

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur en Sciences de la Mer
Option : Aquaculture
Thème :

Elevage de la seiche commune *Sepia officinalis*

Présenté par :

HEBIB Fatma Cilia

MRABET AMEUR Sarah

Soutenu le 30.09.2023, devant le jury composé de :

M AIT SAIDI. A	MCB	ENSSMAL	Président
M LOURGUIOUI. H	MCB	ENSSMAL	Promoteur
Mme MESLEM. N	MCB	ENSSMAL	Examinatrice
M GRIMES. S	Professeur	ENSSMAL	Représentant de l'incubateur
M GUERBI. M.M		MPPH	Expert du secteur socio-économique

Année universitaire : 2022- 2023

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité : Aquaculture

Thème :

Elevage de la seiche commune *Sepia officinalis*

Présenté par :

HEBIB Fatma Cilia

MRABET AMEUR Sarah

Soutenu le 30.09.2023, devant le jury composé de :

M AIT SAIDI. A	MCB	ENSSMAL	Président
M LOURGUIOUI. H	MCB	ENSSMAL	Promoteur
Mme MESLEM. N	MCB	ENSSMAL	Examinatrice
M GRIMES. S	Professeur	ENSSMAL	Représentant de l'incubateur
M GUERBI. M.M		MPPH	Expert du secteur socio-économique

Année universitaire : 2022- 2023

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu qui nous a accordé la force et la persévérance tout au long de ce parcours académique. Le soutien divin a été notre source d'inspiration qui nous a permis de surmonter les obstacles rencontrés.

Nous souhaitons exprimer également notre profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude. Leur soutien inestimable, leur expertise et leurs encouragements ont été d'une importance capitale dans la réussite de ce projet.

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à notre encadrant, **Mr Hichem LOURGUIOUI**, pour sa patience, son dévouement et son soutien indéfectible. Ses conseils éclairés, ses orientations précieuses et son expertise ont été d'une valeur inestimable pour la réalisation de ce mémoire. Nous lui sommes profondément reconnaissantes pour sa disponibilité et son investissement dans notre réussite.

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers le président du membre des jurys, **Mr Adel AIT SAIDI**, pour sa présence et son évaluation minutieuse de notre travail. Ses commentaires constructifs et ses suggestions avisées ont grandement contribué à l'amélioration de notre mémoire. Nous sommes honorées d'avoir pu bénéficier de ses connaissances et de son expertise.

Nos remerciements vont également à l'examineur, Mme **Nabila MESLEM**, pour sa précieuse contribution à notre mémoire. Ses observations pertinentes et ses évaluations rigoureuses ont joué un rôle clé dans notre démarche de recherche. Nous lui sommes reconnaissantes pour son investissement dans notre travail et pour son apport significatif.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance envers Mme **Djamila**

MAOUEL, représentante de l'incubateur, pour sa présence, ses commentaires pertinents et le soutien et l'accompagnement de toute l'équipe de l'incubateur **Bleu Start** de l'ENSSMAL tout au long de notre projet. Leur vision entrepreneuriale et leurs conseils avisés ont contribué à donner une dimension pratique à notre mémoire. Nous les remercions pour leur confiance en nos compétences et pour l'opportunité qu'ils nous ont offerte de bénéficier de leur expertise.

Nous souhaitons également remercier Mr **Mohamed Mounir GUERBI**, expert du secteur socio-économique, pour sa contribution précieuse à notre recherche. Ses connaissances approfondies et son regard éclairé sur les enjeux socio-économiques ont enrichi notre travail. Nous lui sommes reconnaissantes pour les échanges fructueux que nous avons eus et pour ses recommandations pertinentes.

Nos remerciements vont également à Mr **Abderrezak LOUBAR**, coach et formateur du centre de formation **ALCODEFI**, pour son assistance dans la partie du **BMC**. Son expertise en matière de **Business Model Canvas** a été d'une grande valeur pour notre travail. Nous le remercions pour sa disponibilité, ses conseils avisés et son engagement envers notre réussite.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers Mme **Nassima AMAROUCHE** et Mr **HADDADI** pour leurs précieux conseils et leur aide tout au long de la rédaction de notre projet. Leurs perspectives uniques, leur soutien inconditionnel et leurs conseils éclairés ont grandement contribué à la qualité de notre mémoire.

Enfin, nous souhaitons remercier tous les autres enseignants, les chefs de service des laboratoires pédagogiques, les ingénieurs des laboratoires et le technicien de la ferme expérimentale de l'école qui ont été présents à nos côtés et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Vos encouragements ont été d'une valeur inestimable.

Nous sommes conscients que ces remerciements ne sauraient pleinement exprimer notre gratitude envers toutes les personnes qui nous ont aidés tout au long de ce mémoire.

Nous espérons néanmoins que ces mots témoignent de notre profonde reconnaissance envers chacun d'entre vous.

Dédicace

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés الحمد لله.

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement : À moi-même ; pour avoir travaillé dur pour atteindre mes objectifs.

À ceux qui sacrifient leur vie pour que la mienne soit meilleure mes chers parents Farid et Nouara qui étaient toujours à mes côtés pour m'encourager et me soutenir.

A mon cher frère Slimane.

À mes grands-parents qui m'ont transmis leur sagesse et amour.

À mon grand-père et mon oncle qui me manquent, que Dieu les accueille dans son vaste paradis.

À ma chère binôme Sarah, merci d'avoir été une source de soutien et d'inspiration tout au long de ce projet. Ton travail acharné et ta persévérance m'ont motivée à donner le meilleur de moi-même. Je suis fière de tout ce que nous avons accompli ensemble et je suis reconnaissante de t'avoir comme amie.

À ma chère copine de chambre Lynda, je suis reconnaissante de t'avoir comme amie et comme copine de chambre. Merci d'être toujours là pour moi et de me soutenir dans les bons comme dans les mauvais moments.

À mes enseignants du primaire jusqu'à l'université qui m'ont tant appris.

Et à toute personne qui m'a aidé du près ou de loin durant toute la période de mes
études à Dely Ibrahim.

Cilia

Dédicace

Le voyage n'a pas été court, le rêve n'était pas proche, et le chemin n'était pas parsemé de facilités, mais je l'ai fait. Je dédie ce travail à moi-même, pour avoir parcouru ce chemin avec ténacité, persévérance et détermination. Ce travail magnifique est le fruit de mon engagement, de mes efforts incessants et de ma passion pour l'apprentissage. Je suis fier de ce que j'ai accompli et reconnaissant envers moi-même pour avoir relevé les défis qui se sont présentés à moi.

À mes chers parents, Ahmed et Fadhila, qui m'ont inculqué des valeurs d'effort, de persévérance et d'amour pour le savoir. Votre soutien indéfectible, vos encouragements incessants et votre croyance en moi ont été les fondements de ma réussite. Je suis infiniment reconnaissant d'avoir des parents aussi merveilleux que vous.

À madame AMAROUCHE Nassima, une enseignante extraordinaire qui a été un pilier essentiel tout au long de mon parcours universitaire. Votre expertise, votre bienveillance et votre soutien constant ont été une source d'inspiration et de motivation inépuisable.

Vos précieux conseils, votre rigueur académique et votre passion communicative ont grandement contribué à mon épanouissement intellectuel. Je vous suis profondément reconnaissant pour votre présence à mes côtés, pour m'avoir encouragée et guidée vers l'excellence.

À mon binôme Cilia, pour notre collaboration étroite et notre travail d'équipe exemplaire. Ton expertise, ta créativité et ton dévouement ont été d'une valeur inestimable pour la réalisation de ce travail. Notre partenariat a été une source d'inspiration et une motivation constante. Merci d'avoir été à mes côtés tout au long de ce parcours.

À mon frère Mohammed, mes sœurs Hadjer, Zaineb et Fatimma, vous êtes ma force et ma source d'inspiration. Votre soutien inconditionnel, vos conseils avisés et votre amour inébranlable ont été les piliers qui m'ont porté tout au long de cette aventure académique. Merci d'être les meilleurs frères et sœurs qu'on puisse avoir.

À mon ange gardien, Wassim, tu as été ma boussole dans les moments de doute et d'incertitude. Tes encouragements, tes conseils et ta présence réconfortante ont été les alliés qui m'ont permis de garder le cap. Je te suis profondément reconnaissante pour ton amitié précieuse.

À mes amis, sans exception, vous êtes ma deuxième famille. Vos encouragements, vos sourires et vos mots d'encouragement ont été une source de motivation constante. Merci d'avoir partagé cette aventure avec moi et d'avoir été présents à chaque étape de mon parcours.

Ce travail est le résultat de l'amour, du soutien et de l'encouragement de toutes les personnes exceptionnelles qui m'entourent. Votre impact dans ma vie est inestimable, et je vous suis profondément reconnaissante d'avoir fait partie de cette belle aventure. Merci du fond du cœur à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Sarah

LISTE DES ABBREVIATIONS

°C	Degré Celsius
ANADE	Agence Nationale d'Appui et de Développement de l'Entrepreneuriat
Enssmal	Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral
FAO	Food and agriculture organisation
H	Hauteur
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
Larg	Largeur
LED	Light emitting diode
Lg	Longueur
pH	Potential of Hydrogen
PSU	Practical salinity unit

Table des matières

Table des figures	X
Liste des tableaux	XII
INTRODUCTION GENERALE	2
Chapitre I: GÉNÉRALITÉS	5
I.1 Présentation de la classe des céphalopodes	5
I.2 Présentation de l'espèce <i>Sepia officinalis</i>	5
I.2.1 Position systématique	6
I.2.2 Noms vernaculaires	6
I.2.3 Description de l'espèce <i>Sepia officinalis</i>	7
I.2.4 L'évolution de l'aquaculture de la seiche commune <i>Sepia officinalis</i>	20
Chapitre II: MATERIEL ET METHODES	24
II.1 Présentation de la ferme	24
II.1.1 Description de l'espace d'innovation en aquaculture de l'ENSSMALL	25
II.1.2 Techniques et mode d'élevage	31
II.2 Gestion de la reproduction	32
II.2.1 Approvisionnement en géniteurs	32
II.2.2 Conditionnement des géniteurs	33
II.2.3 Préparation pour la reproduction	34
II.2.4 Accouplement	35
II.2.5 Obtention des œufs (ponte)	37
II.2.6 Incubation des œufs	37
II.2.7 Ecllosion des œufs	39

II.2.8	Elevage des juvéniles	39
II.3	Alimentation utilisée durant le cycle d'élevage	41
II.3.1	Alimentation des géniteurs	41
II.3.2	Alimentation des juvéniles	43
Chapitre III:	RESULTATS ET DISCUSSIONS	45
III.1	Reproduction	45
III.1.1	Ponte	45
III.1.2	Incubation	48
III.1.3	Éclosion	60
III.2	Croissance	62
III.2.1	Analyse des Paramètres Physico-Chimiques	62
III.2.2	Évolution de la Taille et du Poids des Juvéniles : Résultats et Interprétation	67
III.3	Mortalité	70
III.3.1	Mortalité des géniteurs	70
III.3.2	Mortalité des juvéniles	71
III.4	Facteurs de réussite	72
III.5	Implications pratiques	74
III.6	Limitations de l'étude	75
III.6.1	Limitations méthodologiques	75
III.6.2	Limitations environnementales	76
	CONCLUSION GENERALE	78
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	81

Table des figures

I.1	Section transversale de <i>Sepia officinalis</i> montrent les structures et organes qui constituent le viscéropallium (modifiée d’après Mangold et <i>al.</i> ,1989).	8
I.2	Schéma du système digestif de <i>Sepia officinalis</i> (modifié d’après Mangold et Bidder, 1989)	9
I.3	Cycle de vie de la seiche commune de la Manche (<i>Sepia officinalis</i>) tel que décrit par Boucaud-Camou et Boismery (1991), Boucaud-Camou et <i>al.</i> (1991) et Dunn (1999a).	10
I.4	Distribution géographique de l’espèce <i>S.officinalis</i> dans le monde (Mareis,2023).	20
II.1	Schéma 3D de l’espace d’innovation en aquaculture de l’ENSSMAL, Dely Ibrahim (Adjaout et Zerifi, 2022).	25
II.2	Photo des bassins de l’élevage d’organismes marins	26
II.3	Photos des composants du filtre utilisé : la gaine annelée, Une ouate de matelassage.	27
II.4	Photos de système de filtration installé.	27
II.5	Seiches dans le bassin de conditionnement.	34
II.6	Préparation et installation des nids.	35
II.7	Géniteurs durant l’accouplement dans le bassin.	36
II.8	Femelle entrain de pondre.	37
II.9	Préparation des œufs pour l’incubation.	38
II.10	Juveniles de seiche dans l’aquarium.	40
II.11	Prise de la taille et du poids.	41

II.12 Préparation d'alimentation pour les géniteurs.	42
II.13 Seiche en train de s'alimenter.	42
II.14 Alimentation des juvéniles avec de l'artémia.	43
III.1 Suivi de la température durant la période de l'incubation (1ère Expérience) .	49
III.2 Suivi de la salinité durant la période de l'incubation (1ère Expérience). . .	50
III.3 Suivi du pH durant la période de l'incubation (1ère Expérience)	52
III.4 Suivi de l'oxygène dissous durant la période de l'incubation (1ère Expé- rience)	53
III.5 Suivi de la température durant la période de l'incubation (2ème Expérience). 54	
III.6 Suivi de la salinité durant la période de l'incubation (2ème Expérience). . .	56
III.7 Suivi du pH durant la période de l'incubation (2ème Expérience).	57
III.8 Suivi de l'oxygène dissous durant la période de l'incubation (2ème Expé- rience).	59
III.9 Suivi de la température durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience)	63
III.10 Suivi de la salinité durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience).	64
III.11 Suivi du pH durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience).	65
III.12 Suivi de l'oxygène dissous durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience)	66
III.13 Variation de la taille des juvéniles en fonction des jours de la croissance. . .	68
III.14 Variations du poids des juvéniles en fonction des jours de la croissance. . .	69

Liste des tableaux

II.1	Equipements disponibles au niveau de l'espace d'innovation en aquaculture.	29
III.1	Valeurs des paramètres physico-chimiques le jour de l'éclosion	60

Abstract

This final thesis focuses on the breeding of the common cuttlefish, a cephalopod species consumed and highly demanded in the Algerian market. The main objective of this study was to assess the feasibility of breeding common cuttlefish in captivity, with a particular emphasis on reproduction, growth, and nutrition aspects.

The first part of the thesis examines the biological characteristics of the common cuttlefish, its natural habitat, and its economic importance. It also addresses the challenges associated with the capture of wild cuttlefish and the potential impacts on natural populations.

The second part focuses on the methods of captive breeding of the common cuttlefish. It describes the necessary facilities for breeding, including water filtration systems and optimal environmental conditions. Reproduction and egg incubation techniques are also discussed, as well as recommended dietary regimens to ensure healthy growth.

The third part presents the results of an experimental study conducted to evaluate the viability of breeding common cuttlefish in captivity. The main parameters studied included juvenile survival, growth rate, and quality characteristics of the raised specimens.

The results of the study showed that breeding common cuttlefish in captivity is technically feasible but still presents significant challenges, particularly in terms of reproduction and nutrition. Further improvements in breeding and management techniques are necessary to achieve sustainable commercial production.

In conclusion, this thesis highlights the importance of breeding common cuttlefish to ensure resource sustainability and reduce pressure on wild populations. It also underscores the need for continued research and development in this field to improve breeding techniques and maximize the commercial potential of this species.

Key words : Breeding, common cuttlefish, techniques, reproduction, feeding, environmental conditions, sustainability, food security, aquaculture.

Résumé

Ce mémoire de fin d'études se concentre sur l'élevage de la seiche commune, une espèce de céphalopode consommée et trop demandée dans le marché Algérien. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la faisabilité de l'élevage de la seiche commune en captivité en mettant l'accent sur les aspects de reproduction, de croissance et de nutrition.

La première partie du mémoire examine les caractéristiques biologiques de la seiche commune, son habitat naturel et son importance économique. Elle aborde également les défis associés à la capture de seiches sauvages et les impacts potentiels sur les populations naturelles.

La deuxième partie se concentre sur les méthodes d'élevage en captivité de la seiche commune. Elle décrit les installations nécessaires pour l'élevage, y compris les systèmes de filtration de l'eau et les conditions environnementales optimales. Les techniques de reproduction et d'incubation des œufs sont également abordées, ainsi que les régimes alimentaires recommandés pour assurer une croissance saine.

La troisième partie présente les résultats d'une étude expérimentale menée pour évaluer la viabilité de l'élevage de la seiche commune en captivité. Les principaux paramètres étudiés comprenaient la survie des juvéniles, le taux de croissance et les caractéristiques de qualité des spécimens élevés. Les résultats de l'étude ont montré que l'élevage de la seiche commune en captivité est techniquement possible, mais présente encore des défis importants, notamment en ce qui concerne la reproduction et la nutrition. Des améliorations supplémentaires dans les techniques d'élevage et de gestion sont nécessaires pour atteindre une production commerciale durable.

En conclusion, ce mémoire met en évidence l'importance de l'élevage de la seiche commune pour assurer la durabilité de la ressource et réduire la pression sur les populations sauvages. Il souligne également la nécessité de poursuivre la recherche et le développement dans ce domaine pour améliorer les techniques d'élevage et maximiser le potentiel commercial de cette espèce.

Mots clés : élevage, seiche commune, techniques, reproduction, alimentation, conditions environnementales, durabilité, sécurité alimentaire, aquaculture

ملخص

في هذه المذكرة العلمية الحتمية يتم التركيز على تربية الحبار الشائع، وهو نوع من الراسيات يتم استهلاكه ويطلب بشدة في السوق الجزائرية. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم إمكانية تناول الجزء تربية الحبار الشائع في الأسر في الأسر بالتركيز على جوانب التكاثر والنمو والتغذية. الأول من المذكرة الخصائص البيولوجية للحبار الشائع وموطنه الطبيعي وأهميته الاقتصادية. وتتطرق أيضًا إلى التحديات المرتبطة بصيد الحبار البري والتأثيرات المحتملة على السكان الطبيعية. يتم التركيز في الجزء الثاني على طرق تربية الحبار الشائع في الأسر. يتم وصف المرافق اللازمة للتربية، بما في ذلك أنظمة تنقية المياه والظروف البيئية المثلى. كما يتم التطرق إلى تقنيات التكاثر وتفقيس البيض، وكذلك الأنظمة الغذائية الموصى بها لضمان نمو صحي. يقدم الجزء الثالث نتائج دراسة تجريبية أجريت لتقييم جدوى تربية الحبار الشائع في الأسر. تشمل المعايير الرئيسية المدروسة بقاء الصغار ومعدل النمو وسمات جودة العينات المرباة. أظهرت نتائج الدراسة أن تربية الحبار الشائع في الأسر ممكنة تقنياً، ولكنها تواجه تحديات هامة لا تزال، خاصة فيما يتعلق بالتكاثر والتغذية. تحتاج التقنيات المستخدمة في التربية والإدارة إلى تحسينات إضافية لتحقيق إنتاج مستدام تجاري. في الختام، تسلط هذه المذكرة الضوء على أهمية تربية الحبار الشائع لضمان استدامة المورد وتخفيف الضغط على السكان البرية. كما تؤكد على ضرورة مواصلة البحث والتطوير في هذا المجال لتحسين تقنيات التربية وتعظيم الإمكانيات التجارية لهذا النوع.

الكلمات الرئيسية : تربية، الحبار الشائع، تقنيات، تكاثر، تغذية، ظروف بيئية، استدامة، الأمن الغذائي، الأحياء المائية .

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'aquaculture marine connaît une expansion significative à l'échelle mondiale ces dernières années, en réponse à la demande croissante de produits marins et à la recherche de sources durables de protéines (FAO, 2021). La production mondiale de l'aquaculture a atteint 122580187 t en 2020 (FAO, 2023).

En Algérie, l'aquaculture marine a également connu des avancées notables dans le cadre des efforts déployés pour soutenir la sécurité alimentaire nationale et stimuler l'économie maritime (Demerdjian et al, 2018). La production aquacole en Algérie a atteint 5436 t en 2020 (FAO, 2023).

L'élevage des céphalopodes, y compris la seiche commune (*Sepia officinalis*), est un domaine de recherche en plein essor au niveau mondial en raison de la valeur commerciale, de l'importance écologique et du rôle clé de ces espèces dans les écosystèmes marins (Rosa et al, 2017).

La Production aquacole mondiale des céphalopodes a atteint 14 tonnes en 2019 (FAO, 2021). Pour la Production halieutique mondiale de seiche commune, elle a atteint 24 060 tonnes en 2019 (FAO, 2021) et en Algérie 230 tonnes en 2019 (FAO, 2021). Cependant, l'élevage de la seiche en Algérie rencontre certaines difficultés inhérentes aux conditions locales, telles que la disponibilité des juvéniles et la maîtrise de la reproduction en captivité.

Ce mémoire de fin d'étude est pour répondre à un défi important en Algérie qui est la maîtrise de la reproduction de la seiche commune. Actuellement, de nombreux aquaculteurs se trouvent contraints d'importer des alevins en provenance de pays européens tels que l'Espagne, la France et l'Italie pour leurs activités d'élevage. Dans cette optique,

nous visons à présenter une méthode novatrice pour la production d'alevins en Algérie. Pour atteindre cet objectif, notre étude s'appuie sur une approche qui intègre les avancées mondiales dans le domaine de l'aquaculture de l'eau de mer et de l'élevage des céphalopodes. Elle vise à approfondir notre compréhension de l'élevage de la seiche commune en Algérie tout en tenant compte des récentes avancées dans ce secteur. Ce travail examinera les innovations prometteuses susceptibles de favoriser une aquaculture durable et rentable de la seiche commune, avec des retombées positives sur la sécurité alimentaire et le développement économique du secteur de l'aquaculture en Algérie. Le mémoire se structure autour de trois chapitres principaux, chacun explorant un aspect essentiel de cette démarche.

Le premier chapitre, intitulé "Généralités", fournira un aperçu approfondi de la biologie, du comportement, de la répartition géographique et de la reproduction de la seiche commune dans son milieu naturel. On examinera également l'état de l'élevage des céphalopodes dans le monde.

Le deuxième chapitre, intitulé "Matériel et méthodes", décrira en détail les installations, les équipements et les techniques utilisés dans l'élevage de la seiche. On expliquera les étapes clés du processus d'élevage, y compris la reproduction, l'élevage des juvéniles, l'alimentation et la surveillance de l'environnement.

Le troisième chapitre, "Résultats et discussion", présentera les résultats obtenus à partir des expérimentations et des observations sur le terrain. On évaluera les performances de l'élevage de la seiche commune en Algérie, en mettant l'accent sur les paramètres de croissance, la survie, la reproduction et la qualité des produits. On discutera également des défis spécifiques rencontrés et des solutions innovantes développées pour améliorer les pratiques d'élevage, en s'appuyant sur des références scientifiques pour étayer les résultats et faciliter les comparaisons avec d'autres études.

Enfin, le travail se conclura par une synthèse des conclusions tirées de l'étude, mettant en évidence les contributions de la recherche à l'amélioration de l'élevage de la seiche en Algérie. Des perspectives futures et des recommandations pratiques seront formulées pour développer cette activité de manière durable et rentable.

CHAPITRE I :GENERALITES

Chapitre I

GÉNÉRALITÉS

I.1 Présentation de la classe des céphalopodes

Les Céphalopodes appartiennent à l'embranchement des Mollusques aux côtés de sept autres classes dont notamment celles des Bivalves et des Gastéropodes. Les trois sous-classes décrites chez les Céphalopodes Nautiloidea, Coleoidea et Ammonoidea regroupent 30 000 espèces éteintes et 1 000 espèces existantes (Haszprunar et Wanninger, 2012). La sous-classe des Ammonoidea, entièrement éteinte (Landman et *al.*, 2015), et celle des Nautiloidea se caractérisent par la présence d'une coquille externe possédant plusieurs chambres impliquées dans la flottaison et assurant la protection vis-à-vis des prédateurs pour ces espèces peu mobiles. Au contraire, les membres de la sous-classe des Coleoidea regroupant les deux super-ordres des Décapodes (Decabrachia) et des Octopodes (Octobranchia), plus mobiles, possèdent une coquille interne réduite ou vestigiale (Benoist, 2020).

I.2 Présentation de l'espèce *Sepia officinalis*

La seiche commune fait partie des céphalopodes regroupant les calmars, les pieuvres, les seiches et les nautilus. Actuellement on compte 850 espèces de céphalopodes du minuscule *Idiosepius* (5mm) au gigantesque calmar géant (*Mesonychoteuthis*, 12m à 14m). Du point de vue phylogénétique les céphalopodes appartiennent aux groupes des mollusques et

sont classés comme suit : les nautiloïdés (coquille externe et environ 90 tentacules) et les coléoïdés (coquille internalisée réduite chez les seiches et les calmars ou absente chez les pieuvres). Les coléoïdés se répartissent eux-mêmes entre les octopodiformes (pieuvres) qui ont 8 bras et les décapodiformes (seiches et calmars) qui ont 8 bras et deux tentacules. On estime aujourd'hui que la diversité et l'Evolution des céphalopodes a été fortement influencé par leur compétition avec les poissons (Packard, 1972) avec lesquels ils partagent de nombreuses caractéristiques et niches écologiques.

I.2.1 Position systématique

Règne	<i>Animal</i>
Embranchement	Mollusques
Sous embranchement	Conchifères
Classe	Céphalopoda (Cuvier, 1797)
Sous-classe	Coleoidea (Bather, 1888)
Super-ordre	Decapodiformes (Young et al. 1998)
Ordre	Sepioidea (Naef, 1817)
Sous-ordre	Myopsidea (Ferrusac et Orbigny, 1840)
Famille	Sepiida (Kefersteine 1866)
Genre	<i>Sepia</i> (Linnaeus, 1758)
Espèce	<i>Sepia officinalis</i> (Linnaeus, 1758)

I.2.2 Noms vernaculaires

- Algérie : Sepia.
- Espagne : choco.(castellan, galicien), sipia (catalan), txoko (basque).
- France : Seiche commune.
- Anglais : common cuttlefish.
- Tunisie : Choubei.

I.2.3 Description de l'espèce *Sepia officinalis*

I.2.3.1 Anatomie

La seiche est un animal de forme ovale, allongé et aplati. Le corps de la seiche peut se diviser en deux parties : le céphalopodium et le viscéropallium (Mangold et *al.*, 1989).

I.2.3.1.1 Céphalopodium : Le céphalopodium comprend la tête, l'appareil brachial et l'entonnoir. Dans la tête huit bras entourent la cavité buccale qui comprend un bec et une radula. Dissimulés dans des poches sous oculaires au repos deux bras supplémentaires avec des ventouses au bout appelés tentacules servent uniquement lors de la capture de proie (Birchall et Thomas, 1983). Chez les céphalopodes, les ganglions cérébroïdes, palléo-viscéraux et pédieux sont fusionnés en un système nerveux ventral céphalisé qui, sur un plan anatomique, est composé de 2 parties : le cerveau et les lobes optique (Bernay, 2005). Le cartilage céphalique est une structure complexe qui protège le cerveau et certains organes des sens. La couronne brachiale entoure la masse buccale (Mangold et *al.*, 1989).

I.2.3.1.2 Viscéropallium : Le viscéropallium comprend la coquille (os de la seiche), le manteau, les nageoires, les organes de la cavité palléale et la masse des viscères. La coquille a notamment un rôle hydrostatique (Birchall et Thomas, 1983). La poche à encre de la cavité palléale est quant à elle utilisée pour éjecter de l'encre afin de se dissimuler aux yeux des prédateurs et de fuir (défense secondaire) (Goerger, 2022).

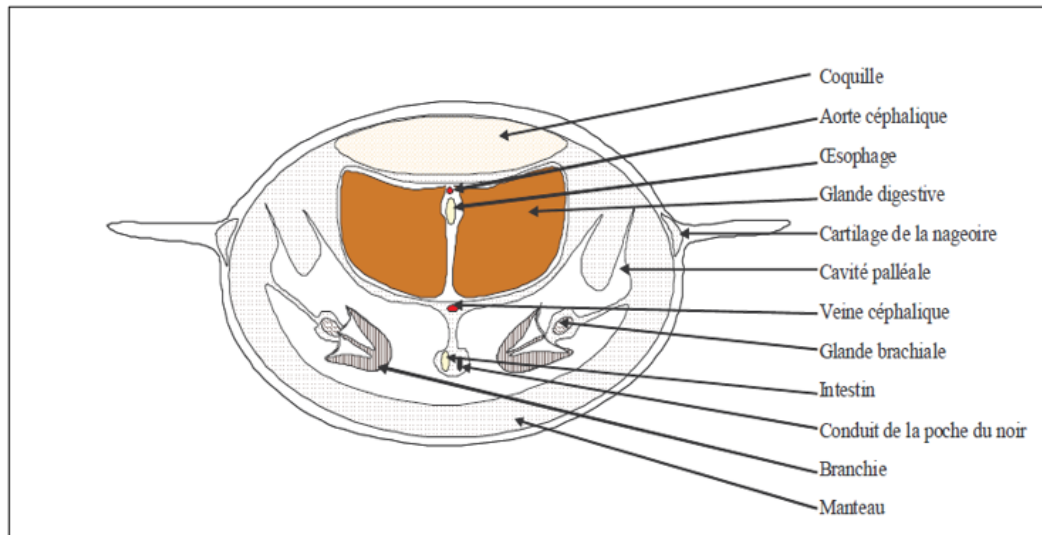


FIGURE I.1 – Section transversale de *Sepia officinalis* montrant les structures et organes qui constituent le viscéropallium (modifiée d'après Mangold et *al.*,1989).

I.2.3.1.3 Appareil digestif : Les céphalopodes sont des prédateurs actifs macrophages.

L'appareil digestif est composé du bulbe buccal, du tube digestif, de la glande digestive et des appendices des canaux digestifs. Chez ces animaux les organes de digestion sont disposés en U. La digestion débute au niveau du bulbe buccal qui sert à déchiqeter les proies mécaniquement mais aussi à l'aide d'enzymes secrétés par les glandes salivaires postérieurs (Boucaud-Camou and Boucher-Rodoni, 1983; Koueta, 1983; Koueta and Bucaud-Camou, 1986; Perrin, 2004). Ensuite la nourriture transite par l'œsophage vers l'estomac et les débris non digérables sont directement évacués vers l'intestin. L'estomac, très musculeux, broie les aliments qui vont aussi subir l'action des enzymes secrétés par la glande digestive (digestion extracellulaire). Le bol alimentaire passe ensuite directement dans la glande digestive et dans le caecum où se poursuit la digestion intracellulaire. L'absorption se déroule dans la glande digestive, les appendices de la glande digestive et le caecum. En effet, l'intestin des invertébrés, contrairement à celui des vertébrés ne possède pas des propriétés d'absorption. Les résidus issus de la digestion intracellulaire forment des corps bruns dans la glande digestive, qui sont évacués par l'intestin.

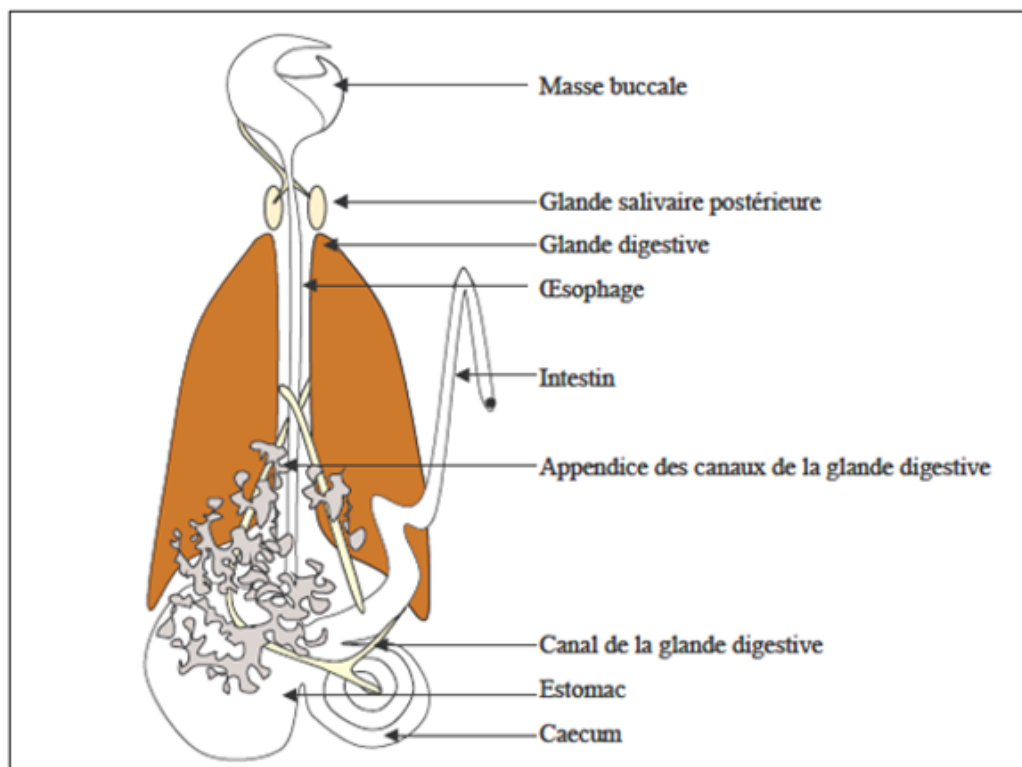


FIGURE I.2 – Schéma du système digestif de *Sepia officinalis* (modifié d'après Mangold et Bidder, 1989)

I.2.3.2 Reproduction

La seiche est une espèce au développement rapide et à l'espérance de vie courte puisque les adultes meurent de senescence accélérée quelques mois ou quelques jours après s'être reproduit (à partir du mois d'avril) à l'âge de deux ans (Boyle, 1983 b; Boyle et Rodhouse, 2005). Chez cette espèce les animaux effectuent deux migrations : une migration au printemps vers les côtes lorsque les eaux se réchauffent et une autre en automne vers le large et en profondeur (jusqu'à 200 m de profondeur) (Roper et *al.*, 1984) pour trouver une température constante et supérieure à 9°C (Boucaud-Camou et Boismery, 1991). On suppose que ces migrations permettent aux femelles de pondre leurs œufs dans des environnements favorables où la température chaude permet un développement optimum des jeunes et où ces derniers pourront facilement se nourrir de proies de type mysis, elles sont aussi abondantes à cette période. La ponte s'effectue jusqu'au mois de juin donc les jeunes naissent en été. A 3 mois les jeunes de l'année doivent effectuer la migration automnale

de plusieurs dizaines de kilomètres leur permettant de trouver en profondeur des eaux à température constante où ils pourront continuer leur développement jusqu'au printemps (Goff et Dazugan, 1991). L'élément déclencheur de la migration semble être la température de l'eau (Wang et *al.*, 2003). Dans la Manche, les seiches naissent près des côtes au début de l'été (figure I.3). Après avoir passé tout l'été près des côtes pour se nourrir, la seiche effectue une migration vers les eaux offshore pour passer l'hiver dans la partie centrale-ouest de la Manche (Boucaud-Camou et Boismery, 1991 ; Dunn, 1999a ; Royer et *al.*, 2006), où la température du fond marin est favorable (Wang et *al.*, 2003). L'été suivant sera également passé près des côtes pour se nourrir. À la fin du deuxième été, les spécimens mâles terminent leur maturation (environ en septembre). En octobre, la seiche effectue sa deuxième migration vers les zones d'hivernage, où les femelles terminent leur maturation. La dernière migration a lieu vers l'âge de 20 mois pour rejoindre les zones de reproduction. Les seiches meurent après la période de reproduction (Boucaud-Camou et Boismery, 1991 ; Dunn, 1999a ; Royer et *al.*, 2006).

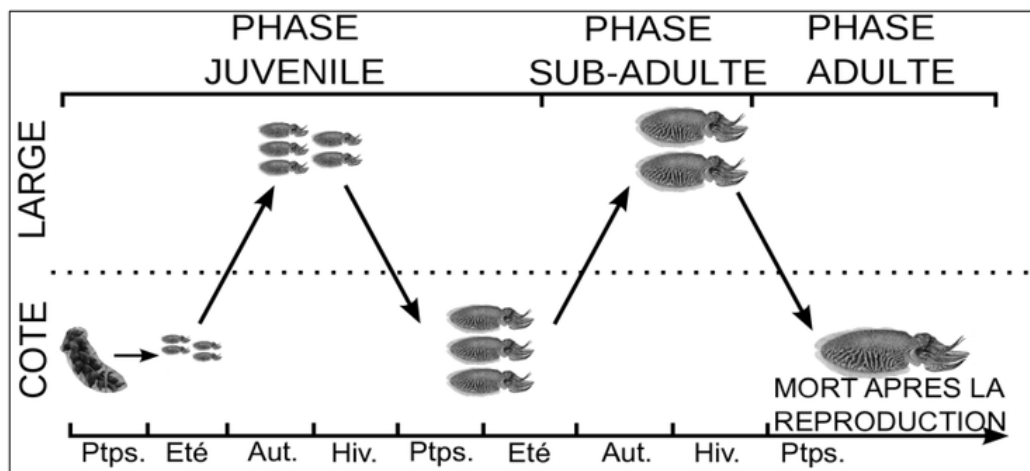


FIGURE I.3 – Cycle de vie de la seiche commune de la Manche (*Sepia officinalis*) tel que décrit par Boucaud-Camou et Boismery (1991), Boucaud-Camou et *al.* (1991) et Dunn (1999a).

1.2.3.2.1 Anatomie de l'appareil reproducteur et gamétogénèse

La seiche est une espèce gonochorique à fécondation externe. Chacun des deux sexes possède une gonade unique complexe associée à plusieurs glandes (Mangold, 1989).

- Appareil génital femelle et ovogénèse : L'appareil génital femelle se compose d'un ovaire unique suspendu à la paroi dorsale du coelome génital et de glandes associées. L'oviducte présente une partie proximale qui est en continuité avec le coelome génital et une partie distale correspondant à une structure glandulaire ou Glande de l'Oviducte (GOVI) aboutissant au pavillon. Deux autres glandes impliquées dans la formation de l'œuf sont présentes, les Glandes Nidamentaires Principales (GNP) de couleur blanche et les Glandes Nidamentaires Accessoires (GNA) de couleur orange. L'ovaire est composé de trois parties : une zone médullaire composée de tissu conjonctif richement vascularisé ; une zone corticale correspondant aux cellules germinales et un épithélium mince correspondant aux futures cellules folliculaires. L'ovogénèse asynchrone a lieu au sein de l'ovaire et débute par les mitoses goniales suivies des prophases méiotiques (Dhainaut et Richard, 1976).
- Appareil génital mâle et spermatogénèse : Chez le mâle, le testicule débouche sur un gonoducte, implique dans la formation des spermatophores (Bernay, 2005). La seiche mâle est plus grande que la femelle et possède un bras hectocotyle, le troisième à gauche qui est transformé en organe servant à introduire les spermatozoïdes dans le manteau de la femelle. Ces spermatozoïdes, produits dans le testicule, passent par le spermiducte et rejoignent les glandes spermatophoriques primaires, secondaires et tertiaires. Les spermatophores ainsi constitués se dirigent vers une poche à spermatophore ou poche de Needham, une sécrétion venant de la glande spermatophorique accessoire vient également dans cette poche d'attente. De là, le moment venu, les spermatophores sont expulsés par le pénis (Duchamps, 1972). La différenciation des spermatogonies en spermatozoïdes au sein du testicule a été décrite par Richard (1971). Les spermatogonies subissent plusieurs mitoses puis entrent en phase d'accroisse-

ment pour passer successivement du stade spermatocyte I à spermatocyte II puis finalement au stade spermatide. Après une phase d'allongement et de différenciation, les spermatozoïdes matures commencent leur trajet dans le tractus génital mâle afin d'être encapsulé dans les spermatophores. Les spermatophores sont composés d'un appareil éjaculateur et d'un réservoir spermatique ou spermatange. Au contact de l'eau, le spermatophore gonfle et l'appareil éjaculateur se dévagine et libère le spermatange (Richard 1971).

I.2.3.2.2 Maturation

La seiche, *Sepia officinalis* est une espèce à proportions égales des sexes et se distingue par un dimorphisme sexuel très net. La maturation sexuelle correspondante à 50% de la population est atteinte à la taille moyenne de 9 cm soit dès la première année de vie de l'animal. La maturation du mâle est plus précoce que celle de la femelle à taille moyenne respective de 8 cm et 10 cm. Des différentes relations métriques établies entre le corps de la seiche, les organes génitaux et les produits sexuels, il ressort que le développement gonadique peut être annoncé par la croissance pondérale du tractus chez le mâle et des glandes annexes chez la femelle et justifie ainsi l'application des indices suivants : le rapport gonado-somatique (R.G.S.) et l'indice de Maturation (M). Plusieurs méthodes sont utilisées pour décrire les stades de maturation sexuelle des Céphalopodes. Dans la plupart des cas, la maturation est déterminée soit par l'examen macroscopique des gonades et des glandes annexes, soit par les analyses histologiques des gonades (Richard, 1971). La deuxième méthode, qui constitue probablement l'indicateur le plus lié aux conditions de maturité, est fastidieuse et souvent même impossible dans certaines conditions de travail (Critères morphométriques et morphologiques) (Azzeddine-Najai, 1984).

- Stades de maturation

Les stades de développement sont définis par Mangold-Wirz (1963) qui en distingue 5 pour la femelle et 3 pour le mâle.

1. Chez la Femelle :

- Femelle avec très petits œufs (T.P.O) : diamètre des œufs jusqu'à 2 mm.
- Femelle avec petits œufs (P.O) : diamètre compris entre 2,1 et 4 mm.
- Femelle avec œufs moyens (O.M.) : diamètre compris entre 4,1 et 6 mm.
- Femelle avec grands œufs (G.O.) : diamètre compris entre 6,1 et 8 mm.
- Femelle avec œufs lisses (O.L.) : œufs sans réticules.

2. Chez le Mâle :

Sur les trois stades nous en avons retenu deux :

- Mâle avec des spermatophores en formation (Sp.F) : la sécrétion des spermatophores a commencé, le canal déférent est rempli de spermatozoïdes.
- Mâle avec des spermatophores (Sp.) : les spermatophores sont mis en réserve dans la poche de Needham.

I.2.3.2.3 Accouplement

Le mâle mature se distingue de la femelle par une intensification du contraste des teintes entre les rayures blanches et noires sur le dos, les flancs et les bras ventraux ; qui lui donne un aspect zébré. Cette coloration s'accroît particulièrement pendant la parade nuptiale. D'après Wells (1962), les changements de couleur seraient destinés à éloigner d'autres mâles de la femelle plutôt qu'à attirer les femelles. Toutefois nous avons remarqué chez des seiches en captivité que le mâle manifeste ce caractère en présence d'une femelle, même si aucun autre mâle ne se trouve à proximité (Azzeddine-Najai, 1984). Le comportement reproducteur de la seiche a été largement décrit (Adamo et Hanlon, 1996, Hanlon et *al.*, 1999, Adamo et *al.*, 2000). Quatre étapes ont été décrites par Hanlon et collaborateurs (1999) : l'initiation, le nettoyage, le transfert des spermatophores et le stockage des spermatanges.

L'accouplement est réalisé en position « tête à tête ». Lors de l'initiation, le mâle saisit la femelle entraînant l'entremêlement des bras des deux animaux. La seconde étape est le nettoyage durant laquelle le mâle expulse de l'eau grâce à son entonnoir dans la cavité buccale de la femelle afin d'éliminer les spermatanges provenant d'éventuels accouplements précédents. Les spermatophores expulsés dans la cavité palléale par le pénis sont récupérés par le bras hectocotyle du mâle. Ce bras ventral gauche est dépourvu de ventouse au niveau proximal et permet au mâle de déposer les spermatophores dans la poche copulatrice ou sous-buccale de la femelle. Au contact de l'eau de mer, les spermatanges sont expulsés puis stockés dans les réceptacles séminaux de la poche copulatrice. L'accouplement déclenche chez la femelle la reprise du transport des ovocytes dans le tractus génital femelle et le dépôt des œufs ou ponte après fécondation au niveau de la cavité buccale.

I.2.3.2.4 Ponte

La seiche peut atteindre la maturité sexuelle à partir de l'âge d'un an dans les conditions de température et de nutrition les plus favorables. Après accouplement, la femelle commence à émettre des œufs qui seront fixés, un par un, à un substrat de forme allongée, posidonies, algues, tubes de vers, cordages ou nasses. Au moment de la fixation de l'œuf au substrat, la femelle secrète la gangue gélatineuse autour de l'ovule, Elle l'étire en deux filaments qu'elle dispose autour du support de manière à former un anneau de fixation. Les grappes d'œufs dont les enveloppes gélatineuses sont noircies par des traces d'encre incluses au moment de leur sécrétion, ressemblent à des grappes de raisin, d'où le nom vernaculaire "raisin de mer", (Arzel et *al.* 1992). Au préalable chaque œuf est recouvert d'encre probablement pour éviter les effets délétères de la luminosité sur l'embryon et pour éviter aux prédateurs de les détecter (Cornet et *al.*, 2015). Les femelles préfèrent pondre sur la ponte d'une autre femelle. Les œufs de la seiche commune agissent comme des chimio attractants pour les adultes car ils sont probablement une source de phéromones reproductrices (Zatylny et *al.*, 2000). Il est donc difficile en milieu naturel de connaître la paternité des embryons provenant d'un cluster d'œufs. Chez les seiches la ponte peut durer

plusieurs heures et des observations montrent que certains mâles sont présents lors de la ponte afin de s'assurer la paternité exclusive des œufs. Les femelles et les mâles meurent peu après la ponte et il n'y a donc aucune forme de soins parentaux chez cette espèce. Il n'y a pas non plus de chevauchement entre les générations : on parle d'espèce sémelpare (Goerger, 2022).

— Régulation de la ponte et formation de l'œuf :

Avant l'accouplement, les ovocytes sont bloqués dans l'oviducte proximal par la sécrétion de facteurs ovariens comme la 5-hydroxytryptamine (5-HT) (Zatylny et al., 2000a) et les Sepia Capsule Releasing Peptides ou SepCRPs (Bernay et al., 2004, 2005). Après l'accouplement, les ovocytes poursuivent leur progression dans l'oviducte et transitent au sein de la GOVI sous l'action de facteurs ovariens tels que la SepOvotropine (Zatylny et al., 2000c), ILME (Zatylny et al., 2000b) ou les SepCRPs (Bernay et al., 2004, 2005). La GOVI est responsable de la production de mucopolysaccharides et de glycoprotéines qui viennent recouvrir le chorion pour former la première enveloppe de la capsule de l'œuf (Boismery, 1988). L'ovocyte est ensuite libéré dans la cavité palléale grâce aux contractions de l'oviducte régulées par des neuropeptides appartenant notamment à la famille de l'APGWamide (Henry et al., 1997) ou du FMRFamide (Henry et al., 1999) et des peptides ovariens comme la Sepovotropine et ILME (Zatylny et al., 2000b, 2000c). L'ovocyte reçoit une seconde enveloppe composée de sécrétions des GNP, des GNA et de la poche du noir. Les principaux constituants protéiques de cette enveloppe correspondent aux Sepia Egg Cases Proteins ou SepECPs (Cornet et al., 2015b). L'ovocyte encapsulé quitte ensuite la cavité palléale par l'entonnoir et est fécondé au niveau de la poche copulatrice. La fécondation est facilitée par la sécrétion de molécules chémottractantes comme le Sepia SpermAttracting Peptide ou SepSAP libéré par les ovocytes (Zatylny et al., 2002). L'œuf est finalement attaché à un support grâce à deux languettes enroulées par la femelle (Boletzky, 1986).

La taille moyenne de l'œuf, ovule et son enveloppe le chorion, sans la gélatine

nidamentaire, est d'environ 7 x 5 mm ; elle varie en fonction de la taille de la femelle (4,5 à 9 mm). Le nombre d'ovules produits par une femelle est également fonction de sa taille et de la durée totale de la ponte qui peut s'étaler sur plusieurs semaines voire plusieurs mois. Le nombre maximal d'œufs émis par une femelle maintenue en aquarium est d'environ 3000 dont l'incubation dure de 1,5 à 3 mois. Les adultes meurent après la reproduction (Arzel et *al.* 1992). Chaque œuf donne naissance à une jeune seiche possédant les caractéristiques morphologiques de l'adulte (Foucher, 2002).

— Développement de la ponte :

Une fois pondus sur un substrat fixe les œufs (jusqu'à 2cm de longueur) ont une période d'incubation de 31j (21,4°C) à 87j (15°C) qui dépend étroitement de la température de l'eau, plus cette dernière est chaude et plus les jeunes se développeront vite (Lemaire, 1970).

Cependant une température trop élevée doit être évitée pour ne pas occasionner un développement trop rapide et donner naissance à des individus de tailles réduites (Bouchaud, 1991). Bouchaud (1991) a en effet montré que les individus provenant d'œufs élevés à 15°C étaient deux fois plus grands que ceux provenant d'œufs élevés à 24°C. Bouchaud et Dazugan (1990) ont montré que lorsque la température de l'eau est élevée il y a une diminution de l'absorption des réserves vitellines par les embryons.

— Développement embryonnaire de la seiche

Le développement embryonnaire de la seiche est divisé en trois périodes : la segmentation, la gastrulation et l'organogénèse (Boletzky et *al.*, 2016 ; Lemaire 1970) La segmentation : stades 1 à 9. L'œuf, très riche en vitellus est du genre télolécithe : la segmentation est inégale et discoïdale (type méroblastique) à la différence de la majorité des Mollusques pour lesquels la segmentation de l'œuf est en spirale. Au stade 5, le blastoderme présente deux zones : une zone centrale constituée par deux cellules bien délimitées : les blastomères et une zone périphérique constituée par quatorze éléments dépourvus de limite péri-

phérique : les blastocônes. Ce sont eux qui vont former le syncytium vitellin. La gastrulation : stades 10 à 15. Elle débute par la mise en place de l'entoméso-derme. Comme chez les autres organismes, c'est aussi à ce stade que va se former un tube digestif primitif. La gastrulation est achevée lorsque l'épibolie est terminée, c'est-à-dire quand le vitellus est totalement recouvert par le syncytium vitellin et l'ectoderme extra-embryonnaire.

L'organogenèse : stades 15 à 30. Cette phase s'étend de la fermeture du sac vitellin au pôle végétatif à la résorption plus ou moins complète du sac vitellin externe. Cette période se termine à l'éclosion. Les stades précoces, 15 à 19, correspondent aux stades où l'embryon est sous forme de disque sur le pôle animal de l'œuf. Progressivement, l'embryon se redresse dans le sens antéro-postérieur du stade 20 à 22. A partir du stade 23, l'embryon présente une conformation similaire à l'adulte avec le manteau au niveau postérieur et la tête et la couronne brachiale du côté du vitellus (Navet, 2010).

I.2.3.2.5 Croissance des juvéniles

Les seiches éclosent en général à l'obscurité (Paulji et *al.*, 1991). Il n'y a pas de stade larvaire chez la seiche, les nouveau-nés sont qualifiés de « para-larves » puisqu'ils sont morphologiquement identiques aux adultes et ont tous les organes (Hanlon et Messenger, 1988). Ils mesurent entre 6 et 9 mm de longueur de manteau (Boletzky, 1983) et pèsent de 0,053g à 0,180g (Domingues et *al.*, 2001b). Ce sont les animaux les plus évolués de cet embranchement avec un système nerveux développé qui leur confère des capacités d'apprentissage, de cognition et de mémorisation importantes ainsi qu'une certaine émotivité (Boycott, 1961). La seiche est capable de voir et de percevoir les signaux externes dès l'embryogenèse bien que l'embryon soit protégé par la capsule noire (Darmaillacq et *al.*, 2008). Ces animaux, sensibles et rapidement stressés, ont la capacité de faire du mimétisme. Les tentacules et le manteau peuvent changer de couleur en fonction de l'environnement ou bien lors de parades nuptiales (Hanlon et Messenger, 1988). La seiche se protège grâce à cette faculté d'homochromie mais également par la libération de jets d'encre qui forment un écran lorsqu'elle

sent une menace et lui permet de fuir quand il y a un danger. Ce phénomène observé chez les céphalopodes, décourage les prédateurs en bloquant les chimiorécepteurs ou leur vision mais il sert aussi de signal d'alarme pour avertir leur congénères (Wood et *al.*,2008).

I.2.3.3 Régime alimentaire

La seiche est un animal carnivore (Messenger, 1977) à grand éventail de proies, les juvéniles et les adultes se nourrissant des mêmes proies (Crustacés et Poissons). Ces espèces-proies ont été aussi administrées à des seiches d'élevage (Boletzky, 1974; Messenger, 1977; Richard, 1971). La seiche se nourrit donc d'animaux vagiles (crevettes et poissons) et d'animaux lents (crabes). Dès l'éclosion, les jeunes des seiches sont capables de capturer des mêmes proies que les adultes mais adaptées à leur taille et disposent déjà de tout un répertoire de colorations (Hanlon & Messenger, 1988).

Dans l'élevage, Les jeunes individus sont alimentés essentiellement de petites crevettes ou de larves de crevettes (mysis) et d'amphipodes (Richard, 1975; Domingues, 1999).

I.2.3.4 Moyens de défense

Les seiches sont les proies de plusieurs espèces d'invertébrés et de vertébrés marins en particulier au début de leur vie de juvéniles. Pour faire face aux prédateurs la seiche peut utiliser des stratégies de défense primaires ou secondaires. Les défenses primaires servent à diminuer la détection de la seiche par ses prédateurs. Les défenses secondaires permettent à la seiche de s'éloigner rapidement de ses prédateurs une fois détectée. Les défenses primaires regroupent le comportement de camouflage et le comportement d'ensablement tandis que les défenses secondaires concernent la fuite, l'utilisation d'un jet d'encre et l'utilisation d'un motif d'intimidation (motif déimatique) permettant de repousser les espèces non dangereuses mais venant à proximité de la seiche.

I.2.3.5 Locomotion

La seiche peut également se déplacer lentement par action de ses nageoires afin de réaliser de petits mouvements ou de changer de direction. Elle s'en sert, par exemple, pour se surélever légèrement par rapport au fond. Quand il lui est nécessaire de se déplacer plus rapidement, elle utilise son entonnoir pour se propulser en arrière. Elle est capable de faire du surplace ou de bouger verticalement dans la colonne d'eau en faisant onduler ses nageoires ou en modifiant la flottabilité de sa coquille (Navet, 2010). L'os de seiche, structure aragonitique, est le premier facteur utile à la seiche dans ses déplacements. Il lui sert de flotteur grâce à une consistance très poreuse jouant sur des équilibres liquide/gaz, limitant l'effort nécessaire pour se maintenir entre deux eaux. La coquille est produite par l'épithélium du sac coquillier qui s'étend du côté dorsal de l'embryon (Navet, 2010).

L'encre libérée dans le manteau est alors expulsée en même temps que l'eau. Il faut noter qu'en temps normal, seule la nageoire latérale est utilisée pour la locomotion, les contractions palléales ne servant qu'à faire circuler l'eau autour des branchies (Boucaud-Camou, 1990).

I.2.3.6 Répartition géographique

Les seiches sont des espèces migratrices, elles n'aménagent pas donc qu'un seul habitat mais se regroupent en période de reproduction dans des endroits bien précis sur les côtes, seuls moments où elles manifestent des signes sociaux (Hanlon & Messenger, 1996). *S. officinalis* est une espèce largement répandue en Atlantique Est, de l'entrée de la mer Baltique et du sud de la Norvège à la côte nord-ouest de l'Afrique et de la Méditerranée (Arzel et *al.*, 1992) (figure I.4).

Elle peut se rencontrer de la côte jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 150 m et même de 200 m avec une plus forte abondance aux alentours de 100m (Guerra, 2006 ; Royer, 2002). Elle préfère les fonds sableux et vaseux où elle peut se camoufler sous le sédiment et jaillir soudainement sur sa proie.

La seiche fuit les zones où la température est inférieure à 10°C car elle n'est active qu'au-dessus de cette température (Richard, 1971) et elle ne se rencontre pas dans les eaux dépassant 25°C (Mangold-Wirz, 1963).

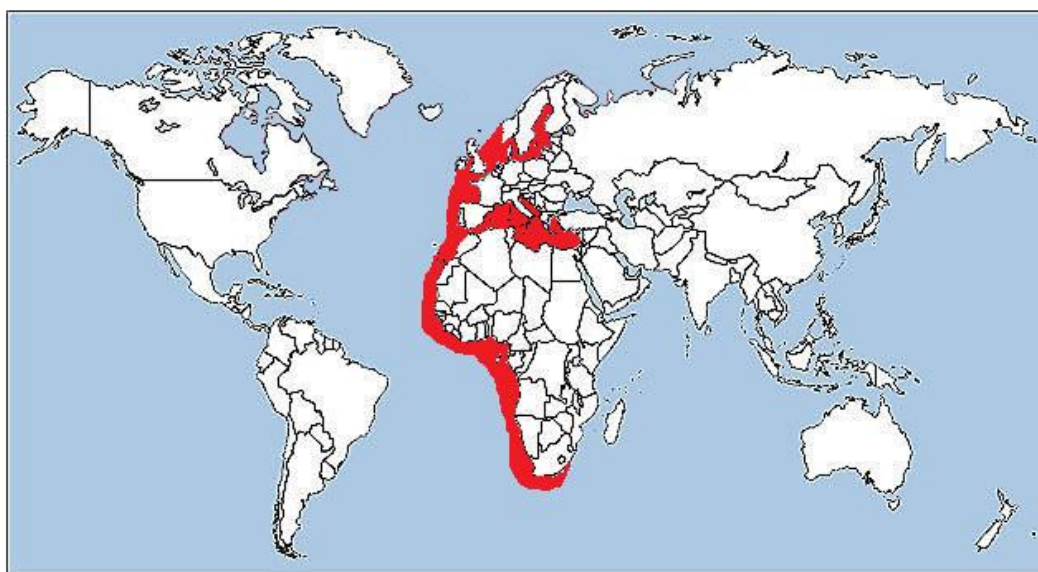


FIGURE I.4 – Distribution géographique de l'espèce *S.officinalis* dans le monde (Mareis,2023).

I.2.4 L'évolution de l'aquaculture de la seiche commune *Sepia officinalis*

I.2.4.1 Historique du développement de l'élevage de la seiche commune

Les premières études d'élevages expérimentaux des céphalopodes datent des années 1960 (Sykes et *al.*, 2014b).

Durant les années 1970, la recherche développe des connaissances sur la biologie et les technologies pour l'aquaculture des céphalopodes. Les circuits d'eau de mer pour le maintien de ces animaux en captivité sont analysés (ouvert, fermé). Les expériences de

Richard (1971) sur l'élevage de *Sepia officinalis* dans des bassins de 100 L, ont permis de constater l'influence de la température sur le développement embryonnaire.

L'apport en eau de mer par un système ouvert avec un régulateur de température de l'eau pour un minimum de 9°C est suggéré pour la survie des céphalopodes. Il a été démontré lors de ce travail que les variations de salinité n'avaient pas d'effet sur la croissance alors que la température pouvait provoquer des retards de croissance. Un arrêt de cette dernière est observé pour ces animaux poïkilothermes à des températures de l'eau inférieures à 9°C.

Cependant, les seiches tolèrent de fortes températures allant jusqu'à 32°C. Cette étude suggérait également que l'utilisation d'un fond sableux et d'un faible éclairage permettrait une meilleure acclimatation aux conditions de captivité pour les seiches. Cet auteur a déterminé qu'à l'éclosion, les amphipodes sont les proies les plus adaptées à la croissance puisque les crustacés (crevettes, crabes) et les poissons deviennent de plus en plus importants dans le régime alimentaire de *Sepia officinalis*. De plus, il démontre que la température a un effet sur la digestion et qu'à de fortes températures, la seiche va capturer davantage de proies et par conséquent croître plus rapidement. La croissance des juvéniles est très rapide dans les premiers mois de leur vie, puis diminue avec l'âge des individus. Les seiches acceptent dès la naissance des proies deux fois plus grosses qu'elles (Guerra, 2006).

I.2.4.2 Expansion de l'aquaculture des céphalopodes

Ce fut pendant les années 1980 que les méthodes de culture à grande échelle ont été approfondies. Le National Resource Center for Cephalopods (NRCC ; Houston, Etats-Unis) participe dès sa création en 1975, à de nombreuses expériences sur le développement de technologies de culture des céphalopodes.

Chaque année, il avait la capacité de maintenir de 1000 à 2500 seiches adultes, *Sepia officinalis* et *Sepia pharaonis* représentant au total 122 m³ d'eau de mer répartis dans 5 systèmes. Au fur et à mesure, les publications traitant de l'alimentation et de la digestion des céphalopodes se multiplient.

L'espèce *Sepia officinalis* a été particulièrement étudiée par Boucaud-Camou en 1981 et 1982 et Boucaud-Camou et *al.*, en 1985 (Sykes et *al.*, 2014b). Boletzky et Hanlon (1983) ont examiné le maintien en laboratoire ainsi que les potentialités d'élevage de plusieurs espèces de céphalopodes. D'une manière générale, ces animaux doivent être manipulés avec précaution pour éviter d'endommager la peau. Ils ont besoin de suffisamment d'espace et d'une importante quantité d'eau due à leur mode de vie nectobenthique. Des chercheurs italiens ont fait une série d'expériences afin d'analyser la faisabilité de la culture de seiches dans des bassins à terre (Sykes et *al.*, 2014b : Sequi, 1980 ; Palmegiano et Sequi, 1981 et 1984 ; D'Apote et Palmegiano 1982 et 1983 ; Sequi et Palmegiano, 1984 et 1985).

Grâce à ces expérimentations à plus grande échelle, *Sepia officinalis* et *Octopus vulgaris* ont été identifiés comme deux espèces de céphalopodes ayant le plus fort potentiel pour de l'aquaculture en Europe. Ces expériences d'élevages semi-intensifs ont été productives. En effet en partant d'une biomasse initiale de 600 g de juvéniles de seiches (avec un poids moyen humide de $1,65 \text{ g} \pm 0,62 \text{ g}$ par individu), 5 kg de seiches ($30,75 \text{ g} \pm 11,25 \text{ g}$) ont été produits en 52 jours, avec une température de l'eau de 21°C. Les problèmes rencontrés ont été nombreux, notamment au niveau des taux d'oxygène, du manque de nourriture et de la forte prédation provoquant 35% de mortalité. Sykes et *al.*, en 2006, qui travaillaient en bassin à terre ont mis plus de temps pour parvenir au même poids à des températures identiques qu'en bassin naturel. En effet, quand les paramètres environnementaux et la nourriture sont optimaux, les seiches croissent plus rapidement en extérieur, confirmant les conclusions de Domingues et *al.*, (2006).

Ainsi que des étudiants (Adjaout et Zerifi) ont effectué un essai en 2022 comme un premier de son genre en Algérie au niveau de la ferme expérimentale de l'ENSSMAL , ou ils ont bien réussi le cycle complet, malgré toutes les fluctuations.

CHAPITRE II : MATHERIEL ET METHODES

Chapitre II

MATERIEL ET METHODES

II.1 Présentation de la ferme

Notre travail a été réalisé au niveau de l'espace d'innovation en aquaculture de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL) située à Dely Ibrahim wilaya d'Alger (36°45'17.31" N 2°58'55.04" E). L'espace d'innovation est composé de trois unités distinctes : une unité d'élevage des espèces marines, une unité d'aquaponie et une unité de culture de microalgues. Chacune de ces unités est équipée différemment en fonction des activités aquacoles qui y sont pratiquées. Cet espace d'innovation est aménagé sous forme d'une serre en charpente métallique, dont la toiture est constituée de panneaux sandwich et les façades de polycarbonate transparent.

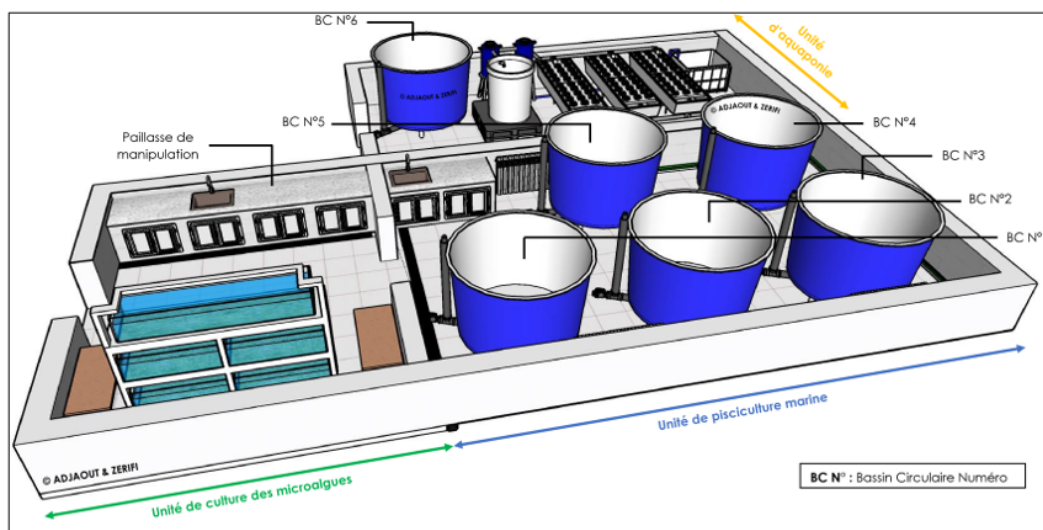


FIGURE II.1 – Schéma 3D de l'espace d'innovation en aquaculture de l'ENSSMAL, Dely Ibrahim (Adjaout et Zerifi, 2022).

II.1.1 Description de l'espace d'innovation en aquaculture de l'ENSSMALL

II.1.1.1 Infrastructures

II.1.1.1.1 Unité d'élevage des espèces marines

L'unité d'élevage des espèces marines, est conçue spécialement pour l'élevage et la reproduction de diverses espèces marines, telles que les poissons, les crustacés et les mollusques. Cette unité est composée de :

- 05 Bassins ou Raceways : Les espèces marines sont élevées dans des bassins ou des Raceways circulaires remplis d'eau de mer (capacité de 3m³) spécialement fabriqués en polyester et en fibres de verre, revêtus d'une couche lisse de gel-Coat alimentaire qui permet aux Raceways de supporter l'eau de mer et facilite le nettoyage. Les Raceways d'élevage sont souvent utilisés dans les installations intensives où l'espace est limité.



FIGURE II.2 – Photo des bassins de l'élevage d'organismes marins

- Un système de filtration : Dans un élevage aquacole, le système de filtration d'eau de mer joue un rôle important pour maintenir des conditions optimales de l'eau et assurer la santé des espèces marines élevées.

Les éléments clés qui composent notre système de filtration :

- Filtre mécanique : Les filtres mécaniques sont utilisés pour éliminer les particules fines en suspension dans l'eau de mer. Ces filtres retiennent les particules solides et permettent à l'eau plus propre de passer à travers. Une ouate de matelassage a été utilisé dans notre cas.
- Filtre biologique : Les filtres biologiques sont conçus pour favoriser la croissance de bactéries bénéfiques qui dégradent les composés organiques toxiques, tels que l'ammoniac et les nitrites, en nitrates moins nocifs. On a utilisé des segments de gaine annelée comme support pour les bactéries nitrifiantes.

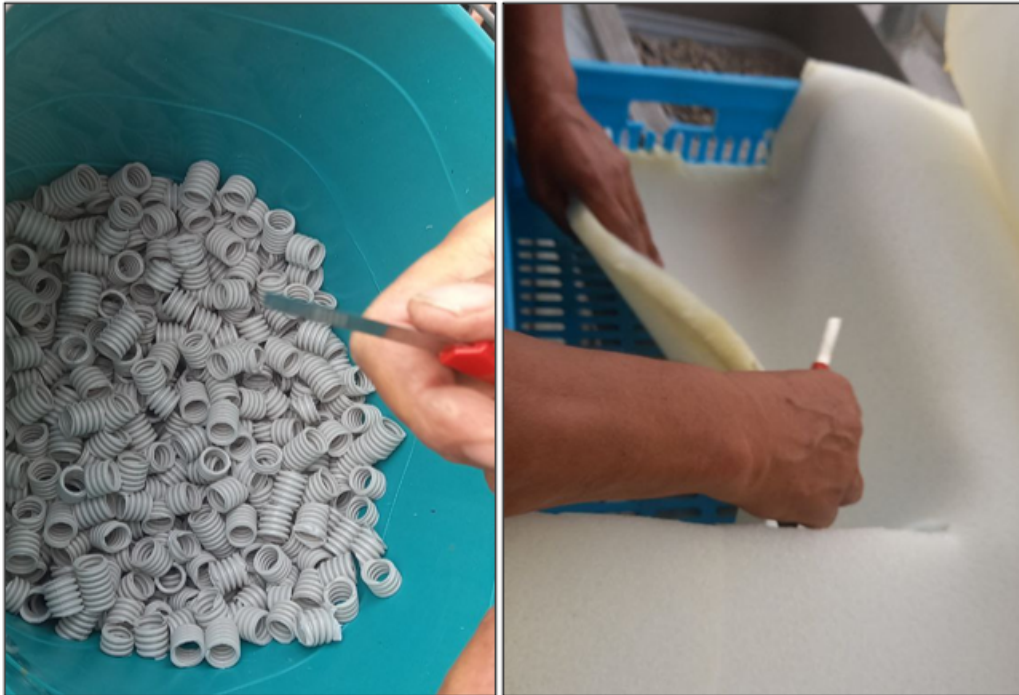


FIGURE II.3 – Photos des composants du filtre utilisé : la gaine annelée, Une ouate de matelassage.



FIGURE II.4 – Photos de système de filtration installé.

II.1.1.1.2 Unité de culture des microalgues

Une unité de culture des microalgues, est un système fait pour cultiver et faire croître des microalgues dans des conditions contrôlées.

Les éléments clés de cette unité de culture des microalgues comprennent les éléments suivants :

- Aquariums.
- Bouteilles en verre.
- Sources de lumière : des lampes LED en plus de la lumière naturelle.
- Sources d'air.

II.1.1.1.3 Unité d'aquaponie Une unité d'aquaponie est un système de culture combinant l'aquaculture (élevage de poissons ou d'autres organismes aquatiques) et l'hydroponie (culture de plantes dans l'eau). Dans ce système, les déchets produits par les poissons sont utilisés comme nutriments pour les plantes, tandis que les plantes filtrent l'eau, créant ainsi un système symbiotique où les poissons et les plantes se soutiennent mutuellement.

Cette unité d'aquaponie comprend les éléments suivants :

- Réservoirs de poissons (bassin d'élevage).
- Système de filtration (mécanique et biologique).
- Lits de culture (bacs de culture).
- Pompe immergée et système de circulation de l'eau.

II.1.1.2 Equipements

TABLE II.1: Equipements disponibles au niveau de l'espace d'innovation en aquaculture.

N°	Désignation	Type	Quantité	Marque
01	Aquarium	(Lg=100/Larg=30/H=40) cm	2	-
02	Aquarium	(Lg=180/Larg=45/H=41) cm	1	-
03	Aquarium	(Lg=107/Larg=41/H=40) cm	4	-
04	Diffuseur différents modèles	Pierre poreuse	17	-
05	Filtre éponge pour bassin	XY-308	3	XINYON
06	Filtre UV	UV-9018	2	RS-Electrical
07	Pompe à air	HP-12000	2	ATMAN
08	Pompe filtre	RS-1508I	4	RS-Electrical
09	Pompe filtre	RS-3001	10	RS-Electrical
10	Pompe pour vivier	HZ-100	4	HUTING
11	Pompe submersible	RS-6100	8	RS-Electrical
12	Raceways forme circulaire (blanc)	1000L	2	-
13	Raceways forme circulaire (bleu)	3000L	6	-
14	Raceways forme rectangulaire	(Lg=2,2/Larg=0,63/H=0,32) m	3	-
15	Résistance en inox	400W	1	XILONG

16	Résistance en verre	100W	7	RS-Electrical
17	Résistance en verre	300W	28	RS-Electrical
18	Système sable + exhausteur	Plastique	13	-
19	Pompe de relevage drainage eau claire	GXRM 9	1	CALPEDA type GXR
20	Thermomètre portable	HI 9040	1	Hanna instrument
21	Oxymètre de terrain	ProfiLine™ Oxi 197i	1	WTW
22	Conductimètre de terrain	ProfiLine™ Cond 197i	1	WTW
23	pH-mètre portable	pH 315i	1	WTW
24	Balance numérique	GM-610P	1	Lutron
25	Balance d'analyse	ABJ 220-4N	1	KERN
26	Microscope optique	B-290	1	OPTIKA
27	Loupe binoculaire 10X/20X/40X	SFX-91	1	OPTIKA

II.1.2 Techniques et mode d'élevage

Dans notre travail on a utilisé le mode d'élevage en intensif qui vise à maximiser la production de seiches dans un espace limité en optimisant les conditions environnementales et en appliquant des techniques de gestion efficaces.

D'après notre expérience on a constaté que les caractéristiques courantes de l'élevage intensif de la seiche commune sont :

- Systèmes de recirculation d'eau : on a utilisé des systèmes de recirculation d'eau qui permettent de réutiliser l'eau à plusieurs reprises après l'avoir filtré. Cela réduit la consommation d'eau globale et permet un meilleur contrôle des paramètres de l'eau, tels que la température, la salinité et sa qualité.
- Contrôle précis des paramètres de l'eau : Les paramètres de l'eau sont maintenus à des niveaux optimaux pour favoriser la croissance et la santé des seiches. Donc il est nécessaire de contrôler et surveiller en permanence la température, la salinité, le pH, les niveaux d'oxygène dissous, etc., et d'ajuster les conditions.
- Alimentation contrôlée : Les seiches en élevage intensif sont nourries par une alimentation spécifique (un aliment vivant) pour répondre à leurs besoins nutritionnels.
- Contrôle de la reproduction : la reproduction de la seiche est contrôlée et planifiée en élevage intensif. Les conditions environnementales sont manipulées pour stimuler la reproduction au moment opportun.
- Prévention des maladies : La prévention des maladies est essentielle dans l'élevage des seiches, tout comme dans tout autre type d'élevage. Pour ce faire, on a mis en place un ensemble de pratiques d'hygiène rigoureuses et de mesures préventives visant à maintenir la santé des animaux. Cela commence par le respect strict des protocoles d'hygiène, tels que le lavage fréquent des mains et l'utilisation de gants en nitrile à usage unique lors de la manipulation des seiches ou de leur alimentation. Ces mesures visent à éviter la transmission de maladies d'un réservoir à l'autre. On a veillé également à maintenir une qualité de l'eau optimale en surveillant régulièrement les paramètres tels que la température, la salinité, le pH et la teneur en oxygène dissous. Les variations soudaines de ces paramètres peuvent provoquer du stress chez les seiches, les rendant plus vulnérables aux

maladies. On s'est assuré également que les systèmes de filtration et d'aération sont bien entretenus pour garantir une eau filtrée et oxygénée. La gestion de l'alimentation est un autre aspect important de la prévention des maladies. On a évité la suralimentation, car les excès de nourriture non consommée peuvent polluer l'eau et favoriser la croissance de bactéries pathogènes. En ce qui concerne les installations, on a maintenu des normes strictes de propreté en effectuant des nettoyages réguliers après chaque renouvellement de l'eau. Cela permet d'éliminer les accumulations de saleté et de débris qui pourraient abriter des agents pathogènes. En combinant ces pratiques d'hygiène rigoureuses, la surveillance constante de la qualité de l'eau et une gestion prudente de l'alimentation, on a minimisé les risques de maladies, contribuant ainsi à maintenir leur santé et leur bien-être.

II.2 Gestion de la reproduction

II.2.1 Approvisionnement en géniteurs

Les géniteurs de seiche, également appelés "seiches reproductrices" ou "seiches mures", sont les individus adultes utilisés pour la reproduction et la production des œufs de seiche. Dans notre cas les géniteurs ont été capturés du milieu naturel par voie aléatoire. La capture des géniteurs se fait en utilisant des méthodes de pêche adaptées, telles que des filets, des pièges ou des lignes spécifiques. Les pêcheurs ciblent souvent des zones où les seiches se rassemblent naturellement pour se reproduire, comme les zones côtières et les fonds marins appropriés. Dans la première expérience les géniteurs ont été capturés la matinée du 9 novembre 2022, et la deuxième capture a lieu le 5 mai 2023 dans la zone de Fouka Marine (wilaya de Tipaza). Les géniteurs de la première expérience se composent de 17 individus et dans la deuxième expérience il y avait 18 individus. Juste après la capture (pêche matinale en milieu naturel par des pêcheurs professionnels), les individus de seiche sont transportés rapidement dans des fûts remplis d'eau de mer vers l'espace d'innovation en aquaculture de l'école pour le conditionnement.

II.2.2 Conditionnement des géniteurs

L'objectif principal est de maintenir la seiche en vie et dans des conditions optimales pour minimiser le stress et préserver sa santé pendant le stockage temporaire jusqu'à leur préparation pour l'accouplement. Les règles qu'on a suivi durant le conditionnement sont les suivantes :

- Bassin approprié : on a utilisé un Raceway pour permettre à la seiche de se déplacer confortablement.
- Eau de mer : La seiche a été maintenue dans de l'eau de mer, simulant son environnement naturel. Idéalement, l'eau de mer devrait être prélevée dans la même zone de capture des géniteurs, pour éviter les changements brusques des paramètres de l'eau, telle que la salinité. Durant notre expérience, l'eau de mer, a été prélevée tôt la matinée près de la station de recherche de l'ENSSMAL qui se trouve à Sidi Fredj durant les périodes de mauvais de temps, le pompage de l'eau est suspendu. L'eau des bassins était renouveler chaque semaine.
- Température : comme connu la seiche est une espèce marine qui préfère des températures fraîches. Donc on a gardé une température ambiante qui était comprise entre 14° C et 17° C.
- Aération : Le système de filtration a permis un bon maintien du niveau d'oxygène dans les bassins d'élevage.
- Protection contre les chocs : on a assuré que les bassins contenant la seiche sont sécurisés et protégés contre les chocs ou les vibrations excessives ; les bassins étaient solidement fixés sur des bases stables. En limitant les secousses, les chocs et les mouvements brusques autour des bassins, on a pris des mesures essentielles pour limiter les activités humaines autour des bassins et garantir un environnement calme et stable pour les seiches. Cette approche contribue grandement à réduire le stress et à maintenir le bien-être des seiches dans notre élevage, ce qui était important pour leur santé et leur réussite dans un environnement d'élevage en captivité.
- Durée du conditionnement : le conditionnement a duré 3 jours jusqu'à l'adaptation des individus.



FIGURE II.5 – Seiches dans le bassin de conditionnement.

II.2.3 Préparation pour la reproduction

II.2.3.1 Déplacement des géniteurs

Les géniteurs de seiche ont été déplacés dans des bassins ($V=3000L$) pour faciliter l'accouplement contrôlé et la reproduction en captivité.

Les bassins destinés à l'accouplement des seiches ont été préparés avec soin. Ils étaient suffisamment spacieux pour permettre aux seiches de se déplacer confortablement et présenter des conditions environnementales adéquates, y compris la qualité de l'eau, la température et la salinité appropriées. On a mis environ 5-6 individus par bassins pour éviter le surpeuplement.

Le stress était minimisé lors du transfert en utilisant des méthodes douces et en évitant les traumatismes ou les blessures. Les paramètres environnementaux tels que la température de l'eau, la salinité, le pH et l'oxygène dissous ont été soigneusement contrôlés dans

les bassins d'accouplement pour simuler les conditions idéales pour la reproduction. Les géniteurs ont été surveillés attentivement pendant leur séjour dans les bassins d'accouplement.

II.2.3.2 Préparation des nids

La préparation des nids est un processus primordial pour que la femelle puisse déposer ses œufs fécondés. Pour cela on a préparé des nids avec des branches de pin collectés du milieu naturel et reliés avec des fils en plastique pour avoir des branches presque plates pour fournir un milieu approprié à la femelle pour le dépôt des œufs. On a utilisé un nid pour chaque femelle.



FIGURE II.6 – Préparation et installation des nids.

II.2.4 Accouplement

La seiche, comme beaucoup d'autres céphalopodes, a un processus de reproduction complexe qui implique l'accouplement entre un mâle et une femelle. Le processus d'accouplement dans notre expérience a commencé par la préparation ; dont le mâle et la

femelle s'est préparé en manifestant des signaux de reconnaissance mutuelle. On a remarqué que le mâle de la seiche effectue sa parade nuptiale pour attirer l'attention de la femelle en effectuant des changements de couleur et des mouvements spécifiques et en exhibant des motifs particuliers sur son corps. Après la préparation le mâle et la femelle se sont rencontrés face à face, alignant leurs têtes et leurs corps en position parallèle. Le mâle a utilisé ses bras hectocotyles, pour tenir la femelle par les côtés de sa tête et il a inséré un de ces bras dans la cavité palléale de la femelle pour transférer le spermatophore qui contient les spermatozoïdes qui sera utilisée pour féconder les ovules de la femelle. Une fois que le transfert du spermatophore est terminé, le mâle et la femelle se sont séparés. La durée de l'accouplement tête à tête de la seiche peut varier, mais dans notre cas elle a duré une trentaine de minutes.



FIGURE II.7 – Géniteurs durant l'accouplement dans le bassin.

II.2.5 Obtention des œufs (ponte)

Après que l'accouplement avait lieu, la femelle a déposé les œufs sur les nids préparés pour cette opération. Elle a utilisé ses bras pour fixer la masse d'œufs au support, elle les avait recouverts par une substance adhésive noire et les déposer en forme de grappe de raisin.



FIGURE II.8 – Femelle entrain de pondre.

II.2.6 Incubation des œufs

Après avoir confirmé que la femelle ne va plus déposer et mettre les œufs sur les nids (après 03 jours), on a récupéré les branches d'arbre remplis de « grappes de raisin de mer ». Sur la paillasse on a enlevé les branches qui contiennent la masse des œufs pour

les mettre en incubation. On a utilisé du fil en plastique pour maintenir les branches suspendues en plein eau dans les aquariums.

Dans la première expérience, nous avons incubé un total de 50 œufs, répartis dans 5 branches, avec une moyenne de 15 œufs par branche. Dans la seconde expérience, nous avons incubé 24 branches, chacune contenant entre 40 et 50 œufs.



FIGURE II.9 – Préparation des œufs pour l'incubation.

Pour cela on a préparé des aquariums spécifiques, pour la première expérience on a utilisé un aquarium de 107 cm de longueur, 41 cm de largeur et 40 cm de hauteur ; pour la deuxième expérience deux aquariums ont été utilisés, le même aquarium de l'expérience précédente et un autre de 180 cm de longueur et 45 cm de largeur et 41 cm de hauteur remplies en eau de mer. On a assuré qu'ils étaient suffisamment grands pour accueillir les œufs et fournir un environnement stable. Deux aquariums de taille moyenne et grande avec une capacité de filtration adéquate étaient utilisés.

Pendant toute la durée de l'incubation, nous avons réalisé un suivi minutieux des œufs et mesuré les paramètres physico-chimiques de l'eau de l'aquarium d'incubation. Pour garantir des conditions optimales, on a utilisé les appareils nécessaires qui ne nuisent pas au milieu de l'élevage pour effectuer ces mesures. Cette surveillance constante et ces mesures régulières ont été essentielles pour assurer un environnement propice au développement des œufs. On a garanti le contrôle de la qualité de l'eau de mer ainsi le maintien de la salinité de l'eau à un niveau approprié pour les seiches dans les aquariums. Pour la température on a utilisé des résistances (thermo-plongeurs) en verre pour la maintenir à un degré

spécifique et adéquat pour le développement des œufs (pour la première expérience 24° C et pour la deuxième expérience 26° C). Afin d'atteindre ces valeurs, l'augmentation de la température de l'eau était progressive pour éviter le choc thermique. On a surveillé régulièrement les aquariums pour assurer que les conditions sont optimales : vérification de la qualité de l'eau, la température, salinité et pH et on a effectué les changements de l'eau nécessaires. Pour cela on a utilisé un système ouvert.

II.2.7 Eclosion des œufs

L'éclosion des œufs de la seiche dans les aquariums était un processus fascinant à observer. On a gardé les conditions optimales (température, oxygène dissous, pH et salinité) pour éviter le stress des jeunes seiches et créer un environnement adapté.

On a diminué le débit de l'eau par réduction légère de la circulation de l'eau dans l'aquarium pour éviter la perturbation des juvéniles lorsqu'ils émergent des œufs. Car un débit d'eau trop fort peut les entraîner loin des supports et compliquer leur adaptation à l'environnement.

II.2.8 Elevage des juvéniles

L'élevage des juvéniles de seiche dans un aquarium était un défi, car ces organismes nécessitent des conditions spécifiques pour leur croissance et leur développement. Comme c'est déjà mentionné les aquariums utilisés étaient de taille appropriée pour accueillir les juvéniles de seiche. On a prévu suffisamment d'espace pour leur permettre de nager et de se déplacer librement. Une bonne filtration des aquariums a été assurée pour maintenir une bonne qualité de l'eau.

Les juvéniles de seiche ont des besoins particuliers en ce qui concerne la température, la salinité et la qualité de l'eau. On a accordé une attention particulière au contrôle de ces paramètres afin d'assurer une croissance optimale. Dans le cadre de nos expériences, les conditions étaient les suivantes : Température passée à 24 °C pour la première expérience et à 25 °C pour la deuxième expérience. Salinité de l'eau de mer effectuée à environ 35 PSU. Un débit d'oxygène dissous maintenu entre 5 et 6 mg/l pour garantir un niveau

d'oxygène adéquat dans l'eau, essentiel à la survie et à la croissance des juvéniles de seiche. On a créé un environnement optimal pour les juvéniles de seiche, ce qui a contribué à leur développement sain et à leur bien-être dans nos expériences. On a suivi de près les juvéniles en mesurant leur taille, à la fois en longueur et en largeur, à l'aide d'un pied à coulisse, tout en pesant les individus avec une balance de précision et détecter tout signe de problèmes de santé, de comportement anormal, des symptômes inquiétants ou des difficultés de croissance.



FIGURE II.10 – Juvéniles de seiche dans l'aquarium.

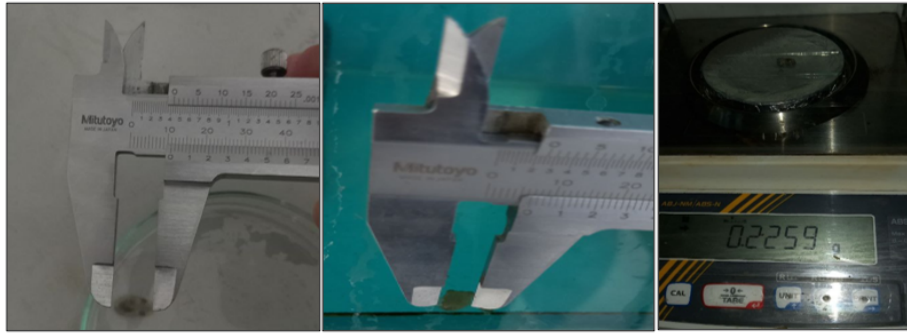


FIGURE II.11 – Prise de la taille et du poids.

II.3 Alimentation utilisée durant le cycle d'élevage

II.3.1 Alimentation des géniteurs

L'alimentation des géniteurs dans un élevage aquacole est un aspect crucial pour maintenir leur santé et favoriser une reproduction réussie.

Comme les seiches sont des prédateurs carnivores. Donc il était important de leur fournir une alimentation variée et équilibrée, simulant leur régime naturel.

Leur alimentation a compris des proies vivantes fraîches et parfois congelées selon la disponibilité locale et la facilité d'obtention de ces poissons notamment la Saurel (*Trachurus trachurus*) car d'après les pêcheurs cette espèce est trop appréciée par la seiche vu sa couleur attirante et son odeur et ainsi que son rôle dans la stimulation de l'appétit et de la reproduction chez ces géniteurs et sa richesse en nutriments essentiels tels que les protéines, les lipides, les vitamines et les minéraux. Aussi, les Saurel sont généralement disponibles dans de nombreuses régions côtières de l'Algérie avec un coût raisonnable.

Les aliments congelés ont été décongelés avant d'être proposés aux géniteurs. La fréquence d'alimentation et la quantité étaient variable en fonction de plusieurs facteurs, notamment la taille et le stade de reproduction, mais en général, les géniteurs étaient nourris une fois par jour (un poisson pour chaque individu), avec une quantité d'aliment adaptée à leur taille (poissons entiers ou découpés).



FIGURE II.12 – Préparation d'alimentation pour les géniteurs.



FIGURE II.13 – Seiche en train de s'alimenter.

II.3.2 Alimentation des juvéniles

Au premier temps, les juvéniles de seiche commune, appelés parfois "seichons", se sont nourris initialement de leur sac vitellin, qui contenait des réserves nutritives. Dès qu'ils ont été capables de se déplacer et de chasser activement, une alimentation externe a été fournie.

Les juvéniles de seiche commune ont eu besoin d'une alimentation riche en protéines et adaptée à leur taille. Les proies vivantes, telles que les artémies (*Artémia*), ont souvent été utilisées comme alimentation initiale. La taille des proies a été adaptée à la taille des juvéniles pour faciliter leur ingestion.

Les juvéniles ont été nourris de 3 à 4 fois par jour pour favoriser leur croissance et leur développement. Il été important de fournir des quantités d'aliment adaptées à leur appétit et leur taille et de surveiller leur comportement alimentaire.

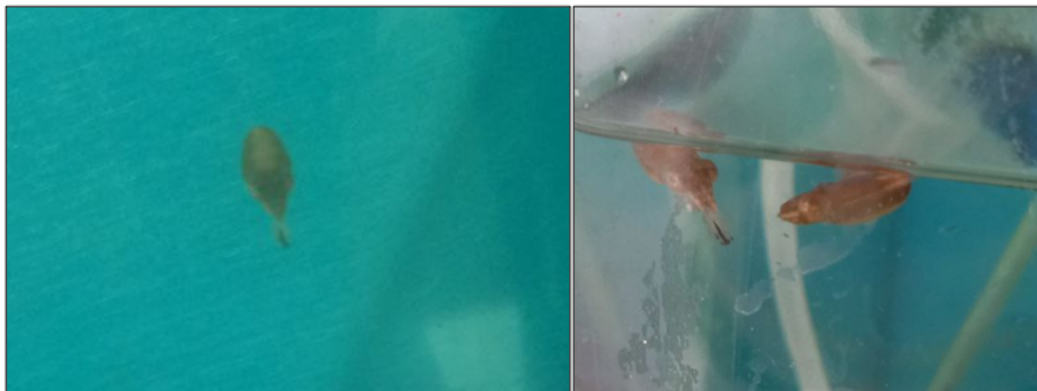


FIGURE II.14 – Alimentation des juvéniles avec de l'artémia.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Reproduction

Suite aux différentes étapes de l'élevage, un ensemble d'output a été obtenu englobant les différents processus de ponte, d'éclosion et d'élevage de seichons. Les résultats obtenus ont été notés précisément dans le but de faire une interprétation adéquate et évaluer le degré de réussite du présent travail.

III.1.1 Ponte

La ponte dans notre expérience a duré 3 jours. Avec une fréquence variable en fonction de divers facteurs tels que la température de l'eau, la qualité de l'environnement et la disponibilité de partenaires reproducteurs. Deux expériences de ponte ont été observées lors de notre étude :

- Première expérience : une seule seiche a pondu et elle a produit 57 œufs de couleur noir en forme de grappes de raisin allongées terminés en pointe répartis sur les nids préparés. Cette observation peut être corrélée à une circonstance où les nids présentaient des caractéristiques moins favorables ou lorsque la seiche était sujette à des facteurs spécifiques telles que sa taille, son état de santé ou encore son état nutritionnel. Il convient également de noter que cette observation a été réalisée en dehors de la période de ponte principale, qui se déroule normalement entre avril et

juillet (Ifremer, 2002), ce qui pourrait avoir influencé la ponte.

- Seconde expérience : Deux femelles ont pondu chacune environs 500 œufs sous forme de grappes terminés en pointe. 60% des œufs étaient de couleur noir, les autres étaient de couleur blanche. On a remarqué que le nombre d'œufs peut varier considérablement d'une seiche à l'autre et cela dépend de divers facteurs tels que la taille de la seiche (En général, les seiches plus grandes ont tendance à pondre un plus grand nombre d'œufs que les seiches plus petites. On a remarqué que la femelle de la première expérience été petite par rapport à celles de la deuxième expérience), son état de santé (Dans notre cas les femelles étaient saines) et sa condition nutritionnelle (Les seiches bien nourries et en bonne condition auront généralement une reproduction plus réussie ; Dans la deuxième expérience l'aliment des géniteurs était disponible plus que la première l'expérience).

L'observation de ces résultats indique que le nombre d'œufs pondus par les seiches peut varier considérablement. Hanlon et Messenger (2018) affectent cette différence à divers facteurs. Les seiches plus grandes ont généralement la capacité de pondre un plus grand nombre d'œufs par rapport aux petites seiches. Cela est lié à la capacité de stockage de réserves nutritionnelles dans leur corps, nécessaires pour la formation et le développement des œufs. Ainsi que l'état de santé de la seiche qui est un facteur déterminant. Les seiches en bonne santé ont tendance à avoir une meilleure capacité à produire des œufs en grande quantité, car elles peuvent mobiliser plus efficacement les ressources énergétiques nécessaires à la reproduction. En revanche, une seiche en mauvaise santé, avec des réserves épuisées ou des problèmes physiologiques, peut avoir une capacité de reproduction limitée. La condition nutritionnelle de la seiche est un élément essentiel pour la production d'œufs. Une alimentation riche en nutriments est nécessaire pour soutenir le développement des œufs. Les seiches bien nourries ont tendance à pondre plus d'œufs et ces œufs ont de meilleures chances de survie et de développement.

On a comparé nos résultats de la ponte de la seiche avec d'autres études selon les éléments suivants :

- **Nombre d’œufs par ponte** : Dans les deux expériences on a eu un faible nombre d’œufs par rapport à certaines observations. Selon Roper et *al.* (1984), certaines femelles peuvent pondre jusqu’à 2000 œufs lors d’une seule ponte.
- **Variabilité des couleurs** : La présence d’œufs de différentes couleurs (noir et blanc) dans la deuxième expérience reflète à une variabilité naturelle dans la coloration des œufs. Dans une étude menée par Boyle, (1996), il est mentionné que la coloration des œufs de seiche commune peut varier en fonction de divers facteurs environnementaux. De manière similaire à l’étude menée par Adjaout et Zerifi, en 2022 nous avons également observé une variation dans la couleur des œufs résultant de la ponte. Certains œufs étaient colorés en noir, tandis que d’autres ne présentaient pas de coloration. Cette observation concorde avec les conclusions de Richard en 1971, qui a suggéré que cette différence de couleur est due au fait que certaines femelles ne produisent pas d’encre lors de la ponte, ce qui entraîne des œufs non colorés.
- **Formation de grappes** : La formation de grappes d’œufs en forme de grappes de raisin allongées est cohérente avec les observations de la ponte de la seiche commune. Dans l’étude de Nixon, & Messenger, (1977), il est noté que les œufs de seiche commune sont pondus en grappes gélatineuses attachées à des substrats marins. Contrairement aux observations de l’étude menée par Adjaout et Zerifi, en 2022, nous n’avons pas constaté de préférence marquée chez les femelles de seiches pour le choix du support de ponte. Dans notre étude, le nombre d’œufs sur les nids composés de branches de pin n’était pas significativement supérieur à celui des nids composés de branches d’olivier. Il semble que les femelles de seiche dans notre cas n’aient pas montré de préférence particulière quant au support de ponte, contrairement à ce qui a été observé dans l’étude précédemment mentionnée.
- **Taille des pontes** : Les deux expériences montrent une variation dans le nombre d’œufs pondus, avec la première expérience ayant un nombre beaucoup plus faible d’œufs que la seconde. Des études telles que celle menée par Hanlon, & Messenger, (1988) ont observé des variations similaires dans le nombre d’œufs pondus par

différentes femelles.

Pour les soins parentaux, contrairement aux conclusions de l'étude menée par Adjaout et Zerifi en 2022, qui affirmaient que chaque mâle était responsable de la surveillance de son nid et de sa femelle pendant la ponte, nos observations lors de notre étude révèlent que les parents meurent rapidement après la ponte.

III.1.2 Incubation

Dans la première expérience la période d'incubation a duré 43 jours (24 jours à une température de 17° C et 19 jours à une température de 24° C \pm 1). Dans la seconde expérience la durée était de 20 jours à une température de 25° C \pm 1.

Contrairement aux résultats de l'étude menée par Adjaout et Zerifi (2022), notre étude a montré que l'incubation des œufs de seiche a pris plus de temps, soit environ 40 jours, à une température maintenue à 24° C. Cette durée d'incubation plus longue et la température plus élevée que celles observées dans leur étude démontrent des différences dans les conditions et les résultats entre nos expériences respectives.

Les graphes suivants représentent les données collectées du suivi quotidien des paramètres physico-chimiques durant les deux expériences de l'incubation des œufs :

- Expérience 01

- **Température** : La figure III.1 illustre un graphe qui représente le suivi de la température en fonction des jours de l'incubation dans un aquarium :

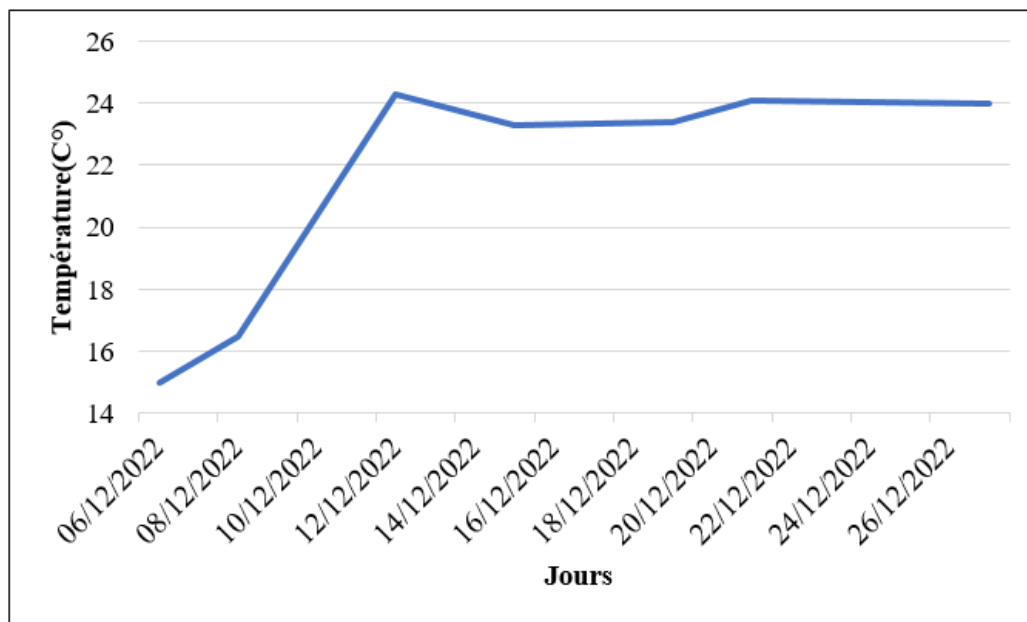


FIGURE III.1 – Suivi de la température durant la période de l'incubation (1ère Expérience) .

Le graphe présente une tendance claire de l'augmentation de la température au cours des premiers jours, suivi d'une période de stabilité où la température reste constante à environ 24°C.

Dans le but de stimuler la ponte chez la seiche, il est crucial d'augmenter et maintenir la température de l'eau à 24° C. Pour cela un système de chauffage contrôlé a été employé (résistance réglée à 24° C), avec un suivi régulier afin de s'assurer du bon fonctionnement de l'appareil et éviter ainsi toute erreur technique pouvant entraîner l'échec de l'opération. Une fois que la température atteint environ 24° C, le graphe montre que cette dernière se stabilise et reste constante par la suite. Car les mesures ont été prises pour maintenir une température optimale pour l'incubation des œufs et assurer un environnement favorable à la croissance et au développement de ces derniers. L'importance de maintenir cette température est liée à son influence sur le développement des œufs. Des écarts importants de température peuvent avoir un

impact négatif sur la viabilité des œufs ou entraîner des anomalies dans le développement embryonnaire.

En comparant ces données avec d'autres études, il est essentiel de mettre en évidence les points de convergence et de divergence, par exemple, dans l'étude menée par Smith, et al. (2010), des températures similaires ont été maintenues pour assurer une incubation réussie des œufs de seiche commune. Cette température de 24° C semble être un seuil important pour stimuler la ponte et favoriser le développement embryonnaire. L'utilisation d'un système de chauffage contrôlé pour maintenir cette température est cohérente avec les pratiques recommandées. Cependant, des différences dans les profils de température peuvent également être observées entre différentes études. Par exemple, l'étude de Garcia et al. (2015) a suggéré que des fluctuations subtiles de température au fil du temps pourraient également influencer positivement le développement des œufs. Cela souligne la complexité du processus et la nécessité d'explorer différentes approches pour optimiser l'incubation.

- **Salinité** : La figure III.2 illustre un graphe qui représente le suivi de la salinité en fonction des jours de l'incubation dans un aquarium :

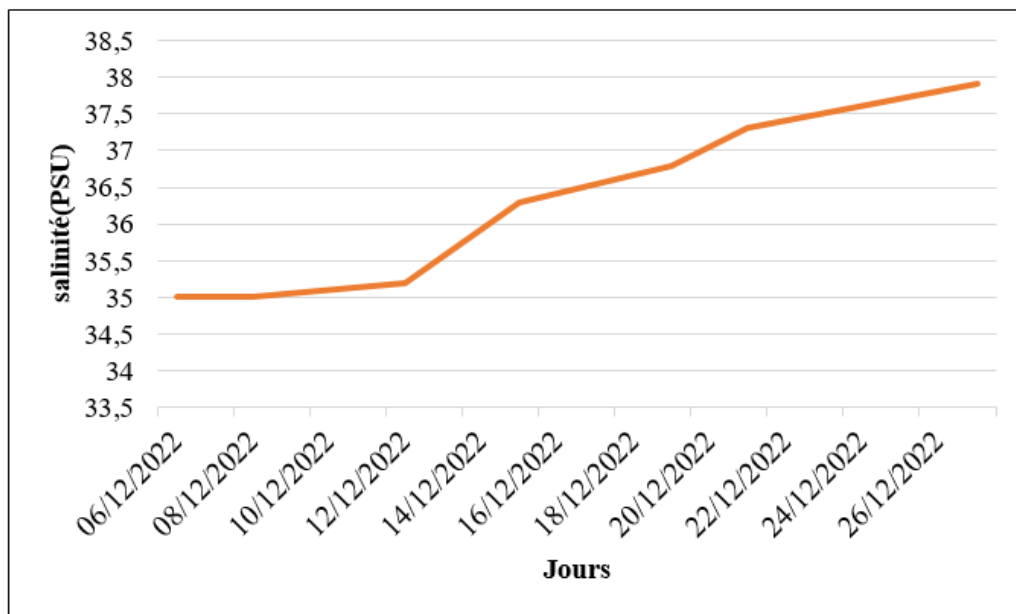


FIGURE III.2 – Suivi de la salinité durant la période de l'incubation (1ère Expérience).

Le graphe montre une augmentation progressive de la salinité au fil des jours, avec

des variations relativement constantes jusqu'au jour 22 de l'incubation. Au début de l'incubation, la salinité est mesurée à 35 PSU. Au cours des premiers jours, la salinité augmente légèrement, atteignant 36,8 PSU le 14ème (19.12.2022) jour de l'incubation. Cependant, à partir du 15ème jour (20.12.2022), on observe une augmentation de la salinité. La salinité passe à 37,9 PSU le 22ème jour (27.12.2022) de l'incubation. Cette augmentation peut être due à des facteurs tels que l'évaporation de l'eau de l'aquarium qui peut entraîner une concentration accrue des sels dissous dans l'eau restante. Au fur et à mesure que l'eau s'évapore, les sels minéraux restent dans l'eau, ce qui entraîne une augmentation de la salinité.

Une comparaison avec d'autres études révèle des observations similaires et offre une perspective plus large. Par exemple, l'étude menée par Fernandez-Boo et al. (2017) a également noté des fluctuations de la salinité au cours de l'incubation de la seiche. Ces fluctuations pourraient être liées à des facteurs environnementaux et à des processus tels que l'évaporation. D'autre part, l'étude de Santos et al. (2013) a mis en évidence que des fluctuations de salinité plus prononcées peuvent influencer la taille et la viabilité des embryons de seiche. Cela souligne l'importance de surveiller de près les variations de la salinité et leurs conséquences potentielles sur le développement.

- **pH** :La figure III.3 illustre un graphe qui représente le suivi du pH en fonction des jours de l'incubation dans l'aquarium :

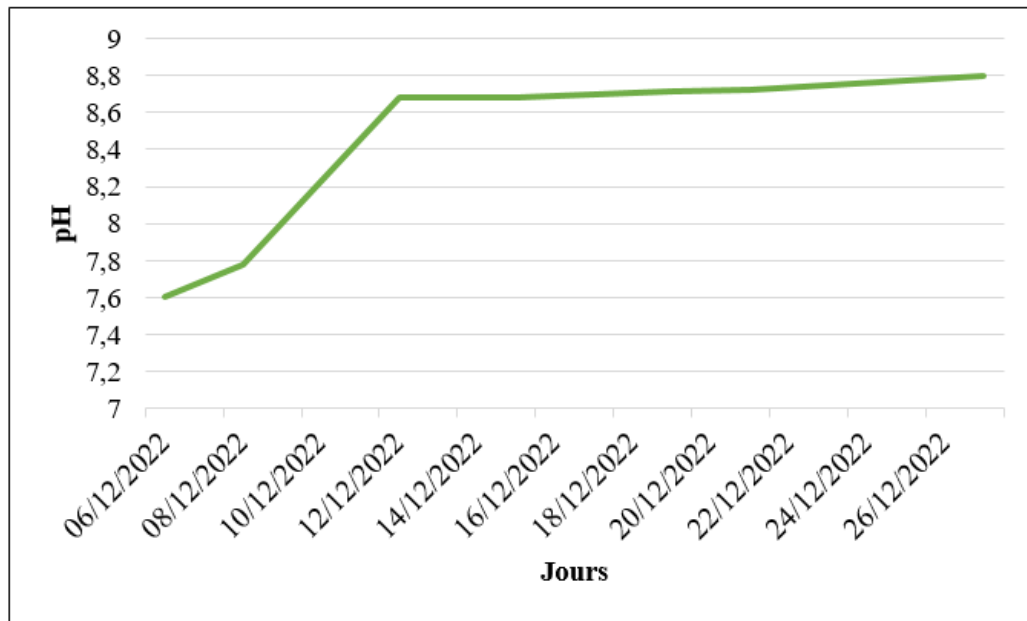


FIGURE III.3 – Suivi du pH durant la période de l'incubation (1ère Expérience) .

Le graphe montre une légère fluctuation du pH au fil des jours, avec une tendance globale à la hausse. Au début de l'incubation, les valeurs de pH restent relativement stables autour de 8,6 les premiers jours. Cela peut être dû à l'équilibre initial entre les composés chimiques présents dans l'aquarium et les sécrétions des œufs de seiche. À partir du 15ème jour (20.12.2022) de l'incubation, le pH commence à augmenter légèrement, atteignant 8,8 le 22ème jour (27.12.2022). La surveillance régulière du pH est importante dans l'incubation des œufs de seiche commune, car de légères variations peuvent avoir un impact sur le développement des embryons. Des valeurs de pH optimales et stables sont essentielles pour favoriser la survie et la croissance saine des œufs.

La phase initiale de stabilité est cohérente avec les observations de plusieurs études, notamment l'étude de Patterson et *al.* (2002), qui a noté des valeurs de pH similaires au début de l'incubation à notre étude.

L'augmentation du pH à partir du 15ème jour est une observation importante qui peut être influencée par les facteurs déjà mentionnés. Des études comme celle de Reis

et *al.* (2018) ont également suggéré que les processus métaboliques des embryons peuvent influencer le pH de l'eau.

La stabilité du pH est cruciale pour le développement sain des embryons de la seiche. Les fluctuations de pH, même légères, peuvent avoir un impact sur les processus métaboliques, la survie et la viabilité des embryons donc il est important de surveiller régulièrement le pH pour garantir des valeurs optimales et stables. L'étude de Ribeiro, P. et *al.* (2015) a également souligné l'importance du pH dans le développement des embryons de céphalopodes.

- **Oxygène dissous** : La figure III.4 illustre un graphe qui représente le suivi de l'oxygène dissous en fonction des jours de l'incubation dans l'aquarium :

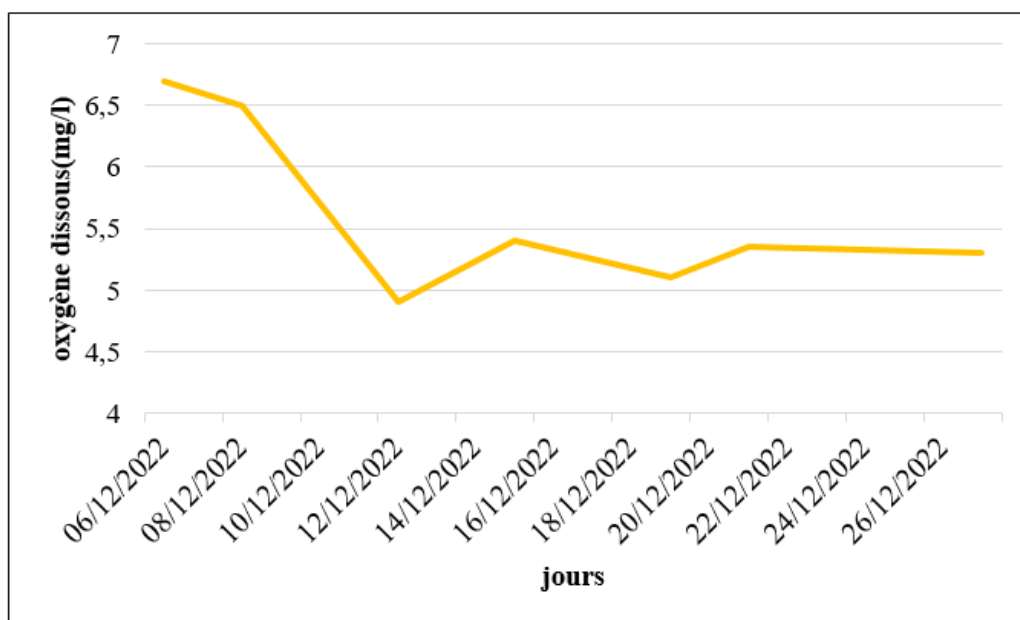


FIGURE III.4 – Suivi de l'oxygène dissous durant la période de l'incubation (1ère Expérience) .

Le graphe met en évidence la variation de l'oxygène dissous dans l'aquarium d'incubation des œufs de seiche commune.

Au 1er jour (06.12.2022) de l'incubation, la valeur de l'oxygène dissous était de 6,7 indiquant un niveau relativement élevé d'oxygène dans l'eau de l'aquarium. Cela est attribué à une aération adéquate de l'eau ou à une concentration initialement élevée d'oxygène dissous.

Au 7ème jour (12.12.2022) de l'incubation, une baisse significative de l'oxygène dissous est observée, avec une valeur de 4,9. Cette baisse peut être due à la consommation d'oxygène par les œufs de seiche et à des facteurs environnementaux tels que la température ou à l'activité métabolique des œufs de seiche. Une diminution de l'oxygène dissous peut avoir des conséquences négatives sur le développement et la survie des œufs de seiche.

Au 10ème jour (15.12.2022), la valeur de l'oxygène dissous remonte légèrement à 5,4, montrant une certaine récupération par rapport aux jours précédents. Cependant, la valeur reste inférieure à celle du jour 1, indiquant une réduction persistante de l'oxygène dissous. Au 20ème jour (25.12.2022) et au 22ème jour (27.12.2022), les valeurs de l'oxygène dissous montrent une certaine stabilité avec de légères variations. Cela peut indiquer un équilibre relatif entre la consommation et la production d'oxygène dans l'aquarium d'incubation.

- Expérience 02

- **Température** : Le graphe présenté dans la figure III.5 représente l'évolution de la température en fonction des jours d'incubation dans l'aquarium :

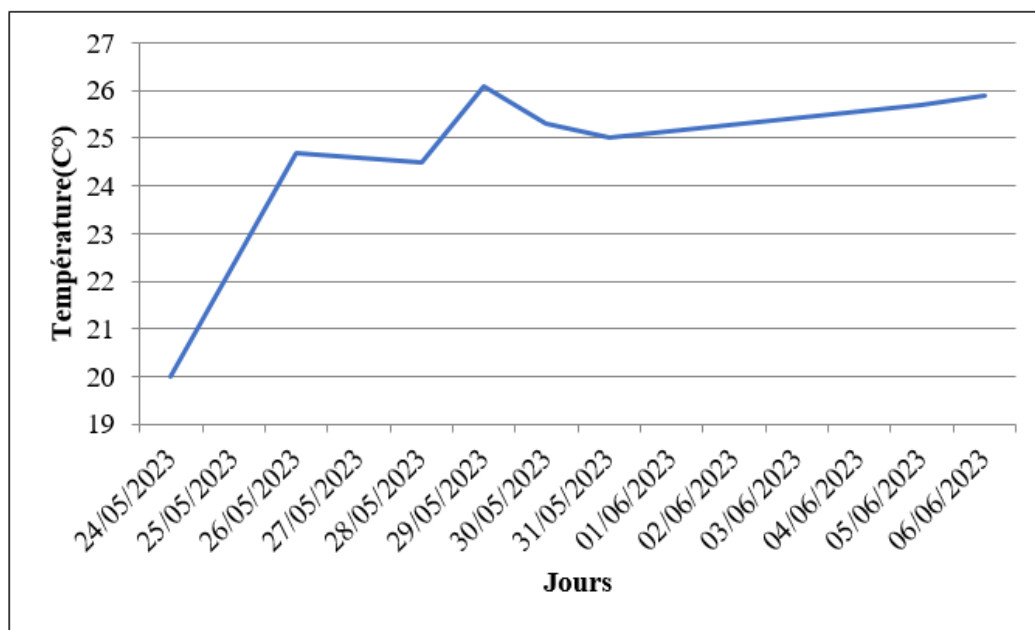


FIGURE III.5 – Suivi de la température durant la période de l'incubation (2ème Expérience).

Le graphe illustre une certaine variabilité de la température au cours des jours d'incubation. Les cinq premiers jours montrent une température relativement stable autour de 19° C et 24° C. Notons que l'aquarium est réglé sur une température souhaitée de 26° C, bien qu'il y ait une légère variation initiale. Ceci est cohérent avec les observations de Delany & Wood, (2003).

Au 6ème jour (29.05.2023), une augmentation de la température est observée, atteignant 26,1° C. Cela pourrait être dû au changement de la résistance et à une variation de la température ambiante. Cette variation, bien que notable, montre la complexité de la régulation thermique dans les systèmes d'incubation, comme l'a relevé également Hanlon, & Forsythe, (1985).

Les jours suivants montrent une tendance de maintien de la température autour de 25-26° C, avec des valeurs oscillantes entre 25,3° C et 25,9° C. Malgré ces variations légères, la température demeure globalement proche de la température cible de 26° C. Cela est essentiel pour assurer le bon développement des embryons, comme l'ont confirmé des études telles que celle de Walker, & Ransler, (2005).

Ces variations peuvent être attribuées à des facteurs tels que la régulation du système de chauffage, les fluctuations de la température ambiante ou les ajustements de la résistance pour maintenir la température désirée et même à des changements de l'eau et ça peut être même dû au fait de réalisé plusieurs prélèvements d'eau pour le contrôle quotidien.

Il est important de noter que le maintien d'une température relativement constante dans cet intervalle est essentiel pour favoriser le bon développement des œufs de seiche commune pendant l'incubation. Des variations excessives de température peuvent avoir des conséquences négatives sur la viabilité et la croissance des embryons.

- **Salinité** :Le graphique III.6 présente la variation de la salinité en fonction des jours d'incubation dans l'aquarium :

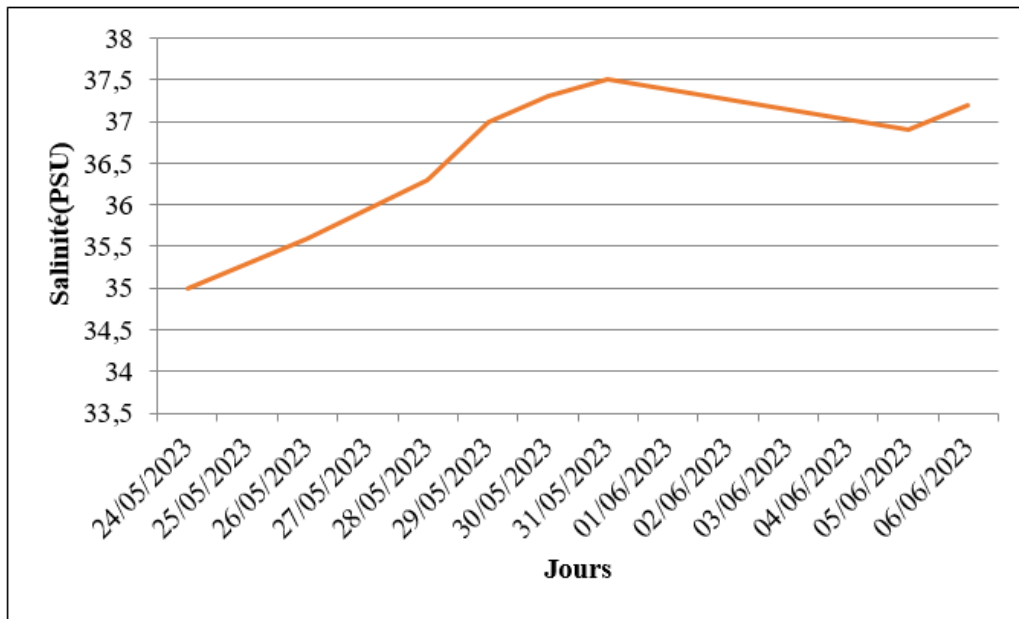


FIGURE III.6 – Suivi de la salinité durant la période de l'incubation (2ème Expérience).

La salinité de l'eau dans l'aquarium d'incubation joue un rôle essentiel dans le développement des œufs de seiche.

Au début de l'incubation, la salinité de l'eau était de 35, puis elle a progressivement augmenté jusqu'à atteindre une valeur maximale de 37,5, avant de diminuer légèrement vers 36,9. Cette diminution est le résultat des mesures prises pour ajuster la salinité de l'eau afin de maintenir un environnement optimal pour le développement des œufs de seiche commune.

La valeur initiale de 35 correspond à la salinité naturelle de l'eau de mer qui a été utilisée dans l'aquarium d'incubation. L'augmentation progressive de la salinité peut être due à plusieurs facteurs, tels que l'eau de remplissage et le changement de l'eau de l'aquarium, et même à l'évaporation de l'eau douce laissant plus de sels dans l'aquarium. Cette observation est en cohérence avec les résultats d'études similaires, telles que celle de Smith, et *al.* (2012).

La valeur maximale de 37,5 indique un niveau plus élevé que la salinité ait atteint, cela a pu être bénéfique pour l'incubation des œufs de seiche commune, car cette

espèce est généralement adaptée à des environnements marins plus salés. Cette augmentation peut favoriser la survie et la croissance des embryons en reproduisant des conditions plus proches de leur habitat naturel et contribue aussi à la bonne formation et le fonctionnement normal des structures internes des larves. Ces résultats concordent avec les observations de Delany & Wood (2003), qui ont également noté l'importance de maintenir une salinité adéquate pour le développement embryonnaire.

- **pH** : Le graphique présenté dans la figure III.7 représente l'évolution du pH en fonction des jours d'incubation dans l'aquarium :

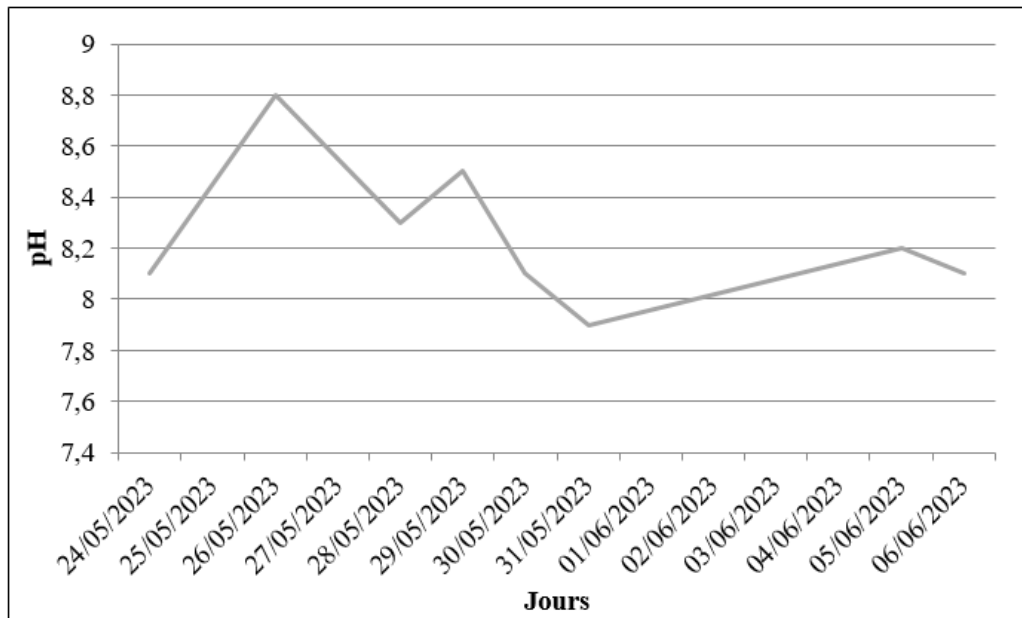


FIGURE III.7 – Suivi du pH durant la période de l'incubation (2ème Expérience).

Le graphe présente des fluctuations du pH au fil des jours, avec des valeurs enregistrées allant de 7,9 à 8,8. Ces variations peuvent indiquer des changements dans les conditions chimiques de l'aquarium d'incubation.

Au cours des premiers jours, le pH semble être relativement stable, oscillant entre 8,1 et 8,3. Cela suggère que les conditions initiales du milieu étaient relativement équilibrées et favorables à l'incubation des œufs de seiche. Comme l'ont également constaté Jones, et *al.* (2001).

Cependant, à partir du 3ème jour (26.05.2023) de l'incubation, on observe une augmentation du pH, atteignant 8,8. Une telle élévation peut être attribuée à plusieurs facteurs, tels qu'une augmentation de la concentration de bicarbonate ou une baisse de concentration de dioxyde de carbone dissous dans l'eau. Cela pourrait être le produit d'une activité métabolique accrue des organismes incubés. Ces observations sont en accord avec les conclusions de Melzner et *al.* (2009), qui ont également noté des variations de pH liées au métabolisme embryonnaire. La valeur de pH de 7,9 enregistrée le 8ème jour (03.06.2023) indique une baisse du pH par rapport aux jours précédents. Cela peut être le résultat d'une augmentation de la concentration de dioxyde de carbone dans l'eau, provoquant ainsi une légère acidification.

La variation du pH entre 8,1 et 8,2 observées vers la fin de la période d'incubation peut indiquer une certaine fluctuation, mais globalement une stabilité relative du pH dans l'aquarium. Ce paramètre doit donc être fréquemment contrôlé afin d'éviter tout débordement pouvant provoquer une situation critique. Cette fluctuation peut être due à des facteurs tels que le métabolisme embryonnaire, la respiration des embryons et les interactions complexes entre les processus biologiques et chimiques.

- **Oxygène dissous** : Le graphe présenté dans la figure III.8 représente l'évolution de l'oxygène dissous en fonction des jours d'incubation dans l'aquarium .

Le graphe montre une certaine variabilité du niveau d'oxygène dissous au fil des jours dans l'aquarium d'incubation :

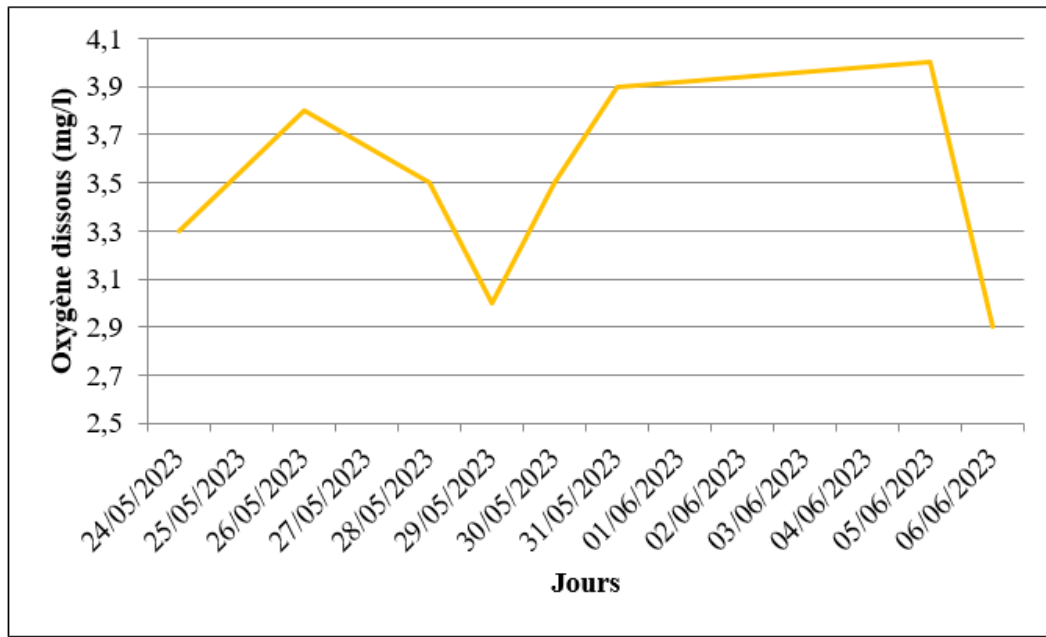


FIGURE III.8 – Suivi de l’oxygène dissous durant la période de l’incubation (2ème Expérience).

La variabilité des niveaux d’oxygène dissous peut être influencée par plusieurs facteurs, tels que l’aération de l’eau dans l’aquarium, la présence du phytoplancton ou d’autres organismes qui consomment de l’oxygène, la température de l’eau et le pH. Ces facteurs peuvent varier d’un jour à l’autre et entraîner des fluctuations observées dans les mesures d’oxygène dissous. Comme l’ont noté Melzner et *al.* (2009). Les valeurs extrêmes enregistrées, notamment 2,9 mg/l au 14ème jour (06.06.2023), sont préoccupantes et indiquent une baisse de l’oxygène dissous. Cette baisse peut résulter de la combinaison de plusieurs facteurs, tels que la respiration accrue des embryons à mesure qu’ils se développent, les interactions complexes avec la température élevée et le pH élevé enregistrés ce jour-là. Cette observation est cohérente avec les constatations de Kite et *al.* (2017) qui ont également noté des niveaux d’oxygène dissous critiques pour le développement des embryons de seiche.

La corrélation entre la baisse de l’oxygène dissous et d’autres paramètres tels que la température et le pH montre la complexité des interactions environnementales dans les systèmes d’incubation. Ces facteurs doivent être surveillés et ajustés de manière appropriée pour maintenir un environnement propice au développement sain des

embryons, comme l'ont souligné Rocha & Bassères (2014).

III.1.3 Eclosion

L'éclosion des œufs revêt une étape essentielle dans le cycle de vie de la seiche, marquant le commencement de la vie autonome pour les juvéniles. À travers nos observations et analyses, on a cherché à comprendre les différents aspects de ce processus complexe, en examinant des paramètres tels que le taux d'éclosion, le développement embryonnaire et les facteurs environnementaux qui influencent la réussite de l'éclosion. En contrôlant avec précision les paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, la salinité et l'oxygène dissous, un environnement propice à la survie et à l'éclosion des œufs de seiche a été créé. Cette approche expérimentale a permis d'observer de près le processus complexe de développement embryonnaire des seiches et de recueillir des données précieuses.

Dans cette section, les résultats de l'éclosion des œufs de la seiche commune *S. officinalis* ont été examinés. Ces derniers fournissent un aperçu précieux des mécanismes impliqués dans l'éclosion des œufs de la seiche commune et contribuent à la compréhension générale de la biologie et de l'écologie de cette espèce.

De plus, les principales données issues des analyses approfondies sont également présentées, mettant en évidence les aspects les plus pertinents de cette étude.

Le tableau suivant englobe les valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'aquarium le jour de l'éclosion dans les deux expériences réalisées.

TABLE III.1 – Valeurs des paramètres physico-chimiques le jour de l'éclosion

Paramètres physico-chimiques	Température (°C)	Salinité	pH	Oxygène dissous
Expérience 1 (28/12/2022)	23,7	39,3	8,75	5,3
Expérience 2 (29/05/2023)	26,1	37	8,5	3

- Dans la première expérience, il a été constaté que sur les 50 œufs incubés, 38 ont éclos, ce qui représente un taux d'éclosion de 76%. Ce taux indique une réussite modérée de l'incubation.

Plusieurs éléments peuvent avoir contribué à ce résultat. Tout d'abord, la qualité de l'eau joue un rôle important dans le développement des œufs et l'éclosion. Il est important

donc de favoriser leur milieu et d'essayer de s'approcher au maximum des paramètres du milieu marin naturel.

L'alimentation des géniteurs avait également un impact sur la qualité des œufs et leur viabilité. Une alimentation inadéquate ou déséquilibrée peut entraîner des carences nutritionnelles chez les géniteurs, ce qui provoquera des conséquences néfastes sur les œufs et les seichons, comme l'ont souligné Sauer et *al.* (2017).

- Dans la deuxième expérience, on a observé un taux d'éclosion de 6% (60 œufs éclos sur 1000 œufs). Ce taux d'éclosion est considérablement plus faible que celui de la première expérience et soulève des préoccupations quant à la viabilité et à la réussite de l'incubation. On a aussi remarqué la sortie de contenu des œufs vers l'extérieur, pour cela que le taux d'éclosion était trop faible.

La sortie de contenu des œufs peut être le résultat d'une détérioration ou d'une rupture de la membrane protectrice ou l'enveloppe de l'œuf. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à cette détérioration, tel que les conditions environnementales défavorables, telles qu'une qualité de l'eau inappropriée, une exposition à des niveaux élevés de pollution ou des fluctuations de température, peuvent affaiblir la capsule d'œuf. Ces conditions peuvent rendre la membrane plus fragile et susceptible de se rompre, entraînant ainsi la sortie du contenu des œufs. Cela peut être provoqué également par un milieu hypotonique (de faible salinité), Comme l'ont également constaté Rodríguez-Domínguez et *al.* (2020).

De plus, des facteurs liés à la manipulation des œufs peuvent également jouer un rôle. Une manipulation brutale ou excessive des capsules d'œufs peut causer des dommages à la membrane et provoquer la sortie du contenu. Une évaluation minutieuse des facteurs tels que la qualité de l'eau, l'alimentation des géniteurs et d'autres paramètres de gestion est nécessaire pour comprendre les raisons de ce faible taux d'éclosion. Ces résultats soulignent l'importance d'optimiser les pratiques d'incubation pour favoriser une éclosion réussie des œufs. Ce qui est en accord avec les découvertes de Forsythe & Hanlon (1997).

III.2 Croissance

Dans cette partie, on présente les données de croissance que nous avons collectées dans l'élevage des juvéniles de la seiche. On a analysé ces données pour identifier les tendances de croissance et les facteurs environnementaux, tels que la qualité de l'eau (pollution de l'eau), la température, salinité, pH, oxygène dissous et l'alimentation qui peuvent influencer la croissance des juvéniles.

III.2.1 Analyse des Paramètres Physico-Chimiques

On a collecté des données détaillées sur les paramètres physico-chimiques de l'eau tout au long de la phase d'éclosion des œufs et d'élevage des juvéniles. L'objectif était d'analyser les variations de ces paramètres et d'évaluer leur influence sur croissance.

Les graphes suivants représentent ces données du suivi quotidien de la température, salinité, oxygène dissous et pH durant la croissance.

- **Expérience 01 :**

- **Température :** Le graphique présenté dans la figure III.9 représente l'évolution de la température en fonction de la croissance des juvéniles dans un aquarium. Le graphe représente le suivi de la température en fonction des jours dans l'aquarium de la croissance des juvéniles de seiche :

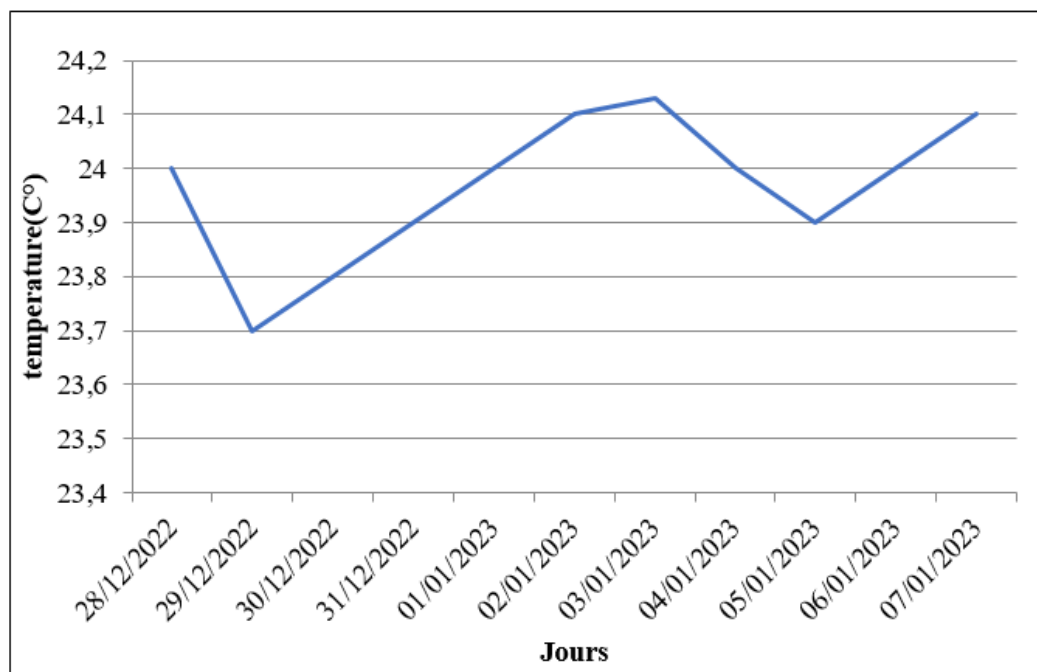


FIGURE III.9 – Suivi de la température durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience) .

Au début de l'expérience 1er jour (28.12.2022) et 2ème jour (29.12.2022), la température reste relativement stable autour de 23,7°C. Cela peut être dû à une régulation thermique efficace par une résistance pour maintenir la température optimale de l'eau dans l'aquarium. Cependant, à partir du 6ème jour (02.01.2023), une augmentation de la température est observée, atteignant 25,1°C, peut être le résultat de divers facteurs tels que les fluctuations de la température ambiante, l'efficacité de la régulation thermique ou même des ajustements intentionnels pour stimuler la croissance des juvéniles. Ces observations sont conformes aux constatations de Roura et *al.* (2019), qui ont également noté l'impact de la température sur la croissance et le développement des juvéniles de seiche.

Au 7ème jour (03.01.2023) la température diminue légèrement à 24,5° C, mais reste globalement élevée par rapport aux jours précédents. Les variations de température observées sont liées à des ajustements de la régulation thermique suite à des fluctuations naturelles de la température ambiante. Après les jours suivants montrent une tendance à la stabilisation de la température autour de 24° C.

- **Salinité** : Les graphiques présentés dans la figure III.10 représentent l'évolution de la salinité en fonction de la croissance des juvéniles dans l'aquarium :

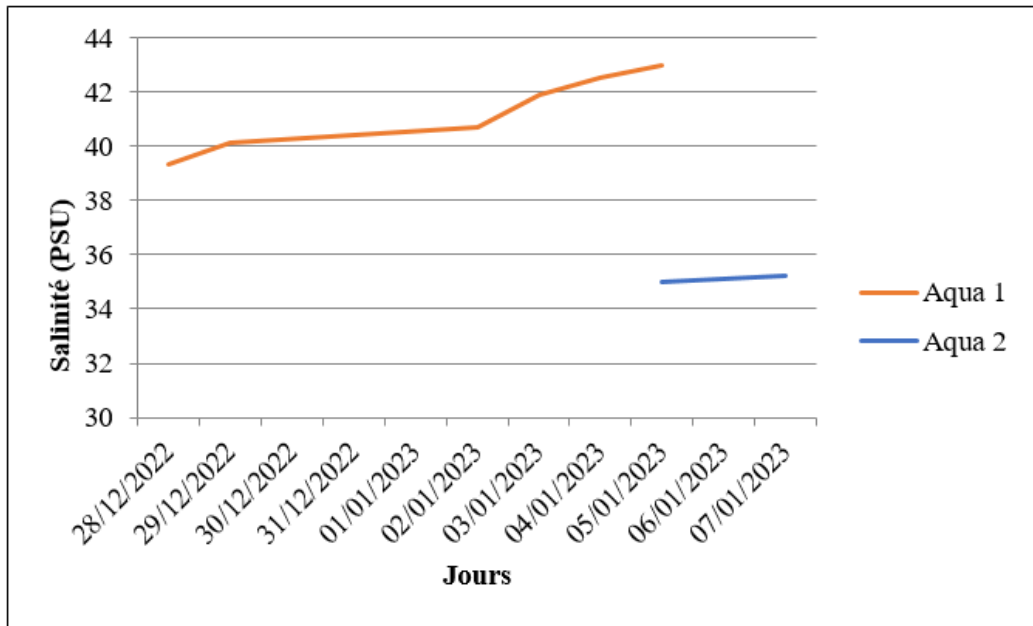


FIGURE III.10 – Suivi de la salinité durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience).

Les graphes révèlent une évolution de la salinité au fil des jours, jusqu'au 9ème jour (05.01.2023).

Les valeurs de salinité augmentent progressivement, passant de 39,3 PSU le 28.12.2022 à 42,5 PSU le 04.01.2023. Le 9ème jour (05.01.2023), la salinité atteint une valeur de 43 PSU avant le changement d'aquarium. Cette valeur élevée peut avoir plusieurs explications, notamment l'évaporation de l'eau et l'accumulation de sels dans l'aquarium. Cependant, après le changement d'aquarium, la salinité chute brusquement à 35 PSU. Cette diminution est due à l'introduction d'une nouvelle source d'eau avec une salinité différente de celle de l'aquarium initial.

Les jours suivants (jusqu'au 07.01.2023), la salinité reste relativement stable autour de 35.2 PSU, ce qui reflète les nouvelles conditions de l'eau de mer introduite.

La variation de salinité peut avoir des implications importantes pour le développement des juvéniles de seiche, en particulier en ce qui concerne leur croissance et leur adaptation. Les juvéniles de seiche commune sont naturellement adaptés à des

environnements marins où les niveaux de salinité sont trop élevés. Les résultats de notre étude suggèrent que des changements brusques de salinité, comme celui observé après le changement d'aquarium, pourraient potentiellement influencer leur métabolisme, leur comportement et leur croissance. Cela est cohérent avec l'étude de Pereira et *al.* (2018), qui a examiné les effets des changements de salinité sur les juvéniles de la Sepia.

Cette étude a également observé les réponses comportementales des juvéniles à des variations de salinité.

Les résultats de Pereira et *al.* (2018), suggèrent que des changements de salinité peuvent influencer le comportement natatoire et l'activité des juvéniles, ce qui peut avoir des conséquences sur leur croissance et leur bien-être.

- **pH** : Les graphiques présentés dans la figure III.11 représentent l'évolution de pH en fonction de la croissance des juvéniles dans l'aquarium :

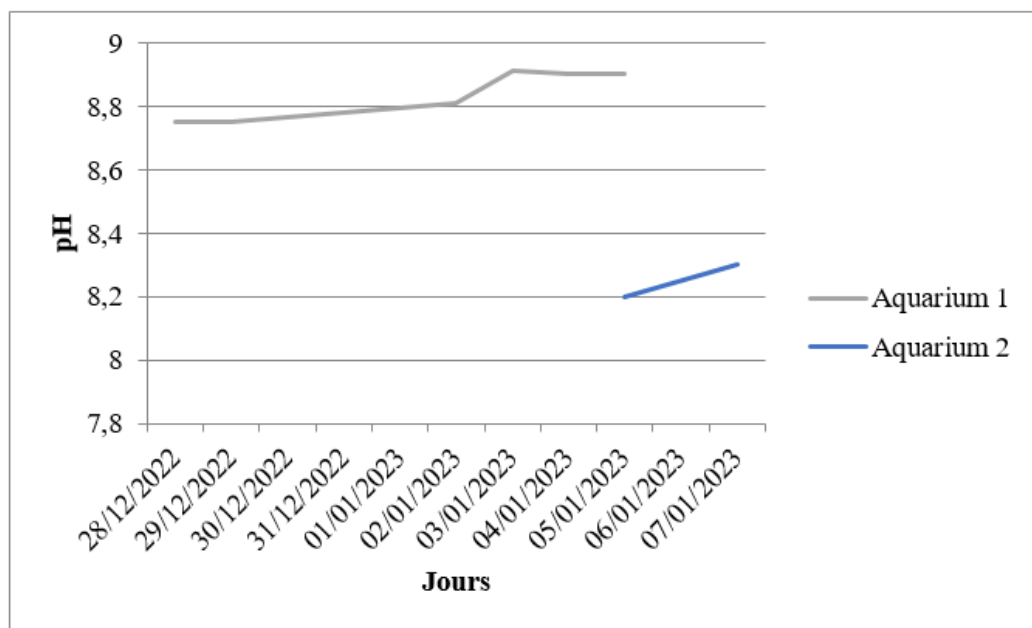


FIGURE III.11 – Suivi du pH durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience).

Les graphes montrent une tendance initiale de stabilité du pH, suivi d'un changement après le 9ème jour (05.01.2023), où les valeurs de pH diminuent. Au début de l'observation, les valeurs élevées du pH oscillant autour de 8,75 sont influencées par

les facteurs déjà mentionnés dans la partie de l'incubation (le même milieu de l'incubation) Des études comme celle de Reis, et *al.* (2018) ont également suggéré que les processus métaboliques des embryons peuvent influencer le pH de l'eau. Cependant, après le changement d'aquarium le 9ème jour (05.01.2023), le pH diminue brusquement à 8,2. Cette diminution est probablement due aux caractéristiques chimiques de la nouvelle eau de mer introduite. Les jours suivants (jusqu'au 07.01.2023), le pH augmente légèrement à 8,3. Cependant, il reste inférieur aux valeurs observées avant le changement d'aquarium.

Les recherches de Sauer et *al.* (2017) et Melzner et *al.* (2009) ont abordé les effets du pH sur les organismes marins. En combinant nos résultats avec les leurs, on peut obtenir une perspective plus complète sur la manière dont les changements de ces paramètres peuvent influencer la croissance et la survie des juvéniles de seiche commune.

- **Oxygène** :dissous Les graphiques présentés dans la figure III.12 représentent l'évolution de l'oxygène dissous en fonction de la croissance des juvéniles dans l'aquarium :

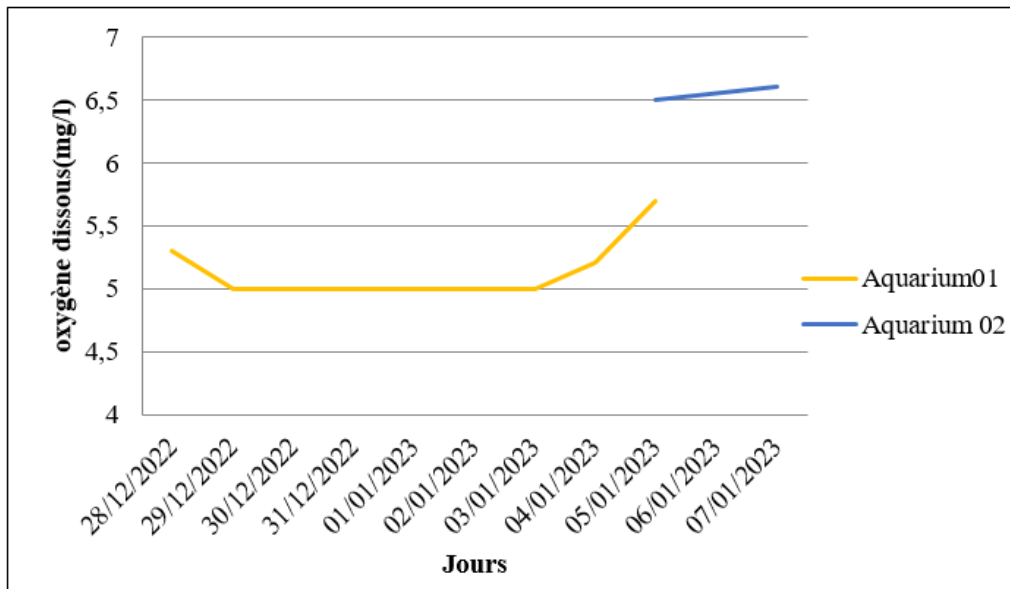


FIGURE III.12 – Suivi de l'oxygène dissous durant la période de croissance des juvéniles de la seiche (1ère Expérience) .

Les graphes montrent une relative stabilité des niveaux d'oxygène dissous en fonction des jours jusqu'au 04.01.2023. Les valeurs d'oxygène dissous restent autour de 5 mg/L, avec des variations légères. Le 05.01.2023, les niveaux d'oxygène dissous augmentent légèrement à 5,7 mg/l avant le changement d'aquarium. Cette augmentation peut être le résultat d'ajustements dans les conditions de l'aquarium ou d'une meilleure circulation d'air. Après le changement d'aquarium le 9ème jour (05.01.2023), les niveaux d'oxygène dissous augmentent davantage, atteignant 6,5 mg/l. Cette augmentation peut être due à de meilleures caractéristiques de l'eau de mer naturelle utilisée pour le nouvel aquarium.

Les jours suivants (jusqu'au 7.01.2023), les niveaux d'oxygène dissous restent élevés, atteignant 6,6 mg/l. Cela indique que les conditions environnementales de l'aquarium favorisent une bonne oxygénation de l'eau. La FAO recommande un taux d'oxygène dissous qui dépasse les 5mg/l.

- Expérience 02 :

Dans la deuxième expérience, les données de croissance des juvéniles sont identiques à celles obtenues lors de la phase d'incubation. Cette similitude est due à deux raisons principales : premièrement, les juvéniles n'ont pas été déplacés vers un nouvel emplacement après l'incubation, et deuxièmement, tous les œufs n'ont pas éclos complètement.

En maintenant les juvéniles dans le même environnement que celui de l'incubation, on a pu suivre leur croissance de manière continue et directe. Cela a permis d'établir un lien direct entre les conditions d'incubation initiales et le développement ultérieur des juvéniles.

III.2.2 Évolution de la Taille et du Poids des Juvéniles : Résultats et Interprétation

- Taille : Le graphique présenté dans la figure III.13 présente l'évolution de la largeur et la longueur des juvéniles de la seiche en fonction des jours de la croissance dans l'aquarium :

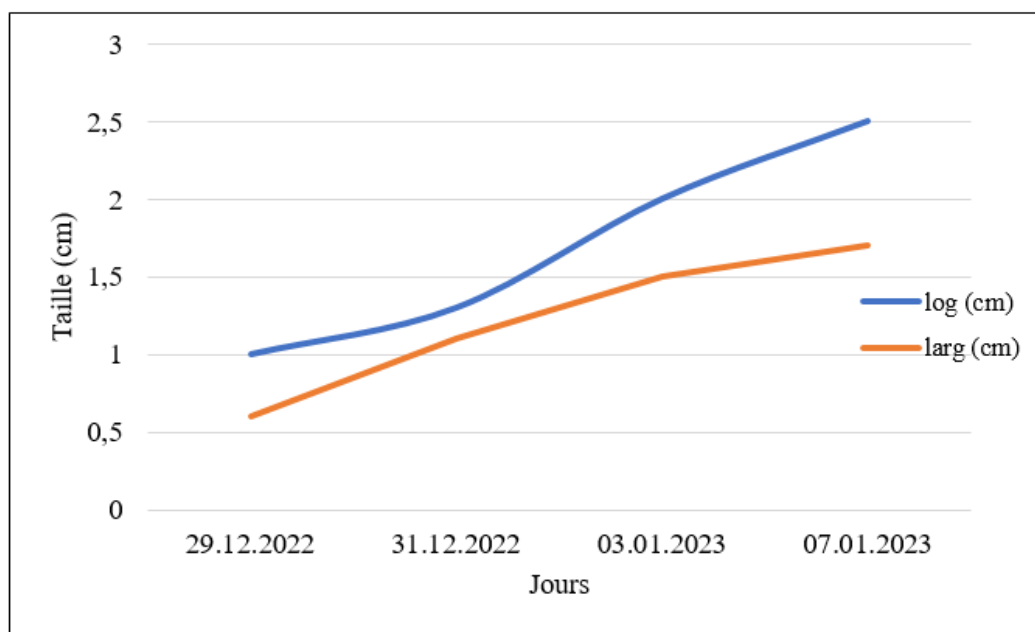


FIGURE III.13 – Variation de la taille des juvéniles en fonction des jours de la croissance.

La courbe de la longueur des juvéniles présente une augmentation régulière sur la période étudiée. Au cours des jours considérés, la longueur des juvéniles est passée d'environ 1 cm à 2,5 cm. Cette croissance progressive suggère un développement continu des juvéniles de seiche commune sur cette période (10 jours). De même, la courbe de la largeur des juvéniles a également montré une augmentation constante. Elle est passée d'environ 0,6 cm à 1,7 cm sur la période observée (10 jours). Cette augmentation proportionnelle de la largeur par rapport à la longueur renforce l'idée que la seiche se développe de manière cohérente. Ces observations confirment l'attente générale selon laquelle les juvéniles de seiche augmentent à la fois en longueur et en largeur à mesure qu'ils grandissent. Les données de notre projet corroborent cette hypothèse et fournissent une base solide pour comprendre la croissance des juvéniles de seiche commune. Notre analyse est conforme aux découvertes de l'étude menée par Garcia et *al.* (2018), qui a également observé une croissance régulière des juvéniles de seiche en captivité.

- Poids : Le graphique présenté dans la figure III.14 présente l'évolution du poids des juvéniles de la seiche commune en fonction du temps :

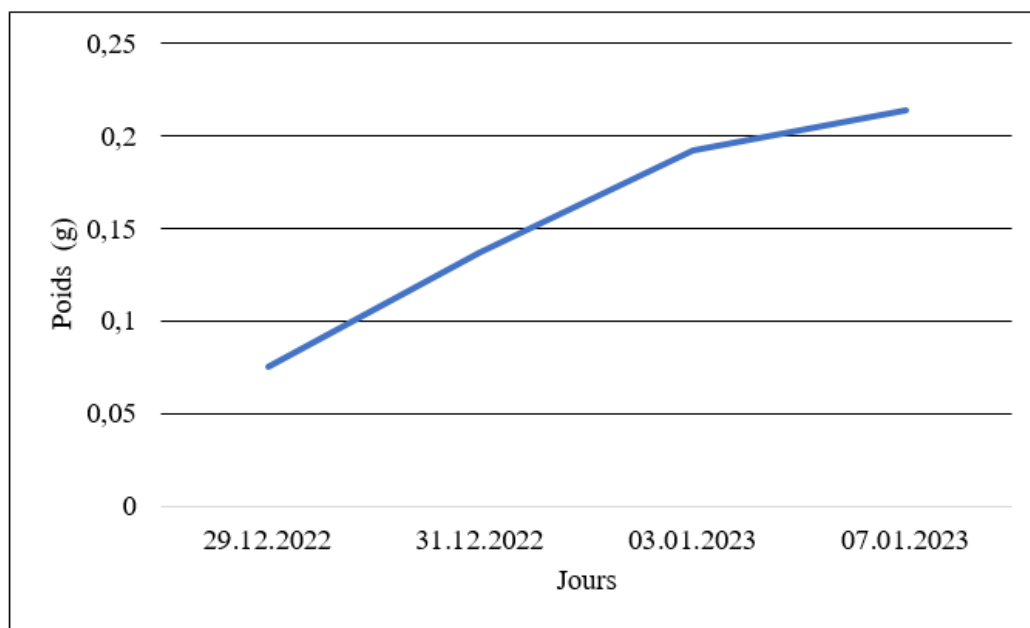


FIGURE III.14 – Variations du poids des juvéniles en fonction des jours de la croissance.

Il montre une tendance générale à l'augmentation du poids des juvéniles au fur et à mesure des jours. Les valeurs du poids varient de 0,0753 g le 29 décembre 2022 à 0,2138 g le 7 janvier 2023. L'observation des points sur le graphe révèle une croissance progressive du poids des juvéniles de seiche commune. Par exemple, en seulement quelques jours, le poids des juvéniles a augmenté. Entre le 29 décembre 2022 et le 7 janvier 2023, le poids est passé d'environ 0,075 g à 0,2138 g. Les données fournies montrent également une cohérence dans la croissance du poids des juvéniles de la seiche, avec des valeurs relativement proches les unes les autres. Cette cohérence suggère une tendance prévisible de gain de poids à mesure que les juvéniles se développent. Notre analyse est en accord avec les découvertes de l'étude menée par Smith et *al.* (2020), qui a également observé une augmentation progressive du poids des juvéniles de seiche en captivité.

Ces résultats montrent que l'alimentation abordée pour les juvéniles (l'Artémia) était efficace. Nous avons également observé des similitudes avec les conclusions de l'étude de Adjaout et Zerifi en 2022. Dans notre étude, les juvéniles de seiche ont montré un comportement de prédation similaire à celui des adultes lorsqu'ils étaient alimentés avec de l'artémia. De plus, nous avons constaté un phénomène de

mimétisme par homochromie chez les jeunes seiches, confirmant ainsi certains des résultats précédemment rapportés dans l'étude mentionnée.

Ainsi que les résultats des paramètres déjà mentionnés suggèrent que de bons paramètres physicochimiques du milieu avaient un impact positif sur le développement des juvéniles de seiche, ce qui est similaires aux observations d'étude antérieure menée par Adjaout et Zerifi en 2022.

III.3 Mortalité

III.3.1 Mortalité des géniteurs

- Premier essai

Pour le premier essai, plusieurs causes de mortalité ont été identifiées. Tout d'abord, six individus sur 17 ont péri en raison de l'asphyxie pendant le transport, indiquant un problème dans les conditions de manipulation et de transport. Ensuite, une femelle est morte juste après la ponte, probablement en raison de l'effort physique intense associé à ce processus. De plus, le cannibalisme entre les individus a été observé, avec deux cas où les grands individus ont dévoré les plus petits en raison de manque de nourriture. Une mortalité massive a également été constatée à la fin de l'expérience, environ 15 jours après son début, en raison d'une carence en alimentation vivante « Saurel » et d'un renouvellement d'eau irrégulier. Les mauvaises conditions météorologiques ont empêché l'approvisionnement en aliments d'origine marine, ce qui a accentué la carence alimentaire et conduit à la mort de 8 individus.

- **Deuxième essai** Concernant le deuxième essai, il a été observé une mortalité pendant le transport, où 10 individus n'ont pas survécu sur 18 individus. De plus, une mortalité massive est survenue juste après la reproduction et la ponte (8 individus sur 10), environ 38 jours après le début de l'essai. Les raisons exactes de cette mortalité n'ont pas été identifiées, mais il est possible que des facteurs liés au stress de la reproduction, aux conditions environnementales ou à d'autres facteurs internes ou externes aient causés à cette mortalité. Ces résultats mettent en évidence l'importance de prendre des mesures

appropriées pour améliorer les pratiques de transport, de manipulation et d'alimentation des géniteurs, ainsi que pour maintenir des conditions environnementales optimales tout au long de l'expérience. Ces mesures sont cruciales pour réduire la mortalité et assurer le succès de l'élevage des géniteurs de l'espèce étudiée.

En identifiant ces facteurs de mortalité potentiels et en soulignant l'importance d'améliorer les pratiques d'alimentation, de gestion de l'environnement et de manipulation des géniteurs, notre analyse montre que l'amélioration de ces aspects est essentielle pour réduire les taux de mortalité et augmenter le succès global de l'élevage de l'espèce étudiée. De manière similaire à l'étude menée par Adjaout et Zerifi, en 2022, nous avons également observé une mortalité massive des géniteurs. Notre analyse est en accord avec les recherches de référence en aquaculture, telles que l'étude de Johnson et *al.* (2019), qui soulignent l'importance de la gestion des facteurs environnementaux et comportementaux pour réduire la mortalité des géniteurs dans les élevages d'espèces marines.

III.3.2 Mortalité des juvéniles

- Premier essai

Plusieurs facteurs ont été identifiés comme des causes de mortalité chez les juvéniles. Tout d'abord, une carence en alimentation, notamment en Artémia, a été observée, ce qui a entraîné une insuffisance nutritionnelle et une diminution de la survie des juvéniles. De plus, le cannibalisme entre les individus a été un problème, où les juvéniles se sont attaqués et se sont dévorés entre eux. Le stress a également joué un rôle, car les juvéniles sont naturellement plus fragiles et sensibles aux changements de leur environnement. Enfin, une mortalité massive est survenue après 15 jours de l'éclosion, probablement en raison d'un changement brusque d'aquarium, perturbant leur adaptation et leur survie.

- Deuxième essai

Dans ce deuxième essai, la carence en alimentation en Artémia a été à nouveau une cause majeure de mortalité parmi les juvéniles. De plus, le filtre de l'aquarium a malheureusement entraîné la mort de 21 individus sur 60, les juvéniles étant aspirés par le système de filtration. La manipulation et le prélèvement quotidiens des individus pendant 6 jours ont

également causé leur mortalité, probablement en raison du stress induit par ces manipulations répétées. Enfin, une mortalité massive s'est produite après 9 jours de l'éclosion, en raison d'un manque de renouvellement d'eau et à une augmentation de la température. Ces conditions ont provoqué la sortie des composants des œufs vers l'extérieur, compromettant la survie des juvéniles. Ces résultats soulignent la nécessité de mettre en place des mesures appropriées pour assurer une alimentation adéquate des juvéniles, éviter le cannibalisme entre les individus, minimiser le stress dû aux manipulations fréquentes, surveiller les systèmes de filtration et maintenir des conditions environnementales stables. Ces mesures sont essentielles pour réduire la mortalité des juvéniles et favoriser leur survie et leur croissance dans l'élevage de la seiche commune.

Nos conclusions reflètent les défis bien connus de l'aquaculture en ce qui concerne la mortalité des juvéniles, notamment les problèmes de nutrition, les comportements agressifs, le stress et la gestion de l'environnement. Contrairement à l'étude de Adjaout et Zerifi, en 2022, nous n'avons pas observé de mortalités quotidiennes importantes dans notre expérience. Les juvéniles de seiche semblent avoir survécu dans des conditions relativement stables, ce qui a réduit le nombre de mortalités et leur décomposition dans l'eau. Ces résultats sont cohérents avec des recherches antérieures en aquaculture, telles que l'étude de Lee et *al.* (2017), qui mettent en évidence l'importance d'une alimentation adéquate, de l'aménagement de l'espace et de la gestion environnementale pour réduire la mortalité chez les juvéniles en élevage. À la différence de l'étude de Adjaout et Zerifi, aucune contamination n'a été observée dans notre étude. Ces auteurs ont signalé la présence de *Vibrio alginolyticus* à un taux élevé dans les aquariums de tri dans leur étude, ce qui a eu un impact négatif sur les individus de seiche.

III.4 Facteurs de réussite

- Connaissance de la biologie et du comportement de la seiche commune : Une compréhension approfondie de la biologie, du cycle de vie, du comportement alimentaire, des exigences environnementales et des besoins spécifiques de la seiche commune est

essentielle. Cela a permis de mettre en place des pratiques d'élevage appropriées et de créer un environnement favorable à leur croissance et à leur reproduction.

- Qualité de l'eau : La qualité de l'eau est cruciale pour le succès de l'élevage de la seiche commune. Elle doit être maintenue à des niveaux appropriés de salinité, de température, d'oxygène dissous et de pH. Des systèmes de filtration efficaces et des protocoles de surveillance régulière de la qualité de l'eau doivent être mis en place pour garantir un environnement optimal pour les seiches communes.
- Alimentation adaptée : Une alimentation adéquate est essentielle pour une bonne croissance des seiches communes en élevage. Il est important de fournir une alimentation de qualité, riche sur le plan nutritionnel et adaptée aux différents stades de développement des seiches communes. Une bonne gestion de l'alimentation, avec un contrôle des quantités et des fréquences d'alimentation, est essentielle pour éviter la sous-alimentation ou la suralimentation.
- Gestion de l'environnement : L'environnement dans lequel les seiches sont élevées doit être soigneusement géré. Cela peut inclure la fourniture d'abris, de substrats ou de structures permettant aux seiches communes de se cacher et de se reposer. La création de zones d'ombre et de courants d'eau appropriés peut également favoriser l'oxygénation des œufs. La gestion de l'éclairage, la circulation de l'eau et la qualité de l'eau est également essentielle pour maintenir des conditions optimales.
- Gestion des maladies : La prévention et la gestion des maladies et des parasites sont des aspects cruciaux de la réussite de l'élevage de la seiche commune. Des mesures de prévention rigoureuses, telles que la quarantaine des nouveaux arrivants, la surveillance de la santé des animaux et l'application de protocoles de traitement appropriés en cas de besoin, doivent être mises en place. La surveillance régulière de la santé des seiches communes et une réaction rapide en cas de problème sont essentielles pour minimiser les pertes et maintenir la santé du cheptel.
- Recherche et développement continue : L'élevage de la seiche commune est un domaine en évolution constante. La recherche continue, l'innovation technologique et l'adaptation des pratiques d'élevage sont essentielles pour améliorer les résultats et

maximiser la réussite. Les fermes aquacoles qui investissent dans la recherche et le développement ont de meilleures chances de réussir dans l'élevage de la seiche commune.

III.5 Implications pratiques

- Développement de techniques d'élevage : L'élevage de la seiche commune est encore relativement nouveau et en développement. Il nécessite des recherches continues pour développer des techniques d'élevage efficaces, notamment en ce qui concerne la reproduction, l'alimentation, la gestion des habitats et la gestion des maladies. Les fermes aquacoles doivent investir dans la recherche et le développement pour améliorer les pratiques d'élevage et optimiser la production de seiches communes.
- Adaptation des installations : Les installations d'élevage aquacole doivent être adaptées aux besoins spécifiques des seiches communes. Cela peut inclure la conception de réservoirs appropriés, la mise en place de systèmes de filtration et de régulation de la température de l'eau, ainsi que la création de zones d'ombre ou d'abris pour les seiches communes. Les installations doivent être conçues pour recréer les conditions environnementales optimales pour la croissance et la survie des seiches communes.
- Gestion de l'alimentation : L'alimentation des seiches communes dans les fermes aquacoles est un aspect crucial de leur élevage. Les fermes doivent se procurer une alimentation de qualité qui répond aux besoins nutritionnels des seiches communes à différents stades de développement. Cela peut impliquer l'utilisation d'aliments vivants, tels que des mollusques ou des poissons, ainsi que des aliments commerciaux spécialement formulés. La gestion de l'alimentation doit être précise pour assurer une croissance saine et une bonne condition physique des seiches communes.
- Surveillance sanitaire : Comme pour toute activité aquacole, la surveillance de la santé des seiches communes est essentielle. Cela comprend la surveillance régulière de la qualité de l'eau, la détection précoce des maladies, la mise en quarantaine des nouveaux arrivants et la mise en œuvre de protocoles de traitement en cas de

maladies. Une attention particulière doit être accordée à la gestion des parasites et des infections bactériennes, qui peuvent affecter la santé des seiches communes en élevage.

- Commercialisation et valorisation : L'élevage de la seiche commune dans une ferme aquacole nécessite également une stratégie de commercialisation et de valorisation des produits. Les seiches communes peuvent être vendues sur les marchés nationaux et internationaux, en tant que produits frais, surgelés ou transformés. Les fermes aquacoles doivent établir des relations avec les distributeurs, les restaurants et les consommateurs finaux pour promouvoir les produits de seiche commune et assurer leur commercialisation efficace.

III.6 Limitations de l'étude

III.6.1 Limitations méthodologiques

- Parmi les méthodes qu'on a utilisées durant le cycle d'élevage; un système de filtration basé sur une filtration biologique et mécanique. Pour le filtre mécanique, nous considérons qu'il aurait été éventuellement préférable l'utilisation des branches d'arbres avec la ouate, car on a observé l'absorption de l'ancre par les branches utilisées comme des nids.
- En ce qui concerne la ponte il aurait été peut-être préférable de mettre des nids en utilisant des tubes en PVC allongés tout autour des bassins au lieu d'utiliser des branches d'arbres et cela a pour but d'éviter le développement des moisissures et la pollution de l'eau.
- Nous aurons souhaité ajouter du sable et des rochers pour fournir un milieu qui se rapproche au milieu naturel dans les bassins et les aquariums des seichons aurait pu les aider à se cacher et camoufler et réduire ainsi leur stress.
- Remplir les bassins avec une quantité plus importante et couvrir ces derniers, pour réduire la pénétration de la lumière, aurait été favorable, car les seiches semblent

apprécier la profondeur et l'obscurité. Les limitations d'ordre temporel et climatique doivent être prises en considération pour le bon déroulement de l'élevage. Dresser une liste des besoins logistiques dès le début s'avèrent être une solution préventive a beaucoup de problèmes susceptibles de survenir durant l'expérience.

III.6.2 Limitations environnementales

A cause du mauvais temps et du changement permanent du climat, on avait un problème majeur concernant l'approvisionnement en eau de mer. On propose de résoudre ce problème en suggérant que les études futures soient menées au sein du laboratoire de recherche de l'ENSSMAL à Sidi Fredj.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, notre étude sur le cycle complet de l'élevage de la seiche commune, de la reproduction à l'élevage des juvéniles, a abouti à des résultats encourageants. Ce succès, est dû en grande partie grâce à notre approche novatrice consistant à utiliser des géniteurs prélevés dans le milieu naturel.

Nous avons réussi à mettre en place des protocoles efficaces pour le conditionnement des géniteurs, l'accouplement, la ponte, l'incubation et l'éclosion des œufs, ainsi que pour l'élevage des juvéniles. Nous avons enregistré une avancée significative dans le domaine de l'élevage de la seiche commune.

Grâce à des conditions environnementales optimales comprenant la température, la salinité, le pH et l'oxygène dissous, Nous avons pu stimuler la reproduction des seiches en captivité en utilisant des géniteurs du milieu naturel en bonne santé et prêts à se reproduire. Cela a été confirmé par le taux élevé de pontes régulières qu'on a observé.

L'incubation des œufs était une étape importante dans notre étude. En fournissant des conditions idéales dans nos systèmes d'incubation, on a réussi à assurer une survie des œufs et un développement sain des embryons de la seiche. Les soins minutieux apportés à la qualité de l'eau, à l'oxygénation et à d'autres paramètres environnementaux ainsi que le renouvellement de cette dernière ont joué un rôle essentiel dans la réussite de cette étape. Nous avons aussi enregistré un taux d'éclosion élevé durant la première expérience, avec un pourcentage élevé d'œufs éclos donnant naissance à des juvéniles viables. Cela démontre notre capacité à fournir les conditions appropriées (température, salinité, pH et oxygène dessous) pour favoriser la survie et le développement des seichons.

Dans la phase d'élevage des juvéniles, Nous avons fourni une alimentation adaptée

pour assurer une croissance saine et une survie optimale.

Ces résultats prometteurs confirment le potentiel de l'élevage de la seiche commune en captivité. En réussissant l'élevage complet de cette espèce, on contribue à la disponibilité de produits de la mer de haute qualité tout en préservant les populations sauvages.

En conclusion, nos résultats démontrent la réussite de notre recherche sur l'élevage complet de la seiche commune, de la reproduction à l'élevage des juvéniles. Ces résultats ouvrent des perspectives prometteuses pour l'industrie aquacole et la conservation de cette espèce précieuse. Ils fournissent également une base solide pour des études futures visant à perfectionner les techniques d'élevage et à promouvoir la durabilité de l'aquaculture de la seiche commune.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Adamo, S.A., Brown, W.M. et al. (2000).** « Agonistic and reproductive behaviours of the cuttlefish *Sepia officianlis* in a semi-natural environment », Journal of Molluscan Studies, 66, 3, P.P. 417-418, doi : 10.1093/mollus/66.3.417.
2. **Adamo, S.A., Hanlon, R.T. (1996).** « Do cuttlefish (Cephalopoda) signal their intentions to conspecifics during agonistic encounters? », Animal Behavior, 52, 1, P.P. 73-81, doi : 10.1006/anbe.1996.0153.
3. **Adjout. M.L.k., Zerifi. T. (2022).** Essai de reproduction de la seiche commune *Sepia officinalis*, mémoire de Master, Spécialité : Aquaculture. Dely Ibrahim : ENSS-MAL. P.94.
4. **Anderson, R. C. (1997).** Evolutionary and origin of the octopus reproductive system. American Malacological Bulletin, 14(1), P.P. 115-126.
5. **Arzel, P., Baud J.P., et al. (1992).** Les algues et invertébrés marins des pêcheries françaises. Algues, éponges, corail rouge, escargot de mer, bivalves, poulpes, seiches, encornets, crustacés, L’Houmeau, oursins, violets. Ifremer La Rochelle. P. 392.
6. **Benoist, L. (2020).** Etude du système immunitaire chez la seiche *Sepia officinalis* : un potentiel pour l’aquaculture. Thèse de doctorat. Normandie : Université de Caen. P. 209.
7. **Bernay B., Baudy-Flac’h M., et al. (2005).** Identification of sepCRP analogues in the cuttlefish *Sepia officinalis* : A novel family of ovarian regulatory peptides. Biochemical and biophysical research communication, 338 (2), P.P. 1037 – 1047.
8. **Bernay, B. (2005).** Contrôle de la ponte ovulaire chez l’huître creuse *Crassostrea gigas* : utilisation du modèle *Sepia officinalis* pour la caractérisation de peptides

- régulateurs. Thèse, Université de Caen. P.183.
9. **Bernay, B., Gagnon, J. et al. (2004).** « Egg capsule secretion in invertebrates : a new ovarian regulatory peptide identified by mass spectrometry comparative screening in *Sepia officinalis* », Biochemical and Biophysical Research Communications, 314, 1, p. 215-222,
 10. **Birchall, J. D., & Thomas, N. L. (1983).** On the architecture and function of cuttlefish bone. Journal of Materials Science, 18(7), P.P. 2081-2086.
 11. **Boismery, J., (1988).** Structure et développement de la glande de l'oviducte de la seiche. *Sepia officinalis* L., Thèse de doctorat.
 12. **Boletzky, S. V., et Hanlon, R. T. (1983).** A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. Memoirs of the National Museum Victoria, 44, P.P.147-187.
 13. **Boletzky, S.V, A. Andouche, L. et al (2016).** « A Developmental Table of Embryogenesis in *Sepia Officinalis* ». Vie Et Milieu. 66 (1), P.P. 11-23.
 14. **Boletzky, S.V. (1983).** *Sepia officinalis*. Cephalopod Life Cycles, Vol : 1, P.P. 31-52.
 15. **Boletzky, S.V. (1974).** Elevage des Céphalopodes en aquarium. Vie Milieu (A), 24 (2). P.P. 309-340.
 16. **Boletzky, S.V., (1986).** « Encapsulation of cephalopod embryos : a search for functional correlations », American Malacological Bulletin, 4, 2, P.P. 217-227.
 17. **Boucaud-Camou, E. and Boucher-Rodoni. (1983).** Feeding and digestion in cephalopods. In 'The Mollusca' vol 5, Physiology part 2 (New York : Academic Press). P.P. 149-187.
 18. **Boucaud-Camou, E., Boismery, J. (1991).** The migrations of the cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) in the English Channel. In : Boucaud-Camou E. (ed.) La seiche. Université de Caen, P.P. 179-189
 19. **Bouchaud, O. (1991).** Energy consumption of the cuttlefish *Sepia officinalis* L.

- (Mollusca : Cephalopoda) during embryonic development, preliminary results. Bulletin of Marine Science, 49(1-2), P.P. 333-340.
20. **Bouchaud, O., & Daguzan, J. (1990).** Étude expérimentale de l'influence de la température sur le déroulement embryonnaire de la seiche *Sepia officinalis*. (Cephalopode, Sepioidae). Cahiers de Biologie Marine, 31(1), P.P. 131-145.
21. **Boycott, B. B. (1961).** The functional organization of the brain of the cuttlefish *Sepia officinalis*. Proceedings of the Royal Society of London B : Biological Sciences, 153(953), P.P. 503-534.
22. **Boyle, P. R. (1996).** Cephalopod life cycles. -v. 1 : Species accounts. -v. 2 : Comparative reviews.
23. **Boyle, P., & Rodhouse, P. (2005).** From egg to recruitment. Cephalopods : ecology and fisheries. Blackwell Science. Primera edición. Oxford, U. K, P.P. 146-160.
24. **Boyle, P.R. (1983).** Cephalopod populations : definition and dynamics. Philosophical Transactions of the Royal Society. London B. P.P. 437-487.
25. **Budelmann, BU, Barber, VC et al. (1973).** Études au microscope électronique à balayage des dispositions et du nombre de cellules ciliées dans les statocystes d'*Octopus vulgaris*, *Sepia officinalis* et *Loligo vulgaris*. Cerveau Res. 56, P.P. 25-41.
26. **Chichery, MP, et Chichery, R. (1988).** Activité motrice manipulatrice de la seiche *Sepia officinalis* lors de la capture de proies. Comportement Processus 17, P.P. 45-56.
27. **Choe S., Oshima Y. (1961).** On the embryonal development and growth of the squid *Sepioteuthis Iessoniana* Lesson, Venus, 21, P.P. 462- 476.
28. **Choe, S. (1966).** On the eggs, rearing, habits of the fry, and growth of some Cephalopoda. Bull. mar. Sci. 16, P.P. 330-348.
29. **Collewijn, H. (1970).** Réactions oculomotrices chez la seiche, *Sepia officinalis*. J. Exp. Biol. 52, P.P. 369-384.

30. **Cornet, V., Henry, J., et al (2015b)**. « How Egg Case Proteins Can Protect Cuttlefish Offspring? », PLOS ONE, 10, 7, p. e0132836, doi : 10.1371/journal.pone.0132836.
31. **Darmaillacq, A. S., Lesimple, C., et al. (2008)**. Embryonic visual learning in the cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Animal Behaviour*, 76(1), P.P. 131-134.
32. **Delany, J. & Wood, J.B. (2003)**. Effects of temperature on development of embryos and paralarvae of the lesser flying squid, *Todarodes sagittatus*.
33. **Demerdjian, A., et al. (2018)**. Aquaculture development in Algeria : Current status and future prospects. *Journal of Applied Aquaculture*, 30(1), P.P. 43-57.
34. **Dhainaut, A., Richard, A., (1976)**. « Dhainaut A, Richard A. Vitellogenèse chez les céphalopodes décapodes : Evolution de l'ovocyte et des cellules folliculaires au cours de la maturation génitale », *Archives d'anatomie microscopique et de morphologie expérimentale*, 65, 3, P.P. 183-207.
35. **Domingues, P. M., (1999)**. Development of alternative diets for the mass culture of the European cuttlefish *Sepia officinalis*. Thèse de doctorat. Portugal : Université d'Algarve. P. 95.
36. **Domingues, P. M., Kingston, T., Sykes, A., et al. (2001b)**. Growth of young cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus 1758) at the upper end of the biological distribution temperature range. *Aquaculture Research*, 32(11), P.P. 923-930.
37. **Duchamps, R. (1972)**. Céphalopodes de la Mer du Nord, I. Informations de la Société Belge de Malacologie 1(11) : P.P. 151– 155.
38. **Duval, P., Chichery, MP et al (1984)**. Capture de proies par la seiche (*Sepia officinalis* L) : étude expérimentale de deux stratégies. *Comportement Processus*. 9, P.P. 13–21.
39. **Ezzedine- Najai, S. (1984)**. Reproduction de la seiche *Sepia officinalis* Linné, 1758 (Mollusque, Céphalopode) du golfe de Tunis : étude morphologique et morphométrique. *Taureau. Inst. Natl. Sci. Technol. Mer [Internet]*, 11, P.P. 71-118.

40. **FAO. (2021).** The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
41. **FAO. 2023.** Aquaculture growth potential in Algeria.WAPI factsheet to facilitate evidence-based policymaking and sector management in aquaculture.
(<https://www.fao.org/3/cc4981en/cc4981en.pdf>).
42. **Fernández, R. et al. (2014).** Effects of salinity on embryonic development and survival of the European cuttlefish, *Sepia officinalis*.
43. **Fernandez-Boo, S. et al. (2017).** Maturation and Spawning of the Cuttlefish *Sepia officinalis* in Captivity : First Recommendations for an Artificial System.
44. **Forsythe, J.W. & Hanlon, R.T. (1997).** Factors influencing the hatching of *Sepia officinalis* (Mollusca : Cephalopoda) embryos.
45. **Foucher E. (2002).** La fiche du mois : la seiche commune (*Sepia officinalis*) de manche (Division CIEM) N°37.
46. **Garcia, A. et al. (2018).** Growth, food conversion and survival of juvenile cuttlefish (*Sepia officinalis*) in captivity.
47. **Garcia, E.G. et al. (2015).** Maturation and Spawning of the Cuttlefish *Sepia officinalis* in Captivity : First Recommendations for an Artificial System.
48. **Garcia, E.G. et al. (2015).** Temperature and salinity effects on embryonic development of *Sepia officinalis*.
49. **Goerger, A. (2022).** Ecologie visuelle de la seiche : effets de la turbidité sur la survie, le développement et la reproduction (SEDIMENT). Thèse. Normandie : Université de Caen. P. 305.
50. **Goff, R. L., & Daguzan, J. (1991).** Growth and life cycles of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca : Cephalopoda) in South Brittany (France). Bulletin of Marine Science, 49(1-2), P.P. 341-348.
51. **Guerra A., (2006).** Ecology of *Sepia officinalis*. Vie et milieu. Life and environment 56. P.P. 97 – 107.

52. **Hanlon, R. T. & Messenger, J. B., (1988).** Adaptative coloration in young cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) : The morphology and development of body patterns and their relation to behaviour.
53. **Hanlon, R. T. & Messenger, J. B., (1996).** Cephalopod behaviour. : Cambridge : University Press.
54. **Hanlon, R. T., & Messenger, J. B. (Eds.). (2018).** Cephalopod Behavior. Cambridge : University Press.
55. **Hanlon, R.T. & Forsythe, J.W. (1985).** Effects of temperature and ration size on growth, morphology and survival of hatchling squid, *Loligo pealei*.
56. **Hanlon, R.T., Ament, S.A., et al. (1999).** « Behavioral aspects of sperm competition in cuttlefish, *Sepia officinalis* (Sepioidea : Cephalopoda) », Marine Biology, 134, 4, P.P. 719-728,
57. **Hanlon, RT et Messenger, JB (1996).** Comportement des céphalopodes. Cambridge : University Press.
58. **Haszprunar, G., Wanninger, A., (2012).** « Molluscs », Current Biology, 22, 13, P.P. R510-R514.
59. **Henry, J., Zatylny, C. ; et al. (1999).** « Peptidergic control of egg-laying in the cephalopod *Sepia officinalis* : involvement of FMRFamide and FMRFamide-related peptides », Peptides, 20, 9, P.P. 1061-1070.
60. **Ifremer. (2002)** . La seiche commune de manche (divisions CIEM VIIId,e). Les nouvelles de ifremer. La fiche du mois juin 2002 n°37.
(https://peche.ifremer.fr/content/download/29813/411500/file/marin_seiche_2002juin.pdf).
61. **Johnson, B. et al. (2019).** Reproductive strategies, mate choice, and growth affect genetic diversity and parental relatedness in captive breeding populations of the European cuttlefish, *Sepia officinalis*.
62. **Josef, N., Mann, O., et al. (2014).** Perception de la profondeur : les seiches (*Sepia officinalis*) réagissent aux gradients visuels de densité de texture. Anim. Conn. 17, P.P. 1393–1400.

63. **Kite, G. et al. (2017)**. Effects of temperature and oxygen on embryo survival in the European cuttlefish, *Sepia officinalis*.
64. **Koueta, N. (1983)**. Contribution à l'étude de la glande salivaire postérieure de céphalopodes décapodes. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, France : Université de Caen. P.168.
65. **Koueta, N. and Boucaud-Camou, E. (1986)**. Comparative study of the secretion of the posterior salivary glands of decapod cephalopods - *Sepia officinalis* L. Cellular and Molecular Biology 32, P.P.333-341.
66. **Landman, N.H., Goolaerts, S., et al. (2015)**. « Ammonites on the Brink of Extinction : Diversity, Abundance, and Ecology of the Order Ammonoidea at the Cretaceous/Paleogene (K/Pg) Boundary », dans Ammonoid Paleobiology : From macroevolution to paleogeography, Dordrecht, Springer Netherlands (Topics in Geobiology), P.P. 497-553,
67. **Lee, K. J. et al. (2017)**. Factors influencing early juvenile mortality in the aquaculture of common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier 1797).
68. **Lemaire, J. (1970)**. Table de développement embryonnaire de *Sepia officinalis* L. (MollusqueCéphalopode). Bull Soc Zool Fr, 95, P.P.773-782
69. **Mangold K., Boletsky S. (1988)**. Mediterranean cephalopod fauna. In : M.R. Clark and E.R. Trueman (eds.), Etology and Neontology of cephalopods, the mollusc, 12, P.P.315 -330. San Diego : Academic press.
70. **Mangold, K., (1989)**. « Organes génitaux », dans Traité de zoologie, Anatomie Systémique, Biologie des Céphalopodes, Masson., Caen, P.P. 459-492, Caen.
71. **Mangold, K., Bidder, A. M. et al. (1989)**. Organisation générale des céphalopodes. In 'Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Céphalopodes'. Paris P.P. 7-69.
72. **Mangold-Wirz K. (1963)**. Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la mer catalane. Vie et milieu. 13 : P.P. 281-285.
73. **Mangold-wirz K. (1973)**. Les Céphalopodes récoltés en méditerranée par le «

- Jean Charcot » campagne Polymède I et II. Rev. Trav. Inst. Peches marit., 37 (3) : P.P. 391 – 395.
74. **Mäthger, LM, Hanlon, RT, et al. (2013)**. La pupille en forme de W chez la seiche (*Sepia officinalis*) : fonctions pour améliorer la vision horizontale. Vis. Rés. 83, P.P. 19–24.
75. **Melzner, F. et al. (2009)**. Physiological basis for high CO₂ tolerance in marine ectothermic animals : pre-adaptation through lifestyle and ontogeny ?
76. **Messenger, JB (1968)**. L'attaque visuelle de la seiche, *Sepia officinalis*. Anim. Comportement 16, P.P. 342–357.
77. **Messenger, J.B. (1970)**. Réponses optomotrices et nystagmus chez des seiches intactes, aveuglées et sans statocystes (*Sepia officinalis*). J. Exp. Biol. 53, P.P. 789–796.
78. **Messenger, JB (1977)**. Capture de proies et apprentissage chez la seiche, Sépia. Symp. Zool. Soc. Londres. 38, P.P. 347–376.
79. **Navet, S. (2010)**. EVO-DEVO du système neuro-musculaire impliqué dans la locomotion chez la seiche *Sepia officinalis*. Thèse. Université Pierre et Marie Curie.
80. **Nixon, M., & Messenger, J.B. (1977)**. The biology of cephalopods-Proceedings of a Symposium of the Zoological Society, held at London on 10 and 11 Apr 1975.
81. **Nixon, M., et Dilly, P.N. (1977)**. Surfaces de meuniers et capture de proies. Symp. Zool. Soc. Londres. 38, P.P. 447–511.
82. **Packard, A. (1972)**. Cephalopods and fish : the limits of convergence. Biological Reviews, 47, P.P. 241–307.
83. **Palmegiano, G. B., et Sequi, R. (1981)**. On the possibility of the introduction of cuttlefish (*Sepia officinalis*) in a management strategy for the coastal lagoons. Symposium International sur les Lagunes Cotieres, France, P.P. 1–9.
84. **Patterson, J. K., Deepak Samuel, V. (2002)**. Intercapsular embryonic development of the big fin squid *Sepioteuthis lessoniana* (Loliginidae).

85. **Paulij, W. P., Herman, P. M. J., et al. (1991).** The influence of photoperiodicity on hatching of *Sepia officinalis*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 71(03), P.P. 665-678.
86. **Pereira, E., Sykes, A. V., et al. (2018).** Effects of salinity changes on juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* : A behavioral and kinematic study. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 500, P.P.15-21.
87. **Perrin, A. (2004).** Etude expérimentale des capacités digestives chez la seiche, *Sepia officinalis* L. (Mollusque, Cephalopode) : Impact de l'alimentation, indice de condition nutritionnelle et formulation d'un aliment artificiel. Thèse. Normandie : Université de Caen. P. 152.
88. **Phillips, K.R. et al. (2015).** Metabolic effects of egg incubation temperature on hatchling performance in cuttlefish, *Sepia officinalis*.
89. **Reis, D.B. et al. (2018).** pH and dissolved oxygen levels in the aquaculture of the common octopus *Octopus vulgaris*.
90. **Ribeiro, P. et al. (2015).** First insights on the development of the common octopus (*Octopus vulgaris*) paralarvae, reared in a recirculation system.
91. **Richard, A. (1971).** Contribution à l'étude expérimentale de la croissance et de la maturation sexuelle de *Sepia officinalis* (Mollusque, céphalopodes). Thèse univ. De lille I : P. 304.
92. **Richard, A., (1975).** L'élevage de la Seiche (*Sepia officinalis* L., Mollusque, Céphalopode). 10th European symposium on marine biology, Belgium, pp. 1 : P.P. 359-380.
93. **Rocha, F. & Bassères, A. (2014).** Influence of temperature and dissolved oxygen on embryonic development of common octopus, *Octopus vulgaris*.
94. **Rodríguez-Domínguez, A. et al. (2020).** Effects of maternal nutritional condition and diet quality on embryonic development of the European cuttlefish *Sepia officinalis*.
95. **Roper, C. F. E., Sweeney, M. J. et al. (1984).** FAO Species Catalogue. Cepha-

- lopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis, 3, P.P. 1–277.
96. **Rosa, R., et al. (2017)**. Cephalopod aquaculture—An overview of current status, issues and prospects. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(02), P.P. 431-445.
97. **Roura, A. et al. (2019)**. The combined effects of temperature and light on growth, metabolic rate and ontogenetic development of common cuttlefish *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) early juveniles.
98. **Royer J. (2002)**. Modélisation des stocks de céphalopodes de manche. Thèse. Normandie. Université de Caen, P. 242.
99. **Sanders, FK et Young, J.Z. (1940)**. Apprentissage et autres fonctions des centres nerveux supérieurs de *Sepia*. *J. Neurophysiol.* 3, P.P. 501–526.
100. **Santos, A.M.P. et al. (2013)**. Reproductive cycles of *Sepia officinalis* and *Sepia hierredda* in the Portuguese coast : influence of environmental factors.
101. **Sauer, W. et al. (2017)**. A review of early life history of cephalopod molluscs in relation to fisheries management.
102. **Schaeffel, F., Murphy, CJ et al. (1999)**. Hébergement à la seiche (*Sepia officinalis*). *J. Exp. Biol.* 202, P.P. 3127–3134.
103. **Shulman, D.J. et al. (2002)**. Effects of hypoxia on embryos of the squid *Loligo opalescens*.
104. **Smith, J. et al. (2020)**. Growth and development of juvenile common cuttlefish (*Sepia officinalis*) in captivity.
105. **Smith, J.R. et al. (2010)**. Effects of temperature on embryonic development of the European cuttlefish *Sepia officinalis*.
106. **Smith, J.R. et al. (2012)**. Environmental effects on cuttlefish *Sepia officinalis* (Mollusca : Cephalopoda) hatchling growth and survival.
107. **Sykes, A. V., Koueta, N., et al. (2014b)**. Historical Review of Cephalopods Culture. *Cephalopod culture*, Chap4. P. 492.

108. **Tanaka, M. et al. (2000)**. Changes in water properties during artificial incubation of the cuttlefish *Sepia pharaonis* eggs.
109. **Walker, C.W., Ransler, F.A. (2005)**. Relationship between egg size and size, timing, and success of offspring in the sea.
110. **Wang, J., Pierce, G. J. et al. (2003)**. Spatial and temporal patterns of cuttlefish (*Sepia officinalis*) abundance and environmental influences—a case study using trawl fishery data in French Atlantic coastal, English Channel, and adjacent waters. ICES Journal of Marine Science, 60(5), P.P. 1149-1158
111. **WILSON D.P. (1946)**. A note on the capture of prey by *Sepia officinalis* 1.../. Mar. Biol. Ass. U.K. 26 (3) : P.P. 421-425.
112. **Wilson, DP. (1946)**. Une note sur la capture de proies par *Sepia Sepia officinalis*. J. Mar. Biol. Assoc. Royaume-Uni 26, P.P. 421–425.
113. **Wood, J. B., Pennoyer, K. E., et al. (2008)**. Ink is a conspecific alarm cue in the Caribbean reef squid, *Sepioteuthis sepioidea*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 367(1), P.P. 11-16.
114. **Zatylny, C., Gagnon, J., et al. (2000b)**. « ILME : Waterborne Pheromonal Peptide Released by the Eggs of *Sepia officinalis* », Biochemical and Biophysical Research Communications, 275, 1, P.P. 217-222.
115. **Zatylny, C., Gagnon, J., et al (2000c)**. « The SepOvotropin : a new ovarian peptide regulating oocyte transport in *Sepia officinalis*. », Biochemical and biophysical research communications, 276, 3, P.P. 1013-8.
116. **Zatylny, C., Marvin, L., et al. (2002)**. « Fertilization in *Sepia officinalis* : the first mollusk sperm-attracting peptide », Biochemical and Biophysical Research Communications, 296, 5, P.P. 1186-1193.

ANNEXE

ANNEXE

Projet AQUASEICHE : Ferme aquacole pour l'élevage de la seiche commune

Notre projet vise à créer une ferme aquacole pour l'élevage de la seiche commune *Sépia officinalis*, qui est une espèce de céphalopode trop demandée dans le marché en Algérie. Elle offre un potentiel exceptionnel en tant qu'espèce d'élevage durable, répondant ainsi à la demande croissante des produits de mer de qualité. La seiche est caractérisée par une croissance rapide par rapport à d'autres animaux aquatiques utilisée en aquaculture.

Notre objectif principal est de mettre en place des installations d'élevage adaptées et efficaces pour permettre la reproduction, la croissance et la commercialisation des seiches. Nous nous engageons à respecter les pratiques durables, à minimiser l'impact environnemental et à garantir le bien-être des animaux.

Dans notre projet, nous nous concentrons sur l'optimisation des conditions de vie de cette espèce, en contrôlant attentivement les paramètres de l'eau, la qualité de l'alimentation et les aspects de la reproduction. Nous cherchons à reproduire les conditions naturelles nécessaires à la croissance saine et à la qualité des seiches élevées. Outre l'aspect environnemental, notre ferme aquacole se concentre également sur la viabilité économique de l'élevage de la seiche. Nous analysons les marchés, les tendances de consommation et les opportunités commerciales pour garantir une distribution efficace de nos produits. Nous visons à créer des partenariats durables avec les acteurs économiques de la filiale aquacole en Algérie et ceux de l'industrie de transformation, afin de garantir une demande solide et une commercialisation pérenne de notre produit (les seiches élevées en captivité).

Nous croyons fermement que l'élevage de la seiche représente une opportunité passionnante et innovante dans le secteur de l'aquaculture en Algérie. Sous l'encadrement de l'équipe de l'incubateur de l'école « Blue Start » dans le domaine d'entrepreneuriat et de l'innovation, afin de mener ce projet vers le succès. Notre entreprise est une SARL (Société à Responsabilité Limitée) dynamique et innovante, spécialisée dans l'élevage de la seiche au sein d'une ferme aquacole. Forts de notre passion pour l'aquaculture et de notre engagement envers la préservation des ressources marines, nous avons créé cette société avec la vision de fournir des produits de haute qualité tout en respectant l'équilibre écologique. En tant que SARL, notre structure nous permet de réunir une équipe de professionnels compétents et dévoués, partageant une même vision et une expertise dans le domaine de l'élevage de la seiche. Nous accordons une grande importance à la qualité de nos produits, à l'innovation et au respect des normes environnementales.

1. Segment de clientèle

Le segment de clientèle de notre ferme aquacole se concentre sur les professionnels de l'industrie alimentaire. Nous visons à fournir des seiches fraîches et de qualité supérieure, répondant ainsi aux besoins des clients qui recherchent des produits locaux et durables. Nous nous engageons à établir des partenariats solides avec nos clients, en répondant à leurs exigences spécifiques et en assurant un service personnalisé. Nous sommes résolus à contribuer au développement durable de l'aquaculture et à promouvoir une consommation responsable des produits marins.

Nos clients sont :

- Professionnels de la filière Pêche et Aquaculture en Algérie
- Marchés de gros et détaillants des produits de mer
- Conserveries et usines de transformation des produits de mer
- Restaurants et hôtels haut de gamme

2. Valeur ajoutée

Notre ferme aquacole se spécialise dans l'élevage de la seiche commune, en offrant des produits frais, de qualité et durables. En élevant nos seiches dans des conditions contrôlées, nous garantissons un approvisionnement régulier du marché tout au long de l'année, fournissant ainsi aux poissonneries des produits frais et hautement appréciés par les consommateurs.

Notre ferme aquacole apporte plusieurs valeurs à nos clients tel que :

- Approvisionnement régulier en seiches fraîches, avec une qualité supérieure des produits pour répondre à la demande.
- Méthode innovante d'élevage durable.
- Utilisation d'une alimentation naturelle qui assure une bonne qualité de chair.
- Disponibilité du produit .

3. Canaux de distribution

En se basant sur le numérique, nous prévoyons de mettre en place un système de distribution efficace. En parallèle, nous développerons également des techniques pour permettre aux clients de passer des commandes directement depuis notre ferme aquacole, offrant ainsi un accès pratique à nos produits.

Nos canaux sont les suivant :

- Livraison directe.
- Partenariats avec des distributeurs locaux.
- Site web de commande en ligne (application mobile).

4. Relations avec les clients

Nous attachons une grande importance aux relations avec nos clients. Notre équipe dédiée au service client veillera à fournir une assistance personnalisée et des conseils sur la

préparation et la cuisson des seiches. Nous nous engageons à établir des relations solides et durables avec nos clients, en répondant à leurs besoins spécifiques et en offrant un suivi régulier des commandes.

- Service client personnalisé.
- Suivi régulier des commandes.
- Et pour encourager la répétition des achats, des programmes de fidélisation et des offres spéciales seront disponibles tel que : cartes de fidélité, remises pour les clients réguliers.

5. Ressources clés

Les ressources nécessaires pour faire fonctionner la ferme aquacole :

5.1 Ressources humaines

- 2 Ingénieures
- 4 Techniciens
- 1 Agent de sécurité

5.2 Matériel

- Equipement

- Groupe électrogène 250KVA
- 10 Bassins +système de filtration +installation
- 20Aquariums + système de filtration
- Compresseur
- Pompes de relevage drainage eau claire
- Matériel laboratoire
- Réfrigérateur-congélateur combinés 2 portes

- Balance
- 2 Congélateur 328L

- Matière première

- Géniteurs de seiche
- Aliments vivants
- Artémia

- Matériels bureautiques

- Ordinateur bureau
- Ordinateur portable
- Imprimante en couleurs
- Téléphone portable

- Matériels bureaux

- 2 chaises confortables
- 2 bureaux
- Chauffage
- Climatiseur
- 6 Caméra de surveillance
- Abonnement téléphone + internet
- Table de réunion avec chaises
- Tableau blanc 1m20*90
- Marqueurs 12pcs
- Armoire de bureau
- Corbeille
- 2 Rame de papier A4 80g

5.3 Ressources financières

- Prêts bancaires (l'ANADE) : Les banques offrent des prêts commerciaux ou agricoles pour financer notre projet.
- Programmes de soutien à l'aquaculture par l'état : l'état propose des programmes de soutien spécifiques à l'aquaculture, tels que des prêts à taux réduit, des allègements fiscaux ou des incitations financières pour encourager les initiatives aquacoles.

6. Activités clés

- Production.
- Commercialisation.
- La vente des produits frais.
- Vente de produits congelés.

7. Partenaires clés

- Fournisseurs

- Fournisseur d'aliment vivant naturel.
- Fournisseur d'Artémia.
- Fournisseur de matériel.
- Pêcheurs pour l'achat des géniteurs.

- Collaborateurs

- Entreprise d'emballage.
- Laboratoire de recherche.
- Laboratoire de contrôle de qualité des produits de la mer et de l'aquaculture.
- Agences de communication.
- Plate-forme de vente en ligne.

8. Structure des coûts

* Coûts de la concession, matériel et équipement d'élevage

Matériel et équipement	Prix (Da)
Concession	60.000,00
Groupe électrogène 250KVA	4.350.000,00
10 Bassins + système de filtration + installation	1.250.000,00
20 Aquariums + système de filtration	700.000,00
Compresseur	1.500.000,00
02 Pompes de relevage drainage eau claire	122.000,00
Matériel laboratoire	1.000.000,00
Réfrigérateur-congélateur combinés 2 portes	160.000,00
02 Congélateurs 328L	208.000,00
Total	9.290.000,00

* Coûts de la matière première :

Matière première	Prix (DA)
Géniteurs de seiche	80,000,00
Aliments vivants	70,000,00
Artémia	70,000,00
Total	220,000,00

*** Coûts du matériel de bureau et d'informatique :**

Matériel	Prix (Da)
Matériel d'informatique	
• Ordinateur portable	74.900,00
• Imprimante en couleurs	34.500,00
• Téléphone portable	20.000,00
Total	129.400,00
Matériel du bureau	
• 2 chaises confortables	26.000,00
• 2 bureaux	80.000,00
• Chauffage	50.000,00
• Climatiseur	90.000,00
• 6 Caméras de surveillance	270.000,00
• Abonnement téléphone + internet	48.160,00
• Table de réunion avec chaises	110.000,00
• Tableau blanc 1m20*90	14.500,00
• Marqueurs 12pcs	720,00
• Armoire de bureau	22.000,00
• Corbeille	380,00
• 2 Rames de papier A4 80g	1.520,00
Total	713.280,00

*** Autres coûts :**

Catégorie de coûts	Prix (Da)
Electricité	300.000,00
Salaires	3.720.000,00
Assurances	108.500,00
Abonnement téléphone et internet	49.600,00
Publicité	200.000,00
Emballage	100.000,00
Total	4.478.100,00

*** Coût total du projet= 15.571.180,00 Da**

9.Sources des revenus

Notre principale source de revenus proviendra de la vente directe de seiches. Nous offrirons différents formats de vente, tels que des seiches entières, des filets ou des produits transformés, pour répondre aux besoins variés de nos clients. Vente directe de seiches.

- Vente en gros aux marchés et détaillants des produits de mer.
- Contrats de fourniture avec des restaurants et des hôtels.
- Usines de transformations et de conservation des produits de la mer.

Aspect économique de notre projet

Tableau de l'aspect économique de notre projet

	Année 1	Année 2	Année 3
Prix de vente d'un Kg (Da)	950,00	950,00	950,00
Quantité produite (Kg)	7 000	8 000	10 000
Coûts (Da)	6 462 180,33	6 462 180,33	6 462 180,33
Chiffre d'affaires (Da)	6 650 000,00	7 600 000,00	9 500 000,00
Résultat (Da)	187 819,67	1 137 819,67	3 037 819,67

Business model Canvas

Partenaires clés	Activités Clés	Valeur ajoutée	Relation Client	Segments clients
<p><u>Fournisseurs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fournisseurs : - Fournisseur d'aliment vivant naturel. - Fournisseur d'Artémia. - Fournisseur de matériel. - Pêcheurs pour l'achat des géniteurs. <p><u>Collaborateurs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Entreprise d'emballage. - Laboratoire de recherche. - Laboratoire de contrôle de qualité des produits de la mer et de l'aquaculture. - Agences de communication. - Propriétaire de plate-forme de vente en ligne. 	<ul style="list-style-type: none"> - Production de la seiche - Commercialisation de la seiche. - Vente des produits nettoyés. - Vente des produits congelés. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'élevage de la seiche est nouveau en Algérie. - Une alimentation naturelle. - Technique innovante d'élevage (qui ressemble au milieu naturel). 	<ul style="list-style-type: none"> - Réseaux sociaux et plate-forme de vente - Cartes visite - Carte de fidélité - Publicité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Professionnels de la filière Aquaculture en Algérie - Marchés de gros et détaillants de fruits des produits de mer - Conserveries et usines de transformation des produits de mer - Restaurants et hôtels haut de gamme
	Ressources clés		Canaux de distribution	
	<ul style="list-style-type: none"> - Ressources humaines (ingénieurs, techniciens, agent de sécurité) - Matériel (bassins, aquariums, matériel de laboratoire...) - Ressources financières (l'ANADE, financement par l'état). 		<ul style="list-style-type: none"> - Livraison directe. - Partenariats avec des distributeurs locaux. - Site web de commande en ligne (application mobile). 	
Coûts		Revenus		
<p><u>Structures des coûts :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Coûts du matériel et équipement d'élevage (bassins, aquariums, matériel du laboratoire...) - Coût d'exploitation des installations d'élevage (électricité, entretien...) - Coûts liés à l'alimentation - Coûts marketing et promotionnels. <p>Coût total du projet= 15.571.180,00 Da</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Prix de vente : 950,00 Da - Chiffre d'affaires : 6.650.000,00 Da (Production de 7 tonne) - Résultat : 178.819,67DA (Première année) 1.137.819,67 (Deuxième année) 		

