Description macroscopique des stades de maturité des ovaires chez les femelles de <i>Penaeus kerathurus</i> selon Farmer (1974) et microscopique selon Medina et al. (1996) et Santos et al. (2007).....	19
--	----

Chapitre IV :

Tableau IV.01 : Paramètres Zootechniques et Dimensionnement du Cheptel pour une Production de 100 Tonnes/An.....	37
Tableau IV.02 : Paramètres de production des microalgues	44
Tableau IV.03 : Choix des tubes PVC selon les débits d'eau.....	57
Tableau IV.04 : Protocole d'alimentation pour les géniteurs.....	66
Tableau IV.05 : Séquence alimentaire en phase larvaire.....	67
Tableau IV.06 : Programme d'alimentation en nurserie et grossissement.....	68
Tableau IV.07 : Besoins estimés en aliments pour une production de 100 tonnes/an par phase	68
Tableau IV.08 : Besoins estimés en mélasse par phase.....	69
Tableau IV.09 : Paramètres environnementaux optimaux pour rotifères et artémia	74
Tableau IV.10 : Paramètres physico-chimiques recommandés en pré-grossissement biofloc	76
Tableau IV.11 : Paramètres Physico-chimique en phase de grossissement	78
Tableau IV.12 : Répartition des effectifs de la ferme.....	82

Chapitre V :

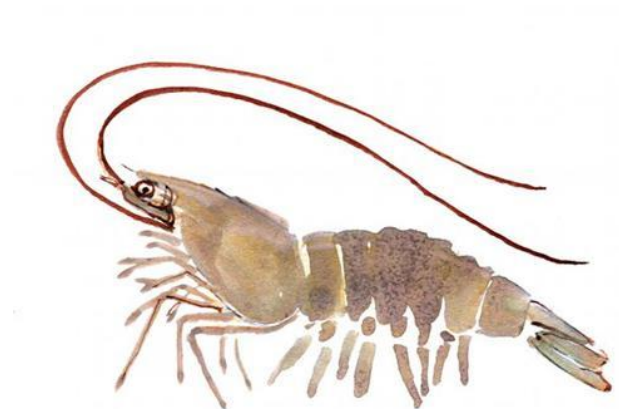
Tableau V.1 : Investissements en Infrastructure et Amortissements	88
Tableau V.02 : Investissements en Équipements et Amortissements.....	89

Tableau V.03 : Récapitulatif de l'Investissement Total	89
Tableau V.04 : Structure de Financement du Projet	90
Tableau V.05 : Charges Variables Annuelles	90
Tableau V.06 : Masse Salariale et Autres Charges Fixes Annuelles	91
Tableau V.07 : Composition du Chiffre d'Affaires Annuel	91
Tableau V.08 : Compte de Résultat Prévisionnel sur 5 Ans	92
Tableau V.09 : Plan de Trésorerie sur les Premières Années	93
Tableau V.10 : Indicateurs de Rentabilité du Projet	93

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviation	Signification
SPF	Specific Pathogen Free
CNRDPA	Centre National de la Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture
KOICA	Korea International Corporation Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
DPA	Direction de la Pêche et de l'Aquaculture
DGPEEI	Direction Générale des Politiques Économique, Européenne et Internationale
NH₄⁺	Ammoniac
NO₂⁻	Nitrite
NO₃⁻	Nitrate
pH	Potentiel Hydrogène
PL	Post-larve
RAS	Recirculating Aquaculture System
MPRH	Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques
TAA	Trans American Aquaculture
VF	Versement Forfaitaire
IBS	Impôt sur le Bénéfice des Sociétés
TAIC	Taux d'Activité industrielle et commerciale
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
BFT	Bio-Floc Technologie
C/N	Rapport carbone/azote
HP	Horse-Power
SGR	Specific Growth Rate
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
PLC	Programmable Logic Controllers
T	Température
VAN	Valeur Actuelle Nette
TRI	Taux de Rentabilité Interne
ROI	Return On Investment
ppt	Partie Per Trillion

Introduction Générale



Introduction Générale

Dans un contexte mondial marqué par une croissance démographique soutenue et une demande croissante en produits aquatiques, l'aquaculture s'est imposée au cours des dernières décennies comme un pilier incontournable de la sécurité alimentaire et du développement économique. Face à la stagnation des pêches de capture, ce secteur connaît une expansion remarquable, au point de dépasser aujourd'hui la pêche traditionnelle dans l'approvisionnement mondial en produits de la mer (**FAO, 2022**). L'aquaculture contribue non seulement à diversifier les sources de protéines animales pour l'humanité, mais elle représente également un levier économique majeur pour de nombreuses régions, particulièrement côtières.

Parmi ses différentes filières, la crevetticulture occupe une place de choix en raison de sa forte valeur commerciale et de son essor rapide depuis les années 1970 (**AquaPortail, 2010**). Toutefois, l'intensification des systèmes de production traditionnels a révélé des limites importantes. Celles-ci incluent une consommation excessive d'eau, des rejets d'effluents riches en nutriments entraînant des impacts environnementaux négatifs, ainsi qu'une vulnérabilité accrue des élevages aux maladies. Ces contraintes soulignent la nécessité impérieuse d'innover pour concilier de manière efficace performance zootechnique, viabilité économique et durabilité écologique.

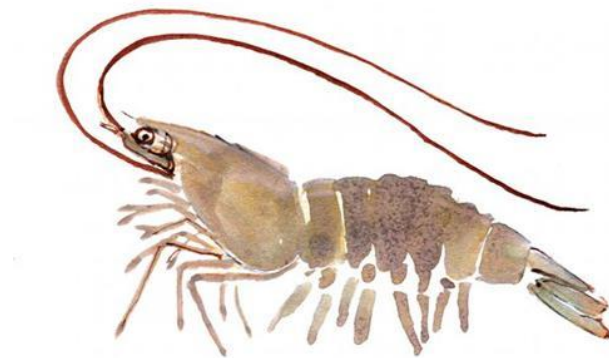
Dans cette perspective, la technologie biofloc émerge comme une solution particulièrement prometteuse, transformant les déchets azotés en une biomasse microbienne riche en protéines, directement assimilable par les crevettes (**Wasiolesky et al., 2006**). Ce procédé permet non seulement de réduire drastiquement les rejets d'effluents, mais aussi d'améliorer la biosécurité et de fournir un complément alimentaire naturel, optimisant ainsi la performance des élevages.

Le présent mémoire s'inscrit pleinement dans cette dynamique d'innovation en proposant la conception complète d'une ferme de crevetticulture moderne. Ce projet est spécifiquement dédié à l'espèce « *Penaeus kerathurus* » (la crevette caramote) et s'appuie intégralement sur la technologie biofloc. Endémique de la Méditerranée et de l'Atlantique Est, cette espèce présente un potentiel aquacole considérable encore peu exploité en élevage contrôlé (**Noël et al., 2021**). L'objectif est de démontrer la faisabilité technique, économique et environnementale d'un tel système d'élevage, en apportant un modèle de production performant, rentable et durable.

Pour atteindre cet objectif ambitieux, ce travail est structuré en cinq chapitres distincts :

- **Chapitre I :** Ce chapitre présentera un état de l'art approfondi sur l'aquaculture mondiale et analysera en détail la technologie biofloc, incluant ses principes fondamentaux, ses avantages opérationnels et ses limites potentielles.
- **Chapitre II :** Ce chapitre est consacré à l'étude détaillée de l'espèce « *Penaeus kerathurus* », portant sur sa biologie, son écologie et ses besoins spécifiques en matière d'élevage afin de définir les paramètres optimaux.
- **Chapitre III :** Ce chapitre aborde la planification et l'étude de faisabilité nécessaires à la création d'un établissement aquacole, en détaillant le cadre réglementaire et les étapes clés d'un projet.
- **Chapitre IV :** Constituant le cœur technique de ce travail, ce chapitre présentera l'étude technique complète du projet. Il détaillera la stratégie de création (de l'idée à la planification), le dimensionnement des infrastructures (bassins, équipements) et la conception détaillée de toutes les unités de la ferme (écloserie, grossissement, traitement de l'eau, production d'aliments vivants) pour atteindre l'objectif de production fixé.
- **Chapitre V :** Enfin, ce chapitre visera à réaliser une évaluation économique et financière du projet, intégrant les coûts d'investissement, les revenus prévisionnels et les indicateurs de rentabilité.

Chapitre I: Généralités



1. L'aquaculture

L'aquaculture, pratique ancienne désormais essentielle à la production alimentaire mondiale, vise à répondre à la demande croissante en protéines tout en réduisant la pression sur les ressources marines sauvages. Elle englobe l'élevage de poissons, mollusques, crustacés et algues dans des environnements contrôlés ou semi-contrôlés. Selon la **FAO (2022)**, elle a un impact majeur sur la croissance économique et la sécurité alimentaire. Le terme « culture » reflète l'intervention humaine active, à travers l'alimentation et la protection contre les prédateurs, pour optimiser la production.

1.1. Aquaculture mondiale

L'aquaculture mondiale a connu une expansion remarquable ces dernières décennies, devenant un pilier de la sécurité alimentaire avec une croissance moyenne de 3,2% par an entre 1950 et 2022. Cette croissance a permis d'atteindre un jalon historique en 2022, lorsque la production aquacole d'animaux aquatiques (94,4 millions de tonnes) a dépassé pour la première fois celle de la pêche de capture (91 millions de tonnes). La valeur économique de cette production s'élevait à 312,8 milliards de dollars en 2022, démontrant l'importance cruciale de ce secteur dans l'économie alimentaire mondiale (**FAO, 2024**).

Cette croissance exponentielle est illustrée par le graphique ci-dessous, qui montre l'évolution de la production aquacole mondiale par grands groupes d'espèces entre 1990 et 2022 (**FAO, 2024**).

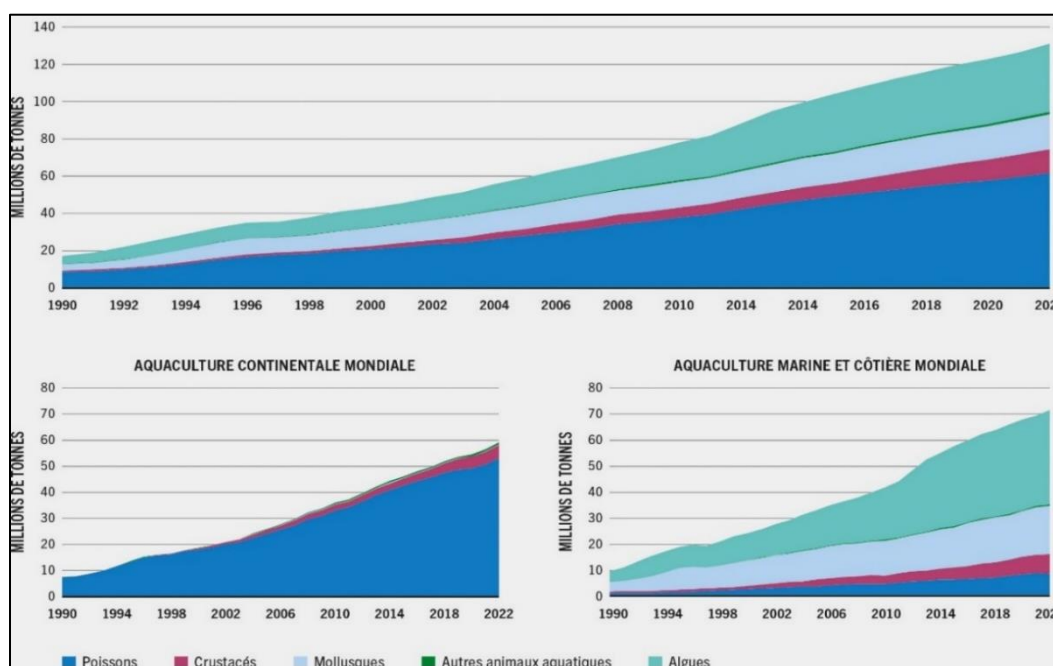


FIGURE I. 01 : Production Aquacole Dans Le Monde, 1990-2022 (FAO, 2024)

Cette expansion est géographiquement très concentrée, le continent asiatique étant le moteur incontesté avec près de 90% de la production mondiale. La Chine domine largement, assurant à elle seule plus de 56% du volume total, suivie par d'autres acteurs majeurs comme l'Inde, le Vietnam et l'Indonésie. La croissance du secteur est principalement tirée par l'élevage de poissons, suivi par celui des crustacés puis des mollusques, tandis que les contributions des autres continents restent plus modestes (FAO, 2024).

Comme l'illustre le tableau ci-dessous, la production aquacole mondiale est massivement dominée par les pays asiatiques. La Chine, à elle seule, assure plus de 56% de l'offre mondiale, tandis que cinq autres pays de la région figurent également parmi les dix premiers producteurs (FAO, 2024).

Tableau I. 01 : Les 5 premier producteur dans la production aquacole mondiale (FAO, 2024)

Producteur	Part total mondial (%)
Chine	56,01
Inde	10,84
Indonésie	5,73
Viet Nam	5,47
Bangladesh	2,89

L'aquaculture regroupe différents systèmes, de l'aquaculture continentale à la mariculture, cette dernière ayant produit 71,1 millions de tonnes en 2022, dont une part importante d'algues. Son avenir repose sur une intensification durable grâce à des innovations comme le biofloc (BFT) et les systèmes en recirculation (RAS), qui permettent d'accroître la productivité tout en limitant l'impact environnemental (FAO, 2024).

1.2. Aquaculture en Algérie

En Algérie, l'aquaculture reste récente mais bénéficie d'un fort potentiel grâce à ses 2 143 km de littoral et ses ressources en eau intérieures. Après les premières initiatives en 1921 à Bou-Ismaïl, son essor moderne a débuté avec la création du MPRH en 1999 et la stratégie lancée dans les années 2000. La production est ainsi passée de 454 tonnes en 2001 à près de 4 800 tonnes en 2021 (Taguemount et al., 2023). Toutefois, le secteur demeure limité, couvrant moins de 10 % de la consommation nationale et représentant une part marginale aux niveaux africain et mondial (MPRH, 2021 ; Taguemount et al., 2023)

- **Diversification du secteur** : L'Algérie développe une aquaculture variée, incluant l'élevage en eaux douces et saumâtres (carpes, mullets), la pisciculture marine en cages flottantes (bar, daurade) et la conchyliculture (moules, huîtres) (Taguemount et al., 2023).
- **Objectifs de production** : La stratégie nationale vise 15 000 tonnes en 2023 et à long terme 200 000 tonnes (pêche et aquaculture combinées), afin de répondre aux besoins croissants et de compenser le déclin des ressources halieutiques (MPRH, 2023).
- **Croissance des infrastructures** : En 2023, l'Algérie comptait 51 fermes d'eaux douces et 42 fermes marines, tandis que 52 nouveaux projets étaient en cours de réalisation (MPRH, 2023).
- **Augmentation des intrants** : Le nombre d'alevins introduits en cages flottantes est passé de 19 millions en 2022 à 21,5 millions en 2023, confirmant l'intensification de la production (MPRH, 2023).



FIGURE I. 02 : Localisation des principales exploitations marines le long des côtes algériennes. (Taguemount et al, 2023) **Jaune** : piscicultures, **vert** : conchyliculture, **bleu** : élevages de crevettes.

2. Crevetticulture

La crevetticulture, branche spécialisée de l'aquaculture dédiée à l'élevage de crevettes d'eau douce ou d'eau de mer (AquaPortail, 2025 ; VetoFish, 2013), inclut notamment la pénéculture axée sur les espèces marines de la famille des Penaeidae telles que la crevette impériale (AquaPortail, 2025; VetoFish, 2013.b). Cette activité peut être pratiquée dans des environnements contrôlés (fermes aquacoles en intérieur) ou semi-ouverts (zones côtières) selon les besoins spécifiques des espèces cultivées (AquaPortail, 2025).

Le processus de production s'articule autour de trois phases essentielles :

- Les écloseries pour l'élevage larvaire en conditions contrôlées,
- Les nurseries pour la préparation des jeunes crevettes,
- Les bassins de grossissement où les crevettes atteignent leur taille commerciale.

2.1. Crevetticulture mondiale

À l'échelle mondiale, la crevetticulture a émergé dans les années 1960-1970, stimulée par la forte demande aux États-Unis, au Japon et en Europe (Chim et al., 2002 ; Chamberlain, 2010). Historiquement pratiquée en Asie dans des lagunes avec des juvéniles sauvages, elle a connu une révolution dans les années 1970 grâce à la domestication et à la maîtrise de la reproduction en captivité. Aujourd'hui, la production repose surtout sur les crevettes marines en zones saumâtres, devenues un pilier pour de nombreux pays en développement d'Asie et d'Amérique latine (FAO, 2022).

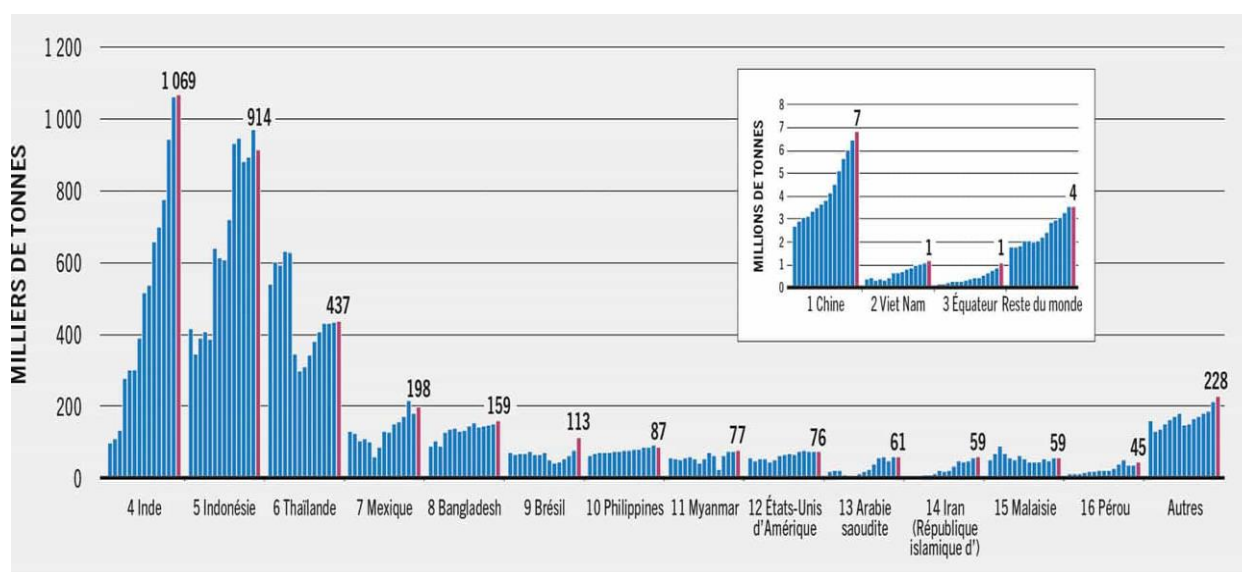


FIGURE I. 03 : Production mondiale de crustacés dans le secteur de l'aquaculture, 2008-2022 (FAO, 2024)

Les crustacés constituent 8,7 % de l'aquaculture continentale mondiale, dont 66,9 % sont des crevettes (62,6 % pénaéides et 4,7 % d'eau douce) (FAO, 2024). La production est dominée par l'Asie (80,1 % en 2017), avec la Chine, la Thaïlande, le Vietnam, l'Indonésie, l'Inde et le Bangladesh en tête. En Amérique latine, l'Équateur, le Brésil, le Guatemala et le Mexique jouent un rôle majeur, tandis que Madagascar se distingue par une production extensive de qualité. La Thaïlande est le premier exportateur mondial et le Guatemala un pionnier de l'intensification (AquaPortail, 2025).

La crevette blanche du Pacifique (*Litopenaeus vannamei*) occupe une place prédominante, représentant environ 76 % de la production mondiale et générant en 2014 une valeur estimée à 23,6 milliards USD (FAO, 2016). Sa production, majoritairement issue de l'aquaculture, dépasse 45 % de l'ensemble des crevettes mondiales. Bien que reposant sur une diversité génétique limitée, son cycle de vie court offre de grandes perspectives d'amélioration génétique en matière de croissance, de résistance aux maladies et de rendement (AquaPortail, 2025).

Tableau I. 02 : Les principales espèces des crevettes produites dans le monde (FAO, 2022)

Nom scientifique	Espèce	Part total mondial (%)
Crevette à pattes blanches	<i>Litopenaeus vannamei</i>	~72%
Crevette géante tigrée	<i>Penaeus monodon</i>	~15%
Crevette kuruma	<i>Marsupenaeus japonicus</i>	~5%
Crevette bleue	<i>Penaeus stylirostris</i>	~3%
Crevette royale	<i>Penaeus kerathurus</i>	<1%

2.2. Crevetticulture en Algérie

La crevetticulture demeure une activité marginale en Algérie malgré plusieurs initiatives de développement. Deux projets pilotes principaux ont été lancés à Skikda et Ouargla, mais aucun n'a atteint un stade de production commerciale significatif (Taguemount et al., 2023).

➤ Projets et initiatives:

- **Projet de Skikda (2011)** : Collaboration algéro-coréenne sur 15 hectares comprenant station de reproduction, laboratoire et huit bassins d'élevage (CNRDPA, 2016). En 2023, un budget de 22 millions de dinars a été alloué pour la relance du projet :
 - Production d'1 million de post-larves de *Marsupenaeus japonicus* (2011)
 - Grossissement de 800 kg de crevettes japonaises (pm = 13g)
 - Production de 3 millions de post-larves de *Penaeus kerathurus* avec repeuplement naturel de 2,5 millions en 2012.
 - Production d'1 million de post-larves et 700 kg de crevettes (pm = 14g) en 2013.

- **Ferme pilote de Ouargla** (2015-2016) : Située à Hassi Ben Abdellah, axée sur le grossissement dans le cadre de la coopération algéro-coréenne, résultats commerciaux limités (CNRDPA, 2016)
 - **Projet de Boumerdes** (2016) : Cultivation de *Litopenaeus vannamei*, encore en phases administratives et financières sans production commerciale (Taguemount et al., 2023; Imene.A, 2019)
 - **Partenariat TAA-Aqua Continentale** (2022) : Protocole d'entente pour une ferme à Relizane visant 1000 tonnes de production destinées au marché local et à l'exportation européenne (Ambassade des États-Unis en Algérie, 2022)
- **Contraintes principales:**
- Dépendance aux importations pour intrants essentiels (nauplii, larves, aliments)
 - Conditions naturelles défavorables (températures variables, manque d'eau en zones désertiques)
- **Potentiel économique:**
- Produit haut de gamme avec opportunités d'exportation et diversification économique
 - Création d'emplois dans zones côtières et désertiques
 - Renforcement de la sécurité alimentaire par réduction de la dépendance aux importations et accès aux protéines de haute qualité

3. Bio-floc et aquaculture

La technologie Bio floc (BFT) est une technique d'aquaculture respectueuse de l'environnement basée sur la production de micro-organismes in situ. Le floc bactérien est défini comme étant une macro agrégat riche en sources protéiniques et lipidiques naturelles disponibles in situ 24 heures par jour (Avnimelech, 2007).

3.1. Principe de l'élevage en bio-floc :

La base de l'élevage de biofloc est la croissance d'une population diversifiée de microorganismes (microalgues, zooplancton et bactéries) dans la colonne d'eau. Ces microorganismes agissent comme un filtre biologique naturel, décomposant la matière organique excrétée et éliminant les composés azotés toxiques des crevettes.

Grâce aux bactéries hétérotrophes, elles non seulement purifient l'eau mais servent également de complément alimentaire riche en nutriments essentiels, y compris les protéines. Le rapport carbone/azote (C/N) de l'environnement est ajusté entre 10 :1 et 22 :1 pour soutenir leur croissance, souvent en ajoutant des sources de carbone comme l'amidon ou le verre (Avnimelech, 2009).

L'utilisation d'aliments artificiels faibles en protéines peut également augmenter ce rapport. Par exemple, des aliments contenant 30 % et 40 % de protéines affichent respectivement des rapports C/N de 13 :1 et 8 :1 (Avnimelech, 1999). Ce système nécessite peu ou pas de renouvellement d'eau mais doit être constamment oxygéné et mélangé pour maintenir les micro-organismes en suspension. Un schéma explicatif de ce fonctionnement est présenté dans la Fig. I.04.

Pour le bon fonctionnement du système de floculation bactérienne, certaines conditions sont à respecter (Oudainia, 2017) :

- Une densité de stockage élevée.
- Forte aération et mixage, pour maintenir le floc actif en suspension, en positionnant correctement les aérateurs.
- L'étang doit être construit en dur ou en HDPE.
- Aliment granulé de bonne qualité.
- Source de carbone disponible et peu coûteuse, comme la mélasse.

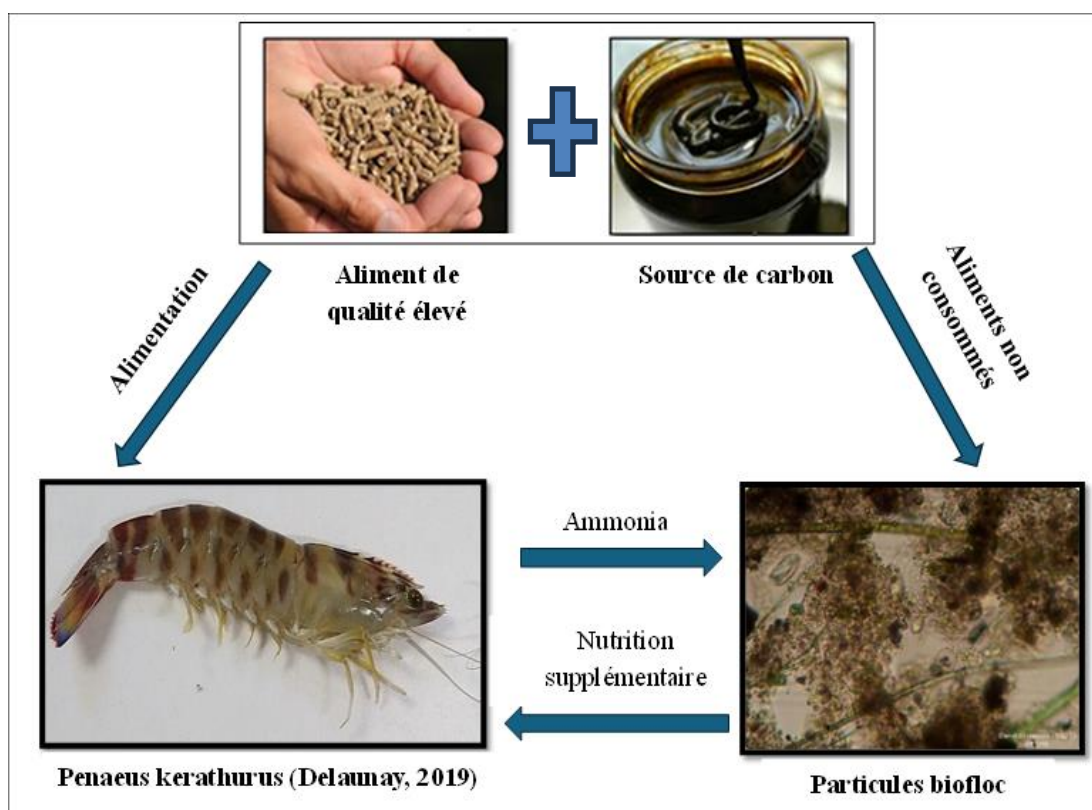


Figure I. 04 : Représentation schématique du fonctionnement d'un système d'élevage en biofloc

3.2. Espèces des crustacés candidates au système bio-flocs :

Le facteur de base qui contribue directement à la réussite de l'élevage dans un milieu BFT est le choix de l'espèce appropriée à élever. Le système bio floc est conforme aux espèces qui sont capables de dériver des avantages des nutriments de la consommation directe du floc. Ce système est valable pour les espèces qui tolèrent une concentration des matières en suspension élevées (MES =10-15mg/L). L'espèce candidate doit montrer certaines tolérances vis-à-vis certaines qualités de l'eau et surtout aux fluctuations d'oxygène entre 3 et 6 mg/L (HAMDI Ayoub, 2018).

3.3. Intérêt du système bio-floc en aquaculture :

Le système biofloc repose sur des microorganismes jouant trois rôles essentiels : **améliorer la qualité de l'eau** en absorbant les composés azotés, **fournir une source de nutrition** réduisant le taux de conversion alimentaire (FCR) et les coûts, et enfin, **limiter le développement d'agents pathogènes** (Emerenciano et al., 2017).

➤ Avantages

- **Réduction des coûts alimentaires** : jusqu'à 37–40 % de l'alimentation des crevettes assurée par les flocs microbiens (Cardona, 2015).
- **Meilleures performances zootechniques** : survie, croissance et reproduction accrues, avec des taux de survie augmentés de 45 à 136 % par rapport aux systèmes classiques (Cardona, 2015).
- **Santé renforcée** : rôle probiotique améliorant l'immunité et la résistance aux maladies (Cardona, 2015).
- **Durabilité environnementale** : réduction des rejets et recyclage des nutriments (Cardona, 2015).
- **Productivité élevée** : rendements atteignant jusqu'à 25 t/ha/an (Cardona, 2015).

➤ Inconvénients

- **Gestion exigeante et Complexité technique** : nécessité d'un suivi permanent de l'oxygène dissous, du pH et de la température (Hamdi, 2018). De plus, la maîtrise des communautés microbiennes requérant une expertise spécialisée (Cardona, 2015).
- **Investissement initial important** : équipements coûteux (aérateurs, filtres, etc.) (Hamdi, 2018).

3.4. Les principaux groupes de micro-organismes associés au floc :

Les principaux groupes de micro-organismes incluent :

- **Bactéries** : représentent la majeure partie de la biomasse, décomposent les déchets azotés et produisent des composés bioactifs favorables à la santé des crevettes (**Cardona, 2015**).
- **Champignons** : Bien que moins étudiés, ils enrichissent la biodiversité microbienne et favorisent la décomposition de la matière organique (**Hamdi, 2018**).
- **Microalgues** : Par la photosynthèse, elles apportent de l’oxygène, des acides gras essentiels et des pigments favorables à la croissance des crevettes (**Cardona, 2015**).
- **Zooplancton** : Comprenant rotifères, copépodes et nauplii d’*Artemia*, ils constituent une source alimentaire riche en protéines pour les larves et juvéniles (**Hamdi, 2018**).

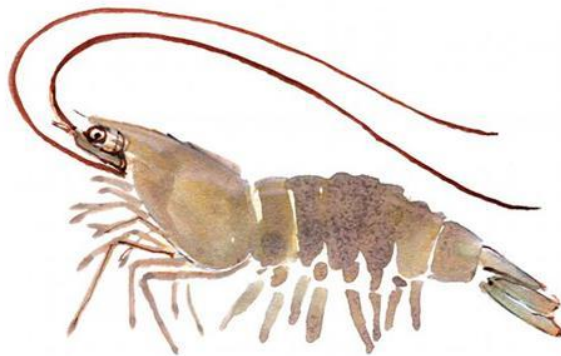
3.5. Composition et la valeur nutritive du floc

La valeur nutritionnelle du biofloc répond généralement bien aux besoins des crevettes Pénéides (**Burford et al., 2004 ; Wasielesky et al., 2006 ; Ju et al., 2008b ; Xu et Pan, 2013a**). Cependant, cette valeur nutritionnelle est très variable suivant le système de biofloc (tableau I.03) et pour un même système, elle évolue avec le temps.

Tableau I. 03 : Composition biochimique du biofloc selon différents auteurs. Résultats exprimés en % de matière sèche

Auteurs	Protéines brutes (%)	Lipides (%)	Carbohydrates (%)	Cendres (%)
McIntosh et al. (2000)	43	12,5	-	26,5
Tacon et al. (2002)	31,2	2,6	-	28,2
Wasielesky et al. (2006)	31,07	0,49	23,59	44,85
Azim et Little (2008)	37,93-38,41	3,16-3,23	-	11,83-13,38
Megahed (2010)	19,8-20,1	11,6-11,9	-	-
Xu et Pan (2012)	25,61-31,14	2,17-2,66	-	27,12-38,87
Becerra-Dórame et al. (2012)	17,5	6,5	34,9	41,1

CHAPITRE II :
*La biologie et l'écologie
de l'espèce*



1. Nomenclature :

Nom scientifique préféré : *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775)

Nom commun préféré : Caramote prawn

Autre nom scientifique *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775) (Noël et al, 2021)

➤ **Noms communs internationaux :** (Noël et al, 2021)

- **Algérie:** Gambarodché, Caramote
- **Anglais :** Tiger shrimp, striped shrimp
- **Spanish :** Camarón langostino
- **French :** crevette rose de la Méditerranée

2. Systématique :

- **Régner :** Animalia
- **Embranchement :** Arthropoda.
- **Sous Embranchement :** Crustacea (Brünnich, 1772).
- **Classe :** Malacostraca (Latreille, 1802).
- **Super Ordre :** Eucarida (Calaman, 1904).
- **Ordre :** Decapoda (Latreille, 1802).
- **Famille :** Penaeidea (Rafinesque, 1815).
- **Genre :** *Penaeus* (Perez Farfante, 1969).
- **Espèce :** *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) (WoRMS)

3. Origine et distribution :

La caramote « *Penaeus kerathurus* » présente une distribution géographique étendue couvrant l'ensemble du bassin méditerranéen jusqu'en mer de Marmara (**Fig II.01**), ainsi que l'Atlantique oriental depuis l'Angola jusqu'au Portugal (**d'Udekem d'Acoz, 1999**). Dans l'Atlantique oriental, l'espèce est présente sur les côtes camerounaises, sénégalaises, mauritaniennes, marocaines et espagnoles (**Heldt, 1954**), avec des observations occasionnelles mais rares au sud de l'Angleterre (**Noël et al., 2014 ; Noël et al., 2021**).

Cette espèce typique des zones côtières et des eaux saumâtres colonise préférentiellement les fonds sableux ou sablo-vaseux à des profondeurs variant entre 0,5 et 90 mètres, avec une prédilection pour la zone située entre 5 et 40 mètres sous la surface. Exceptionnellement, des individus ont été observés dans le détroit de Sicile à des profondeurs remarquables de 100 à 640 mètres (Noël et al., 2021).



FIGURE II.01 : Distribution de *Penaeus kerathurus* dans le monde (Modifiée par Jaziri, 2017)

4. Morphologie externe :

Les crevettes péneïdées possèdent un corps métamérisé divisé en tête, thorax et abdomen, ce dernier terminé par un telson triangulaire (Fig II.02). La tête et le thorax forment le céphalothorax, et l'un des caractères distinctifs est le rostre, court, muni de 8 à 13 dents dorsales et d'une ventrale, servant à l'identification des espèces (FAO, 2009 ; Noël et al., 2021).

- **Appendices:**

- Les trois premières paires de péréiopodes portent des pinces utilisées pour la défense, l'alimentation et les comportements nuptiaux.
- Les antennes et antennules remplissent un rôle sensoriel essentiel (équilibre, orientation, détection des proies et prédateurs) grâce à leurs cellules gustatives et olfactives (AZZABAKHTI, s.d).
- L'abdomen compte six segments portant des pléopodes, sauf le dernier, terminé par le telson et l'uropode, permettant une nage rapide par propulsion arrière (Noël et al., 2021).

- **Taille** : les mâles atteignent jusqu'à 18 cm (moyenne 11–14 cm) et les femelles 22,5 cm (moyenne 13–17 cm) (Noël et al., 2021).
- **La couleur** : la teinte principale est beige, variant selon l'état physiologique, le régime, l'environnement ou les pigments naturels. L'extrémité caudale est bleutée avec des soies rouges, des bandes sombres sur les flancs et des appendices jaunâtres (Noël et al., 2021).

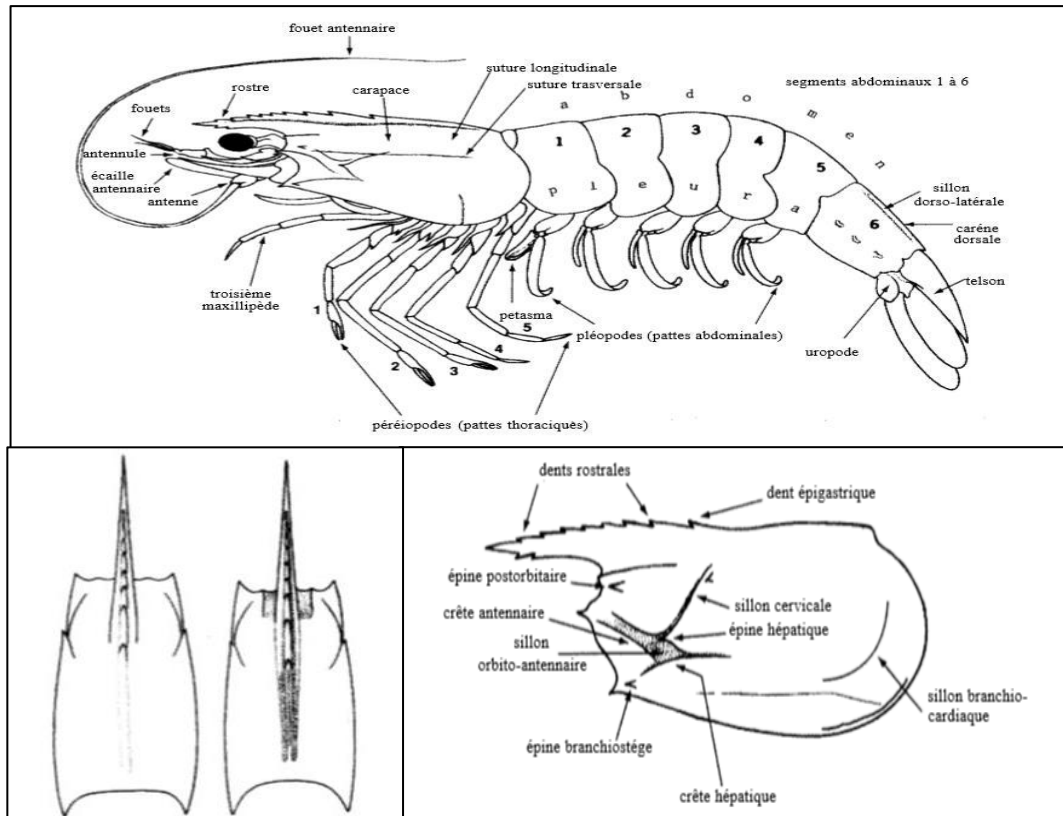


FIGURE II.02 : Anatomie externe de la crevette pénéidées (AZZABAKHTI, n.d)

5. Régime alimentaire :

Le caramote est un prédateur opportuniste qui se nourrit surtout de mollusques, crustacés et polychètes (Noël et al., 2021). Les études disponibles en Méditerranée sont limitées et reposent principalement sur des travaux anciens (Heldt, 1938 ; Ben Mustapha, 1967), complétés par une recherche récente en mer Égée sur 145 adultes et 148 juvéniles (Karani et al., 2005).

- **Adultes** : régime diversifié dominé par les crustacés, mollusques et polychètes.
- **Juvéniles** : alimentation diversifiée mais avec une préférence marquée pour les crustacés et une activité nutritionnelle plus intense.

6. Cycle biologique :

Le cycle biologique des pénéidées, largement décrit dans la littérature, comporte trois grandes phases (**Dakin, 1938 ; Linder et Anderson, 1954 ; Fujinaga, 1955 ; Mistakidis, 1969 ; Dall et al., 1990**) :

- **Phase larvaire méroplanctonique/planctonique** : développement des stades nauplius, protozoé et mysis en milieu océanique.
- **Phases post-larvaires et juvéniles** : installation dans les estuaires avec un passage progressif du mode pélagique au mode benthique.
- **Phase reproductive** : migration des géniteurs vers des eaux plus profondes où se déroulent accouplement et ponte (**Pham, 2011**).

Ces étapes s'accompagnent de transformations morphologiques, comportementales et alimentaires (**Wabete, 2005**). En Méditerranée, la maturité sexuelle est observée entre mai et juillet, avec une ponte plus précoce chez les femelles âgées (**Noël et al., 2021**).

6.1. Dimorphisme sexuel :

Espèce gonochorique avec sexes séparés et gonades paires sous-cardiaques (**Heldt, 1954**). Différenciation par coloration (mâles : bandes roses sur fond chair ; femelles : bandes vert-bronze sur fond jaunâtre) et taille (maturité à 96 mm pour les mâles, 106 mm pour les femelles) (**Heldt, 1932**).

6.2. Maturation et reproduction :

Maturité sexuelle à 20g pour les mâles et 28g pour les femelles (6-7 mois). Production de 4 000 à 300 000 œufs pour une femelle de 30-45g (**Klaoudatos, 1978**). Accouplement et ponte en mer avec fécondation externe (**Indonesian water resources, s.d.**)

6.3. Développement larvaire :

Éclosion des nauplius après 10-12h, suivie de six stades nauplius vitellotrophes, trois stades zoé phytoplanctonivores, trois stades mysis carnivores, puis post-larves acquérant les caractéristiques adultes en 10-20 jours avec installation côtière.

6.4. Croissance et migration :

Croissance rapide en lagune (8-12 cm) où la nourriture abonde, puis migration vers la bande côtière, croissance marine de 8-12 mois avant reproduction. Cycle complet de 15 mois à l'état sauvage contre 9-10 mois en élevage, durée de vie de 2-3 ans (Castex, 2009)

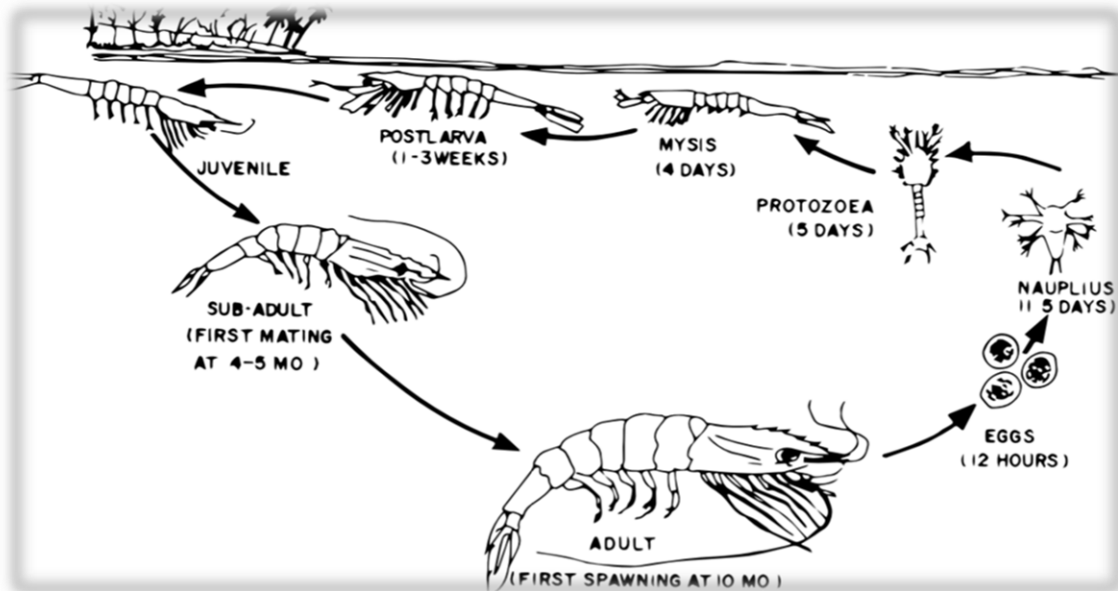


FIGURE II.03 : Cycle biologique des crevettes pénéidées (Apud et al, 1983)

7. La maturation :

7.1. Le système hormonal : l'épédonculation :

L'épédonculation consiste à supprimer ou inhiber le pédoncule oculaire par pincement, ligature, cautérisation, énucléation ou incision. Cette structure, reliée à un centre neurosécréteur sensible à la lumière, régule les hormones liées à la mue et à la reproduction. Chez les Pénéidés, cette technique permet d'accélérer et de déclencher la maturation sexuelle et la ponte (Pont, 1979).

7.2. La gonade :

La gonade mature présente une organisation symétrique comprenant trois lobes thoraciques, un céphalique et un abdominal. Sa couleur évolue au cours de la maturation : d'abord blanche et peu opaque, elle devient progressivement plus colorée selon les espèces. (Tableau II.02)

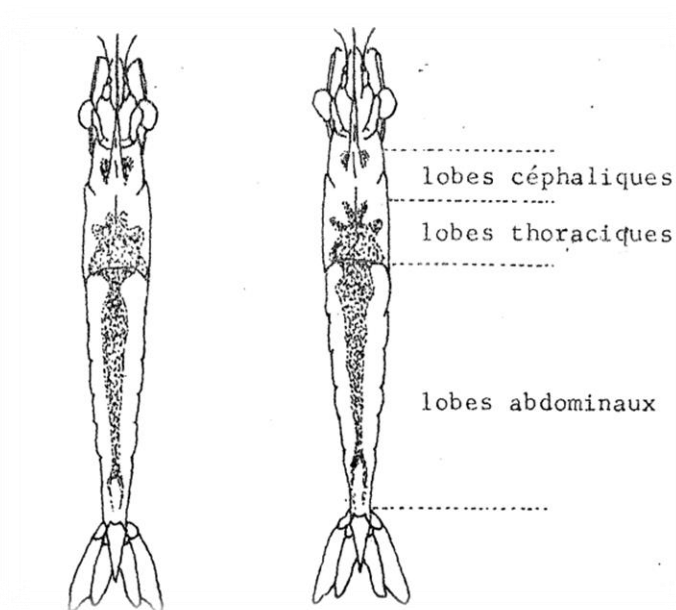


FIGURE II.04 : Ovaires murs vus par transparence (Pont, 1 979)

Tableau II. 01 : Description macroscopique des stades de maturité des ovaires chez les femelles de *Penaeus kerathurus* selon Farmer (1974) et microscopique selon Medina et al. (1996) et Santos et al. (2007).

Caractéristiques Macroscopiques	Stade de Maturité
De couleur blanc tachétée d'orange ; les ovaires sont filiformes, minces et bien séparés.	I Immature
De couleur blanc jaunâtre, les ovaires plus gonflés avec des ailes peu développées	II Development (Prévitellogénèse)
De couleur Jaunâtre les ovaires très gonflés avec des ailes développées	III Mature (vitellogénèse)
De couleur blanc tachétée en vert. ; les Ovaires deviennent étroits	V Repos et régression

7.3. La fécondation :

Cette espèce présente un dimorphisme sexuel marqué permettant l'identification du sexe (Ainouche, 2009) :

Chez les femelles présence d'un thélycum (réceptacle séminal) entre les bases des deux dernières paires de pattes thoraciques (Fig II.06), essentiel pour recevoir et conserver les spermatozoïdes (Ainouche, 2009).

Chez les males Présence d'un pétasma (organe copulateur) (Fig II.05) formé par la suture des endopodites de la première paire de pléopodes, intervenant dans le transfert des gamètes (Ainouche, 2009), et possession de deux spermatophores constitués d'une masse mucilagineuse et d'une structure chitineuse supportant la boule spermatique.

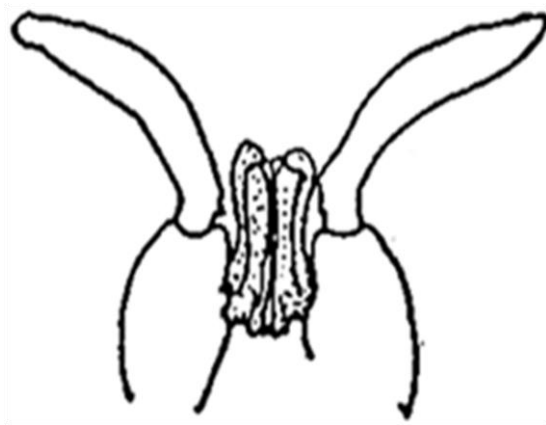


FIGURE II.05 : L'appareille génitale du Mâle (Pétasma) (FAO, s. d.)

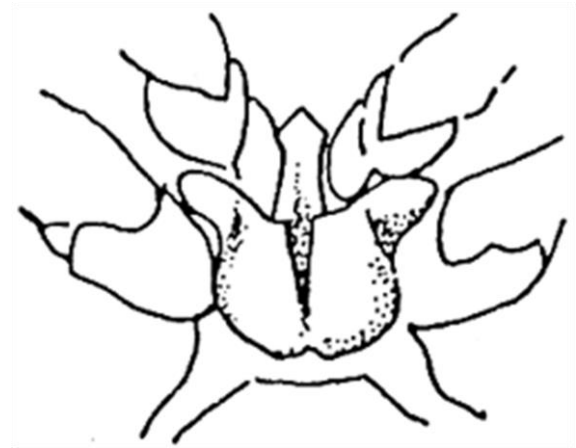


FIGURE II.06 : L'appareille génitale de la femelle (thélycum) (FAO, s. d.)

Le mode de fixation et de stockage des spermatophores est affecté par cette variation de forme du thélycum (ouverte où fermé), qui conditionne le processus de reproduction.

Chez « *Penaeus kerathurus* », le thélycum est ouvert : une carène ciliée située entre la 4^e et la 5^e paire de pattes thoraciques retient les spermatophores fixés par des amas muqueux (Fig. II.07). L'accouplement se produit surtout au crépuscule, et seules les femelles prêtes à pondre dans la nuit sont fécondées (Pont, 1979).



FIGURE II.07 : Organes génitaux chez la crevette (Tabb et al., 1972)

7.4. Comportement d'accouplement

Le processus d'accouplement se déroule en quatre phases distinctes sur une durée de 3 à 16 secondes (Yano et al., 1988), et les mâles identifient les femelles par contact antennaires (Pont, 1979):

- a. **Approche** : Mâle derrière la femelle au fond du bassin (Fig. II.9.a)
 - b. **Glissement** : Mâle rampe sous la queue de la femelle (Fig. II.9.b)
 - c. **Chasse** : Femelle nage rapidement vers le haut, mâle la poursuit (Fig. II.9.c)
 - d. **Accouplement** : Position ventre contre ventre pendant 1-2 secondes (Fig. II.9.d)
- **Répétition** : Jusqu'à 3 tentatives avec la même femelle si le transfert échoue (Yano et al., 1988).

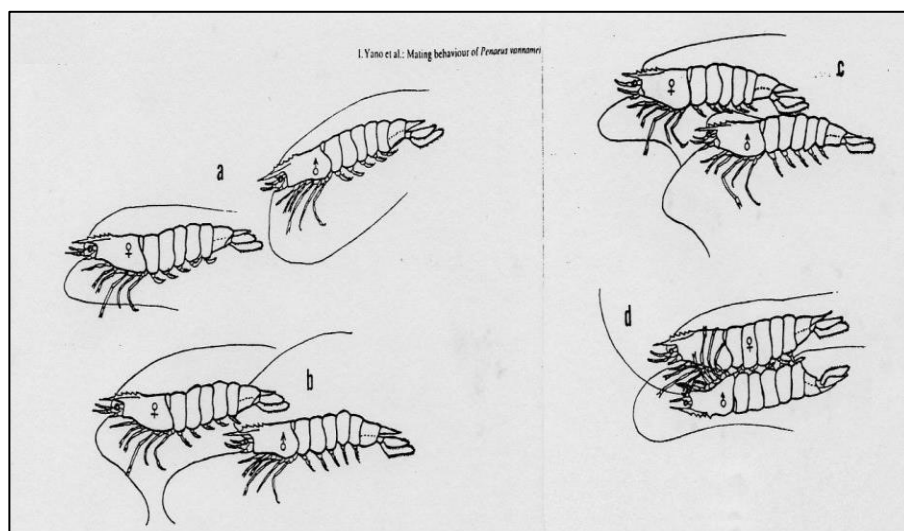


FIGURE II.08 : Comportement de l'accouplement de crevette pénéidées (Yano et al, 1988)

7.5. La ponte :

Lors de la ponte, une femelle peut produire plusieurs centaines de millions d'œufs qui se déposent au fond de l'eau. Après environ 18 heures de développement embryonnaire, les larves entament leur cycle de transformation, principalement dans les eaux profondes des golfes (**François, 2003 ; Katie et al., s.d.**).

7.6. Nauplius :

Le stade Nauplius est marqué par un œil médian unique et trois paires d'appendices natatoires. Dépourvues de bouche, ces larves se nourrissent de leurs réserves vitellines. Elles passent par six sous-stades d'environ 6 heures chacun, avec une légère augmentation de taille à chaque mue. Leur déplacement reste limité et peu contrôlé (**Home. Pure & Simple - Kauai Shrimps, s.d. ; François, 2003 ; Katie et al., s.d.**).

7.7. Zoé :

Au stade Zoé, les larves développent des yeux pédonculés, un corps segmenté et un telson orné de soies (**Home. Pure & Simple - Kauai Shrimps, s. d.**). Elles consomment des microalgues et du zooplancton. Trois stades successifs peuvent être observés ; **Zoé I** : Les yeux pédonculés ne sont pas encore formés. **Zoé II** : Un rostre et deux yeux pédonculés apparaissent. **Zoé III** : Un uropode biramé se développe. Chaque stade dure environ 24 h avec une augmentation progressive de la taille (**François, 2003**).

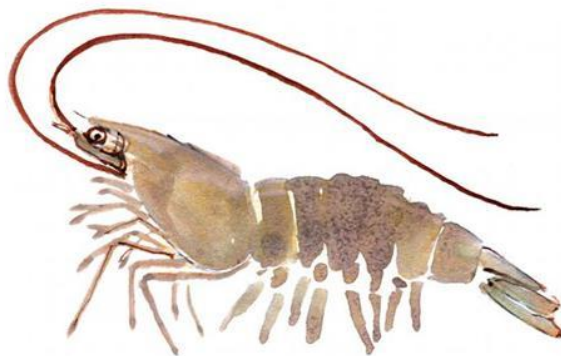
7.8. Mysis :

Le stade Mysis, d'une durée d'environ 3 jours, est marqué par le développement des pléopodes et une alimentation à base de phyto- et zooplancton. Ces larves, sensibles à la lumière, migrent vers les zones côtières et évitent les prédateurs en se tenant à l'écart de la colonne d'eau. Trois sous-stades se distinguent par la croissance progressive des pattes abdominales (**Home. Pure & Simple - Kauai Shrimps, s.d. ; Katie et al., s.d. ; François, 2003**).

7.9. Post-larves :

Les post-larves se rapprochent des eaux saumâtres et prennent progressivement l'aspect des adultes, avec des pléopodes et péréiopodes pleinement fonctionnels. Leur alimentation devient plus variée, incluant des débris organiques. Leur croissance et leur migration sont influencées par la température. Le principal changement avec le stade précédent est l'utilisation active des pléopodes pour la nage (**Katie et al., s.d. ; François, 2003**).

CHAPITRE III :
Planification et Étude de
Faisabilité d'un
Établissement Aquacole



1. Les étapes de création d'un établissement aquacole

Pour créer une exploitation, il est nécessaire de suivre plusieurs démarches administratives et de respecter des thématiques spécifiques imposées par la législation en vigueur. Une demande de concession doit être soumise à la direction de la pêche et des ressources halieutiques de la Wilaya. Cette demande doit impérativement inclure deux dossiers, l'un administratif et l'autre technique, chacun présenté en double exemplaire. Le contenu de ces dossiers est détaillé dans le cahier des charges.

Le cheminement du dossier est reporté sur le schéma suivant :

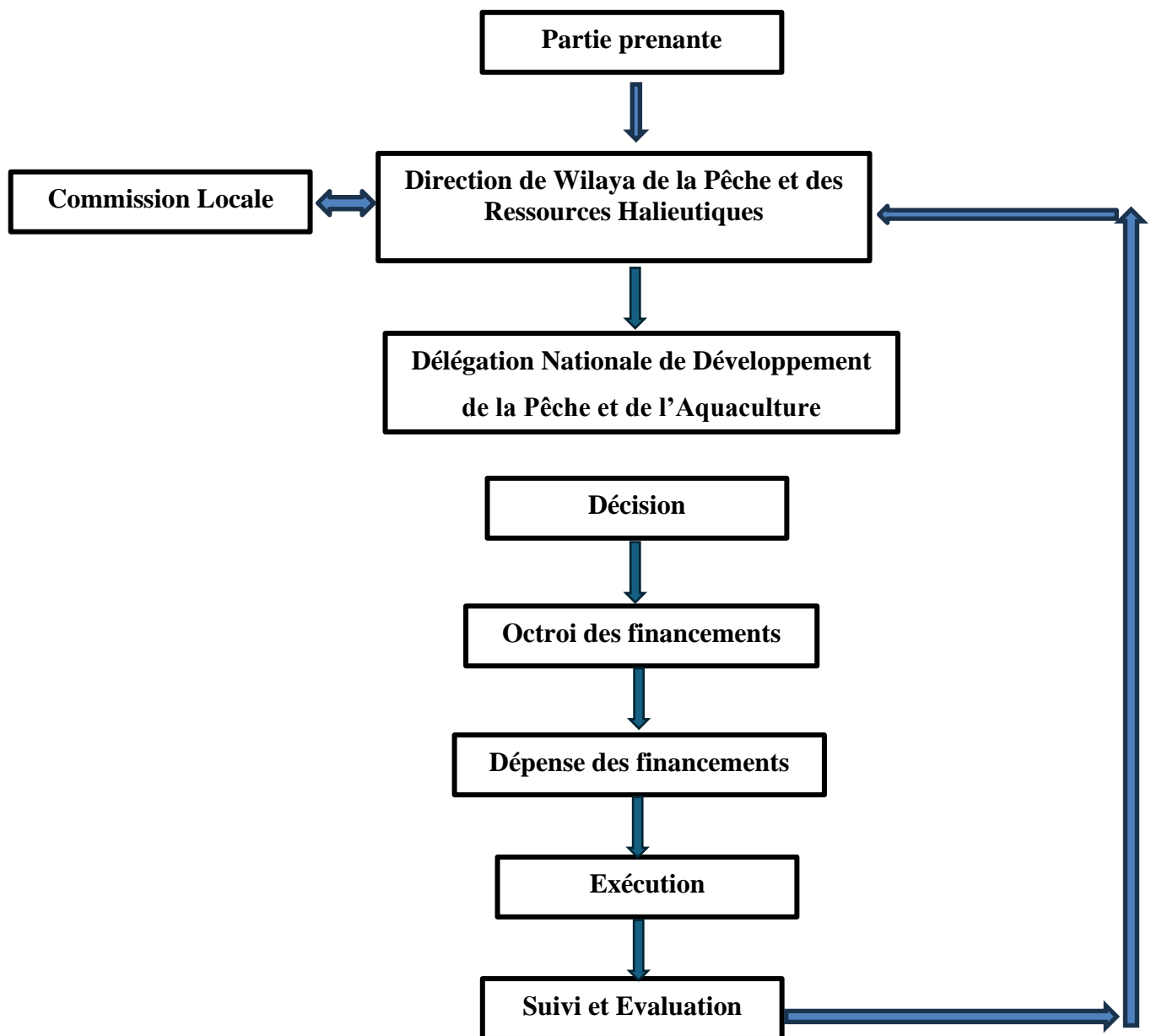


Figure III.01 : Parcours administratif pour la mise en place d'un établissement aquacole
(DPA, 2025)

2. Faisabilité technico économique des projet aquacoles

L'étude de faisabilité technico-économique consiste à établir un lien entre les besoins physiques du projet (infrastructures, équipements, etc.) et les ressources financières nécessaires (capital requis), dans le but de garantir la rentabilité du projet.

2.1. Choix des paramètres techniques (Faisabilité technique) :

Les techniques d'élevage en aquaculture ne sont pas encore totalement maîtrisées ni définitivement établies. En raison de l'interdépendance, de la diversité et de la complexité des cycles de production, les éleveurs disposent d'un large panel de stratégies, générant une multitude de résultats possibles.

La viabilité économique des entreprises est fortement, sinon significativement, impactée par la sensibilité des espèces aquatiques aux maladies, qui sont fréquemment liées à des paramètres zootechniques (**Calleja et al., 1995**).

De plus, certaines décisions peuvent limiter la capacité de l'ascenseur à s'adapter aux changements de l'industrie, le plaçant dans une position plus faible par rapport à ses concurrents, notamment en termes de coûts de production.

Par conséquent, la technique d'analyse approfondie du projet vise à identifier et à examiner minutieusement son fonctionnement tout en réalisant des simulations et des projections futures basées sur divers scénarios.

Selon Calleja et al. (1995), un certain nombre de paramètres cruciaux doivent être identifiés lors de cette analyse, tel que :

➤ L'espèce à élever

Le choix de l'espèce à élever est crucial pour l'éleveur, car le prix de revient du produit dépend non seulement des coûts d'élevage (achat d'alevins, salaires, etc.), mais aussi de critères biologiques spécifiques à chaque espèce. Plusieurs facteurs sont déterminants :

- La durée nécessaire pour obtenir un produit commercialisable ;
- Le taux de transformation alimentaire, qui mesure l'efficacité avec laquelle les espèces convertissent l'aliment ingéré en poids corporel. Un taux trop élevé rend l'élevage moins rentable ;
- La densité maximale supportable sans compromettre la croissance des poissons ;

- La rusticité de l'espèce, c'est-à-dire sa capacité à s'adapter à des conditions physico-chimiques variées, à supporter les manipulations (tri, traitement) et à s'ajuster aux différents systèmes d'élevage.

Ainsi, la réussite économique repose sur la biologie de l'espèce choisie, ainsi que sur les contraintes environnementales, qui influencent directement la rentabilité de l'activité (**Barnabé, 1991**).

➤ **Le site d'implantation (Qualité du site sélectionné)**

Les conditions naturelles d'un site devraient idéalement correspondre aux exigences biologiques élevées des espèces (**Barnabé 1991**). Les sites qui offrent constamment des conditions favorables permettent l'optimisation de la croissance et du taux de transformation nutritionnelle, car le taux de croissance des poissons est influencé par la température (par exemple, le loup croît à 22-23 °C et la dorade croît à 25 °C).

Sélectionner un site approprié est crucial pour garantir une atmosphère propice à l'élosion. Une évaluation complète des facteurs écologiques et environnementaux est nécessaire pour réduire les impacts négatifs et augmenter la productivité (**Smith et al., 2021**).

➤ **Les techniques retenues**

Les techniques d'élevage modulent à la fois les contraintes biologiques et celles liées aux sites (**Barnabé, 1991**). Plusieurs paramètres zootechniques influencent directement ou indirectement, voire sur une longue période, les résultats économiques de l'exploitation. En fonction des options choisies, le niveau de risque technique peut varier significativement.

Les pratiques d'élevage actuelles comportent toujours des risques zootechniques, même si certaines exploitations se passent des phases de recherche-développement de la production. Ces risques se concentrent sur une méthode fondamentale qui peut être ajustée en fonction de différents choix.

Les méthodes modernes utilisent de plus en plus des solutions d'automatisation et des technologies intelligentes pour améliorer la durabilité et l'efficacité (**Brown et al., 2020**).

➤ **Types d'équipements choisis :**

Les technologies modernes, comme les capteurs de l'Internet des objets pour la surveillance en temps réel, sont utilisées pour optimiser les opérations (**Miller et al., 2022**).

➤ **Qualité des réseaux de circulation des fluides :**

Les avancées dans ce domaine permettent une efficacité accrue des ressources et une réduction des déchets (Jones et al., 2021).

➤ **Contrôle des paramètres d'élution :**

Les systèmes intelligents basés sur l'intelligence artificielle offrent des capacités de régulation sophistiquées (White et al., 2020).

➤ **Qualité du matériel génétique :**

La sélection génétique est utilisée pour produire des sols plus productifs et résistants aux maladies (Clark et al., 2022).

➤ **Niveau sanitaire de l'installation**

Pour garantir une évacuation en toute sécurité, des procédures strictes et des systèmes de surveillance de la santé sont nécessaires (Johnson et al., 2021).

➤ **Niveau de savoir-faire de l'éleveur :**

La formation continue améliore leurs compétences et favorise des pratiques plus efficaces (Taylor et al., 2021).

➤ **Élevages annexes durables :**

L'adoption de pratiques durables dans les élevages annexes, notamment l'utilisation d'énergies renouvelables, est en passe de devenir une tendance de plus en plus répandue (Williams et al., 2022).

2.2. Faisabilité économique :

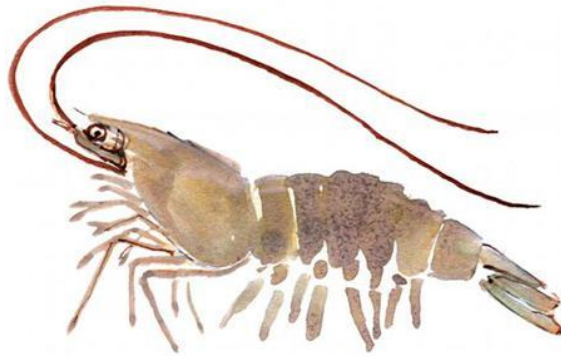
Pour évaluer la faisabilité économique d'une ferme aquacole, les documents comptables et les fiches d'élevage sont essentiels pour mener une analyse financière approfondie (Calleja et al., 1999 ; Gallo, 2005). Les principaux paramètres économiques à considérer incluent :

- Le prix des matières premières ;
- Le prix de vente des produits.

Toutefois, selon les spécificités et les enjeux propres à l'entreprise, d'autres facteurs peuvent entrer en jeu, tels que :

- Les taux d'intérêt, les taux d'inflation, les fluctuations monétaires, et le salaire minimum.

CHAPITRE IV: *Étude Technique*



Introduction

Depuis les années 1970, la crevetticulture est devenue un pilier de l'aquaculture moderne, offrant une alternative durable face à la surexploitation des ressources marines (**Greesbinger et al., 1991 ; AquaPortail, 2010 ; REGRAGUI, 2022**). L'industrialisation de cette activité repose sur la reproduction contrôlée et la gestion d'écloserie, assurant un approvisionnement stable et moins impactant pour l'environnement (**Mahmoudi et Bourfia, 2018**).

La réussite d'une ferme crevetticole dépend de plusieurs critères : conception technique, choix du site, qualité de l'eau et respect des normes nationales et internationales (**FAO, 2006 ; SOUFFI, 2021**). Les innovations comme le bio-floc, associé à l'utilisation de géniteurs SPF et de protocoles de biosécurité, permettent d'améliorer la performance tout en réduisant les risques sanitaires et l'impact écologique (**FAO et al., 2006 ; Mahmoudi et Bourfia, 2018**).

Enfin, l'adoption de pratiques durables, telles que la maîtrise des cycles biologiques et une gestion écologique intégrée, place la crevetticulture au cœur d'une aquaculture moderne alliant efficacité, respect de l'environnement et sécurité alimentaire (**Hamdi, 2018 ; FAO, 1986**).

1. Méthodologie de travail :

Pour mener à bien ce mémoire sur la conception d'une ferme de crevetticulture pour « *Penaeus kerathurus* », une démarche méthodologique rigoureuse et progressive a été adoptée. Celle-ci a permis de recueillir, d'analyser et de traiter des informations fiables en combinant une recherche documentaire approfondie, une analyse technique et une étude de terrain essentielle pour confronter la théorie à la pratique. L'objectif final est de proposer un modèle de ferme viable, durable et adapté au contexte algérien.

Notre démarche s'est articulée autour des étapes suivantes :

1.1. Phase 1 : Recherche et Synthèse Bibliographique : Cette étape fondamentale a consisté en une revue exhaustive de la littérature pour établir les bases théoriques et techniques du projet.

- **Collecte des Données :** La recherche s'est appuyée sur plusieurs sources complémentaires:
 - ✚ **Sources académiques :** Articles scientifiques indexés (Google Scholar, Web of Science, Scopus), thèses de doctorat, mémoires de master et publications d'organismes internationaux de référence (FAO, IFREMER).
 - ✚ **Documentation technique :** Manuels d'aquaculture intensive, guides de bonnes pratiques en crevetticulture, ainsi que les normes et réglementations nationales et internationales.

- ✚ **Sources institutionnelles** : Documents du Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques (MPPH) et publications du Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA).
- **Analyse et Traitement** : Après une lecture critique, les informations collectées ont été classées, organisées et synthétisées selon quatre thématiques principales :
 - a. Les infrastructures et techniques d'une ferme crevetticole moderne.
 - b. Les paramètres zootechniques spécifiques à l'espèce *Penaeus kerathurus*.
 - c. Les systèmes de gestion de la qualité de l'eau, avec un focus sur la technologie biofloc.
 - d. Les contraintes et perspectives de développement de la filière en Algérie.

1.2. Phase 2 : Études Préliminaires et Conception Technique

Cette phase a permis de contextualiser le projet et de le dimensionner sur des bases solides :

- **Étude d'Opportunité** : Une analyse du marché national a été réalisée pour évaluer la demande en crevettes, la dépendance vis-à-vis des importations et les potentialités d'une production locale compétitive.
- **Sélection du Site** : Critères de sélection du site :
 - ✚ **Techniques** : Qualité et disponibilité de l'eau de mer, conditions climatiques, topographie et accessibilité.
 - ✚ **Environnementaux** : Impact sur les écosystèmes, compatibilité avec les autres usages du littoral et gestion des rejets.
 - ✚ **Socio-économiques** : Disponibilité de la main-d'œuvre, proximité des marchés et coût du foncier.
- **Conception et Dimensionnement** : Sur la base de la synthèse bibliographique, les différentes unités de la ferme (écloserie, nurserie, bassins de grossissement) ont été conçues et dimensionnées pour atteindre des objectifs de production réalistes, en intégrant les meilleures pratiques techniques.

1.3. Phase 3 : Étude de Cas Pratique et Validation sur le Terrain

Pour ancrer notre conception théorique dans une réalité opérationnelle, une visite de deux jours à la ferme pilote de crevetticulture de Skikda a été organisée. Cette expérience a fourni une vision réaliste et a servi de base pour adapter notre modèle aux conditions locales.

- **Déroulement de la visite :**

- ✚ Présentation générale du site et observation des infrastructures (écloserie, nurserie, bassins de grossissement). Analyse des équipements et des techniques de production mises en œuvre.
- ✚ Entretiens approfondis avec les techniciens et les responsables de la ferme. Les discussions ont porté sur la conduite zootechnique, les stratégies d'alimentation, le suivi sanitaire et les contraintes rencontrées (qualité de l'aliment, disponibilité des géniteurs, etc.). Des données pratiques sur la gestion de l'eau, les densités d'élevage et les taux de survie ont été relevés.

1.4. Phase 4 : Consultation d'experts et de fournisseurs spécialisés

Cette étape a consisté à mobiliser un réseau d'expertise et à consulter des fournisseurs spécialisés pour affiner la conception technique et économique du projet.

- **Réseau d'expertise mobilisé :** Chercheurs en aquaculture (CNRDPA), spécialistes en génie aquacole, vétérinaires et experts en nutrition.
- **Consultation des fournisseurs :** constructeurs de bassins, fournisseurs de pompes et systèmes de filtration, producteurs d'aliments aquacoles et entreprises de matériel de laboratoire.

1.5. Phase 5 : Traitement et Interprétation des Données Finales

La dernière étape de notre démarche a consisté en une synthèse intégrative de l'ensemble des données recueillies. En confrontant les résultats de la recherche bibliographique aux observations pratiques de terrain, une analyse comparative a été menée. Ce croisement des informations a permis d'identifier les contraintes techniques, économiques et sanitaires majeurs, afin de proposer des solutions adaptées et d'aboutir à la conception détaillée des infrastructures, au dimensionnement final des équipements et à l'élaboration d'un modèle technico-économique viable pour le projet de ferme présenté dans ce mémoire.

2. Critères pour la conception d'une ferme crevetticulture

La mise en place d'une ferme crevetticole requiert une planification rigoureuse intégrant des critères techniques, environnementaux, économiques et juridiques afin d'assurer un élevage durable, performant et conforme aux réglementations. Ces paramètres permettent d'adapter l'infrastructure aux besoins biologiques des crevettes, de limiter l'impact écologique et de répondre aux exigences du marché.

2.1. Site d'étude

Le choix du site est une étape déterminante, influençant directement la viabilité et les coûts du projet. Il dépend de la qualité de l'eau, du climat, de la topographie et de l'accessibilité (FAO, 2005). La disponibilité des ressources (terrain, énergie, main-d'œuvre) ainsi que la proximité d'installations aquacoles et de centres de recherche constituent également des atouts majeurs (Pillay et al., 2005 ; Dosdat et al., 1996). Une localisation côtière réduit les frais de pompage et facilite la maintenance hydraulique, tandis qu'une accessibilité logistique et un espace pour l'expansion future renforcent la durabilité.

2.1.1. Choix de l'emplacement

L'emplacement influence directement les coûts de construction et d'exploitation (MAEAR, 1988). Les principaux points à considérer incluent :

- La nature du sol : sableux (faible rétention d'eau, coûts accrus), limoneux ou argileux (risques de turbidité), marécageux (acidité problématique).
- La position topographique : sites sous le niveau de la mer nécessitant un double pompage, zones affectées par les marées compliquant le drainage, terrains inclinés facilitant l'écoulement naturel.
- L'adaptation au système d'élevage : sols sable-limon pour extensif, limon-argile pour semi-intensif, sols argilo-sableux fins pour intensif.
- L'accessibilité routière et aux ressources pour éviter les contraintes logistiques.

2.1.2. Conditions climatiques

Les conditions climatiques doivent être favorables :

- **Pluviométrie modérée** pour limiter l'entretien des bassins.,
- **Climat stable** avec des températures modérées, car les extrêmes thermiques perturbent l'équilibre écologique et la santé des crevettes.

2.1.3. Approvisionnement en énergie et transport

Le faible coût de l'énergie en Algérie favorise les systèmes semi-intensifs et intensifs nécessitant une alimentation et une oxygénation continues. Par ailleurs, la qualité des infrastructures routières est essentielle pour garantir le transport efficace des intrants, des marchandises et des produits, conditionnant ainsi la rentabilité des exploitations.



FIGURE IV.01 : exemple de site d'une ferme pilote de la crevetticulture d'EL MARSA - Skikda, CNRDPA (Source Google Earth)

2.2. Qualité de l'eau :

La réussite d'une ferme crevetticole dépend d'une **qualité d'eau stable et adaptée** tout au long de l'année. Les paramètres essentiels incluent la température (28–30 °C), la salinité (25–35 ppt), le pH (7,6–8,6), ainsi que les concentrations d'ammonium, nitrites, nitrates et oxygène dissous (FAO, 2003 ; Metallaoui et al., 2010).

Le système biofloc améliore cette qualité en stabilisant les paramètres, réduisant les nitrites et maintenant un bon niveau d'oxygène (Cardona et al., 2012 ; Emerenciano et al., 2012 ; FAO, 2006). En l'absence de données océanographiques, un suivi annuel est recommandé (FAO, 2006). Les normes algériennes (annexe 2) fixent des exigences pour l'eau et la gestion des effluents.

Enfin, une eau salée propre, parfois mélangée à de l'eau douce, est nécessaire pour des espèces comme *Penaeus kerathurus* (25–30 ppt), ainsi qu'une implantation en zones côtières peu polluées sont essentielles (annexe 3).

2.3. Systèmes d'alimentation en eau de mer :

La qualité de l'eau de mer est un facteur déterminant pour le bon fonctionnement des fermes aquacoles. Le prélèvement en profondeur permet de limiter les variations de température et de salinité, de réduire la présence d'organismes indésirables et d'éviter les efflorescences phytoplanctoniques nuisibles aux larves de crevette. Cette technique diminue également l'encrassement des canalisations et garantit un débit optimal vers les bassins.

Une fois pompée, l'eau est filtrée par des filtres à sable éliminant les particules supérieures à 20–40 µm, assurant ainsi une qualité adaptée aux différents stades de production. En fonction des besoins spécifiques, plusieurs circuits sont utilisés (FAO, 2006) :

- **Eau filtrée sur sable** : pour les géniteurs et les juvéniles de grande taille.
- **Eau refroidie et filtrée à 10 µm** : pour les géniteurs matures et la culture d'algues sensibles, avec possibilité d'ajustement thermique.
- **Eau chauffée et filtrée à 10 µm** : destinée au conditionnement et à la reproduction des géniteurs, certaines écloséries étant équipées de systèmes de chauffage pour optimiser les conditions.

2.4. Plan d'installation :

Un plan d'aménagement fonctionnel est essentiel pour organiser bassins, écloséries, zones techniques et espaces de stockage, tout en assurant sécurité et logistique efficaces (FAO, 1986). Il doit intégrer des dispositifs de traitement (bassins de décantation, filtration) afin de préserver la qualité de l'eau et réduire l'impact environnemental (FAO et al., 2006 ; DGPEEI, 2007). Une bonne planification spatiale renforce la logistique, la biosécurité et la surveillance sanitaire.

2.5. Permis et autorisations :

La création d'une ferme de crevettes en Algérie requiert plusieurs autorisations administratives, encadrées par le Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques (MPPH) et la Direction de la Pêche et de l'Aquaculture (DPA) (annexe 4).

2.6. Normes de construction et d'exploitation :

Les fermes aquacoles, y compris celles consacrées à la crevetticulture, doivent être conçues et exploitées selon des normes techniques strictes établies par le MPPH/DPA, en conformité avec la réglementation nationale. Ces normes garantissent la sécurité, la durabilité et la performance des installations (Voir annexe 5).

2.7. Santé et sécurité des animaux :

La santé des animaux d'élevage constitue une priorité. Des règles strictes de biosécurité et de gestion sanitaire doivent être appliquées afin d'assurer le bien-être des crevettes, mais aussi de prévenir l'apparition et la propagation de maladies au sein de la ferme (Voir annexe 6).

2.8. Protection de l'environnement :

Le respect des réglementations environnementales algériennes est indispensable. Cela suppose la mise en œuvre de mesures ciblées pour réduire l'impact écologique des fermes, en particulier sur les écosystèmes aquatiques et côtiers avoisinants (Voir annexe 7).

3. Projet d'étude

3.1. Objectifs du projet :

- **Objectifs généraux :** La réalisation de ce projet vise à atteindre les objectifs suivants :
 - Réduire la dépendance aux importations de crevettes en renforçant la production locale.
 - Minimiser les risques d'introduction de bioagresseurs liés aux importations.
 - Créer des opportunités d'emploi dans des régions isolées grâce à l'élevage de crevettes.
 - Accroître la consommation locale de crevettes dans les régions méridionales en les intégrant davantage dans les habitudes alimentaires traditionnelles.
 - Développer l'aquaculture en Algérie en exploitant les vastes espaces disponibles et riches en eau souterraine.

- **Objectifs spécifiques :** L'étude a pour objectif principal de :
 - Dimensionner les infrastructures et équipements nécessaires pour produire 100 tonnes de crevettes d'eau de mer par an (par exemple, la crevette caramote « *Penaeus kerathurus* »)

Ce projet concerne la construction et l'exploitation d'une ferme aquacole marine s'étendant sur 10 hectares, avec une capacité de production annuelle de 100 tonnes de crevettes. Les crevettes seront commercialisées dès qu'elles atteindront un poids moyen compris entre 15 et 30 grammes.

Enfin, ce projet vise à dynamiser la filière aquacole régionale, à générer des revenus pour les promoteurs et à créer des emplois locaux, tout en contribuant à l'équilibre alimentaire de la population.

3.2. Calcul des besoins en géniteurs :

Pour estimer les besoins en géniteurs nécessaires à la production annuelle de 100 tonnes de crevettes, il est d'abord nécessaire de déterminer le nombre de post-larves à élever. Avec un poids commercial moyen de 25 g par crevette, environ 4 millions d'individus sont requis. En tenant compte d'un taux de survie estimé à 60 % durant la phase de grossissement en système biofloc (Avnimelech, 2012), il faudra mettre en élevage 6,67 millions de post-larves (PL) par an.

Le nombre de post-larves nécessaires est calculé comme suit :

- Avec taux de survie estimé à 60% durant la phase de grossissement en biofloc, il faut :

$$\frac{4000000}{0,6} = 6.67 \text{ millions de post-larves}$$

Pour atteindre ce volume, les pertes à chaque étape doivent être intégrées : 85 % de survie en nurserie (Hargreaves, 2013), 86 % d'éclosion des œufs (Moussa & El-Sayed, 2014) et 77 % de survie larvaire (FAO b, 2005), soit un taux global de conversion œuf-post-larve d'environ 66,22 %. Ainsi, la production de 6,67 millions de PL requiert environ 11,84 millions d'œufs (Besbes, R., 1996 ; Conides et al., 2008 ; Kara & Yücel, 2021):

- Le taux de survie en pré-grossissement (nurserie) → 85%

$$\frac{6.67 \text{ millions de post-larves}}{0,86} = 7\,843\,138 \text{ post-larves}$$

- Le taux de conversion œuf → post-larve est de $0,86 \times 0,77 = 0,662$ (soit 66,22 %).
- Le nombre d'œufs nécessaires est donc :

$$\frac{7\,843\,137}{0,6622} \approx 11\,844\,063 \text{ œufs.}$$

Chaque femelle pond en moyenne 275 000 œufs par ponte (FAO b,1989), avec 2,5 pontes/an (FAO b,1989), soit environ 687 500 œufs/femelle/an. Le besoin théorique est donc de 17–18 femelles reproductrices actives, mais en tenant compte d'un taux de participation de 70 % et d'un ratio sexuel 1:1 (FAO, 2005), le cheptel doit comprendre environ 126 à 128 géniteurs (63–64 femelles et 63–64 mâles) (Besbes, R., 1996 ; Conides et al., 2008 ; Kara & Yücel, 2021).

- Le nombre de femelles nécessaires est alors :

$$\frac{11\,844\,062}{275\,000} / 0,70 \approx 63 \text{ à } 64 \text{ femelles/an}$$

Enfin, une marge de sécurité de 20–30 % est recommandée pour compenser les imprévus, avec une gestion rigoureuse de la santé, de l'alimentation et de la rotation des géniteurs afin d'assurer la qualité des larves et la durabilité de la production (Moussa & El-Sayed, 2014 ; FAO b, 1989 ; FAO, 1997 ; Direction des Ressources Marines et Minières de Polynésie française, 2023).

Tableau IV.01 : Paramètres Zootechniques et Dimensionnement du Cheptel pour une Production de 100 Tonnes/An

Paramètre	Base de Calcul / Estimation	Besoins Annuels	Besoins par Cycle
Objectif de Production	100 tonnes/an (2 cycles) Poids Cible 25 g (Cible commerciale)	100 tonnes	50 tonnes
Crevettes à Récolter	100 000 kg / 0.025 kg	4 000 000 Crevettes	2 000 000 Crevettes
PL à Ensemencer	4 000 000 / 0.60	6 666 667 PL	3 333 333 PL
PL1 à Produire	6 666 667 / 0.85	7 843 137 PL	3 921 568 PL
Nauplii Nécessaires	7 843 137 / 0.77	10 185 893 Nauplii	5 092 946 Nauplii
Œufs Viables Nécessaires	10 185 893 / 0.86	11 844 062 Œufs	5 922 031 Œufs
Pontes Nécessaires	11 844 062 / 275 000	44 pontes	22 pontes
Femelles Actives Requises		44 femelles	22 femelles
Total Géniteurs Femelles	44 / 0.70	64 femelles	32 femelles
Total Géniteurs Mâles	64 femelles × 1 (Sex-Ratio(M:F) 1:1)	64 mâles	32 mâles
Total Cheptel Géniteurs		128 géniteurs	64 géniteurs

3.3. Mode d'élevage

Pour réaliser ce projet, un système d'élevage intensif (contrôlé) est choisi pour augmenter la quantité production. Ce système permet de surveiller chaque jour des éléments essentiels comme l'alimentation des crevettes, la qualité de l'eau (température, pH, etc.), le taux de mortalité, la conversion alimentaire et les besoins en eau.

4. Infrastructures et matériel

4.1. Bâtiments d'écloserie :

Le bâtiment de l'écloserie est une structure de 1500 m² (60 x 25 m) entièrement close et isolée. Il est constitué d'une charpente métallique, de panneaux isothermes et d'une couverture en laine de verre. Sa conception, avec une hauteur allant de 3 m à 4,20 m, garantit le maintien d'une température intérieure constante.

4.1.1. Salle de conditionnement des géniteurs :

La salle d'élevage et de conditionnement des géniteurs est une installation essentielle à la reproduction des crevettes, notamment « *Penaeus kerathurus* ». Conçue pour offrir un environnement parfaitement contrôlé, elle permet la maturation et la ponte dans des conditions optimales, tout en assurant la qualité des larves produites.

- **Dimensions** : la surface est de 400 mètres carrés.
- **Fonctions** La salle des géniteurs joue un rôle central dans la reproduction en crevetticulture, en assurant un contrôle strict des paramètres environnementaux (température, salinité, oxygène, lumière et nutrition). Ses principales fonctions sont :
 - Conditionnement initial des géniteurs capturés ou élevés pour les acclimater à un environnement contrôlé.
 - Maturation sexuelle, stimulée par des ajustements de lumière, température et alimentation adaptée.
 - Séparation des sexes afin d'éviter les accouplements non désirés.
 - Gestion de la reproduction, incluant l'observation, la sélection et la préparation à la ponte.
 - Ponte et collecte des œufs, réalisées dans des bassins dédiés et dans des conditions sanitaires strictes (DPAM., 1991 ; PONT H., 1979).
 - Contrôle sanitaire permanent, avec surveillance des signes de stress ou maladies et isolement des individus atteints.
 - Transfert rapide des œufs vers la salle d'incubation.

➤ **Bassins :**

- **Bassins de maturation :** huit bassins circulaires (4 m de diamètre, 1 m de hauteur, 10 m³) accueillant 50–60 géniteurs chacun, à faible densité (1,5–2 kg/m³). Conçus en PEHD avec bâche PVC anti-UV, et renouvellement quotidien de 0,5–1 m³ (5–10 %) est nécessaire (Fig IV.02.B).
- **Bassins de ponte :** cinq bassins circulaires (3 m de diamètre, 1 m de hauteur, 3–4 m³) accueillant 20–30 femelles chacun. Conçus en PEHD, avec un renouvellement d'eau de 3–6 m³/jour (Fig IV.02.A).
- **Bassins de stockage :** deux bassins circulaires (4 m de diamètre, 1,2 m de hauteur, 8–10 m³), occupant environ 20 m². Conçus en PEHD avec substrat corallien, ils maintiennent une densité de 2–3 kg/m³. Le volume total (24–30 m³) requiert 1–3 m³/jour de renouvellement d'eau (Fig IV.02.B).



FIGURE IV.02 : Bassin utilisé dans la salle de géniteurs (généré par IA)

A: Bassins de ponte **B:** bassin de maturation et stockage

- **Systèmes :** La salle fonctionne selon un système semi-fermé, combinant renouvellement d'eau (50 à 400 %/jour) et recirculation filtrée, afin de garantir une qualité d'eau stable. L'eau est prétraitée (filtration 1–40 µm, UV), oxygénée par air-lift et diffuseurs, et les paramètres (température 28–30 °C, salinité 25–30 ppt, pH 7,8–8,5).

- **Équipement** : La salle est équipée de matériels spécialisés assurant le contrôle de l'environnement, le suivi technique et la qualité sanitaire et reproductive des crevettes :
- **Équipements de bassin** :
 - ✚ Diffuseurs d'air/microbulles pour l'oxygénation,
 - ✚ Vidanges centrales et trop-pleins pour l'évacuation des déchets,
 - ✚ Éclairage programmable (LED ou néons) pour la gestion de la photopériode,
 - ✚ Toiles d'ombrage ou bâches pour réguler la lumière naturelle.
 - **Équipements de manipulation et de suivi** :
 - ✚ Instruments de mesure (thermomètres, salinomètres, oxymètres),
 - ✚ Sondes multi-paramètres reliées à un système numérique,
 - ✚ Matériel de manipulation (époussettes, bacs de transfert, filets fins, tamis collecteurs),
 - ✚ Lampes torches étanches pour l'observation nocturne des femelles matures.
 - ✚ Balances électroniques pour le suivi de la biomasse
 - ✚ Kits de diagnostic rapide pour le contrôle sanitaire.
 - **Équipements pour l'alimentation**
 - ✚ Systèmes d'alimentation manuels ou semi-automatisés, selon les régimes nutritionnels
 - ✚ Stock d'aliments spécifiques pour géniteurs (granulés enrichis, produits frais ou congelés)

La salle d'élevage et de conditionnement des géniteurs constitue une étape clé du cycle de production larvaire de *Penaeus kerathurus*. Elle assure la gestion des géniteurs depuis leur réception jusqu'à la collecte des œufs, grâce à un contrôle rigoureux des paramètres environnementaux, à une alimentation adaptée et à des protocoles de reproduction bien définis.

4.1.2. Salle d'incubation et d'élevage des larves :

La salle occupe également un rôle central, en garantissant l'incubation des œufs et l'élevage des larves jusqu'au stade post-larvaire. Dans un environnement strictement maîtrisé, elle assure la qualité de l'eau, le respect des densités, la prévention sanitaire et prépare les larves pour leur transfert vers la nurserie et le grossissement, contribuant ainsi à l'efficacité de la production crevetticole (AVALLE O. et al., 1994 ; LUMARE F. et al., 1987 ; GRIESSINGER J. et al., 1991 ; GANGBÈ L. et al., 2018).

- **Dimensions** : la salle d'incubation et d'élevage des larves est de 600 m² de surface
- **Fonctions** :
 - **Incubation des œufs** : gestion des œufs fécondés jusqu'à l'éclosion dans des bassins adaptés, sous contrôle de la température, salinité et oxygène.
 - **Élevage larvaire** : suivi des larves du stade nauplius au stade post-larvaire (PL15–20), avec alimentation spécifique et aération adaptée.
 - **Préparation à l'ensemencement** : tri sanitaire et contrôle qualitatif des post-larves avant leur transfert vers la nurserie ou le pré-grossissement.
- **Bassins** :
 - **Bassins d'incubation des œufs** : Dix bassins cylindro-coniques de 200 L en fibre de verre (Fig IV.03.A) assurent une incubation contrôlée à 5 000–10 000 œufs/L, avec un renouvellement d'eau quotidien de 10–20 % et des conditions stables (Gangbè et al., 2018 ; AQUACOP, 1977).
 - **Bassins d'élevage larvaire** : Vingt bassins circulaires de 5 m³ en PEHD (Fig IV.03.B) accueillent les nauplii jusqu'au stade PL15–20 (40–100 larves/L), avec un système complet de drainage, aération et renouvellement quotidien (5 m³/bassin), garantissant des conditions sanitaires optimales (DPA, 1991 ; Lumare et al., 1987).
- **Systèmes** : La salle utilise un système semi-fermé avec recirculation partielle, combinant filtration fine (jusqu'à 1 µm), désinfection UV, et chauffage contrôlé (26–30 °C). L'aération continue par microbulles assure un taux d'oxygène optimal (> 5 mg/L), tandis que la photopériode est régulée (14h lumière / 10h obscurité) avec intensité ajustable (1 000–2 000 lux).



FIGURE IV.03 : Bassins d'incubation des œufs et d'élevage larvaire (généré par IA)

A : bassin d'incubation des œufs **B** : bassin d'élevage larvaire

➤ **Equipements** : La salle est équipée de dispositifs spécialisés permettant le suivi, la régulation et la sécurité sanitaire des différentes phases du développement larvaire :

- **Équipements de bassin :**

- ✚ Diffuseurs d'air/microbulles, résistances pour le chauffage, vidanges et siphons adaptés aux larves.
- ✚ Vidanges et siphons adaptés adaptés à la petite taille des larves pour l'évacuation des déchets organiques

- **Équipements de contrôle et de surveillance :**

- ✚ Thermomètres, salinomètres, oxymètres, pH-mètres, sondes multi-paramètres
- ✚ Kits de diagnostic rapide et
- ✚ Éclairage programmable modulable (1 000–2 000 lux), selon les stades larvaires

- **Équipements de manipulation et de routine :**

- ✚ Des épuisettes souples, seaux, bassines et filets fins sont utilisés pour le transfert et la collecte des larves, tandis que des bacs mobiles, tamis et filets collecteurs permettent le tri, le comptage, l'isolement ainsi que la séparation des œufs viables des déche
- ✚ Lampes torches étanches, notamment des œufs ou du comportement larvaire.

- **Équipements liés à l'alimentation :**
 - ✚ Distributeurs manuels ou semi-automatisés,
 - ✚ Réserves d'aliments spécifiques (microalgues, rotifères, artémias) et
 - ✚ Récipients désinfectables pour une distribution hygiénique.
- **Sécurité et autonomie :**
 - ✚ Bâches polyane ou toiles d'ombrage pour réguler lumière et température ambiante dans la salle

4.1.3. Unité de production d'aliments vivants

Cette unité est destinée à fournir une nourriture vivante adaptée aux différents stades larvaires, garantissant une alimentation proportionnée à la taille des espèces élevées. Elle comprend une salle de culture de microalgues (flagellés et diatomées), des incubateurs à *Artémia*, ainsi que des bacs d'élevage de copépodes et rotifères. Trois types de proies y sont produits pour répondre aux besoins nutritionnels des larves :

- Microalgues phytoplanctoniques,
- Rotifères (*Brachionus plicatilis*),
- Artémias (*Artemia sp.*)

a. Salle de culture de phytoplancton :

La salle de culture de phytoplancton est conçue pour fournir quotidiennement de microalgues vivantes. Ces algues (ex. *Chaetoceros*, *Tetraselmis*, *Isochrysis*) sont essentielles pour l'alimentation des larves et post-larves en éclosérie et en nurserie.

- **Dimensions :** la salle est de 150 m² de surface
- **Fonctions :**
 - Production ciblée d'algues unicellulaires (500 à 1 000 L/jour).
 - Culture organisée en deux niveaux : souches mères en petits volumes et cultures massives en bassins de 1 m³.
 - Fourniture ajustée d'algues en fonction de l'âge et de la taille des larves.

- **Cuves :**
 - Contenants stériles (20 mL à 18 L) pour les souches mères,
 - Cuves intermédiaires de 100 à 200 L pour l'augmentation progressive du volume, et
 - Deux bassins en fibre de verre de 6 m³ chacun pour la production
- **Systèmes :** Système de culture semi-fermé : environnement stérile et isolé (**SOUFFI I., 2021 ; BEN SAID R., 1994 ; PONT H., 1979 ; AGRO CAMPUS OUEST, S.D.**)

Tableau IV.02 : Paramètres de production des microalgues

Aspect de la Culture	Paramètres Cibles	Sources
Qualité de l'eau	Salinité : 28-35 ppt Filtration : 1-5 µm & Stérilisation UV	(FAO, 1996)
Conditions de culture	Température : 18-24 °C pH : 8.2-8.5 Lumière : 3 500-8 000 lux Photopériode : 18/6h ou 24h continu	(Lavens & Sorgeloos, 1996)
Aération et CO ₂	Aération continue, Injection de CO ₂ contrôlée par le pH	(Coutteau, 1996)
Milieux nutritifs	Milieux standards enrichis (Conway, F/2)	(Guillard, 1975; Walne, 1966)

- **Equipements :**
 - **Éclairage et photopériode :** Lampes LED à spectre photosynthétique optimisé ou tubes fluorescents pour une répartition uniforme de la lumière (**SOUFFI I., 2021 ; BEN SAID R., 1994 ; PONT H., 1979 ; AGRO CAMPUS OUEST, S.D.**)
 - **Systèmes d'aération et injection de CO₂ :** Pompes à air avec des diffuseurs assurant l'oxygénation et la suspension homogène des cultures, et systèmes d'injection de CO₂.
 - **Matériel de culture:**
 - 🧪 Contenants : flacons gradués (50 mL à 18 L), cuves en plastique alimentaire (100–200 L), carboys, ballons en verre.

- ✚ Étagères : en PVC ou inox, supportant les cultures de différents volumes.
- ✚ Réservoirs de préparation : cuves pour solutions nutritives stériles.

- **Outils de contrôle et de suivi**

- ✚ Instruments de mesure : pH-mètre, thermomètre, luxmètre, conductimètre, hygromètre, cellule de Neubauer pour le comptage cellulaire.
- ✚ Microscope : pour l'observation des cellules et le suivi des contaminations.
- ✚ Thermostats et ventilateurs : maintien de la température ambiante stable.

- **Infrastructures et accessoires**

- ✚ Postes de travail : paillasse, éviers, stérilisateur, réfrigérateurs pour stockage des cultures ou des solutions.
- ✚ Cônes d'Imhoff : pour le contrôle visuel de la densité cellulaire ou des particules en suspension.

b. Salle d'élevage de proies vivantes (Artémia et Rotifères) :

- **Dimensions :** la salle d'élevage de proies vivantes (Artémia, rotifères) occupe une surface de 100 m², organisée en deux zones fonctionnelles :
 - Zone de culture d'Artémia 50 m²
 - Zone de culture des rotifères : 50 m²
- **Fonctions :**
 - Production quotidienne de nauplii d'Artémia salina et de rotifères (Brachionus plicatilis) pour l'alimentation des larves et post-larves de crevettes (SOUFFI I., 2021).
 - Fourniture de nauplii pour les stades PL1 à PL15, assurant une alimentation riche en protéines et facilement digestible (PONT H., 1979).
 - Culture intensive de rotifères comme complément alimentaire lors des premiers jours post-éclosion, en particulier lorsque la disponibilité d'algues ou d'Artémia est faible.
- **Bassins :** la salle d'élevage de proies vivantes (Artémia et rotifères) est équipée de bassins spécialisés en matériaux résistants :

- **Artémia (éclosion et culture) :** 6 réservoirs coniques en PEHD de 100 L, équipés d'aération en fond et installés sur supports métalliques ou PVC, favorisant homogénéité et oxygénation lors de l'éclosion (SOUFFI I., 2021). (SOUFFI I., 2021).
 - **Rotifères :** 6 cuves coniques de 500 à 1 000 L, avec vannes de purge, aérateurs multiples et système de nettoyage facile, permettant la production de masse nécessaire pour l'alimentation quotidienne des larves PL1 à PL10 (PONT H., 1979 ; CARDONA E., 2015 ; SOW O., 2021).
 - **Des cuves de petit volume :** 5 à 30 L pour la culture des souches mères de rotifères ou les premières étapes de l'éclosion d'Artémia, souvent disposées sur étagères pour faciliter les manipulations en laboratoire.
- **Systèmes :** Fonctionnement semi-fermé avec un débit de 0,5 à 1 L/min par cuve, maintenant la qualité de l'eau tout en limitant les pertes (SOUFFI I., 2021 ; Helm et al., 2006).
- **Equipements :**
- **Aération et brassage :** Blowers industriels avec diffuseurs à microbulles, vannes de purge et circuits d'air indépendants pour chaque bassin, assurant un O₂ dissous > 5 mg/L.
 - **Contrôle thermique et qualité d'eau :** Chauffages d'aquarium ou résistances thermoplongeuses, capteurs multiparamètres (température, pH, oxygène dissous, TDS).
 - **Récolte :** Tamis adaptés (40–100 µm pour rotifères, 120–200 µm pour Artémia, 50–160 µm pour séparer nauplii et déchets).
 - **Distribution d'aliments :** Doseurs automatiques ou manuels pour microalgues, levures ou substituts nutritifs.
 - **Accessoires et manutention :** Flacons pour œufs d'Artémia, bacs de préparation, balances de précision, étagères, seaux, pipettes, épuisettes, supports pour cuves.
- 4.1.4. Laboratoire :** Le laboratoire est un espace crucial au sein de l'écloserie, dédié à la surveillance de la qualité de l'eau et à la gestion de la santé des larves et géniteurs.

- **Dimensions** : Le laboratoire a une superficie de 130 m², Cet espace est organisé pour inclure:
 - ✚ Une zone principale d'analyse de 100 m².
 - ✚ Une chambre froide positive (+4°C) de 15 m² pour le stockage des aliments formulés, des souches d'algues et des réactifs sensibles.
 - ✚ Une chambre froide négative (-20°C) de 15 m² pour la congélation et le stockage des aliments frais (calmars, moules) et des biomasses d'algues ou de rotifères.

- **Fonctions** : Les fonctions du laboratoire sont multiples :
 - **Contrôle de la qualité de l'eau** : Analyses physico-chimiques quotidiennes (ammoniac, nitrites, pH, alcalinité) pour tous les circuits.
 - **Barrière sanitaire** : Tests pathogènes sur nouveaux géniteurs, contrôle de la qualité des aliments et pureté des souches d'algues.
 - **Préparation des aliments** : Décongélation, pesée précise et enrichissement des proies vivantes.
 - **Surveillance sanitaire** : Observation microscopique des larves et juvéniles pour détecter maladies ou parasites.
 - **Préparation des milieux de culture** : Solutions nutritives stériles pour microalgues et rotifères.
 - **Gestion des cultures de proies vivantes** : Comptage cellulaire des algues, suivi de l'éclosion des Artémia et estimation des densités de rotifères.

- **Équipements** Le laboratoire est équipé pour toutes ces tâches :
 - ✚ **Analyse de l'eau** : Spectrophotomètre, sondes pH et oxygène, réfractomètre pour salinité.
 - ✚ **Microscopie** : Microscope optique pour larves, cellules d'algues et pathogènes.
 - ✚ **Stérilisation** : Autoclave pour verrerie et milieux de culture.
 - ✚ **Préparation** : Balance de précision, agitateur magnétique pour solutions et milieux.
 - ✚ **Stockage froid** : Chambres froides (+4°C et -20°C), réfrigérateur et congélateur pour réactifs, souches et échantillons.
 - ✚ **Préparation alimentaire** : Paillasse inox, balance et mixeur/broyeur pour rations.
 - ✚ **Matériel général** : Verrerie de laboratoire et cellules de comptage pour microalgues.

4.1.5. Equipement du bâtiment d'écloserie : Ces équipements constituent l'infrastructure de base qui assure le fonctionnement, la surveillance et la sécurité de toutes les unités de l'écloserie.

- **Systèmes Centraux de Traitement et de Distribution de l'Eau :**

- ✚ Unité de filtration principale (filtres à sable, filtres à cartouches de 1 à 50 µm).
- ✚ Système de filtration biologique pour le traitement des composés azotés.
- ✚ Unité de désinfection principale de l'eau d'admission (stérilisateur UV, avec option d'ozonation).
- ✚ Réservoirs de stockage pour l'eau de mer traitée

- **Réseaux et Systèmes de Support-Vie :**

- ✚ Centrale d'air : Surpresseurs (Blowers) ou compresseurs industriels distribuant l'air via un réseau de tuyauterie dans toutes les salles.
- ✚ Système de thermorégulation centralisé : Unité de chauffage et/ou de refroidissement de l'eau pour maintenir les températures requises dans les différentes unités.
- ✚ Groupe électrogène de secours pour garantir la continuité des systèmes vitaux (aération, pompage, chauffage) en cas de coupure de courant.

- **Outils de Contrôle Partagés :**

- ✚ Sondes multi-paramètres connectées à un système de surveillance et d'alarme centralisé pour un suivi en temps réel



FIGURE IV.04 : Matériels utilisés dans le traitement de l'eau (généré par IA)

(A : filtres à sable et filtres à cartouches ; B : stérilisateur UV, avec option d'ozonation)

4.2. Bâtiments de pré-grossissement (nursérie) en biofloc :

L'unité de pré-grossissement est installée dans un bâtiment de 2 500 m² (60 m × 42 m), construit sur le modèle de l'écloserie avec charpente métallique et toiture isolée. Toutefois, les côtés restent ouverts afin d'assurer une ventilation naturelle optimale, adaptée à cette phase d'élevage

La nurserie constitue un espace central pour l'élevage des post-larves de *Penaeus kerathurus*, dans des conditions environnementales rigoureusement contrôlées, avant leur transfert vers les bassins de grossissement. (MAHMOUDI A. et BOURFIA K., 2018 ; CNRDPA., 2016).

- **Dimensions** : Elle occupe une surface de 2500 m².
- **Fonctions** : pré-grossissement en système biofloc assure la transition des post-larves (PL15–20) vers le stade juvénile (1,5–5 g) en 30 à 45 jours. Elle permet :
 - L'adaptation physiologique aux fortes densités et à l'écosystème microbien du biofloc;
 - Une croissance rapide et homogène, soutenue par une alimentation fractionnée et l'apport nutritionnel du biofloc ;
 - Le renforcement de la robustesse des juvéniles en vue du grossissement ;
 - Un suivi sanitaire strict pour limiter les mortalités et pathologies ;
 - Une sélection intermédiaire des lots afin d'optimiser les performances de production.
- **Bassins** : La salle comprend 48 bassins circulaires en PEHD (diamètre 6 m, profondeur 1,1 m), chacun pouvant accueillir jusqu'à 93 000 PL, soit une densité de 2 500–3 000 PL/m³. Les bassins sont équipés d'un fond incliné avec drainage central, d'une aération et d'un dispositif de gestion du biofloc, assurant une croissance optimale jusqu'au stade juvénile.
- **Systèmes** : La nurserie fonctionne en système biofloc semi-fermé, avec un renouvellement d'eau limité (< 5 %/jour). L'aération est assurée par des compresseurs et diffuseurs de microbulles, maintenant un oxygène > 5 mg/L. Le rapport C/N (12:1 à 15:1) est ajusté quotidiennement avec de la mélasse (53 % de carbone) pour stimuler la croissance microbienne. Un chauffage régule la température (26–30 °C), et la photopériode (12-14h/jour) est contrôlée entre 200 et 2 000 lux. Des capteurs automatisés surveillent en continu le pH (7,5–8,5), la salinité (10–30 ‰), la turbidité, l'ammoniac et les nitrites.



FIGURE IV.05 : Bassins de pré-grossissement (généré par IA)

➤ **Equipements :**

• **Équipements de traitement et gestion de l'eau :**

- ✚ Blowers industriels, diffuseurs d'air à membrane ou à disque, venturis pour une oxygénation continue.
- ✚ Mélangeurs hydrodynamiques ou pompes de recirculation pour éviter la sédimentation des bio-flocs.
- ✚ Chauffage électrique ou échangeurs thermiques, assurant une température.

• **Équipements de surveillance et de contrôle :**

- ✚ Capteurs multi-paramètres : pH, oxygène dissous, température, turbidité, ammoniac, nitrites et salinité.
- ✚ Cônes Imhoff : Outils de mesure essentiels pour évaluer la concentration de biofloc, permettant un suivi quotidien de la stabilité du système.
- ✚ Instruments manuels : Oxymètres portables, pH-mètres numériques, thermomètres et testeurs d'alcalinité.
- ✚ Une petite paillasse est installée à proximité directe des bassins. Elle est dédiée aux contrôles de routine (observation d'échantillons, mesure rapide du pH, etc.)
- ✚ Systèmes de secours : Groupe électrogène ≥ 40 kVA et réserve d'oxygène pour maintenir la biosécurité énergétique.

- **Équipements de nutrition et d'alimentation :**
 - ✚ Distributeurs automatiques ou semi-automatiques : Pour aliments granulés spécifiques et injection de source de carbone
 - ✚ Réservoirs de stockage : Pour aliments secs, liquides, ou mélasse.
 - ✚ Mélangeurs d'aliments : Pour formulations fraîches et homogènes selon les besoins nutritionnels des post-larves.

- **Équipements de manipulation et de routine :**
 - ✚ Épuisettes à mailles fines, seaux, bacs de tri, tuyaux flexibles pour transfert doux.
 - ✚ Systèmes de récolte : Vidange centrale inclinée, pompes à faible cisaillement.
 - ✚ Microscopes binoculaires, balances de précision, kits de diagnostic rapide (pathogènes, stress osmotique, etc.).

La salle de pré-grossissement en système biofloc pour *Penaeus kerathurus* constitue une composante stratégique du cycle de production intensif. Elle vise à élever les post-larves (PL) jusqu'à un poids commercial de 1 à 2 g en 4 à 6 semaines.

4.3. Étangs ou unité de grossissement en biofloc :

L'unité de grossissement joue un rôle crucial dans la production, en offrant un environnement contrôlé pour le développement optimal des juvéniles jusqu'à leur taille commerciale.

- **Dimensions :** répartis sur une surface de 2,5 hectares

- **Fonctions :** Les étangs de grossissement constituent la dernière phase du cycle d'élevage, où les juvéniles issus de la nurserie (2 à 5 g), leur fonction principale est :
 - Permettre une croissance rapide et homogène des crevettes dans un environnement intensif mais contrôlé
 - La croissance finale des crevettes jusqu'à leur taille commerciale, 25 à 30 g, sur une période de 120 jours.
 - La gestion des déchets via le biofloc.

- **Étangs :** Ce sont des étangs en tuf recouverts par géomembrane. La ferme compte 8 étangs de capacité de 2500 m² (62,5 m x 40 m) et une profondeur de 1,75 m, avec une pente constante de 2 %, et une charge biologique de 4 kg/m³.

- **Systèmes** : L'unité de grossissement fonctionne selon un système biofloc semi-fermé intensif, structuré autour des éléments suivants :
 - Biofloc : Maintien d'un rapport C/N optimal (12–15:1) par l'ajout quotidien de mélasse, favorisant la transformation de l'ammoniac en biomasse microbienne (**SOW O., 2021 ; SOUFFI I., 2021**).
 - Aération continue : Blowers et diffuseurs de microbulles assurent un taux d'oxygène dissous ≥ 5 mg/L (**PONT H., 1979 ; CARDONA E., 2015**).
 - Renouvellement d'eau : Très limité, < 5 %/jour, pour préserver le biofloc (**SOUFFI I., 2021**).
 - Surveillance automatisée : Paramètres critiques (pH, NH₃, NO₂, T°, turbidité, oxygène) suivis en temps réel par capteurs et automate (SCADA/PLC).

- **Equipements** : Pour garantir une gestion intensive et durable, l'unité est équipée de :
 - **Aération** : Blowers industriels et diffuseurs à membrane ou à disque pour maintenir l'oxygène > 5 mg/L et la suspension du biofloc (**PONT H., 1979 ; CARDONA E., 2015**).
 - **Brassage** : Pompes ou mélangeurs pour éviter la sédimentation (**SOUFFI I., 2021**).
 - **Distribution automatique** : Doseurs pour l'aliment et la mélasse,
 - **Surveillance automatisée** : des capteurs connectés (pH, O₂, température, NH₃, NO₂, TSS) via PLC/SCADA (**Matheo, 2020 ; SOW O., 2021**).
 - **Gestion des solides** : cônes d'Imhoff (TSS cible : 300–600 mg/L).

➤ **Conception d'étangs** :

Les étangs de grossissement pour *Penaeus kerathurus* sont conçus avec une pente de fond de 2 % orientée vers la porte de drainage, assurant l'évacuation gravitaire des eaux usées et facilitant la récolte.

Ils disposent de portes modulables à canaux multiples : canaux filtrants pour retenir les débris et crevettes, canal à vannes modulables pour ajuster le niveau d'eau et évacuer les eaux profondes chargées, et un canal de régulation final connecté au réseau principal.

Un canal central de récolte, creusé au fond (0,5 m de profondeur, 1–2 m de large), dirige déchets et crevettes vers une fosse de récolte (3–4 m²) placée près de la porte de drainage, optimisant la concentration des animaux et simplifiant leur extraction (MAEAR.b, s.d ; MAEAR, 1988).



FIGURE IV.06: Aérateurs utilisés dans les étangs (généré par IA)

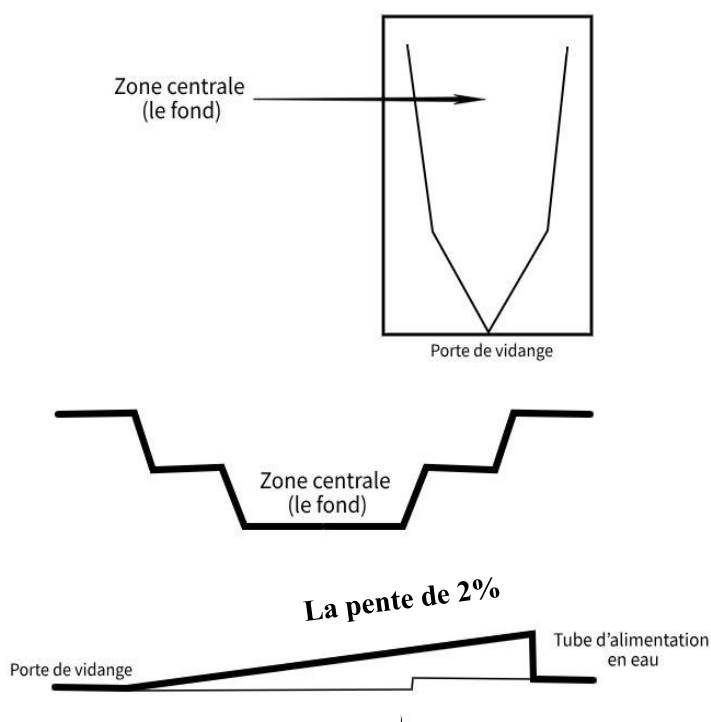


FIGURE IV.07 : Schéma représentatif de conception de l'étangs (MAEAR.b, s.d)

4.4. Bâtiments de conditionnement (Salle de logistique et de distribution) : Un bâtiment de 1500 m² est spécifiquement dédié aux opérations de conditionnement des crevettes post-récolte. Il est composé de deux unités :

- **Unité de conditionnement principale :** Elle comprend plusieurs zones successives :

- ✚ Réception et contrôle des crevettes issues des bassins.
- ✚ Rinçage, tri et calibrage selon la taille, le poids et la qualité.
- ✚ Emballage et étiquetage, respectant les normes commerciales et sanitaires.
- ✚ Salle de glaçage et congélation pour la conservation.
- ✚ Salle de pesage et chambres froides séparées (produits frais / produits finis).
- ✚ Salle d'expédition dédiée à la préparation et au chargement des commandes.

- **Unité complémentaire :** compose de :

- ✚ Une machine à glace et sa chambre de stockage.
- ✚ Un dépôt de caisses vides et consommables.
- ✚ Un local climatisé pour co-produits et déchets avant évacuation.
- ✚ Vestiaires et sanitaires (toilettes/douches).
- ✚ Un espace administratif avec bureau et petit laboratoire pour la traçabilité.

- **Fonction :** Ses fonctions principales sont :

- Réception et contrôle qualité des crevettes issues des bassins de grossissement.
- Pesée et tri initial par taille, poids et qualité, conformément aux standards du marché.
- Conditionnement sous différentes formes : frais, glacé, sous vide ou congelé, en respectant la chaîne du froid et les exigences commerciales.
- Emballage et étiquetage conformes aux réglementations commerciales et sanitaires, incluant les informations de traçabilité.
- Stockage temporaire en lien direct avec les chambres froides avant expédition.
- Préparation logistique et gestion documentaire pour les expéditions locales et internationales.

➤ **Equipements :**

- **Postes de travail :** Tables en acier inoxydable résistantes à la corrosion et faciles à désinfecter, réduisant les risques de contamination croisée.
- **Pesée et préparation :** Balances industrielles (0,1 g à 50 kg) pour la précision, et matériel d'étiquetage automatisé assurant traçabilité et conformité réglementaire.
- **Conditionnement :** Machines sous vide et thermoformeuses pour un emballage hermétique, glacières et bacs isothermes pour le maintien au froid, broyeur à glace pour la conservation.
- **Logistique interne :** Systèmes de convoyage reliant directement la salle aux chambres froides, avec zones de stockage (étagères, bacs).
- **Hygiène et sécurité :** Postes de nettoyage équipés (lavabos, désinfectants) et suivi informatique pour la gestion logistique et les documents d'expédition.
- **Transport :** Accès aménagé pour véhicules frigorifiques, camion frigorifique Kia 2700 dédié au respect de la chaîne du froid, caisses à poisson résistantes et bacs plastiques avec glaçons pour la conservation post-récolte.

4.5. Zone de prise et de traitement d'eau :

4.5.1. Station de pompage : La station de pompage garantit le transfert et la gestion efficace de l'eau, essentielle au bon fonctionnement des unités de production, grâce à des systèmes adaptés et optimisés.

➤ **Dimensions :** la station occupe une superficie de 100 m².

➤ **Fonctions :** Elle permet :

- L'alimentation en eau de mer filtrée pour les bassins larvaires, juvéniles et de grossissement.
- Le maintien d'une pression constante dans les circuits hydrauliques, essentielle pour la stabilité du débit, indépendamment des fluctuations de charge.
- La distribution efficace de l'eau traitée vers les différentes unités.
- Le renouvellement partiel de l'eau, en réponse aux besoins des compartiments d'élevage.

➤ **Systemes :**

- Pompage principal : pompes centrifuges haute capacité, moteurs diesel avec réducteurs, protégés en bâtiment technique.
- Réseaux de recirculation : tuyauterie PVC haute pression et vannes de régulation.
- Systemes de secours : pompes auxiliaires + groupe électrogène.
- Automatisation : supervision SCADA avec capteurs de débit, pression, pH, température, oxygène.
- Traitement intégré : filtration mécanique
- Canal d'alimentation : dimensionné pour le débit maximal

➤ **Équipements :**

- Deux pompes centrifuges principales (250 m³/h chacune, total 500 m³/h) et une pompe de secours couplée à un groupe électrogène.
- Des systemes de filtration en amont pour éliminer les gros débris.
- Un réseau hydraulique en PVC/PEHD avec vannes motorisées, clapets anti-retour et soupapes de sécurité (annexe 8).
- Capteurs multi-paramètres (pression, débit, température, salinité, oxygène dissous).
- Un tableau électrique avec variateurs de fréquence, permettant d'adapter le débit et d'optimiser la consommation énergétique

➤ **Détermination des besoins en eau :**

L'eau de mer, essentielle à toutes les étapes de l'élevage, est prélevée directement en mer via un canal d'amenée. Trois pompes centrifuges (deux actives, une de secours) et deux surpresseurs assurent l'approvisionnement vers la station de traitement et de distribution. Le fonctionnement alterné réduit l'usure mécanique et garantit la fiabilité (**GROUPE DE TRAVAIL IFREMER, 1987 ; FAO, 2002 ; PETIT J., 2006 ; SOUFFI I., 2021**)

Sur la base du dimensionnement des différentes unités, nous avons déterminé la demande horaire maximale en eau a été estimée à environ 108,41 m³/h (**tableau IV.03**) (Calcul du débit total par unité présenté dans annexe 09), couvrant les besoins de toutes les phases : géniteurs, incubation, larves, juvéniles et bassins de grossissement. La station est d'une capacité de 500 m³/h, constitue le cœur du système hydraulique.

Tableau IV.03 : Choix des tubes PVC selon les débits d'eau

Unité	Débit (m ³ /h)	Diamètre PVC (mm)
Géniteurs	6,3	100
Incubation	0,13	25
Larves	4,16	50
Phytoplancton	0,04	25
Proies vivantes	0,10	25
pré-grossissement	3,12	50
Grossissement	93,72	160
Total	107,57	Circuit principal Ø 160

Le circuit hydraulique de la ferme est conçu pour différencier la qualité de l'eau selon les besoins spécifiques de chaque phase d'élevage. L'eau de mer est d'abord pompée vers un bassin de décantation initial qui permet la sédimentation des particules, puis le circuit se divise en deux lignes distinctes : la première dirige une eau traitée par filtration et désinfection UV vers les unités de l'écloserie, tandis que la seconde alimente directement les bassins de pré-grossissement et de grossissement avec de l'eau simplement décantée. En fin de parcours, toutes les eaux usées sont collectées dans un bassin de traitement final avant d'être restituées au milieu marin, garantissant ainsi une gestion environnementale rigoureuse de l'exploitation (Fig. IV.08)

✚ Ligne 1 : alimentation de l'écloserie, comprenant :

- Salle d'élevage et conditionnement des géniteurs
- Salle d'incubation et d'élevage larvaire
- Salle de culture de phytoplancton
- Salle de production de proies vivantes

✚ Ligne 2 : alimentation de deux unités comprenant :

- Bâtiment de pré-grossissement
- Étangs de grossissement

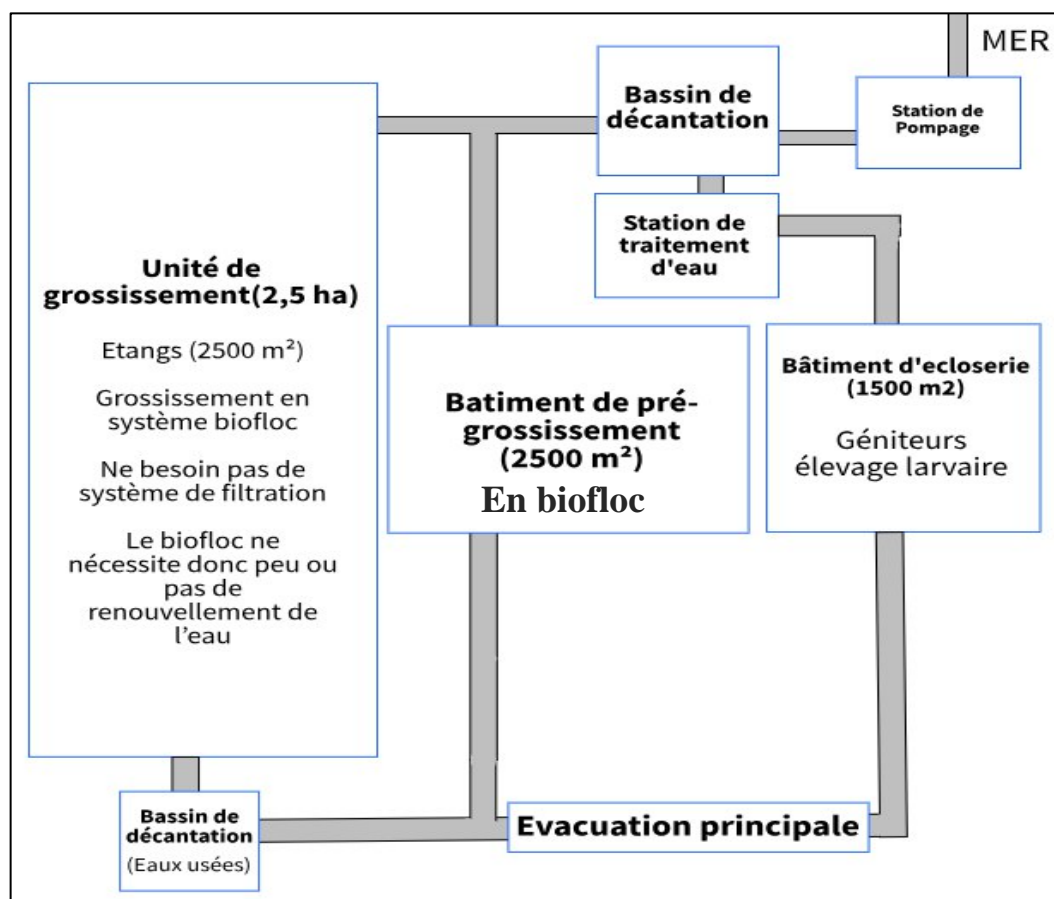


FIGURE IV.08 : Schéma de fonctionnement opérationnel de circulation de l'eau

4.5.2. Unité de traitement de l'eau : L'unité de traitement de l'eau, essentielle à la stabilité sanitaire et physico-chimique des systèmes d'élevage de « *Penaeus kerathurus* », Elle réduit les besoins en eau neuve et l'impact environnemental tout au long du cycle de production (GROUPE DE TRAVAIL IFREMER., 1987).

- **Dimensions :** occuper une surface fonctionnelle de 3500 m²
- **Fonctions :** Ses fonctions principales incluent :
 - Filtration mécanique et biologique des eaux de recirculation et d'alimentation.
 - Désinfection de l'eau neuve par UV ou chloration douce.
 - Conditionnement de l'eau pompée pour répondre aux exigences zootechniques.
 - Contrôle continu des paramètres : pH, température, salinité, oxygène, turbidité, ammoniac.
 - Décantation des particules solides et réduction de la charge organique, contribuant à la prévention des maladies.

➤ **Bassins :**

- **Bassins de décantation** Deux bassins de décantation ($2 \times 3000 \text{ m}^3$) pour prétraitement et traitement post-élevage.
- **Grands réservoirs d'eau traitée** : Deux réservoirs d'eau traitée de 1000 m^3 , assurant une distribution gravitaire vers les unités.
- **Cuves de stérilisation** ($3 \times 5 \text{ m}^3$, fibre de verre) pour désinfection par UV ou chloration légère.

➤ **Systèmes :**

- **Filtration mécanique** : tamis rotatifs ($100\text{--}200 \mu\text{m}$), filtres à sable sous pression ($\leq 0,5 \text{ mm}$). (**GROUPE DE TRAVAIL IFREMER., 1987**).
- **Filtration biologique** : Des biofiltres, constitués de supports bactériens à haute surface spécifique, assurent la nitrification en transformant l'ammoniac toxique en nitrites puis en nitrates (**FAO, 2002**).
- **Désinfection** : L'eau est désinfectée par deux moyens : Rayonnement UV ($40\text{--}60 \text{ W/m}^3/\text{h}$) et chloration ($20\text{--}30 \text{ ppm}$ d'hypochlorite de calcium) suivie de neutralisation au thiosulfate et ajout d'EDTA (10 ppm)
- **Aération constante** : Les cuves de traitement sont équipées de systèmes d'aération assurant des niveaux suffisants d'oxygène dissous, favorables aux processus biologiques (**SOUFFI I., 2021**).
- **Systèmes de recirculation** : Des boucles hydrauliques motorisées assurent un flux continu d'eau à travers l'unité, avec des pompes submersibles à basse consommation. Le système adopte un circuit fermé, limitant les apports extérieurs et les pertes.
- **Double ligne d'approvisionnement** : une en service, l'autre en traitement, garantissant continuité et biosécurité.

➤ **Equipements :**

- **Systèmes de pompage et de circulation** : Pompes à débit variable pour assurer la circulation de l'eau entre les bassins et les unités de traitement (**SOUFFI I., 2021**)
- **Filtration mécanique** : Tamis rotatifs, filtres tambour, filtres à sable sous pression (mailles $\leq 0,5 \text{ mm}$), et cartouches filtrantes.

- **Filtration biologique** : Biofiltres à supports plastiques modulaires (**GROUPE DE TRAVAIL IFREMER., 1987**).
- **Désinfection de l'eau** : réacteurs UV inox, systèmes à ozone ou chlore, colonnes au charbon actif/zéolithe
- **Capteurs multiparamètres** : pH, T°, O₂, salinité, turbidité, chlore résiduel.
- **Systèmes de commande et sécurité** : Interface de supervision SCADA avec alarmes, Tableaux électriques, électrovannes et soupapes de sécurité
- **Infrastructure complémentaire** : bassins de décantation, systèmes de vidange et dispositifs de nettoyage (**SOUFFI I., 2021**).

Dans les élevages semi-intensifs de *Penaeus kerathurus*, l'unité de traitement assure la qualité de l'eau grâce à la décantation gravitaire, la filtration mécanique (sable ou tambour) et la biofiltration des composés azotés. Une désinfection finale est réalisée par UV ou chloration légère, suivie d'un ajustement des paramètres (salinité, pH, O₂) dans des réservoirs de conditionnement. Le contrôle automatisé (SCADA) avec capteurs multiparamètres garantit un suivi en temps réel. Les effluents sont gérés par extraction des boues et renouvellement partiel (10–30 %/jour) selon le modèle Partial Water Flow Through.

- **Étapes de préparation de l'eau avant utilisation** :
 - a. Mesure de la salinité de l'eau brute.
 - b. Pompage vers le réservoir jusqu'au niveau souhaité.
 - c. Ajout de chlore (20–30 ppm d'hypochlorite de calcium dilué).
 - d. Filtration sous pression via un filtre à sable ($\leq 0,5$ mm).
 - e. Contrôle du taux de chlore résiduel dans le réservoir.
 - f. Déchloration avec du thiosulfate de sodium.
 - g. Ajout d'EDTA (10 ppm) pour piéger les métaux lourds.
 - h. Vérification finale des paramètres avant distribution.
 - i. Nettoyage complet du réservoir toutes les 2 à 3 utilisations.

4.6. Bloc administratif :

- **Dimensions** : implantés sur une surface totale de 500 m², avec une hauteur sous plafond de 3,5 mètres. L'aménagement comprend :
 - **Zone administrative** (bureaux de direction, secrétariat, salle de réunion) ;
 - **Espace de gestion** (archives, documentation, suivi informatique de la production);
 - **Installations pour le personnel** (vestiaires, sanitaires, douches, espace de repos).

- **Fonction** : cette unité constitue le centre stratégique de la gestion administrative et opérationnelle de la ferme. Leurs principales fonctions incluent :
 - **Gestion administrative et financière** : planification, suivi budgétaire, comptabilité, gestion des ressources humaines et contrôle des coûts (**ELEKES K., 2004**)
 - **Coordination technique** : liaison entre les unités de géniteurs, larves, grossissement, traitement de l'eau, logistique et conditionnement, afin d'optimiser la productivité et la qualité.
 - **Gestion documentaire et traçabilité** : tenue des registres de production, suivi sanitaire, archivage des analyses.
 - **Communication et partenariats** : accueil des fournisseurs, clients et visiteurs, réunions stratégiques avec les partenaires et équipes techniques (**ELEKES K., 2004.**).
 - **Formation et management du personnel** : organisation de briefings opérationnels, formations techniques, et suivi des procédures de sécurité.
 - **Bien-être et conditions de travail** : mise à disposition d'espaces de repos, sanitaires et vestiaires conformes aux normes d'hygiène et de sécurité au travail.

- **Equipements** : Les principaux équipements comprennent :
 - **Mobilier de bureau** : bureaux individuels et collectifs, chaises ergonomiques, armoires de rangement, classeurs et casiers personnels
 - **Postes de travail informatisés** : ordinateurs, imprimantes multifonctions, scanners, connexion internet haut débit, téléphones fixes et mobiles, assurant la gestion administrative et la communication interne/externe.

- **Équipements pour réunions et formations** : table de conférence, vidéoprojecteur, tableau blanc, écran de présentation, système audio pour briefings et réunions stratégiques.
- **Zones fonctionnelles** : salle de réunion, local d'archives, espace d'accueil, sanitaires, vestiaires, cuisine/réfectoire, coin pause avec fontaine à eau.
- **Installations de confort** : climatisation, ventilateurs, éclairage LED, mobilier ergonomique favorisant la productivité.
- **Systèmes de sécurité et de premiers secours** : caméras de surveillance, extincteurs, trousse médicale, éclairage de secours.

Les installations dédiées au personnel sont conçues pour offrir des espaces de travail confortables et efficaces. Elles incluent des bureaux équipés d'ordinateurs pour les tâches administratives, des salles de réunion, ainsi que des installations sanitaires garantissant un environnement sain pour les employés pour une gestion professionnelle et une organisation rigoureuse du projet

4.7. Centre de recherche où Laboratoire

- **Dimensions** : Le laboratoire est dimensionné sur une surface totale de 250 m², avec une hauteur sous plafond de 3,5 m. La surface est répartie en trois zones distinctes :
 - ✚ **Zone d'analyse de l'eau** de 80 m² : pour le suivi physico-chimique (pH, salinité, oxygène, température, ammoniacque, etc.)
 - ✚ **Zone de microbiologie et de contrôle sanitaire** de 100 m² : pour la détection des agents pathogènes (bactéries, parasites), le diagnostic de maladies, et la culture de micro-organismes.
 - ✚ **Zone de soutien et de stockage** de 70 m² : pour les équipements, les consommables, la préparation des échantillons, et le traitement des déchets.
- **Fonctions** :
 - Suivi régulier des paramètres de l'eau : température, pH, salinité, oxygène dissous, ammoniac, nitrites, nitrates.
 - Contrôle microbiologique des bassins, équipements et surfaces : détection de bactéries pathogènes et de biofloc.

- Vérification de l'efficacité des systèmes de traitement d'eau : UV, filtration, recirculation.
- Diagnostic des maladies des crevettes à tous les stades (larves, juvéniles, adultes) par microscopie ou tests rapides.
- Mise en quarantaine des individus suspects et mise en œuvre de mesures correctives.
- Validation des protocoles de biosécurité : nettoyage, désinfection.
- Suivi de la croissance, du taux de conversion alimentaire (FCR) et du taux de survie.
- Surveillance des effets des paramètres d'élevage sur la santé et les performances des crevettes.
- Archivage des données et participation à la traçabilité sanitaire et environnementale de la ferme.

➤ **Équipements :**

- **Bassins et cuves expérimentales**

- ✚ Bassins de 10 à 50 L pour tests biologiques verre ou en polycarbonate
- ✚ Cuves de culture de 0,5 à 20 L en verre ou polycarbonate, pour microalgues et microorganismes en conditions contrôlées.
- ✚ Deux bacs de quarantaine de 0,5 m³ chacun en polyester renforcé.

- **Matériel d'analyse**

- ✚ **Physico-chimique** : pH-mètre, oxymètre, conductivimètre, turbidimètre, réfractomètre, spectrophotomètre, kits colorimétriques (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻), appareils portables pour tests terrain.
- ✚ **Biologique et microscopique** : microscopes optiques et stéréomicroscopes avec caméras, colorants (Lugol, alcool, fixateurs) pour observation et diagnostic.
- **Culture et traitement microbiologique** : Incubateurs, étuves et chambres de culture, Hottes à flux laminaire pour sécurité microbiologique et Autoclaves et bains-marie pour stérilisation.
- **Préparation et dosage** : Balances de précision, pipettes automatiques, tubes à hématocrite, et centrifugeuses pour séparation d'échantillons.

- **Prélèvement et échantillonnage** : Filets à plancton, seringues, tampons stériles, boîtes de Pétri, lames, tubes.
- **Stockage et gestion des données**
 - ✚ Réfrigérateurs et congélateurs pour échantillons et réactifs sensibles.
 - ✚ Étagères sécurisées pour produits chimiques et verrerie.
 - ✚ Postes informatiques pour saisie, analyse et archivage des résultats
- **Chambres froides positive (0 à 4 °C) de et négative (-18 à -20 °C)** pour la conservation temporaire et la congélation éventuelle des produits sensibles

Le centre de recherche où laboratoire est le centre de contrôle de la ferme. Il analyse en continu l'eau et la santé des crevettes, centralise les données pour une prise de décision rapide, et mène des recherches pour optimiser les performances de l'élevage.

4.8. Unité de stockage et d'entretien :

- **Dimensions** : occupe une superficie de 300 m², avec une hauteur utile de 3,5 mètres.
- **Fonctions** : Elle assure plusieurs fonctions stratégiques (ELEKES K., 2004) :
 - Stockage sécurisé des équipements aquacoles (filets, pompes de secours, tuyauterie, outils de maintenance) et des consommables techniques.
 - Conservation réglementée des produits chimiques (désinfectants, biocides, produits de traitement de l'eau) dans des zones ventilées, conformes aux normes de sécurité.
 - Atelier intégré pour les opérations d'entretien préventif et correctif des installations, afin de prolonger la durée de vie des équipements et de réduire les temps d'arrêt.
 - Préparation logistique permettant la mise à disposition rapide du matériel nécessaire aux interventions sur les bassins ou unités techniques.
- **Équipements** : Elle comprend :
 - **Rayonnages et étagères robustes** pour le stockage vertical des équipements aquacoles, matériels techniques et consommables.
 - **Armoires sécurisées** pour la conservation des produits dangereux (désinfectants, chlore, carburants), conformément aux normes de sécurité.

- **Zone de stockage sec** pour les filets, aliments, pièces de rechange, matériels vétérinaires et accessoires.
- **Établis et tables de travail** résistants pour les opérations de maintenance et de réparation.
- **Outils de maintenance** (clés, tournevis, perceuses, meuleuses, postes à souder) pour l'entretien courant des installations.
- **Bacs de stockage** en plastique ou métal pour l'organisation des pièces de rechange (vannes, raccords, tuyaux PVC).
- **Zone de lavage et séchage** dédiée aux outils et accessoires utilisés sur site.
- **Poste informatique** pour la gestion de l'inventaire et la planification des interventions.
- **Systèmes de sécurité et confort** : extincteurs, signalisation, matériel de protection individuelle (gants, lunettes, masques), éclairage LED puissant et ventilation.

La salle de stockage et d'entretien centralise l'ensemble des équipements, outils et produits chimiques. Son organisation méthodique, avec des étagères de rangement et des armoires de sécurité pour les produits sensibles, est conçue pour garantir un accès rapide et sécurisé aux équipes techniques.

4.9. AUTRE :

- 4.9.1. Energie :** L'énergie représente une charge opérationnelle critique, alimentant en continu les systèmes de support-vie de la ferme. La consommation est principalement due aux surpresseurs garantissant l'aération continue des bassins, et par le pompage de l'eau, (deux pompes de 250 m³/h). La consommation totale est estimée à 1 444 kWh/jour.
- 4.9.2. Amortissements :** La durée des amortissements est de 20 ans pour les infrastructures (étangs et bâtiments), et de 5 ans pour les équipements et matériels.

5. Stratégie de production

5.1. Alimentation :

L'alimentation, pilier essentiel de la crevetticulture, est adaptée à chaque stade de développement pour répondre aux besoins nutritionnels (**voir annexe 10**) (protéines, énergie, minéraux) tout en tenant compte du comportement alimentaire des crevettes, la sélection des aliments à la ration précise est essentielle pour atteindre les objectifs de production.

- **Détermination de Besoin d'aliment :** La quantité distribuée quotidiennement est calculée par formule suivante :

$$\text{Quantité d'aliment (kg)} = \text{Biomasse (kg)} \times \text{Taux de Nourrissage Journalier (TNJ) (\%)}$$

A. Alimentation des Géniteurs : La nutrition des géniteurs est cruciale pour la maturation gonadique, la production d'ovocytes de qualité et la survie larvaire.

- **Aliments frais :** calmar, moules, vers annélides (polychètes).
- **Aliments formulés :** BioMar LARVIVA Broodstock, granulés riches en protéines (>55 %) et en acides gras.
- **Fréquence :** 3 à 4 repas par jour pour maintenir un apport constant de nutriments.

Tableau IV.04 : Protocole d'alimentation pour les géniteurs

Type d'aliment	Ration (% poids vif/jour)	FCR Cible	Ration Journalière par Bassin	Remarques
Frais (calmar, vers, etc.)	10 – 15 %	/	72 g	Source principale de lipides et de facteurs de maturation.
BioMar LARVIVA Broodstock (3.0 mm)	1 – 3 %	< 1.2	14 g	Apport équilibré et complet en vitamines et minéraux.

B. Phase Larvaire (Écloserie) : L'alimentation des larves suit une progression adaptée à l'évolution de leur appareil digestif, allant des microalgues aux proies vivantes, puis aux microgranulés spécialisés (BioMar).

- **Zoea :** microalgues (*Skeletonema costatum*, *Tetraselmis*, *Chaetoceros*), œufs d'huîtres.
- **Mysis :** rotifères (*Brachionus*), copépodes, nauplii d'Artémia, aliments BioMar PL Micro (micro-extrudés 100-200 µm).
- **Post-larves (PL1–PL20) :** Artémia enrichis, microgranulés BioMar Nursery (100-800 µm), flocons et substituts.

Tableau IV.05 : Séquence alimentaire en phase larvaire

Stade	Aliment principal	Compléments	Fréquence	% Aliment/ Biomasse/ jour	Ration Journalière par Bassin (kg)
Zoea	Microalgues 80-100 ×10 ³ cellules/mL	Œufs d'huîtres,	Continue	/	/
Mysis	Rotifères (5–10 ind./mL) Nauplii d'Artémia (0.5 – 2 nauplii/mL)	BioMar LARVIVA (Ø = 100-200 µm)	Très élevée (ajout de proies 4-6 fois/j)	120 %	~25 - 35 g
PL1 - PL5	Artémia enrichis (2 – 5 nauplii/mL)	BioMar LARVIVA PL (Ø= 100- 300 µm)	Très élevée (ajout de proies et granulés 6-8 fois/j)	80 %	~90 g
PL6 - PL12	Artémia enrichis (réduction progressive)	BioMar LARVIVA PL (→ Ø= 300-500 µm)		60 %	~450 g
PL13 - PL20	BioMar PL– Nursery (Ø= 500- 800 µm)	Artémia		40 %	~1.3 kg

C. Phase de Nurserie et Grossissement : Durant la nurserie et le grossissement, l'alimentation repose sur des granulés extrudés BioMar (gamme EFICO).

Tableau IV.06 : Programme d'alimentation en nurserie et grossissement

Stade	Poids moyen (g)	Aliment/Biomasse/jour %	Ration Journalière par Bassin (kg)	Fréquence /jour	Type d'aliment BioMar	Diamètre granulés (mm)	FCR moyen (cible)
Nurserie (pré-grossissement)	< 1 g (PL → juvéniles)	25 % descendant à 8 %	2.6 kg (moyenne)	6 - 8 fois	EFICO Exia 0.8	0.8	1.0 - 1.2
	1 – 5 g	8 % descendant à 5 %	5.7 kg (moyenne)	4 - 6 fois	EFICO Exia 1.2	1.2	1.1 - 1.2
Grossissement	5 – 15 g	5 % descendant à 3 %	125 kg (moyenne)	4 fois	EFICO Exia 1.7	1.7	1,0 à 1,3
	15 – 25 g	3 % descendant à 2 %	160 kg (moyenne)	3 - 4 fois	EFICO Exia 2.3	2.3	
	> 25 g (adulte)	< 2 %	125 kg (moyenne)	3 - 4 fois	EFICO Exia Finisher	2.3	

D. Besoin annuelle d'aliment :

Tableau IV.07 : Besoins estimés en aliments pour une production de 100 tonnes/an par phase (méthode de calcul présentée en annexe 12)

Phase	Aliment principal (BioMar)	Besoin annuel (t)	Total annuel
Larvaire (écloserie)	LARVIVA PL	1,1 t	138.362 t
Nurserie (pré-grossissement)	EFICO Exia	22 t	
Grossissement	EFICO Exia	114 t	
Géniteurs	LARVIVA Broodstock + Frais	1.262 t	



FIGURE IV.09 : Les différents types d'aliment de BioMar utilisée dans l'élevage
(www.biomar.com)

5.2. Mélasse :

La mélasse, un co-produit visqueux issu de l'industrie sucrière, est utilisée comme principale source de carbone dans le système biofloc. Riche en sucres simples et en minéraux, sa composition contient une forte proportion de carbone (généralement autour de 53 %) (**annexe 13**), ce qui en fait un substrat énergétique idéal pour les bactéries.

Tableau IV.08: Besoins estimés en mélasse par phase

Phase	Aliment/cycle (t)	Taux mélasse (kg/kg)	Mélasse/cycle (t)	Mélasse/an (t)
Pré-grossissement	11	1,09	11.99	23.98
Grossissement	57	0,78	44.46	88.92
Total	68	—	56.45	112.9

5.3. Différentes phases de production

5.3.1. Conditionnement des géniteurs :

a. Réception, sélection et acclimatation :

Les géniteurs, issus de captures marines ou d'élevages spécialisés, sont transportés dans des conditions contrôlées (sacs plastiques oxygénés, bassins aérés, température régulée par glace). À leur arrivée, un contrôle sanitaire complet (analyses parasitologiques, bactériologiques et virologiques) est réalisé avant leur acclimatation dans des bassins de 10 m³, séparés par sexe (pétasma chez les mâles, thylecum chez les femelles), à une densité de 2–3 kg/m³ ou 1 individu/m². Les paramètres (température, salinité, O₂) sont ajustés progressivement.

b. Préparation des bassins :

Avant l'introduction des géniteurs, les bassins sont nettoyés et désinfectés (solution chlorée 10 ppm), puis remplis à 50 % d'eau filtrée (1–5 µm) et stérilisée aux UV. La température est ajustée lentement (1–2 °C/jour) jusqu'à 28–30 °C et la salinité stabilisée à 25–30 ppt..

c. Suivi de maturation et induction hormonale

La maturation se fait dans des bassins circulaires de 10 m³ (PEHD), à faible densité (1,5–2 kg/m³), sous des conditions contrôlées : température 28–30 °C, salinité 25–30 ppt, pH 7,8–8,2, photopériode 14h/10h avec lumière bleu-vert. L'alimentation combine aliments frais (10–30 % de la biomasse) et aliments secs BioMar (LARVIVA Broodstock). La maturation ovarienne est suivie quotidiennement à l'aide de lampes étanches, selon une classification en cinq stades (I–V) (tableau II.02), et si nécessaire, une ablation partielle du pédoncule oculaire est réalisée pour stimuler la maturation (SOUFFI I., 2021).

d. Accouplement et ponte

Les femelles matures sont transférées dans bassins de ponte de 4 m³, chaque bassin accueille 20–30 femelles (où 3 géniteurs/m³), en présence des mâles selon un ratio de 1:1. La photopériode est inversée (14 h lumière/10 h obscurité). L'accouplement se produit généralement la nuit, suivi de la ponte 5 à 8 h plus tard.

e. Collecte et incubation des œufs

Les œufs sont collectés manuellement (filets fins) ou par filtration douce, puis incubés à ≤ 600 œufs/cm³ avec aération douce et température 28–30 °C. L'éclosion survient en 12–15h, produisant les nauplii, premier stade larvaire

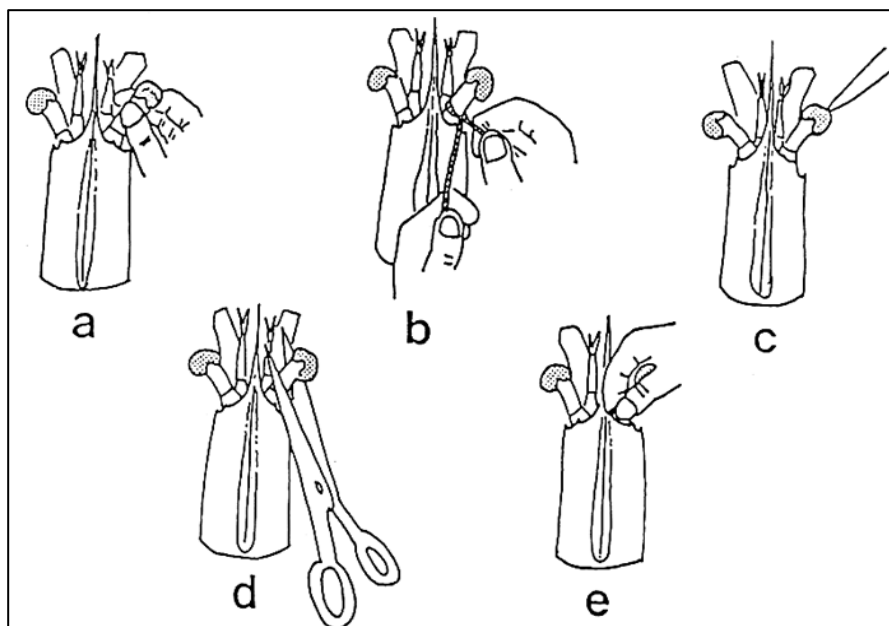


FIGURE IV.10 : Schéma représentatif de la Méthode d'épédonculation chez les pénéides (LUMARE F. et al, 1987)

a) Incision du bulbe de l'oeil et compression - b) ligature - c) Electrocutation ou utilisation de nitrate d'argent d) Incision - e) pincement ; écrasement.

j. Suivi sanitaire et biosécurité

Un protocole sanitaire strict est appliqué : désinfection préventive au formaldéhyde (30–50 ppm, 15–20 s), contrôle permanent des paramètres (pH 7,5–8,5 ; T° 26–32 °C ; salinité 24–36 ppt), siphonnage quotidien, renouvellement d'eau 100–400 %/jour selon le type de bassin. Les signes pathologiques (ex. ovaires laiteux) sont surveillés pour une action rapide.

5.3.2. Incubation et élevage des larves :

La salle d'incubation et d'élevage de *Penaeus kerathurus* suit un protocole strict de 24 à 33 jours, couvrant les stades de développement larvaire. Ce processus repose sur le contrôle de l'environnement, une alimentation adaptée et des mesures de biosécurité pour garantir une croissance homogène et un taux de survie élevé (MAEAR.b, s.d ; SOUFFI I., 2021).

a. Incubation des œufs :

Les œufs fécondés sont placés dans des bacs cylindro-coniques de 200 L avec une eau filtrée (5 µm), désinfectée par UV, à 27–29 °C et salinité 4–15 ‰, oxygénée (O₂ > 4,5 mg/L). L'éclosion survient après 12–18 h, donnant des nauplii (GANGBÈ et al., 2018 ; AQUACOP, 1977).

b. Stade nauplius :

Les nauplii, triés dans des bassins de flottation pour éliminer les individus faibles, sont transférés dans des bassins circulaires de 5 m³, partiellement couverts. À ce stade endotrophe, aucune alimentation externe n'est nécessaire. L'accent est mis sur la stabilité thermique (27–29 °C), une bonne oxygénation et le maintien de la qualité d'eau (renouvellement jusqu'à 100 % par jour) (MAEAR.b, s.d).

c. Stade zoéa :

Début de l'alimentation externe avec des microalgues vivantes (*Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Tetraselmis*) à raison de 20 000–30 000 cellules/L, distribuées 3–4 fois/jour (DPA, avril 1991 ; LUMARE F. et al, 1987). L'éclairage est tamisé pour limiter le stress et prévenir les malformations.

d. Stade mysis :

Introduction d'une alimentation mixte : artémias vivants enrichis (10/larve), rotifères, aliments formulés micronisés (BioMar LARVIVA ; Ø = 100-200 µm) comme complément (MAEAR.b, s.d). Le renouvellement d'eau jusqu'à 100 % par jour et siphonnage des déchets organiques quotidiens.

e. Stade post-larvaire :

Métabolisme accru et mues quotidiennes (PL1 à PL20). Alimentation protéinée variée : artémias enrichis (2 – 5 nauplii/mL), rotifère, aliments formulés (BioMar LARVIVA PL, Ø= 100-800 µm). À partir de PL15, acclimatation progressive pour transfert vers les bassins de nurserie ou de pré-grossissement.

f. Gestion de l'environnement et biosécurité :

Les paramètres clés sont maintenus (T° 27–29 °C, salinité 10–30 ‰, pH 7,7–8,3, O₂ > 5 mg/L, photopériode 14 h lumière à 1 000–2 000 lux). Les bassins sont désinfectés (20–30 ppm hypochlorite), rincés après 36–48 h, et suivis par observations microscopiques quotidiennes pour prévenir les pathologies.

5.3.3. Production des proies vivantes :

a. Culture de phytoplancton

✚ Organisation des cultures : La production se déroule en trois étapes :

- Cultures mères : flacons stériles 50 mL en conditions aseptiques.
- Volumes intermédiaires : 600 mL à 1,8 L, aérés et enrichis.
- Production massive : carboys (18 L) puis cuves en fibre de verre.
- Cycle complet : 3 à 7 jours, avec une production hebdomadaire visée de 1500 à 2000 L.

✚ **Conditions de culture** : Température 20–28 °C, lumière 3 500–8 000 lux (photopériode 16–24 h/j), injection de CO₂ et aération continue. Surveillance quotidienne : observation microscopique, suivi de la concentration cellulaire et des paramètres physico-chimiques.

✚ **Nutriments** : En laboratoire : solutions stock à base de nitrates, phosphates, silicates, fer, oligoéléments et vitamines (SOUFFI I., 2021 ; HELM et al., 2006). Et pour production de masse : engrais industriels

✚ **Récolte et utilisation** : Décantation ou filtration douce avec utilisation immédiate dans les bassins larvaires ; stockage possible à 4–8 °C pendant 24–48 h.

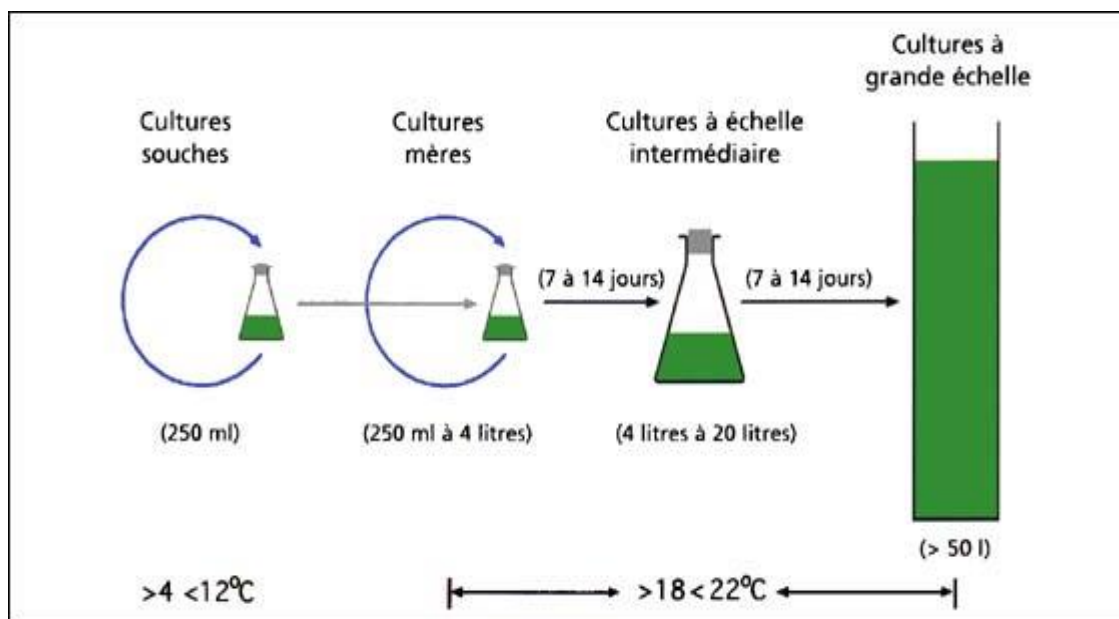


FIGURE IV.11 : Etapes de production algale (Helm et al., 2006)

b. Production de rotifère et d'artémia :

+ Organisation et démarrage des cultures

- **Rotifères** : cultivés à partir de souches initiales dans des cuves de petit volume, puis transférés dans réservoirs coniques en PEHD avec un volume unitaire de 100 litres.
- **Artémia** : élevage démarrant par hydratation et décapsulation des cystes (1–2 g/L), incubation dans des réservoirs coniques de 100 L fortement aérés, à 29 °C, pH 8,2, salinité 30–35 ppt, avec un rendement moyen de 250 000 nauplii/g après 18–24 h (SOUFFI I., 2021).

+ Alimentation et enrichissement

- **Rotifères** : nourris quotidiennement avec phytoplancton frais (*Nannochloropsis*) ou substituts enrichis (levure, Instant Algae).
- **Artémia** : nauplii enrichis en acides gras essentiels (HUFA) via microalgues ou compléments spécifiques avant distribution aux larves (LUMARE et al., 1987).

+ Paramètres environnementaux optimaux : présente dans le tableau suivant :

Tableau IV.09 : Paramètres environnementaux optimaux pour rotifères et artémia

Paramètre	Artémia	Rotifères	Sources
Température	28–30 °C	25–28 °C	Lavens & Sorgeloos, 1996
Salinité	25–35 ppt	15–25 ppt	
pH	> 8.0	7.5–8.5	
O ₂ dissous	> 4 mg/L	> 4 mg/L	Dhert, 1996
Ammoniac (NH ₃)	< 1 mg/L	< 1 mg/L	

+ Récolte et distribution

- **Rotifères** : tamisage (40–100 µm), récolte journalière de 20–30 % du volume.
- **Artémia** : tamisage (120–200 µm), rinçage à l'eau claire, transfert immédiat vers les bassins larvaires pour préserver la valeur nutritionnelle.

5.3.4. Pré-grossissement :

La salle de pré-grossissement en biofloc est une étape stratégique du cycle de production de *Penaeus kerathurus*. Elle permet d'élever les post-larves (PL15 à PL20) jusqu'à un poids de 1–2 g en 5 à 7 semaines, avant leur transfert en bassins de grossissement

Les densités d'ensemencement varient de 2500 à 3000 PL/m³, avec des charges pondérales initiales de 0,6 à 1 kg/m³. La température est maintenue entre 26 et 30 °C, permettant un taux de croissance spécifique (SGR) de 4,0 à 4,5 %/jour, (Vieira et al., 2019 ; Araújo et al., 2019).

L'alimentation repose sur des granulés extrudés mark biomar (EFICO Exia) contenant 40 à 45 % de protéines brutes, distribués 4 à 8 fois par jour. Grâce à la valorisation nutritionnelle des bioflocs, le facteur de conversion alimentaire (FCR) est optimisé entre 0,95 et 1,20.

La gestion du biofloc se base sur le maintien d'un rapport Carbone/Azote (C/N) de 15:1 par l'ajout de mélasse (53 % de C). Le calcul de la mélasse suit la formule de Nguyen T.D. et Ly V.KH, 2018 :

$$\frac{\Delta CH_{Mélasse}}{\Delta F_{aliment}} = \frac{([(C/N)_{cible} \times \%P(F)_{aliment} \times \%N(P)_{aliment}] - \%CF_{aliment})}{\%CCH_{Mélasse}}$$

ΔCH : poids de la source de carbone.

ΔF : poids d'aliment.

CN : Le rapport Carbone/Azote ciblé (15 :1)

$\%P(F)$: Le pourcentage de protéines dans l'aliment

$\%N(P)$: la teneur des protéines en azote (16%)

$\%CF$: Le pourcentage de carbone dans l'aliment (environ 50% ou 0.50)

$\%CCH$: Le pourcentage de carbone dans la mélasse (environ 53% ou 0.53)

➡ Donc :

$$\Delta CH = \frac{([CN \times \%P(F) \times \%N(P)] - \%CF)}{\%CCH} \times \Delta F$$

Pour un aliment à 45 % de protéines, le besoin est d'environ 1.09 kg de mélasse/kg d'aliment. Ainsi, 50 kg d'aliment/jour nécessitent \approx 54.5 kg de mélasse/jour.

Avant introduction des PL, une phase de maturation du biofloc de 4 à 6 semaines est indispensable pour permettre le développement des bactéries hétérotrophes, stabiliser le rapport C/N et assurer une oxygénation constante.

La gestion sanitaire inclut un suivi quotidien du comportement, un tri régulier pour réduire le cannibalisme, et le Contrôle du floc est mesuré quotidiennement avec un cône d'Imhoff, permet d'évaluer la concentration des floes (viser 10–15 mL/L, seuil max 50 mL/L). Le transport des PL s'effectue dans des caisses oxygénées (100 lbs/1100 L) avec un $O_2 > 6$ mg/L et à 18 °C pour limiter le stress.

Tableau IV.10 : Paramètres physico-chimiques recommandés en pré-grossissement biofloc

Paramètre	Valeur Optimale	Sources
Température	28–30 °C	(Van Wyk & Avnimelech, 2013)
pH	7.8–8.5	(Avnimelech, 2012)
O ₂ dissous	> 5 mg/L	(Hargreaves, 2013)
Ammoniac Total (TAN)	< 1 mg/L	
Renouvellement d'eau	Minimal (< 1 %/jour)	
Nitrates (NO ₃ ⁻)	< 50 mg/L	
Nitrites (NO ₂ ⁻)	< 1 mg/L	(Avnimelech, 2012)
Solides en Suspension (TSS)	300–500 mg/L	
Rapport C/N	> 15:1	

5.3.5. Grossissement :

La phase de grossissement constitue l'étape clé de la crevetticulture en biofloc, couvrant la croissance des post-larves (2–5 g) jusqu'à la taille commerciale (25–30 g) en 120 jours. Le biofloc agit comme système d'épuration et source de nourriture naturelle, réduisant l'usage d'aliments industriels et améliorant l'efficacité zootechnique. La phase de grossissement est effectuée dans des étangs revêtu d'une géomembrane de 2 500 m² de surface et 2 m de profondeur.

La conception des étangs joue un rôle crucial dans le bon fonctionnement du système. Avant chaque cycle, les bassins sont vidangés et laissés à sec (1–2 semaines), traités au *tea seed cake* (100–200 kg/ha) pour éliminer prédateurs et concurrents, puis remplis progressivement (1,5 m) avec une eau filtrée et protégée par filets anti-intrusifs.

Avant leur introduction les post-larves subissent une acclimatation thermique et osmotique, la densité d'ensemencement est 4–5 kg/m³, avec l'objectif d'obtenir environ 4 millions de crevettes à la récolte.

Le rapport C/N est maintenu 15:1 par l'ajout de sources de carbone (mélasse 53 % C). Cet équilibre stimule les bactéries hétérotrophes qui transforment l'ammoniac en biomasse microbienne assimilable (Nguyen et Ly, 2018).

Formule de calcul:

$$\frac{\Delta CH_{Mélasse}}{\Delta F_{aliment}} = \frac{([(C/N)_{cible} \times \%P(F)_{aliment} \times \%N(P)_{aliment}] - \%CF_{aliment})}{\%CCH_{Mélasse}}$$

➡ Donc :

$$\Delta CH = \frac{([15 \times 0,38 \times 0,16] - 0,5)}{0,53} \times \Delta F$$

$$\Delta CH \approx 0,78 \times \Delta F$$

Ainsi, pour chaque kilogramme d'aliment distribué, il faut ajouter environ 0,78 kg de mélasse. Pour une distribution de 50 kg d'aliment par jour, l'ajout sera de : 0,78×50=39 kg de mélasse/jour

L'alimentation combine granulés riches en protéines (36–40 %) de mark biomar (EFICO Exia 2.3 et EFICO Exia Finisher) distribués 3 à 6 fois/jour et ingestion de flocs microbiens, permettant un FCR de 1,0 à 1,3.

Le volume de flocs est mesuré quotidiennement avec un cône Imhoff. Il doit être maintenu entre 10 et 15 ml/L et ne doit pas dépasser 50 ml/L pour éviter d'obstruer les branchies des crevettes.

Le suivi zootechnique est hebdomadaire, à l'aide d'un filet de 2,5 m², d'une balance portative et de fiches de suivi (annexe 14), afin d'évaluer poids moyen, densité, biomasse et survie. Les objectifs de performance sont un gain de 1,2–1,8 g/semaine, une survie > 60 %, et une biomasse finale d'environ 15 tonnes par étang.

Tableau IV.11 : Paramètres Physico-chimique en phase de grossissement

Paramètre	Valeur Cible / Limite	Sources
Température	28–30 °C	(Van Wyk & Avnimelech, 2013)
Salinité	15–25 ppt	(Hargreaves, 2013)
Oxygène dissous	≥ 5 mg/L	
pH	7.8–8.3	(Avnimelech, 2012)
Alcalinité	120–150 mg/L CaCO ₃	
Volume de Flocc (Imhoff)	10–15 mL/L	
Solides en Suspension (TSS)	250–500 mg/L	(Hargreaves, 2013)
Ammoniac Total	< 1 mg/L	



FIGURE IV.12 : Cônes Imhoff utilisés pour mesurer le biofloc (Hargreaves, 2013)

5.3.6. La récolte :

La récolte marque l'aboutissement de la phase de grossissement et se réalise lorsque les crevettes atteignent un poids moyen de 25–30 g. Elle doit idéalement être effectuée tôt le matin ou en soirée afin de limiter le stress thermique et préserver la qualité du produit.

Méthodes de récolte

- Récolte partielle ou sélective : utilisée pour réduire la densité et favoriser la croissance des individus restants, via des pièges fixes, filets en sac ou filets traînants.
- Récolte totale : vidange complète de l'étang, collecte via un filet fixé aux vannes de sortie, suivie de la récupération manuelle des crevettes restantes.

Prétraitement sur site

- a. Tri manuel pour éliminer les débris et espèces indésirables.
- b. Lavage à l'eau de mer propre.
- c. Pesée des lots avec balances industrielles.
- d. Traitement au métabisulfite de sodium (2 %, 3 min) pour prévenir la mélanose.
- e. Glacage par couches alternées crevettes/glacée pilée.
- f. Stockage temporaire en bacs isothermes avant transfert en salle de conditionnement.

5.3.7. Conditionnement :

Après la récolte et le prétraitement, les crevettes sont acheminées vers la salle de conditionnement, où les opérations post-récolte visent à préserver la qualité et garantir la conformité sanitaire.

Réception et contrôle qualité

- Transport des crevettes depuis le site de récolte dans des bacs isothermes remplis de glace.
- Contrôle visuel (absence de maladies, aspect général) et pondéral (calibrage) de chaque lot.
- Vérification des conditions de transport et des dates de péremption pour toute matière première ou proie vivante.

✚ Processus de conditionnement

- a. Tri manuel par taille, poids et qualité commerciale.
- b. Pesée pour calibrage.
- c. Conditionnement sous vide, en barquettes scellées ou caisses isothermes avec glace pilée.
- d. Étiquetage réglementaire (espèce, lot, date, poids, provenance) selon normes HACCP.
- e. Stockage:
 - +2 °C pour le produit frais.
 - -18 °C pour le produit surgelé.

✚ Expédition et commercialisation

- Transport dans des véhicules frigorifiques (camion frigo Kia 2700, véhicule utilitaire).
- Utilisation de caisses et bacs plastiques remplis de glace pour maintenir la chaîne du froid.
- Livraison vers marchés locaux ou export selon la demande commerciale.

5.4. Calendrier de production : Pour atteindre l'objectif de 100 tonnes par an, la production est organisée en deux cycles selon le calendrier suivant :

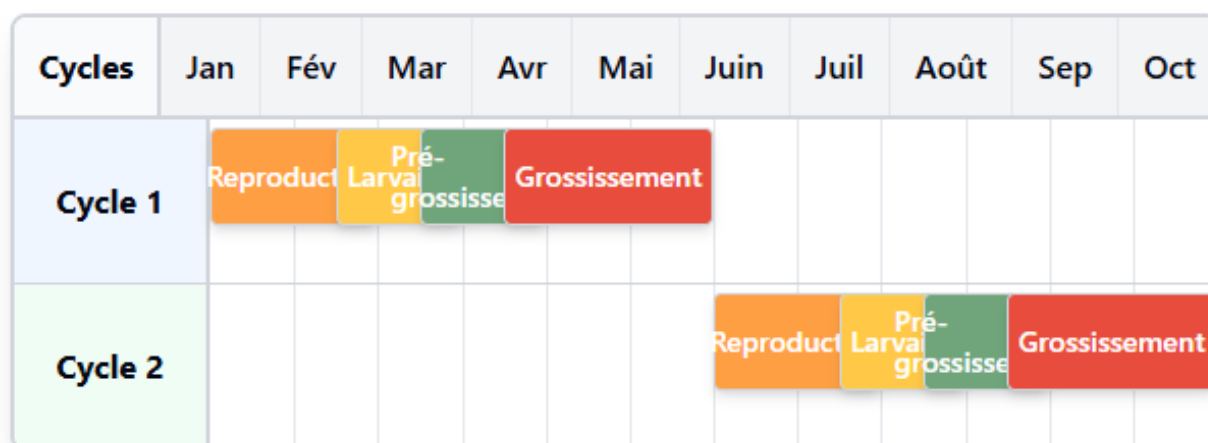
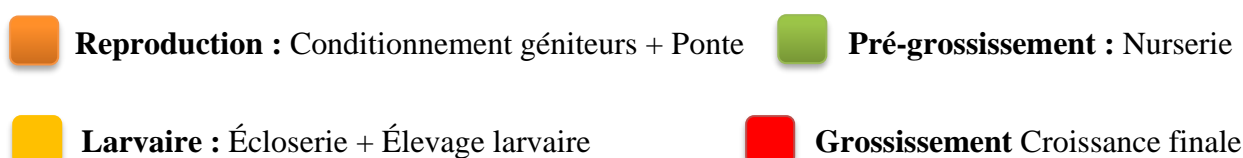


FIGURE IV.13 : Calendrier du cycle de production annuel des crevettes



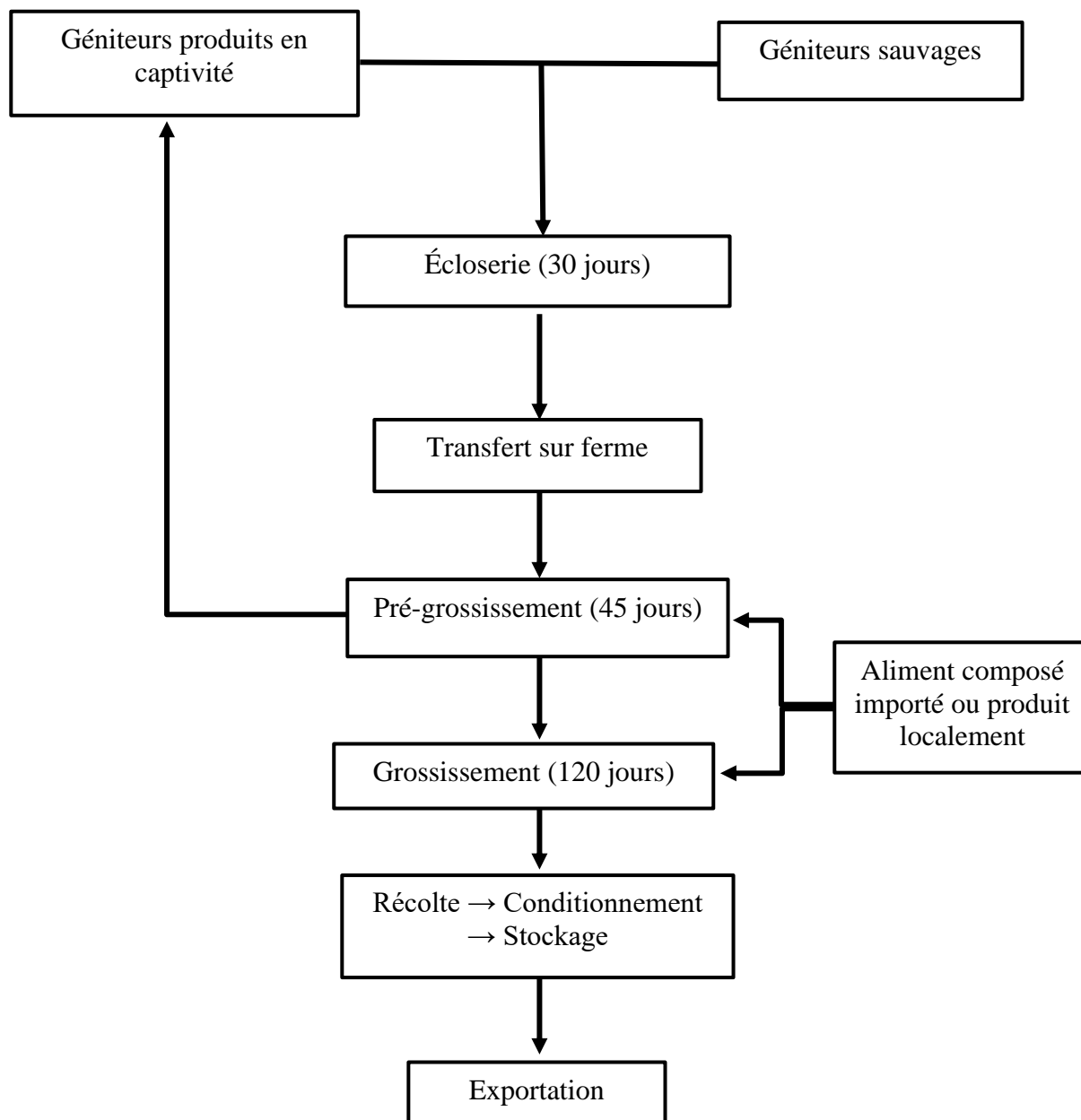


FIGURE IV. 14 : Schéma représentatif du cycle de production

6. Besoins en fonctionnement :

Le bon fonctionnement de la ferme crevetticole repose sur des ressources humaines qualifiées et sur l'application rigoureuse de protocoles quotidiens. Ces deux aspects sont essentiels pour garantir la productivité, la biosécurité et la rentabilité de l'exploitation.

6.1. Routine quotidienne : La gestion journalière permet une surveillance constante des crevettes et de leur environnement, garantissant une réaction rapide en cas d'anomalie :

- **Suivi des paramètres de l'eau :** Des prélèvements d'échantillons d'eau sont effectués dans les bassins quatre fois par jour pour mesurer la température et le pH. Les contrôles sont réalisés à des moments clés de la journée
- **Gestion de l'alimentation :** repose sur une pesée et une distribution précises de la nourriture, accompagnées d'un suivi des plateaux ou filets pour contrôler les restes et ajuster les rations. L'observation du comportement alimentaire des crevettes (activité et vivacité) sert d'indicateur fiable de leur état de santé.
- **Maintenance et propreté :** Une inspection et un nettoyage régulier des filets des vannes des bassins sont réalisés pour assurer une bonne circulation de l'eau. De plus, un nettoyage des abords des bassins et la collecte des déchets sont effectués pour maintenir un haut niveau de biosécurité et éviter toute contamination exte.

6.2. Main d'œuvre : La gestion complète de la ferme, incluant les opérations techniques et les tâches administratives, nécessite une équipe dont les effectifs se répartissent comme suit :

Tableau IV.12 : Répartition des effectifs de la ferme

Département	Poste	Effectif
DIRECTION	Directeur Général	1
	Assistant(e) Administratif & Commercial	1
PRODUCTION TECHNIQUE	Directeur Technique (Ingénieur en Chef)	1
	Ingénieur d'Écloserie	1
	Ingénieur de Nurserie	1
	Ingénieur de Grossissement	1
	Techniciens Supérieurs	4
	Ouvriers Aquacoles	3
SUPPORT & MAINTENANCE	Chauffeur / Logisticien	1
	Gardiens	3
TOTAL		17

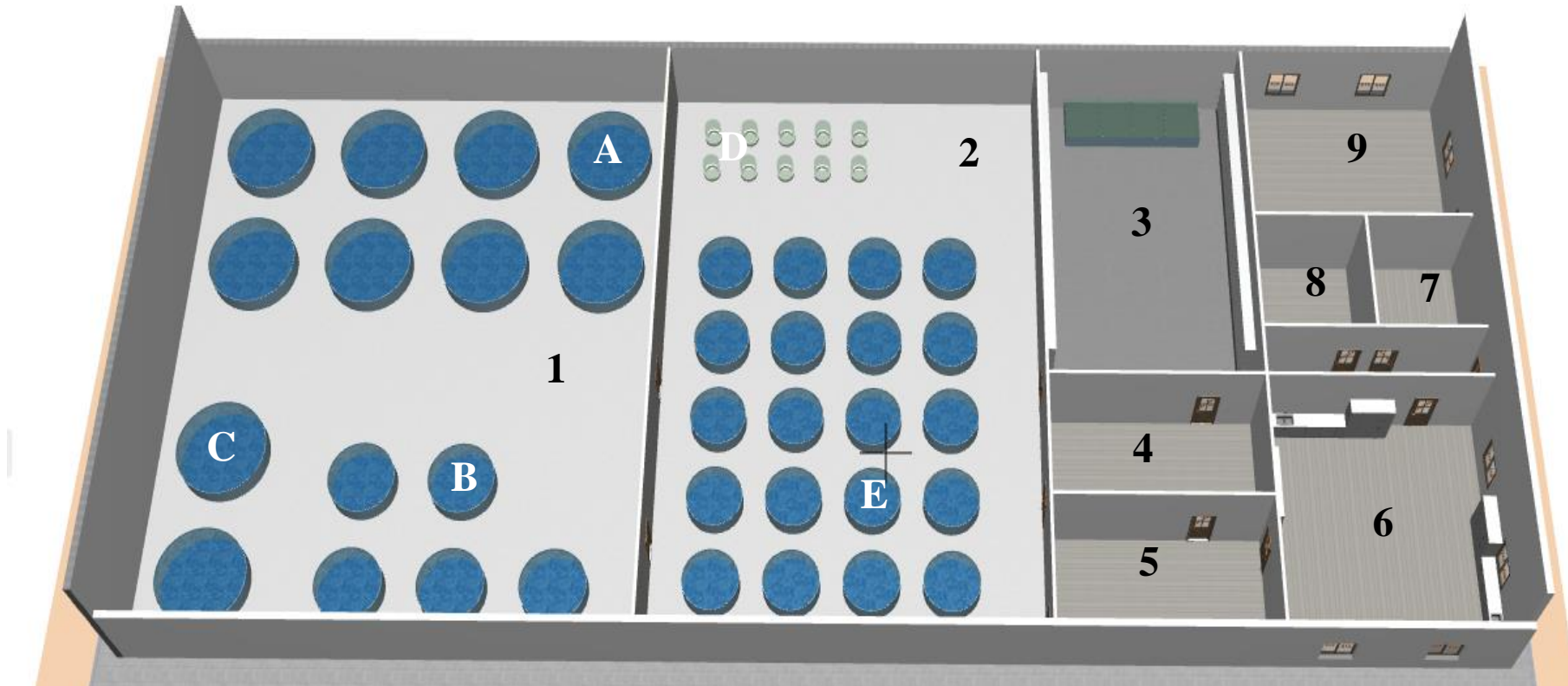


FIGURE IV.15 : Plan architectural 3D de l'écloserie (Logiciel ArchiCad)

1- Salle de conditionnement des géniteurs

2-Salle d'incubation et d'élevage des larves

3-Salle de culture de phytoplancton

4-Salle d'élevage d'Artémia

5-Salle d'élevage de Rotifère

6- Laboratoire

7-Une chambre froide positive

8-Une chambre froide négative

9-Salle résidana

A-Bassins de maturation

B-Bassins de ponte

C-Bassins de stockage

D-Bassins d'incubation des œufs

E-Bassins d'élevage larvaire

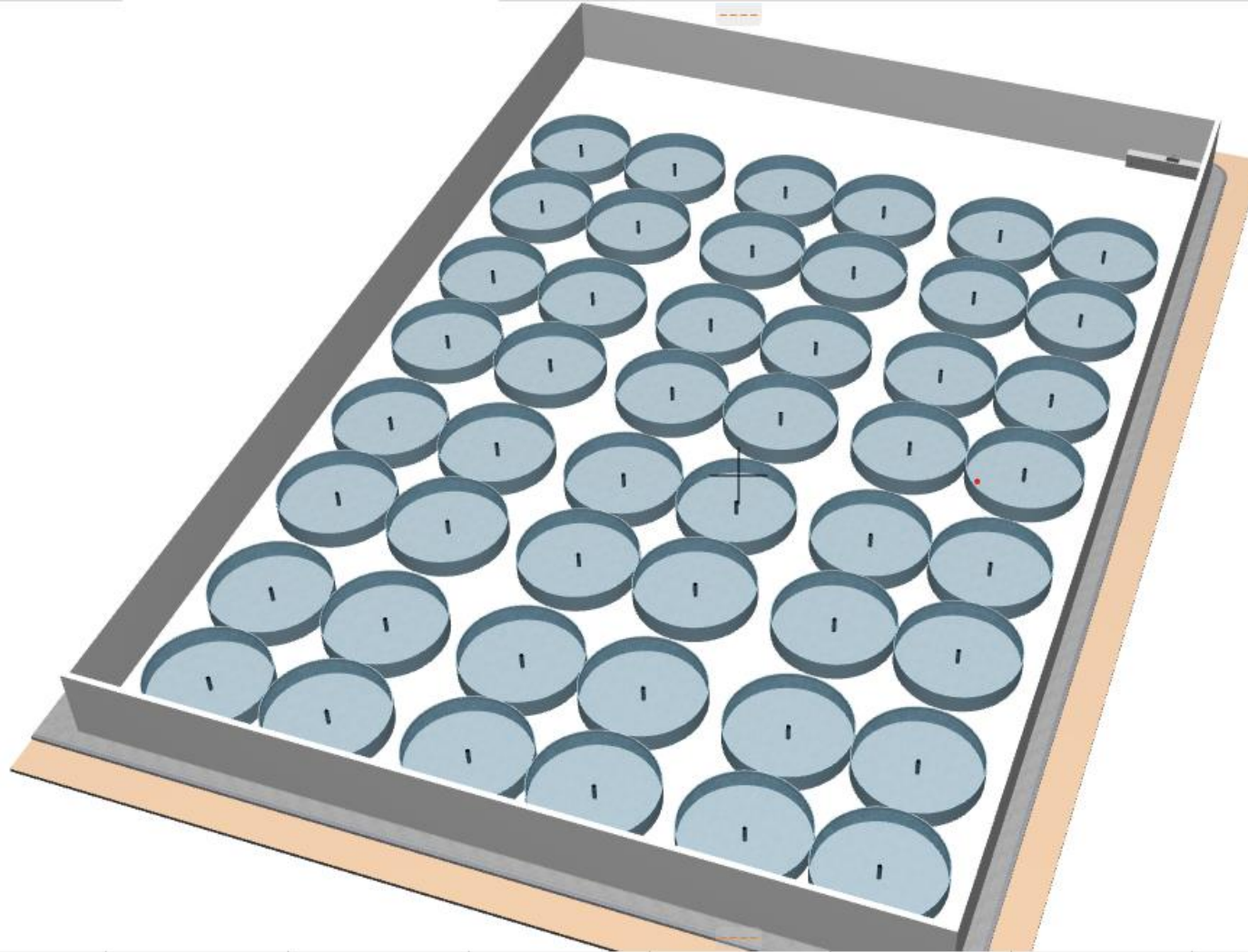


FIGURE IV.16 : Plan architectural 3D de bâtiment de pré-grossissement (nurserie) (Logiciel ArchiCad)

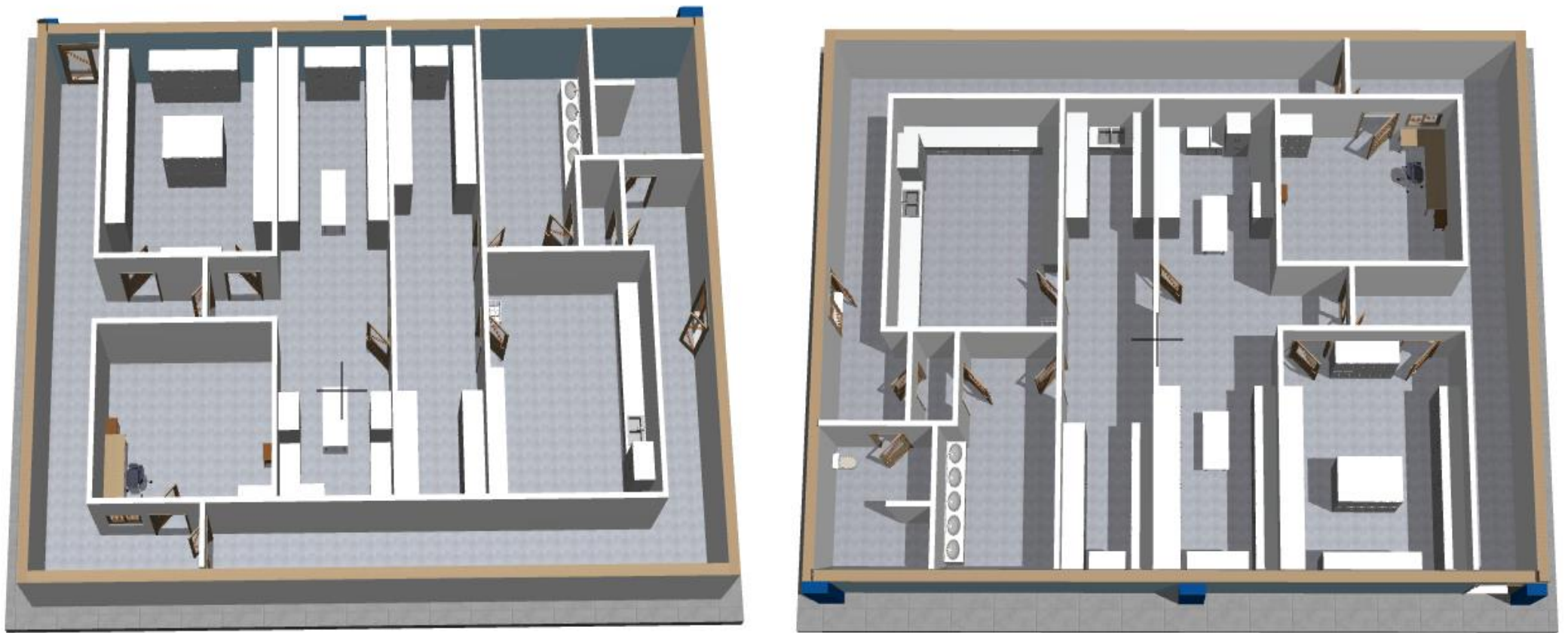


FIGURE IV.17 : Plusieurs vues plan architectural 3D de Centre de recherche où laboratoire (Logiciel ArchiCad)



FIGURE IV.18 : Plan architectural 3D de la ferme crevetticole (Logiciel ArchiCad)

1- Bâtiment d'écloserie

2- Bâtiment de pré-grossissement (nurserie)

3- Unité de traitement de l'eau

4- Station de pompage

5- Bassin de décantation

6- Etangs de grossissement

7- Bâtiments de conditionnement

8- Centre de recherche où laboratoire

9- Administration

10- Unité de stockage et d'entretien

11- Les dortoirs

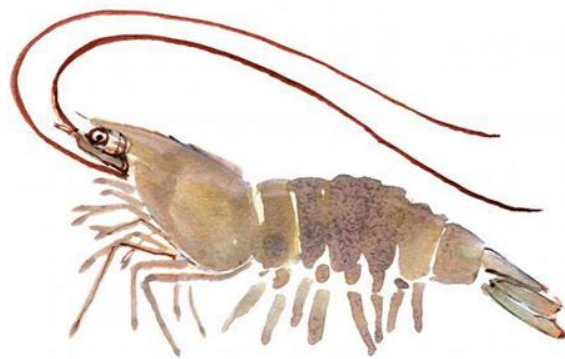
12- Parking

13- Poste police



FIGURE IV.19 : Autre vue de plan architectural 3D de la ferme crevetticole (Logiciel ArchiCad)

CHAPITRE V :
Étude Économique



Introduction

L'étude économique constitue le cœur de l'évaluation de la faisabilité financière de notre projet de ferme aquacole. Elle vise à évaluer précisément les coûts d'investissement, les charges d'exploitation, les revenus attendus et, au final, la rentabilité du projet de production de 100 tonnes de crevettes par an. Cette analyse permettra de déterminer la viabilité économique du projet et d'orienter les décisions d'investissement.

1. Le Plan d'Investissement : Les Coûts de Démarrage

L'investissement initial représente l'ensemble des dépenses nécessaires pour mettre en place l'infrastructure et acquérir les équipements indispensables au démarrage de l'activité aquacole. Ce plan détaille les différents postes d'investissement avec leurs durées d'amortissement respectives.

➤ Coûts de l'Infrastructure

L'infrastructure constitue la base physique de notre exploitation aquacole, comprenant les terrains, bâtiments et installations aquacoles nécessaires au bon fonctionnement de la ferme.

Tableau V.1 : Investissements en Infrastructure et Amortissements

Poste d'Investissement	Montant Total (DA)	Durée d'Amortissement	Amortissement Annuel (DA)
TERRAIN ET PRÉPARATION	10,000,000		
BÂTIMENTS ET GÉNIE CIVIL			
Bâtiment éclosionerie	3,000,000	20 ans	150,000
Bâtiment pré-grossissement	2,500,000	20 ans	125,000
Bâtiment conditionnement	2,250,000	20 ans	112,500
Bureau et bloc administratif	1,500,000	20 ans	75,000
Laboratoire	1,200,000	20 ans	60,000
Unité stockage/entretien	900,000	20 ans	45,000
ÉTANGS ET BASSINS	9,315,000	20 ans	465,750
SOUS-TOTAL INFRASTRUCTURE	30,665,000	20 ans	1,533,250

➤ **Coûts des Équipements**

Les équipements techniques représentent l'ensemble des machines, systèmes et matériels spécialisés nécessaires au processus de production aquacole, depuis l'écloserie jusqu'au conditionnement final.

Tableau V.02 : Investissements en Équipements et Amortissements

Équipement	Montant Total (DA)	Durée d'Amortissement	Amortissement Annuel (DA)
SYSTÈME DE POMPAGE ET TRAITEMENT	2,450,000	5 ans	490,000
AÉRATION ET OXYGÉNATION	1,560,000	5 ans	312,000
ÉQUIPEMENTS ÉCLOSERIE	1,700,000	5 ans	340,000
CONDITIONNEMENT	1,400,000	5 ans	280,000
TRANSPORT ET DIVERS	4,300,000	5 ans	860,000
SOUS-TOTAL ÉQUIPEMENTS	11,410,000	5 ans	2,282,000

➤ **Synthèse de l'Investissement Initial Total**

Cette synthèse présente la répartition globale de l'investissement initial nécessaire au lancement du projet aquacole.

Tableau V.03 : Récapitulatif de l'Investissement Total

Catégorie	Montant (DA)	Pourcentage (%)	Amortissement Annuel (DA)
Infrastructure	30,665,000	72.8%	1,533,250
Équipements	11,410,000	27.2%	2,282,000
TOTAL INVESTISSEMENT	42,075,000	100%	3,815,250

2. Le Plan de Financement : Comment Payer l'Investissement ?

Le financement du projet repose sur une structure mixte combinant fonds propres, crédit bancaire et subventions publiques pour optimiser le coût du capital et répartir les risques financiers.

➤ Origine des Fonds

La structure de financement proposée assure un équilibre entre autonomie financière et levier d'endettement raisonnable.

Tableau V.04 : Structure de Financement du Projet

Source de Financement	Montant (DA)	Pourcentage (%)	Durée	Taux d'Intérêt
Fonds Propres	16,830,000	40%	-	-
Crédit Bancaire	21,037,500	50%	10 ans	8%
Subventions publiques	4,207,500	10%	-	-
TOTAL FINANCEMENT	42,075,000	100%		

3. Les Prévisions d'Exploitation : L'Activité Annuelle

L'exploitation de la ferme aquacole génère des charges et des revenus récurrents qui déterminent la rentabilité opérationnelle du projet.

3.1. Les Charges Annuelles de Fonctionnement

➤ Charges Variables

Les charges variables évoluent proportionnellement au niveau de production et comprennent principalement l'alimentation des crevettes et les coûts de conditionnement.

Tableau V.05 : Charges Variables Annuelles

Poste de Charge	Montant Total (DA)
ALIMENTATION	39,380,000
AUTRES CHARGES VARIABLES	
Mélasse	620,000
Conditionnement/Emballage	2,600,000
Transport/Distribution	1,300,000
TOTAL CHARGES VARIABLES	43,900,000

➤ **Charges Fixes**

Les charges fixes représentent les coûts incompressibles de fonctionnement de l'exploitation, indépendants du niveau de production.

Tableau V.06 : Masse Salariale et Autres Charges Fixes Annuelles

Poste de Charge	Montant Annuel (DA)
MASSE SALARIALE	12,240,000
ÉNERGIE	8,505,900
MAINTENANCE	3,000,000
AUTRES CHARGES (Assurances, Frais administratifs, Marketing/Commercial, Frais divers...)	2,000,000
AMORTISSEMENTS	3,815,250
TOTAL CHARGES FIXES	29,561,150

➤ **Le Chiffre d'Affaires Annuel (Les Revenus)**

Le chiffre d'affaires provient de trois sources principales : la vente de crevettes, les services complémentaires et la valorisation des co-produits.

Tableau V.07 : Composition du Chiffre d'Affaires Annuel

Source de Revenus	Volume/Quantité	Chiffre d'Affaires Annuel (DA)
PRODUCTION PRINCIPALE (Crevettes 100 tonnes)	100 tonnes	120,000,000
SERVICES COMPLÉMENTAIRES (Formation technique, Conseil aquacole, Vente post-larves, ...)		9,750,000
CO-PRODUITS		
Biomasse biofloc séchée	50 tonnes	400,000
Déchets valorisés	20 tonnes	40,000
CHIFFRE D'AFFAIRES TOTAL		130,190,000

4. Le Compte de Résultat Prévisionnel et le Bénéfice et Rentabilité du Projet

4.1. Présentation du Compte de Résultat :

Le compte de résultat prévisionnel sur 5 ans permet d'évaluer l'évolution de la performance financière du projet depuis le démarrage progressif jusqu'à la pleine capacité de production.

Tableau V.08 : Compte de Résultat Prévisionnel sur 5 Ans

RUBRIQUES	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
PRODUITS D'EXPLOITATION					
Chiffre d'Affaires	78,114,000	104,152,000	130,190,000	130,190,000	130,190,000
CHARGES D'EXPLOITATION					
Alimentation	23,628,000	31,504,000	39,380,000	39,380,000	39,380,000
Autres charges variables	2,960,000	3,740,000	4,520,000	4,520,000	4,520,000
Charges fixes	25,745,900	25,745,900	25,745,900	25,745,900	25,745,900
Amortissements	3,815,250	3,815,250	3,815,250	3,815,250	3,815,250
TOTAL CHARGES	56,149,150	64,805,150	73,461,150	73,461,150	73,461,150
EXCÉDENT BRUT D'EXPLOITATION	21,964,850	39,346,850	56,728,850	56,728,850	56,728,850
Charges financières	1,683,000	1,569,400	1,446,680	1,314,120	1,170,952
RÉSULTAT AVANT IMPÔTS	20,281,850	37,777,450	55,282,170	55,414,730	55,557,898
Impôts sur les bénéfices (26%)	5,273,281	9,822,137	14,373,364	14,407,830	14,445,054
RÉSULTAT NET	15,008,569	27,955,313	40,908,806	41,006,900	41,112,844

4.2. Le Résultat Net Annuel (Le Bénéfice) :

➤ Calcul du Bénéfice Annuel (Année 3) :

- **Total des Revenus:** 130,190,000 DA
- **Total des Charges:** 73,461,150 DA
- **Bénéfice Annuel:** 40,908,806 DA

➤ **Plan de Trésorerie sur les Premières Années**

À partir de la troisième année, lorsque la production atteint sa capacité maximale de 100 tonnes, le projet génère un bénéfice net de plus de 40 millions de dinars annuellement, soit une rentabilité exceptionnelle de 31,4% par rapport au chiffre d'affaires.

Tableau V.09 : Plan de Trésorerie sur les Premières Années

Éléments de Trésorerie	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Résultat Net	15,008,569	27,955,313	40,908,806	41,006,900	41,112,844
Amortissements	3,815,250	3,815,250	3,815,250	3,815,250	3,815,250
Capacité d'Autofinancement	18,823,819	31,770,563	44,724,056	44,822,150	44,928,094
Remboursement du crédit	-1,420,000	-1,534,000	-1,657,000	-1,789,600	-1,932,800
Flux de Trésorerie Net	17,403,819	30,236,563	43,067,056	43,032,550	42,995,294
Trésorerie Cumulée	17,403,819	47,640,382	90,707,438	133,739,988	176,735,282

4.3. La Rentabilité du Projet :

➤ **Indicateurs de Rentabilité :**

Les indicateurs financiers démontrent une rentabilité exceptionnelle du projet aquacole.

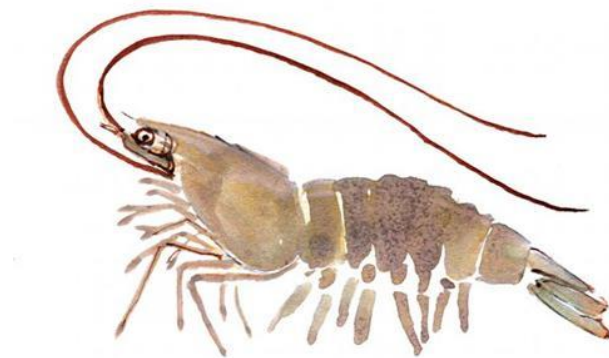
Tableau V.10 : Indicateurs de Rentabilité du Projet

Indicateur	Valeur	Seuil de Référence	Appréciation
VAN (10%)	125,850,000 DA	> 0	Excellent
TRI (Taux de Rentabilité Interne)	78.2%	> 10%	Exceptionnel
Délai de Récupération	2.1 ans	< 5 ans	Très bon
Indice de Profitabilité	3.99	> 1	Excellent
Marge Nette (Année 3)	31.4%	> 10%	Excellent
Retour sur Investissement (ROI)	97.3%	> 15%	Exceptionnel

Conclusion

L'étude économique révèle que le projet de ferme aquacole de 100 tonnes de crevettes par an présente une rentabilité exceptionnelle, Avec un investissement initial de 42,075,000 DA. Le projet génère un Taux de Rentabilité Interne (TRI) de 78.2% et une VAN de 125,850,000 DA. Le délai de récupération de 2.1 ans et la marge de sécurité de 66.2% confirment la solidité financière du projet.

Conclusion et Perspectives



Conclusion générale

En somme, ce mémoire de fin d'études met en évidence l'importance stratégique du développement d'une crevetticulture durable en Algérie, considérée comme un secteur porteur pour la diversification de l'économie nationale et la réponse à la demande croissante en produits aquatiques. La conception d'une ferme modèle dédiée à « *Penaeus kerathurus* », reposant sur la technologie biofloc, a permis de confirmer la faisabilité technique, économique et écologique de ce système d'élevage innovant. Cette approche apparaît parfaitement alignée avec les objectifs du pays en matière de sécurité alimentaire et de valorisation des ressources naturelles.

Le projet proposé illustre concrètement comment l'intégration de la technologie biofloc permet de réduire drastiquement la consommation d'eau, de recycler les nutriments et d'améliorer la productivité, tout en minimisant l'impact environnemental. En tant que projet pilote, cette ferme renforce les capacités nationales dans le domaine de l'aquaculture intensive et contribue à réduire la dépendance de l'Algérie vis-à-vis des importations de fruits de mer. Ce travail constitue ainsi une feuille de route opérationnelle pour les futurs investissements, démontrant qu'une approche scientifique et raisonnée peut transformer un secteur émergent en véritable pilier de l'économie bleue.

Au-delà de ses apports techniques, ce mémoire trace les perspectives d'un avenir prospère pour la filière aquacole algérienne. En intégrant des technologies de pointe et des pratiques respectueuses de l'environnement, l'Algérie peut non seulement assurer ses besoins internes, mais également se positionner comme un acteur compétitif de la crevetticulture sur la scène régionale et internationale, contribuant à la création d'emplois qualifiés et au développement socio-économique de ses régions côtières.

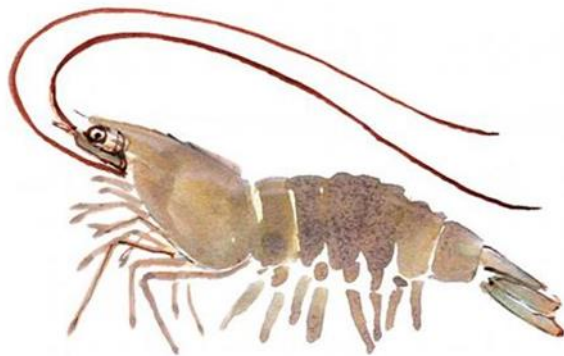
Perspectives

Le développement d'une crevetticulture moderne en Algérie repose sur plusieurs axes stratégiques, essentiels pour bâtir une filière solide, pérenne et compétitive :

- **Maîtrise et optimisation des systèmes biofloc** : perfectionner les protocoles de gestion afin d'améliorer les performances de croissance, de survie et de santé des crevettes dans les conditions locales.
- **Diversification des espèces** : explorer l'élevage d'autres espèces aquacoles indigènes à forte valeur commerciale pour renforcer la résilience et la compétitivité du secteur.
- **Autonomie de la filière** : développer des écloséries nationales pour assurer une production locale de post-larves et de géniteurs, garantissant ainsi l'indépendance et la sécurité des élevages.
- **Recherche appliquée et innovation** : positionner la ferme comme un centre de recherche et de développement, axé sur l'amélioration des techniques de nutrition, de génétique et de biosécurité.
- **Contribution socio-économique** : structurer la filière pour diversifier l'économie nationale, créer des emplois durables et dynamiser les communautés côtières.
- **Développement durable et économie circulaire** : promouvoir des pratiques respectueuses de l'environnement, en valorisant les sous-produits et en intégrant les énergies renouvelables, notamment le solaire, afin de réduire l'empreinte écologique.

En adoptant ces orientations, l'Algérie pourra bâtir une filière crevetticole moderne et solide, capable d'assurer sa sécurité alimentaire, de soutenir son économie et de s'imposer comme une référence régionale dans le domaine de la crevetticulture durab

Références Bibliographiques



-A-

- **AGRO CAMPUS OUEST, [Sans Date].** La culture de Phytoplancton (Fiche n°2,4).
- **Ahmed, M., et al. (2020).** "Sustainable Aquaculture Practices in the Mediterranean Region". *Journal of Marine Science and Engineering*.
- **Ambassade des États-Unis en Algérie. (2022, 2 août).** *Coopération américano-algérienne pour l'élevage de crevettes* [Communiqué de presse, en ligne]. [consulté le 31 mai 2025]. Disponible à : <https://dz.usembassy.gov/fr/un-partenariat-americano-algerien-pour-lelevage-de-crevettes/>
- **Apud, F. D., Torres Jr, P. L., & Primavera, J. H. (1983).** Farming of prawns and shrimps. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.
- **AQUACOP, (1977).** Observations sur la maturation et la reproduction en captivité des crevettes péneïdes en milieu tropical. *Actes de Colloques du C.N.E.X.O.*, 4 : pp 157 – 178.
- **AquaPortail. (2010, 15 décembre).** *Définition : Crevetticulture* [Mise à jour le 10 février 2025]. AquaPortail.com. Consulté le [20 Avril 2025], à l'adresse <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/8579/crevetticulture>
- **AVALLE O. et RANDRIANTOMPONIONY R., (1994).** Manuel d'écloserie. Ferme Pilote d'Aquaculture de Crevettes Nosy-Be. Projet FAO/MAG/88/006. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome : [En ligne]. [consulté le 29 Mai 2025]. Disponible sur: <https://www.fao.org/4/AC038F/AC038f00.htm>
- **AVALLE O. et RANDRIANTOMPONIONY R., (1994).** Manuel d'écloserie. Ferme Pilote d'Aquaculture de Crevettes Nosy-Be. Projet FAO/MAG/88/006. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome : [En ligne]. [consulté le 29 Mai 2025]. Disponible sur: <https://www.fao.org/4/AC038F/AC038f00.htm>
- **Avnimelech Y., 2009.** *Biofloc Technology : A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- **Avnimelech, Y. (2012).** *Biofloc Technology - A Practical Guidebook (3rd ed.)*. The World Aquaculture Society.
- **Avnimelech, Y., (1999).** Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176(3), p.p.227-235

- **AVNIMELECH, Y., (2007).** Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture* 264, 140-147
- **Azim, M.E., Little, D.C., (2008).** The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1), 29-35.
- **AZZABAKHTI., n.d.** Biologie crevettes. *Scribd* [en ligne]. [consulté le 30 Mars 2025] Disponible à l'adresse : <https://www.scribd.com/document/507501757/Biologie-crevettes>

-B-

- **BAMBI LANGA L., (2022).** Valorisation des effluents d'aquaculture par la technologie biofloc : Essai d'intégration durable de l'élevage du Clarias (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) et du tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758). Mémoire de Master de spécialisation, Univ. Liège et Univ. Namur.
- **Barnabé. G., (1991).** Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Ed. TEC & DOC, Paris : (p.500)
- **Becerra-Dorame, J.M., Martinez-Cordova, L.R., Martínez-Porchas, M., Hernández-López, J., López-Elías, J.A., Mendoza-Cano, F., 2012.** Effect of using autotrophic and heterotrophic microbial-based-systems for the pre-grown of *Litopenaeus vannamei*, on the production performance and selected haemolymph parameters. *Aquaculture Research*.
- **Ben Mustapha A. 1967.** Observations biologiques sur *Penaeus kerathurus* (Forskål) et étude biométrique. *Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salammbô*. Annales XIII, 10p.
- **BEN SAID R., 1994.** Culture du phytoplancton en petits volumes. *Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salammbô*, 21 : pp 30 – 40.
- **Besbes, R., 1996.** Elevages des larves et des post-larves de la crevette royale *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775), au centre national d'aquaculture de Monastir: bilan de trois années d'expérimentations.
- **Brown, A., Thompson, J., Nguyen, M., et Patel, S. (2020).** Modern livestock management techniques: integrating smart technologies. *Journal of Agriculture sciences*. 35(4), p.p.221-235.

- **Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H., Pearson, D.C., (2004).** The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232(1), p.p.525-537.

-C-

- **Calleja, P., & Paquotte, P. (1995, May).** Diagnostic technico-économique et aide à la gestion d'entreprise en aquaculture. In Séminaire SELAM.
- **CARDONA E., (2015).** Influence de l'environnement trophique de l'élevage en biofloc sur les performances physiologiques de la crevette *Litopenaeus stylirostris* : Étude de paramètres de la nutrition, de l'immunité et de la reproduction. Thèse de Doctorat, Univ. Nouvelle-Calédonie.
- **Cardona, E., Saulnier, D., Lorgeoux, B., & Gueguen, Y., (2015).** Relative contribution of natural productivity and compound feed to tissue growth in blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) reared in biofloc. Ifremer.
- **Castex, M. (2009).** Evaluation du probiotique bactérien *Pediococcus acidilactici* MA18/5M chez la crevette pénéide *Litopenaeus stylirostris* en Nouvelle-Calédonie (Doctoral dissertation, Agro Paris Tech).
- **Ceccaldi, H.J. (1997).** Anatomy and physiology of the digestive system. In : *Crustacean Nutrition, Advances in World Mariculture Society Vol. 6* (Eds. By D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. & Akiyama, D.M.), pp 261-291. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA.
- **CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT DE LA PÊCHE ET DE L'AQUACULTURE (CNRDPA), (2016).** Le Bulletin du Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture, 2.
- **CHALABIA., (1991).** L'aquaculture en Algérie (Techniques et sciences. Revue maghrébines N° 6.)
- **Chamberlain, G.W., (2010).** History of shrimp farming. In the shrimp book, edited by Victoria Alday-Sanz, Nottigham, University press.
- **Chim, L., Lucien-Brun, H., LeMoullac, G., (2002).** Marine shrimp farming. Fisheries and Aquaculture: Towards Sustainable Aquatic Living Resources Management, in Knowledge for sustainable development. An insight into the Encyclopedia of Life Support Systems, UNESCO Publishing-Eolss Publishers, Oxford, UK, Volumes II, 1059p.

- **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.
- **Clemens, S., Massabuau, J.C., Meyrand, P., Simmers, J. (1999).** Changes in motor network expression related to moulting behaviour in lobster : role of moult induced deep hypoxia. *J. Exp. Biol.* 202 : 817-827.
- **CNRDPA. (2016).** Crevetticulture : un créneau porteur. *Bulletin du Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture*, 2, 4. [En ligne], [consulté le 29 Mai 2025] Disponible à : <https://cnrdpa.dz/wp-content/uploads/2022/08/Bulletin-no-2.pdf>
- **Conides, A., Glamuzina, B., Dulčić, J., Kapiris, K., Jug-Dujaković, J., & Papaconstantinou, C. (2008).** Study of the reproduction of the Karamote shrimp *Penaeus (Melicertus) kerathurus* in Amvrakikos Gulf, western Greece. *Acta Adriatica*, 49(2), p.p. 97-106.
- **Coutteau, P. (1996).** *Micro-algae*. In: Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. (Lavens, P. & Sorgeloos, P., editors). FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO.

-D-

- **D'Udekem d'Acoz C. (1999).** Inventaire et distribution des crustacés décapodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux continentales adjacentes au nord de 25°N. Collection Patrimoines Naturels, 40. Muséum national d'Histoire naturelle: Paris. ISBN 2-86515-114-10. X, 383p.
- **Dakin, W.J., (1938).** The habits and life –history of a penaeid prawn (*Penaeus plebejus* Hesse). *Proceedings of the Zoological Society in London*, vol. A, 108: p.p.163-183.
- **Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C. and Staples, D.J., (1990).** The biology of the Panaeidae. *Advances in Marine Biology*, Academic Press, London, 27: p.p.1-489.
- **DAMIEN, (2024).** Qu'est-ce que la crevetticulture : guide complet 2024. *Aquaculture Conseils* [en ligne]. [consulté le 28 June 2024]. Disponible à l'adresse : <https://aquacultureconseils.fr/quest-ce-que-crevetticulture-guide-complet-astuces-2024/>
- **Delaunay Damien (2019).** Caramote (*Penaeus kerathurus*). Ifremer. [en ligne]. [consulté le 10 June 2024]. Disponible à l'adresse : <https://image.ifremer.fr/data/00674/78585>

- **Dhert, P. (1996).** *Rotifers*. In: Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. (Lavens, P. & Sorgeloos, P., editors). FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO.
- **DIRECTION DE LA PÊCHE ET DE L'AQUACULTURE (DPA), avril 1991.** *Cahier d'Information des Pêches - FICHES TECHNIQUES SUR L'ELEVAGE DE P. MONODON EN BASSIN*. [en ligne]. Programme des Nations Unies pour le Développement ; Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Projet MAG/85/014. [consulté le 15 Mai 2025]. Disponible sur : <https://www.fao.org/4/AC056F/AC056F03.htm>
- **DIRECTION DE LA PÊCHE ET DE L'AQUACULTURE DE MADAGASCAR (DPAM), 1991.** *Cahier d'Information des Pêches - DOSSIER : AQUACULTURE DE CREVETTES*. N° 5. [en ligne]. Programme des Nations Unies pour le Développement ; Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Projet MAG/85/014. [consulté le 15 Mai 2025]. Disponible sur : <https://www.fao.org/4/ac056f/AC056F00.htm#TOC>
- **Direction Générale des Politiques Économique, Européenne et Internationale. (2007).** *Avenant n° 7 au cahier des charges concernant le mode de production et de préparation biologiques des espèces aquacoles et leurs dérivés (CC REPAB F)*. Homologué par l'arrêté interministériel du 2 février 2007. [en ligne]. [consulté le 10 Mai 2025]. Disponible sur : https://www.agrobioperigord.fr/upload/avenant_7_aquaculture.pdf
- **Direction des Ressources Marines et Minières de Polynésie française (DRMMPF). (2023).** *Statistiques de l'aquaculture*. [en ligne]. [consulté le 5 Mai 2025]. Disponible sur : <https://www.ressources-marines.gov.pf/2023/08/07/statistiques-laquaculture/>

-E-

- **Emerenciano, M., Martínez-Córdova, L., & Miranda-Baeza, A. ,(2012).** Biofloc technology (BFT): An alternative for sustainable shrimp farming. *Aquaculture Research*, 43(10), p.p.1523–1534.
- **EMERENCIANO, M., MARTINEZ-CORDOVA, L. R.,MARTINEZ -PORCHAS,M., MIRANDABAEZA,A (2017).** Technologie Biofloc (BFT): Un outil pour la gestion de la qualité de l'eau en aquaculture, qualité de l'eau, Hlanganani Tutu, Intech Open, DOI: 10.5772 / 66416. [en ligne]. [consulté le 10 Avril 2025]. Disponible sur :

Disponible sur: <https://www.intechopen.com/books/water-quality/biofloc-technology-bft-atool-for-water-quality-management-in-aquaculture>

- **ÉMILIE CARDONA, 2015.** Influence de l'environnement trophique de l'élevage en biofloc sur les performances physiologiques de la crevette *Litopenaeus stylirostris* : Étude de paramètres de la nutrition, de l'immunité et de la reproduction. [THÈSE DE DOCTORAT, l'Université de Nouvelle-Calédonie]

-F-

- **Falcia L. & Minervini R. (1996).** Guide des homards, crabes, langoustes, crevettes et autres crustacés décapodes d'Europe. 287 p. Delachaux et Niestlé. l'aquaculture. 2010/FAO Anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura, Rome/Roma. 78p.
- **FAO, (2002).** Improving Pond Water Quality. FAO Training Series. [En ligne]. Rome : FAO [consulté le 20 Mai 2025]. Disponible sur : https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709e/x6709e02.htm
- **FAO., (1986).** Manuel d'aquaculture. 2. Installations aquacoles. [Consulté le 25 avril 2025]. <https://www.fao.org/4/ac056f/AC056F02.htm>
- **FAO. (s. d.).** [REPRODUCTION AND LARVAL REARING OF PENAEIDS]. FAO. [en ligne]. Disponible à : <https://www.fao.org/4/af007e/AF007E04.htm> (consulté le 31 mai 2025).
- **FAO. (2009).** *Penaeus vannamei*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Briggs, M. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual)
- **FISHTERM Fisheries Terminology Database. (2024).** *Definition of fishery* [en ligne]. Disponible à : https://www.fishterm.com/term_diction.php?k=202%2Cf%24Crevetticulture (consulté le 31 mai 2025).
- **Francois, C. (2003).** L'élevage larvaire de crevettes en Nouvelle-Calédonie. L'Oxytétracycline et l'association Triméthoprime-Sulfadiazine en tant qu'alternatives à l'emploi de l'Erythromycine en éclosion (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes).
- **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA), United Nations Environment Programme (UNEP), World Bank (WB), & World Wildlife Fund (WWF), (2006).** *Principes internationaux pour l'élevage responsable de la crevette*. Bangkok, Thaïlande : NACA.

- **Fujinaga, M., (1955).** Life history of *Peaneus japonicus*. In papers presented at the international technical conference on the conservation of the living resources of the sea, April/may 1955, U.N., New-York: 89-91.

-G-

- **Gallo, L. E. (2005).** Analyse financière
- **GANGBÈ L., AGADJIHOUEDE H. et LALÈYÈ P.A., (2018).** Incubation et éclosion des œufs de la crevette géante d'eau douce *Macrobrachium vollehovenii* (Herklots, 1857) en captivité. *Tropicultura*, 37 (2) : pp 1-22. [consulté le 18 Mai 2025]. Disponible sur : <https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?id=565>
- **GRIESSINGER J.-M., LACROIX D. et GONDOUIN P., (1991).** L'élevage de la crevette tropicale d'eau douce. Ed. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.
- **GROUPE DE TRAVAIL IFREMER (coord. par BLANCHETON, J.-P., DANIOUX, C., DIVANACH, P., KENTOURI, M., et MULLER-FEUGA, A.), (1987).** *Le traitement de l'eau de mer en aquaculture. Volume 2 : Rapports des thèmes abordés.* Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER. [en ligne]. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00080/19088/86274.pdf>
- **Guillard, R. R. L. (1975).** *Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates.* In: *Culture of Marine Invertebrate Animals.* (Smith, W.L. & Chanley, M.H., editors). Plenum Press, New York, USA, pp. 29-60.
- **Guillaume, J, s.kaushik, p.bergot, r. métallier. (1999).** Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Editions Quae

-H-

- **HAMDI, A. (2018).** Acclimatation et croissance de crevette *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) dans le milieu biofloc (Ferme pilote de crevetticulture Hassi ben Abdallah Ouargla) [Mémoire de master professionnel, Université Kasdi-Merbah Ouargla]. p. 45.
- **Hargreaves, J. A. (2013).** *Biofloc Production Systems for Aquaculture.* Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 4503.
- **Heldt J.H. (1932).** Sur quelques différences sexuelles (Coloration, Taille, Rostre) chez deux crevettes tunisiennes : *Panaeus caramote* Risso et *Parapenaeus longirostris* Lucas. *Bulletin de la Station Océanographique de Salammbô.* 27, p.p.1-25

- **Heldt J.H. (1938).** La reproduction chez les Crustacés Décapodes de la famille des Pénéides. *Annale de l'Institut Océanographique Paris*. 28, 1-206
- **Heldt J.H. (1954).** Contribution à l'étude de la biologie des Pénéides. *Bulletin de la Station Océanographique Salammbô*. 47, p.p.5-27.
- **HELM, M.M., BOURNE, N. et LOVATELLI, A., (2006).** *Ecloserie de bivalves. Un manuel pratique*. Chapitre 3 - Opération d'écloserie : culture d'algue [en ligne]. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). [Consulté le 30 mai 2025]. Disponible à l'adresse : <https://www.fao.org/4/y5720f/y5720f07.htm>
- **Home. Pure & Simple - Kauai Shrimps. (s. d.).** [en ligne]. [Consulté le 30 Mars 2025]. Disponible à : <https://kauaishrimp.com/> (consulté le 30 mai 2025).

-I-

- **IMENE.A, (2019).** Boumerdès : Entrée en exploitation d'une ferme de crevetticulture avant fin 2018 à Sghirate. *Algerie360* [en ligne]. 26 October 2019. Disponible à l'adresse : <https://www.algerie360.com/boumerdes-entree-exploitation-dune-ferme-de-crevetticulture-fin-2018-a-sghirate/>
- **Indonesian water resources. (s. d.).** [en ligne]. [Consulté le 30 mai 2025]. Disponible à : <http://vivaindonesiafishery.blogspot.com/?q=penaeus>.

- J -

- **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.
- **Jones, L., Smith, T., White, D., et Rodriguez, H. (2021).** Efficient fluid management in livestock operation. *Environnemental Management Journal*, 28(5), p.p. 301-315
- **Ju, Z. Y., Forster, I., Conquest, L., Dominy, W., (2008) b.** Enhanced growth effects on shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from inclusion of whole shrimp floc or floc fractions to a formulated diet. *Aquaculture Nutrition*, 14(6), 533-543.

- K -

- **Karani I., KITSOS M.S., Cartosia N. & Koukouras A. (2005).** Diet composition of the penaeid shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) (decapoda, penaeidae) in the Aegean Sea. *Crustaceana*. 78(4), p.p.385-396.

- **Kara, M., & Yücel, G. (2021).** Reproductive biology of *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) in the Sea of Marmara. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 50(1), p.p.33–37. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.2478/oandhs-2021-0004>
- **Katie, Chris, and Amando, (s. d.).** Principal habitats for each stage in the life cycle. *Shrimp Reproduction* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://shrimpreproduction.weebly.com/principal-habitats-for-each-stage-in-the-life-cycle.html>

- L -

- **La respiration en milieu aquatique. (s. d.).** Mon Année au Collège. [en ligne]. [consulté le 31 mai 2025]. Disponible à : <https://www.monanneeaucollege.com/branchies.htm>.
- **Lavens, P., & Sorgeloos, P. (Eds.). (1996).** *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO.
- **Linder, M.J., and Anderson, W.W., (1954).** Biology of commercial shrimps in Gulf of Mexico: its origin, waters and marine life, edited by P.s. Galtsoff. Bulletin of Bureau of Fisheries in Washington, 55, n°89: p.p.457-461
- **LUMARE F., LE MOULAC G. et DE LA POMELIE C., (1987).** Production contrôlée en éclosion. In : FAO. Conférences sur l'aquaculture. [En ligne]. Rome : FAO [consulté le 10 Avril 2025]. Disponible sur : <https://www.fao.org/4/af016f/AF016F04.htm>
- **LYCÉE PROFESSIONNEL MARITIME ET AQUACOLE ETEL (LPMAE), [Sans Date].** La salle de culture de micro algues. [En ligne]. [Page consultée le 15 Avril 2025]. Disponible à Adresse URL : <https://www.lycee-maritime-etel.fr/images/fichiers-pedagogique/cultures-marines/ferme-aquacole/fiche-la-salle-phyto.pdf> .

- M -

- **MAHMOUDI A. et BOURFIA K., (2018).** Biosurveillance de bassins crevetticoles pendant un cycle d'élevage larvaire de la crevette pacifique à pattes blanches (*Litopennaeus vannamei*. Boone, 1931). Mémoire de Master, Guelma ; Univ. 8 Mai 1945.
- **McIntosh, D., Samocha, T.M., Jones, E.R., Lawrence, A.L., McKee, D.A., Horowitz, S., Horowitz, A., (2000).** The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopennaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. *Aquacultural engineering*, 21(3), p.p. 215-227

- **Medina A., Vila Y., Mourente G. & Rodriguez A. (1996).** A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775). *Aquaculture*. 148 (1996), p.p.63-75
- **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.
- **Ministère de l'Agriculture et de l'Eau, Royaume d'Arabie Saoudite (MAEAR), (1988).** *Bases de l'élevage de crevettes en Arabie Saoudite*. Direction des fermes piscicoles
- **Ministère de l'Agriculture et de l'Eau, Administration des Fermes Aquacoles (MAEAR.b), (sans date).** *تربية الربيان الأبيض من النوع Penaeus monodon*. Royaume d'Arabie Saoudite.
- **Ministère de l'Agriculture et de l'Eau, Administration des Fermes Aquacoles (MAEAR.c), (Sans date).** *تفريخ يرقات الربيان الأبيض وحضانتها Penaeus indicus*. Royaume d'Arabie Saoudite.
- **Mistakidis, M. N., (1969).** Proceedings of the world scientific conference on the biology and culture of shrimps and prawns. FAO Fisheries Report Series, n° 57: p.p.164-182
- **Moussa, H. M., & El-Sayed, A. F. M. (2014).** Growth performance and feed utilization of the caramote prawn *Penaeus kerathurus* in semi-intensive culture. *Journal of Applied Biosciences*, 23(1), p.p.1-10. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.m.elewa.org/JAPS/2014/23.1/1.pdf>

- N -

- **Noël P., Le Bris S. & Prouzet A. (2014).** In: DORIS, 11/03/2014. *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775). [En ligne] [Consulté le 28 Mars 2025]. Disponible à : <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/1638>
- **NOËL Pierre, LE BRIS Sylvain, PROUZET Anne in : DORIS, (20/01/2021) :** *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775), [En ligne] [Consulté le 28 Mars 2025]. Disponible à : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1638>

- O -

- **Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)b. (1989).** *Production et élevage de la crevette Penaeus monodon dans les pays francophones d'Afrique et de l'Océan Indien*. [En ligne] [Consulté le 28 Mars 2025]. Disponible à : <https://www.fao.org/4/af016f/AF016F04.htm>

- **Oudainia, S (2015).** L'application de la technologie du « Biofloc » à l'élevage larvaire de la crevette pacifique à pattes blanches (*Litopenaeus vannamei*. Boone, 1931) à différentes salinités (Master 2, Université d'Annaba Badji Mokhtar).

- P -

- **PETIT J., (2006).** L'eau, milieu d'élevage, et sa maîtrise en aquaculture. [En ligne]. Rome : FAO [consulté le 20 Mai 2025]. Disponible sur : <https://www.fao.org/4/af013f/AF013F06.htm>
- **Pham, D. (2011).** Les capacités osmorégulatrices chez la crevette bleue *Litopenaeus stylirostris*, au cours de l'ontogénèse (Doctoral dissertation, Université de la Polynésie Française)
- **Plancton du Monde, [Sans Date].** La culture de phytoplancton en écloserie. [En ligne]. [Consulté le 10 Mai 2025]. Disponible sur : https://www.plancton-du-monde.org/module-formation/encart_culture_phyto.html.
- **Pon Ainouche, N. (2009).** Ecologie, biologie et exploitation de la crevette *parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) de la région algéroise (Doctoral dissertation).t, H. (1979). La reproduction des crevettes pénéides en milieu tropical
- **PONT H., (1979).** La reproduction des crevettes pénéides en milieu tropical. Mémoire de fin d'étude. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes, Spécialisation halieutique. Centre Océanologique du Pacifique, Tahiti, Polynésie Française : 70 p. [En ligne]. [Consulté le 10 Mai 2025]. Adresse URL : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00151/26199/24219.pdf>
- **Pont, H. (1979).** La reproduction des crevettes pénéides en milieu tropical.

- S -

- **Smith, J., Robert, E., Williams, A., et khan, M. (2021).** Site selection for optimal livestock farming. *Ecological Agriculture*, 26(2), p.p. 97-113.
- **SOUFFI I., (2021).** La ferme pilote de crevetticulture de Hassi Ben Abdallah (Ouargla) : Fonctionnement et impacts environnementaux. Mémoire de Master, Univ. Kasdi Merbah Ouargla.
- **SOW O., (2021).** Valorisation des effluents organiques d'aquaponie dans un système de production par Biofloc. Mémoire de Master de spécialisation, Univ. Liège

-T-

- **Tabb D.C., Young W.T. & Heinen Y. 1972.** A manual for the culture of pink shrimp *P. duorarum* from eggs to post-larvae suitable for stocking, Miami, Florida, Sea Grant Special Bulletin. University of Miami. 7, 59 p.
- **Tacon, A.G.J., Cody, J.J., Conquest, L.D., Divakaran, S., Forster, I.P., Decamp, O.E., 2002.** Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, 8(2), p.p.121-137.
- **Taguemount, R., Selmani, R., & Imami, M. (2023).** *Aquaculture in Algeria: Current Status, Analysis, and Considerations for Commercial Development* . *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 25(5), p.p. 53-68.
- **Taw, N., (2014, juin).** *Shrimp Farming in Biofloc System: Review and Recent Developments*. Présentation lors de la World Aquaculture Adelaide 2014, Adelaide Convention Centre, Adelaide, South Australia.
- **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.

- V -

- **Véron G. (1995).** Organisation et classification du règne animal. Nathan. 128p
- **Verreth, J. A. J., (2010).** *Biofloc technology: A practical guide book* (Wageningen University & Research, Report No. 196947). Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/196947>
- **Van Wyk, P., & Avnimelech, Y. (2013).** *Biofloc shrimp farming development manual*. Florida Aqua-Farms, Inc.
- **VetoFish. (2013, 30 août).** *Crevetticulture* [en ligne]. [Consulté le 31 mai 2025]. Disponible à : <https://www.vetofish.com/definition/crevetticulture>.
- **VetoFish. (2013b, 30 août).** *Pénéiculture* [en ligne]. [Consulté le 31 mai 2025]. Disponible à : <https://www.vetofish.com/definition/peneiculture>.

- W -

- **Wabete, N. (2005).** Etude écophysiologique du métabolisme respiratoire et nutritionnel chez la crevette péneïde *Litopenaeus stylirostris*: application à la crevetticulture en Nouvelle Calédonie (Doctoral dissertation, Bordeaux 1)

- **Walne, P. R. (1966).** *Experiments in the large-scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* L.* Fishery Investigations, London, Series 2, 25(4), 53 p.
- **Wasiolesky Jr, W., Atwood, H., Stokes, A., Browdy, C.L., 2006.** Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258(1), p.p.396-403.
- **White, E., Johnson, M., Clark, T., et Lewis, R. (2020).** AI in livestock management: advanced controle and regulation systems. *Smart Farming*, 14(3), p.p. 143-158
- **Williams, K., Taylor, D., Thomas, L., et Walker, J. (2022).** Sustainable practices in ancillary livestock operations. *Renewable agriculture*, 37(2). p.p. 143-158
- **WoRMS - World Register of Marine Species - *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775).** [En ligne]. [Consulté le 15 Mars]. Disponible à l'adresse : <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=246388>

-X-

- **Xu, W.J., Pan, L.Q., 2012.** Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. *Aquaculture*, 356, 147-152.
- **Xu, W. J., & Pan, L. Q., 2013.** Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. *Aquaculture*, 412, 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.034>
- **Xu, W.J., Pan, L.Q., 2013a.** Dietary protein level and C/N ratio manipulation in zero exchange culture of *Litopenaeus vannamei*: Evaluation of inorganic nitrogen control, biofloc composition and shrimp performance. *Aquaculture Research*.

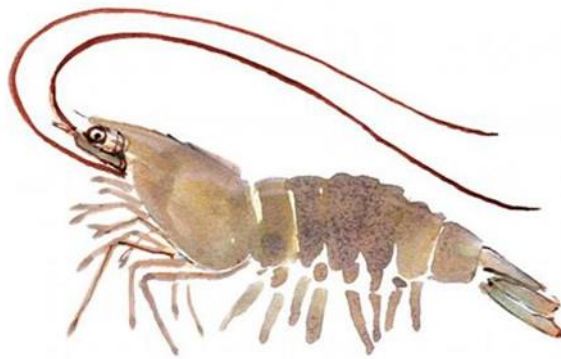
- Y -

- **Yano, I., Kanna, R. A., Oyama, R. N., & Wyban, J. A. (1988).** Mating behaviour in the penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. *Marine Biology*, 97(2), p.p.171-175

- Z -

- **ZOHIR, Mahieddine, (2023).** وزير الصيد البحري والمنتجات الصيدية يتراس لقاءً وطنياً تقييماً لحصيلة 2023. *وزارة الصيد البحري و المنتجات الصيدية MPPH | نشاطات قطاع الصيد البحري والمنتجات الصيدية لسنة 2023* [en ligne]. [Consulté le 15 Avril 2025]. Disponible à l'adresse : <https://mpeche.gov.dz/?p=9877>

Annexes



Annexe 02 : Loi n° 2005-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau, p. 3.

Annexe 03 : Paramètres de qualité d'eau requis pour l'élevage de crevettes (MAEAR, s.d.)

Paramètre		Limites	Unité	Valeurs optimale
Température		26–33	°C	29–30
Salinité		10–35	‰ (parties par mille)	15–25
Turbidité		150	FTU	20-30
Transparence		25–60	Cm (disque de Secchi)	30–40
Oxygène dissous		3–12	(ppm) (parties par million)	4–7
pH		8,5-8,7	pH	8,0–8,5
Ammoniac total		1	(ppm)	1-5
Ammoniac libre		0,25	(ppm)	0
Nitrate		0,25	(ppm)	0
Sulfure d'hydrogène		0,25	(ppm)	0
Métaux lourds	Mercuré	0,0025	(ppm)	
	Cuivre	0,1	(ppm)	
	Fer	0,01	(ppm)	
	Zinc	0,25	(ppm)	
	Cadmium	0,15	(ppm)	

Annexe 04 : Loi n° 08-15 du 4 Dhou El Hidja 1429 correspondant au 2 décembre 2008 relative à la pêche et à l'aquaculture.

Annexe 05 : 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 06 : Décret exécutif n° 03-22 du 25 Moharram 1424 correspondant au 29 mars 2003 fixant les conditions zoo-sanitaires applicables à l'aquaculture.

Annexe 07 : 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 08 : Le tableau ci-dessous récapitule le dénombrement total des éléments hydrauliques nécessaires pour le montage du circuit dans la station de pompage :

Tuyauterie / Raccord	Matériau / Unité	Quantité
Vannes Ø 150 mm	PVC / Unité	5
Vannes Ø 100 mm	PVC / Unité	5
Vannes Ø 25 - Ø 50 mm	PVC / Unité	4
Bouchons Ø 150 mm	PVC / Unité	6
Bouchons Ø 100 mm	PVC / Unité	12
Bouchons Ø 50 mm	PVC / Unité	12
Té ordinaire	PVC / Unité	20
Coudes (90° et 45°)	PVC / Unité	30
Réducteurs Ø 150 à Ø 100 mm	PVC / Unité	6
Réducteurs Ø 100 à Ø 50 mm	PVC / Unité	4
Soupapes de sécurité	Inox / Unité	2
Clapets anti-retour	PVC / Unité	3
Filtres à gros débris	Inox / Unité	2
Filtres à sable/cartouche	PVC/Inox / Unité	2
Pompes centrifuges principales	Acier inox / Unité	2
Pompe de secours	Acier inox / Unité	1
Capteurs de débit / pression	Électronique / Unité	5
Tableau de commande électrique	Équipé VFD / Unité	1
tuyauterie	PVC / Mètres	

Annexe 09 : Calcul du débit total par unité :

- ✚ salle d'élevage et conditionnement des géniteurs : $0,42 \text{ m}^3/\text{h} \times 15$ bassins de géniteurs = $6,3 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ alimentation en PVC \varnothing 100 mm.
- ✚ Salle d'incubation et d'élevage des larves :
 - Incubation : $0,013 \text{ m}^3/\text{h} \times 10$ bassins de $0,2 \text{ m}^3 = 0,13 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ PVC \varnothing 25 mm.
 - Élevage larvaire : $0,208 \text{ m}^3/\text{h} \times 20$ bassins de $5 \text{ m}^3 = 4,16 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ PVC \varnothing 50 mm.
- ✚ Salle de culture de phytoplancton : Besoin estimé : $1 \text{ m}^3/\text{jour} \approx 0,04 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ PVC \varnothing 25 mm.
- ✚ Salle de culture de proies vivantes (Artémia et rotifères) : Besoin estimé : $2,5 \text{ m}^3/\text{jour} \approx 0,10 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ PVC \varnothing 25 mm.
- ✚ Salle de pré-grossissement : $0,065 \text{ m}^3/\text{h} \times 48$ bassins = $3,12 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ PVC \varnothing 100 mm.
- ✚ Étangs ou unité de grossissement : $7,81 \text{ m}^3/\text{h} \times 12$ étangs = $93,72 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ PVC \varnothing 160 mm

Annexe 10 : Tableau : Les besoins nutritionnels de la crevette aux différents stades de vie

Stade	Protéines (%)	Lipides (%)	Fibres (%)	Cendres (%)	Divers (%)
PL1-PL20	39	2,8	3	17	2
PL20 (0,2 g) – 2 g	38	2,8	3	17	2
Juvéniles 1–5 g	37	2,8	3	17	2
Sub-adultes 6–15 g	36	2,8	3	17	2
Adultes > 16 g	35	2,8	3	17	2

Annexe 11 : Composition Nutritionnelle des Aliments Crevettes BioMar utilisé

Type d'aliment BioMar	Stade ciblé	Protéines (%)	Lipides (%)	Fibres (%)	Cendres (%)	Phosphore (%)
LARVIVA PL	Zoea – Mysis – PL	58	17	0.2	9.5	1.5
EFICO Exia 0.8	Post-Larves (PL) – Juvéniles 0.5 g	48	8	1.8	8	1.2
EFICO Exia 1.2	Juvéniles 0.5 – 3 g	45	8	1.9	8.5	1.2
EFICO Exia 1.7	Crevettes 3 – 12 g	40	7	2.2	8	1.1
EFICO Exia 2.3	Crevettes > 12 g	38	7	2.4	8.5	1.1
EFICO Exia Finisher	Crevettes > 25 g	36	7	2.5	9	1.1
LARVIVA Broodstock	Géniteurs	56	13	0.5	10	1.7

Annexe 12 : Calculs

Cette section détaille la méthodologie de calcul des besoins en aliments, en partant du pilotage journalier par bassin pour remonter aux besoins annuels de l'exploitation.

1. Calculs d'aliments :

1.1 Phase des Géniteurs (15 bassins)

Le calcul se base sur la biomasse totale des 48 géniteurs, répartie dans les 15 bassins de maturation, ponte et stockage.

- **Biomasse moyenne par bassin :** $(128 \text{ géniteurs} \times 0.150 \text{ kg/géniteur}) / 15 \text{ bassins} = 1.28 \text{ kg de biomasse/bassin}$
- **Ration journalière par bassin (Aliment formulé + Frais):**
 - Formulé : $1.28 \text{ kg} \times 3\% = 0.0384 \text{ kg/jour} (\sim 38.4 \text{ g})$
 - Frais : $1.28 \text{ kg} \times 15\% = 0.192 \text{ kg/jour} (\sim 192 \text{ g})$
 - Total: 0.2304 kg/jour
- **Besoin par bassin sur une année :**

$$(0.0144 \text{ kg} + 0.072 \text{ kg}) \times 365 \text{ jours} = 84.096 \text{ kg/bassin/an}$$
- **Besoin annuel total pour les 15 bassins :**

$$84.096 \text{ kg} \times 15 \text{ bassins} = 1261.44 \text{ kg} \approx \boxed{1.262 \text{ tonne/an}}$$

1.2 Phase Larvaire (20 bassins) :

Le besoin est une estimation intégrée sur 30 jours, tenant compte de la croissance exponentielle des larves et de la variation des rations.

- **Ration journalière (par bassin, fin de phase PL20) :**
 - Biomasse $\sim 4.5 \text{ kg}$, Taux $\sim 40\% \rightarrow \sim 1.8 \text{ kg/jour}$
- **Besoin par bassin pour un cycle complet (~ 30 jours) :** En se basant sur les rations journalières progressives (de quelques grammes à $\sim 1.3 \text{ kg}$), et En intégrant la croissance et la variation des rations, le besoin total est estimé à $27.5 \text{ kg/bassin/cycle}$.
- **Besoin total pour les 20 bassins sur un cycle :**

$$27.5 \text{ kg} \times 20 \text{ bassins} = \boxed{550 \text{ kg/cycle}}$$
- **Besoin annuel total (pour 2 cycles) :**

$$550 \text{ kg} \times 2 \text{ cycles} = 1100 \text{ kg} = 1.1 \text{ tonne/an}$$

1.3 Phase de Nurserie (48 bassins) :

Le calcul se base sur l'aliment nécessaire pour amener les post-larves (PL) du stade d'ensemencement au poids de sortie de la nurserie.

- **Ration journalière maximale (par bassin de 31 m^3 , en fin de phase à 5g) :**
 - Biomasse maximale : $\sim 69,500 \text{ PL/bassin} \times 3 \text{ g/PL} = \sim 208 \text{ kg}$
 - Taux de nourrissage (à ce stade) : $\sim 4\%$
 - Ration journalière max : $208 \text{ kg} \times 4\% = \sim 8.3 \text{ kg/jour}$

- **Besoin par bassin pour un cycle complet (~45 jours) :**
 - Le besoin total pour amener une cohorte d'environ 69 500 PL jusqu'à 5g est estimé à 229 kg/bassin/cycle.

- **Besoin total pour les 48 bassins sur un cycle :**

$$229 \text{ kg} \times 48 \text{ bassins} = 10,992 \text{ kg/cycle} \approx 11 \text{ t/cycle}$$

- **Besoin annuel total (pour 2 cycles) :**

$$11 \text{ t} \times 2 \text{ cycles} = \boxed{22 \text{ tonne/an}}$$

1.4 Phase de Grossissement (8 étangs)

- **Ration journalière (par étang, biomasse de 8 tonnes, poids de 20g) :**

- Biomasse = 8 000 kg, Taux = 2.5% → 200 kg/jour

- **Besoin par étang pour un cycle complet (~120 jours) :**

- Pour produire 6.25 tonnes (6250 kg) de crevettes avec un FCR cible de 1.14 (valeur optimiste mais réalisable en biofloc), le besoin en aliment est :

$$6250 \text{ kg de biomasse} \times 1.14 \text{ FCR} = 7,125 \text{ tonnes/étang/cycle}$$

- **Besoin total pour les 8 étangs sur un cycle :**

$$7,125 \text{ t} \times 8 \text{ étangs} \approx 57 \text{ t/cycle}$$

- **Besoin annuel total (pour 2 cycles) :**

$$57 \text{ t} \times 2 \text{ cycles} \approx \boxed{114.3 \text{ tonnes/an}}$$

1.5 Synthèse du Besoin Annuel Total

- **Somme des besoins de chaque phase :**

$$F_{total} = F_{générateurs} + F_{larvaire} + F_{nursérie} + F_{grossissement}$$

$$F_{total} = 1.262 + 1.1 + 22.0 + 114.0 = \boxed{138.362 \text{ tonnes/an}}$$

2. Calculs de mélasse :

- **Formule de base (Avnimelech)**

La quantité de mélasse (M) à ajouter pour atteindre un ratio C/N cible est calculée comme suit

$$\frac{\Delta CH_{Mélasse}}{\Delta F_{aliment}} = \frac{([(C/N)_{cible} \times \%P(F)_{aliment} \times \%N(P)_{aliment}] - \%CF_{aliment})}{\%CCH_{Mélasse}}$$

2.1 Calcul pour la Phase de Pré-grossissement (Nurserie)

- **Aliment de Référence** : BioMar EFICO Exia
 - ΔF (poids d'aliment) = pour 1 kg d'aliment
 - C/N (Le rapport Carbone/Azote ciblé) = 15 : 1
 - %P(F) (Le pourcentage de protéines dans l'aliment) = 45% de protéines
 - %N(P) (la teneur des protéines en azote) = 16 %
 - %CF (Le pourcentage de carbone dans l'aliment) = 50%
 - %CCH (Le pourcentage de carbone dans la mélasse) = 53% ou 0.53

- **Calcul du Taux d'Application**

$$\Delta CH_{Mélasse} = \frac{([15 \times 0.45 \times 0.16] - 0.5)}{0.53} \times 1$$

$$\Delta CH_{Mélasse} = Taux = 1.09$$

Conclusion : Durant la phase de nurserie, il est nécessaire d'ajouter **1.09 kg de mélasse** pour chaque kilogramme d'aliment distribué.

2.2. Calcul pour la Phase de grossissement

- **Aliment de Référence** : BioMar EFICO Exia
 - ΔF (poids d'aliment) = pour 1 kg d'aliment
 - C/N (Le rapport Carbone/Azote ciblé) = 15 : 1
 - %P(F) (Le pourcentage de protéines dans l'aliment) = 38% de protéines
 - %N(P) (la teneur des protéines en azote) = 16 %
 - %CF (Le pourcentage de carbone dans l'aliment) = 50%
 - %CCH (Le pourcentage de carbone dans la mélasse) = 53% ou 0.53

- **Calcul du Taux d'Application**

$$\Delta CH_{Mélasse} = \frac{([15 \times 0.38 \times 0.16] - 0.5)}{0.53} \times 1$$

$$\Delta CH_{Mélasse} = Taux = 0.78$$

Conclusion : Durant la phase de grossissement, il est nécessaire d'ajouter **0.78 kg de mélasse** pour chaque kilogramme d'aliment distribué.

2.3. Besoins Annuels en Mélasse :

- La Phase de Pré-grossissement (Nurserie) : le Besoin en Aliments (Nurserie) est 25.0 tonnes/an

$$\text{Besoin Annuel en Mélasse (t) (Nurserie)} = 22 \text{ tonnes} \times 1.09 = 23.98 \text{ t}$$

- La Phase de grossissement : Besoin en Aliments (Grossissement) est 103.3 tonnes/an

$$\text{Besoin Annuel en Mélasse (t) (grossissement)} = 114 \text{ tonnes} \times 0.78 = 88.92 \text{ t}$$

- Besoins Annuels en Mélasse = 23.98 t + 88.92 t = 112.9 tonnes

Annexe 13 : Composition simplifiée de la mélasse

Composant	Teneur (%)
Sucres totaux	43-60
- Saccharose	29-50
- Glucose	16-20
- Autres sucres réducteurs	5-15
Eau	18-25
Matières organiques non sucrées	4-9
- Matières azotées (protéines brutes)	4-9
Matières minérales (cendres)	7-15
Matière grasse	0-1
pH	5,5-8,0

Annexe 14 : Fiche de Suivi Quotidien – Étang d'Élevage :

N° de l'Étang :

Date :

Jour de Culture (DOC) :

Zone de Prélèvement / Échantillonnage : Près des aérateurs / Sortie d'eau / Centre de l'étang

Paramètre	00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
Oxygène Dissous (mg/L)												
Température (°C)												
pH												
Salinité (ppt)												
Alimentation (kg/repas)												
Comportement (Observation générale)												

Les Actions et Suivis Complémentaires de la Journée

Catégorie	Action / Paramètre	Quantité / Résultat	Observations
Gestion Biofloc	Ajout source de Carbone (Mélasse...)	kg	
	Ajout Probiotiques / Minéraux	g / kg	
	Volume de Floc (Cône Imhoff)	mL/L	
Suivi Hebdomadaire	Poids Moyen (si échantillonnage ce jour)	g	
	Taux de Survie Estimé (%)	%	

Remarques Générales :

 Nom du Technicien / Responsable : _____ Signature : _____

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Étude technico-économique en vue de l'obtention Du diplôme dans le cadre de
l'arrête 1275

Thème :

**Ferme d'élevage et production de crevette
« SARL AquaRoyal »**

Réalisé par :

SOUFI Ismail

Carte d'information

- **Equipe d'encadrement**

Encadrant principal : Mme Meslem Nabila	Spécialité : Aquaculture
Co-encadrant 01 : M. Boudiaf Ismail	Spécialité : Aquaculture

- **Equipe de projet :**

Etudiante	Faculté	Spécialité
SOUFI Ismail	ENSSMAL	Aquaculture

INTRODUCTION

Depuis les années 1970, l'aquaculture moderne s'impose comme un secteur clé pour renforcer la sécurité alimentaire mondiale. Dans ce contexte, la crevetticulture est l'une des filières les plus dynamiques, offrant une alternative durable à la surexploitation des ressources marines sauvages.

En Algérie, le projet de création d'une ferme de crevettes vise à répondre à la forte demande nationale en produits de la mer, tout en réduisant la dépendance aux importations. La crevette, très prisée sur le marché, reste encore largement issue de captures naturelles ou d'approvisionnements étrangers.

La ferme proposée adopte une approche intégrée, couvrant l'ensemble du cycle d'élevage de la reproduction en éclosérie jusqu'au grossissement. Ce modèle permettra de renforcer la souveraineté alimentaire, de soutenir l'économie locale et d'offrir un produit frais, traçable et de qualité.

L'objectif de ce rapport est de démontrer la viabilité et la pertinence du projet dans le cadre du programme « **Un diplôme d'une micro-entreprise** ». Il présente le modèle économique, l'étude de faisabilité technique et les prévisions financières, afin d'attester la solidité du projet et de garantir son financement et sa concrétisation.

I. Partie 1: Présentation de projet

Le secteur de l'aquaculture en Algérie connaît une phase stratégique, offrant une opportunité de valoriser les ressources hydriques tout en réduisant la forte dépendance aux importations, notamment pour des produits de haute valeur comme la crevette.

Le présent projet s'inscrit pleinement dans cette dynamique en visant l'établissement d'une ferme de crevetticulture moderne en Algérie, spécialisée dans l'élevage de l'espèce locale « *Penaeus kerathurus* ». Cette initiative répond à la fois à une demande nationale croissante pour des produits de la mer de haute qualité et aux objectifs stratégiques de diversification économique et de souveraineté alimentaire du pays.

1. Idée de projet :

Ce projet de ferme de crevetticulture est né de la combinaison entre un besoin de marché identifié et une opportunité technologique. En effet, l'Algérie reste fortement dépendante des importations pour répondre à la demande croissante en produits de la mer de qualité.

L'objectif est donc de réduire cette dépendance en développant une production locale compétitive, fondée sur les atouts nationaux : un coût énergétique avantageux, des conditions climatiques favorables et un savoir-faire académique à valoriser. Le choix de l'espèce endémique à forte valeur commerciale crevette royal de méditerranée garantit à la fois une bonne adaptation aux conditions locales et un produit final de qualité supérieure.

2. Les valeurs ajoutées :

- **Innovation technologique** : Utilisation du système biofloc, permettant une meilleure qualité d'eau, une réduction du renouvellement (jusqu'à 90 %) et une diminution des rejets grâce à l'équilibre microbiologique naturel.
- **Performance zootechnique** : Utilisation de géniteurs SPF, application de protocoles de biosécurité stricts et optimisation des taux de survie par un contrôle rigoureux des paramètres d'élevage.
- **Durabilité environnementale** : Réduction de l'empreinte écologique, gestion responsable des effluents par décantation et filtration, et préservation des écosystèmes aquatiques.
- **Qualité du produit** : Production de crevettes de haute qualité (15–30 g), avec traçabilité complète et respect des normes sanitaires et de sécurité alimentaire.

3. Les valeurs proposées :

- **Pour l'économie nationale** : Contribution à la sécurité alimentaire, réduction des importations, création d'emplois qualifiés et développement d'une filière aquacole moderne.
- **Pour l'emploi et le développement social** : Génération d'emplois directs et semi-qualifiés, formation de techniciens spécialisés et dynamisation des régions côtières par les biotechnologies marines.
- **Pour les consommateurs** : Mise à disposition d'un produit frais, sain et premium, à prix compétitif grâce à la réduction des intermédiaires et des coûts d'importation.
- **Pour l'environnement** : Production durable à faible empreinte écologique, préservant les ressources hydriques et limitant les effluents.

4. Objectif de projet :

- **Objectifs Généraux:**

- ✚ **Substitution aux Importations :** Devenir un acteur majeur de la production nationale de crevettes pour réduire la dépendance de l'Algérie aux importations.
- ✚ **Sécurité Sanitaire :** Offrir un produit local dont la qualité et la traçabilité sont entièrement maîtrisées, minimisant les risques sanitaires liés aux produits importés.
- ✚ **Développement Socio-Économique :** Créer de la valeur et des emplois durables en région, tout en participant à la diversification de l'économie nationale.

- **Objectifs Spécifiques:**

- ✚ **Capacité de Production :** Mettre en place et opérer une ferme aquacole de 10 hectares pour atteindre une capacité de production annuelle de 100 tonnes de crevettes royal
- ✚ **Viabilité Économique :** Atteindre la rentabilité financière dès la troisième année d'exploitation et établir un modèle économique robuste, scalable et reproductible.
- ✚ **Innovation et Référence :** Devenir un centre de référence technique pour la crevetticulture en Algérie, en dynamisant la filière par l'innovation et le partage de bonnes pratiques.

II. PARTIE 2 : LE MODÈLE ÉCONOMIQUE « BMC » :

1. Segments de Clientèle

- **Écloseries publiques et privées :** approvisionnement en post-larves (PL) de haute qualité pour leurs cycles d'élevage.
- **Institutions nationales (ex. CNRDPA) :** besoins en PL pour stations expérimentales, recherche appliquée et formation.
- **Universités et centres de formation :** utilisation pédagogique pour travaux pratiques, stages et projets.
- **Restauration et hôtellerie (B2B) :** demande en crevettes fraîches premium, avec régularité et fiabilité.
- **Grossistes et distributeurs (B2B) :** relais de distribution en volume vers poissonneries et supermarchés.

- **Consommateurs particuliers (B2C)** : sensibles à l'origine et la qualité, ciblés via la vente directe.
- **Petits aquaculteurs et chambres professionnelles** : approvisionnement local fiable pour sécuriser leur activité et réduire les coûts.

2. Proposition de Valeur

- **Fraîcheur et qualité supérieure** : crevettes récoltées localement, livrées en circuit court, sans congélation, avec une traçabilité totale.
- **Une Production Locale et Durable** : Nous offrons une alternative aux importations, et soutenant l'économie nationale, utilisation de la technologie bio-floc, recyclage des nutriments, réduction drastique de la consommation d'eau.
- **Une Traçabilité et une Sécurité Sanitaire Complètes** : En maîtrisant tout le cycle de production, de l'écloserie à la ferme, nous garantissons un produit sain, élevé dans des conditions contrôlées et sans antibiotiques.
- **Disponibilité continue** : production régulière, indépendante des contraintes saisonnières ou des importations
- **Contribution nationale** : soutien à la sécurité alimentaire, création d'emplois qualifiés et dynamisation des régions côtières, et formation et assistance technique aux nouveaux projets.

3. Canaux de Distribution

- **Visites et Vente Directe à la Ferme** : Accueillir les professionnels et les particuliers sur le site pour observer les étapes de production et acheter directement, renforçant la confiance et la transparence.
- **Digitaux (Réseaux Sociaux Professionnels et les site web)** : Des plateformes agiles pour publier les disponibilités, prendre des commandes, fournir des devis et offrir une assistance technique rapide.
- **Livraisons Directes B2B** : livraisons directes aux restaurateurs, hôtels et distributeurs via une logistique frigorifique.
- **Partenariats Institutionnels** : Collaborer avec le CNRDPA, les universités et les instituts de formation pour diffuser nos résultats et asseoir notre crédibilité technique.

- **Présence sur les Événements Professionnels** : Participer aux journées techniques et aux salons aquacoles pour élargir notre réseau et établir des contacts directs.
- **Supports imprimés** : guides techniques et brochures bilingues (arabe/français).

4. Relation Client

- **Accompagnement Technique Personnalisé** : Fournir des conseils pratiques sur nos produits (post-larves ou crevettes) et offrir une assistance directe sur site.
- **Transparence Totale** : Communiquer clairement sur l'origine de nos souches, nos méthodes de production et nos protocoles sanitaires. Les prix et conditions seront clairement affichés.
- **Écoute Active et Adaptation** : Récolter systématiquement les retours de nos clients pour améliorer continuellement nos produits, nos services et nos méthodes de conditionnement.
- **Fidélisation** : contrats d'approvisionnement privilégiés et avantages pour les clients réguliers.
- **Création d'une Communauté** : Animer un réseau d'utilisateurs (via des groupes WhatsApp ou Facebook où Télégramme...) pour favoriser l'échange de bonnes pratiques et renforcer le lien avec notre marque.

5. Sources de Revenus

5.1. Revenus Principaux : Vente Crevettes (92,1% du CA)

- **Production commerciale cible** : 100 tonnes/an en régime stabilisé.
- **Prix moyen pondéré** : 1 200 DA/kg.
- **Chiffre d'affaires principal** : 120 millions DA.
- **Segmentation tarifaire** : calibre standard (1 200 DA/kg), calibre premium (1 350–1 450 DA/kg), vente directe (prix départ ferme), livraison (+8–10 % selon distance).

5.2. Revenus Complémentaires : Post-larves (5,8% du CA)

- **Volume commercialisable** : 500 000 PL/an
- **Prix unitaire** : 0,015 DA/PL (15 DA/1000 PL), chiffre d'affaires PL : 7,5 millions DA/an, et marchés cibles : Aquaculteurs régionaux, projets pilotes

5.3. Revenus Services : Formation et Conseil (1,0% du CA)

- **Formations spécialisées** : 20 sessions/an à 50 000 DA = 1,0 million DA
- **Consultations projets** : 50 journées/an à 25 000 DA = 1,25 millions DA
- **Chiffre d'affaires services** : 2,25 millions DA (réduit à 1,25 selon document)

5.4. Revenus Marginaux : Co-produits (0,3% du CA)

- **Biomasse biofloc séchée** : 50 t/an à 8 000 DA/t = 400 000 DA
- **Déchets organiques valorisés** : 20 t/an à 2 000 DA/t = 40 000 DA
- **Total co-produits** : 440 000 DA annuels

5.5. Structure Tarifaire Évolutive

- **Politique Pricing Flexible** : base 1 200 DA/kg, livraison (+8–10 %), premium (+15–20 %), ajustements saisonniers (±5–10 %).
- **Objectifs Chiffre d'Affaires Global** : Année 1 → 78,1 M DA (60 % capacité), Année 2 → 104,2 M DA (80 %), Année 3+ → 130,2 M DA (100 % capacité).

6. Ressources Clés

6.1. Infrastructures Spécialisées (Capital Technique)

- **Écloserie intégrée 1 500 m²** : comprend une salle de conditionnement des géniteurs (400 m², 15 bassins PEHD), une salle d'incubation et d'élevage larvaire (600 m², 30 bassins), une unité d'aliments vivants (250 m², cultures phytoplancton + Artémia/rotifères) et un laboratoire de contrôle (130 m²)
- **Unité pré-grossissement biofloc 2 500 m²** : 48 bassins circulaires PEHD 30 m³,
- **8 étangs grossissement** : 2500 m² chacun (62,5×40m), profondeur 2,5m, géomembrane, système biofloc semi-fermé
- **Station traitement eau 3 500 m²** : pompes centrifuges (2 × 250 m³/h + 1 secours), 2 bassins de décantation (3 000 m³), filtration multi-étages, stérilisation UV et 2 réservoirs de 1 000 m³
- **Centre conditionnement 1 500 m²** : Chaîne complète tri-calibrage-emballage + chambres froides + camion frigorifique Kia 2700

6.2. Patrimoine Génétique et Biologique (Capital Vivant)

- **48-50 géniteurs *Penaeus kerathurus*** : Souches sauvages méditerranéennes
- **Cultures algales stabilisées** : Chaetoceros, Tetraselmis, Isochrysis (production 500-1000L/jour)
- **Souches proies vivantes** : Artémia salina + rotifères Brachionus plicatilis

6.3. Technologies Biofloc et Automatisation (Capital Technologique)

- **Systèmes biofloc** : maintien C/N à 15:1, régulation automatique de la mélasse.
- **Monitoring SCADA** : suivi temps réel des paramètres (pH, O₂, température, NH₃, salinité).
- **Aération** : blowers industriels + diffuseurs microbulles garantissant > 5 mg/L O₂.
- **Équipements spécialisés** : cônes Imhoff, microscopes, balances de précision, kits de diagnostic.

6.4. Capital Humain Spécialisé

- **Direction technique** : 1 Directeur général + 1 ingénieur chef spécialisé.
- **Équipe production** : 3 ingénieurs spécialisés (écloserie/nurserie/grossissement) + 4 techniciens supérieurs
- **Personnel opérationnel** : 3 ouvriers aquacoles + 1 chauffeur-logisticien
- **Sécurité** : 3 gardiens

6.5. Ressources Énergétiques et Logistiques

- **Alimentation électrique sécurisée** : Consommation 1 444 kWh/jour + groupe électrogène secours 40 kVA
- **Approvisionnements** : Aliments BioMar (137,6 t/an), mélasse biofloc (112,9 t/an)
- **Logistique** : véhicules frigorifiques, caisses isothermes et réseau de distribution commercial.

7. Activités Clés

- **Gestion de la Reproduction et de l'Écloserie** : Conditionnement des géniteurs, induction de la ponte, élevage larvaire et production de post-larves, et culture d'Artémia et des algues.
- **Élevage et Grossissement** : Gestion de la nurserie, alimentation et suivi de la croissance des crevettes dans les bassins de grossissement.
- **Contrôle Qualité Rigoureux** : Surveillance des paramètres de l'eau plusieurs fois par jour, gestion précise de l'alimentation via des plateaux de contrôle, et application stricte des protocoles de biosécurité.
- **Récolte, tri, conditionnement et distribution** : Planification des récoltes, conditionnement des crevettes fraîches et organisation des tournées de livraison.
- **Maintenance des Installations** : Entretien régulier des pompes, filtres et vannes pour assurer une fiabilité opérationnelle continue.
- **Formation du personnel local aux techniques de production**

8. Partenaires Clés

➤ Fournisseurs Stratégiques

- **Équipementiers spécialisés** : Systèmes bio-floc, pompes, aération
- **Nutrition animale** : Aliments crevettes haute performance, additifs spécialisés
- **Géniteurs certifiés** : Écloseries référentes, souches SPF, diversité génétique
- **Services vétérinaires** : Laboratoires analyse, conseils sanitaires, médicaments
- **Maintenance technique** : SAV équipements, pièces détachées, dépannage urgent

➤ Partenaires Scientifiques et Techniques :

- **CNRDPA** : Validation protocoles, certifications SPF, programmes recherche
- **MPPH/DPA** : Autorisations exploitation, respect réglementations, soutien filière
- **Universités aquacoles** : Stagiaires, projets recherche, expertise scientifique
- **Organismes certification** : HACCP, ISO, labels qualité produits
- **Chambres professionnelles** : Réseau aquaculteurs, promotion filière
- **Laboratoire d'analyse de qualité**

- **Réseau Commercial (Accès Marchés)**
 - **Distributeurs régionaux** : Grossistes produits mer, centrales achat GMS
 - **Transporteurs frigorifiques** : Logistique chaîne froide, livraisons express
 - **Prescripteurs techniques** : Consultants aquaculture, bureaux études
 - **Médias spécialisés** : Presse aquacole, communication technique
- **Partenaires Financiers**
 - **Banques agricoles** : Financement investissements, crédit campagne, assurances
 - **Fonds sectoriels** : Capital-risque aquaculture, aides développement rural
 - **Programmes publics** : NESDA, CNAC, subventions équipements
 - **Sociétés leasing** : Location-financement matériel, véhicules
 - **Assurances spécialisées** : Couverture risques aquacoles, pertes exploitation

9. Structure de Coûts

9.1. Investissements Initiaux - CAPEX (42,075 millions DA)

- **Infrastructure et Génie Civil (72,8% CAPEX - 30,665 millions DA)**
 - **Foncier et aménagement** : Acquisition 10 ha, terrassement, études = 10,0 millions DA
 - **Bâtiments de production** : Écloserie, pré-grossissement, conditionnement = 8,85 millions DA
 - **Installations aquacoles** : Étangs grossissement, bassins spécialisés = 9,315 millions DA
 - **Infrastructures support** : Bureau, laboratoire, stockage = 2,5 millions DA
- **Équipements et Matériel Technique (27,2% CAPEX - 11,41 millions DA)**
 - **Systèmes hydrauliques** : Pompage, filtration, stérilisation UV = 2,45 millions DA
 - **Technologie biofloc** : Aération industrielle, diffuseurs = 1,56 millions DA
 - **Laboratoire et éclosion** : Matériel analyse, culture d'algues = 1,2 millions DA
 - **Conditionnement et froid** : Machines, chambres froides, glace = 1,4 millions DA
 - **Transport et énergie** : Véhicules frigorifiques, groupes électrogènes = 3,8 millions DA
 - **Équipements annexes** : Matériel divers et outillage = 1,0 million DA








9.2. Coûts d'Exploitation Annuels - OPEX (73,46 millions DA en régime stabilisé)

- **Charges Variables de Production (59,8% OPEX - 43,9 millions DA)** : alimentation spécialisée (39,38 M DA, dont LARVIVA, EFICO nurserie/grossissement et géniteurs), intrants biofloc (0,62 M DA) et logistique/conditionnement (3,9 M DA).
- **Charges Fixes Structurelles (35,0% OPEX - 25,746 millions DA)** : énergie (8,506 M DA), maintenance (3,0 M DA), charges administratives (2,0 M DA) et masse salariale de 17 employés (12,24 M DA).
- **Dotations aux Amortissements (5,2% OPEX - 3,815 millions DA)** : **Amortissement infrastructure** : 1,533 million DA (durée 20 ans) et **Amortissement équipements** : 2,282 millions DA (durée 5 ans)

9.3. Répartition des Coûts par Nature (% CA stabilisé 130,19 millions DA)

- **Alimentation et nutrition aquacole** : 30,2%
- **Charges de personnel** : 9,4%
- **Énergie et utilities** : 6,5%
- **Charges variables diverses** : 3,5%
- **Amortissements techniques** : 2,9%
- **Maintenance et services** : 2,3%
- **Frais généraux et administratifs** : 1,5%
- **Charges financières** : 1,1%
- **Marge opérationnelle nette** : 42,6%

10. Le tableau de Business Model Canvas :

<p> Partenaires Clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fournisseurs: Équipements bio-floc, nutrition animale, géniteurs SPF, Fournisseurs d'équipements & aliments • Scientifiques: CNRDPA, universités, laboratoires analyse • Commercial: Distributeurs, transporteurs frigorifiques • Financiers: Banques agricoles, NESDA, fonds sectoriels 	<p> Activités Clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reproduction: Écloserie, élevage larvaire, culture algues • Grossissement: Bio-floc, nurserie, • Contrôle qualité: Surveillance eau, biosécurité, protocoles • Commercialisation: Récolte, conditionnement, livraison • Formation: Personnel local, transfert savoir-fair 	<p> Proposition de Valeur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fraîcheur supérieure: Circuit court local, sans congélation, traçabilité totale • Production durable: Technologie bio-floc, recyclage nutriments, réduction eau • Sécurité sanitaire: Contrôle total cycle, conditions contrôlées, sans antibiotiques • Disponibilité continue: Production régulière, indépendante saisonnalité • Alternative importations: Économie nationale, emplois qualifiés, régions côtières • Expertise technique: Formation, assistance, conseil aquacole 	<p> Relation Client</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accompagnement: Conseil technique personnalisé, assistance sur site • Transparence: Origine souches, méthodes, prix clairs • Écoute active: Retours clients, amélioration continue • Fidélisation: Contrats privilégiés, avantages réguliers • Communauté: Réseau utilisateurs, bonnes pratiques 	<p> Segments Clientèle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Écloseries: Publiques/privées, besoin PL qualité • Institutionnels: CNRDPA, universités, formation • Professionnels B2B: Restaurants, hôtellerie premium • Distribution: Grossistes, supermarchés, poissonneries • Particuliers B2C: Vente directe, circuits courts • Aquaculteurs: Petits éleveurs, chambres professionnelles
<p> Structure de Coûts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investissement Initial : 42,075 millions DA <ul style="list-style-type: none"> ✚ Infrastructure (30,665 millions DA - 72,8%) ✚ Équipements techniques (11,41 millions DA - 27,2%) • Coûts Annuels d'Exploitation : 73,46 millions DA <ul style="list-style-type: none"> ✚ Alimentation spécialisée : 39,38 millions DA (30,2%) ✚ Masse salariale : 12,24 millions DA (9,4%) ✚ Énergie : 8,506 millions DA (6,5%) ✚ Maintenance : 3,0 millions DA (2,3%) ✚ Autres charges : 10,37 millions DA (8,0%) 		<p> Sources de Revenus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vente Crevettes: 120,0 millions DA (92,1%) - 100 tonnes/an à 1 200 DA/kg • Post-larves: 7,5 millions DA (5,8%) - 500 000 PL à 0,015 DA/PL • Services Formation: 1,25 millions DA (1,0%) - 20 sessions + consultations • Co-produits: 0,44 millions DA (0,3%) - Biomasse, déchets valorisés • Total Objectif: 130,2 millions DA (capacité stabilisée) 		

III. PARTIE 3 : L'ÉTUDE TECHNICO-ÉCONOMIQUE - LA FAISABILITÉ DU PROJET

1. Identification du Projet

- **Raison sociale** : AquaRoyal Algérie - Ferme Intensive de Crevetticulture Marine
- **Forme juridique** : EURL
- **Activité** : Production et commercialisation de crevettes caramote (*Penaeus kerathurus*) en système d'élevage intensif bio-floc avec éclosion intégrée
- **Code d'activité** : 101205
- **Secteur** : Aquaculture marine - Filière crevetticulture
- **Lieu d'implantation** : Tlemcen
- **Justification du choix du site** :
 - **Atouts Géographiques et Environnementaux** :
 - ✚ Accès direct à l'eau de mer de qualité avec faible pollution industrielle
 - ✚ Position littorale stratégique sur la façade méditerranéenne occidentale
 - ✚ Climat méditerranéen stable, avec des températures moyennes favorables (18–26 °C).
 - ✚ Topographie côtière adaptée aux installations aquacoles avec pentes naturelles
 - ✚ Protection relative des vents dominants par la configuration géographique
 - **Avantages Logistiques et Économiques** :
 - ✚ Proximité des axes routiers principaux facilitant la distribution nationale
 - ✚ Accessibilité portuaire pour l'importation d'équipements spécialisés
 - ✚ Disponibilité d'espaces fonciers côtiers à coûts maîtrisés
 - ✚ Infrastructure électrique et de télécommunications satisfaisante
 - ✚ Distance raisonnable des centres urbains consommateurs (Oran, Alger)



2. Porteur de projet :

Le projet est initié par **M. SOUFI Ismail**, diplômés de l'**ENSSMAL** après cinq années de formation spécialisée en aquaculture. Leur cursus approfondi, notamment durant les trois dernières années, leur a permis de maîtriser les techniques d'élevage, les protocoles de reproduction, le diagnostic pathologique, l'amélioration génétique et les systèmes d'alimentation adaptés aux organismes aquatiques marins.

Grâce à des stages effectués dans des fermes aquacoles et des établissements spécialisés, ils ont acquis une expérience pratique du terrain et développé un réseau professionnel solide au sein de la filière aquacole algérienne. Cette combinaison entre expertise théorique et savoir-faire appliqué constitue un **atout majeur** pour assurer le succès du projet de crevetticulture intensive.

3. Étude de Marché Simplifiée

3.1. Marché Cible :

Le marché algérien des produits de la mer est en forte croissance grâce à l'évolution des habitudes alimentaires et à une demande accrue en produits frais et traçables. La consommation nationale de crevettes est estimée entre **8 500 et 12 000 tonnes/an**, dont **85 à 90 % sont importées** d'Asie et d'Amérique latine. La demande progresse de **+8 à +12 %/an**. La répartition géographique montre une forte concentration au Nord ($\approx 60\%$), suivie de l'Est ($\approx 25\%$, avec potentiel d'export) et de l'Ouest ($\approx 15\%$, marchés émergents liés au tourisme).

3.2. Analyse de la Concurrence

- **Concurrents directs** : coopératives locales produisant artisanalement.
- **Concurrents indirects** : importateurs de crevettes congelées, segment dominant.
- **Avantage concurrentiel** : crevettes fraîches récoltées en moins de 24 h, traçabilité totale, et prix compétitifs premium (15–25 % plus élevés que les crevettes congelées, justifiés par la qualité)

3.3. Stratégie Commerciale

3.3.1. Politique de Prix :

- **Calibre 15–20 g** : 1 100 DA/kg (grande distribution, marchés de proximité)
- **Calibre 20–25 g** : 1 200 DA/kg (restauration traditionnelle, traiteurs)
- **Calibre 25–30 g** : 1 300–1 400 DA/kg (hôtellerie et restauration haut de gamme)

- **Prix moyen pondéré** : 1 200 DA/kg (cohérent avec les projections financières)
- **Marge brute estimée** : 69,8 % en régime stabilisé (basée sur les prévisions d'exploitation)
- **Positionnement stratégique** :
 - ✚ Produit local de qualité premium à prix compétitif
 - ✚ Avantage concurrentiel face aux importations (coûts logistiques réduits)
 - ✚ Accessibilité pour le marché algérien tout en maintenant une rentabilité élevée
- **Justification tarifaire** :
 - ✚ Coûts de production maîtrisés grâce à la technologie biofloc
 - ✚ Production de post-larves en interne (économie de 2M DA/an)
 - ✚ Charges d'alimentation optimisées (39,4M DA pour 100 tonnes)

3.3.2. Stratégie de Promotion : La promotion combinera des actions directes, digitales et relationnelles :

- **Actions marketing directes**:
 - ✚ Participation aux salons agroalimentaires et aquacoles (ex. SIPSA, Djazagro).
 - ✚ Démonstrations culinaires avec des chefs renommés et écoles hôtelières.
 - ✚ Échantillonnages ciblés auprès des restaurateurs et distributeurs.
 - ✚ Articles dans la presse spécialisée et médias gastronomiques.
- **Communication digitale** :
 - ✚ Page Facebook et compte LinkedIn pour visibilité professionnelle.
 - ✚ WhatsApp Business pour devis, commandes et assistance technique.
 - ✚ Site web vitrine avec module de commande en ligne.
 - ✚ Newsletter technique (français/arabe) sur les bonnes pratiques et disponibilités.
- **Stratégie relationnelle** :
 - ✚ Programme de parrainage incitant les clients à recommander le produit.
 - ✚ Partenariats avec nutritionnistes et consultants en restauration.
 - ✚ Création d'un réseau d'ambassadeurs (chefs, maîtres d'hôtel, distributeurs).

3.3.3. ANALYSE SWOT :

Forces (Strengths)	Faiblesses (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> - Technologie biofloc innovante et durable. - Fraîcheur exceptionnelle (jamais congelées). - Production intégrée (écloserie → grossissement). - Traçabilité totale et qualité premium. - Équipe technique qualifiée et formée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissements initiaux élevés - Dépendance énergétique forte (aération 24h/24). - Notoriété encore inexistante (nouvel acteur). - Courbe d'apprentissage technique à franchir.
Opportunités (Opportunities)	Menaces (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> - Demande nationale en forte croissance (+8 à +12 %/an). - Politique publique favorable (import-substitution, économie bleue). - Développement du marché premium (restauration, hôtellerie). - Potentiel d'export vers la Méditerranée et l'Europe. - Diversification future (post-larves, transformation, sous-produits). 	<ul style="list-style-type: none"> - Concurrence prix des crevettes congelées importées. - Risques sanitaires (pathologies en élevage). - Fluctuation des coûts intrants (aliments, énergie). - Instabilité économique et réglementaire. - Nouveaux entrants attirés par le marché.

4. Étude Technique

4.1. Calendrier de projet :

- **Mois 1-2 : Études préparatoires et démarches administratives**
 - ✚ Étude de site (qualité de l'eau, accessibilité, topographie).
 - ✚ Finalisation du statut juridique et du plan de financement.
 - ✚ Obtention des autorisations (environnement, exploitation).

- **Mois 3-6: Construction et aménagement**
 - ✚ Travaux de génie civil : bassins de grossissement, bâtiment d'écloserie, nurserie.
 - ✚ Mise en place des réseaux (électricité, eau, assainissement).
 - ✚ Aménagement des locaux techniques, laboratoire et zone de conditionnement.
- **Mois 7-8: Installation des équipements**
 - ✚ Pompes, systèmes de filtration, aération et traitement d'eau.
 - ✚ Matériel d'élevage (bassins PEHD, systèmes d'alimentation).
 - ✚ Équipements de laboratoire et de conditionnement.
- **Mois 9-10: Recrutement et formation**
 - ✚ Embauche du personnel technique et logistique.
 - ✚ Formation en biofloc, gestion sanitaire et contrôle qualité.
 - ✚ Mise en place des protocoles de biosécurité.
- **Mois 11-12 : Production pilote et lancement commercial**
 - ✚ Démarrage d'un premier cycle expérimental (post-larves → juvéniles).
 - ✚ Ajustements techniques suite aux premiers résultats.
 - ✚ Lancement officiel de la production commerciale et début des ventes.

4.2. Processus de Production :

- **Conditionnement des géniteurs (30-45 jours)**
 - ✚ Sélection de géniteurs sains et acclimatation.
 - ✚ Maturation en bassins circulaires (densité 1,5-2 kg/m³).
 - ✚ Ponte et collecte des œufs.
- **Incubation et élevage larvaire (24-33 jours)**
 - ✚ Incubation des œufs en bassins cylindro-coniques.
 - ✚ Stades successifs : nauplius → zoéa → mysis → post-larves.
 - ✚ Alimentation vivante (microalgues, rotifères, Artémia enrichis).

- **Pré-grossissement en nurserie (25-30 jours)** : Transfert des post-larves (PL10-PL20) dans les bassins biofloc, et suivi intensif des paramètres (C/N, oxygène, pH, salinité). Avec objectif d'atteindre 1-2 g/individu.
- **Grossissement (90-120 jours)** : Transfert en étangs extérieurs (géomembrane), et alimentation formulée riche en protéines, et croissance jusqu'au calibre commercial (25-30 g).
- **Récolte et conditionnement** : Récolte sélective ou totale par vidange, après tri, lavage, traitement anti-mélanose, suivi par conditionnement sous glace ou sous vide (+2 °C), et distribution en circuit court (24 h max).

4.3. Moyens Matériels :

➤ Infrastructures principaux:

- **Bâtiment d'écloserie (1 500 m²)** : comprend une salle de conditionnement des géniteurs (400 m², 15 bassins circulaires), une salle d'incubation et d'élevage larvaire (600 m², 10 bassins d'incubation et 20 bassins larvaires), une unité de production d'aliments vivants (250 m²) et un laboratoire de contrôle (130 m²) équipé de chambres froides.
- **Bâtiments de pré-grossissement (2 500 m²)** : Structure ouverte sur les côtés avec 48 bassins circulaires de 30 m³ chacun en PEHD pour l'élevage en système biofloc.
- **Unité de grossissement (2,5 hectares)** : 8 étangs de 2 500 m² (62,5 m x 40 m) avec 2,5 m de profondeur, revêtus de géomembrane et équipés de systèmes d'aération intensifs.
- **Station de pompage et traitement d'eau (3 600 m²)** : Capacité de 500 m³/h avec bassins de décantation (2 x 3 000 m³) et réservoirs de stockage (1 000 m³).
- **Salle de conditionnement (1 500 m²)** : Zones de réception, tri, calibrage, emballage et chambres froides pour le stockage des produits finis.

➤ Équipements principaux

- **Systèmes de traitement d'eau** : deux pompes centrifuges principales (250 m³/h chacune) avec une pompe de secours, filtres à sable et cartouches (1–50 µm), stérilisateurs UV, ozonation et biofiltres à lit fixe pour la nitrification.
- **Aération et oxygénation** : blowers industriels (≥ 40 kVA) avec diffuseurs à microbulles, mélangeurs hydrodynamiques pour bassins biofloc, groupe électrogène de secours.

- **Bassins et équipements d'élevage** : bassins circulaires en PEHD avec drainage central, distributeurs automatiques d'aliments, capteurs multi-paramètres (pH, O₂, T°, salinité), cônes d'Imhoff pour suivi des bioflocs.
- **Matériel de laboratoire et contrôle** : microscopes, oxymètres, pH-mètres, spectrophotomètre, autoclaves, hottes à flux laminaire, incubateurs, balances de précision et matériel d'échantillonnage
- **Transport et conditionnement** : camion frigorifique Kia 2700, caisses isothermes, bacs de conservation, machines de conditionnement sous vide et broyeur à glace.

4.4. Moyens Humains : L'organisation repose sur une équipe technique qualifiée et un encadrement structuré :

- **Direction (2 personnes)** : un directeur général (stratégie et commercial) et un assistant administratif.
- **Production technique (8 personnes)** : 1 ingénieur en chef, 3 ingénieurs spécialisés (écloserie, nurserie, grossissement), 4 techniciens supérieurs et 3 ouvriers aquacoles
- **Support et maintenance (4 personnes)** : Chauffeur-logisticien, 3 agents de sécurité et gardiens.
- **Compétences clés** : aquaculture marine, biofloc, contrôle qualité de l'eau, normes HACCP, biosécurité.
- **Formation continue** prévue pour l'équipe afin d'améliorer la productivité et intégrer les innovations.

4.5. Capacité de Production : La ferme vise une production annuelle de 100 tonnes de crevettes *Penaeus kerathurus* réparties sur deux cycles de 165 à 195 jours chacun

- **Cycles de production** : 2 cycles complets/an, chacun de 165 à 195 jours :
 - ✚ Reproduction et ponte : 30-45 jours.
 - ✚ Phase larvaire : 24-33 jours.
 - ✚ Pré-grossissement : 25-30 jours, et grossissement : 120 jours.

Chaque cycle produit environ **50 tonnes** avec un poids final de **25–30 g/crevette**, soit un rendement de **6,25 tonnes par étang/cycle** et une productivité annuelle moyenne de **40 tonnes/ha/an..**

IV. PARTIE 4 : LES PRÉVISIONS FINANCIÈRES - LA VIABILITÉ DU PROJET

1. Plan d'Investissement Initial :

1.1. Investissements en Infrastructure :

Poste d'Investissement	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Montant Total (DA)
TERRAIN ET PRÉPARATION			
Acquisition terrain (10 ha)		8,000,000	8,000,000
Terrassement et nivellement	10 ha	150,000	1,500,000
Études géotechniques		500,000	500,000
BÂTIMENTS ET ÉTANGS ET BASSINS			
Bâtiment écloserie (1,500 m ²)	1	3,000,000	3,000,000
Bâtiment pré-grossissement (2,500 m ²)	1	2,500,000	2,500,000
Bâtiment conditionnement (1,500 m ²)	1	2,250,000	2,250,000
Bureau et bloc administratif (500 m ²)	1	1,500,000	1,500,000
Laboratoire (250 m ²)	1	1,200,000	1,200,000
Unité stockage/entretien (300 m ²)	1	900,000	900,000
Étangs de grossissement (8×2,500 m ²)	8	800,000	6,400,000
Bassins pré-grossissement (48×30 m ³)	48	45,000	2,160,000
Bassins géniteurs (15 unités)	15	25,000	375,000
Bassins larvaires (20 unités)	20	15,000	300,000
Bassins incubation (10 unités)	10	8,000	80,000
SOUS-TOTAL INFRASTRUCTURE			30,665,000

1.2. Équipements et Matériel

Équipement	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Montant Total (DA)
SYSTÈME DE POMPAGE ET TRAITEMENT			
Station de pompage (500 m ³ /h)	1	1,200,000	1,200,000
Systèmes de filtration	1	800,000	800,000
Stérilisateurs UV	3	150,000	450,000
AÉRATION ET OXYGÉNATION			
Blowers industriels	12	80,000	960,000
Diffuseurs et système aération	1	600,000	600,000
ÉQUIPEMENTS ÉCLOSERIE			
Matériel laboratoire complet	1	800,000	800,000
Équipements culture algues	1	400,000	400,000
Systèmes de chauffage/refroidissement	1	500,000	500,000
CONDITIONNEMENT			
Machines conditionnement	1	600,000	600,000
Chambres froides	2	300,000	600,000
Machine à glace	1	200,000	200,000
TRANSPORT ET DIVERS			
Camion frigorifique Kia 2700	1	1,800,000	1,800,000
Véhicule utilitaire	1	1,200,000	1,200,000
Groupe électrogène	2	400,000	800,000
Équipements divers	1	500,000	500,000
SOUS-TOTAL ÉQUIPEMENTS			11,410,000

1.3. Récapitulatif Investissement Initial

Catégorie	Montant (DA)	%
Infrastructure	30,665,000	72.8%
Équipements	11,410,000	27.2%
TOTAL INVESTISSEMENT	42,075,000	100%

2. Structure de Financement :

2.1. Sources de Financement :

Source de Financement	Montant (DA)	%	Durée	Taux
Fonds Propres	16,830,000	40%	-	-
Crédit Bancaire	21,037,500	50%	10 ans	-
Subventions publiques (NESDA,...etc)	4,207,500	10%	-	-
TOTAL FINANCEMENT	42,075,000	100%		

2.2. Échéancier de Remboursement Crédit:

Année	Capital	Intérêts	Annuité	Capital Restant
1	1,420,000	1,683,000	3,103,000	19,617,500
2	1,534,000	1,569,400	3,103,400	18,083,500
3	1,657,000	1,446,680	3,103,680	16,426,500
4	1,789,600	1,314,120	3,103,720	14,636,900
5	1,932,800	1,170,952	3,103,752	12,704,100

2.3. Chiffre d'Affaires Prévisionnel :

2.3.1. Sources de Revenus :

➤ **Production de Crevettes :** Production annuelle de 100 tonnes :

- **Prix de vente moyen :** 1,200 DA/kg
- **Chiffre d'affaires principal :** 120,000,000 DA

➤ **Services Complémentaires et Co-produits :**

Service	Volume/An	Prix Unitaire	CA Annuel (DA)
Formation technique	20 sessions	50,000	1,000,000
Conseil aquacole	50 journées	25,000	1,250,000
Vente post-larves	500,000 PL	15	7,500,000
SOUS-TOTAL SERVICES			9,750,000
Co-produit			
Biomasse biofloc séchée	50 tonnes	8,000	400,000
Déchets valorisés	20 tonnes	2,000	40,000
SOUS-TOTAL CO-PRODUITS			440,000

2.3.2. Évolution du Chiffre d'Affaires

Année	Production (t)	CA Crevettes	CA Services	CA Co-produits	CA Total
1	60	72,000,000	5,850,000	264,000	78,114,000
2	80	96,000,000	7,800,000	352,000	104,152,000
3	100	120,000,000	9,750,000	440,000	130,190,000
4	100	120,000,000	9,750,000	440,000	130,190,000
5	100	120,000,000	9,750,000	440,000	130,190,000

2.4. Charges d'Exploitation :

2.4.1. Charges Variables

➤ Alimentation :

Phase	Aliment Principal	Besoin Annuel (t)	Prix/t (DA)	Coût Total (DA)
Larvaire	LARVIVA PL	1.1	600,000	660,000
Nurserie	EFICO Exia 0.8-1.2	22	300,000	6,600,000
Grossissement	EFICO Exia 1.7-2.3	114	280,000	31,920,000
Géniteurs	LARVIVA + Frais	1.262	160,000	200,000
TOTAL ALIMENTATION	139.624		39,380,000	

➤ Autres Charges Variables :

Poste	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Mélasses (112.9 t/an)	620,000	620,000	620,000	620,000	620,000
Conditionnement/Emballage	1,560,000	2,080,000	2,600,000	2,600,000	2,600,000
Transport/Distribution	780,000	1,040,000	1,300,000	1,300,000	1,300,000
SOUS-TOTAL	2,960,000	3,740,000	4,520,000	4,520,000	4,520,000

2.4.2. Charges Fixes

A. Masse salariale :

Poste	Effectif	Salaire mensuel brut (DA)	Salaire annuel (DA)
Directeur Général	1	108,000	1,296,000
Directeur Technique	1	90,000	1,080,000
Ingénieurs (3)	3	67,500	2,430,000
Techniciens Supérieurs (4)	4	45,000	2,160,000
Ouvriers Aquacoles (3)	3	31,500	1,134,000
Personnel Support (5)	5	27,000	1,620,000
TOTAL SALAIRES BRUTS	17		9,720,000
Charges sociales (26%)			2,520,000
TOTAL MASSE SALARIALE			12,240,000

B. Amortissements :

Catégorie	Valeur (DA)	Durée	Amortissement Annuel
Infrastructure	30,665,000	20 ans	1,533,250
Équipements	11,410,000	5 ans	2,282,000
TOTAL AMORTISSEMENTS	42,075,000		3,815,250

C. Autres charges :

Poste	Montant Annuel (DA)
ÉNERGIE	
Électricité (1,444 kWh/j × 365j × 15 DA)	7,905,900
Carburant/Gasoil	600,000
MAINTENANCE	
Entretien équipements	2,000,000
Pièces de rechange	1,000,000
AUTRES CHARGES	
Assurances	800,000
Frais administratifs	500,000
Marketing/Commercial	400,000
Frais divers	300,000
TOTAL CHARGES FIXES	25,745,900

2.5. Compte de Résultat Prévisionnel

RUBRIQUES	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
PRODUITS D'EXPLOITATION					
Chiffre d'Affaires	78,114,000	104,152,000	130,190,000	130,190,000	130,190,000
CHARGES D'EXPLOITATION					
Alimentation	23,628,000	31,504,000	39,380,000	39,380,000	39,380,000
Autres charges variables	2,960,000	3,740,000	4,520,000	4,520,000	4,520,000
Charges fixes	25,745,900	25,745,900	25,745,900	25,745,900	25,745,900
Amortissements	3,815,250	3,815,250	3,815,250	3,815,250	3,815,250
TOTAL CHARGES	56,149,150	64,805,150	73,461,150	73,461,150	73,461,150
EXCÉDENT BRUT D'EXPLOITATION	21,964,850	39,346,850	56,728,850	56,728,850	56,728,850
Charges financières	1,683,000	1,569,400	1,446,680	1,314,120	1,170,952
RÉSULTAT AVANT IMPÔTS	20,281,850	37,777,450	55,282,170	55,414,730	55,557,898
Impôts sur les bénéfices (26%)	5,273,281	9,822,137	14,373,364	14,407,830	14,445,054
RÉSULTAT NET	15,008,569	27,955,313	40,908,806	41,006,900	41,112,844

2.6. Indicateurs de Rentabilité

2.6.1. Indicateurs Principaux

Indicateur	Valeur	Seuil	Appréciation
VAN (10%)	125,850,000 DA	> 0	Excellent
TRI	78.2%	> 10%	Exceptionnel
Délai de Récupération	2.1 ans	< 5 ans	Très bon
Indice de Profitabilité	3.99	> 1	Excellent

2.6.2. Ratios de Rentabilité

Ratio	Année 3	Année 5	Benchmark
Marge brute	69.8%	69.8%	> 40%
Marge d'exploitation	43.6%	43.6%	> 15%
Marge nette	31.4%	31.6%	> 10%
ROI	97.3%	97.7%	> 15%

2.6.3. Besoin en Fonds de Roulement

Besoin en Fond de Roulement	Montant (DA)
Stock d'aliments (2 mois)	6,563,333
Stock consommables	1,000,000
Créances clients (1 mois CA)	10,849,167
Trésorerie de sécurité	3,000,000
TOTAL BFR	21,412,500

2.7. Synthèse

➤ **Points Forts du Projet :**

- TRI exceptionnel (78.2%) largement supérieur au coût du capital
- Délai de récupération très court (2.1 ans)
- Marge nette élevée (31.4%)
- Production de post-larves en interne (économie de 2M DA/an)
- Marché porteur avec demande croissante
- Technologie biofloc innovante et durable

➤ **Financement Recommandé :**

- Fonds propres : 40% (16.8 M DA)
- Crédit bancaire : 50% (21.0 M DA)
- Subventions : 10% (4.2 M DA)
- BFR initial : 21.4 M DA supplémentaires

V. **Partie 5 : PROTOTYPE 3D DE LA FERME**



FIGURE IV.18 : Plan architectural 3D de la ferme crevetticole (Logiciel ArchiCad)

1- Bâtiment d'écloserie

2- Bâtiment de pré-grossissement (nurserie)

3- Unité de traitement de l'eau

4- Station de pompage

5- Bassin de décantation

6- Etangs de grossissement

7- Bâtiments de conditionnement

8- Centre de recherche où laboratoire

9- Administration

10- Unité de stockage et d'entretien

11- Les dortoirs

12- Parking

13- Poste police

Conclusion

Le projet intégré de production de crevettes marines en Algérie constitue une opportunité stratégique pour développer une filière locale à forte valeur ajoutée. En s'appuyant sur des technologies durables comme le bio-floc, des infrastructures modernes et une maîtrise complète du cycle de production, il répond à une demande croissante du marché national tout en réduisant la dépendance aux importations.

Avec un potentiel de chiffre d'affaires supérieur à 130 millions DA en régime stabilisé, ce projet combine viabilité économique et impact social. Il favorisera la création d'emplois qualifiés, soutiendra la sécurité alimentaire et contribuera à dynamiser les régions côtières. En intégrant innovation technologique, durabilité environnementale et partenariats scientifiques, cette initiative peut positionner l'Algérie comme un acteur de référence en crevetticulture en Méditerranée.

Résumé : Ce mémoire apporte une contribution au développement durable de l'aquaculture en Algérie en proposant la conception d'une ferme moderne de crevetticulture dédiée à *Penaeus kerathurus* (crevette caramote ou crevette royale de Méditerranée). L'étude s'appuie sur la technologie biofloc, une approche innovante permettant la valorisation des nutriments, la réduction de la consommation d'eau et la limitation des rejets polluants. La méthodologie adoptée combine une recherche bibliographique approfondie, une conception technique détaillée et analyse économique.

Les résultats confirment la faisabilité technique et financière du projet, avec un taux de rentabilité interne de 78,2 % et une marge nette dépassant 30 % dès la troisième année. Ce modèle contribue à renforcer la sécurité alimentaire nationale, à réduire la dépendance aux importations et à stimuler la création d'emplois qualifiés dans les zones côtières.

En conclusion, ce mémoire propose une solution concrète et durable pour bâtir une filière crevetteicole compétitive en Algérie, conciliant performance économique et respect de l'environnement.

Mots clés : Crevetticulture, crevette caramote, crevette royale de Méditerranée, *Penaeus kerathurus*, biofloc, aquaculture durable, Algérie, faisabilité économique.

Abstract : This thesis contributes to the sustainable development of aquaculture in Algeria through the design of a modern shrimp farm dedicated to *Penaeus kerathurus* (caramote prawn or Mediterranean royal shrimp). The project relies on biofloc technology, an innovative approach that optimizes nutrient recycling, minimizes water consumption, and reduces environmental impacts. The adopted methodology combines an in-depth literature review, detailed technical design, and economic assessment.

The results demonstrate strong technical and financial feasibility, with an internal rate of return of 78.2% and a net profit margin exceeding 30% by the third year. This model enhances food security, decreases dependence on imports, and promotes job creation in coastal regions.

In conclusion, this study provides a practical and sustainable framework for developing a competitive shrimp farming sector in Algeria, combining economic profitability with environmental responsibility.

Keywords: Shrimp farming, caramote prawn, Mediterranean royal shrimp, *Penaeus kerathurus*, biofloc, sustainable aquaculture, Algeria, economic feasibility.

المخلص : يهدف هذا البحث إلى المساهمة في تطوير الاستزراع المائي المستدام في الجزائر من خلال تصميم مزرعة حديثة لتربية الروبيان من نوع *Penaeus kerathurus* المعروف بالـ«الروبيان الملكي للبحر الأبيض المتوسط» أو «الروبيان الكاراموت». يعتمد المشروع على تقنية البيوفلوك المبتكرة، التي تسمح بإعادة تدوير المغذيات، وتقليل استهلاك المياه، والحد من التأثير البيئي. تجمع المنهجية المعتمدة بين مراجعة بيبلوغرافية معمقة، وتصميم تقني مفصل، وتحليل اقتصادي شامل.

أظهرت النتائج جدوى المشروع من الناحية التقنية والمالية، بمعدل عائد داخلي بلغ 78.2% وهامش ربح صافٍ يتجاوز 30% ابتداءً من السنة الثالثة. كما يساهم هذا النموذج في تعزيز الأمن الغذائي، وتقليل الاعتماد على الاستيراد، وخلق فرص عمل في المناطق الساحلية.

وفي الختام، يمثل هذا العمل إطاراً عملياً ومستداماً لتطوير صناعة روبان تنافسية في الجزائر، تجمع بين الربحية الاقتصادية والحفاظ على البيئة.

الكلمات المفتاحية: تربية الروبيان، الروبيان الكاراموت، الروبيان الملكي للبحر الأبيض المتوسط، *Penaeus kerathurus*، تقنية البيوفلوك، الاستزراع المائي المستدام، الجزائر، الجدوى الاقتصادية.