

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أوبو بكر بلقايد – تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT  
Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale



## MÉMOIRE

Présenté par

**Mr. Zemani Abderrahman & Mr. Bourdim Abdelkhalek**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

En Sciences de la Mer

### Thème :

**Etude technique pour la réalisation d'une ferme mytilicole  
en mer ouverte "système de filières"**

Soutenu le : 23/09/2021, devant le jury composé de :

|                     |                    |     |                       |
|---------------------|--------------------|-----|-----------------------|
| <u>Présidente</u>   | Pr. DAMERDJI A.    | Pr  | Université de Tlemcen |
| <u>Encadrant</u>    | Dr. BENDIMERAD M.A | MCA | Université de Tlemcen |
| <u>Examinatrice</u> | Dr. BENMANSOUR B.  | MCB | Université de Tlemcen |

*Je dédie ce travail à mes chers parents*

*A mon très cher père, Leur soutien, leur sacrifice et toutes les valeurs  
qu'il m'a inculquées*

*A ma très chère mère, Que Dieu, Tout Puissant la protège*

*À mes chères sœurs et frères*

*À toute ma famille et mes amis*

*A tous mes professeurs dans tous les cycles de ma scolarité*

*A tous mes collègues qui j'ai passé le meilleur moment avec eux*

**Zemani**

# Remerciements

## *Après avoir rendu grâce à DIEU*

*Un grand merci à notre encadreur **Mr. BENDIMERAD Mohammed el Amine**, Maitre de Conférence à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers – Université de Tlemcen, pour encadrer ce travail, malgré ses diverses occupations et sa lourde responsabilité, et pour nous donner l'occasion de travailler sur un sujet qui nous passionne. Nous voudrions aussi le remercier pour sa sympathie et surtout pour le temps qu'il consacrait et la patience avec laquelle il a accompagné notre travail. Merci pour votre écoute, votre disponibilité et votre patience.*

*Nous souhaiterions aussi remercier les membres du Jury qui ont accepté de juger ce travail :*

***Pr. DAMERDJI Amina**, Professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers – Université de Tlemcen, qui nous a fait l'honneur de sa présence en tant que président de jury. Nous espérons qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect et notre respectueuse considération.*

***Dr. BENMANSOUR B**, Maitre de Conférence à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers – Université de Tlemcen, qui a accepté de faire partie de ce jury, aussi pour sa disponibilité, Nous vous remercions infiniment.*

*Nous voulons ainsi adresser l'expression de nos sincères reconnaissances et toutes nos pensées de gratitude aux tous les enseignants qui ont assuré notre formation tout au long de notre cursus universitaire.*

*Nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à nos parents, pour tout le support moral indéfectible, aux sacrifices qu'ils se sont imposés et l'encouragement qu'ils nous avaient donné et toutes nos familles pour leur patience durant toutes ces années, sans qui nous ne serions sûrement pas arrivés jusque-là.*

*Merci également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.*

*Enfin, Merci à vous tous.*

# Table des matières

|  |     |
|--|-----|
| Liste des figures .....                | i   |
| Liste des tableaux .....               | iii |
| Liste des abréviations .....           | iv  |
| Introduction et approche générale..... | 1   |

## **Chapitre 1 : La conchyliculture et aperçu général à la mytiliculture**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Introduction .....                                       | 4  |
| 2   | État de la pêche et de l'aquaculture dans le monde ..... | 4  |
| 3   | Introduction à la conchyliculture .....                  | 6  |
| 4   | La Mytiliculture .....                                   | 8  |
| 4.1 | La mytiliculture dans le monde .....                     | 9  |
| 4.2 | La mytiliculture en Algérie.....                         | 11 |
| 5   | La culture des moules.....                               | 12 |

## **Chapitre 2 : La biologie de moule *Mytilus galloprovincialis***

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Introduction .....  | 16 |
| 2   | Classification phylogénétique .....                                   | 16 |
| 3   | Répartition géographique de la <i>Mytilus galloprovincialis</i> ..... | 17 |
| 4   | Ecologie.....   | 18 |
| 5   | Anatomie de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....           | 19 |
| 5.1 | La Coquille .....   | 19 |
| 5.2 | Le manteau.....   | 20 |
| 5.3 | Muscles adducteurs.....   | 20 |
| 5.4 | Les branchies .....   | 20 |
| 5.5 | Le byssus.....  | 20 |
| 5.6 | Le pied .....   | 21 |
| 6   | Physiologie de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....        | 22 |
| 6.1 | Locomotion.....   | 22 |
| 6.2 | Alimentation .....  | 22 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 6.3 | Système respiratoire.....                   | 22 |
| 6.4 | Système circulatoire.....                   | 24 |
| 6.5 | Le système digestif .....                   | 24 |
| 6.6 | Système nerveux .....                       | 25 |
| 6.7 | Système immunitaire .....                   | 26 |
| 6.8 | Système excréteur .....                     | 26 |
| 7   | Reproduction et Cycle de développement..... | 26 |
| 8   | Mortalité et prédation.....                 | 28 |

## **Chapitre 3 : La réalisation d'une ferme mytilicole**

|       |  |           |
|-------|--|-----------|
| 1     | Introduction .....   | 30        |
| 2     | La zone d'étude.....   | 30        |
| 2.1   | Présentation de la Méditerranée.....                               | 30        |
| 2.1.1 | Climat .....   | 31        |
| 2.1.2 | Caractéristiques environnementales .....                           | 31        |
| 2.2   | Caractéristiques générales du littoral Algérien .....              | 32        |
| 2.3   | Site côtier de Maârouf.....  | 34        |
| 3     | Culture sur filières.....  | 35        |
| 4     | Types de filières .....  | 36        |
| 5     | Structure d'élevages en Méditerranée "filiale de subsurface" ..... | 38        |
| 5.1   | Les structures utilisées .....                                     | 38        |
| 5.2   | Principe .....   | 40        |
| 6     | Méthodes et techniques d'élevage .....                             | 41        |
| 6.1   | Choix de site .....  | 42        |
| 6.2   | L'approvisionnement en naissain .....                              | 43        |
| 6.3   | Dédoublage et la mise en place des moules "le boudi nage" .....    | 43        |
| 6.4   | Grossissement.....   | 45        |
| 6.5   | Récolte .....  | 45        |
|       | <b>Conclusion .....</b>  | <b>46</b> |
|       | <b>Références Bibliographiques .....</b>                           | <b>48</b> |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 1:</b> Production halieutique et aquacole mondiale (FAO, 2020).....  | 5  |
| <b>Figure 2:</b> Production aquacole mondiale d’animaux aquatiques et d’algues, 1990-2018 (FAO, 2020).....   | 5  |
| <b>Figure 3:</b> Production aquacole totale pour la République démocratique et populaire (tonnes) (Source: FAO Fishstat).....  | 6  |
| <b>Figure 4:</b> La production mondiale de mollusques (Smaal et al. 2019). ....  | 8  |
| <b>Figure 5:</b> Principaux pays européen producteurs et consommateur pour les produits mytilicoles (Charles M, 2019).....   | 10 |
| <b>Figure 6:</b> Principaux pays producteurs de moules d’élevage en 2017 (FAO, 2019). ....   | 11 |
| <b>Figure 7:</b> Pieux de bouchots. (A) Alignements de pieux de bouchots ; (B) Pieux supportant des cordes de naissains nouvellement installées (moules de moins de 6 mois) ; (C) Pieux intégralement recouverts de moules de 18 mois et plus (prêtes à être récoltées) (Charles M, 2019). ....  | 13 |
| <b>Figure 8:</b> Différentes méthodes existantes d’élevage en suspension. (A) Différents types de culture en suspension existants ; (B) Corde en suspension sous radeau dans l’étang de Thau. (C) Filière en pleine mer dans la baie de Lannion (Charles M, 2019). ....  | 14 |
| <b>Figure 9:</b> Parc à moules de Bouzigues (Bassin de Thau) .....   | 15 |
| <b>Figure 10:</b> <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Paiva, 2014).....  | 17 |
| <b>Figure 11:</b> Répartition géographique des espèces du genre <i>Mytilus</i> (Gaitán-Espitiaet al. 2016).....  | 17 |
| <b>Figure 12:</b> moulières installées sur des substrats artificiels (gauche) et naturel (droite) (C.lacroix, 2019). ....  | 18 |
| <b>Figure 13:</b> Morphologie externe de la moule, <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Charles M, 2019). ....  | 19 |
| <b>Figure 14:</b> Anatomie externe et interne de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Khelil, 2007).....   | 21 |
| <b>Figure 15:</b> Anatomie interne de la moule (Charles M, 2019). ....   | 21 |
| <b>Figure 16:</b> Système respiratoire et alimentaire chez la moule (MPO, 2003).....   | 23 |
| <b>Figure 17:</b> Système respiratoire (Gosling, 2003).....  | 23 |
| <b>Figure 18:</b> Système circulatoire (Deconinck, 1971). ....   | 24 |
| <b>Figure 19:</b> Système digestif de la moule .....   | 25 |
| <b>Figure 20:</b> Système nerveux chez la moule (Deconinck, 1971). ....  | 25 |
| <b>Figure 21:</b> Cycle de reproduction et de développement de la moule bleue. ....  | 28 |
| <b>Figure 22:</b> (A) Escargot pourpre consommateur de moule (Source : Wikipédia). (B) Goéland argenté oiseau consommateur de moule (C) Pieu de bouchot recouvert par des étoiles de mer (D) Moules de bouchot et pieux colonisés par les balanes (E) Moules ( <i>Mytilus edulis</i> ) parasitées par des trématodes digénétiques au niveau du manteau (Source : Charles M, 2019)..... | 29 |
| <b>Figure 23:</b> La mer Méditerranée et position des différents bassins et détroits (Source : Wikipédia). ....  | 31 |
| <b>Figure 24:</b> Le littoral algérien (Source : Google Maps, 2021). ....  | 33 |
| <b>Figure 25:</b> Le site côtier de Maârouf (Source : photos personnelles).....  | 34 |
| <b>Figure 26:</b> Mytiliculture – Système de filières (Source : The fisheriesThen&Now). ....   | 36 |

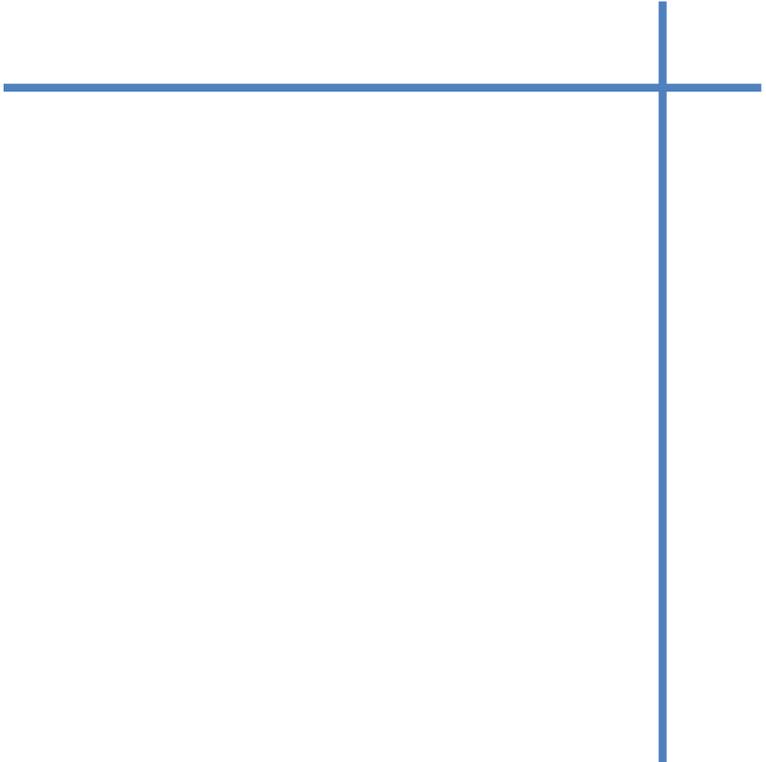
|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 27:</b> Schéma illustrant le type de filière de surface ( <b>Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011</b> ).....  | 36 |
| <b>Figure 28:</b> Schéma illustrant le type de filière subflottantes ( <b>Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011</b> ). .....   | 37 |
| <b>Figure 29:</b> Schéma illustrant le type de filière de subsurface ( <b>Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011</b> ). .....   | 38 |
| <b>Figure 30:</b> Types d’ancrage utilisés (A) Corps-mort en béton, (B) Ancre japonaise, (C) Pieu à hélice ( <b>Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011</b> ).....   | 39 |
| <b>Figure 31:</b> Schéma illustrant les composantes d’une filière subsurface ( <b>Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011</b> ).40   |    |
| <b>Figure 32:</b> Filière de subsurface ( <b>Bompais, 1991</b> ).....  | 41 |
| <b>Figure 33:</b> Boudin rempli de moules ( <b>CSMOPM, 2005</b> ). .....   | 44 |
| <b>Figure 34:</b> Boudineuse, permet de mettre les moules en boudin. Les moules sont placées dans une trémie (à gauche sur la photo) et entraînées, par une vis sans fin, vers le filet pour former le boudin (à droite sur la photo)..... | 45 |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 1:</b> Liste des fermes conchylicole en Algérie (MPPH, 2020).....                                | 12 |
| <b>Tableau 2:</b> Systématique de la moule, <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Turgeon et al, 1998).....     | 16 |
| <b>Tableau 3:</b> Les principaux aspects à prendre en considération dans le choix de site (FAO, 2018). .... | 42 |

## Liste des abréviations

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| <b>MPRH</b>    | : | Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.                                      |
| <b>OMS</b>     | : | l'organisation mondiale de la santé.   |
| <b>FAO</b>     | : | Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.                       |
| <b>MADRP</b>   | : | Ministère de l'Agriculture, Développement rural et de la Pêche.                            |
| <b>ONS</b>     | : | Office National des statistiques.  |
| <b>ANSES</b>   | : | Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail |
| <b>AITA</b>    | : | Programme d'accompagnement et la transmission en agriculture.                              |
| <b>MPO</b>     | : | Ministre des Pêches et des Océans Canada.  |
| <b>MARM</b>    | : | Ministère de l'environnement et du milieu rural et marin espagnol.                         |
| <b>CNC</b>     | : | Le Comité national de la conchyliculture.  |
| <b>MPPH</b>    | : | Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques.                                     |
| <b>IFREMER</b> | : | Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.                              |
| <b>MATE</b>    | : | Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.                            |
| <b>An</b>      | : | année.   |
| <b>°C</b>      | : | Celsius.   |
| <b>Kg</b>      | : | Kilogramme.  |
| <b>Km</b>      | : | Kilomètre.   |
| <b>Mt</b>      | : | millionsdetonnes.  |
| <b>%</b>       | : | Pourcentage.   |
| <b>‰</b>       | : | Per mille.   |



***Introduction et  
approche générale***



## **Introduction et approche générale :**

La pêche et l'aquaculture sont une source majeure de nourriture et de protéines d'origine animale aquatique, des revenus ou des moyens d'existence pour des centaines de millions de personnes à travers le monde (FAO, 2016).

En 2014, la consommation mondiale de produits de la mer a atteint plus de 20 kg par habitant et par an. Entre 1961 et 2017, le taux de croissance annuel moyen de la consommation totale de poisson alimentaire était de 3,1 %, dépassant celui de la population (1,6 %). Par habitant, la consommation de poisson alimentaire est passée de 9,0 kg en 1961 à 20,3 kg en 2017 (FAO, 2018). En raison de l'augmentation de la population mondiale, censée passer de 7.3 à 9.1 milliards d'ici 2050, la demande de produits d'origine animale est croissante et estimée doubler (> 95 %) sur la même période. Alors que la production de la pêche s'est tout juste stabilisée ces dernières années, depuis la fin des années 1980, la production mondiale de la pêche a atteint un niveau maximal et reste stable. Les stocks de pêche s'épuisent, mais la consommation humaine de poissons ne cesse d'augmenter (FAO, 2009). Pour répondre à cette demande croissante, l'aquaculture joue un rôle majeur pour répondre aux besoins de la population mondiale, alors que l'aquaculture représentait seulement 7 % de l'offre en 1974, sa proportion est passée à 26 % en 1994 et à 39 % en 2004, en 2014 la production par pêche à destination de l'alimentation humaine a été égale à celle de l'aquaculture. L'aquaculture devient donc majoritaire et devrait atteindre 57 % des volumes mondiaux en 2025 (FAO, 2016).

L'aquaculture, est un domaine vaste et diversifié, représente une part de plus en plus importante du secteur de production alimentaire, s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales :

- La conchyliculture concerne l'élevage des mollusques.
- La pisciculture qui est l'élevage des poissons.
- L'astaciaculture définissant l'élevage de l'écrevisse genre *astacia*.
- La carcinoculture concerne l'élevage des crustacés.
- L'algoculture définissant la culture des algues.
- L'échinoculture concerne l'élevage des oursins et holothurie.

Le présent travail s'intéresse à la conchyliculture qui englobe toutes les formes d'élevage de mollusques avec l'ostréiculture (élevage des huîtres), la mytiliculture (élevage des moules) en filières ou en bouchots, et d'autres espèces : la cérastoculture (élevage des coques), la vénériculture (élevage des palourdes), l'halioticulture (élevage des ormeaux). La conchyliculture, contrairement à la pisciculture, est une activité extractive demande un faible investissement financier, rendant les bénéfices d'autant plus intéressants, cette réalité économique a contribué à l'accélération rapide de l'expansion de cette industrie (Kaiser *et al.* 1998). Les mollusques représentent un embranchement très diversifié dont la culture revêt une importance économique appréciable dans plusieurs régions du monde. Il existe jusqu'à maintenant sept classes de

mollusques dont les plus importants sont les bivalves (20 000 espèces), les gastéropodes (80 000 espèces) et les céphalopodes (700 espèces) (**Martoja, 1995**).

La mytiliculture se trouve entre l'agriculture et la pêche, et les mytiliculteurs sont considérés comme les « agriculteurs de la mer ». L'aquaculture de moules est une des formes d'aquaculture les plus anciennes puisqu'on retrouve des traces de récolte de moules en Espagne datant d'au moins 400 ans (**Caceres-Martinez & Figueras, 1997**). L'aquaculture en général et de moules en particulier s'est répandue pratiquement partout dans le monde et représente une voie de production de nourriture de plus en plus importante pour subvenir aux besoins de la population mondiale (**Smaal, 2002**).

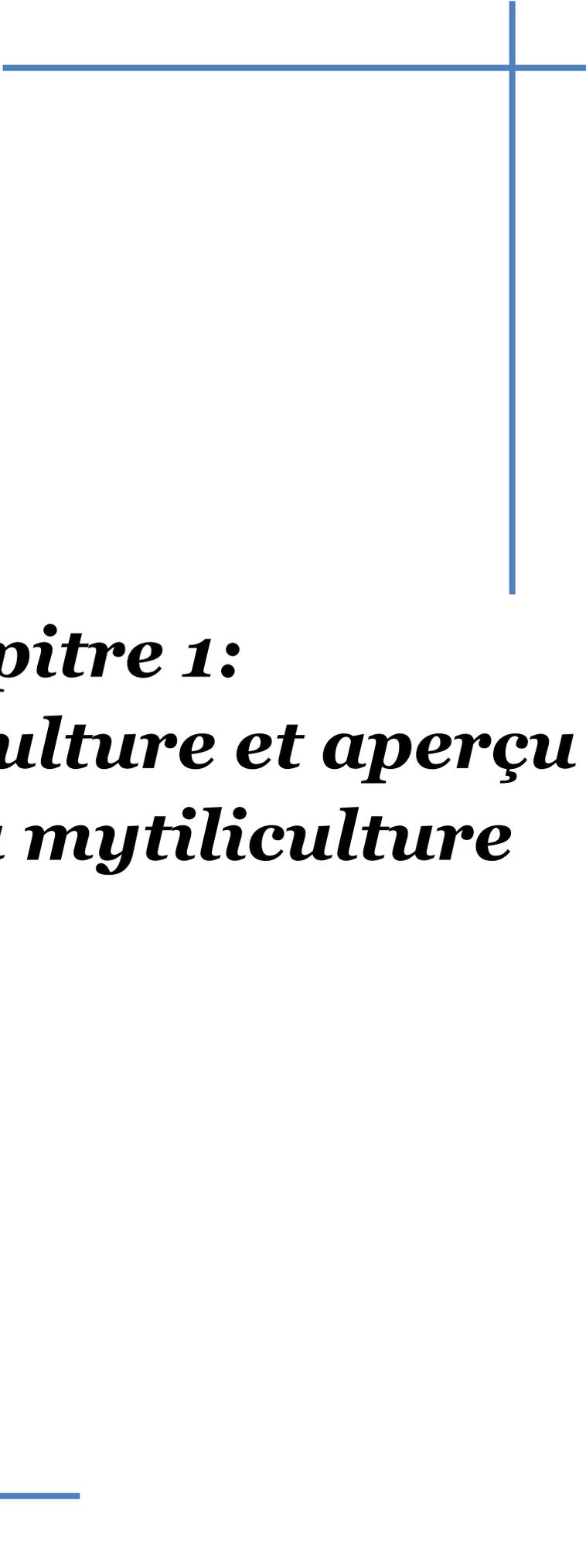
L'élevage des moules, tout comme celui des huîtres ou des pétoncles, présente deux avantages pour les mariculteurs. Tout d'abord, il s'agit d'une forme d'aquaculture extractive puisque les moules se nourrissent entièrement de particules présentes naturellement dans le milieu marin (**Laird, 2001**). Les moules ne nécessitent donc pas d'apports nutritifs exogènes à l'inverse de la pisciculture, où il est nécessaire de distribuer aux poissons des aliments artificiels, riches en protéines (**Kaiser, 2001**). Ensuite, les moules, saufs lors de leur stade larvaire, sont sessiles et elles restent à l'endroit où elles se sont fixées (**Laird, 2001**). L'élevage demande donc peu d'investissement au niveau des infrastructures et de l'alimentation comparativement aux élevages de poissons (**Kaiser, 2001**).

Les moules bleues sont les mollusques les plus abondamment cultivés au monde puisqu'elles possèdent des caractéristiques encourageant leur mise en culture. En effet, elles sont très résistantes aux variations de température et de salinité, elles sont des filtreurs très efficaces ce qui favorise une croissance rapide et leur rendement en chair est intéressant, les techniques d'élevage sont aussi relativement simples (**Richard et Myrand, 1984**).

La moule bleue est retrouvée dans la zone intertidale et en zone peu profonde, dans les eaux boréales et tempérées des hémisphères Nord et Sud (**Soot-Ryen, 1969**). On retrouve trois espèces de moules bleues dans l'hémisphère nord : *Mytilusedulis*, *Mytilustrossulus* et *Mytilusgalloprovincialis*. Deux espèces de moules sont exploitées en Europe la « moule de Hollande » (*Mytilusedulis* L.) à un domaine de répartition très vaste : Atlantique nord (les côtes des U.S.A. et du Canada, côtes de l'Europe septentrionale atlantique depuis le Cap Nord jusqu'en Espagne, Mer d'Irlande, Mer du Nord et Baltique) et la « moule de Méditerranée » (*Mytilusgalloprovincialis*) qui est très largement répandue dans le bassin méditerranéen (Mer Noire, Adriatique, Méditerranée) mais elle existe largement en Atlantique (côtes du Maroc, du Portugal, de l'Espagne, du sud-ouest de la France). On en rencontre encore de belles stations en Bretagne (Manche occidentale) et sur les côtes du Pays de Galles (**LUBET et M.J.DARDIGNAC, 1975**). La moule *Mytilustrossulus* a une répartition beaucoup plus nordique dans l'hémisphère nord alors que *M. edulis* elle se trouve sur la côte ouest de l'Amérique du Nord, Danemark, Finlande, mer Baltique, Russie (**Carballa et al, 2015**).

En plus de l'introduction et de la conclusion, le présent travail s'articule autour de trois principaux chapitres :

- **Le premier chapitre** : commence par une brève introduction sur l'état de l'aquaculture mondiale suivie d'une revue bibliographie de nos connaissances actuelles sur le secteur de conchyliculture et la mytiliculture.
- **Le deuxième chapitre** : consacré respectivement à la description de modèle biologique *Mytilusgalloprovincialis* quelques généralités sur la biologie des moules, l'anatomie et la physiologie de la *Mytilusgalloprovincialis*, ainsi que leur écologie, leur cycle de développement, la mortalité et la prédation de ce modèle biologique.
- **Le troisième chapitre** : réservé à la présentation de la zone d'étude. Aussi décrit les principales structures d'élevages de moules, et les différentes méthodes et technique de culture (le choix du lieu, l'approvisionnement en naissain, dédoubleage et boudinage, grossissement et la récolte).



***Chapitre 1:***  
***La conchyliculture et aperçu  
général à la mytiliculture***

## **1 Introduction:**

L'aquaculture est devenue l'une des principales filières de production alimentaire répondant aux besoins individuels, et son développement assure aujourd'hui la moitié de la consommation mondiale de poisson. En effet, l'aquaculture et la pêche sont des activités complémentaires qui font face au défi de répondre à la demande croissante de produits de la mer. Il ne fait aucun doute que l'augmentation future de la production de produits aquatiques est impossible et ne peut venir que de l'aquaculture. Par conséquent, dans le contenu suivant, nous allons définir ce qu'est l'aquaculture et l'une de ses branches les plus importantes, nommée la conchyliculture.

## **2 État de la pêche et de l'aquaculture dans le monde :**

La pêche et l'aquaculture ont une importante contribution à la sécurité alimentaire et la nutrition mondiale (FAO, 2014). Avec l'augmentation de la population mondiale, qui devrait atteindre 9,7 milliards de personnes en 2050, plusieurs rapports récents ont mis en avant la contribution considérable que les ressources marines peuvent apporter à la sécurité alimentaire mondiale (Godfrayet *al*, 2010; HLPE, 2014). Les produits de la mer, d'aquaculture ou de capture, constituent la principale source de protéines et une source capitale de moyens d'existence et de revenus dans de nombreux pays en développement.

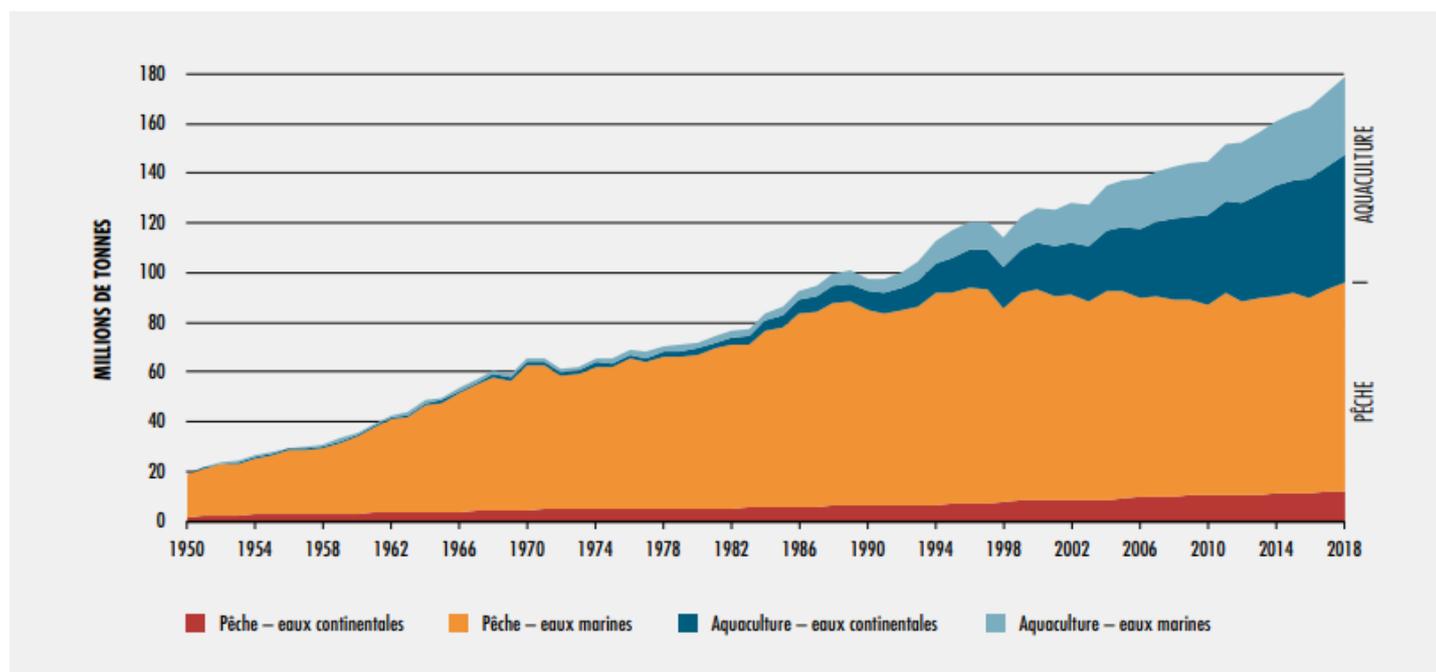
La production de la pêche de capture étant relativement stable depuis la fin des années 1980, c'est à l'aquaculture que l'on doit la croissance continue et impressionnante de l'offre de poisson destiné à la consommation humaine (FAO, 2018). Selon la FAO (2020) la production mondiale de poisson a atteint, en 2018, environ 179 millions de tonnes (figure 1) sur ce total, 156 millions de tonnes ont été utilisées pour la consommation humaine, ce qui équivaut à une offre annuelle estimée à 20,5 kg par habitant. L'aquaculture représentait 46 % de la production totale et 52 % du volume destiné à la consommation humaine.

En 2018, la production mondiale de la pêche de capture a atteint un niveau record de 96,4 millions de tonnes soit une augmentation de 5,4 % par rapport à la moyenne des trois années précédentes (figure 1). Cette progression est principalement due à la pêche de capture marine, dont la production est passée de 81,2 millions de tonnes en 2017 à 84,4 millions de tonnes en 2018. Les captures de la pêche continentale ont atteint leur plus haut niveau, avec 12,0 millions de tonnes. Les sept premiers pays producteurs de la pêche mondiale de capture (Chine, l'Indonésie, Pérou, Inde, Fédération de Russie, États-Unis d'Amérique et Viet Nam) représentaient près de 50 % des captures totales (FAO, 2020).

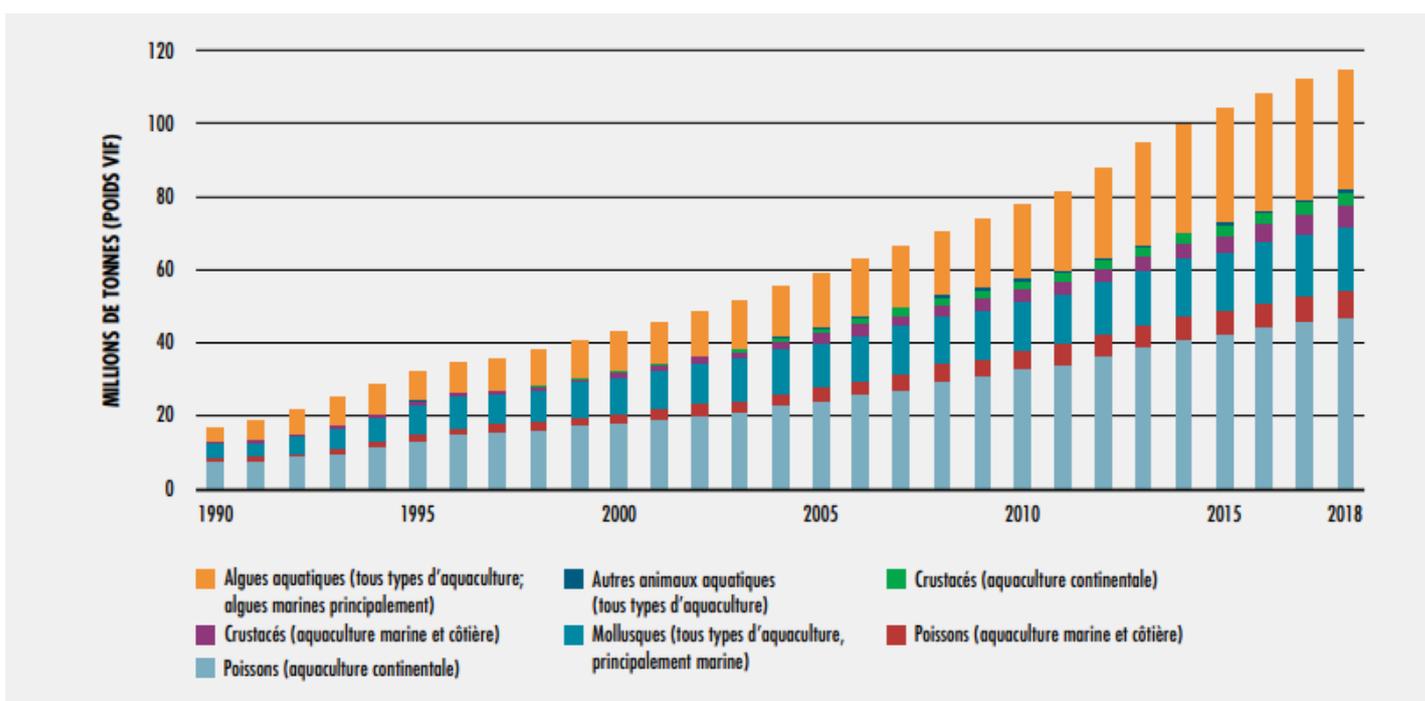
L'Aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées. Les produits aquatiques constituent une source d'aliments et de protéines importante dans le monde : environ 17 % des protéines animales consommées aujourd'hui proviennent des produits de la mer (ANSES, 2010).

La contribution du secteur aquacole mondial à la production totale de poisson continue de progresser a atteint 46,0 % en 2018, contre 25,7 % en 2000. La production aquacole mondiale a atteint un nouveau record,

avec 114,5 millions de tonnes, d'une valeur commerciale à la sortie de l'exploitation estimée à 263,6 milliards de dollars qui se répartissent comme suit: 82,1 millions de tonnes d'animaux aquatiques, 32,4 millions de tonnes d'algues aquatiques et 26 000 tonnes de coquillages d'ornement et de perles. L'aquaculture continentale a produit la plupart des poissons d'élevage (51,3 millions de tonnes, soit 62,5 % de la production mondiale de poisson et autres animaux aquatiques d'élevage destinés à la consommation)(**figure 1**). L'élevage d'animaux aquatiques en 2018 était dominé par les poissons (54,3 millions de tonnes dont 47 millions provenant de l'aquaculture continentale et 7,3 millions de l'aquaculture marine et côtière), mollusques, principalement les bivalves (17,7 millions de tonnes) et les crustacés (9,4 millions de tonnes) (**figure 2**). La production aquacole mondiale d'animaux aquatiques d'élevage a été dominée par l'Asie, avec une part de 89 % au cours des deux dernières décennies (**FAO, 2020**).



**Figure 1:** Production halieutique et aquacole mondiale (FAO, 2020).



**Figure 2:** Production aquacole mondiale d'animaux aquatiques et d'algues, 1990-2018 (FAO, 2020).

En Algérie, la consommation de poisson et de fruits de mer frais est de l'ordre de 5.12 kg par habitant. Ce chiffre est très largement inférieur à la moyenne mondiale qui est de l'ordre de 20,5 kg par habitant et reste en dessous des préconisations de l'organisation mondiale de la santé (OMS) (6,2 kg/habitant/an) (MADRP 2016).

Les ressources halieutiques et aquacoles dans l'Algérie représentent un potentiel économique considérable, mais la filière reste peu productive et jamais tournée vers l'exportation, la pêche en Algérie reste modeste, artisanale et peu orientée vers une modernisation de la flotte (MRPH 2014). La production halieutique a connu une croissance de 11 %, passant de 108 300 tonnes en 2017 à 120 354 tonnes en 2018 (ONS 2018).

L'aquaculture est en plein développement dans de nombreux pays méditerranéens. L'aquaculture algérienne connaît actuellement un grand essor en matière de production. La production aquacole annuelle a régulièrement augmenté depuis 2004 (641 tonnes), jusqu'en 2012 où elle a dépassé les 2 600 tonnes toute filière confondue. La production poursuit toujours sa tendance haussière depuis l'année 2015 pour atteindre un niveau de 5 100 tonnes en 2018, inscrivant ainsi une croissance de 21,4 % par rapport à 2017 (Figure 3)(ONS 2018).

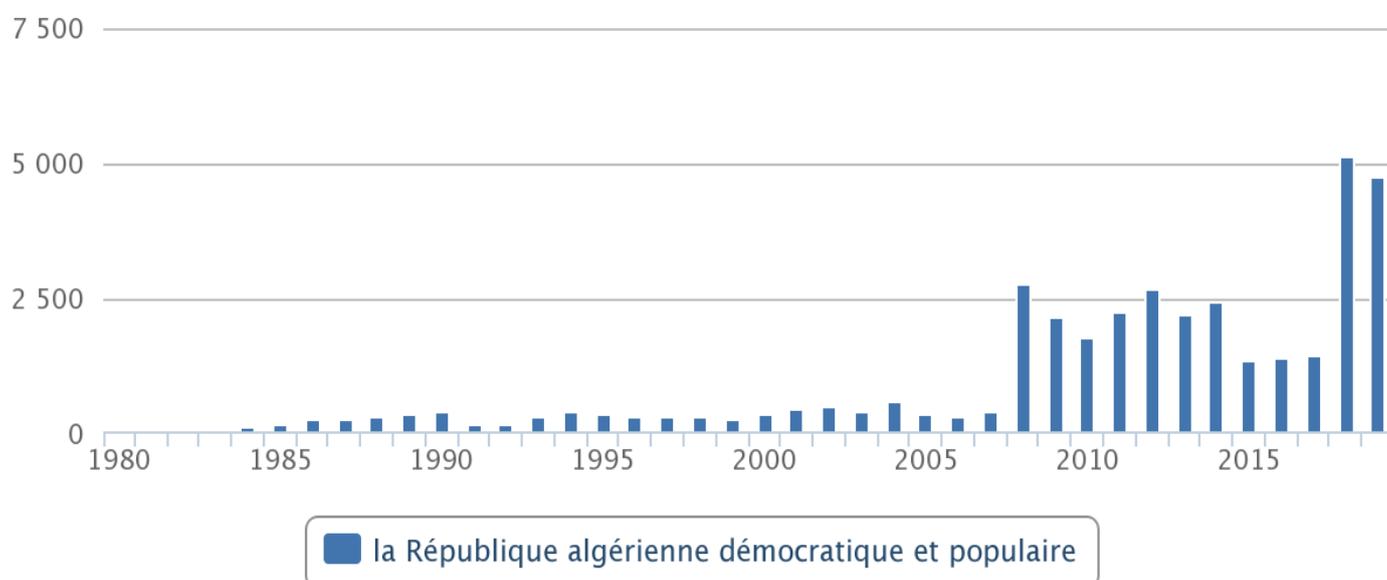


Figure 3: Production aquacole totale pour la République démocratique et populaire (tonnes) (Source: FAO Fishstat).

### 3 Introduction à la conchyliculture :

La conchyliculture est l'élevage des mollusques à coquille, est une industrie croissante à travers le monde et les contributions de cette industrie à la sécurité alimentaire et aux économies locales et mondiale est importantes (Shumway *et al.* 2003). Les types les plus courants sont :

- La mytiliculture (élevage des moules).
- L'ostréiculture (élevage des huîtres).
- L'halioticulture (élevage des ormeaux).
- Le pectiniculteur (élevage de coquilles Saint-Jacques).
- La vénériculture (élevage des palourdes).
- La cérastoculture (élevage des coques).

La conchyliculture représente aujourd'hui une grande part de l'industrie aquacole mondiale, essentiellement basée sur une production « extractive-extensive » d'huîtres (*Crassostrea gigas* et *Ostrea edulis*), des moules (*Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis*), la coque (*Cerastoderma edule*) et la palourde (*Ruditapes decussatus*). Les conchyliculteurs Méditerranéens élèvent uniquement des huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) et des moules (*Mytilus galloprovincialis*). Les huîtres sont principalement élevées en lagune, tandis que les moules sont produites en lagune et en mer sur filières (AITA 2018).

D'un point de vue générale, l'élevage de bivalves présente plusieurs avantages (Grant, 1999) :

- Les bivalves peuvent être cultivés en milieu naturel et ne nécessitent pas d'infrastructures d'élevage sur terre (par ex. bassins).
- Les bivalves peuvent être cultivés à des densités élevées et dans des espaces relativement restreints.
- L'approvisionnement en naissain peut être réalisé par le captage en milieu naturel, ce qui permet souvent d'éviter l'approvisionnement par éclosion.
- Les bivalves nécessitent peu de traitements post récolte, sont facilement transportés et peuvent avoir une longue durée de vie étagère (sauf pour le pétoncle).
- Leur production engendre peu de résidus inutilisables, la coquille ayant aussi un potentiel de valorisation (par ex.: chaux, artisanat, nacre).
- Il n'est pas nécessaire de nourrir les bivalves, car ils utilisent leur capacité de filtration pour s'alimenter de particules en suspension dans l'eau de mer. Ceci constitue un avantage environnemental indéniable comparativement à la pisciculture qui nécessite l'introduction de nutriments dans le milieu d'élevage sous forme de moulée.
- Les bivalves peuvent, dans certains cas, être utilisés pour restaurer la qualité des eaux grâce à leur capacité de filtration.

La production mondiale de mollusques destinés à la consommation est plus de 15 millions de tonnes par an (période moyenne 2010-2015) (figure 4), soit environ 14 % de la production marine totale dans le monde. La majeure partie de la production de bivalves (89 %) provient de l'aquaculture et seulement 11 % de la pêche sauvage. L'Asie, en particulier la Chine, est de loin le plus grand producteur de bivalves représentant 85 % de la production mondiale. L'Amérique du Nord et du Sud, est responsable de 9 % de la production mondiale de mollusques, la plupart de la production est au Chili (moules et pétoncles), au Pérou (pétoncles),

les États-Unis (huîtres creuses américaines et du Pacifique, palourdes) et Canada (moules) (Smaal et al. 2019). Au niveau européen, la production de mollusques est représentée 5.5 % de la production mondiale, la France se classe deuxième (188 870 tonnes) derrière l'Espagne qui est le premier producteur européen de mollusque avec 217 749 tonnes. L'Italie termine ce podium avec une production de 120 318 tonnes. L'Espagne se classe première grâce à sa forte production de moules (209 633 tonnes), la France est le premier producteur d'huîtres avec une production annuelle de 128 500 tonnes d'huître creuse *Crassostrea gigas* (FAO 2007, CNC 2009).

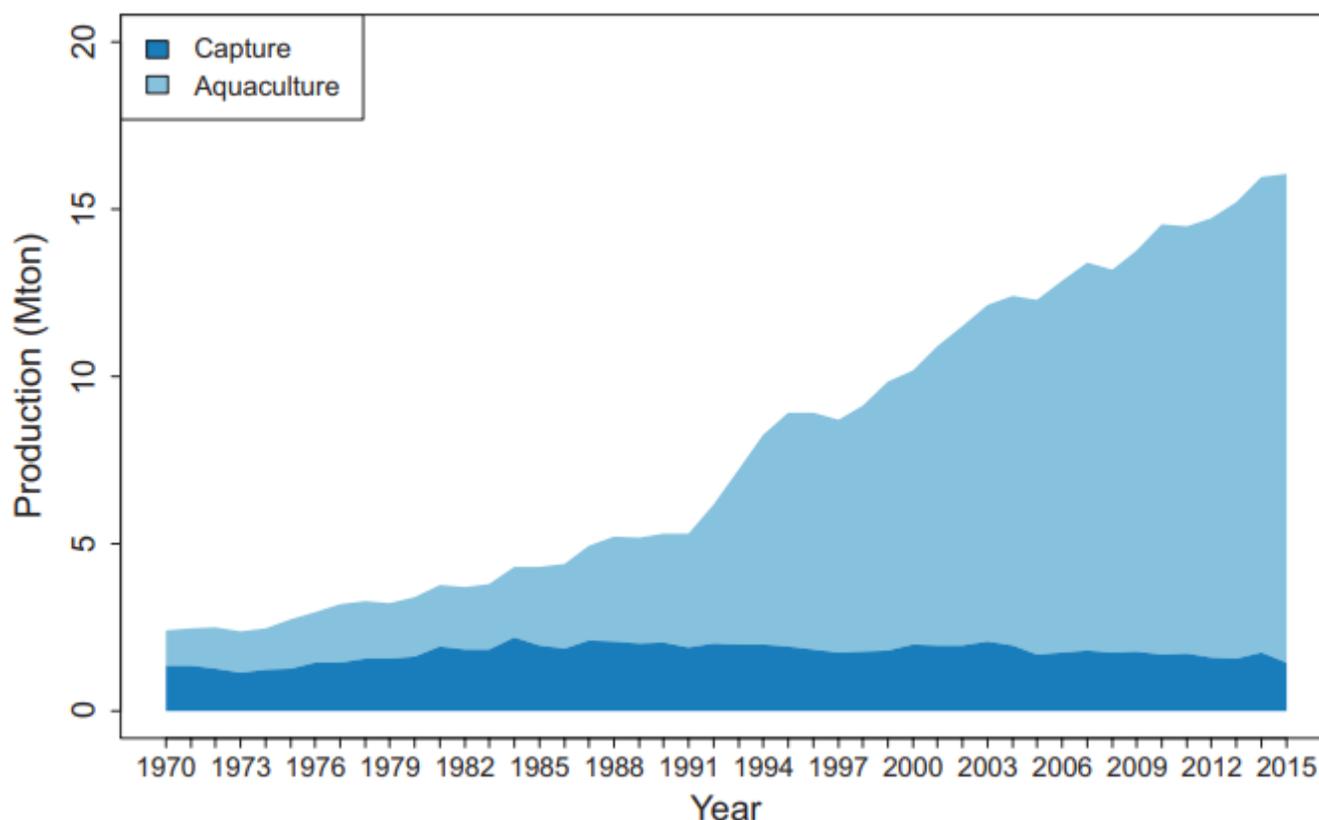


Figure 4: La production mondiale de mollusques (Smaal et al. 2019).

#### 4 La Mytiliculture :

La mytiliculture est par définition, l'élevage ou la culture des moules. Elle est la plus ancienne des cultures marines avec l'ostréiculture (Lambert, 1935 ; LubetetDardignac, 1976). Les moules, et en particulier les moules bleues, occupent une place importante dans la production aquicole à travers le globe.

L'aquaculture en général et de moules en particulier s'est répandue pratiquement partout dans le monde et représente une voie de production de nourriture de plus en plus importante pour subvenir aux besoins de la population mondiale (Smaal, 2002).

La mytiliculture occupe une place très importante dans l'aquaculture, les moules se nourrissent de matière en suspension et, comparativement à d'autres mollusques, elles sont les plus efficaces à cette activité (Beningeret al. 1999). Les moules comptent parmi les organismes comestibles marins les plus répandus et les plus résistants et sont donc tout indiquées pour une production aquicole extensive. Riche en protéines, même leur coquille, qui contient de calcium, pourrait, une fois pulvérisée, être incorporée à des aliments pour animaux (Stanley, B. et al. 1979). Il existe une grande diversité de méthodes d'élevage de la moule, trois

grandes stratégies de culture des moules sont utilisées jusqu'à maintenant : la culture sur le fond où les jeunes moules, qui ont été cueillies sur les gisements naturels, sontensemencées sur des fonds assez fermes pour permettre la fixation des moules (Pays-Bas), la culture sur bouchot où les moules sont captées et élevées sur des pieux de bois (bouchots) enfoncés dans le sédiment de la zone intertidale ce qui permet de diminuer l'attaque des prédateurs (France), et la culture en suspension où les moules sont suspendues en dessous d'une structure flottant en surface (Espagne, Chili, Norvège, Nouvelle-Zélande, Danemark, Canada) (**Richard et Myrand, 1983**).

Aujourd'hui, les principaux producteurs de moules sont la Chine, l'Espagne, les Pays-Bas, la France, la Nouvelle-Zélande ... (**FAO, 2009**). La production mytilicole mondiale est en constante augmentation depuis les années 1950 pour atteindre 2 millions de tonnes en 2016 (**FAO, 2019**). La plus grande production des moules est en Asie (1,05 millions de tonnes), suivie par l'Europe (0,50 million de tonnes), les Amériques (0,25 million tonnes), Océanie et Afrique (0,08 millions de tonnes) (**FAO statistics, [www.fao.org](http://www.fao.org)**). D'une façon générale, la mytiliculture a connu un fort développement dans les dernières décennies car elle demande souvent des investissements inférieurs à d'autres types d'élevage (**Cranford et al. 2003**).

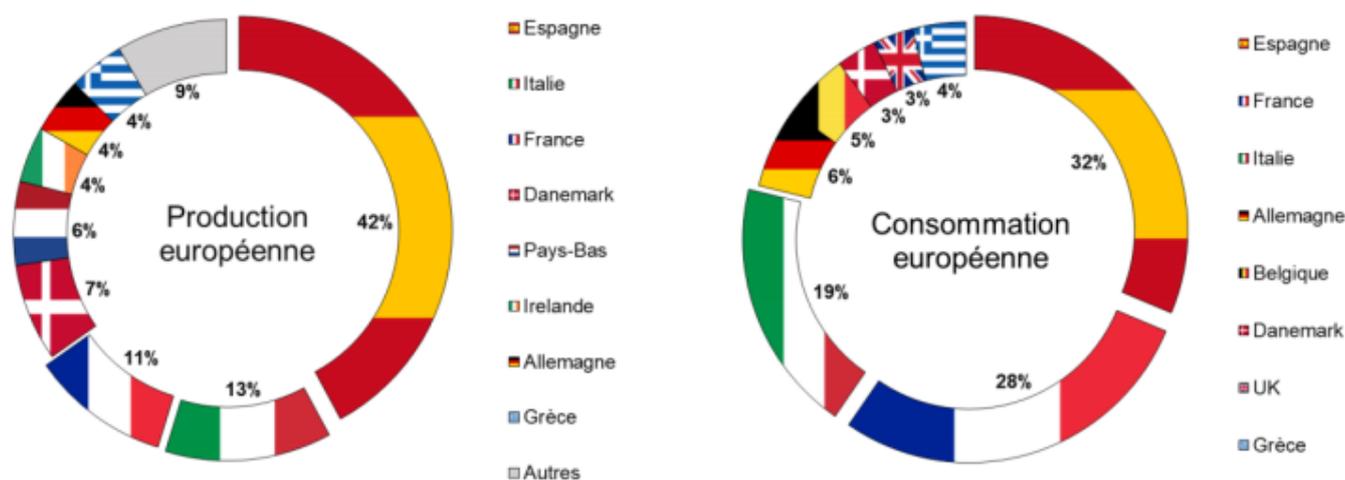
#### **4.1 La mytiliculture dans le monde :**

L'élevage des moules a largement dépassé ce cadre géographique. La Corée de sud, est devenue un producteur important et de nombreux pays d'Amérique latine (Brésil, l'Argentine, Chili) pourvus de riches gisements naturels de Mytilidés sont intéressés par cette culture. Les moules commencent à être consommées aux USA et au Canada. L'augmentation de la production mytilicole mondiale est intéressante au point de vue économique. Les moules peuvent constituer une source de protéines bon marché (**LUBET et M.J. DARDIGNAC, 1975**).

##### **➤ En Europe :**

La production mytilicole a connu un développement rapide à la suite, la production européenne des moules est dominée par l'Espagne, l'Italie, la Hollande, l'Allemagne, le Danemark et la France. La production méditerranéenne correspond à la production italienne et à une petite partie des productions espagnoles et française (**Figure 5**). L'espèce produite dans les eaux de l'Atlantique ou de la mer du Nord (*Mytilusedulis*) diffère de celle élevée en Méditerranée (*Mytilusgalloprovincialis*).

La production de moules en Europe s'est élevée à 458.251 tonnes en 2018, pour une valeur totale de 400 millions d'euros. La production mytilicole française se place au troisième rang européen en termes de volume (avec un peu plus de 55 000 tonnes/an) dont 98 % proviennent de l'élevage (**Agreste, 2019**), après l'Espagne (~240 000 tonnes/an) et l'Italie (> 60 000 tonnes/an) (**Figure 6**) (**FAO, 2019**). Ces trois pays représentent à eux seuls près des 2/3 de la production européenne, qui représente elle-même les 2/3 de la production mondiale (**Monfort, 2014**).



**Figure 5:** Principaux pays européen producteurs et consommateur pour les produits mytilicoles (Charles M, 2019).

### ➤ En Asie :

Les pays asiatiques sont les principaux producteurs de moules : en 2017, la Chine se classait au premier rang au niveau mondiale avec une production de 927 609 tonnes de moules (43 % de la production mondiale), et la Corée du Sud au quatrième rang avec 139 861 tonnes, suivie par la Thaïlande à la sixième place, Avec 84 923 tonnes des moules (Figure 6) (FAO, 2019).

La mytiliculture a débuté en Chine à la fin des années 1950. Les moules croissent rapidement, ont un cycle d'élevage court et donnent un rendement élevé. Il existe trois espèces commerciales de moules en Asie : la moule verte (*Mytilus smaragdinus*), est commune en Asie du Sud-est et est une importante espèce commerciale cultivée en Thaïlande et aux Philippines, considérée comme une source de protéines peu coûteuse, la moule commune (*Mytilus edulis*), et la moule noire (*Mytilus crassitesta*) (Davy, F.B. et Graham, M, 1982).

Les cultures à petite échelle sont réalisées à Singapour, en Malaisie, au Viêt Nam et au Cambodge (Devakie, M, 2001). En Inde les îles océaniques comptent des lagons et des baies propres à la mytiliculture, l'élevage des moules se fait en haute mer, dans des eaux allant jusqu'à 10 m de profondeur. Aux Philippines, la mytiliculture est surtout effectuée dans la baie Bacoor (Davy, F.B. et Graham, M, 1982).

### ➤ En Amérique :

En Amérique, y compris en Amérique du Nord, centrale et du Sud, la plupart de la production aquacole est au Chili, Pérou, les États-Unis et Canada. Le Chili est le deuxième producteur mondial de moules. La mytiliculture au Chili est basée sur la production de trois espèces principales : *Mytilus chilensis*, la moule *Aulacomya ater*, et la moule *Choromytilus chorus*. Le secteur des moules d'élevage (*Mytilus chilensis*) au Chili a connu une expansion très rapide de sa production au cours des dix dernières années, avec une

production passant de 20 000 tonnes en 2000 à 290 000 tonnes en 2011 (Monfort, 2014). La production chilienne a atteint un maximum de 341 426 tonnes en 2017 (16 % de la production mondiale) (Figure 6) (FAO, 2019).

En Amérique du Nord, 80 % des moules cultivées sont produites au Canada Atlantique et au Québec en particulier, la mytiliculture est une pratique relativement récente, le début de l'exploitation commerciale des élevages datant seulement du milieu des années 80. Toutefois, la production de moules a connu un essor rapide (MAPAQ, 2001), la culture de bivalves au Canada a augmenté de 25 % entre 2000 et 2016, dont 97 % de la production de moules bleue (*M. edulis*) (Statistique Canada 2015). La plupart des moules au Canada sont cultivées en suspension dans la colonne d'eau où ils se nourrissent de phytoplancton, zooplancton, et de détritiques (Callier et al. 2006).

➤ **Afrique et Océanie :**

La production en Afrique et en Océanie représente moins de 1 % de la production mondiale. En Océanie, les moules, principalement produites en Nouvelle-Zélande, avec une production totale d'environ 99 716 tonnes en 2017 (Figure 6) (FAO, 2019). La pêche aux bivalves marins est très limitée en Océanie. En Afrique, il existe quelques pêcheries (environ 2 000 tonnes par an) de coquilles de tapis et d'huîtres creuses en Tunisie et au Sénégal. Les moules sont élevées en Afrique du Sud avec une production totale de 800 tonnes par an. La faible production en Afrique est faible en raison de la demande limitée du marché, et la communauté locale n'a pas de tradition de consommation de bivalves (Wijsman, Jet al. 2019).

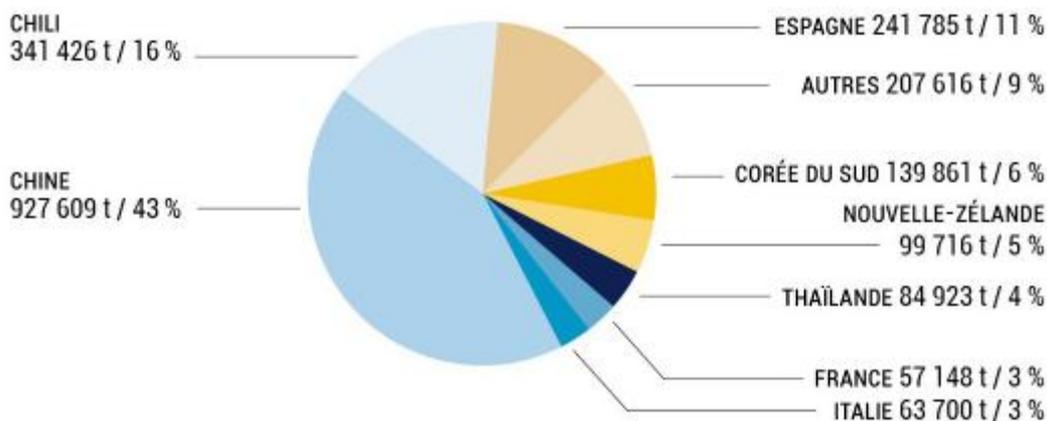


Figure 6: Principaux pays producteurs de moules d'élevage en 2017 (FAO, 2019).

4.2 **La mytiliculture en Algérie :**

Le secteur mytilicole en Algérie ne peut pas être considéré comme standardisé et économiquement viable. Le bas niveau trophique des eaux littorales représente un facteur limitant important dont l'impact sur le secteur doit encore être quantifié, et la faible disponibilité de naissains représente une contrainte qui compromet l'autosuffisance des fermes existantes. Les fermes de mytiliculture en mer actuellement installées

et exploitées en Algérie sont presque toutes du type « filières subsurface ». Les moules cultivées en Algérie sont principalement *Mytilusgalloprovincialis* et *Pernaperna* (FAO, 2018). Maintenant, en Algérie, il existe seulement 13 fermes conchylicoles réparties sur la côte algérienne (Tableau 1), et ce nombre très faible pour un littoral de 1200 km. Le rendement de ces fermes très inférieur seulement quelques douzaines de tonnes, elles sont limitées principalement par l’approvisionnement en naissains.

**Tableau 1:** Liste des fermes conchylicole en Algérie (MPPH, 2020).

| Wilaya         | Dénomination du projet   | Adresse (siège social)                                 | Type d'élevage                   | Espèces élevées |
|----------------|--------------------------|--|----------------------------------|-----------------|
| Alger          | SARL Orca marine         | Ain ChorbSercouf Ain Taya                              | Mytiliculture                    | La moule        |
| Tipaza         | CULTURES MARINES SPA     | Oued Samar, haisaliba, zone industrielle n° 47 ALGER   | Mytiliculture<br>L'ostreiculture | Moule<br>Huitre |
| Boumerdes      | SARL AQUA ROCHER         | Résidence YSREF n° 504 Boumerdes                       | Mytiliculture                    | La moule        |
| Tiziouzou      | SARADOUNI Lyes           | Vge:SidikhaledCne: ifflissenDaira: Tigzirt             | Mytiliculture<br>L'ostreiculture | Moule<br>Huitre |
|                | OUARAB Djamel            | Vge:SidikhaledCne: ifflissenDaira: Tigzirt             | Mytiliculture                    | La moule        |
|                | DACI Mohammed            | Bled Tissera TalwahchtVge:MazerCne: mizrana            | Mytiliculture                    | La moule        |
| Oran           | SARL AQUAPARC PECHE      | 07, Rue Des Ecoles Ain Turck ORAN                      | Mytiliculture<br>L'ostreiculture | Moule<br>Huitre |
|                | AQUA-SIRENE              | ZAA de Oued El MAA KRISTEL                             | Mytiliculture                    | La moule        |
| Ain Témouchent | SARL VIVIERS OUEST       | Lot N° 13 Lotissement 27 ,SbéatMsaid ,Ain Témouchent   | Mytiliculture                    | La moule        |
|                | SARL AQUATIC TINA MARINE | N°15 rue MaghniBouziene ,Hassi El ghala Ain Témouchent | Mytiliculture<br>L'ostreiculture | Moule<br>Huitre |
| Mostaganem     | SARL Aqua Company        | route communal abiodhmedjadja - chlef                  | Mytiliculture                    | La moule        |
|                |                          |  | Mytiliculture                    | La moule        |
|                |                          |  | Mytiliculture                    | La moule        |

## **5 La culture des moules :**

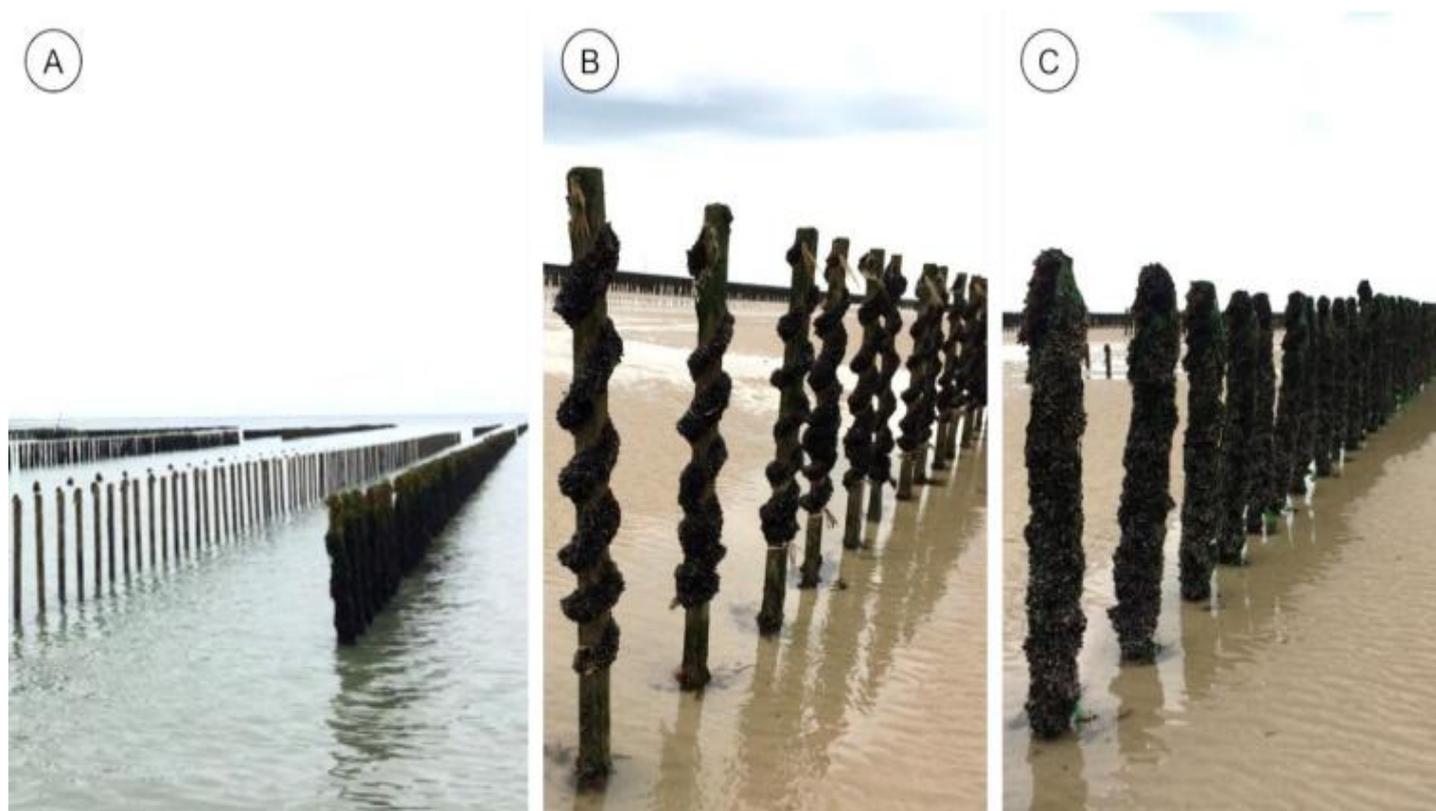
La culture moderne des bivalves est apparue en Europe au XIXème siècle avec la maîtrise du captage du naissain (Coste, 1861). Il existe une grande diversité des méthodes pour l'élevage des moules, la culture de moules se fait selon trois grandes méthodes d'élevage :

- **La culture sur fond marin :**

Cette méthode traditionnelle est encore beaucoup utilisée aux Pays-Bas ainsi qu’au Danemark. Les moules colonisant naturellement les fonds des zones inter et subtidales, la méthode consiste simplement à ensemen­cer les surfaces de culture situées dans ces zones avec de jeunes moules et à les récolter lorsqu’elles ont atteint la taille souhaitée, généralement par une technique de dragage (**Garnet al, 2004**).

- **La culture sur bouchots (alignements de pieux) :**

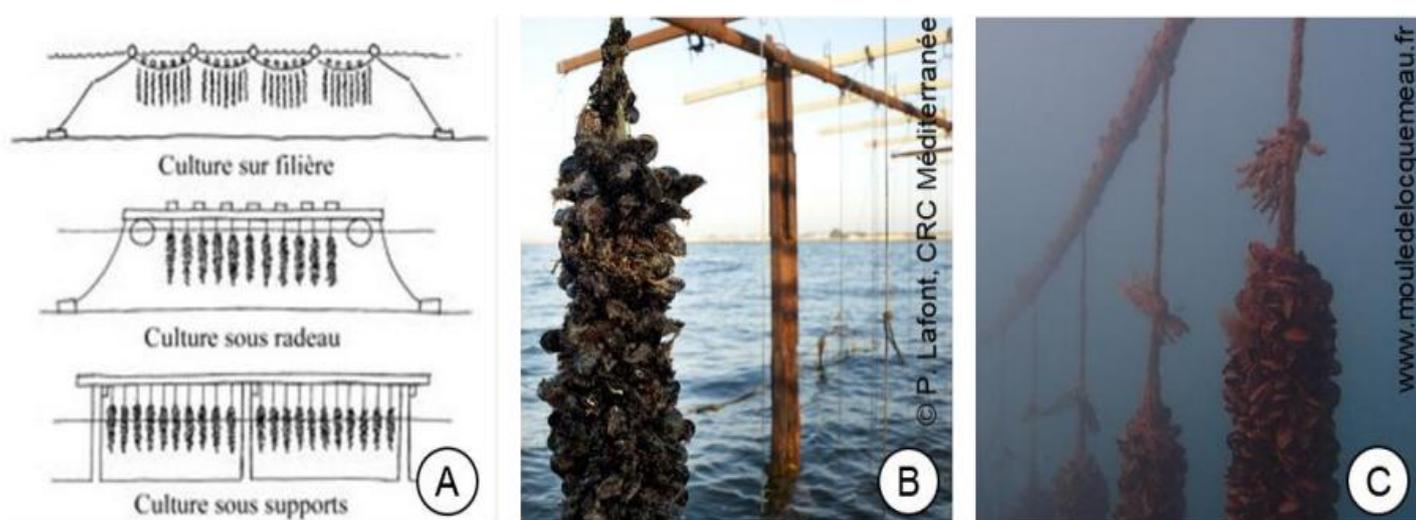
La culture sur bouchots est la méthode d’élevage traditionnelle de la moule et l’essentiel de la production française (**FranceAgriMer, 2014**). Cette méthode un peu moins répandue consiste à utiliser des pieux, appelés bouchots, enfoncés dans le sédiment, également en zone sub ou intertidale, pour servir de support aux moules qui y restent fixées durant toute la période de grossissement (**Garnet al, 2004**). Les bouchots sont formés de piquets en bois d’environ 5 m de hauteur enfoncés dans le substrat intertidal qui ressortent de 2 à 3 m de la grève. Un bouchot est composé d’une centaine de pieux disposés en rangées de 50-60 m de long (**Figure 7A**). Les rangées sont parallèles entre elles et perpendiculaires à la côte ou orientées dans le sens du courant (**Figure 7B et Figure 7C**) (**Maud Charles, 2019**). Ces bouchots peuvent également servir de collecteur pour le naissain de jeunes moules, auquel cas aucune manipulation n’est nécessaire en dehors de la phase de récolte, La durée de l’élevage pour obtenir une moule de bouchot de taille commercialisable est d’environ 16 mois (**Garnet al, 2004**).



**Figure 7:** Pieux de bouchots. (A) Alignements de pieux de bouchots ; (B) Pieux supportant des cordes de naissains nouvellement installées (moules de moins de 6 mois) ; (C) Pieux intégralement recouverts de moules de 18 mois et plus (prêtes à être récoltées) (**Charles M, 2019**).

- **La culture en suspension (en pleine mer) :**

L'élevage en suspension (culture sur cordes ou sur filières) (**figure 8**) s'est initialement développé en Europe avec *M. galloprovincialis*, dans les mers sans ou à faibles marées (comme la mer Méditerranée, ou la mer Adriatique) (**Lubet&Dardignac, 1976**). Cette technique est plus en plus employée, les moules se fixent ou sontensemencées sur des morceaux de corde qui sont attachés à une structure flottante, raft, ou à une longue ligne ou filière soutenue par des bouées (**Garnet *al*, 2004**). Dans les régions où les eaux sont calmes, dans les baies protégées, les étangs littoraux, ou encore dans les milieux lagunaires (comme dans l'étang de Thau), les cordes de 3 à 5 m sont suspendues à des grands cadres en bois, appelés « tables », ou à des radeaux (Espagne) (**Figure 8A et Figure 8B**). En eau profonde, les cordes sont suspendues à un support horizontal comportant des flotteurs qui sont ancrés à des poids morts au fond de l'eau, c'est la culture « sur filières » (**Figure 8A et Figure 8C**)(**Bompais, 1991**). En France, l'élevage sur filière en haute mer a été initié au début des années 70 dans le but de coloniser de nouveaux espaces de production mytilicole. Cette méthode elle permet généralement une croissance des moules plus rapide en les plaçant dans des conditions plus propices d'accès à la nourriture (phytoplancton et matière organique particulière) et de température des eaux (**Garnet *al*, 2004**).

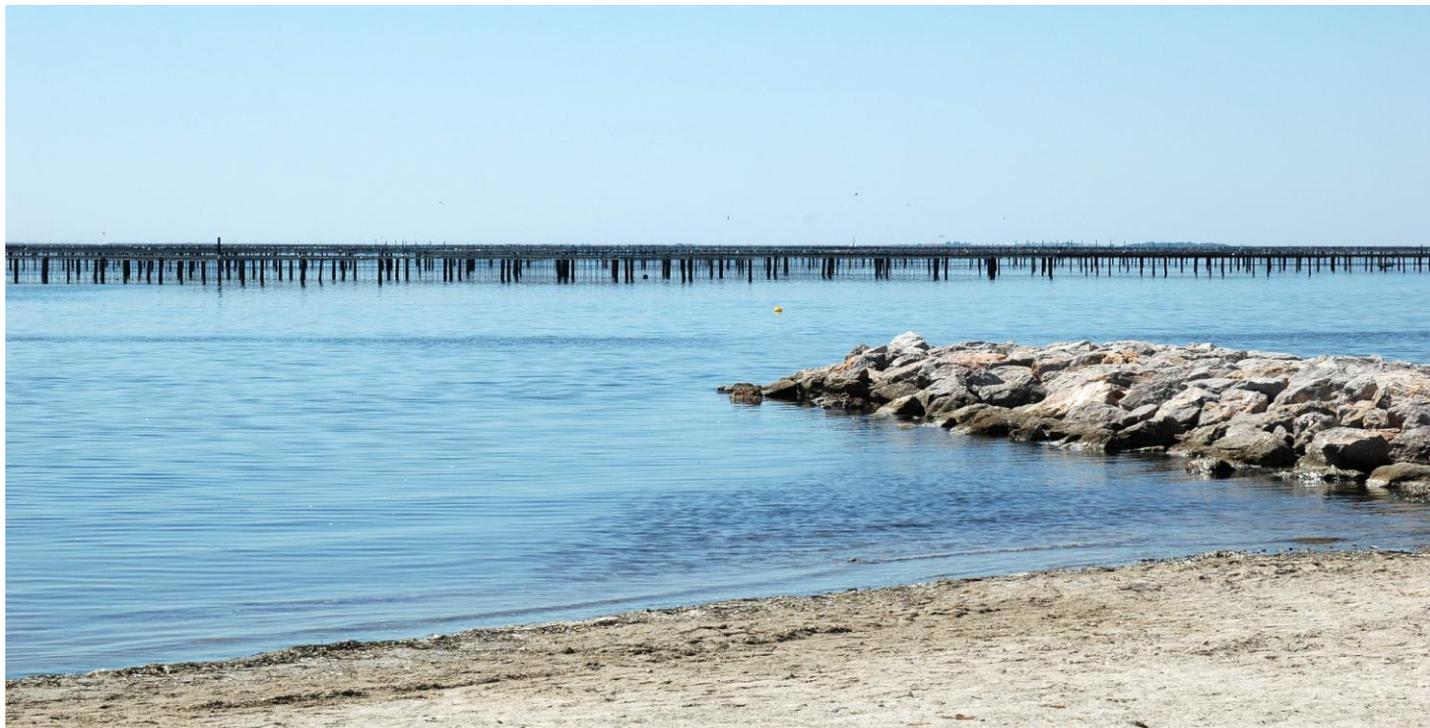


**Figure 8:** Différentes méthodes existantes d'élevage en suspension. (A) Différents types de culture en suspension existants ; (B) Corde en suspension sous radeau dans l'étang de Thau. (C) Filière en pleine mer dans la baie de Lannion (**Charles M, 2019**).

- **La culture à plat ou sur parcs :**

L'élevage à plat ou sur parcs, repose sur le recrutement naturel local ou sur le transfert de naissains (réensemencement), pêchés dans des gisements naturels denses, à des zones de cultures tidales ou subtidales abritées, où ils sont éparpillés dans des moindres densités. Au cours du cycle d'élevage, les mytiliculteurs surveillent la croissance de leurs moules et se débarrassent de la prédation ainsi que des macro-algues (**Figure9**) (**FAO, 2009**).

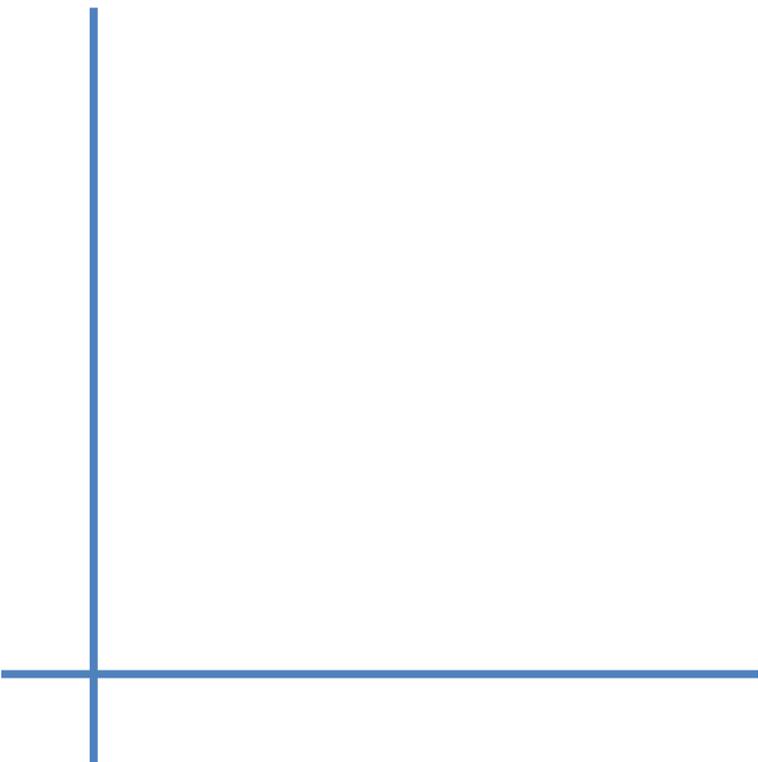
L'élevage à plat, essentiellement localisée dans les baies de Bretagne Sud, cette technique d'élevage consiste à semer des moules de pêche en vue d'un élevage complet ou d'un simple retrempage pour les coquillages de taille commercialisable. Concernant l'élevage sur tables, cette méthode traditionnelle de la mytiliculture en étang pratiquée sur la côte méditerranéenne consiste à suspendre dans l'eau des boudins de moules accrochées à des barres en bois émergées posées sur des pieux (**Alain, 1996**).



**Figure 9:** Parc à moules de Bouzigues (Bassin de Thau) (source :[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bouzigues\\_Parcs\\_Moules.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bouzigues_Parcs_Moules.jpg))



***Chapitre 2:***  
***La biologie de moule***  
***Mytilus galloprovincialis***



## 1 Introduction :

Les mollusques constituent l'un des embranchements du règne animal dont les espèces sont des plus diversifiées tant au niveau de la taille, de l'habitat, du mode de vie et de l'organisation anatomique (Martoja, 1995; Pechenik, 2005). Les mollusques sont des invertébrés aquatiques, en grande majorité marins, bien caractérisée par la présence constante de deux valves mobiles autour d'une charnière, qui protègent leurs corps en totalité ou en partie. Ces animaux vivent enfouis dans le sédiment (palourdes, coques) ou en pleine eau (moules, huîtres). Elles sont représentées par environ 7 000 espèces adaptées aux milieux aquatiques. Ces bivalves se rencontrent dans les eaux saumâtres et sont beaucoup plus nombreux et plus diversifiés dans les milieux marins. Ils jouent un rôle non-négligeable dans les chaînes alimentaires (Drif, 2012).

Les moules appartiennent à la classe des Bivalves, aussi appelés Lamellibranches, de l'ordre des Mytilidés. Ce sont des organismes importants tant au niveau écologique qu'économique qui se répartissent dans toutes les eaux tempérées de la planète. En fonction de son âge, un seul individu peut filtrer entre deux et cinq litres d'eau par heure. Parmi les espèces appartenant au genre *Mytilus*, deux sont particulièrement prisées par les marchés, *Mytilusedulis*, que l'on trouve essentiellement en Atlantique, et la moule méditerranéenne *Mytilusgalloprovincialis* qui concentrera notre attention dans ce chapitre.

## 2 Classification phylogénétique:

Les moules bleues sont des mollusques bivalves appartenant au genre *Mytilus* sont connues pour leur préférence de l'habitat médiolittoral et spécialement les côtes rocheuses. Elles sont, cependant, aussi signalées dans d'autres habitats, comme la zone infralittorale. Le genre *Mytilus* comprend sept espèces : *Mytilusedulis*, *Mytilusgalloprovincialis*, *Mytilustrossulus*, *Mytiluscalifornianus*, *Mytiluscoruscus*, *Mytilusplatensis* et *Mytiluschilensis* (Didierlaurent et al, 2017). En Méditerranée, la moule la plus répandue, c'est la *Mytilusgalloprovincialis*, est un Mollusque bivalve, dont la biologie est parfaitement connue (NACIRI, 1998).

La classification taxonomique de la moule *Mytilusgalloprovincialis*, s'établit comme suit (Turgeon et al, 1998) :

**Tableau 2:** Systématique de la moule, *Mytilus galloprovincialis* (Turgeon et al, 1998).

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| Règne :       | Animal                           |
| Sous- règne : | Métazoaires                      |
| Phylum :      | Mollusques                       |
| Classe :      | Bivalves                         |
| Sous-classe : | Ptériomorphes                    |
| Ordre :       | Mytiloidés                       |
| Famille :     | Mytilidés                        |
| Genre :       | <i>Mytilus</i>                   |
| Espèce :      | <i>Mytilus galloprovincialis</i> |



Figure 10: *Mytilus galloprovincialis* (Paiva, 2014).

### 3 Répartition géographique de la *Mytilus galloprovincialis* :

Les espèces du genre *Mytilus* sont largement répandues dans le monde entier et présentent une distribution « amphitropicale », c'est-à-dire que leurs distributions sont disjointes de chaque côté des tropiques (Figure 11). La moule *Mytilus galloprovincialis* est une espèce des zones à distribution géographique méditerranéenne, l'aire de répartition de cette espèce n'est pas strictement méditerranéenne, elle s'étend sur la Mer Noire, l'Adriatique (Lubet, 1973). La côte Atlantique depuis la baie d'Agadir jusqu'aux Iles britanniques (NACIRI, 1998) et englobe aussi l'Afrique du Sud, la Nouvelle-Zélande et la Californie (Figure 11) (Mc DONALD et KOEHN, 1991).

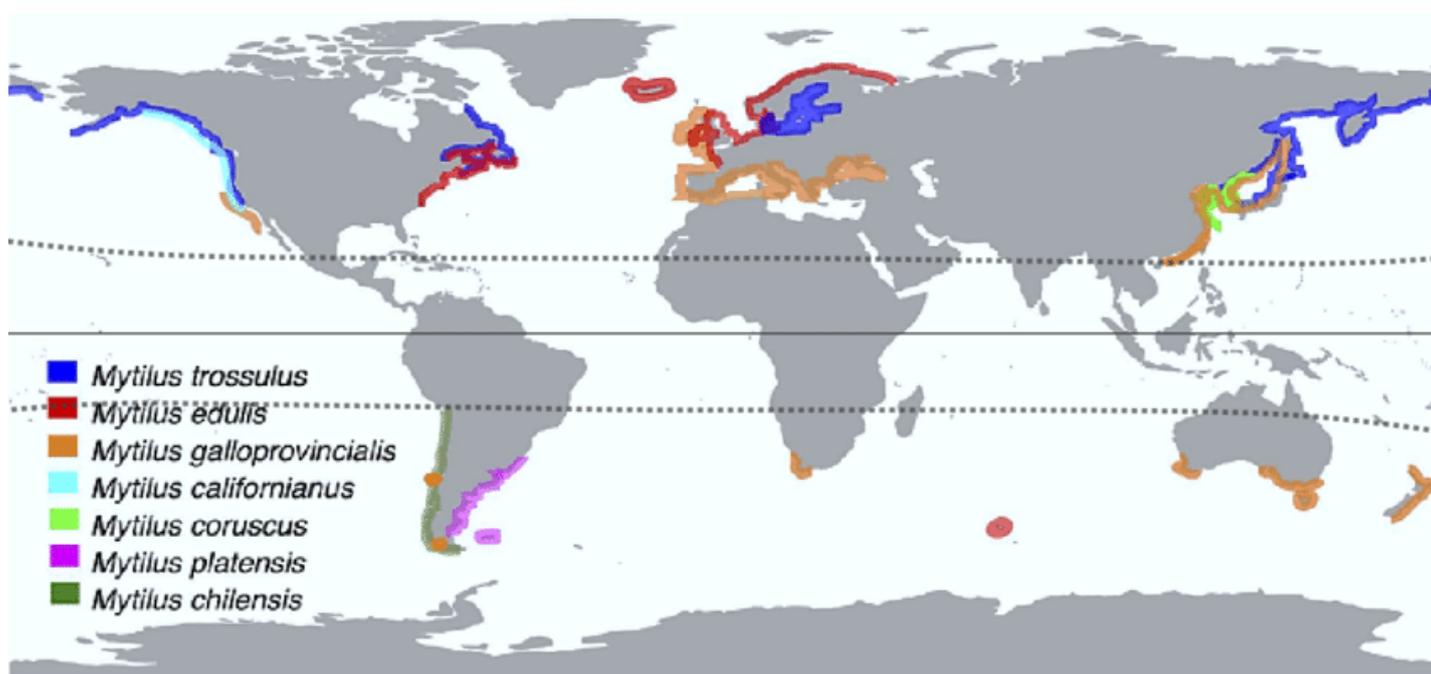


Figure 11: Répartition géographique des espèces du genre *Mytilus* (Gaitán-Espitia et al. 2016).

#### 4 Ecologie :

Les moules sont des organismes sédentaires vivant en zone intertidale ou subtidale. Dans la zone intertidale, elles sont considérées comme écologiquement dominantes (**Zippay et Helmuth, 2012**). Elles peuvent coloniser les substrats rocheux ou sableux auxquels elles se fixent grâce à un byssus régénérable qui leur permet de se détacher en cas de besoin (**Alyakrinskaya, 2002**). Les moules sont des animaux grégaires qui s'agglomèrent entre eux, de la sorte, ils sont mieux protégés des prédateurs et des courants. Ces bivalves supportent l'exondation et résistent aux déplacements parfois violents des masses d'eau. Elles vivent généralement regroupées en récifs appelés moulières (**Figure 12**) et sont ainsi capables de modifier physiquement l'environnement, créant un habitat pour de nombreuses espèces (**Suchanek et al, 1994**). La nutrition est un paramètre important dans la répartition des moules qui prolifèrent généralement dans les zones riches en phytoplancton, en matières organiques dissoutes ou en suspension et en bactéries (**Lubet, 1973**). Situées en bas de la chaîne trophique, les moules sont une source de nourriture pour de nombreuses espèces (**Alyakrinskaya, 2002**). Grâce à leur grande capacité de filtration, ces consommateurs primaires jouent également un rôle important dans le cycle des nutriments et ils contribuent à l'assainissement de la colonne d'eau en retenant les composés toxiques et les bactéries (**Zippay et Helmuth, 2012**). Ce sont des organismes ne régulant pas leur température interne et dont la principale source de chaleur provient du milieu extérieur. La moule *Mytilus galloprovincialis*, sa limite basse de température est de 7-8 °C (**Lubet, 1973**). Pour les températures maximales létales, elles avoisinent les 29-30 °C (**Almada-Villela et al. 1982**). Pour ce qui est de la salinité, les moules tolèrent également de très larges gammes allant jusqu'à 43 ‰ et la limite basse est de 19 ‰ pour *M. galloprovincialis* (**Lubet, 1973**). Par ailleurs, les moules sont adaptées à de larges variations des conditions physico-chimiques du milieu, en particulier de température (eurytherme), de salinité (euryhaline) et d'oxygène, ce qui explique leur large distribution sur les estrans des zones côtières et estuariennes (**Widdows, 1976 ; Sunila, 1981**).



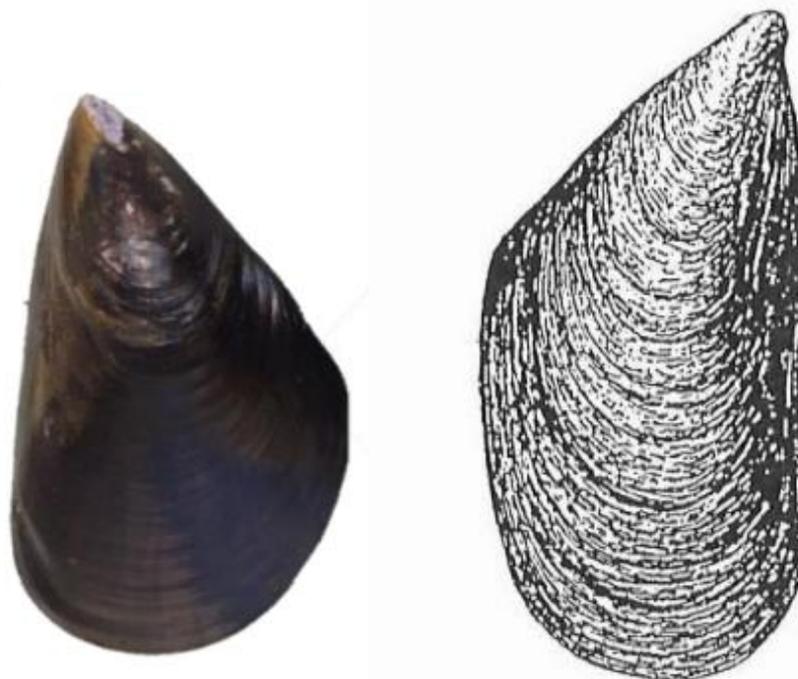
**Figure 12:** moulières installées sur des substrats artificiels (gauche) et naturel (droite) (**C.lacroix, 2019**).

## 5 Anatomie de la moule *Mytilus galloprovincialis* :

Les moules en général sont des bivalves de la classe des Lamellibranches. Elles sont formées de deux valves de tailles égales reliées par un ligament externe et maintenues par deux muscles adducteurs antérieur et postérieur. Ces valves sont produites par l'épithélium du manteau et renferment le corps mou. Le corps mou est constitué par le manteau qui enveloppe l'ensemble des organes et qui délimite la cavité palléale (Fisher, 1986). À la base du pied, se trouve une glande byssogène sécrétant les filaments protéiques du byssus. Ce dernier facilite la fixation des individus sur leur substrat (AlouiBejaoui, 1998). Le corps du moule *Mytilus galloprovincialis* est caractérisé par :

### 5.1 La Coquille :

Chez la moule *Mytilus galloprovincialis*, le corps est protégé par une coquille allongée, subquadrangulaire et équivalve. Elle est plus ou moins renflée, pointue à l'une des extrémités et arrondie à l'autre, comprenant deux valves égales (figure13). La coloration de ces valves est en général noire violacée, l'intérieur est lisse, de couleur grise bleuâtre caractérisée par une zone périphérique noirâtre et une région umbonale blanche opaque. La taille maximum peut atteindre 15 cm et plus, en général la taille commune est entre 5 à 8 cm (Fisher *et al.* 1987). La charnière est réduite et l'union des deux valves est assurée à peu près exclusivement par le ligament dont le bord est saillant par rapport au bord dorsal (chez les jeunes moules). En plus, la fermeture de la coquille est assurée par les muscles adducteurs dont l'un, l'antérieur, est réduit, s'opposant à l'action mécanique du ligament. Comme chez tous les bivalves, il est constitué d'une partie externe qui est étirée lors de la fermeture des valves et d'une partie interne que cette fermeture comprime. Ces deux couches, par leur élasticité, tendent à provoquer l'ouverture de la coquille (Marteil, 1976).



**Figure 13:** Morphologie externe de la moule, *Mytilus galloprovincialis* (Charles M, 2019).

## **5.2 Le manteau :**

Le manteau est une formation tégumentaire qui adhère étroitement au corps dans les régions dorsales et latéro-dorsale, et se dilate à la base des branchies en deux lobes minces élargis qui délimitent la cavité palléale. Il enveloppe tous les organes auxquels il est rattaché au niveau du muscle adducteur, de la masse viscérale et des branchies (**Gagnaire, 2005**). Dont la couleur va du blanc au jaune plus ou moins foncé. Il présente deux lobes (droit et gauche) qui adhèrent étroitement au corps dans la région dorsale. Ils forment dans la zone postérieure une boutonnière ou siphon exhalant, orifice de sortie de l'eau. Le manteau joue un rôle non négligeable dans la circulation de l'eau au niveau des branchies, il participe à la respiration grâce à un échange direct de gaz avec l'eau environnante et accumule des réserves (**Marteil, 1976**). Toutefois, son rôle principal est d'assurer la formation de la coquille, sa calcification et la sécrétion du ligament. Il assure également des fonctions sensorielles tactiles (terminaisons nerveuses) et visuelles (ocelles et osphradies). Il intervient également dans la nutrition, au stockage de matériaux de respiratoire, à la dissémination des gamètes et à la défense par la formation de mucus. Il représente l'une des premières barrières à l'agression par des facteurs externes (**Gagnaire, 2005**).

## **5.3 Muscles adducteurs:**

Les valves de la coquille sont maintenues fermées par la contraction de muscles : le muscle adducteur antérieur et le muscle adducteur postérieur (**Figure 14 et 15**) (**Deconinck, 1971**). Ces muscles sont antagonistes du ligament, qui grâce à son élasticité assure l'ouverture de la coquille (**Moussaoui et Belakhal, 2016**). Le muscle postérieur est le plus développé, il referme la coquille pour protéger l'animal des prédateurs et l'ouvre pour faire entrer l'eau. Car le manteau est sensible au milieu extérieur et insère les branchies "lamelleuses du Lamellibranche " dans une cavité où l'eau qui circule est filtrée permettant à la moule de respirer et se nourrit en plancton (**Boué, 1962**).

## **5.4 Les branchies :**

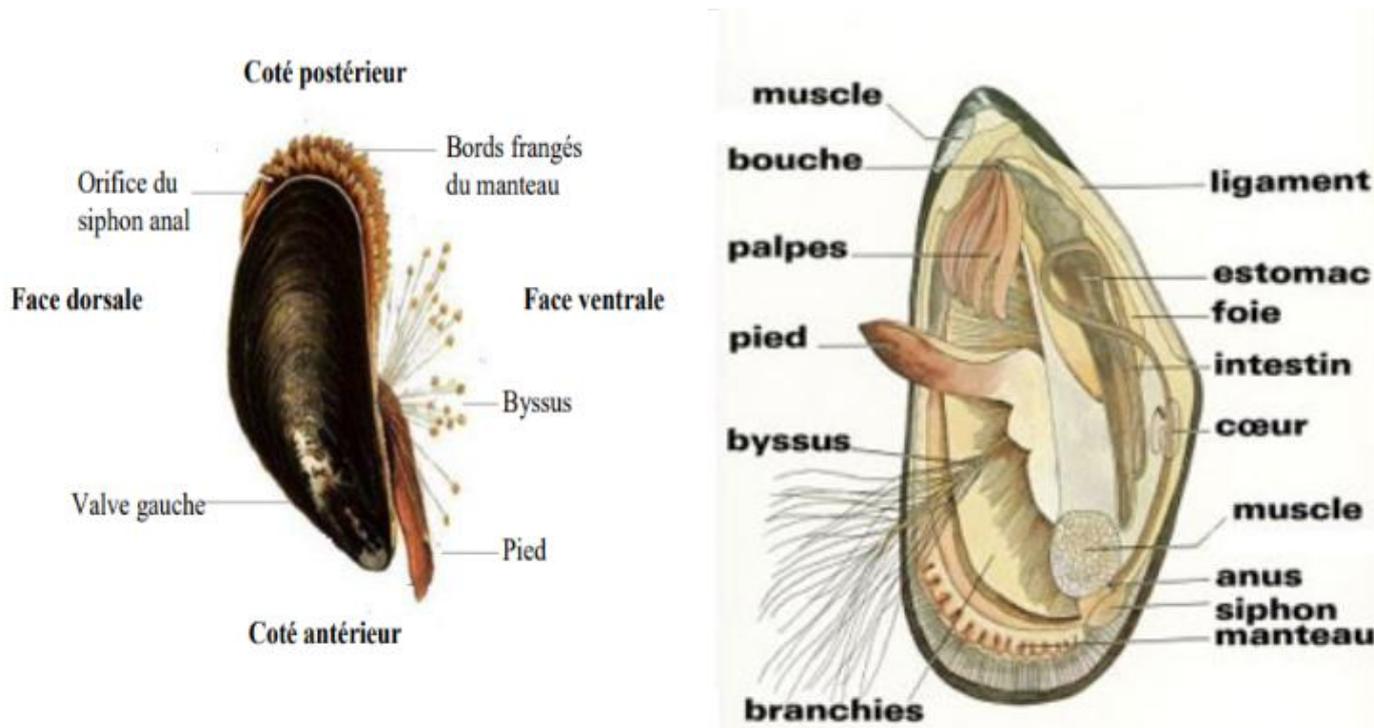
Les moules sont des organismes filtreurs qui respirent et se nourrissent grâce à leurs branchies lorsqu'elles sont immergées. Elles possèdent deux paires de branchies, assurant la double fonction de respiration et de nutrition, deux paires de branchies sont localisées sur chaque côté du corps (**Figure 14 et 15**). Les branchies sont lamellaires et constituées de filaments ciliés. Ces filaments ciliés assurent une circulation de l'eau qui permet un apport continu en oxygène et en particules alimentaires. Les branchies sécrètent aussi un mucus piégeant les particules alimentaires qui seront dirigées vers la bouche par des cils vibratiles et par l'intermédiaire des palpes labiaux avant d'être ingérées (**Jurd, 2000**).

## **5.5 Le byssus :**

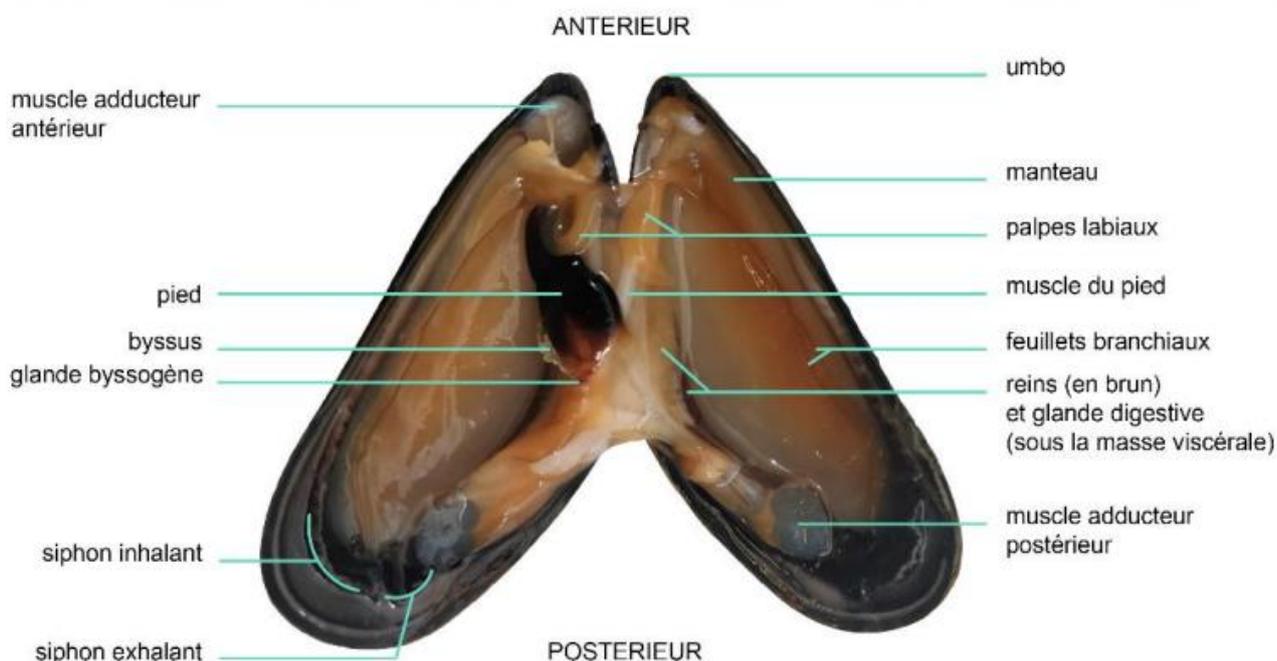
La moule *Mytilus* se fixe aux rochers par le byssus (**Figure 14 et 15**). Ce dernier est un bouquet de filaments analogues à la soie et sécrétés par une glande dite « glande byssogène » située à la base du pied (**Ginet et Roux, 1989**). Cet ensemble de filaments est bruns et coriaces (**Weinberg, 1999**), les filaments protéiques, se disposent en faisceau « le byssus », qui durcit au contact de l'eau et se collent au substrat par leur extrémité élargie en lentille (**Beaumont et Cassier, 2004**). Le byssus assure la fixation temporaire ou définitive des bivalves non fouisseurs (**Beaumont et al, 1998**).

5.6 Le pied :

Le pied est inséré en avant de la bosse viscérale est comprimé latéralement et prend l'aspect d'un sac «soc de charrue » (**Figure 14 et 15**). Ces mouvements sont assurés par des muscles protracteurs et rétracteurs, pairs, antérieurs et postérieurs, qui s'insèrent symétriquement sur la face interne des valves de la coquille en avant des muscles adducteurs. Chez la moule, le byssus permet avec le pied de lents déplacements. L'animal se hale sur les filaments du byssus qui se brisent sous l'action du pied au fur et à mesure que d'autres filaments se forment (**Beaumont et Cassier, 2004**).



**Figure 14:** Anatomie externe et interne de la moule *Mytilus galloprovincialis* (**Khelil, 2007**).



**Figure 15:** Anatomie interne de la moule (**Charles M, 2019**).

## 6 Physiologie de la moule *Mytilus galloprovincialis* :

### 6.1 Locomotion :

Les moules sont fixés temporairement, le déplacement est très lent et très limité. Elles rompent (coupent) certains filaments du byssus et en sécrètent de nouveaux qu'elles fixent sur le substrat (**Boué, 1962**).

La moule adulte est un animal fixé, espèce sessile, elle résiste aux courants, aux chocs des vagues et l'arrachement grâce aux solides filaments du byssus qui sont soudés au rocher. Le pied, linguiforme, permet le déplacement et l'enfouissement de l'animal dans le sable, elle peut se déplacer, mais très lentement, c'est une espèce qui ne fait jamais de grand voyage, car elle est de nature semi-sédentaire. Il peut se replier sous l'action de deux muscles rétracteurs. À sa base, se trouve la glande du byssus. Elle synthétise des filaments (byssus) qui fixent la moule à son substrat. Une fois qu'ils sont secrets, les filaments se solidifient au contact de l'eau de mer (**Bouchard, 2004**).

### 6.2 Alimentation :

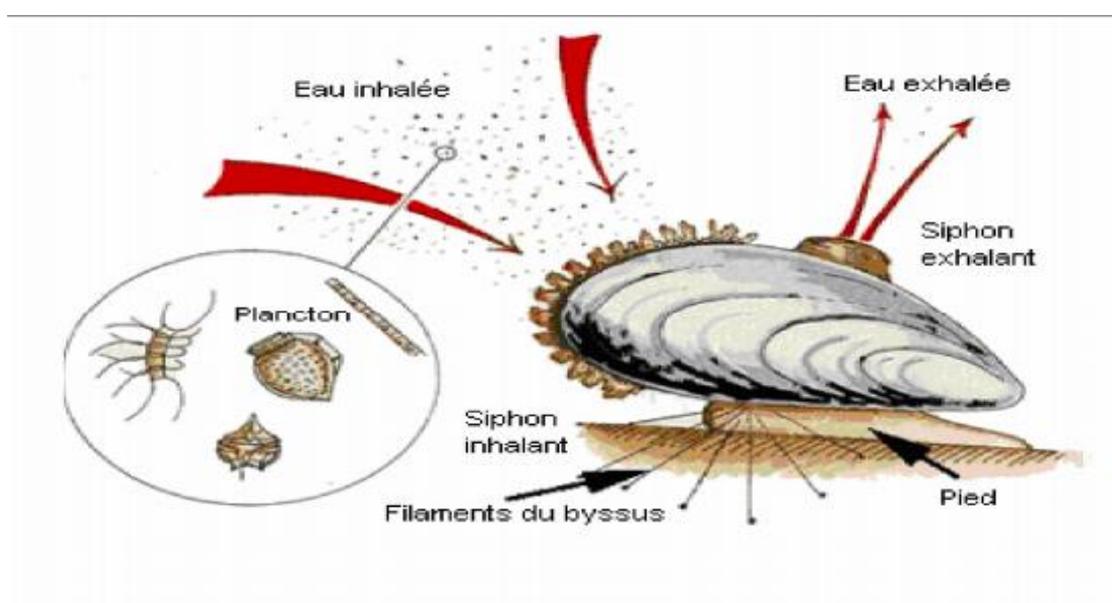
Les moules sont des animaux consommateurs microphages omnivores, qui s'alimentent grâce à l'eau qui traverse leur cavité palléale. La filtration est un paramètre important dans la dynamique des composés particuliers, la moule filtre jusqu'à 100 litres d'eau par jour (**Mayzaudet al. 1992**). Pour se nourrir, la moule *Mytilus galloprovincialis* filtre la matière particulaire en suspension, constituée principalement du phytoplancton, du zooplancton, de détritits et de particules inorganiques, des diatomées et des dinoflagellés. Les bactéries sont aussi une source de nourriture, mais très largement secondaire par rapport aux microalgues. La capacité de filtration des bivalves est limitée par la capacité de rétention des branchies (**Cranford et al. 2006**). Une moule de 7 à 8 cm filtre une quantité très importante d'eau de mer à travers ses branchies, en moyenne 1,8 litre/heure (**Villeneuve et Desire., 1965**). L'alimentation se fait via le piégeage et l'acheminement des particules planctoniques accumulées dans le mucus sécrétés par les branchies jusqu'aux palpes labiaux. Les palpes labiaux effectuent un tri des particules en fonction de la taille : les plus gros éléments ne sont pas ingérés et sont éliminés sous forme de pseudo-fèces, les plus petits sont amenés jusqu'à l'orifice buccal à proximité, sont digérés puis éliminés par le tube digestif sous forme de fèces (**figure 12**). La taille optimale des particules ingérées par les moules est comprise entre 4 et 8 µm, mais selon les conditions, les animaux peuvent ingérer des particules allant jusqu'à 100 µm, pour les plus grosses, et jusqu'à moins d'un micron pour les plus petites. Les taux de pompage et de filtration dépendent de nombreux paramètres : la densité et la taille des particules planctoniques présentes, les paramètres physico-chimiques de l'eau et enfin l'âge et l'état physiologique de l'animal (**Preheim et al. 2011**).

### 6.3 Système respiratoire :

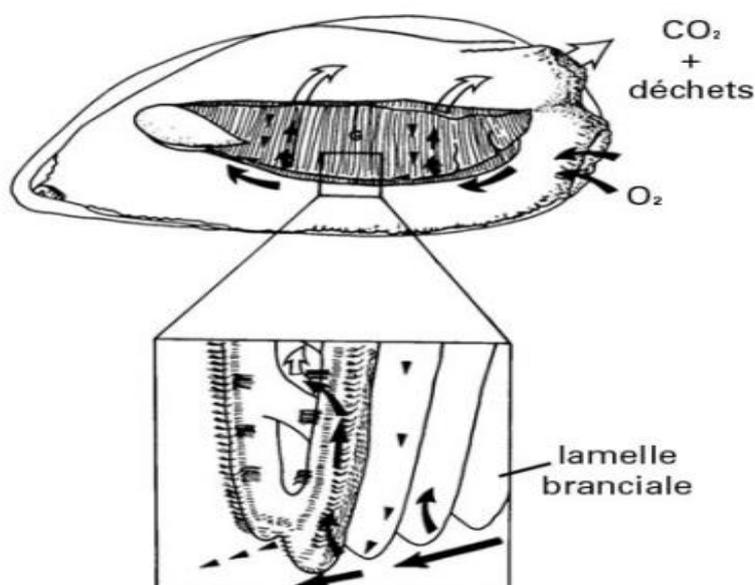
Comme la plupart des bivalves, les moules sont des organismes filtreurs. Lorsque les moules sont immergées, un échange quasi-permane est assuré avec le milieu permettant d'assurer les échanges gazeux, la prise en charge de la nourriture et l'évacuation des déchets. Ce courant est créé par l'ondulation des feuillettes branchiales et par les cils vibratiles des cellules branchiales ; l'eau entre par le siphon inhalant marron clair,

doté de petits tentacules dentelés qui permettent un premier tri grossier des particules et ressort par le siphon exhalant blanc, lisse et ovale qui évacue également les déchets. Ces deux siphons sont visibles au niveau de l'ouverture postérieure de l'animal (**Figure 16**) (**Charles M, 2019**). L'eau chargée en oxygène dissous pénètre dans la cavité palléale via le siphon inhalant. Elle est filtrée par les filaments des deux paires de branchies lamelleuses avant d'être évacuée par le courant exhalant (**Figure 17**). L'oxygène, ainsi, capté pénètre dans l'hémolymphe pour être distribué dans tout l'organisme. Lorsque la moule se retrouve à l'air libre, elle ferme sa coquille et passe à une respiration anaérobie (**Cahen, 2006**).

L'intensité de la respiration d'un individu dépend de son activité, de son état physiologique et notamment du stade atteint dans le cycle de reproduction, et de sa taille. L'activité de reproduction (gamétogenèse, ponte) perturbe, en effet, le métabolisme général, influe sur la respiration de l'animal (**Bernard, 1983; Widdows, 1978; Bougrier et al. 1998**).



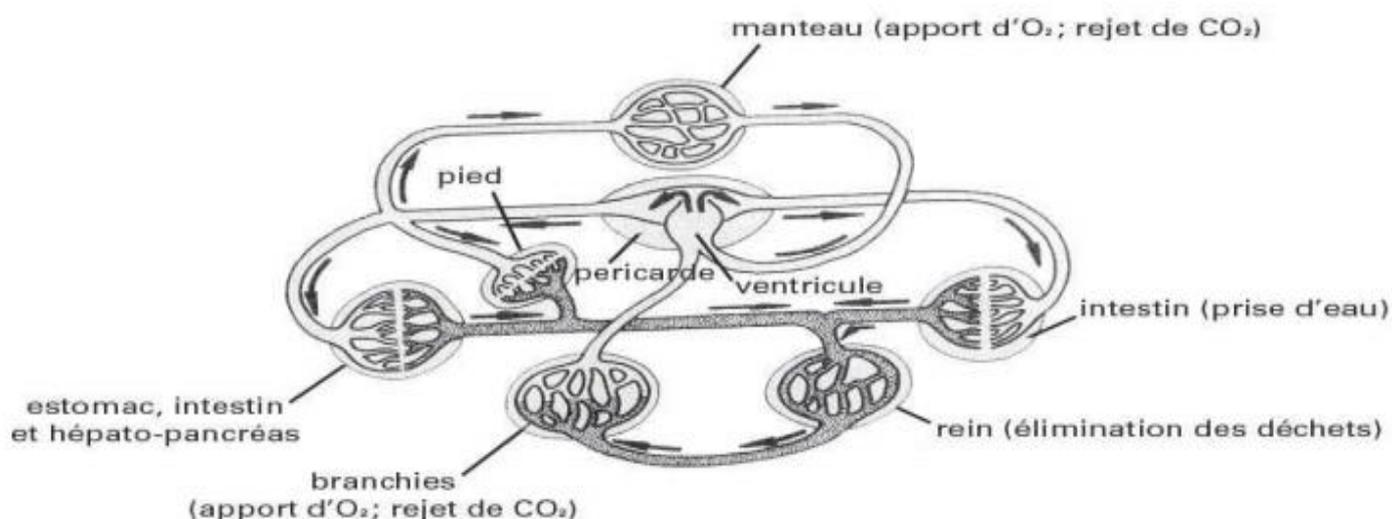
**Figure 16:** Système respiratoire et alimentaire chez la moule (MPO, 2003).



**Figure 17:** Système respiratoire (Gosling, 2003).

#### 6.4 Système circulatoire :

Les mollusques bivalves possèdent un système circulatoire constitué d'un cœur dorsal postérieur, d'où partent une aorte antérieure et une aorte postérieure qui se ramifient dans tous les tissus. Ce système circulatoire, composé d'hémolymphe (mélange de sang et de lymphe), est dit « ouvert » car les plus petits vaisseaux débouchent directement dans des sinus, ou lacunes, baignant directement les organes et les cellules. L'hémolymphe, incolore, est composée de cellules circulantes, les hémocytes, qui s'infiltrent dans tous les tissus de l'animal. Ces hémocytes occupent des fonctions essentielles dans plusieurs processus physiologiques : échanges gazeux, transport et digestion des nutriments, élimination des déchets, réparation de la coquille et cicatrisation des blessures et défenses immunitaires (**Figure 18**) (**Cheng, 1984 ; Gosling, 2003**). L'hémolymphe parvient aux reins, où elle est purifiée, avant de pénétrer dans les branchies où elle s'enrichit en oxygène (O<sub>2</sub>) et se décharge en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). Une fois oxygénée, elle rejoint les oreillettes du cœur. À ce circuit principal, se superpose un circuit accessoire où l'hémolymphe qui circule dans le manteau a la possibilité de suivre une voie de retour directe au cœur sans passer par les reins ni les branchies. Lors du passage dans le manteau, un échange d'oxygène et de gaz carbonique a lieu également (**Figure 13**) (**Gosling, 1992**).



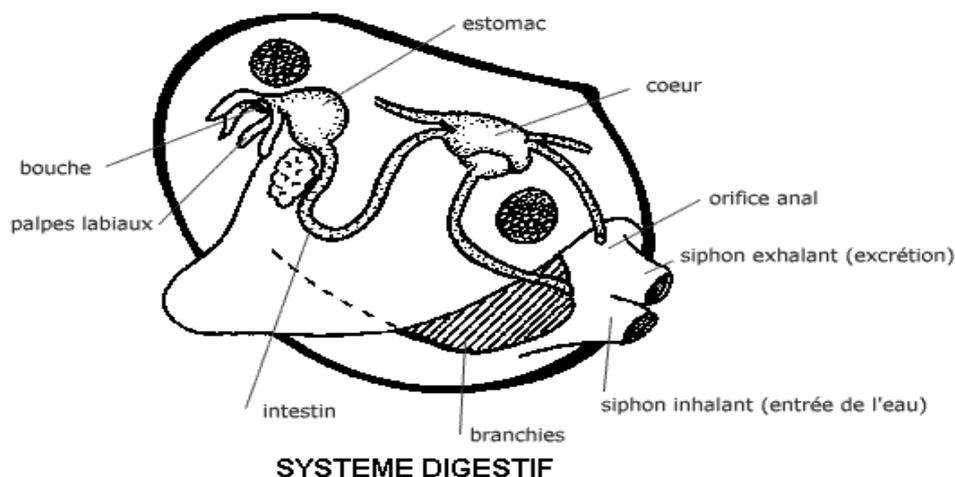
**Figure 18:** Système circulatoire (**Deconinck, 1971**).

#### 6.5 Le système digestif :

Le système digestif est composé de la bouche, l'œsophage, l'estomac, la glande digestive, l'intestin, le rectum et l'anus. L'estomac est pourvu d'un cæcum postérieur long, dans lequel se trouve une tige cristalline qui tourne sur elle-même grâce à des cils, elle a pour rôle de dissociation physique des aliments et la digestion enzymatique (**Figure 19**) (**Jurd, 2000**).

La glande digestive ou le tube digestif est le premier local de la digestion et de l'adsorption des nutriments dans la moule et typiquement le site de l'accumulation élevée des contaminants. L'accumulation des contaminants peut induire des changements dans beaucoup de paramètres physiologiques et cytochimiques

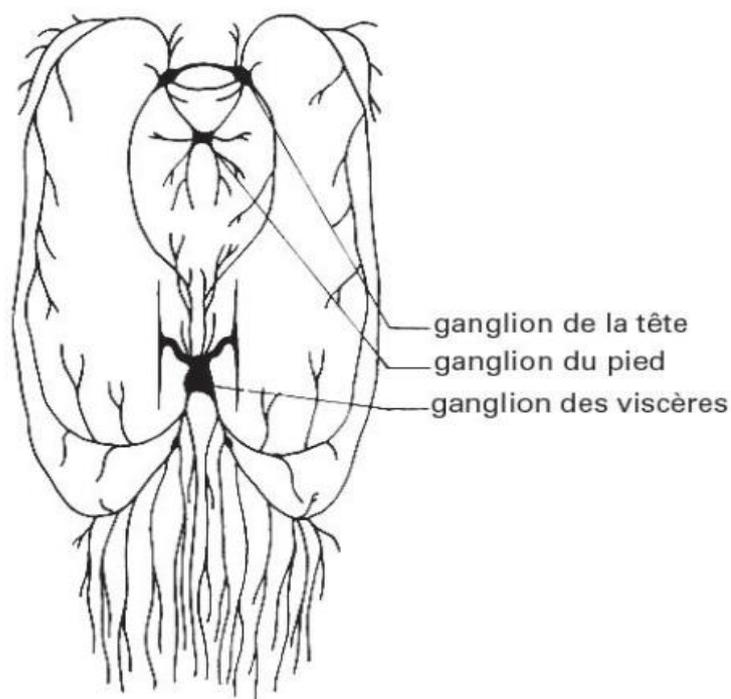
de la glande digestive (Bayne *et al*, 1988; Bayne, 1989; Gray, 1992; Krishnakumaret al. 1995). Le rôle des hémocytes dans la digestion et le transport de nutriments est difficilement dissociables des activités de défense(Cheng, 1996).



**Figure 19:** Système digestif de la moule (source : <http://users.cybernet.be/Jsojic/Faune/Fiches/Moule.htm>).

### 6.6 Système nerveux :

Le bord du manteau est tapissé de cellules nerveuses sensibles à la température, aux substances chimiques et à la lumière (Deconinck, 1971). Le système nerveux de la moule est simple, et est formé de trois paires de ganglions. Une paire de ganglions cérébroïdes au voisinage de la bouche. Une paire de ganglions pédieux se trouve à la partie antérieure de la base du pied. Une paire de ganglions viscéraux s'observe dans la partie postérieure du corps (Figure 20). Ces ganglions sont réunis par des filets nerveux ou connectifs et innervent les différentes parties du corps (Villeneuve & Désire, 1963).



**Figure 20:** Système nerveux chez la moule (Deconinck, 1971).

### 6.7 Système immunitaire :

Comme tous les invertébrés, la moule de Méditerranée *Mytilus galloprovincialis* ne possède qu'un système d'immunité innée pour lutter contre les infections. Cependant, étant constamment exposée à une grande variété de microorganismes invasifs et potentiellement pathogènes, et existant depuis plus de 500 millions d'années, son système immunitaire paraît très efficace. Chez la plupart des mollusques, l'hémolymphe baigne directement les organes internes. L'hémolymphe comme le sang des vertébrés joue un rôle spécifique dans le système de défense (Fisher, 1986; Cheng, 1996; Chu, 2000). Les défenses de l'organisme sont essentiellement non spécifiques et basées sur les activités des hémocytes circulant dans les tissus (Cheng, 1996) et dans les fluides extrapalléaux entre le manteau et la face interne de la coquille (Allam et Paillard, 1998). Même si les bivalves sont des organismes relativement simples, ils ont un long cycle de vie pendant lequel ils sont constamment exposés à différents microbes potentiellement pathogènes ou invasifs. Comme c'est le cas de tous les autres invertébrés, cette immunité innée est leur seul système immunitaire et comprend deux actions complémentaires : une action impliquant directement les hémocytes (la défense cellulaire) et une action impliquant des molécules libres (la défense humorale) (Canesi et al. 2002).

Le système immunitaire est en grande partie médié par les hémocytes grâce au processus de phagocytose qui leur permet de reconnaître, encapsuler, tuer et dégrader les particules du non-soi. Il existe plusieurs sous-populations d'hémocytes qui peuvent être divisées en deux grands groupes : les cellules granuleuses aussi appelées granulocytes et les cellules agranuleuses, les hyalinocytes. En plus, des mécanismes de défense cellulaire, les moules possèdent une immunité humorale qui s'appuie sur des facteurs extracellulaires possédant des propriétés cytotoxiques (Auffret, 2005). Ainsi, du lysozyme et plusieurs peptides antimicrobiens tels que les defensines, les mytilines ou les myticines, ont été décrits chez les moules (Mittaa et al. 2000).

### 6.8 Système excréteur :

L'excrétion est réalisée par une paire de reins (néphridies) qui acheminent les déchets de l'hémolymphe vers la cavité palléale (Gosling, 1992). Le système excréteur comprend deux reins qui communiquent à la fois avec la cavité péricardique et la cavité palléale. Une partie des déchets vient directement du sang par passage de la paroi du cœur, elle tombe dans la cavité péricardique avec les produits d'excrétion des glandes péricardiques. Le liquide de cette cavité passe ensuite dans les reins qui ajoutent leur propre sécrétion, puis le rejettent dans la cavité palléale, ceux-ci sont ensuite rejetés dans l'environnement de l'animal dans le courant d'eau exhalent (Bachelot, 2010).

## 7 Reproduction et Cycle de développement :

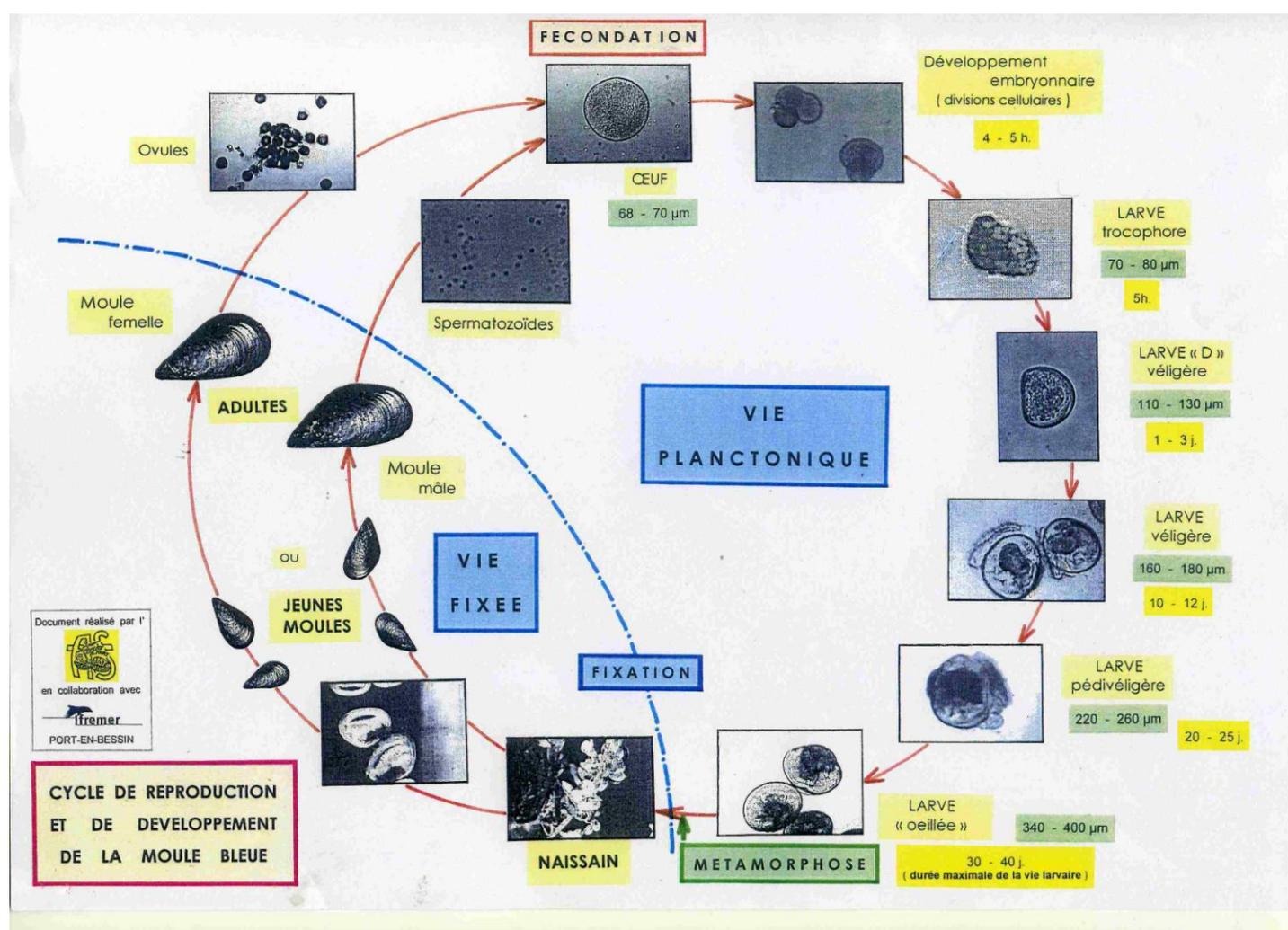
Le cycle biologique des moules est annuel est fonction des conditions environnementales (température et nourriture) (Gosling, 2003; Saraiva et al. 2012). Il comporte plusieurs étapes : croissance des gamètes, maturation des gamètes, ponte, repos sexuel, restauration des réserves, rétablissement des gonades, et ainsi de

suite. Les moules sont capables de se reproduire dès leur première année de vie et en l'absence de tout élément perturbateur (prédation, conditions climatiques défavorables, pauvreté ou déséquilibre trophique, parasites, maladies, etc.), une moule peut vivre entre 15 et 20 ans (**Theisen, 1973 ; Seed, 1976**).

Le cycle de reproduction des moules du genre *Mytilus* comprend plusieurs étapes : croissance des gamètes, maturation des gamètes, la période de ponte et enfin le renouvellement des gonades. Concernant la reproduction, les moules sont des organismes gonochoriques qui ont des sexes séparés et qui ne changent pas de sexes, les gonades sont dites « disperses », Localisées dans le manteau, elles constituent une partie importante du corps, en particulier en période de reproduction pendant laquelle elles peuvent contribuer jusqu'à 35 % de la masse du corps mou (**Sprung, 1983**). Les moules se reproduisent annuellement et la reproduction est déterminée par une combinaison des facteurs endogènes (les réserves en nutriment, le génotype) et exogènes (la température, la salinité ou la nourriture) (**Càceres-Martinez et al. 1998**). Le cycle de reproduction se divise en plusieurs stades qui ont été décrits par (**Lubet 1959**), les différents stades du cycle de reproduction sont (**Charles M, 2019**) :

- **Stade 0** : phase de repos sexuel (de juillet à septembre). Le tissu de réserve est très développé, les tubules gonadiques quant à eux le sont très peu, ils sont non fonctionnels et contiennent des cellules germinales quiescentes.
- **Stade I** : phase transitoire de différenciation et de multiplication des gonies (de septembre à octobre).
- **Stade II** : phase de développement intense de la gamétogénèse (de novembre à décembre). Les tubules gonadiques sont bien développés, les gonies entrent en méiose et les premiers gamètes sont formés. Les ovocytes accumulent les réserves vitellines jusqu'à la maturation, le tissu de réserve, encore présent, s'appauvrit.
- **Stade III** : stade qui comprend la période de reproduction.
  - **III-A1** : les gamètes sont mûrs, mais les animaux sont encore insensibles aux stimuli déclencheurs de la ponte (de décembre à janvier).
  - **III-A2** : les animaux répondent aux stimuli, ils sont à l'état de maturité absolue (de janvier à février).
  - **III-B** : les tubules gonadiques se vidangent.
  - **III-C** : restructuration de la gonade. Les cellules germinales précoces de seconde génération se développent. À ce stade, le tissu de réserve est drastiquement réduit. Un nouvel état de maturité stade III (C-A1 ; C-A2) se produit et de nouvelles pontes ont lieu (de mars à avril).
  - **III-D** : le manteau devient translucide et rougeâtre. La lyse des gamètes résiduels est faite par les hémocytes qui envahissent les tissus. Les tubules réduisent de taille et le tissu de réserve se reconstitue (accumulation de réserves glucidiques et lipidiques). C'est la phase de pré-repos sexuel (juin).

La fécondation est externe et se fait dans la colonne d'eau après émission des gamètes. Lors des premières semaines de vie, la larve de moule, dit véligère, a une vie méroplanctonique au gré des courants. Elle va y passer en moyenne 2 à 4 semaines avant et de se fixer à un substrat végétal (algues) grâce à son pied (larve pédivéligère), sa taille est alors d'environ 300-400 µm. Une seconde phase pélagique a lieu lorsque la moule atteint 1 à 2 mm et est capable de sécréter de longs filaments bysiaux. Elle se fixe alors à son substrat final dans une moulière (**figure 21**). La croissance moyenne des moules est grandement influencée par la température, mais aussi, et surtout, par l'environnement et le patrimoine génétique de l'individu (**Gosling, 1992**), selon (**Naciri, 1998**) la température optimale pour la croissance chez la moule *Mytilus galloprovincialis* est située entre 15.5 °C et 19 °C.



**Figure 21:** Cycle de reproduction et de développement de la moule bleue (source : [www.huitresdebretagne.com/mytiliculture](http://www.huitresdebretagne.com/mytiliculture)).

## 8 Mortalité et prédation :

Différents facteurs influencent la mortalité et la dispersion des populations de moules, on peut citer comme exemple: la température, le dessèchement, les tempêtes et mouvements des vagues, la salinité, les compétitions intra- et interspécifiques et la prédation qui reste la plus importante cause de mortalité (**Kitching et al 1959**).

En été, la mortalité est plus fréquente à cause des températures élevées de l'eau, ajoutée à la faible abondance de nourriture. Au stade larvaire, les moules sont les proies du zooplancton et des petits poissons (P. O. C, 2003).

La prédation est la plus importante cause de mortalité des moules. Les prédateurs les plus importants sont l'escargot pourpre nourrit de moules dans la zone des marées basses et moyennes, principalement au printemps et en été (Figure 22A). Chaque escargot mange entre 0,1 et 0,6 moules par jour, les moules se protègent contre ce prédateur en l'immobilisant dans les filaments du byssus. Les étoiles de mer, elles préfèrent les moules de grande taille (7 cm) et peuvent provoquer la disparition d'une fraction très importante de population de moules (Figure 22C). Le crabe est le plus féroce des prédateurs, les moules de petite taille sont les plus exposées leur vulnérabilité décroît au fur et à mesure de leur croissance, et les poissons plats, les oiseaux comme le goéland et la corneille sont également prédateurs de moules (Figure 22B). Les compétiteurs, ils sont aussi une cause de mortalité des moules, ils ont les mêmes sources de nourriture que la moule. Leur prolifération sur un lieu d'élevage peut donc réduire la quantité d'aliments nécessaire à une bonne croissance de la moule. Les principaux compétiteurs sont les crépidules et les balanes (Figure 22D). Les parasites sont aussi une forte cause de mortalité, ils vivent dans la moule qui les abrite à ses dépens (Figure 22 E) (Kitching et al 1959).



**Figure 22:**(A) Escargot pourpre consommateur de moule (Source : Wikipédia). (B) Goéland argenté oiseau consommateur de moule (C) Pieu de bouchot recouvert par des étoiles de mer (D) Moules de bouchot et pieux colonisés par les balanes (E) Moules (*Mytilus edulis*) parasitées par des trématodes digénétiques au niveau du manteau (Source : Charles M, 2019)



***Chapitre 3 :***  
***La réalisation d'une***  
***ferme mytilicole***



## **1 Introduction :**

La consommation de coquillages par les habitants des régions littorales est très ancienne et a longtemps été exclusivement issue d'une activité de pêche réalisée sur les gisements naturels. Avec l'expansion de la mytiliculture au cours du XXe siècle et une prise de conscience progressive sur la nécessité de gérer durablement les stocks sauvages, la proportion de moules d'élevage dans la production mondiale est en constante augmentation pour atteindre 2 millions de tonnes en 2016 (**Monfort, 2014 ; FAO, 2019**).

En mytiliculture, la connaissance de cycle vital des moules est essentielle pour le développement de bonnes techniques de production de la captation des larves à la récolte finale des moules adultes destinées à la vente en passant par leur croissance. Plusieurs types de techniques très diversifiées sont utilisés dans le monde. Il existe des endroits dans le monde où les moules sont cultivées sur le fond, mais les systèmes en suspension, telle la culture en suspension à partir de radeaux ou de filières, sont utilisés à plusieurs endroits parce que ces systèmes ont démontré un meilleur rendement par unité de surface. Dans la Méditerranée, presque toutes les moules sont cultivées en suspension, surtout à partir de filières. Le présent chapitre porte donc principalement sur les méthodes de culture sur filières et expose quelques-uns de leurs avantages.

## **2 La zone d'étude :**

Dans cette partie, nous présenter les caractéristiques de la Méditerranée et du littoral occidental algérien, et également un aperçu sur le Site côtier de Maârouf, et à partir duquel nous avons fait une étude sur la ferme mytilicole.

### **2.1 Présentation de la Méditerranée :**

La mer Méditerranée est une mer continentale semi-fermée, au même titre que la mer Baltique ou la mer Noire. Cependant, elle s'en distingue par sa vaste surface de près de 2 501 000 km<sup>2</sup> : elle s'étend sur environ 4000 km d'Ouest en Est et 1 500 km du Nord au Sud. Sa bathymétrie met en évidence des profondeurs qui atteignent rapidement les 2 000 m et des fosses d'une profondeur moyenne de 3 000 m et pouvant atteindre plus de 4 000 m en mer Ionienne. Elle est bordée de 22 pays riverains. On distingue deux bassins principaux, l'un occidental, l'autre oriental, séparés par le détroit de Sicile, seuil qui s'étend de la Calabre en Sicile au Cap Bon en Tunisie. Ces deux bassins sont eux-mêmes formés de plusieurs mers et sous-bassins : la mer d'Alboran, la mer des Baléares, la mer Ligure, la mer Tyrrhénienne, la mer Adriatique, la mer Ionienne, la mer Egée et le bassin Levantin (**Figure 23**) (**Weiss L, 2021**).

La mer Méditerranée est alimentée par le détroit de Gibraltar, unique ouverture sur l'océan Atlantique. Ce détroit ne fait que 14 km de large et sa profondeur est de 300 m. Ce couloir entre la mer et l'océan concentre ainsi des courants très forts (**La Violette, 1994**). Les eaux d'origine atlantique entrent par le détroit de Gibraltar, circulent le long des bassins Alboran et Algérien, passent le canal de Sicile, longent le littoral sud-est méditerranéen, puis remontent au nord avant de passer par les bassins Tyrrhénienne, Liguro-Provençal et Alboran (**Mathilde E, 2017**).



**Figure 23:** La mer Méditerranée et position des différents bassins et détroits (Source : Wikipédia).

### 2.1.1 Climat :

La Méditerranéen est principalement marqué par le climat méditerranéen qui est un climat tempéré ou tempéré chaud caractérisé par une forte saisonnalité (contraste entre l'humidité en hiver et la sécheresse en été). Un climat aride est également présent au sud-est du bassin et notamment en Algérie, Tunisie, Libye et Egypte. La moitié sud de l'Espagne peut également être considérée comme étant marqué par un climat semi-aride. Le bassin méditerranéen demeure donc très hétérogène avec un climat sur la rive nord généralement plus doux que le celui de la rive sud. Les précipitations sont ainsi très inégales sur le pourtour méditerranéen, la rive sud ne recevant que 10 % des précipitations annuelles du bassin (Philandraset al, 2011).

### 2.1.2 Caractéristiques environnementales :

La Méditerranée est soumise à un climat continental, particulièrement sec, ce qui provoque une évaporation intense tout au long de l'année. Les bassins méditerranéens sont considérés comme des bassins d'évaporation, car l'évaporation excède la précipitation, les valeurs moyennes de précipitation sont comprises entre 310 et 700 mm/an celles de l'évaporation oscillent entre 920 et 1570 mm/an (Hassoun, A. 2014).

Les conditions physico-chimiques qui règnent dans les deux bassins méditerranéens sont différentes, le bassin occidental subit directement l'influence atlantique. La température de l'eau de surface varie en moyenne au cours d'un cycle annuel entre 12 °C et 26 °C. La salinité de surface augmente de l'ouest vers l'est et du sud vers le nord, de 36 à 38 grammes par litre. Dans le bassin oriental, l'influence de l'océan l'atlantique se fait moins sentir. Les températures de surface sont plus élevées en moyenne : 16 °C en hiver (avec des minima locaux dans le nord de 12 °C) jusqu'à dépasser localement 30 °C en été. La salinité de surface peut dépasser 39 grammes par litre (Morhange C., Ruel Drossos A.,2014).

Les vitesses intermédiaires des courants mesurées en Méditerranée varient essentiellement entre 1 et 15 cm/s. Les courants Liguro-Provençal, Algérien et Libyo-Égyptien atteignent des vitesses maximales de 15 cm/s. Ces courants ont une valeur moyenne de 5 cm/s et sont contrôlés par la bathymétrie (**Menna et Poulain, 2010**).

En Méditerranée, les marées sont de faibles amplitudes, engendrent en moyenne des variations de 40 cm, mais qui sont souvent masquées par les conditions atmosphériques. En effet un vent contraire ou, surtout, une pression atmosphérique plus forte que la moyenne réduisent l'effet des marées. Toute la zone Méditerranée est sujette à l'influence de houles fortement inconstantes, du fait de la taille limitée du bassin, et du régime très variable de ses vents, la houle en Méditerranée peut cependant atteindre des tailles importantes. Les tempêtes peuvent quelques fois y prendre des envergures « océaniques », en raison de coups de vent particulièrement violents qui traversent le bassin. Des vents soufflant à plus de 126 km/h en moyenne en pleine mer. Les vents méditerranéens sont contraints et accélérés par les reliefs continentaux (effet des vallées et montagnes), ainsi que les caps et détroits présents en mer. Malgré la compartimentation de la Méditerranée en de nombreux bassins de plus petites tailles, la puissance des coups de vent peut lever des vagues fortes (de 2,5 à 4 m), à très fortes (4 m à 6 m), la période significative de ces vagues est généralement très courte en raison de la surface possible d'action des vents (**Gervais M, 2012**).

La circulation océanique en Méditerranée est gouvernée par une circulation thermohaline. C'est-à-dire que ce sont des différences de densité qui régissent le transport des masses d'eau dans les différents bassins et sous-bassins et qui contrôlent les échanges avec l'océan Atlantique (**Weiss L, 2021**). Les eaux moins salées d'Atlantique s'écoulent en surface par le détroit de Gibraltar, formant en général un à deux tourbillons en mer d'Alboran. À partir d'Oran, l'eau atlantique s'écoule vers l'est le long de la pente continentale en formant le courant algérien, dont les tourbillons se propagent vers l'est ou dans l'intérieur du bassin. Environ un tiers des eaux transportées par le courant algérien poursuit sa route vers le nord en mer Tyrrhénienne. Les deux autres tiers bifurquent vers le sud, entre la Tunisie et la Sicile (**Morhange C., Ruel Drossos A., 2014**). En conclusion, le bassin méditerranéen permet de transformer les eaux atlantiques de surface peu denses (plus chaudes et peu salées) en eaux méditerranéennes denses (plus froides et plus salées). La mer Méditerranée se caractérise par des temps de résidence des masses d'eau courts : les eaux atlantiques circulent dans le bassin pendant quelques dizaines d'années seulement (20 à 70 ans) avant de ressortir (**Millot et Taupier-Letage, 2005**).

## **2.2 Caractéristiques générales du littoral Algérien :**

Le littoral algérien est riche et diversifié. Sa façade maritime longue de 1200 km alterne rivages rocheux, plages sablonneuses et zones humides (**Figure 24**). Il représente un écosystème fragile et constamment menacé de dégradation en raison de la concentration de la population (2/3 de la population sur 4 % du territoire seulement), des activités économiques et des infrastructures le long de la bande côtière (**MATE, 2000**).



**Figure 24:** Le littoral algérien (Source : Google Maps, 2021).

Le plateau continental algérien, est le plus étroit de la Méditerranée, avec une largeur moyenne de 7 km. La marge continentale algérienne est de 25 km, mais cette valeur est élevée au niveau du golfe de Ghazaouet avec 90 km et 65 km au large d'El Kala (Boutiba, 1992).

Comme toute la région méditerranéenne, la côte algérienne se caractérise par son climat typique ; chauds et secs en été, doux et relativement humide en hiver. Le vent est une des forces régissant les courants et les houles. Ces dernières constituent un facteur écologique très important le long du littoral algérien en absence des courants permanents et des marées. Les vents du littoral algérien sont des vents soufflent d'Ouest, Sud-Ouest. Néanmoins pour les trois derniers mois de l'année, les vents soufflent Nord-Est. Il existe, par ailleurs, des vents chauds (Sirocco) provenant du Sud et Sud-Ouest. Ce sont des vents chauds et secs de 09 à 16 jours par an (Ghodhani, 2001 ; Bouraset *al*, 2007 ; Boutiba, 1992).

La géographie de l'Algérie fait du littoral algérien une zone fortement influencée par les facteurs hydrologiques du bassin méditerranéen (Boutiba, 1992). Le bassin algérien constitue une zone clé pour la circulation générale dans la Méditerranée occidentale (Puillatet *al*, 2002). La côte algérienne est caractérisée par deux couches d'eaux superposées, l'eau atlantique modifiée et l'eau méditerranéenne, l'eau atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Le flux d'eau d'origine atlantique venant du détroit de Gibraltar vient rejoindre les côtes algériennes aux environ d'Oran (ouest algérien) d'où la grande influence du courant Atlantique sur la côte oranaise. Ce courant turbulent prend la dénomination de courant algérien à cause de son caractère spécifique d'écoulement le long des côtes algériennes (Millot, 1985).

Les courants constituent les mouvements les plus puissants et les plus continus qui affectent les eaux marines. L'eau du courant algérien est présentée tout le long de la côte algérienne et se caractérise par une température

moyenne de 15 à 23 °C en surface et de 13.5 à 14 °C en profondeur et une salinité allant de 36.5 à 38‰(Millot, 1985 ; Benzohra, 1993).

### **2.3 Site côtier de Maârouf :**

Le site côtier de Maârouf (wilaya de Tlemcen) est situé à l'extrême Ouest algérien à 30 km de la frontière algéro-marocaine, et a 35 km à l'ouest de la ville de Ghazaouet, et aux environs de 100 km de la Wilaya de Tlemcen. Elle est localisée en latitude 35°07' Nord et en longitude 2°06' Ouest. La plage de Maârouf est caractérisée par un substrat rocheux avec fond sableux. Ce site est isolé et éloigné de 10 km du village le plus proche, entouré par un relief montagneux rocheux, et caractérisé par un climat méditerranéen donnant des hivers doux et des étés moyennement chauds. Les températures moyennes sont comprises entre 12 °C pour les mois les plus froids (décembre et janvier) et 22 °C pour les mois les plus chauds (juillet et août), et les précipitations sont faibles, elles varient entre 100 mm et 120 mm en moyenne, donc le climat est relativement sec.

L'éloignement de ce site des pressions démographiques, des exploitations agricoles et en absence d'activités industrielles à sa proximité, fait de ce site marin une zone idéale pour l'installation d'une ferme mytilicole en pleine mer.



**Figure 25:** Le site côtier de Maârouf (Source : photos personnelles).

### 3 Culture sur filières :

La Méditerranée étant une mer sans marée, la culture sur bouchot n'y est donc pas présente. Dans cette région, c'est *Mytilus galloprovincialis* qui est cultivée depuis 1925, principalement sur tables dans l'étang de Thau (France). Le reste est cultivé sur filières, en pleine mer (**Charles M, 2019**). Cette technique originaire de Nouvelle-Zélande permet de réduire les manipulations, de mécaniser les opérations de mise en boudin des jeunes moules et également de faciliter la récolte (**Damell, 2000**).

La culture sur filière comprend la filière et les boudins, des bouées, des ancrages et des lignes (**figure 26**) (**MPO, 2003**). Le système de culture sur filière consiste en un cordage principal avec des flotteurs, ancré à ses extrémités et à d'autres points au fond de la mer. Les cordes de culture sont suspendues de cette corde principale. La flottabilité de la filière est facilement adaptable aux besoins du moment de la production. La filière est une structure flottante de forme trapézoïdale qui consiste en un cordage de polypropylène ou de nylon de 12 à 16 mm de diamètre et de 100 à 200 m de longueur. Ce cordage est appelé ligne principale (matrice), et ses extrémités sont ancrées au fond avec 2 blocs pouvant atteindre 25 tonnes chacun, pour éviter les mouvements de la ligne principale de culture avec le courant. La ligne principale ou matrice est suspendue entre 3 et 5 m de profondeur au moyen de bouées en surface ou subsurface. S'en détachent des lignes secondaires qui maintiennent les récipients de culture (collecteurs, paniers et lanternes) à la colonne d'eau. On installe des poids à la partie inférieure de chaque récipient pour éviter qu'ils s'emmêlent et pour qu'ils restent toujours en suspension (**MARM, 2011**).

Le principe de la filière est simple, une aussière amarrée au fond de l'eau supporte des cordes maintenues immergées par des lests, l'ensemble flottant grâce à une série de bouées. Le naissain se fixe et se développe sur les cordes suspendues. La filière peut être flottante, subflottantes ou subsurface pour s'adapter à la configuration de la côte et aux conditions d'utilisation. Bénéficiant d'une nourriture en permanence puisqu'immergées tout le temps, les moules voient leur cycle de croissance raccourci (6 à 8 mois seulement) (**Alain, 1996**).

La culture sur filière présente des nombreux avantages majeurs dont Ils sont (**Mille. D, 2012**) :

- Amélioration des coûts de production par le raccourcissement du cycle d'élevage à partir du prégrossissement et la fourniture de produits finis plus lourds ou d'une meilleure qualité de chair.
- Le déplacement vers les filières d'une partie des élevages de l'estran permet d'y libérer de l'espace et d'y améliorer la courantologie et la productivité.
- L'élevage en eau profonde se traduit par un gain de temps sur le cycle de production, car la croissance y est meilleure. La survie globale de l'élevage jusqu'à les moules marchande est améliorée, car les mortalités s'exercent sur une durée de cycle plus réduite et touchent au final moins les moules.

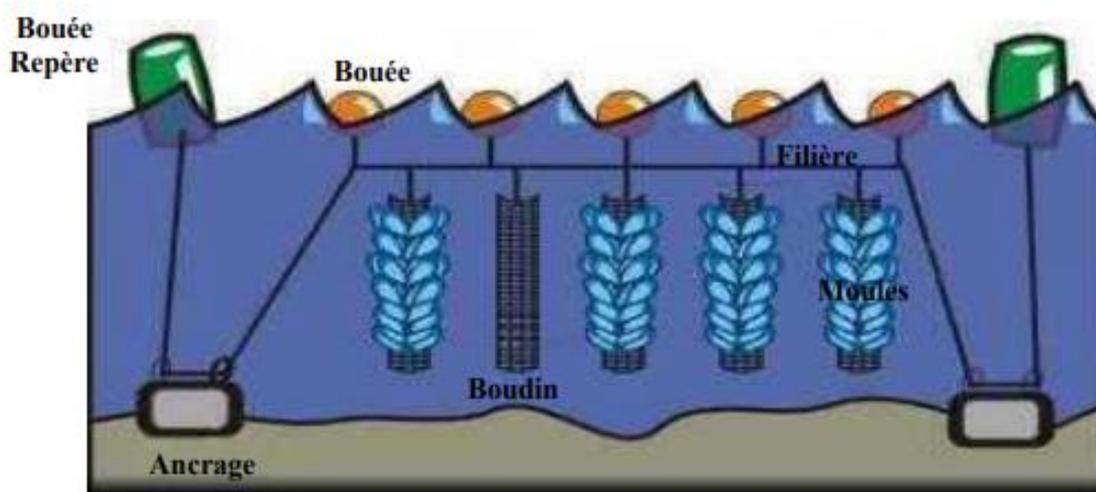


Figure 26: Mytiliculture – Système de filières (Source : The fisheriesThen&Now).

#### 4 Types de filières :

Dans le monde, les techniques sur filières se sont développées depuis les années 1970. Leurs expansions ont fait preuve et ceci pour résoudre en partie le problème des mortalités estivales et pour assurer une augmentation de la production des moules. Elles sont au nombre de trois : la filière subsurface, immergée pour la protéger de l'action de la houle et des courants, la filière subflottantes mise sous la surface de l'eau avec des flotteurs élargés placés perpendiculairement à la surface de l'eau et la filière de surface.

##### ➤ Filière de surface :

Les bouées de compensation et la ligne maîtresse sont maintenues à (ou près de) la surface de l'eau sur la filière de surface (Figure 27). L'accroissement du poids des supports d'élevage est compensé par l'ajout de bouées sur la ligne maîtresse. Ce type de filière est davantage exposé aux vents et aux vagues que les autres types. Pour cette raison, elles ne sont généralement utilisées que dans les milieux bien abrités (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011).

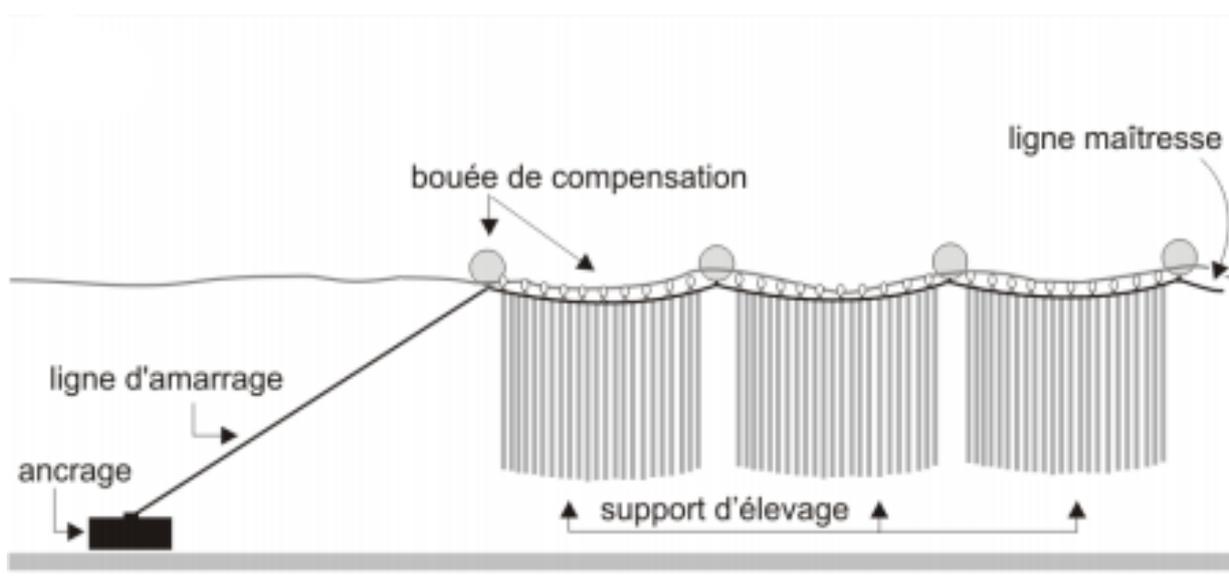
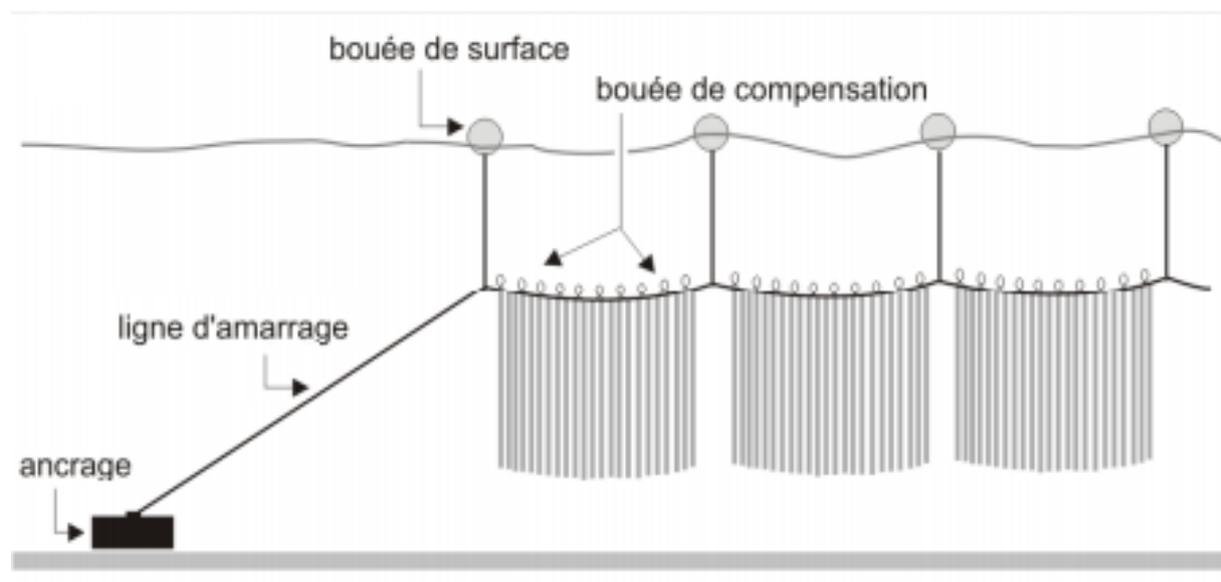


Figure 27: Schéma illustrant le type de filière de surface (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011).

➤ **Filière subflottantes:**

Dans le cas de la filière subflottant (**Figure 28**), la ligne maîtresse est maintenue à quelques mètres sous la surface de l'eau afin de réduire les forces exercées par les vagues, les courants et les vents. La longueur des cordes qui relient les bouées de surface à la ligne maîtresse détermine la profondeur de cette dernière. L'accroissement du poids de la ligne au cours du grossissement est compensé par l'ajout de bouées de compensation plutôt qu'avec des bouées de surface qui sont peu nombreuses aussi bien au début qu'à la fin du cycle d'élevage. Comme la filière de surface, cette filière ne peut pas être utilisée en présence de glaces de dérive (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**).



**Figure 28:** Schéma illustrant le type de filière subflottantes (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**).

➤ **Filière subsurface :**

La filière subsurface ne possède aucune composante à proximité ou à la surface de l'eau. La ligne maîtresse est maintenue à une distance déterminée du fond par l'ajout de jambes à intervalles réguliers (**Figure 29**). Il s'agit du type de filière le moins exposé aux forces générées par les vagues, les courants, les vents, les glaces et les marées. La gestion de la flottabilité de ce type de filière est toutefois plus délicate puisqu'il n'y a aucun repère en surface. De plus, le hissage de la ligne maîtresse hors de l'eau pour l'entretien et la récolte peut soumettre les appareils de levage à des charges importantes. Les filières subsurface sont utilisées en milieu exposé ou encore en présence de glaces de dérive et sont beaucoup moins répandues à travers le monde que les deux précédents types (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**).

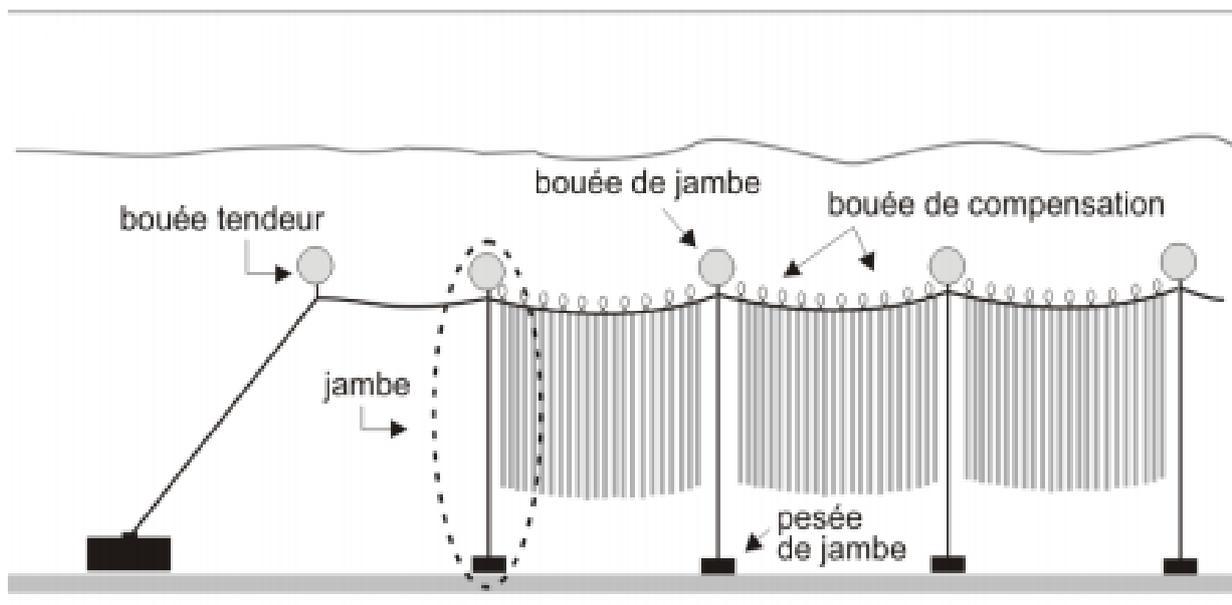


Figure 29: Schéma illustrant le type de filière de subsurface (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011).

## 5 Structure d'élevages en Méditerranée "filière de subsurface" :

Les conditions climatiques et environnementales de la Méditerranée obligent l'immersion des structures d'élevage. Il s'est donc avéré que l'élevage des moules en filières subsurface est la technique d'élevage qui s'adapte le mieux à nos conditions environnementales, notamment en l'absence des marées et permettant l'amortissement de la houle.

### 5.1 Les structures utilisées :

L'élevage en mer, tel que pratiqué en méditerranéen demande des adaptations technologiques, cette section décrit les principes matériaux utilisés sur une filière de subsurface.

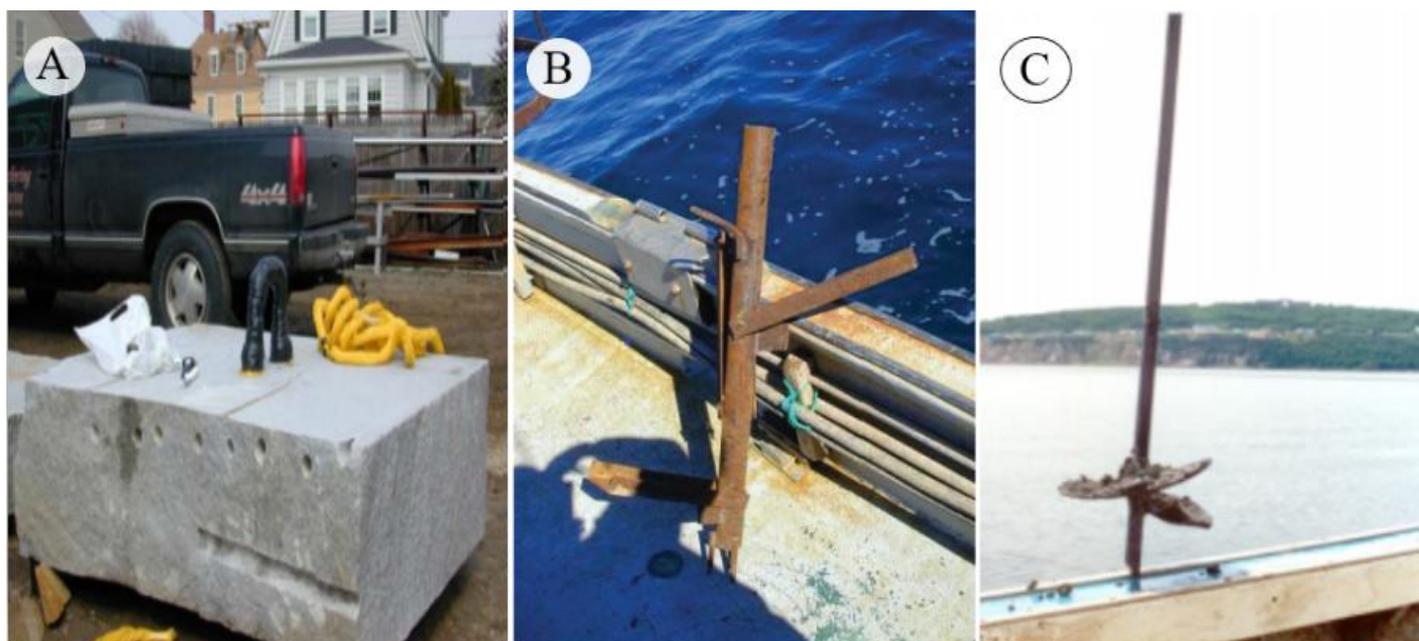
#### ➤ Ancrage :

Les trois types d'ancrage utilisés dans le système de filières sont le corps-mort, le pieu à hélice et l'ancre japonaise. Le corps-mort est un type d'ancrage constitué d'un lourd objet déposé sur le fond. Sa résistance dépend principalement de son poids immergé, de sa friction sur le fond et de la force de succion des sédiments (Figure 30A). Le poids dans l'air d'un corps-mort varie entre 0,5 et 3 t selon le site (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011).

Les exploitants de Méditerranée relient leurs corps-morts à des pieux. Ce sont des tubes en acier utilisés à l'origine pour les forages pétroliers. Ils font environ 3 mètres de long pour un diamètre proche de 10 cm. Associés aux corps-morts des filières, ils les empêchent de glisser lors des grosses tempêtes (Figure 30C)(Bompais, 1991).

L'ancre japonaise est une tige métallique ronde et creuse (tuyau) sur laquelle sont vissés deux ou trois bras mobiles qui, une fois ouverts, viennent s'appuyer sur une butée soudée à la tige centrale et forment un angle de 70°-80° avec cette tige (Figure 30B). La longueur et la largeur des bras sont respectivement de 0,48 m et 0,72 m. Une ancre à trois bras pèse environ 20 kg dans l'air. Cette ancre est enfouie dans les sédiments jusqu'à une profondeur de 4, 24,5 m en injectant de l'eau sous pression dans le tuyau de l'ancre à partir de la surface

par le biais d'un long tuyau rigide maintenu à la verticale dans la colonne d'eau (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011).



**Figure 30:** Types d'ancrage utilisés (A) Corps-mort en béton, (B) Ancre japonaise, (C) Pieu à hélice (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011) (modifié).

➤ **Aussières (ligne maîtresse) :**

Deux grands types d'aussières sont utilisés pour les filières d'élevage de moules : les aussières en polypropylènes et les aussières mixtes acier/polypropylène. L'aussière en polypropylène est bonne marché, facile à travailler et assez élastique. La plupart des exploitants emploient des aussières en polypropylène à 4 torons disposés autour d'une âme centrale. Certains utilisent aussi des aussières nattées. Dans les deux cas, leur diamètre est de 40 ou 50 mm. Le plus souvent, les aussières sont noires pour mieux résister au rayonnement ultraviolet (Bompais, 1991).

L'aussière est le cordage tendu horizontalement entre les deux bouées-tendeurs (Figure 31). Sur les filières subsurface, elle comprend trois sections : la section centrale accessible à partir de la surface sur laquelle sont fixées les suspensions, les bouées de compensation et les jambes. Ainsi que deux sections inaccessibles, une à chaque extrémité de la filière entre la bouée-tendeur et la première/dernière jambe (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011).

➤ **Ligne d'amarrage (amarre) :**

La ligne d'amarrage est le cordage tendu entre l'extrémité de la ligne maîtresse et l'ancrage (Figure 31). Elle est nouée directement à l'ancrage sans aucun segment de chaîne et sans aucune pièce de protection contre l'abrasion sur le fond ou sur l'anneau d'attache (Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011). Un amarrage de filières remplit deux fonctions : d'abord retenir la structure pour l'empêcher de dériver avec le courant, le vent ou la houle, ensuite, tendre la filière (Bompais, 1991).

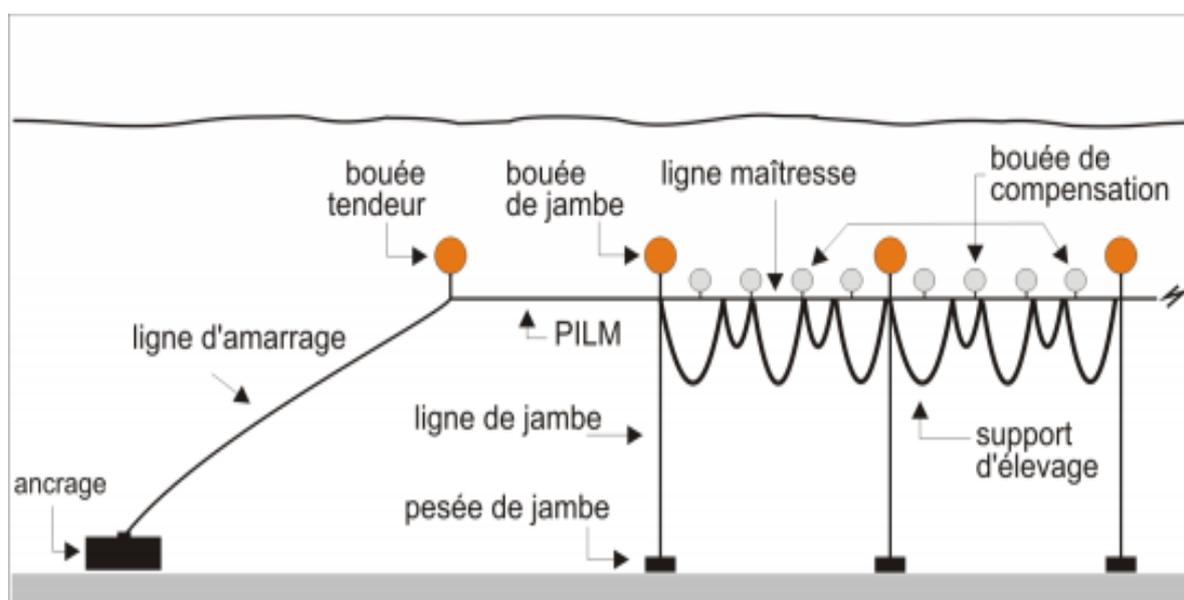
➤ **Bouée (flotte, flotteur) :**

Ils sont conçus pour résister à une immersion prolongée (30 mètres). Les principaux flotteurs présentement utilisés au méditerranée sont des bouées rigides pressurisées en polyéthylène. Elles sont de formes variables (cylindriques, sphériques, biconiques, etc...), de différentes tailles et couleurs. La plupart sont fabriquées selon le procédé de moulage par rotation. Elles sont presque toutes munies d'un anneau à la base pour y passer une corde d'attache (**Bompais, 1991**).

On peut distinguer trois catégories de bouées selon leur fonction : bouée tendeur, bouée de compensation et bouée de jambe (**figure 31**). Les bouées de compensation sont attachées à la ligne maîtresse au cours du grossissement pour compenser l'accroissement en poids des supports d'élevage. Pour les bouées tendeur et les bouées de jambe sont utilisés généralement sur les filières subsurface et ont comme principale fonction de maintenir la ligne maîtresse sous tension. Elles sont placées à la jonction entre la ligne d'amarrage et la ligne maîtresse. Habituellement, plusieurs bouées tendeur sont placées à chaque extrémité de la ligne maîtresse (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**).

➤ **Jambes :**

Sur une filière subsurface, une jambe est une corde qui relie l'aussière a une pesée sur le fonde (**Figure 31**). Cette corde est tendue verticalement par une ou plusieurs bouées (bouée de jambe) fixées à l'aussière au point d'attache de la ligne de jambe. La longueur de la ligne de jambe détermine la hauteur de l'aussière au-dessus du fond. Les pesées de jambe sont habituellement des blocs de béton de taille variable (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**).



**Figure 31:** Schéma illustrant les composants d'une filière subsurface (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**).

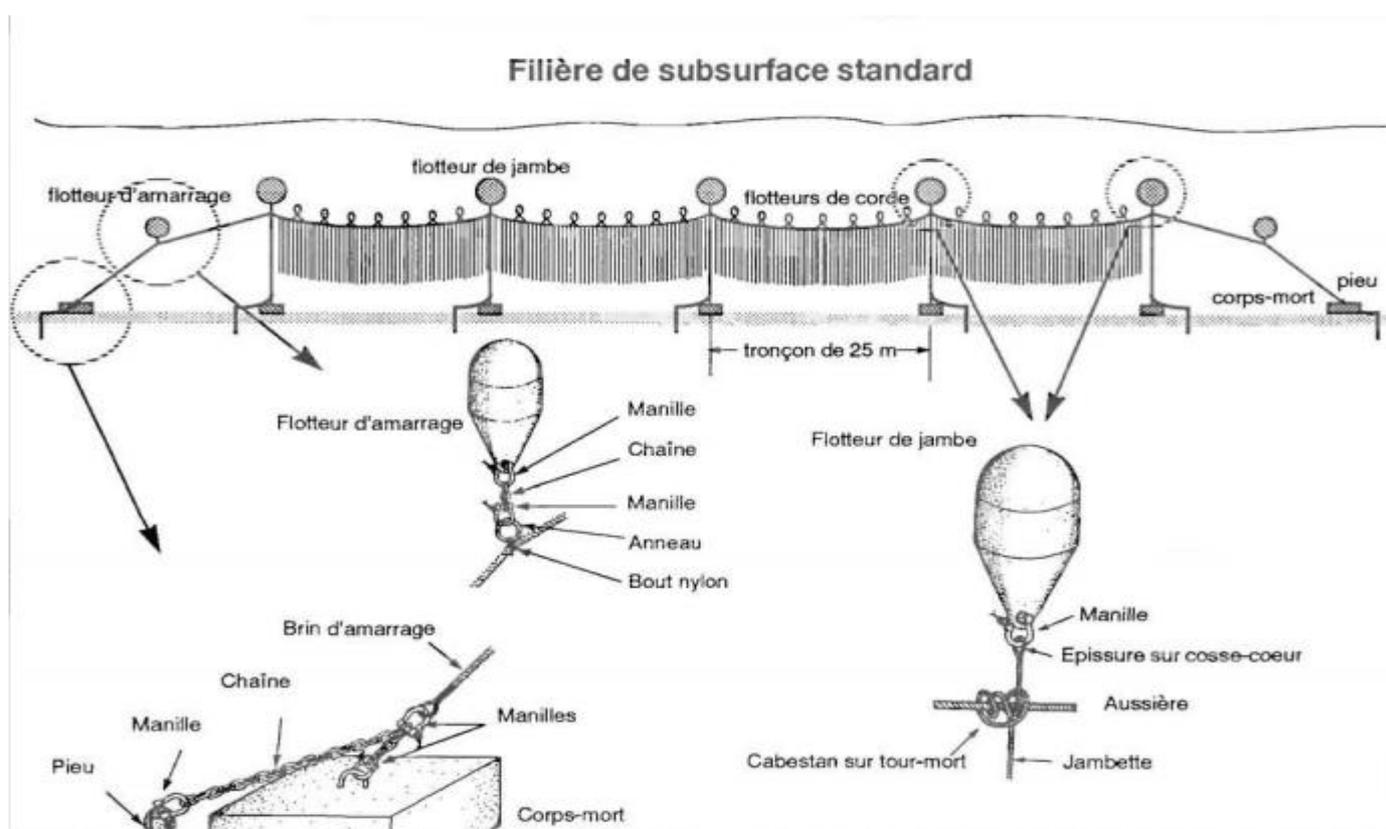
**5.2 Principe :**

La technique utilisée pour la mytiliculture en méditerranéen est la filière de subsurface (immergée entre 3 et 5 m sous la surface sur des fonds de 20 à 25 mètres pour la protéger de l'action de la houle) dont le

principe est de disposer d'une corde maîtresse (aussière) principale de 100 à 200 m, équipée de flotteurs de cordes soutenant les moules, et reliée à chaque extrémité à un ancrage par l'intermédiaire d'une ligne d'amarrage, de plus, une bouée-tendeur est attachée à chaque extrémité de la filière. Elle est également reliée au fond par d'autres cordes, des jambes, cordages pourvus d'un corps mort posés sur le fond reliant le fond à l'aussière avec des flotteurs de jambe, permettant de maintenir la filière entre deux eaux, et constituent une réserve de flottabilité fixe. Ces jambes sont espacées de 25 à 50 m. Ces structures présentent une certaine souplesse qui leur permet de résister aux tempêtes (**Figure 32**) (Morel, M., et De Ponteves, M. B. 1988 ; Danioux, C., et al. 1998).

La submersion des filièrès à plusieurs mètres sous la surface permet de les soustraire aux grandes forces générées par les vagues de tempête et les glaces dérivantes. Cela comporte certains avantages dont (Magaldi, P. 1985 ; Gagnon, M. et P. Bergeron. 2014) :

- Structure peu sollicitée en dynamique à cause de son éloignement de la surface libre.
- Ne constitue pas d'entrave à la navigation.
- pas de dégrappage, suspensions plus simples.
- pas besoin de lester les suspensions.
- moins de surcaptage en profondeur.



**Figure 32:** Filière de subsurface (Bompais, 1991).

## 6 Méthodes et techniques d'élevage :

En mytiliculture, la connaissance de ce cycle vital est essentielle pour le développement de bonnes techniques de production de la captation des larves à la récolte finale des moules adultes destinées à la vente en passant par leur croissance. Plusieurs types de techniques très diversifiées sont utilisés dans le monde.

Le mytiliculteur commence par capter les larves sur des collecteurs, généralement durant les périodes printanières et estivales. C’est l’étape du captage de naissains. Ensuite, l’éleveur procède au boudinage du naissain. Cette opération permet de diminuer les densités d’élevage, ce qui améliore l’environnement des moules (accès à la nourriture, espace) et favorise la croissance. C’est l’étape du grossissement (**Guay, M. 2006**).

**6.1 Choix de site :**

Pour être adapté à une production mytilicole durable, un site doit répondre à de nombreuses exigences, liées au cheptel, aux structures d’élevage, aux conditions d’exploitation, à l’intégration de l’activité avec celle des autres usagers et au respect de l’environnement (indispensable pour obtenir des productions) (**FAO, 2018**).

Le choix d’un lieu d’engraissement qui produira des moules de taille marchande de qualité dans un délai acceptable est d’une importance cruciale pour la rentabilité de l’exploitation mytilicole. La capacité de choisir le meilleur site dépendra de la compréhension des facteurs environnementaux locaux particuliers qui ont une incidence sur les niveaux de production, tels que le degré d’exposition de l’endroit, la température, la vitesse des courants, la charge de sédiments et la disponibilité de la nourriture, ainsi que de la compréhension de facteurs environnementaux régionaux particuliers comme l’amplitude de la marée, l’étendue des glaces, les conditions atmosphériques saisonnières et le climat (**MPO, 2003**).

Une enquête approfondie du site est nécessaire avant de présenter un projet. Le tableau ci-dessous illustre les principaux aspects à prendre en considération. Au-delà des valeurs recommandées, ces paramètres sont à considérer comme un handicap. La capacité trophique des eaux est clairement le principal paramètre à prendre en considération (**FAO, 2018**) :

**Tableau 3:** Les principaux aspects à prendre en considération dans le choix de site (**FAO, 2018**).

| <b>Paramètres/Aspects à prendre en considération</b>   | <b>Indications</b>  |
|--|---|
| Capacité trophique des eaux au cours des saisons   | Apport constant d’eau continentale  |
| Vitesse du vent  | < 50/60 nœuds   |
| Hauteur des vagues   | < 5 mètres  |
| Vitesse des courants dominants   | 15 cm/sec < vitesse < 60 cm/sec   |
| Bathymétrie  | 15 m < profondeur < 25 m  |
| Nature du fond marin   | Sableux, sableux/vaseux   |
| Fréquence des épisodes de mauvais temps  | Les sorties en mer ne devraient pas être empêchées plus de 60/80 jours/an |
| Turbidité des eaux liée à la nature des fonds marins ou à des apports d’eau continentale à proximité | Fréquence < 15 jours/ans<br>Durée épisode < 24 h                          |

## 6.2 L'approvisionnement en naissain :

L'approvisionnement en naissain demeure un élément clé pour établir une production stable, un mytiliculteur doit disposer de naissains à chaque année. Il existe trois façons de se procurer de la semence : le captage en milieu naturel, l'achat de naissains d'un producteur spécialisé dans ce domaine et l'achat de naissains d'une éclosérie conchylicole. Les opérations mytilicoles reposent généralement sur la collecte de naissain en milieu naturel. La culture des moules est basée sur l'exploitation du cycle biologique naturel des animaux. Ainsi, chaque année, les mytiliculteurs profitent de la saison de reproduction pour effectuer le recrutement (ou captage) des larves de moules, qui après une courte vie planctonique, cherchent un substrat pour se fixer (**Charles M, 2019**).

Le recrutement du naissain naturel de moule se fait de mai à septembre, des cordes de collectes, appelées collecteurs sont suspendues sous les filières juste avant que le naissain soit prêt à se fixer (**Comeau et al. 2017; Mallet et Myrand 1995**). Les collecteurs constitués de cordage servent de substrat pour la fixation des larves de moules avant leur métamorphose. Ils sont installés là où il y a une bonne production larvaire (**Picard R, 2009**). Les collecteurs peuvent être fabriqués de divers matériaux, comme de vieux cordages, un matériau à boudin italien, des poches en nylon et des filets Vexar (**MPO, 2003**). Les collecteurs se trouvent ensuite abondamment garnis de naissain. Lorsque les juvéniles ont atteint 15 à 30 mm, les collecteurs sont retirés et le naissain est placé dans des gaines de polyéthylène de 3 m suspendu sous la filière en vue de l'étape subséquente de boudinage (**Picard R, 2009**).

## 6.3 Dédoublage et la mise en place des moules "le boudinage":

Au cours de la croissance, certaines moules grossissent plus vite que d'autres et tendent à former des «paquets » qui risquent de se détacher du support. De plus, ces moules excédentaires gênent la croissance des moules de la couche inférieure. Ainsi, pour rééquilibrer la densité de mollusques et éviter la perte de ces grappes, le mytiliculteur récupère cet excédent, c'est le « dédoublage » des cordes (**Charles M, 2019**).

Cette stratégie de dédoublage avec des boudins de filière a atteint son objectif (**Mille. D, 2016**) :

- **En termes de grosseur de moules :** les poids moyens les plus élevés ont été atteints avec les moules issues de garnissage avec des boudins de filière.
- **En termes de qualité :** les poids et la quantité de chair sont les mêmes, mais aussi, les plus élevés de l'ensemble des lots.

Il procède ensuite à la « mise en boudins » de ces moules, le naissain provenant des collecteurs sont placé dans des filets tubulaires à une densité beaucoup inférieure à celle sur les collecteurs généralement à une densité de 120 à 240 moules par pied de boudin (3 à 4 kg selon la taille) (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**). Cette opération, appelée mise en boudin ou boudinage ou le garnissage, est effectuée manuellement ou mécaniquement. C'est un travail très long et difficile qui détermine en grande partie la qualité de la future production. De grosses pertes peuvent survenir au moment du garnissage s'il est réalisé trop tôt et que le naissain est encore trop fragile (**Pierre. E, 2017**). Les boudins fabriqués à la main (méthode traditionnelle) ont une longueur qui ne dépasse généralement pas 3 m et sont attachés individuellement à la ligne maîtresse, le

boudin est fait de filet tubulaire en plastique, est composé d'un noyau central fait d'une corde en polypropylène recouverte d'un filet de coton biodégradable et ficelé de fil de lin. La taille des mailles du filet de coton permet de retenir les moules juvéniles pour qu'elles se fixent avec leur byssus entre elles et à la corde. Le filet et le fil de lin se dégradent complètement après quelques semaines en mer (**figure 33**) (**CSMOPM, 2005**). Dans le cas du boudinage mécanisé, les filets sont remplis à l'aide d'une boudineuse qui permet d'envelopper les moules d'un filet de coton biodégradable autour d'une corde effilochée appelée «fuzzyrope» qui favorise l'attachement des moules (**figure 34**). Le tout est ficelé à l'aide d'un fil de lin biodégradable. La boudineuse fabrique un boudin en continu qui est attaché directement sur la ligne maîtresse à intervalles réguliers pour former de multiples demi-boucles successives suspendues sous la filière (**Gagnon, M. et P. Bergeron. 2011**).



**Figure 33:** Boudin rempli de moules (**CSMOPM, 2005**).



**Figure 34:** Boudineuse, permet de mettre les moules en boudin. Les moules sont placées dans une trémie (à gauche sur la photo) et entraînées, par une vis sans fin, vers le filet pour former le boudin (à droite sur la photo) (Source : [www.mulot.fr](http://www.mulot.fr)).

#### 6.4 Grossissement :

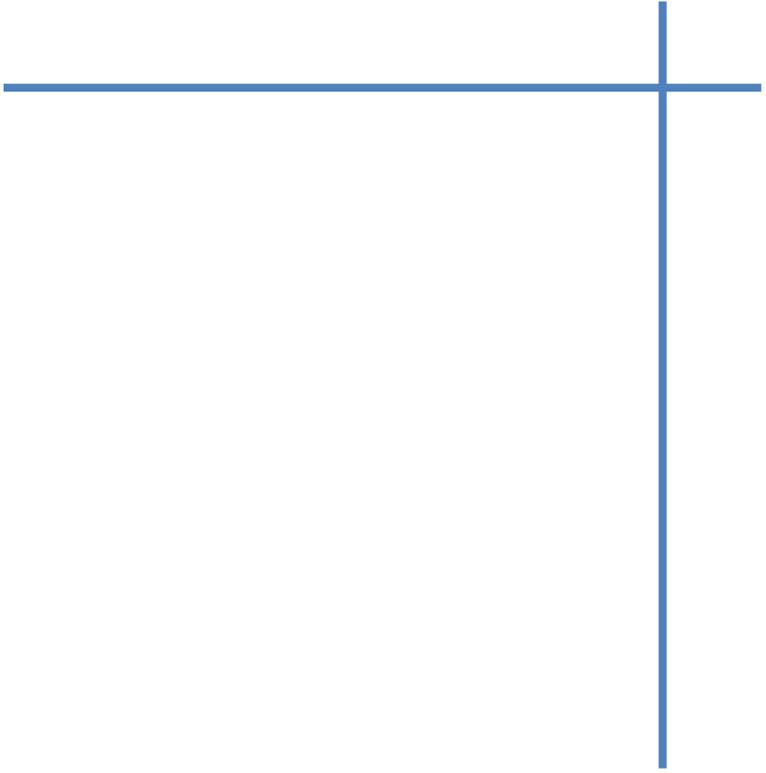
Après la mis en boudin ou boudinage, les jeunes moules vont enfin être laissées en grossissement pendant plusieurs mois jusqu'à la récolte. Malheureusement, il arrive que la croissance des moules soit telle que les descentes soient trop chargées, et que des grappes de plusieurs dizaines de kilos se détachent et tombent sur le fond avant la période de récolte. Pour éviter ces pertes, les mytiliculteurs procèdent à un dégraisage des filières. Les jeunes moules susceptibles de se détacher sont dégrappées à la main et vendues sous le nom de « plisse ». Elles sont alors remises en grossissement en poches ou en boudins (Pierre. E, 2017).

En plus du dégrappage, tout au long de la période de grossissement, les moules grandissent et alourdissent les filières si bien que les bouées perles ne suffisent plus à maintenir la flottabilité, il faut ajouter des bouées supplémentaires sur l'aussière, il faut aussi, de temps en temps, débarrasser l'aussière et les flotteurs des salissures qui s'y développent (enlevez les algues), aussi contrôler la filière par un plongeur : il vous signalera les pièces à surveiller ou à remplacer (Pierre. E, 2017 ;Bompais, 1991).

La durée du cycle d'élevage dépend de beaucoup de facteurs. Elle est très liée à la taille des moules utilisées pour garnir la filière. Dans le pertuis Breton, par exemple, le cycle de croissance est d'environ 10 mois sur les filières contre 15 à 23 mois sur les bouchots. En Méditerranée, il est en moyenne de 5 mois, mais peut descendre à 4 mois et monter jusqu'à 12 mois selon la taille des moules au départ (Bompais, 1991).

#### 6.5 Récolte :

Lors de la période de dégrappage les filières sont suspendues en hauteur à l'aide de la grue et on récolte les moules à la main afin de ne pas laisser les descentes à nue (le but étant de soulager les filières et pas de récolter entièrement) (Pierre. E, 2017). La récolte consiste à reprendre les suspensions une à une et à les dégrapper. Sur celles de petit diamètre, le dégrappage est en général aisé : vous les secouez simplement sur le pont du bateau. Vous devrez parfois gratter celles de gros diamètres. En raison de sa croissance rapide, la moule de filière possède un très bel aspect, mais aussi une coquille fine et fragile, il faut donc la traiter avec plus de douceur. Après récolte, le lavage devra être un simple douchage, sans brossage. Tout dépend de la qualité du produit à l'origine et de la propreté que vous souhaitez pour le vendre (Bompais, 1991).



# ***Conclusion***



## **Conclusion :**

L'objectif principal de ce travail est de comprendre est de fournir un aperçu sur les méthodes et les techniques pour la réalisation d'une ferme mytilicole en mer ouverte, est de connaître les étapes et les techniques des élevages de moules sur des filières à partir de captage ou l'approvisionnement de naissain jusque-là récolte et la commercialisation de moules. Aussi, ce travail est une contribution à l'étude du secteur de la mytiliculture en Algérie. Pour cela, on est obligé de passer d'abord par les études disponibles sur la pêche et l'aquaculture au niveau mondial puis une étude sur l'état de la mytiliculture au niveau mondial et national pour connaître les différents paramètres pour étudier ce secteur, aussi pour avoir une idée sur la situation de ce secteur en Algérie et l'importance de la production nationale par rapport à la production mondiale.

La culture des mollusques est un élément majeur de l'aquaculture mondiale. Elle est en expansion croissante et représentait environ 15.4 % de la production du secteur aquacole mondial, avec plus de 14.2 millions de tonnes. L'augmentation des stocks reposant sur la disponibilité de la nourriture et la capacité de pompage et de filtration la plus importante parmi les bivalves filtreurs d'importance commerciale.

La culture des moules en mer ouverte prouvé d'accéder à une nouvelle source importante de protéines dans les eaux côtières. Il existe différentes méthodes utilisées dans le monde, les élevages suspendus constituent l'essentiel de la production de moules dans le Monde notamment dans le bassin méditerranéen, la technique mytilicole la plus apte est en suspension soit sur des filières flottantes ou des filières de subsurface. La gestion et le développement de ces types de culture de moules nécessitent d'assurer la disponibilité des ressources naturelles qu'elle dépend, la disponibilité d'espace et l'absence d'activités industrielles et humaines à sa proximité, les élevages sur les filières nécessitent aussi une présence fréquente sur le site de culture, de nettoyer et de vérifier les installations.

L'environnement méditerranéen offre des conditions idéales pour l'élevage de moules (température de l'eau, la salinité, richesse du milieu, ...). Les filières peuvent être utilisées à tout moment du cycle de vie de moules, la mytiliculture comporte trois phases distinctes qui sont le captage, l'élevage et la récolte. La première phase, c'est le captage, les mytiliculteurs peuvent obtenir un stock de départs pour cultiver les moules, cette méthode consiste à faire le prélèvement de naissains sauvages ou captage de naissains grâce à l'installation de collecteurs dans la colonne d'eau ou l'achetant directement à des producteurs spécialisés. Ensuite l'élevage de moules, les naissains insérés dans des boudins qui sont suspendus aux filières, où il atteindra une taille commerciale, le temps de croissance naturel semble être de l'ordre de neuf à douze mois pour les moules, douze à dix-huit mois pour élever des moules de plus grande taille. Enfin, la dernière phase, Lorsque les moules atteignent la taille de commercialisation (environ 50 mm) elles sont prêtes à être récoltées, cela peut se faire avec une petite drague installée à bord d'un bateau de type plate-forme, la suspente est amenée sur le bateau et on récolte les moules, les moules trop petites pour le marché sont placé sur un autre boudin pour contenu leurs croissances. Les rendements moyens de moules atteignent 6 à 9 kg de moules commerciales par mètre de boudin, les rendements différents en fonction de plusieurs facteurs dont la performance du naissain utilisé, la présence ou non d'espèces associées, les prédatons et les maladies plus les pertes à la récolte.



***Références***  
***Bibliographiques***



## Références Bibliographiques :

### **-A-**

**Agreste, (2019).** Enquêtes aquaculture 2016-2017 (No. n°2019-8-juillet 2019). Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

**Alain, F. (1996).** La qualité marchande des moules Méthodologie pour la maîtrise du risque sanitaire. Mémoire d'Ingénieur des Travaux Agricoles. ENITIA Bordeaux.

**Allam, B. & Paillard, C. (1998).** Defense factors in clam extrapallial fluids. Dis. Aqua. Org (33) :123-129.

**Almada-Villela, P. C., Davenport, J., & Gruffydd, L. D. (1982).** The effects of temperature on the shell growth of young *Mytilus edulis* L. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 59(2-3), 275-288.

**ANSES (2010).** Consommation des poissons, mollusques et crustacés : aspects nutritionnels et sanitaires pour l'homme, 2010.

**Auffret, M. (2005).** Bivalves as models for marine immunotoxicology. In: Tryphonas, H., Fournier, M., Blakley, B.R., Brousseau, P., Smits, J. (Eds.), Investigative Immunotoxicology. CRC Press, Boca Raton, pp. 29-48.

### **-B-**

**Bachelot, M. (2010).** Contamination de moules (*Mytilus* sp.) en milieu marin par des substances pharmaceutiques et produits de soin. Thèse d'Université Montpellier 1.

**Bayne, B. L., Clarke, K. R., Gray, G. S., (1988).** Biological effects of pollutants: the results of a practical workshop. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46, 1-5.

**Bayne B. L., (1989).** Measuring the biological effects of pollution: the mussel watch approach. Water Science and Technology-, 21:10, 89-100.

**Beaumont, A., Cassier, P., Truchot, J. P., (1998).** Biologie et physiologie animales : cours et question de révision. Edt. Dunod. 455p

**Beaumont, A., Cassier, P., (2004).** Biologie animale: Des protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens. Tome 1.3 éme édition. Edt. Dunod. 459p.

**Beninger, P.G., Veniot, A., Poussart, Y. (1999).** "Principles of pseudofeces rejection on the bivalve mantle: integration processing." Marine Ecology Progress Series 178: 259- 269.

**Benzohra, M., (1993).** Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes. Dans : Circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes des pays du Maghreb, Rabat.

**Bernard, F. R., (1983).** Physiology and the mariculture of some northcastem Pacific bivalvemolluscs. Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci. 63, 1-24.

**Boglino, A., Casanova, T., Lourdou, E. & G. Ortega, (2009).** Etude de prospection pour la diversification des élevages sur filières conchylicoles en mer en Languedoc-Roussillon. Rapport bibliographique CREUFOP, Montpellier. 142p.

**Bompais X., (1991).** Les filières pour l'élevage des moules Guide pratique. Ifremer.

**Boué H et Chanton R. (1962).** Traité de zoologie ; les invertébrés. Ed G. DOIN et CIE, Paris. Tome 1:723.

**Bougrier S., Collet, B., Geairon, P., Geffard, O., Héral, M., Deslous-Paoli, J.M., (1998).** Respiratory time activity of the Japanese oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 219, 205-216.

**Bourque, F., et B. MYRAND. (2014).** Potentiel de production mytilicole en milieu ouvert aux Îles-de-la-Madeleine. Merinov, Rapport de R-D no 14-09. 34 p.

**Bouras, D., et BOUTIBA, Z., (2007).** Analyse et cartographie des risques littoraux (littoral oranais, Algérie Nord Occidental). *Bull. Sci. Géogr. INCT*, N° 17 : 45-50. Alger, Algérie.

**Boutiba, Z. (1992).** Les mammifères marins d'Algérie statut, Répartition, Biologie et Ecologie (Doctoral dissertation, Thèse Doctorat d'Etat, Université d'Oran, Algérie, 512p).

## -C-

**Caceres-Martinez, J. ET Figueras, A (1997).** The mussel, oyster, clam and pectinid fisheries of Spain, NOAA Technical Report NMFS 129: 165-190.

**Caceres-Martínez, J., Figueras, A., (1998).** Long-term survey on wild and cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) reproductive cycles in the Ria de Vigo (NW Spain). *Aquaculture* 162, 141-156.

**Callier MD, Weise AM, McKindsey CW et Desrosiers G. 2006.** Sedimentation rates in a suspended mussel fan (Great-Entry Lagoon, Canada): biodeposit production and dispersion. *Marine Ecology Progress Series.* 322: 129-141.

**Camille Lacroix, (2019).** Impacts de perturbateurs environnementaux sur un organisme sentinelle des milieux côtiers anthropisés, la moule bleue *Mytilus* spp. : Caractérisation génomique et écophysiological de l'adaptation au stress. Thèse de doctorat en BIOLOGIE MARINE. Université de Bretagne occidentale, 46p.

**Canesi, L., Gallo, G., Gavioli, M. & Pruzzo, C. (2002).** Bacteria-hemocyté interactions and phagocytosis in marine bivalves. *Microscopy research and technique* (57) : 469-476.

**Carballal M.J., Barber B.J., Iglesias D., Villalba A., (2015).** Neoplastic diseases of marine bivalves. *J. Invertebr. Pathol.*, 131 (0): 83-106.

**Charles M, (2019).** Etude des organismes pathogènes, des conditions physiologiques et pathologiques impliqués dans les mortalités anormales de moules (*Mytilus* spp.). Thèse de doctorat en ASPECTS MOLECULAIRES ET CELLULAIRES DE LA BIOLOGIE. Université de Caen Normandie, 56p.

**Cheng, T. C. (1984).** A classification of molluscan hemocytes based on functional evidences. In: Cheng, T. C. (Ed.) *Invertebrate Blood. Comparative Pathobiology*, Vol. 6, 111-146. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4766-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4766-8_5).

**Cheng, T. C., (1996).** Hemocytes: forms and functions. In: Kennedy, V.S., Newell, R.I.E. & Eble, F. Edt. *The eastern oyster Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant College, College Park. 299-333p.

**Chu, F. L. E. (2000).** Defense Mechanisms of Marine Bivalves. *Mar. Biotech*, pp : 1-42.

**Comeau, L.A., Filgueira, R., Davidson, J.D.P., Nadeau, A., Sonier, R., Guyondet, T., Ramsay, A., Davidson, J., (2017).** Population structure and grazing capacity of cultivated mussels in Prince Edward Island, Canada. *Fish. Aquat. Sci.* 3228, 23.

**Comité sectoriel de main-d'oeuvre des pêches maritimes, Société de développement de l'industrie maricole, et Castro, G. (2005).** Guide de démarrage d'une entreprise maricole. Gaspé, Québec: Comité sectoriel de main-d'oeuvre des pêches maritimes.

**Coste V, (1861).**La mise en culture de la mer. Voyage d'exploration sur le littoral de la France et de l'Italie. Musée maritime de La Tremblade 1993 : 293p.

**Cranford P, Anderson R, Archambault P, Balch T, Bates S, Bugden G, Callier MD, Carver C, Comeau L, Hargrave B, Harrison G, Home E, Kepay PE, Li WKW, Mallet A, Ouellette M, Strain P (2006).**Indicators and thresholds for use in assessing shellfish aquaculture impacts on fish habitat. Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2006/034, 166 pp.

## **-D-**

**Damell, P. (2000).**Transfer of New Zealand mussel farming technology to Nova Scotia. Bulletin of the Aquaculture Association of Canada 100-2.

**Danioux, C., Bompais, X., Loste, C., et Paquotte, P. (1998).** Production de mollusques en mer ouverte dans le bassin méditerranéen. In TECAM seminar «Mediterranean Offshore mariculture», October 1997.

**Davy Brian, F et Michael Graham (1982).** Élevage des bivalves en Asie et dans le Pacifique : compte rendu d'un colloque tenu à Singapour du 16 au 19 février 1982. Ottawa, Ont., CROI, 1983. 88 p.

**Deconinck, W. (1971).** [Http : //naturalsciences.be/educa/pdf/dossier/fr/dossier\\_didac\\_moules.pdf](http://naturalsciences.be/educa/pdf/dossier/fr/dossier_didac_moules.pdf). (Consulté le : 25.06.2021).

**Devakie, M. Nair. (2001).**Developments in Mollusk Farming in Southeast Asia. Fisheries Research Institute, Department of Fisheries BatuMaung, 11960, Penang, Malaysia.

**Didierlaurent S., Lamare V., Müller Y., (2017).**MytilusedulisLinnaeus, 1758 Directive 95/70/CE, 1995. Directive 95/70/CE du Conseil du 22 décembre 1995 établissant des mesures communautaires minimales de contrôle de certaines maladies des mollusques bivalves. J. Off. Union Eur., L. 332 (0): 33-39.

**DRIF, F, (2012).** Distribution des métaux traces chez les bivalves (Mollusques) dans le golfe d'Annaba (Nord-est Algérien). Thèse de doctorat en biologie animale. Université badjimokhtar, Annaba, 154p.

## **-F-**

**FAO (2007).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2007.

**FAO (2009).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2009.

**FAO (2014).** Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition. 2014. La durabilité de la pêche et de l'aquaculture au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Un rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du Comité de la sécurité alimentaire mondiale. FAO. Rome.

**FAO (2016).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016.

**FAO (2018).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018.

**FAO. (2018).** Le développement de l'aquaculture en Algérie en collaboration avec la FAO – Bilan 2008-2016. FAO, Circulaire sur les pêches et l'aquaculture no. 1176. Rome. 112 pp.

**FAO (2020).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020.

**FISCHER, W ; SCHNEIDER, M et BAUCHOT, M.L. (1987).** Fiches FAO identification des espèces pour les besoins de la pêche, Méditerranée et Mer noire, zone de pêche 37, Révision vol I végétaux et invertébrés : 760p.

## **-G-**

**Gagnaire, B., (2005).** Etude des effets de polluants sur les paramètres hématologiques de l'huître creuse, *Crassostrea gigas* — Interactions entre environnement, mécanismes de défense et maladies infectieuses. Thèse de doctorat. Université de la Rochelle. 412p.

**Gagnon, M. et P. Bergeron (2011).** Propriétés mécaniques des composantes des filières maricoles du Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2926: vii + 81 p.

**Gagnon, M. et P. Bergeron (2014).** Gestion de la flottabilité des filières maricoles submergées : principes biomécaniques et alternatives de conception et d'opération. 2014. Merinov, Rapport de R-D no 14-01. 23 p.

**Gaitán-Espitia JD, Quintero-Galvis JF, Mesas A & D'Elía G (2016).** Mitogenomics of southern hemisphere blue mussels (*Bivalvia: Pteriomorpha*): Insights into the evolutionary characteristics of the *Mytilusedulis* complex. *SciRep* 6, 26853. doi: 10.1038/srep26853.

**Garen, P., Robert, S. et Bougrier, S. (2004).** Comparison of growth of mussel, *Mytilusedulis*, on longline, pole and bottom culture sites in the Pertuis Breton, France. *Aquaculture* 232: 511-524.

**Gervais, M., (2012).** Impacts morphologiques des surcotes et vagues de tempêtes sur le littoral méditerranéen. Océanologie, Ecole doctorale Energie et Environnement. Université de Perpignan Via Domitia 2012.

**Ghodbani, T., (2001).** Extension urbanistique dans le littoral d'Oran et ses effets sur l'environnement. Thèse de Magister. Université d'Oran. Département de géographie et de l'aménagement du territoire. 387p.

**Ginet R., Roux, A. L., (1989).** Les plans d'organisation du regne animale. Manuel de Zoologie. Edt. Doin. 247p.

**Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C., (2010).** Food Security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327, 812–818.

**Gosling, E. (Ed.) (1992).** The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 25, 590 pp. Elsevier Science, Amsterdam.

**Gosling, E. (Ed.) (2003).** Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture, 454 pp. Fishing News Books, Oxford.

**Grant J. (1999).** Ecological constraints on the sustainability of bivalve aquaculture. In: Svennevig, N., H. Reinertsen, M. New, (Eds). *Proceedings of the second international symposium on sustainable aquaculture*, 2-5 November 1997, Oslo. *Sustainable aquaculture Food for the future?* A.A. Balkema Publishers, Brookfield, p. 85–96.

**Gray J. S., (1992).** Biological and ecological effects of marine pollutants and their detection. *Mar. Pollut. Bull.* 25.48-50.

**Guay, M. (2006).** Évaluation du captage de naissain de moule en Moyenne-Côte-Nord. Rapp. CACN. MLQ, 7, 13.

## **-H-**

**Hassoun, A. (2014).** Analyse et Modélisation de l'Acidification en Mer Méditerranée. Océan, Atmosphère. Université de Perpignan ViaDomitia, 2014.

**HLPE, (2014).** Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome.

## **-J-**

**Jurd, R, D, (2000).** L'essentiel en biologie animale. Edition. BERTI. 329p.

## **-K-**

**Kaiser MJ, Laing I, Utting SD, Burnell GM (1998).** Environmental impacts of bivalve mariculture. Journal of Shellfish Research 17: 59-66.

**Kaiser, M.I (2001).** Ecological effects of shellfish cultivation. In: Black, K. D. (Eds.). Environmental Impacts of Aquaculture. Sheffield Biological Sciences vol. 5, CRC Press, pp. 51-75.

**KHELIL, F.Z, (2007).** Evaluation de la contamination de l'eau de mer et d'un mollusque la moule, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk, 1819) Pêché du port d'Oran. Mémoire de Magister en Sciences de l'Environnement. Université d'Oran, 182p.

**Kijewski, T., Śmietanka, B., Zbawicka, M. Gosling, E., Hummel, H., et Wenne, R. (2011).** Distribution of *Mytilus* taxa in European coastal areas as inferred from molecular markers. Journal of Sea Research 65, 224–234.

**Kitching JA. Sloane .JF et Ebling FJ., 1(959).** The Mussels and Their Predators. The Journal of Animal Ecology 28 (2): 331–341 Ed British Ecological Society Ecology of Lough Ine: VIII.

**Krishnakumar, P. K., Casillas, E., Varanasi, U., (1995).** Effects of Chemical contaminants on the health of *Mytilus edulis* from Puget Sound, Washington. H. Cytochemical detection of subcellular changes in digestive cells. Mar. Biol. 124, 251-259.

## **-L-**

**Laird, L.M. (2001).** Mariculture overview. In Steele, I.H., Thorpe, S.A., Turekian, K.K. (Eds.). Encyclopedia of ocean sciences. Academic Press. 3: 1572-1577.

**Lambert L., (1935).** Mytiliculture - La culture de la moule en Hollande. Rev. Trav. Off. Pêch. Marit. 431-480.

**Lubet P., (1959).** Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés (Mollusques bivalves). Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit., 23 (4): 390-548

**Lubet, P. (1973).** Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lmk., 1819). Synop. F.A.O. Pêche 88.

**Lubet P., Dardignac M.J., (1976).** Technologie de la mytiliculture. Haliotis, 5 (0): 19.

**La Violette, P. E., (1994).** Seasonal and interannual variability of the western Mediterranean Sea, Vol. 46. American Geophysical Union. Cité p. 27.

## -M-

**MADRP (2016).** Données statistiques de la direction du développement de l'aquaculture, Alger.

**Magaldi, P. (1985).** Etat d'avancement des techniques mytilicoles en mer ouverte sur le littoral breton au printemps 1985 pour IFREMER.

**Mallet, A.L., Myrand, B., (1995).** The culture of the blue mussel in Atlantic Canada., in: AD, B. (Ed.), Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada, 2nd Ed. Moncton, Canada.

**MAPAQ (2001).** L'aquaculture, un courant fort prometteur, Coordination ministérielle en aquaculture. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 4p.

**MARM (Ministère de l'environnement et du milieu rural et marin espagnol), (Août 2011).** La diversification en aquaculture: Un outil pour la durabilité, 69p.

**MARTEIL L., (1976).** La conchyliculture Française. Biologie de l'huître et de la moule. Inst. Scient. Tech. Pêches maritimes, 319p. Nantes Cedex. France.

**MARTOJA, M., (1995).** « Mollusques », Institut Océanographique, 167 p.7

**Mathilde E, Dugenne., (2017).** Dynamique du phytoplancton en mer Méditerranée: Approches par mesures a haute fréquence, modélisation et statistiques bayésiennes. Océanographie. Aix-Marseille Université 2017.

**Mayzaud P, Koutitonsky VG, Souchu P, Roy S, Navarro N, Gomez-Reyez E (1992).** L'impact de l'activité mytilicole sur la capacité de production du milieu lagunaire des Îles-de-Ia-Madeleine. Rapport de recherche scientifique FP707-8-5140. INRS Océanologie, Rimouski, Canada. 312 pp.

**MC DONALD, J. et KOEHN, R. (1991).** Allozymes and morphometric characters of 3 species of *Mytilus* in the Northern and Southern hemispheres. Mar. Biol. 111, pp. 323- 333.

**Menna, M., Poulain, P. M., (2010).** Mediterranean intermediate circulation estimated from Argo data in 2003-2010. OceanSci., 6,331-343.

**Mille. D. (2012).** L'exploitation des filières de La Malconche. Informations sur les filières de La Malconche CREEA, Janvier 2012.

**Mille. D. (2016).** Observatoire des performances des élevages mytilicoles des pertuis charentais. Étude de faisabilité 2013/2015. CREEA-CRC PC-CRC PdL- mars 2016.

**Millot, C., (1985).** Some features of the Algerian current. J. geophy. Res., 90 (C4): 7169-7176.

**Millot, C. et I. Taupier-Letage, (2005).** Circulation in the Mediterranean Sea : Updated description and schemas of the circulation of the water masses in the whole Mediterranean Sea. Handb. Environ. Chem. Chem., 5, 29–66, doi : 10.1007/b107143, 29 pp.

**Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE) (2000).** Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement.

**Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques MPRH (2014).** Secteur de la pêche et de l'aquaculture, Bilan (2012-2014), Prospectives 2030 et projet « Plan Aquapêche 2020 ».

**Mitta, G., Vandenbulcke, F., Noël, T., Romestand, B., Beauvillain, J. C., Salzet, M., et Roch, P. (2000).** Differential distribution and defence involvement of antimicrobial peptides in mussel. *Journal of Cell Science* 113, 2759–2769.

**Monfort M.-C., (2014).**The European market for mussels - GLOBEFISH Research Programme.FAO.

**MPO (ministère des pêches et des océans Canada), (février 2003).** Direction des politiques et des services économiques, régions du Golfe, profil de la moule bleue (*Mytilus edulis*). Pêches et Océans Canada : 59.

**Morhange C., Ruel Drossos A., (2014).** Géographies de la mer Méditerranée, in *Géographie des Mers et des Océans*, A. Miosseced., Presses Universitaires de Rennes, pp. 439-467.

**Morel, M., & De Ponteves, M. B. (1988).** Mytiliculture en mer ouverte. Estimation des possibilités de développement sur le littoral Nord-Pas-de-Calais.

**MOUSSAOUI, S. BELAKHAL, K, (2016).** Etude du pouvoir antimicrobien des substances bioactives de la moule (*Mytilus galloprovincialis*). Mémoire de master en Nutrition et santé. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 59p.

## **-N-**

**NACIRI, M. (1998).** Dynamique d'une population de moules, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.), vivant sur la côte atlantique marocaine. *Bull. Inst. Sci., Rabat*, n°21 (1997- 1998), pp. 43-50.

## **-P-**

**PECHENIK, J A, (2005).**« Biology of the invertebrates », McGraw-Hill Higher Education, 590 p.

**Philandras, C. M., P. T. Nastos, J. Kapsomenakis, K. C. Douvis, G. Tselioudis, et C. S. Zerefos, (2011).** Long term precipitation trends and variability within the Mediterranean region. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11 (12), 3235–3250, doi : 10.5194/nhess-11-3235-2011.

**Picard, Rachel, (2009).** Étude des indicateurs de stress et de vitalité chez les mollusques bivalves comme outils diagnostiques en conchyliculture. *Maîtrise en océanographie*.

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

**Pierre LUBET et M.J.DARDIGNAC(1975).** Technologie de la mytiliculture. *HALIOTIS* Vol. 5, pp.156-171.

**P.O.C,(2003).** Pêches et Océans Canada. Profil de la moule bleue. Direction des politiques et des services économiques. Région du Golfe. Ministère des Pêches et des Océans. Moncton, Nouveau-Brunswick.

**Programme d'accompagnement et la transmission en agriculture AITA (2018).** Opération Territoriale de Repérage et d'Accompagnement des Cédants - Filière Conchylicole du département de l'Hérault.

**Preheim S.P., Timberlake S., Polz M.F., 2011.** Merging Taxonomy with Ecological Population Prediction in a Case Study of Vibrionaceae. *Appl. Environ. Microbiol.*, 77 (20): 7195-7206, doi: 10.1128/AEM.00665-11.

**Puillat, I, TAUER-LETAGE, I. Et MILLOT, C., (2002).** Algerian Eddie's lifetime can near three years. *Journal of Larine Systems*, 31:245-259.

## **-R-**

**RICHARD, J. et B. Myrand, (1984).**« Biologie de la moules bleue (*Mytilusedulis*) et techniques d'élevage au Québec », Ministère de l'Agriculture, Pêcheries, Alimentation du Québec, Cahier spécial d'information No 9, 29 p.

## **-S-**

**Saraiva S., van der Meer J., Kooijman S.A.L.M., Witbaard R., Philippart C.J.M., Hippler D., Parker R., (2012).**Validation of a Dynamic Energy Budget (DEB) model for the blue mussel *Mytilusedulis*.*Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 463141-158, doi: 10.3354/meps09801.

**Seed R., 1(976).**Ecology. In: *Marine Mussels: Their Ecology and Physiology*. Cambridge, 13-65.

**Shumway SE, Davis C, Downey R, Kamey R, Kraeuter J, Parsons J, Rheault R et Wikfors G. (2003).**Shellfish aquaculture - In praise of sustainable economies and environments.*World Aquaculture*. Décembre 2003 : 15-18.

**Smaal, A. C., Ferreira, J. G., Grant, J., Petersen, J. K., & Strand, Ø. (2019).** Goods and services of marine bivalves (p. 591). Springer Nature.

**Smaal, A.c. (2002).** European mussel cultivation along the Atlantic coast: production status, problems and perspectives. *Hydrobiology* 484: 89-98.

**SOOT-RYEN, T., (1969).** «Family Mytilidae Rafinesque 1815 » dans R. C, Moore (ed.) « Treatise on invertebrate palaeontology, part N », *Mollusca 6*, Geological Society of America University of Kansas Press, p. 271 -280.

**Sprung, M. (1983).**Reproduction and fecundity of the mussel *Mytilusedulis* at Helgoland (North Sea).*Helgolander Meeresuntersuchungen*36, 243–255.

**Stanley, B. Allsopp, W.H. Davy, F.B. CRDI (1979).**Les fermes de la mer: description du programme de recherches aquicoles subventionné par le Centre de recherches pour le développement international. Ottawa, Ont., CRDI, 1979. 40 p.

**Statistique Canada (2016).** Tableau 32-10-0107-01 La production et la valeur de l'aquaculture [<http://dfo-mpo.gc.ca/stats/aqua/aqual6-fra.htm>].

**Suplicy, F.M (2018).**A review of the multiple benefits of mussel farming.*Rev. Aquac.*, 12, 204–223.

## **-T-**

**Theisen B.F., (1973).**The growth of *Mytilusedulis* L. (*Bivalvia*) from Disko and Thule district, Greenland.*Ophelia*, 12 (1-2): 59-77, doi: 10.1080/00785326.1973.10430120.

**Turgeon, D.D., Quinn, J.F., Bogan, A.E., Coane, V., Hochberg, F.G., Lyon, W.G., (1998).**Noms communs et scientifiques des invertébrés aquatiques des Etats-Unis et Canada: Mollusque, 2<sup>ème</sup> ED. Publication spéciale 26 de Société Américaine de pêche. Société Américaine de pêche. Bethesda, Le Maryland, Etats-Unis. 526, ISBN/ 1-888569-01-8.

## **-V-**

**Villeneuve, F., Desire, C. H., (1965).** Collection des sciences naturelles, Ed Bordas, pp 335. Paris.

**Weinberg, S., (1999).** Découvrir la Méditerranée. Edt. Nature. 351p.

**Widdows, J., (1978).** Physiological indices of stress in *Modiolus edulis* L. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 58,125-14.

**Wijsman, J. W. M., Troost, K., Fang, J. et Roncarati. A., (2019).** Global Production of Marine Bivalves. Trends and Challenges, p13.

**Weiss, L., (2021).** Evaluation des apports fluviaux de microplastiques et modélisation de leur dispersion en mer Méditerranée. Biodiversité et Ecologie. Université de Perpignan, 2021.

### **Sites web consultés:**

[http://naturalsciences.be/educa/pdf/dossier/fr/dossier\\_didac\\_moules.pdf](http://naturalsciences.be/educa/pdf/dossier/fr/dossier_didac_moules.pdf). (De **Deconinck, W. 1971**). (Consulté le : 25.06.2021).

<http://users.cybernet.be/Jsojic/Faune/Fiches/Moule.htm>. (Consulté le : 25.06.2021).

<http://www.huitres-de-bretagne.com/mytiliculture>. (Consulté le : 28.06.2021).

<https://aquaculture.ifremer.fr/Statistiques-mondiales/Stats-conchyliculture/Production-mondiale>. (Consulté le : 25.05.2021).

<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/fr>. (Consulté le : 15.05.2021).

[www.fao.org](http://www.fao.org). **FAO statistics**. (Consulté le: 20.05.2021)

<https://aquaculture.ifremer.fr/>. (Consulté le : 18.05.2021).

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bouzigues\\_Parcs\\_Moules.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bouzigues_Parcs_Moules.jpg). (Consulté le: 26.05.2021).

[www.mulot.fr](http://www.mulot.fr). (Consulté le: 16.08.2021).

## ملخص

شهدت تربية الأحياء المائية نموًا مستمرًا على مدار الثلاثين عامًا الماضية ولا تزال تنمو في جميع أنحاء العالم لتلبية الاحتياجات الغذائية لسكان العالم. مع أكثر من 1600 كيلومتر من السواحل، تتمتع الجزائر ببيئة مواتية لتربية المائيات وخاصة استزراع بلح البحر. يتزايد إنتاج الاستزراع المائي من بلح البحر في جميع أنحاء العالم، مع زيادة حجم وأصناف الأنواع التي تجاوزت 2 مليون طن لأول مرة في عام 2016. يعتبر استزراع بلح البحر نشاطًا استخلاصيًا، ويتطلب استزراع بلح البحر في البيئات الساحلية عمومًا استثمارات مخفضة وهي يعتمد بشكل أساسي على توافر الغذاء، ومن المقرر أن يواصل التطور القوي الذي شهدته في العقود الأخيرة. يعتبر استزراع بلح البحر ذا أهمية اقتصادية كبيرة في العديد من مناطق العالم، ويخضع للعديد من الدراسات لتحسين تقنيات الاستزراع المستخدمة. تتم ممارسة استزراع بلح البحر في حوض البحر الأبيض المتوسط في البحر المفتوح بشكل رئيسي بواسطة التربية المعلقة والتي توفر قاعدة أساسية لاستزراع بلح البحر. الأنواع الرئيسية المستزرعة لبلح البحر في الجزائر هي (*Mytilus galloprovincialis* و *Pernaperna*). يقدم هذا العمل دراسة فنية لإنشاء مزرعة بلح البحر في البحر المفتوح (التربية المعلقة "نظام سلاسل"). من الضروري إجراء دراسة فنية لإنشاء مشروعات تربية المائيات، حيث تتعقب هذه الدراسة المراحل المختلفة التي أدت إلى إنشاء مزرعة بلح البحر، وتسلط الضوء على الهياكل والطرق وأساليب التربية المستخدمة في استزراع بلح البحر.

**كلمات البحث:** الجزائر، *Mytilus galloprovincialis*، استزراع بلح البحر، نظام التربية المعلقة، طرق وتقنيات التربية

## Résumé

L'aquaculture connaît une croissance continue depuis les 30 dernières années et continue de croître à travers le monde pour répondre aux besoins nutritionnels de la population mondiale. Avec plus de 1600 km de littoral, l'Algérie dispose d'un environnement propice à l'aquaculture et notamment à la mytiliculture.

La production aquacole de moules augmente dans le monde entier, avec de plus en plus de volumes et de variétés d'espèces produites dépassant 2 millions de tonnes pour la première fois en 2016. La mytiliculture, est une activité extractive, la culture de moule dans les environnements côtiers nécessite généralement des investissements réduits est repose essentiellement sur la disponibilité de la nourriture, est amenée à poursuivre le fort développement qu'elle a connu dans les dernières décennies.

La culture de moules revêt une importance économique appréciable dans plusieurs régions du monde, est sujette à plusieurs études pour améliorer les techniques d'élevage utilisées. Dans le bassin méditerranéen, la mytiliculture se pratique en mer ouverte essentiellement en systèmes des filières qu'offre un nouveau substrat solide pour la culture de moules. Les espèces principales élevées en Algérie sont les moules *Mytilus galloprovincialis* et *Pernaperna*.

Ce travail présente une étude technique pour la réalisation d'une ferme mytilicole en mer ouverte "système de filières". Pour toute création de projets aquacoles, une étude technique s'avère indispensable, cette étude retrace les différentes étapes qui ont conduit à la création d'une ferme mytilicole, elle met en évidence les structures, les méthodes et les techniques d'élevage utilisées pour la culture de moules.

**Mots-clés:** Algérie, *Mytilus galloprovincialis*, la mytiliculture, ferme mytilicole, système de filières, méthodes et techniques d'élevage.

## Abstract

Aquaculture has experienced continuous growth for the past 30 years and continues to grow across the world to meet the nutritional needs of the world's population. With more than 1,600 km of coastline, Algeria has an environment conducive to aquaculture and especially mussel farming.

Aquaculture production of mussels is increasing worldwide, with more and more volumes and varieties of species produced exceeding 2 million tons for the first time in 2016. Mussel farming, is an extractive activity, the culture of mussels in coastal environments generally require reduced investments and are essentially based on the availability of food, and are set to continue the strong development that they have experienced in recent decades.

Mussel cultivation is of significant economic importance in several regions of the world, is subject to several studies to improve the farming techniques used. In the Mediterranean basin, mussel farming is practiced in the open sea mainly in chain systems provided a new solid substrate for the culture of mussels. The main species cultivated in Algeria are the mussels *Mytilus galloprovincialis* and *Pernaperna*.

This work presents a technical study for the realization of a mussel farm in the open sea "long line system". For any creation of aquaculture projects, a technical study is essential, this study traces the different stages that led to the creation of a mussel farm, and it highlights the structures, methods and techniques used in the culture of mussels.

**Keywords:** Algeria, *Mytilus galloprovincialis*, mussel farming, mussel farm, long line system, mussel farming methods and techniques.