

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 الإقليم والساحل

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
Spécialité : Aquaculture

Thème :



Essai de reproduction de la seiche commune
(*Sepia officinalis* Linnaeus, 1758)

Présenté par :

- ADJAOUT Mohamed Lamine Karim
- ZERIFI Tarek

Soutenu le jeudi 07-07-2022 devant le jury composé de :

Mr KASSAR A.	Maitre-assistant 'A'	ENSSMAL	Président
Mme MESLEM N.	Maitre de conférences 'B'	ENSSMAL	Examinatrice
Mme LOUNAS R.	Ingénieur - Docteur	ENSSMAL	Examinatrice
Mr LOURGUIOUI H.	Maitre de conférences 'B'	ENSSMAL	Promoteur

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Nous tenons à remercier profondément notre encadreur Mr LOURGUIOUI Hichem pour avoir bien accepté de diriger notre travail, pour sa patience, ses conseils, son encouragement et surtout son choix de ce merveilleux thème.

Nous exprimons nos sincères remerciements à l'ensemble des membres du jury, Au Mr KASSAR, pour avoir accepté de participer à ce jury en tant que président. Au Mme MESLEM et au Mme LOUNAS pour avoir accepté de participer à ce jury en tant qu'examineur.

Nous tenons à remercier Hassen le technicien de la ferme aquacole pour son aide et sa présence tout au long de la période de ce travail.

Nous remercions vivement les deux chauffeurs de l'école (Kamel et Ahmed) de nous avoir accompagné tout au long de cette période.

Nous remercions également tous les ingénieurs des laboratoires de l'école spécialement Amina et Youcef pour leur présence, leur accueil et leur précieux conseils.

Nous sommes également heureux de remercier notre collègue Abir BELAROUI pour son soutien et son aide inébranlable.

Un grand merci à l'ensemble du personnel de l'école pour nous avoir autorisé l'accès à l'école tous les jours et toutes les heures pour réussir ce travail.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

C'est avec grand plaisir que je dédie ce travail :

À mes chers parents

Mahdi et Sihem pour tous leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières tous au long de mes études.

À mes chers frères

Cherif, Djawad et Mahmoud pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral.

À tous mes camarades et mes collègues de l'Ecole Nationale Supérieure de Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral Dely Brahim Alger spécialement ma promo Aquaculture.

Et à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Sans oublier mon binôme et le supporteur de l'USMA Tarek ZERIFI, pour son esprit de travail, sa patience et son dévouement, ça fait un plaisir de travailler avec toi.

Mohamed Lamine Karim

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

À mes chers parents Abdenour et Cherifa

Que nulle dédicace n'est susceptible de vous exprimer ma profonde affection et mon immense gratitude pour tout sacrifice que vous avez consentis pour mes études.

À mes chers frères

À mes frères Sami, et Anouar et ma petite sœur Safa pour leur soutien et leurs encouragements.

À tous mes amis et mes collègues qui m'ont toujours soutenu durant mon parcours scolaire.

Et à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

À mon cher binôme

Mon frère et ami le Belouizdadi Med Lamine Karim, pour sa grande passion du travail, son amour de la découverte et son professionnalisme sur le terrain, c'est un honneur pour moi de travailler avec vous.

Sans oublier ma chair scooter Victoria.

Tarek

Table des matières

Remerciements	i
Dédicaces.....	ii
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux	x
Liste des annexes.....	x
Liste des abréviations	xi
Introduction	1
Chapitre I : Généralités	4
1. Production de la seiche commune en Algérie	5
2. Présentation de la seiche commune.....	6
2.1. Systématique	6
2.1.1. Synonymes.....	7
2.2. Biologie.....	8
2.2.1. Habitat.....	8
2.2.2. Morphologie et anatomie	8
2.2.3. Locomotion et moyen de défense	10
2.2.4. Alimentation et description du système digestif.....	11
2.2.4.1. Description de l'appareil digestif.....	11
2.2.4.2. Alimentation.....	12
2.2.5. Système circulatoire.....	13
2.2.6. L'appareil reproducteur	15
2.2.6.1. L'appareil génital mâle	15
2.2.6.2. L'appareil génital femelle	16
2.2.7. Cycle de vie et reproduction	17

2.2.7.1. Cycle de vie.....	17
2.2.7.2. Reproduction et ponte	20
2.2.7.2.1. Dimorphisme sexuel	20
2.2.7.2.2. L'accouplement	21
2.2.7.2.3. La ponte	22
3. Les améliorations dans l'élevage des céphalopodes au XXème siècle	23
Chapitre II : Matériel et méthodes	26
1. Présentation de la ferme	27
1.1. Infrastructure (structure d'élevage).....	27
1.1.1. Bassins de reproduction	31
1.1.2. Bassins d'incubation	31
1.1.3. Aquariums d'éclosions et de tri	32
1.1.4. Système de filtration	32
1.1.6. Equipements.....	34
1.1.7. Personnel de la ferme.....	35
1.1.8. Processus d'approvisionnement en eau	36
2. Conduite de la reproduction et la de ponte	38
2.1. Origine des géniteurs.....	38
2.2. Conditionnement et préparation des géniteurs	38
2.3. Alimentation.....	39
2.4. Induction de la reproduction et la ponte.....	39
2.5. Opérations de suivi.....	40
3. Conduite de l'incubation jusqu'à l'éclosion	42
3.1. Conduite de l'incubation	42
3.2. Description des stades embryonnaires	44
3.3. Opérations de suivi.....	45

4.	Conduite de tri et de l'élevage des seichons	46
4.1.	Conduite de tri	46
4.2.	Alimentation	46
5.	Conduite de l'élevage et mortalités	48
Chapitre III : Résultats et discussion.....		49
1.	Résultats obtenus durant la reproduction jusqu'à la ponte	50
2.	Résultats obtenus durant l'incubation jusqu'à l'éclosion	54
3.	Résultats obtenus après l'éclosion et durant le tri	60
4.	Mortalités.....	64
4.1.	Mortalités enregistrées durant le conditionnement	64
4.2.	Mortalités enregistrées durant la ponte	64
4.3.	Mortalités enregistrées après la ponte	65
4.4.	Mortalités enregistrées après l'éclosion et durant le tri.....	65
5.	Résultats obtenus durant l'élevage	66
Conclusion		68
Références bibliographiques.....		71
Annexes		77

Liste des figures

Figure 1 : Production de la seiche commune par pêche en Algérie (Tonnes) (Fishstat FAO, 2022).....	5
Figure 2 : La seiche commune <i>Sepia officinalis</i> , Linnaeus, 1758	7
Figure 3 : Aire de distribution de la Seiche <i>Sepia officinalis</i> en Atlantique N-E et en Mer Méditerranée (Gras, 2013). Les fortes abondances sont représentées en gris et les faibles abondances sont représentées en pointillés	8
Figure 4 : Vues ventrale et latérale d'un sépion de seiche (Hanlon, et al., 2018).	9
Figure 5 : Anatomie de base d'une seiche <i>Sepia officinalis</i> (Hanlon, et al., 2018).	10
Figure 6 : Le système digestif de la seiche <i>Sepia officinalis</i> (Hanlon, et al., 2018).	11
Figure 7 : Le système circulatoire de <i>Sepia officinalis</i> et ses principaux organes et vaisseaux, modifié d'après (Hanlon, et al., 2018). En bleu marine, le système artériel ; en vert d'eau, le système veineux.	14
Figure 8 : Représentation des structures impliquées dans la reproduction chez le mâle de la seiche commune (Mangold, 1989). (a) . Anatomie de l'appareil génital mâle. (b) . Un spermatophore. (c) . Un bras hectocotyle.....	15
Figure 9 : Vue ventral de l'appareil génital femelle de <i>S. officinalis</i>	16
Figure 10 : Cycle de vie de la seiche commune.....	19
Figure 11 : Couple de seiche commune. © Alain BONNET. doris.ffesm.fr.....	20
Figure 12 : Séquence comportementale de l'accouplement des seiches (Wada, et al., 2005). (a) . L'élimination des spermatozoïdes. (b) . Le transfert de spermatophores. (c) . Le placement des spermatanges.	21
Figure 13 : Photographie de grappes d'œufs de la seiche commune.	22
Figure 14 : Schéma 3D de la ferme de l'ENSSMAL (vue n°1 ; SketchUp Pro 2022).	28
Figure 15 : Schéma 3D de la ferme de l'ENSSMAL (vue n°2 ; SketchUp Pro 2022).	29
Figure 16 : Installation des bassins circulaire de la ferme.	30
Figure 17 : Schéma 3D montrant l'emplacement des bassins de reproduction (SketchUp Pro 2022).....	31
Figure 18 : Schéma 3D montrant l'emplacement du bassin d'incubation (SketchUp Pro 2022).	31
Figure 19 : Schéma 3D montrant l'emplacement des aquariums d'éclosion et de tri (SketchUp Pro 2022).....	32

Figure 20 : Le système de filtration utilisé dans ce travail.	33
Figure 21 : Schéma 3D de système de filtration (SketchUp Pro 2022).	33
Figure 22 : Quelques équipements de la ferme.	35
Figure 23 : Processus d’approvisionnement en eau.	36
Figure 24 : Représentation créative résume les étapes suivies de matériel et méthodes.	37
Figure 25 : Placement des géniteurs de seiches au bassin de conditionnement.	38
Figure 26 : L ’alimentation de la seiche commune avec la Saurel.	39
Figure 27 : Photographies après l’installation des nids dans les BC.	40
Figure 28 : Photographies durant et après le déplacement des nids dans le BC N°6.	42
Figure 29 : Photographies au cours du nettoyage des nids.	43
Figure 30 : Photographie de l’aquarium d’éclosion (Aqua N°1) après le placement des nids. ...	43
Figure 31 : Différents stades embryonnaire de la seiche commune. (a) . Photographies des stades de développement embryonnaire avancés. (b) . Vue à la loupe binoculaire de premier stade embryonnaire.	44
Figure 32 : Les deux aquariums de tri (Aqua N°2 et Aqua N°3).	46
Figure 33 : L’incubation de l’artémia.	47
Figure 34 : L’accouplement « tête à tête » des seiches.	50
Figure 35 : Photographie sous l’eau de la première grappe d’œufs de seiches.	50
Figure 36 : Une femelle durant la ponte.	51
Figure 37 : Une grappe d’œufs de seiches.	53
Figure 38 : Un seichon après l’éclosion.	54
Figure 39 : Captures d’image vidéo numérique montrant les étapes de l’éclosion de <i>S officinalis</i>	56
Figure 40 : Des seichons. (a) & (a’) . Deux seichons se préparant à se cacher dans le sable. (b) & (b’) . Deux seichons faisant un mimétisme avec le sable.	58
Figure 41 : Captures d’image vidéo numérique montrant le processus de prédation et le phénomène de mimétisme par homochromie chez <i>S officinalis</i>	61
Figure 42 : Des seichons après la fin de la phase d’éclosion.	62
Figure 43 : Photographies durant la prise de mesures de longueur totale et de poids de seichons.	63

Figure 44 : Photographies d'une des deux femelles de seiches mortes durant la phase de conditionnement. **(a)**. Vue dorsale de la seiche. **(b)**. Vue ventrale de la seiche. **(c)**. Seiche disséquée. **(d)**. Ovaires de seiche.64

Figure 45 : Sépions des seiches. **(a)**. Trois sépions des seichons. **(a')**. Comparaison de la taille des sépions des grands et petits individus de seiches.65

Liste des tableaux

Tableau 1 : Position systématique de <i>Sepia officinalis</i> (Bay-Nouailhat, 2005).	7
Tableau 2 : Paramètres de l'eau tolérés par la seiche commune (Boletzky, 1983; Forsythe, et al., 1994).....	24
Tableau 3 : Catégories et agents pathogènes affectant les Céphalopodes (Gestal, et al., 2019)..	25
Tableau 4 : Equipements de la ferme de l'ENSSMAL.....	34
Tableau 5 : Le personnel de la ferme de l'ENSSMAL.....	35
Tableau 6 : Nombre estimé des œufs dans chaque nid avant l'éclosion.....	58
Tableau 7 : Le nombre estimé des œufs de seiches avant et après la ponte avec le taux d'éclosion.	59
Tableau 8 : Mortalités de seiches enregistrées au cours de conditionnement, durant et après la ponte.....	65

Liste des annexes

Annexe I : Tableau des résultats des analyses des <i>Vibrios</i> effectués par laboratoire Pasteur (échantillon de l'eau de l'élevage de la ferme).	78
Annexe II : Tableau des résultats des analyses des <i>Aeromonas</i> effectués par laboratoire Pasteur (échantillon de l'eau de l'élevage de la ferme).	79
Annexe III : Tableau des résultats des analyses bactériologiques effectués par laboratoire Pasteur (échantillons d'eau de l'endroit qui nous alimente en eau de mer)	80

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius.

Aqua : Aquarium.

BC : Bassin Circulaire.

CO₂ : Dioxyde de Carbone.

ENSSMAL : Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et Aménagement de Littoral.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

GNA : Glandes Nidamentaires Accessoires.

GNP : Glandes Nidamentaires Principales.

GOVI : Glande de l'Oviducte.

GSA : Glande Salivaire Antérieure.

GSI : Glande Salivaire Intérieure.

h : hauteur

l : largeur

L : Longueur

LT : Longueur Totale.

LT_m : Longueur Totale moyenne.

NH₄⁺ : Ammonium.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

O₂ : Oxygène.

PFE : Projet de Fin d'Etude.

pH : potentiel d'Hydrogène.

PSU : Practical Salinity Unit.

SMEL : Synergie Mer Et Littoral.

TE_m : Taux d'Eclosion moyen.

VS : Vésicule Séminal.

Introduction

L'Algérie représente une diversité biologique marine considérable ; soit un réservoir pour la recherche et la valorisation des espèces marines (Kara, 2012).

La seiche *Sepia officinalis* est un Mollusque Céphalopode qui constitue une ressource économique importante dans la région de la méditerranée (Sadikkioui, 2019).

L'importance de la seiche comme une ressource mondiale de la pêche continue d'augmenter, car durant les dernières années, la demande de céphalopodes a été forte, les prix ont donc augmenté (FAO, 2020). Et tout cela peut être une impulsion pour la recherche sur la reproduction et l'élevage de la seiche commune, compte tenu du manque d'études sur cette espèce.

En Algérie, elle revêt une grande importance économique sur le marché des produits de la pêche par son poids débarqué et sa valeur commerciale, où le prix de vente estimé de 1300 DA/kg à 1500 DA/kg, ce qui lui confère une place particulière parmi les espèces céphalopodes exploitées (Sadikkioui, 2019).

Due à la place importante de la seiche *Sepia officinalis* sur les divers marchés mondiaux et nationaux, la recherche s'est beaucoup intéressée à la seiche au cours des dernières années. Plus particulièrement à son cycle de vie pour son introduction comme une nouvelle espèce en aquaculture (Sykes, et al., 2014).

L'Espagne, l'Italie et le Japon sont les plus gros consommateurs et importateurs de ces espèces et apprécient les petites seiches (seichons) entre 5 et 25g (Pierce, et al., 2010). Cela pourrait ouvrir de nouveaux horizons à l'Algérie en rejoignant le marché mondial des seiches en tant qu'exportateur.

Dans le but de valoriser les recherches menées sur la seiche commune, ce présent travail consiste à étudier les différentes étapes de la reproduction de la seiche commune et les appliquer dans un système d'élevage intensif pour la première fois en Algérie, et tout cela dans le but d'étudier la possibilité d'inclure cette espèce dans la filière aquacole.

Ainsi le présent mémoire comporte trois chapitres et d'une conclusion générale à la fin :

- Un premier chapitre est consacré à la présentation de la seiche, de son habitat et de sa biologie, basée sur des références bibliographiques.

- Le deuxième chapitre aborde d'une part, la présentation de la ferme qui représente le lieu où nous avons réalisé ce travail ainsi que le matériel utilisé et d'autre part, les étapes suivies durant la reproduction de la seiche de la capture des géniteurs jusqu'à l'élevage des juvéniles.
- Le dernier chapitre englobe les résultats et les discussions obtenues durant et après la reproduction de la seiche.
- Une conclusion synthétisera les résultats obtenus pour réussir la reproduction et l'élevage de la seiche commune *Sepia officinalis* dans des bassins, et discuter la possibilité de son introduction comme une nouvelle espèce en aquaculture.

Chapitre I : Généralités

1. Production de la seiche commune en Algérie

D'après la dernière synthèse de la FAO (2022) sur la situation mondiale de la pêche et de l'aquaculture durant ces 20 dernières années, la pêche de la seiche commune en Algérie reste presque constante durant ces 20 dernières années, pour atteindre 250 tonnes en 2020 (Fig. 1).

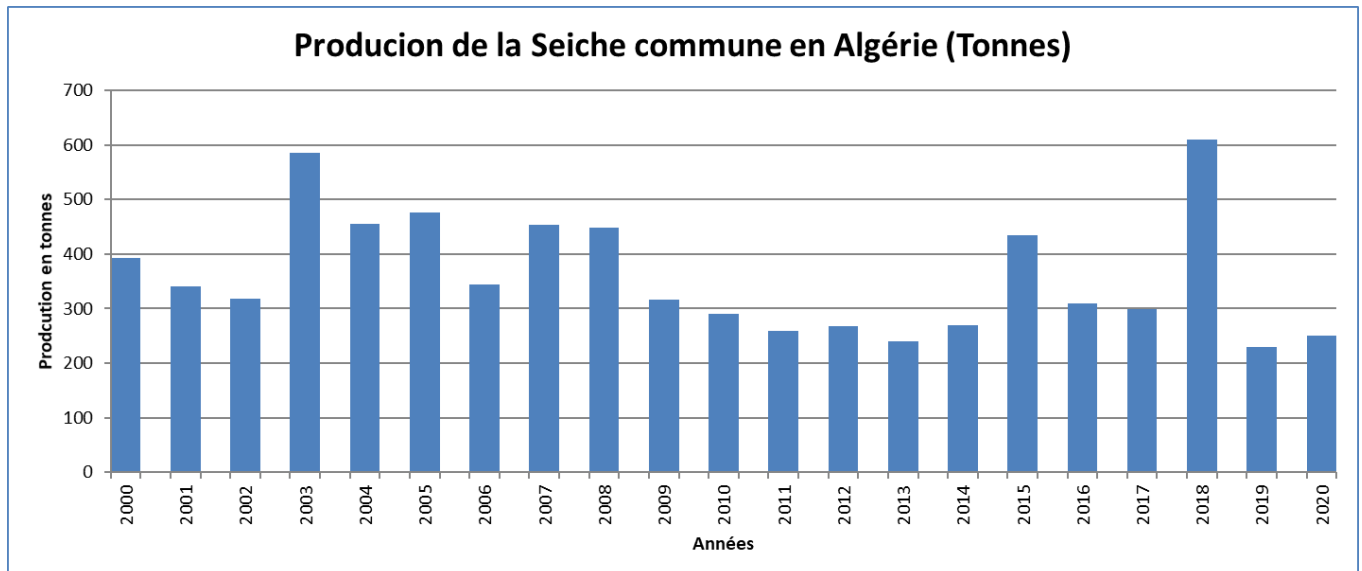


Figure 1 : Production de la seiche commune par pêche en Algérie (Tonnes) (Fishstat FAO, 2022).

En Algérie, elle revêt une grande importance économique sur le marché des produits de la pêche par son poids débarqué et sa valeur commerciale, où le prix de vente estimé de 1300 DA/kg à 1500 DA/kg, ce qui lui confère une place particulière parmi les espèces céphalopodes exploitées (Sadikkioui, 2019).

Animal au comportement grégaire qui se concentre en période de reproduction dans les eaux littorales, la seiche se capture par des casiers et des nasses. Ceux-ci attirent les femelles qui viennent déposer leurs œufs, parfois sur des branches mises dans les casiers pour servir de support de ponte (Bakhayokho & Ito, 1991; Kennouch, 2017).

Dans les pêcheries industrielles et artisanales, la seiche peut être capturée au chalut en tant que prise accessoire avec des poissons démersaux, ou en tant qu'espèce cible. Les poissons rejetés sont parfois très nombreux (Kennouch, 2017).

En Algérie, les seiches capturées avec le chalut benthique à deux faces et par la pratique de techniques saisonnières des petits métiers telles que le trémail des zones côtières, la turlute ou une méthode dite « à la femelle ». Cette méthode consiste à laisser une femelle au moment de la reproduction, à la traine du bateau, au bout d'une corde assez courte. Les mâles attirés par l'odeur, viennent en grand nombre et la capture se fait à l'épuisette (Kennouch, 2017).

2. Présentation de la seiche commune

2.1. Systématique

Les seiches sont connues par leur sépion ou l'os (coquille interne) qui est constitué d'un assemblage de chambres calcaires remplies de gaz ou de liquide que l'on retrouve souvent échoué sur les plages (Delance & Poignonec, 2002).

Plus de 100 espèces de seiches existent aujourd'hui, vivant principalement dans les eaux peu profondes des plateaux continentaux, bien que certaines de ces espèces peuvent atteindre des profondeurs d'environ 600 m (Hanlon, et al., 2018).

Sepia officinalis, appelée seiche commune est un mollusque, céphalopode qui appartient à la sous-classe des *Coleoidea* possédant une coquille interne et une seule paire de branchies (Jereb & Roper, 2005).

Sepia officinalis fait partie du groupe des décapodes qui possèdent huit bras et deux longs tentacules dits « préhenseurs ». (Fig. 2, Tab. 1)



Figure 2 : La seiche commune *Sepia officinalis*, Linnaeus, 1758

(© Hans Hillewaert)

Tableau 1 : Position systématique de *Sepia officinalis* (Bay-Nouailhat, 2005).

Éléments de classification	Position systématique
Règne	Animalia
Embranchement	Mollusca
Sous-embranchement	Conchifera
Classe	Cephalopoda (Cuvier, 1797)
Sous-classe	Coleoidea (Bather, 1888)
Super-ordre	Decapodiformes (Young et al. 1998)
Ordre	Sepiida
Famille	Seppidae
Genre	Sepia
Espèce	<i>Sepia officinalis</i> , Linnaeus, 1758

2.1.1. Synonymes

Sepia fillioui Lafont, 1869

Sepia mediterranea Ninni, 1884

2.2. Biologie

2.2.1. Habitat

Les seiches sont des espèces migratrices, elles n'aménagent donc un seul habitat mais se regroupent en période de reproduction dans des endroits bien précis sur les côtes, seul moment où elles manifestent des signes sociaux (Hanlon & Messenger, 1996).

La seiche commune se rencontre dans la plupart des mers et des océans tropicaux et subtropicaux ; donc elle présente une importante distribution géographique qui s'étend de l'Atlantique Nord-Est aux côtes Nord-Ouest de l'Afrique, et elle se trouve également dans la Méditerranée et la zone des Açores (Boletzky, 1983; Roper, et al., 1984; Boyle & Boletzky, 1996; Guerra, 2006) (Fig. 3).

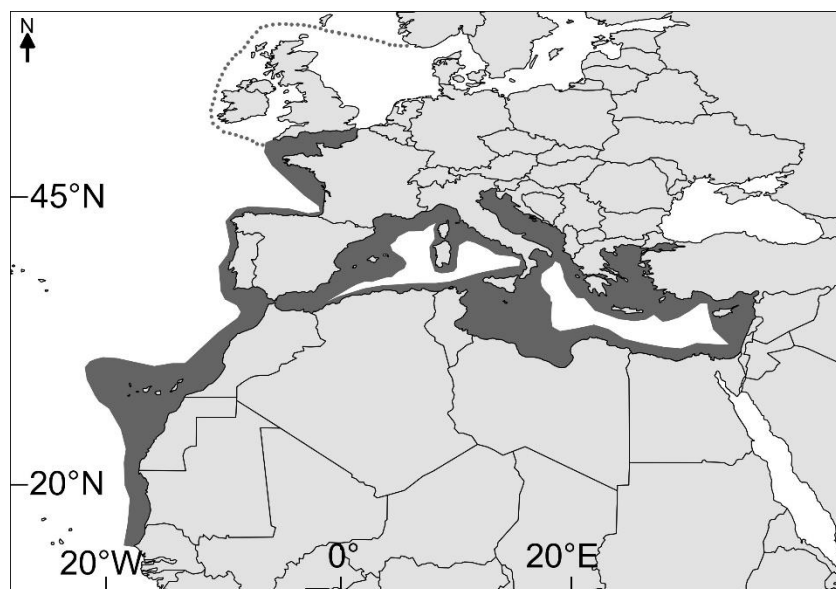


Figure 3 : Aire de distribution de la Seiche *Sepia officinalis* en Atlantique N-E et en Mer Méditerranée (Gras, 2013). Les fortes abondances sont représentées en gris et les faibles abondances sont représentées en pointillés

2.2.2. Morphologie et anatomie

La seiche est un coléoïdé et se caractérise par un corps mou fusiforme qui a une coloration marbrée de blanc et de brun sur le dos a une couleur plus pâle sur le ventre. Il est recouvert d'un manteau qui cache le sépion. Le sépion est une coquille interne calcaire ou l'os de la seiche, et il est bordé d'une couche de chitine chez les adultes (Roper, et al., 1984) (Fig. 4).

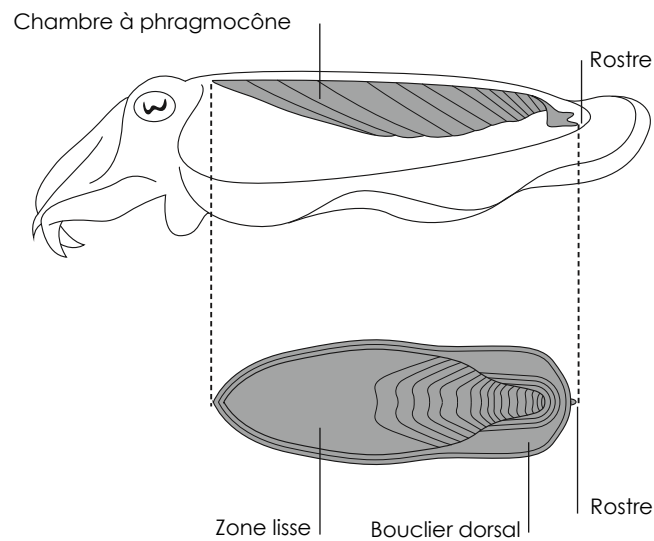


Figure 4 : Vues ventrale et latérale d'un sépion de seiche (Hanlon, et al., 2018).

Chez les céphalopodes, le corps est divisé en deux parties principales : le céphalopodium et le complexe palléoviscéral. (Fig. 5)

Le céphalopodium se compose de l'appareil brachial : huit bras munis de ventouses organisées en lignes transversales sur la face interne, et de deux tentacules préhensiles rétractables pourvus de ventouses uniquement aux extrémités. Cette partie englobe aussi la masse buccale, les yeux à pupilles en W et un siphon ou entonnoir des assure l'évacuation ou l'expulsion des fluides et des matières de la cavité palléale (ancres, fèces...) et aussi l'eau de mer perfusant les branchies. 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).

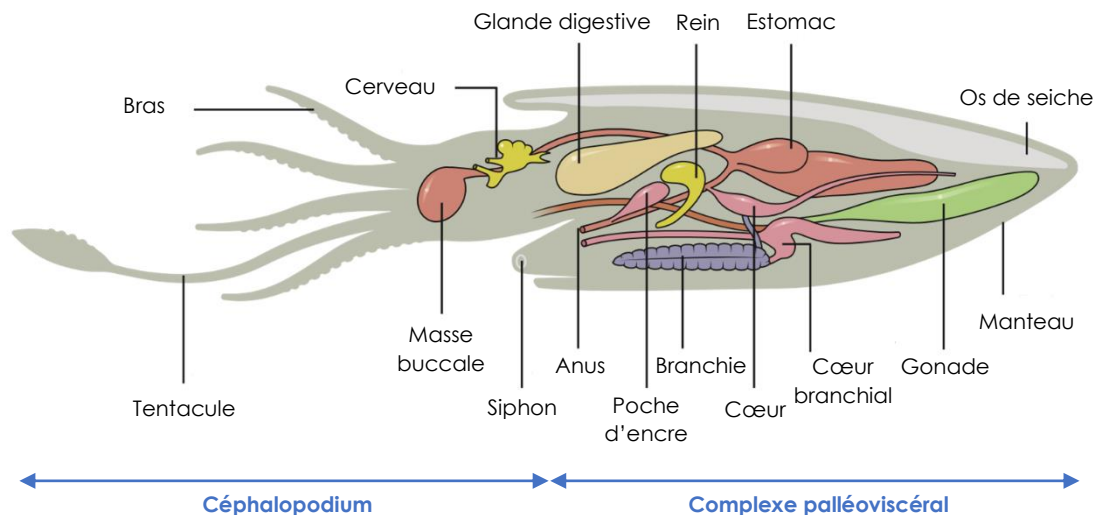


Figure 5 : Anatomie de base d'une seiche *Sepia officinalis* (Hanlon, et al., 2018).

Chez le mâle de la seiche, le quatrième bras gauche appelé bras hectocotyle est responsable du transfert des spermatophores dans la poche copulatrice de la femelle (Hanlon, et al., 1999).

Alors que le complexe palléoviscéral comprend la masse des viscères (appareils reproducteur, digestif, et circulatoire), le cœlome, le manteau, la coquille, les nageoires, et les organes de la cavité palléale.

2.2.3. Locomotion et moyen de défense

La seiche se déplace de différentes façons. Elle est capable de réaliser des déplacements lents et courts, ou à manière d'un hélicoptère, s'orienter dans les trois dimensions de l'espace grâce à leurs deux nageoires latérales qui ondulent le long du corps. Elle peut faire des déplacements vers l'arrière en aspirant l'eau de mer et en l'expulsant par le siphon placé sous la tête. Elle peut également utiliser ses tentacules pour le déplacement en s'appuyant sur le sol et les obstacles ; Cependant elle est capable de combiner les différentes techniques (Sadikkioui, 2019).

La réaction de fuite des seiches est souvent accompagnée de l'expulsion d'encre (sécritée par la poche du noir). 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).

Lors d'un stress, les seiches changent leur couleur pour s'adapter au fond marin sur lequel elles se trouvent. On parle alors de mimétisme par homochromie, un phénomène permis par la dilatation ou la contraction de chromatophores, des cellules remplies de pigments de différentes couleurs. Les tentacules et le manteau peuvent changer de couleur en fonction du milieu (Hanlon & Messenger, 1988).

2.2.4. Alimentation et description du système digestif

2.2.4.1. Description de l'appareil digestif

Les céphalopodes sont des prédateurs actifs macrophages, leur appareil digestif est composé d'une masse buccale qui contient deux glandes salivaires et un bec (rostrum), un tube digestif, une glande digestive, des canaux de glande digestive, des appendices des canaux digestifs, un estomac, un cæcum, des intestins et un anus (figure 4). Chez ces animaux, les organes de digestion sont disposés en forme de U (Boucaud-Camou & Boucher-Rodoni, 1983) (Fig. 6).

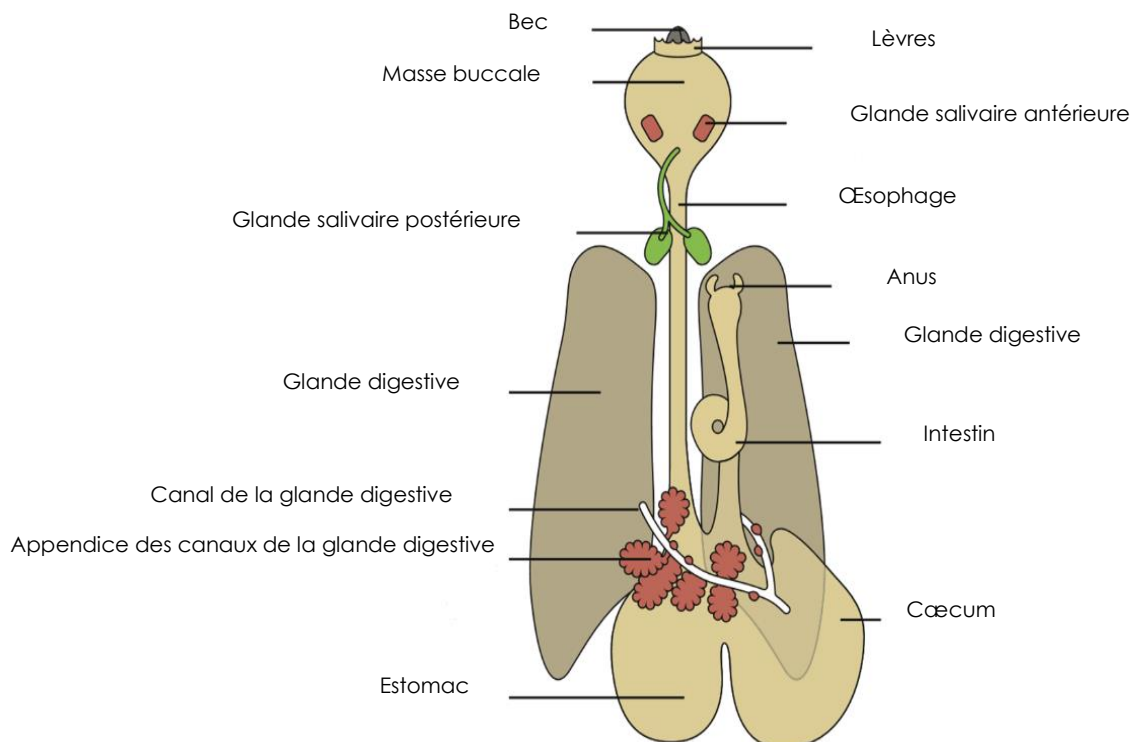


Figure 6 : Le système digestif de la seiche *Sepia officinalis* (Hanlon, et al., 2018).

Une fois capturée, la proie est maintenue via les ventouses des tentacules jusqu'à ce que le venin injecté par les mâchoires fasse effet. La salive contient en effet des céphalotoxines qui facilitent l'immobilisation de la proie (Delance & Poignonec, 2002). Cette dernière est ensuite déchiquetée par deux puissantes mâchoires en bec de perroquet avalée à l'aide d'enzymes sécrétées par les GSP et GSA (Boucaud-Camou & Boucher-Rodoni, 1983; Perrin, 2004).

Après, le bol alimentaire glisse dans l'œsophage grâce aux ondes de contraction musculaire jusqu'à l'estomac. Ce dernier assure le broyage des aliments et représente le lieu de la dégradation chimique des aliments à l'aide des enzymes sécrétées par la glande digestive (digestion extracellulaire). Ensuite, la bouillie homogène d'aliment passe directement dans la glande digestive et dans le cæcum où se poursuit la digestion intracellulaire (Boucaud-Camou & Boucher-Rodoni, 1983).

Contrairement aux invertébrés, l'absorption se déroule dans la glande digestive, les appendices de la glande digestive et le cæcum, car l'intestin des Céphalopodes ne possède pas de propriétés d'absorption. Les résidus résultant de la dégradation intracellulaire forment des corps bruns dans la glande digestive, qui sont évacués par l'intestin (Boucaud-Camou & Boucher-Rodoni, 1983).

2.2.4.2. Alimentation

La seiche commune est un céphalopode prédateur carnivore macrophage actif qui ne mange que des proies vivantes capturées à l'aide des deux bras préhensiles. Le jour la seiche reste enfouie dans le sable ou cachée dans des anfractuosités rocheuses. Elle devient active la nuit pour chasser. Ses proies sont des poissons (gobies, lançons, labres, et parfois des poissons plats), mollusques, crustacés (alevins, crevettes, crabes, gastéropodes, et autres céphalopodes) et de vers (némertiens et polychètes) en fonction de la biodiversité de l'écosystème ; au cours de sa vie, l'importance des crustacés comme proies diminue au profit des poissons (Hanlon & Messenger, 1988; Castro & Guerra, 1990; Carpentier, et al., 2005). Les juvéniles n'ont pas peur de s'attaquer à des animaux plus gros qu'eux (Hanlon & Messenger, 1988; Castro & Guerra, 1990).

Le phénomène de cannibalisme est fréquent parmi les adultes de la seiche commune dans la nature et surtout dans l'élevage où la densité est très élevée (Najai & Ktari, 1979).

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).

La nourriture de la seiche commune est basée essentiellement sur les animaux vivants, mais en captivité elles acceptent le surimi comme aliment (Guerra, 2006), de morceaux de maquereaux ou de poissons congelés (Endress, 2018).

2.2.5. Système circulatoire

Une caractéristique importante des systèmes circulatoires des céphalopodes est que le système est « clos », composé d'un système artériel dorsal, lié à un système veineux ventrale par un réseau capillaire (Hanlon, et al., 2018) (Fig. 7).

La circulation de l'hémolymphe est assurée par le cœur systémique formé d'un ventricule et de deux auricules, responsable de la circulation artérielle à travers deux aortes, appelées céphalique et postérieure. (Schipp, 1987; Mangold & Bidder, 1989; Shadwick & Nilsson, 1990; King, et al., 2005).

La circulation veineuse est assurée par des vaisseaux contractiles et deux cœurs branchiaux, situés l'un et l'autre à la base de chaque branchie, qui conduisent l'hémolymphe dans les branchies à une pression optimale pour permettre les échanges gazeux (Schipp, 1987; Mangold & Bidder, 1989; Shadwick & Nilsson, 1990; King, et al., 2005).

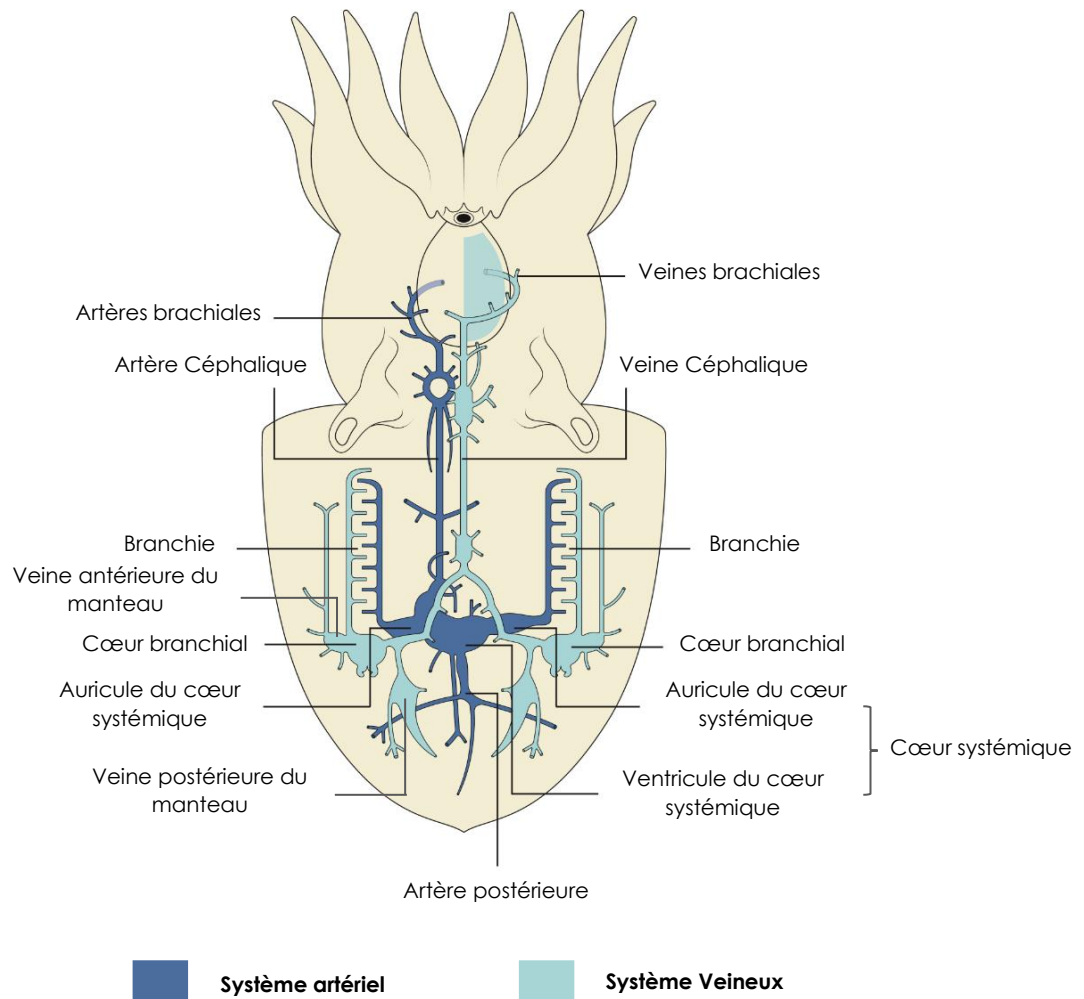


Figure 7 : Le système circulatoire de *Sepia officinalis* et ses principaux organes et vaisseaux, modifié d'après (Hanlon, et al., 2018). En bleu marine, le système artériel ; en vert d'eau, le système veineux.

Le sang oxygéné circule des branchies vers le cœur systémique, qui le pompe ensuite vers les différentes parties du corps par les artères. Après le sang pauvre en oxygène et riche en gaz carbonique, effectue son voyage de retour, des organes vers le cœur systémique par les veines (Hanlon, et al., 2018).

2.2.6. L'appareil reproducteur

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

2.2.6.1. L'appareil génital mâle

L'appareil reproducteur des mâles de la seiche commune englobe le testicule, les glandes annexes, le canal déférent, le sac spermatophorique et un pénis. La partie postérieure dorsale contient un testicule unique qui est relié aux glandes annexes par le canal déférent. Les spermatophores sont formés par l'association des glandes annexes, des glandes accessoires et des trois vésicules séminales pour s'accumuler dans la glande Needham avant l'évacuation par le pénis durant l'accouplement (Endress, 2018) (Fig. 8).

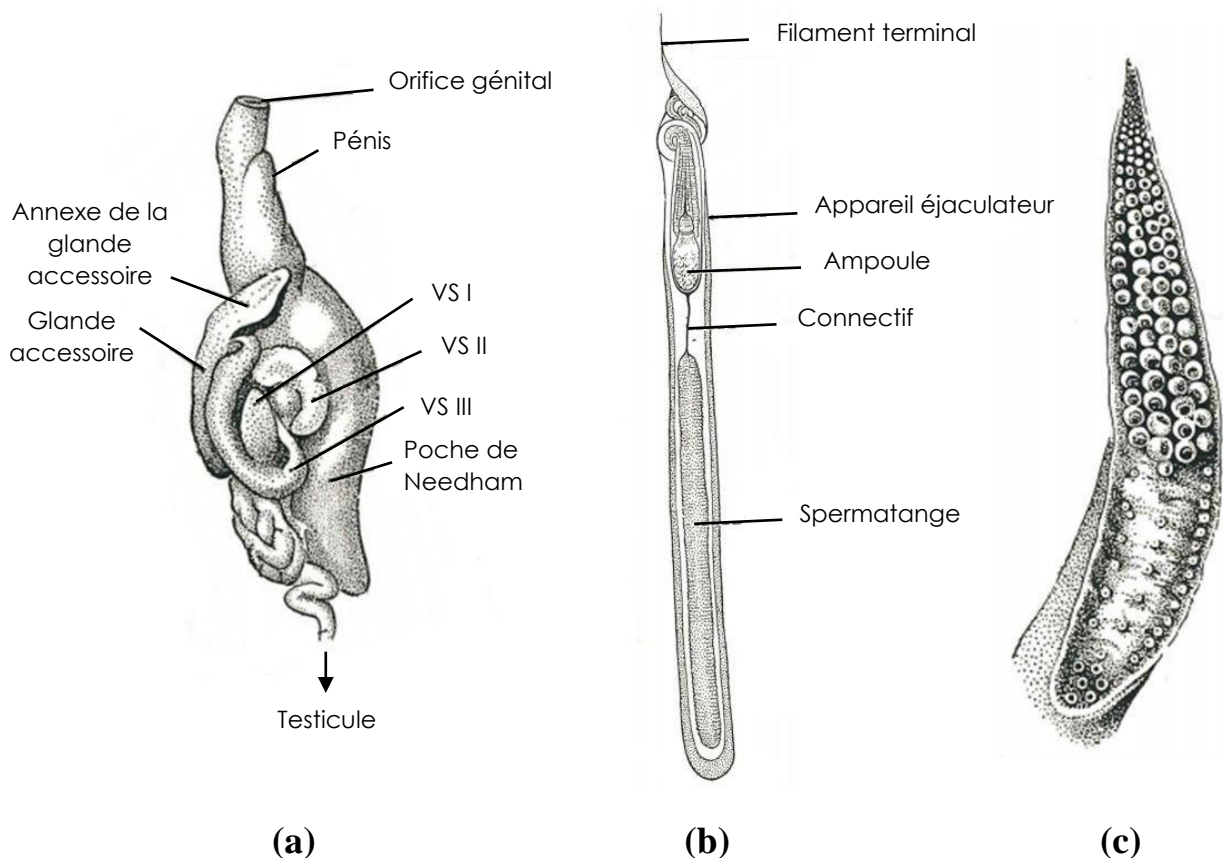


Figure 8 : Représentation des structures impliquées dans la reproduction chez le mâle de la seiche commune (Mangold, 1989). **(a).** Anatomie de l'appareil génital mâle. **(b).** Un spermatozoaire. **(c).** Un bras hectocotyle.

2.2.6.2. L'appareil génital femelle

L'appareil génitale des femelles de la seiche commune est formé d'un seul ovaire suivi des glandes annexes : une glande oviducte, et des glandes nidamentaires principales et accessoires (Fig. 9).

La partie dorsale la plus postérieure de la seiche contient l'ovaire constitué de tissu conjonctif très vascularisé (le stroma), d'un épithélium très mince continu avec le cœlome génital, et d'une zone corticale de cellules germinales. Celui-ci s'accroche à la paroi dorsale du cœlome génital qui consiste en un sac translucide contenant les ovocytes matures et s'ouvre sur la partie proximale de l'oviducte (Endress, 2018).

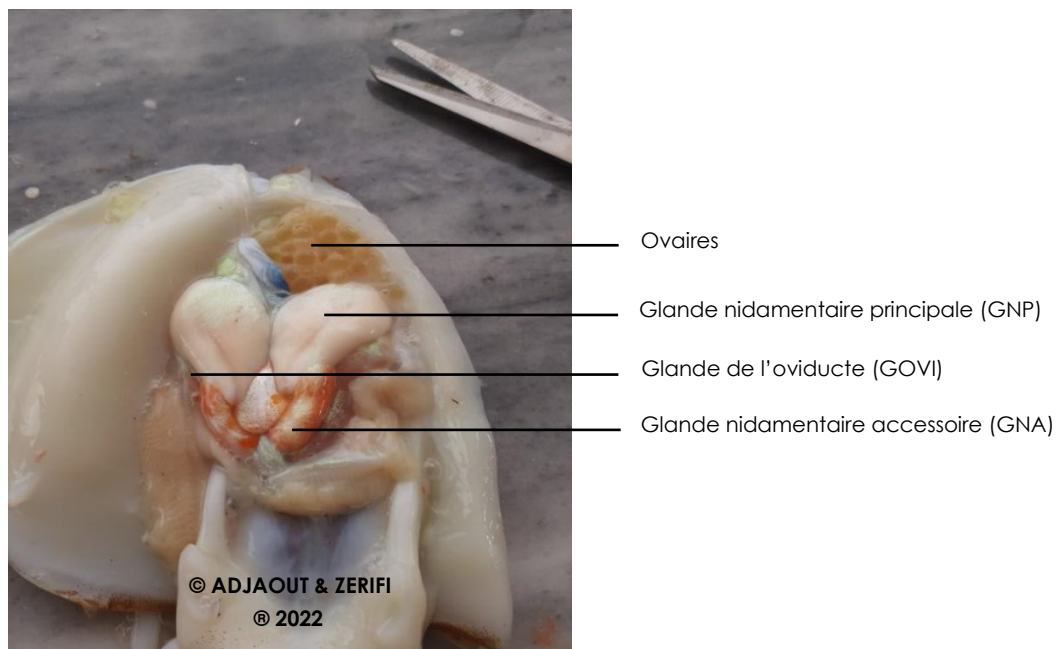


Figure 9 : Vue ventrale de l'appareil génital femelle de *S. officinalis*.

L'oviducte est situé sur le côté gauche. Il est divisé en deux parties : une partie proximale et une partie glandulaire.

La GOVI est responsable de la sécrétion de mucopolysaccharides et les protéines capsulaires constitutives de la capsule interne de l'œuf, ainsi que des phéromones sexuelles peptidiques et polypeptidiques (Enault, et al., 2012).

Chez la seiche, il existe deux paires de glandes nidamentaires : une paire de glandes nidamentaires principales (GNP) de grande taille de couleur blanche responsables de la sécrétion des mucopolysaccharides et des glycoprotéines qui entrent dans la composition de la capsule externe de l'œuf, et une paire de glandes nidamentaires accessoires (GNA) de couleur orange d'une petite taille que celle-ci (principales) (Cornet, et al., 2015).

2.2.7. Cycle de vie et reproduction

2.2.7.1. Cycle de vie

La seiche commune *Sepia officinalis* est une espèce sémelpare a un cycle de vie court qui varie entre 1 et 2 ans en fonction du milieu où lequel elle vit. La température du milieu est le paramètre le plus décisif dans la régulation du cycle de vie des céphalopodes (Fig. 10).

La température a un effet direct sur le développement des œufs, l'absorption du vitellus, le taux de croissance, la demande alimentaire, et l'espérance de vie des Céphalopodes (Richard, 1971; Forsythe, et al., 1994; Vidal, et al., 2014). Plus les eaux sont chaudes, plus le métabolisme de seiches est élevé et sa durée de vie raccourcie (Benoist, 2020).

Les travaux de (Boucaud-Camou, et al., 1991) ont permis de déterminer le cycle biologique de la population de seiches en Manche qui dure 22 à 24 mois, alors qu'en Méditerranée le cycle est principalement de 18 mois (Mangold-Wirz, 1966; Boletzky, 1983).

La population de seiches présente deux types de géniteurs dans les régions intermédiaires (comme le Golfe de Gascogne) : des géniteurs précoces qui atteignent leur maturité sexuelle dans leur première année et des géniteurs qui atteignent leur maturité sexuelle dans leur deuxième année (Jeon, 1982; Le Goff & Daguzan, 1991; Gauvrit, et al., 1997).

Comme la majorité des Céphalopodes, les seiches réalisent des migrations saisonnières. Ces dernières se font du large vers la côte au printemps, pour profiter de l'abondance des proies et pour la reproduction. Puis, elles fuient les eaux côtières vers le large à cause de la chute de température (<10 °C) (Wang, et al., 2003; Reid, et al., 2005; Buresi, 2013). L'accouplement, la ponte, le développement embryonnaire, l'éclosion et les premières semaines de vie du juvénile ont lieu donc sur le littoral (Sadikkioui, 2019).

La ponte se caractérise par des œufs noirs terminés en pointe, assemblés en grappes. Quand ils arrivent à maturité ils perdent leur coloration noire et on peut y observer des jeunes seiches qui mesurent 12 à 15 mm environ (Bouchaud, 1991).

Après la ponte, les géniteurs meurent et en laissent un échouage massif d'os de seiches sur les côtes (Benoist, 2020).

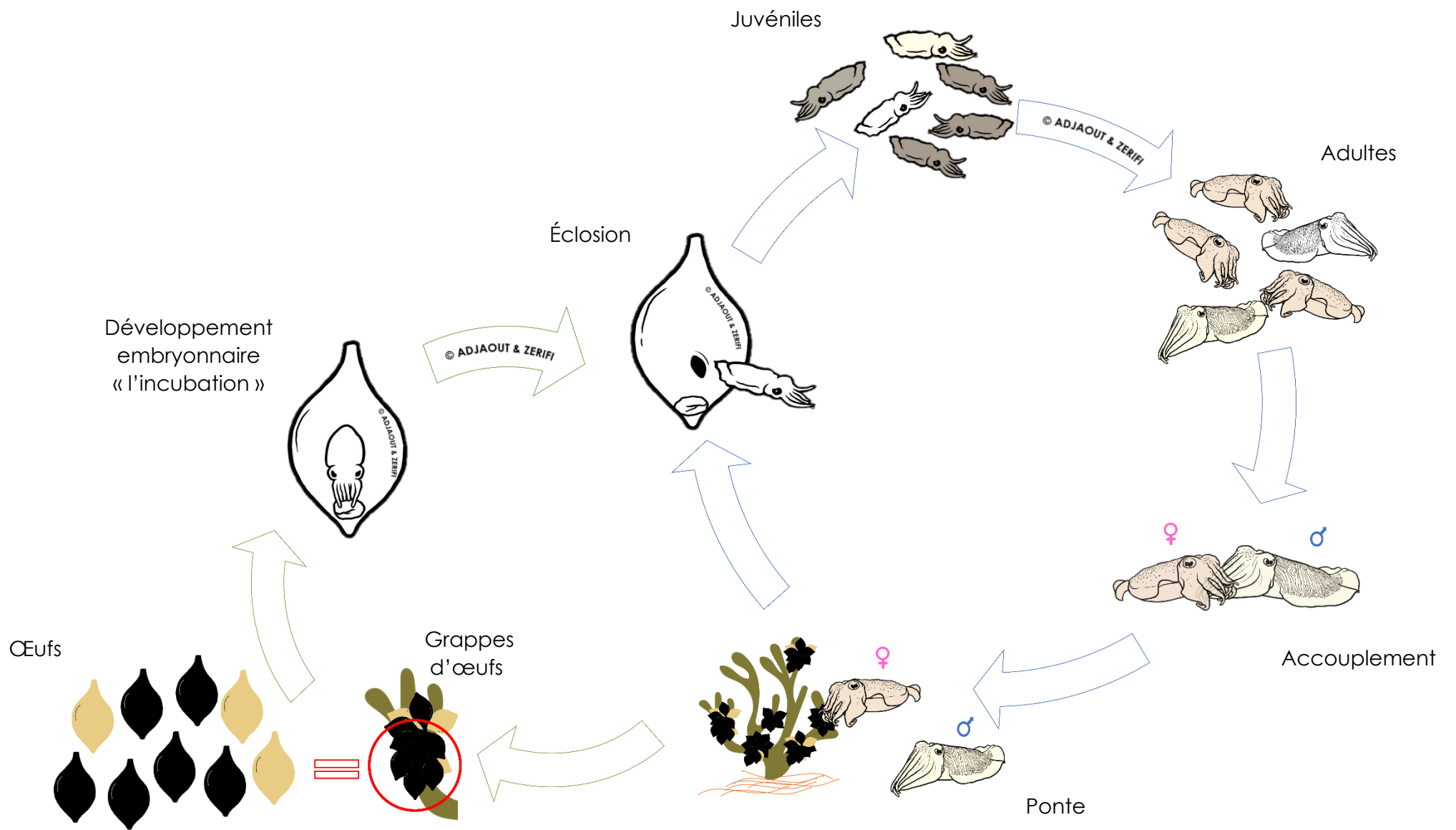


Figure 10 : Cycle de vie de la seiche commune.

2.2.7.2. Reproduction et ponte

La seiche est un Mollusque Céphalopode gonochorique à fécondation externe, où les sexes sont bien séparés et stables (Richard, 1971).

La période de reproduction de la seiche commune se déroule au printemps (de mars à août), et elle varie également en fonction de la température moyenne de l'eau et selon les régions. En effet, la reproduction peut être observée pendant toute l'année en Méditerranée (Mangold-Wirz, 1966).

2.2.7.2.1. Dimorphisme sexuel

Chez la seiche commune, on distingue les mâles des femelles grâce aux rayures des tentacules les plus latéraux et de la partie antérieure du manteau (Fig. 11).

Le dimorphisme sexuel est alors plus prononcé : les mâles, en plus d'une taille plus grande et d'un bras hectocotyle différencié (dépourvu de ventouses) arborent une parure nuptiale caractérisée par des zébrures transversales noires et blanches. Les femelles, plus petites et ventrues, restent ternes en période de reproduction (Delance & Poignonec, 2002).



Figure 11 : Couple de seiche commune. © Alain BONNET. doris.ffesm.fr

2.2.7.2.2. L'accouplement

L'accouplement de la seiche commune est divisé en quatre étapes pour la première fois par Hanlon et al. (1999) : l'initiation, le nettoyage, le transfert des spermatophores et le stockage des spermatanges.

Dans l'étape de l'initiation, le mâle saisit la femelle par la tête, les deux partenaires sont face à face et les couronnes de tentacules sont juxtaposées. Après, le mâle propulse un puissant jet d'eau dans la poche copulatrice de la femelle afin d'éliminer les spermatophores provenant d'un éventuel accouplement précédent (étape de nettoyage). Ensuite, le mâle dépose ses spermatophores dans la poche copulatrice située sous la bouche de la femelle grâce à son bras hectocotyle, c'est l'étape de transfert. A la fin, les spermatozoïdes sont libérés et stockés jusqu'à la fécondation qui a lieu au moment de la ponte quelques minutes à quelques jours après l'accouplement (Hanlon, et al., 1999).

Puis, en 2005 Wada et al ont divisé la séquence d'accouplement en trois étapes générales en reposant sur les travaux de Hanlon et al. (1999) : (Fig. 12)

- La première phase est l'élimination des spermatozoïdes ;
- La deuxième phase de l'accouplement est le transfert de spermatophores ;
- La troisième et la dernière étape est le placement des spermatanges.

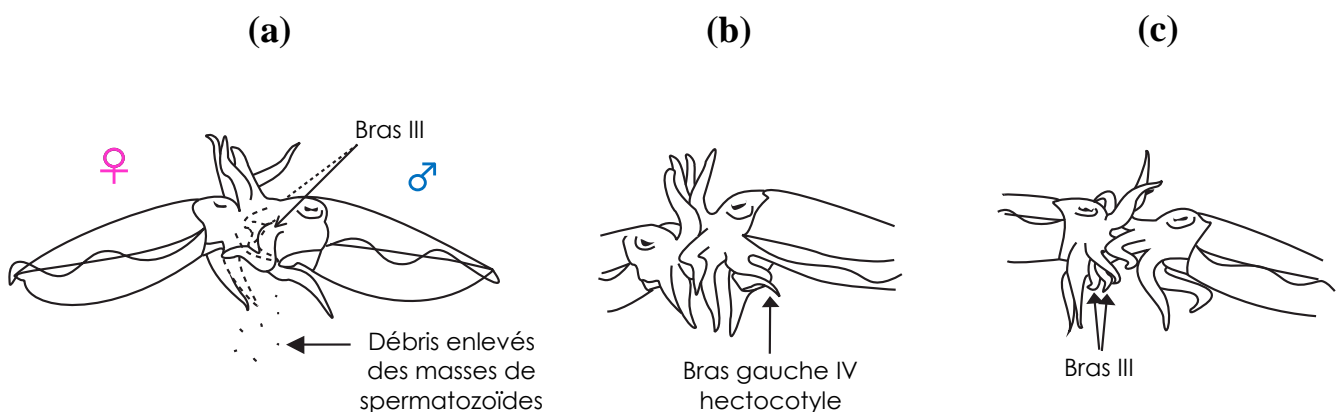


Figure 12 : Séquence comportementale de l'accouplement des seiches (Wada, et al., 2005). (a). L'élimination des spermatozoïdes. (b). Le transfert de spermatophores. (c). Le placement des spermatanges.

2.2.7.2.3. La ponte

Les femelles fixent leurs œufs avec leurs tentacules sur un substrat dur et immergé comme les algues, les tubes de vers, les coquillages, les orins ou les casiers. Les femelles n'apportent aucun soin maternel pour leurs œufs, mais elles s'assurent de les fixer dans une zone à une faible intensité lumineuse (profondeur < 40m) avec des courants d'eau permettant le balancement idéal et la survie des œufs (Boletzky, 1983; Blanc, et al., 1998; Basuyaux, 2010).

Dans la nature, les seiches pondent entre 150 à 600 œufs noirs sous forme de grappes (150 à 300 œufs/grappe) et ce nombre varie en fonction de leur taille (Richard, 1971; Bouchaud, 1991). En captivité, les femelles pondent un nombre important d'œufs (jusqu'à 4 000 œufs) que celle du milieu naturel (Forsythe, et al., 1994).

La ponte se caractérise par des œufs noirs terminés en pointe, assemblés en grappes (raisins de mer). Chaque œuf pèse de 0,1 à 2,5g et mesure de 8 à 10 mm de diamètre (Sykes, et al., 2006) (Fig. 13).



Figure 13 : Photographie de grappes d'œufs de la seiche commune.

La durée de l'incubation des œufs de la seiche varie d'un mois et demi jusqu'à trois mois en fonction de la température de l'eau (La durée d'incubation augmente avec la diminution de la température). Pour cela, la durée du développement des œufs et leur éclosion varie de 42 jours dans 20°C à 106 jours pour 14°C (Richard, 1971; Boletzky, 1983; Basuyaux, 2010; Roussel & Basuyaux, 2016).

À l'automne, les juvéniles des seiches migrent de la côte vers les eaux les plus profondes à cause de la diminution de la température des eaux côtières en dessous de 10°C (Richard, 1971; Boletzky, 1983).

3. Les améliorations dans l'élevage des céphalopodes au XXème siècle

Depuis la fin du dernier siècle, plusieurs espèces de Céphalopodes littoraux ont été maintenues, durant des périodes plus ou moins longues, dans des laboratoires, des aquariums publics et des bassins (Lane, 1957).

C'est dans les vingt dernières années que l'élevage a connu un énorme développement. Ce développement dû à la résolution de nombreux problèmes technologiques et la mise en place des structures et des systèmes de production aquacole marine (emplacement, conception du réservoir, contrôle des conditions physico-chimiques de l'eau, la surveillance des systèmes de productions...) (Roussel & Basuyaux, 2016). *Sepia officinalis* est exposée à des conditions hydro-biologiques variables lorsqu'elle occupe les eaux côtières, pour cela elle s'acclimate et résiste aux conditions de captivité.

La seiche commune a une tendance de tolérer des concentrations plus ou moins élevées de composés azotés : $[\text{NH}_4^+]$ et $[\text{NO}_2^-] < 0,1 \text{ mg/L}$; $[\text{NO}_3^-] < 80 \text{ mg/L}$. En cas où le dernier élément dépasse le seuil précis, la seiche s'agite et s'effraye (Forsythe, et al., 1994). Elle supporte également des températures de 9 à 32°C (optimum 15~25°C) et des valeurs de salinité de 25 à 38 PSU (optimum 34~36 PSU). Elle préfère vivre dans une eau à un taux d'oxygène saturé et a un pH entre 7,8 et 8,1 (Boletzky, 1983; Forsythe, et al., 1994) (Tab. 2).

Tableau 2 : Paramètres de l'eau tolérés par la seiche commune (*Boletzky, 1983; Forsythe, et al., 1994*).

Paramètres de l'eau	Valeur
Température	9 à 32°C (optimum 15~25°C)
PH	7,8 ~ 8,1
Salinité	25 à 38 PSU (optimum 34~36 PSU)
O2 dissous	6 mg/l jusqu'à la saturation
[NH ₄ ⁺]	< 0,1 mg/l
[NO ₂ ⁻]	< 0,1 mg/l
[NO ₃ ⁻]	80 mg/l

Selon Gutowska et al (2008), les céphalopodes ont la capacité de s'adapter et de résister à l'augmentation du taux de CO₂ dû au réchauffement climatique.

Le taux anormal en dioxyde de carbone (CO₂) n'a aucun impact négatif sur le développement des juvéniles de la seiche commune en fonction de la croissance et de la calcification durant 6 semaine, si le taux de CO₂ varie entre 4 000 à 6 000 ppm (Gutowska, et al., 2008).

D'après Forsythe et al., (1994), des dizaines de systèmes de culture ont été utilisés au fil des ans pour faire croître les populations de seiches communes, de sorte qu'aucune conception unique ne peut être décrit. La plupart des travaux de culture ont été effectués dans des systèmes de 2 000 à 10 000 litres.

Littéralement, cette espèce s'adapte à la plupart des types de réservoirs de culture : ronds, carrés ou rectangulaires. Dans la culture à haute densité, l'espace horizontal est la dimension la plus importante, puisque ces animaux sont orientés vers le bas (Forsythe, et al., 1994). Pour cela, il est suggéré un espace de 5 cm par individu pour un nouveau-né (après l'éclosion) et 30 à 40 cm pour des juvéniles et des adultes, car ces espèces préfèrent se répartir horizontalement et non verticalement dans la colonne d'eau (Forsythe, et al., 1994).

Une variété de phylums (bactéries, champignons, virus et parasites) affectant les céphalopodes en générale sont décrits (Gestal, et al., 2019) (Tab. 3). Concernant la seiche (*S. officinalis*), les pathogènes pouvant induire une réponse immunitaire, ainsi provoquer des maladies et des mortalités, sont résumés dont le tableau ci-dessous (Benoist, 2020) :

Tableau 3 : Catégories et agents pathogènes affectant les Céphalopodes (*Gestal, et al., 2019*).

Catégorie	Agent pathogène	Symptômes
Bactéries	Bactéries gram- du genre <i>Vibrio</i> : - <i>V. alginolyticus</i> - <i>V. lentus</i> - <i>V. parahaemolyticus</i> - <i>V. splendidus</i> - <i>V. anguillarum</i> Bactéries gram+ des genres : - <i>Lactococcus</i> - <i>Garvieae</i>	Lésions cutanés
Champignons	Deutéromycètes halotolérants du genre <i>Cladosporium</i>	Infections et plaies cutanées
Virus	Particules virales des familles des <i>Iridoviridae</i> et <i>Reoviridae</i>	Tumeurs sur les tentacules Infections au niveau de l'épithélium stomacal
Parasites protozoaires ou métazoaires	<u>Protozoaires :</u> Parasites du genre : <i>Aggregata</i> , la famille <i>Opalinopsidae</i> Des <i>Dicyémides</i> <u>Métazoaires :</u> Trématodes, Cestodes, Nématodes et Crustacés	Ces parasites ne seraient pas à l'origine de pathologies mais ils pourraient contribuer à la dégradation de l'état de santé des animaux infectés.

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation de la ferme

1.1. Infrastructure (structure d'élevage)

Ce travail de fin d'étude a été réalisé au niveau de la ferme aquacole expérimentale de l'école Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL), située à Dely Ibrahim, wilaya d'Alger.

Cette ferme est aménagée en trois unités : une unité de pisciculture marine, une unité d'aquaponie et une unité de culture des microalgues (Figs. 14 et 15)

Ces trois unités sont équipées d'une façon différente dépendamment de la nature des activités aquacoles pratiquées dans chacune. La station expérimentale est faite sous forme d'une serre dont la toiture est en panneaux sandwich et les façades en polycarbonate transparent afin de réchauffer l'intérieur de la structure pendant la période hivernale et de protéger les installations des intempéries.

La plupart des étapes de cette expérience sont réalisées dans l'unité de pisciculture marine, où se trouvent les bassins circulaires en polyester et fibres de verre avec un revêtement lisse de type gel-coat alimentaire pour acquérir la capacité de tolérer l'eau de mer et de faciliter le nettoyage.

Les bassins sont séparés l'un de l'autre (l'eau ne circule pas entre les bassins). Le volume de chacun des bassins circulaires est de 2800 l l'équivalent de 2,8 m³ (ajustable en fonction du niveau d'une surverse mobile) avec un diamètre de 1,75 m et une hauteur utile de 1,2 m (Fig. 16).

On trouve au milieu intérieur du bas de chaque bassin une passoire avec des mailles de 5 mm plus un tremplin au côté extérieur. La passoire a une fonction de rétention des grosses particules (poissons et alevins, algues...) et des macrodéchets (le reste d'aliment granulé et les fèces des espèces) pour éviter le bouchage du tremplin. Le tremplin sert à maintenir un niveau d'eau constant et précis et assure la vidange du bassin.

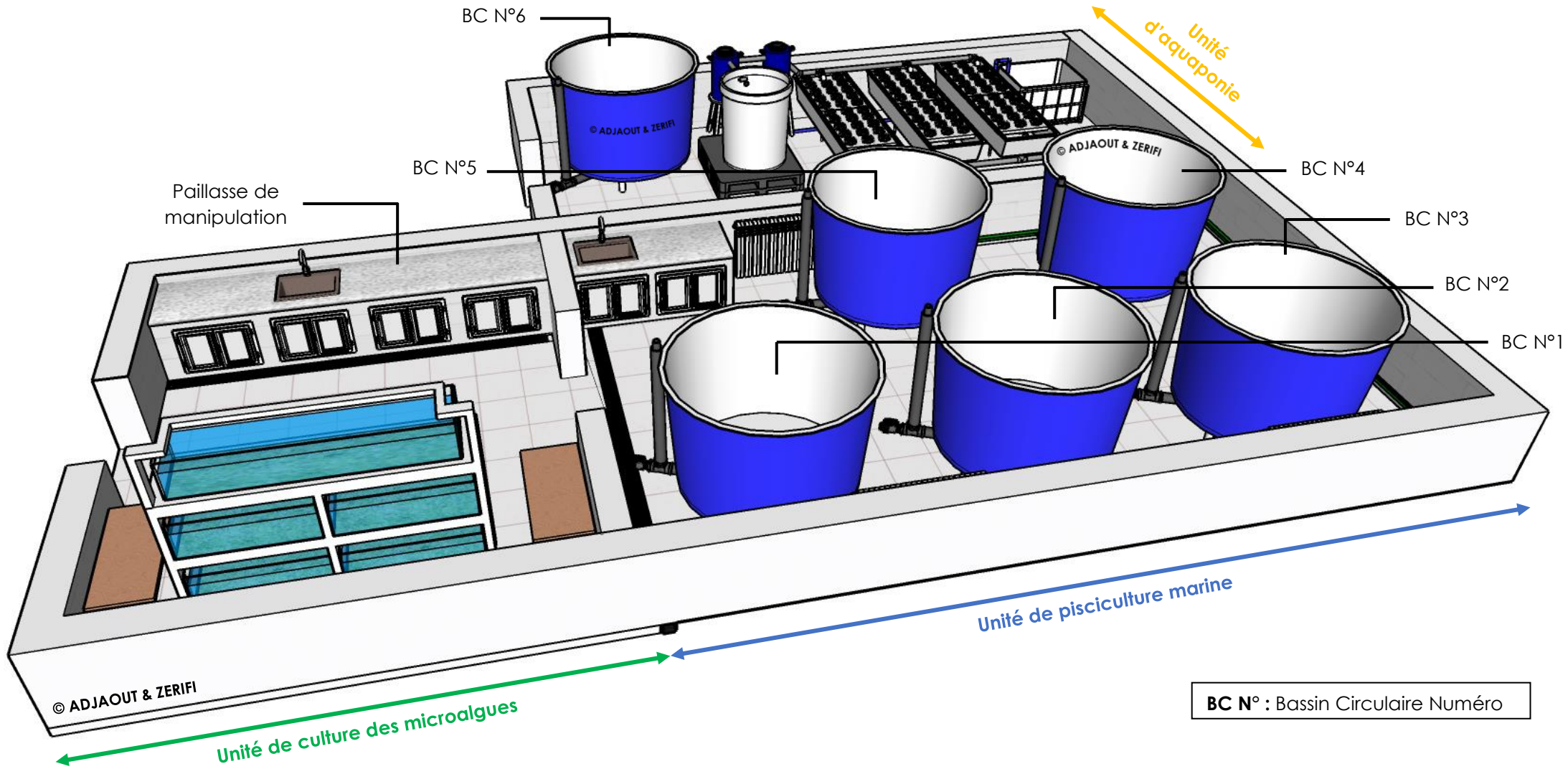


Figure 14 : Schéma 3D de la ferme de l'ENSSMAL (vue n°1 ; SketchUp Pro 2022).

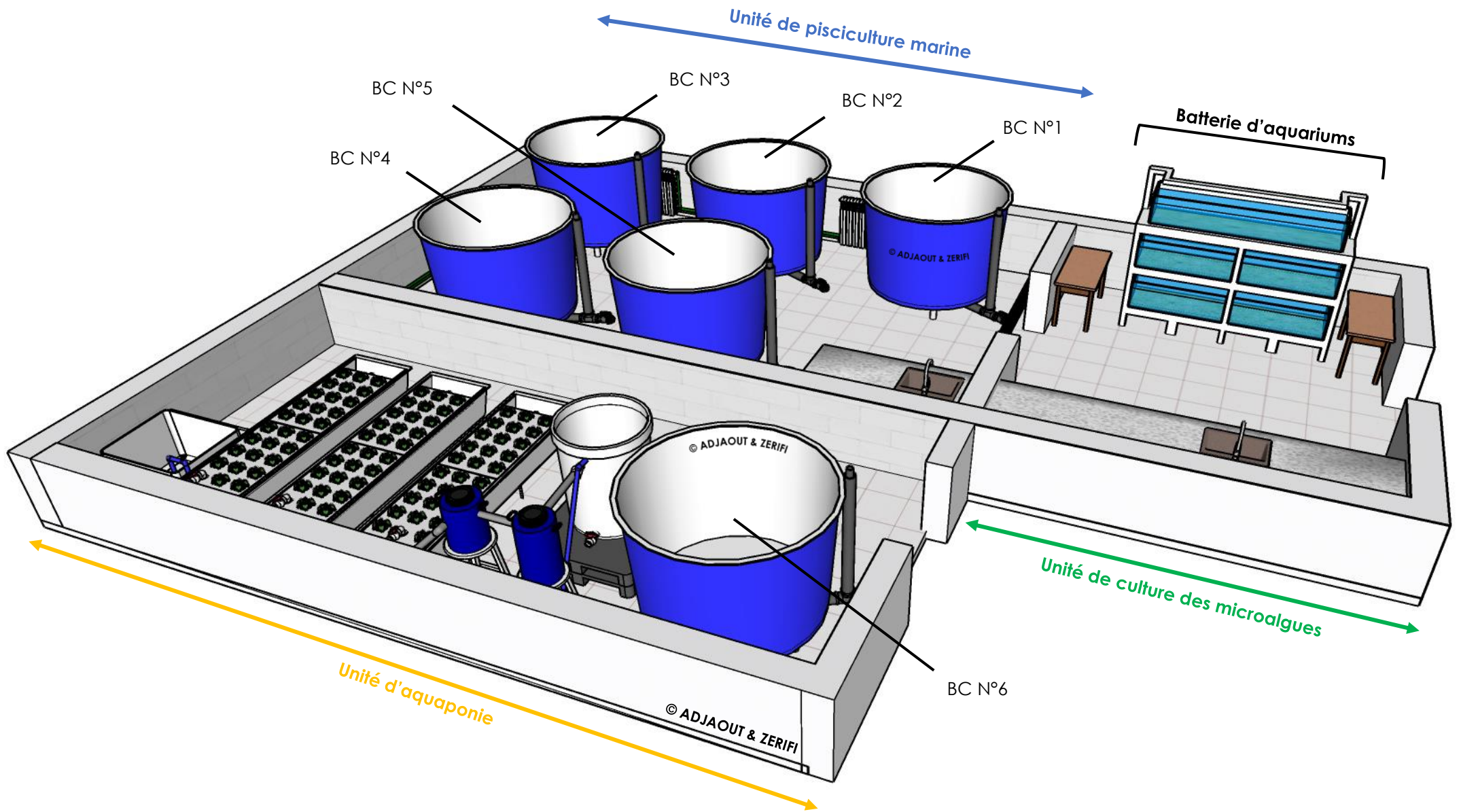


Figure 15 : Schéma 3D de la ferme de l'ENSSMAL (vue n°2 ; SketchUp Pro 2022).



Figure 16 : Installation des bassins circulaire de la ferme.

1.1.1. Bassins de reproduction

Les bassins destinés à la reproduction sont le BC N°1 et le BC N°2 situés dans l'unité de pisciculture marine. Chacun de ces deux bassins est équipé de deux chauffages en verre (300 W) et un filtre avec une eau saturée en oxygène par bullage (Fig. 17).

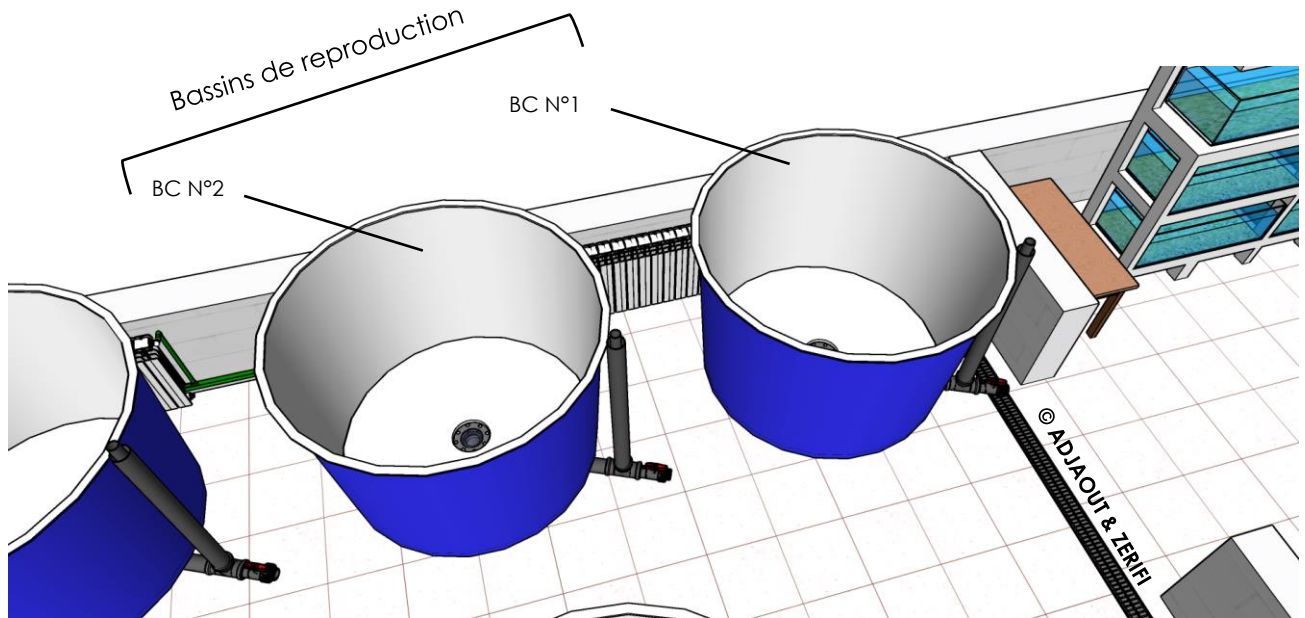


Figure 17 : Schéma 3D montrant l'emplacement des bassins de reproduction (SketchUp Pro 2022).

1.1.2. Bassins d'incubation

Le bassin où s'est réalisée la phase de l'incubation est le BC N°6 situé dans l'aquaponie loin du bruit et du stress. Ce dernier est équipé de deux chauffages en verre (300 W) et un filtre et rempli de 1000 l (1 m³) d'eau de mer fraîche saturée en oxygène par bullage (Fig. 18).

BC N°6 (Bassin d'incubation)

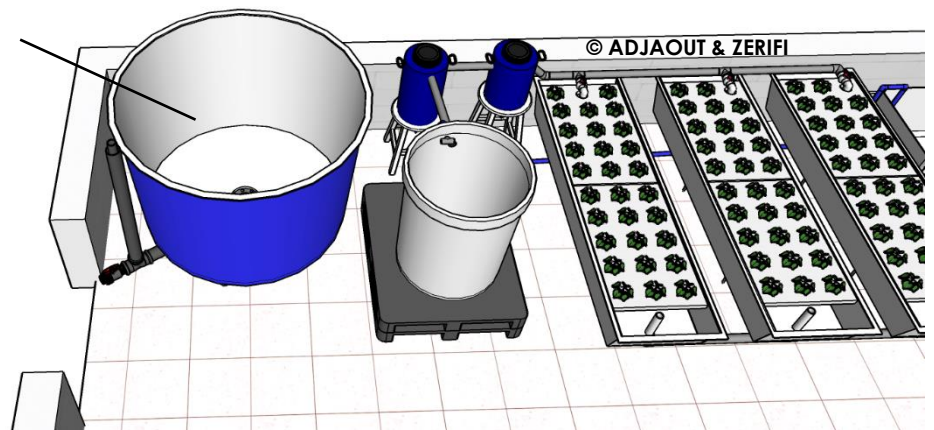


Figure 18 : Schéma 3D montrant l'emplacement du bassin d'incubation (SketchUp Pro 2022).

1.1.3. Aquariums d'éclosions et de tri

Les aquariums d'éclosion et de tri sont installés dans une batterie métallique. Ces aquariums sont divisés de la manière suivante : un grand aquarium (Aqua N°1) utilisé pour les derniers jours de l'incubation et l'étape de l'éclosion, et deux aquariums de taille moyenne, mais nous avons utilisé seulement deux aquariums pour le tri des nouveaux individus de seiches (Aqua N°2 et N°3) (Fig 19).

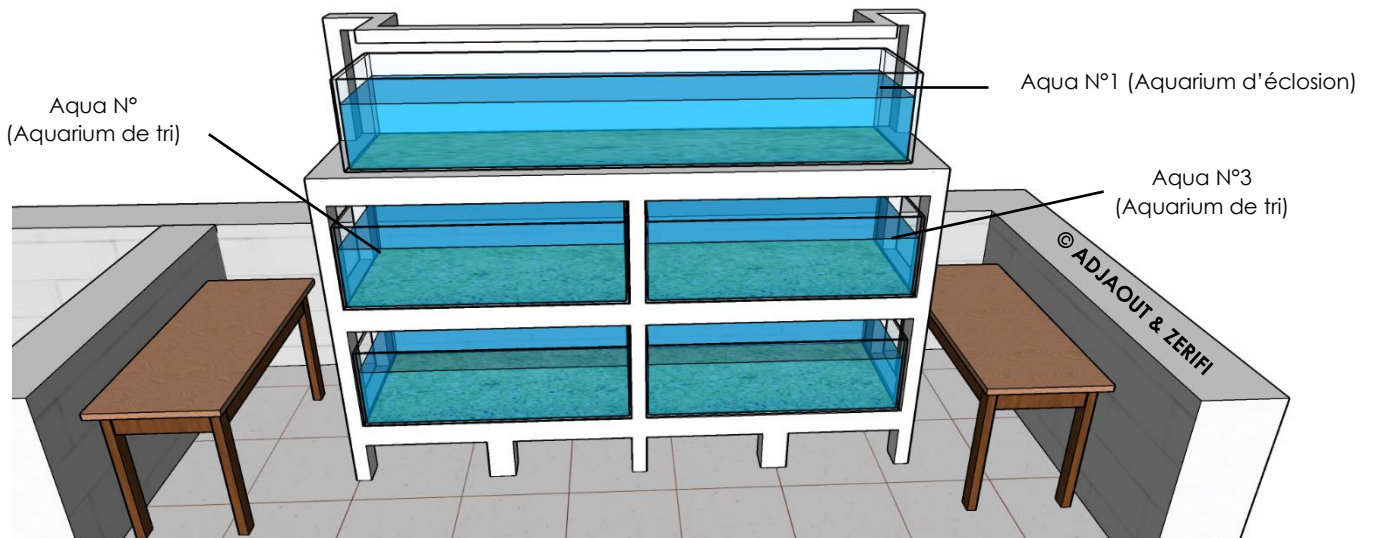


Figure 19 : Schéma 3D montrant l'emplacement des aquariums d'éclosion et de tri (SketchUp Pro 2022).

1.1.4. Système de filtration

Puisque les bassins ne sont pas reliés l'un à l'autre, Chaque bassin est muni d'un système de filtration unique et innovant. Il est composé de deux caisses en plastiques, munie d'éponge, de la ouate de matelassage, un morceau d'éponge, un morceau de la ouate de matelassage, des segments de 1,5 cm de la gaine annelée, d'une pompe d'eau submersible (RS-6100, 85 W), et d'un segment de 2 m de gaine annelée (Fig. 20).



Figure 20 : Le système de filtration utilisé dans ce travail.

Ce filtre sert à faire circuler l'eau de mer d'une façon continue et assure la rétention des macro-particules par l'éponge et la ouate placés dans la caisse supérieure. La caisse inférieure est remplie des segments de la gaine annelée de 1,5 cm et de diamètre, ces derniers fonctionnent comme un support pour les bactéries nitrifiantes du cycle d'azote. La pompe fait monter l'eau vers la caisse supérieure. Après l'eau retombe à travers les deux caisses avec l'effet de la gravité pour se terminer dans le bassin (Fig. 21).

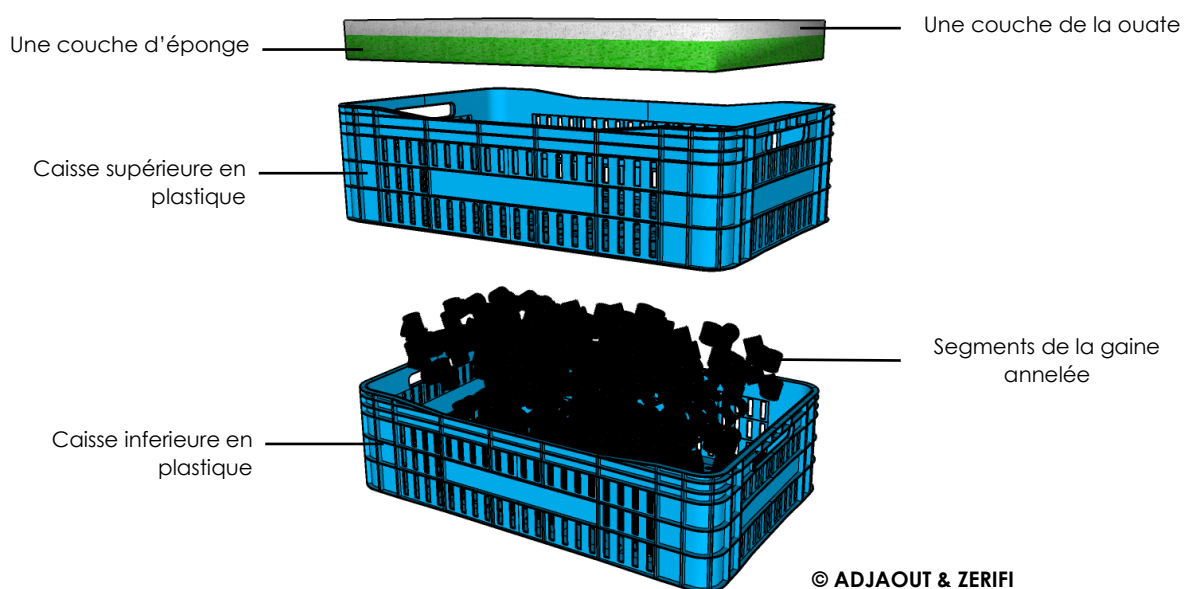


Figure 21 : Schéma 3D de système de filtration (SketchUp Pro 2022).

1.1.5. Paillasse de manipulation

L'infrastructure de la ferme est équipée d'une paillasse qui fait l'objet d'un support pour le matériel de la ferme (microscope optique, pH-mètre portable, conductimètre de terrain, balance numérique ...) et les différentes manipulations.

1.1.6. Equipements

La ferme contient des outils qui aident à effectuer les tâches quotidiennes et les équipements de mesures pour les opérations de suivi (Fig. 22). Les équipements de la ferme de l'ENSSMAL sont listés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Equipements de la ferme de l'ENSSMAL.

Matériels	Références	Nombre
Pompe de relevage drainage eau claire	GXRM 9 (CALPEDA type GXR)	1
Pompe submersible	RS-6100 (RS Electrical)	7
Chauffage en verre (300 W)	RS-300W (RS Electrical)	25
Thermomètre portable	HI 9040 (Hanna instrument)	2
Oxymètre de terrain	ProfiLine™ Oxi 197i (WTW)	1
Conductimètre de terrain	ProfiLine™ Cond 197i (WTW)	1
pH-mètre portable	pH 315i (WTW)	1
Balance numérique	GM-610P (Lutron)	1
Balance d'analyse	ABJ 220-4N (KERN)	1
Microscope optique	B-290 (OPTIKA)	1
Loupe binoculaire 10X/20X/40X	SFX-91 (OPTIKA)	1



Figure 22 : Quelques équipements de la ferme.

1.1.7. Personnel de la ferme

Le personnel de la ferme de l'ENSSMAL est listé dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Le personnel de la ferme de l'ENSSMAL.

Catégorie	Nombre
Responsable	1
Technicien	1
Binôme avec un PFE sur la seiche (ce travail)	1
Binôme avec un PFE sur l'aquaponie	1
Binôme avec un PFE sur l'élevage du concombre de mer	1
Binôme avec un PFE sur la spiruline	1
Doctorante avec un thème sur les microalgues	1
Total	11

1.1.8. Processus d'approvisionnement en eau

Le remplissage des bassins est réalisé avec de l'eau de mer fraîchement pompée dans le milieu naturel près de la station de recherche de l'ENSSMAL située au bord de la mer à Sidi Fredj, Alger (20 km de l'ENSSMAL). L'eau est pompée dans un réservoir en plastique d'un volume de 1000 l (1 m^3) chargé sur le camion de l'école. Le camion assure le transport du réservoir de et vers l'ENSSMAL (Fig. 23).

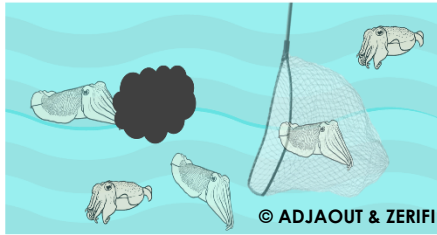


Figure 23 : Processus d'approvisionnement en eau.

Le pompage de l'eau de mer vers le réservoir est assuré par une pompe entourée par une couche de la ouate avec un filet de mailles de 5 mm pour éliminer les grosses particules et les organismes de grande taille.

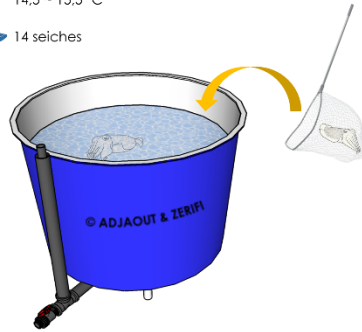
Capture des géniteurs

Fouka Marine, Tipaza
14.02.2022



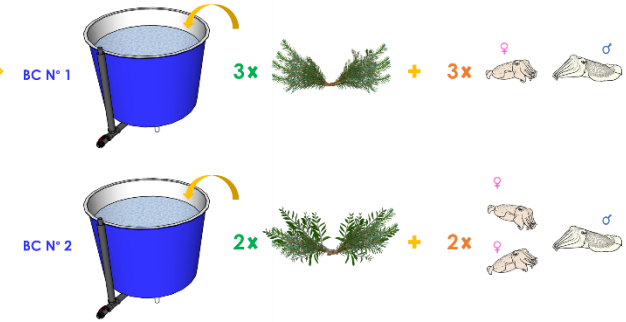
Conditionnement des géniteurs

BC N°5 à la ferme aquacole de l'ENSSMAL
14.02.2022
14,5 ~ 15,5 °C
14 seiches



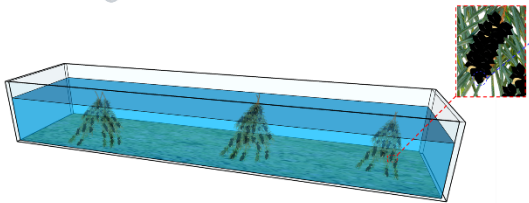
Préparation de la reproduction

BC N°1 et N°2 à la ferme aquacole de l'ENSSMAL
16.02.2022
14 ~ 15 °C
12 seiches



L'éclosion

Aqua N°1 à la ferme aquacole de l'ENSSMAL
07.04.2022 à 25.04.2022
20 ~ 21°C



L'incubation

BC N°6 à la ferme aquacole de l'ENSSMAL
16.03.2022 à 05.04.2022
20 ~ 21°C



La ponte

BC N°1 et N°2 à la ferme aquacole de l'ENSSMAL
20.02.2022 à 16.03.2022
14,5 ~ 15 °C

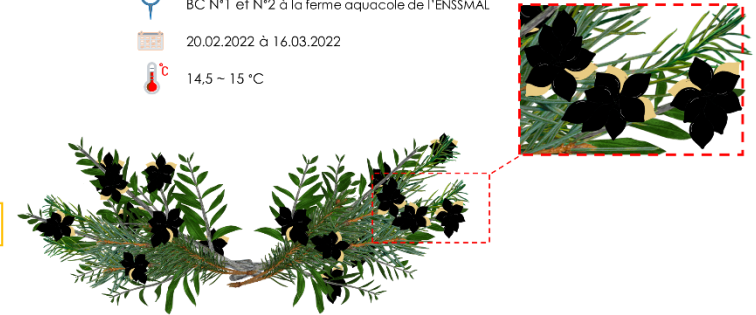


Figure 24 : Représentation créative résume les étapes suivies de matériel et méthodes.

2. Conduite de la reproduction et la de ponte

2.1. Origine des géniteurs

Les géniteurs de la seiche commune ont été capturés par voies aléatoire la matinée du 14 février 2022 dans la zone de Fouka Marine (wilaya de Tipaza). Les géniteurs se composent de quatorze individus : cinq mâles et neuf femelles répartis sur 3 bassines en plastique.

Après, les quatorze individus de seiche sont transportés rapidement à la ferme aquacole de l'école pour le conditionner.

2.2. Conditionnement et préparation des géniteurs

Dans la même journée à midi, Les géniteurs (14 individus) sont conditionnés au niveau du bassin circulaire numéro cinq (BC N°5) pendant deux jours à une température de 14,5 ~ 15,5 °C qui est proche de la température de l'eau de mer où elles ont été capturées avec une eau saturée en oxygène (Fig. 25).



Figure 25 : Placement des géniteurs de seiches au bassin de conditionnement.

2.3. Alimentation

Les géniteurs sont alimentés une fois par jour à partir de la troisième journée de la capture avec la Saurel (*trachurus trachurus*) éviscérée et congelée (une Saurel pour une seiche) (Fig. 26).



Figure 26 : L'alimentation de la seiche commune avec la Saurel.

2.4. Induction de la reproduction et la ponte

Après les deux jours de conditionnement (16 février 2022), on a réparti les géniteurs (12 individus : 5 ♂ et 7 ♀) dans les deux bassins de reproduction (BC N°1 et BC N°2) selon un mésocosme et un sexe-ratio différents.

La température de l'eau a été maintenue à 14 ~ 15 °C dans les deux bassins de reproduction.

Pour le mésocosme de la reproduction des seiches, la bibliographie rapporte plusieurs supports pour les œufs de la femelle de la seiche pour stimuler la ponte comme : les algues, les tubes de vers, les coquillages, les orins ou les casiers (Roussel & Basuyaux, 2016). Mais nous voulions essayer quelque chose d'autre qui est disponible dans la nature terrestre, et après une longue recherche, nous avons trouvé une vidéo sur You Tube parlant de recherches espagnoles sur la reproduction des seiches (PROJETE SÈPIA) dans les ports, où ils ont utilisé des branches d'arbre comme support pour les œufs des seiches.

Nous avons utilisé des branches de pins et d'olivier comme un support pour les œufs des femelles des seiches. Les branches d'arbres (nids) sont installées d'une façon différente dans les deux bassins de reproduction : (Fig. 27)

- **Le BC N°1** : aménagé de trois nids bien séparés, chacun de ces nids est composé seulement de branches de pins. Ce bassin contient trois couples de géniteurs de seiche distribués sur les trois nids (un nid pour chaque couple ; sex-ratio d'1 ♂ (mâle) : 1 ♀ (femelle)).
- **Le BC N°2** : aménagé de deux nids bien séparés, chacun de ces nids est composé des branches de pins et d'olivier à la fois. Ce bassin contient six géniteurs de seiches avec un sex-ratio d'1 mâle (♂) pour deux femelles (♀).



Figure 27 : Photographies après l'installation des nids dans les BC.

Un point très important sur lequel nous tenons à souligner, c'est que nous avons numéroté tous les nids en fonction de la date de début de la ponte et du numéro de bassin, avec un suivi intensif de tous les mouvements des géniteurs de seiches, en prenant soin de ne pas les effrayer ou les stresser.

2.5. Opérations de suivi

Les paramètres physico-chimiques de l'eau sont suivis quotidiennement à heure fixe vers 9h30 ~ 10h du matin à l'aide des multi-paramètres.

La température et l'oxygène dissous sont les deux paramètres qui nous renseignent sur le fonctionnement du système d'élevage. La température a été mesurée avec un thermomètre électronique portable (Hanna Instrument) et les mesures de l'oxygène dissous sont réalisées à l'aide d'un oxymètre portable.

Les autres paramètres comme le pH de l'eau et la salinité nous renseignent sur la qualité de l'eau de mer. Les mesures de la salinité sont réalisées à l'aide d'un conductimètre de terrain permettant des mesures compensées par rapport à la conductivité du milieu. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre portable.

Par conséquent, les paramètres physico-chimiques de l'eau sont considérés comme un facteur limitant dans l'élevage des espèces aquacoles. Pour cela, nous avons maintenu les paramètres d'eau des bassins proche à celle-ci d'eau de mer fraîche, en changeant environ 80 % de l'eau des bassins une fois dans la semaine.

Nous avons également effectué d'autres opérations de suivi telles que le suivi chronologique de la phase de la ponte.

3. Conduite de l'incubation jusqu'à l'éclosion

3.1. Conduite de l'incubation

Les branches d'arbres chargés des grappes d'œufs de seiche sont étiquetées et déplacées vers le bassin d'incubation (BC N° 6) à une température de 20 ~ 21°C avec une eau saturée en oxygène. (Fig. 28)



Figure 28 : Photographies durant et après le déplacement des nids dans le BC N°6.

Le 5 avril 2022, c'est-à-dire vingt jours après avoir placé les branches d'arbres chargés des grappes d'œufs (nids) dans le BC N°6 (bassin d'incubation) nous avons sorti tous les nids, les avons taillés et nettoyés des feuilles des arbres et les avons lavés à l'eau de mer, puis nous les avons mis dans le grand aquarium en tenant compte de leur disposition du plus ancien (à la gauche) au plus récent (à la droite) en revenant aux étiquettes. Il convient de mentionner que le temps de transfert et de nettoyage des nids était court et intermittent pour assurer la sécurité des œufs et des embryons qu'ils contiennent (Fig. 29)



Figure 29 : Photographies au cours du nettoyage des nids.

L'aquarium N°1 est équipé pour recevoir les nids chargés des œufs de seiches pendant les derniers jours du processus d'incubation, et afin d'être un endroit idéal pour les jeunes seiches durant les premiers jours, nous avons donc ajouté une couche de sable à l'intérieur qui sert de refuge pour les jeunes (Fig. 30).



Figure 30 : Photographie de l'aquarium d'éclosion (Aqua N°1) après le placement des nids.

3.2. Description des stades embryonnaires

Pendant le processus d'incubation, nous vérifions les œufs en prévision de toute urgence, où nous écalions quelques œufs dans le but de suivre le développement embryonnaire chez la seiche commune.

Au final, nous avons collecté plusieurs photos de différents stades de développement embryonnaire chez la seiche (Fig. 31).

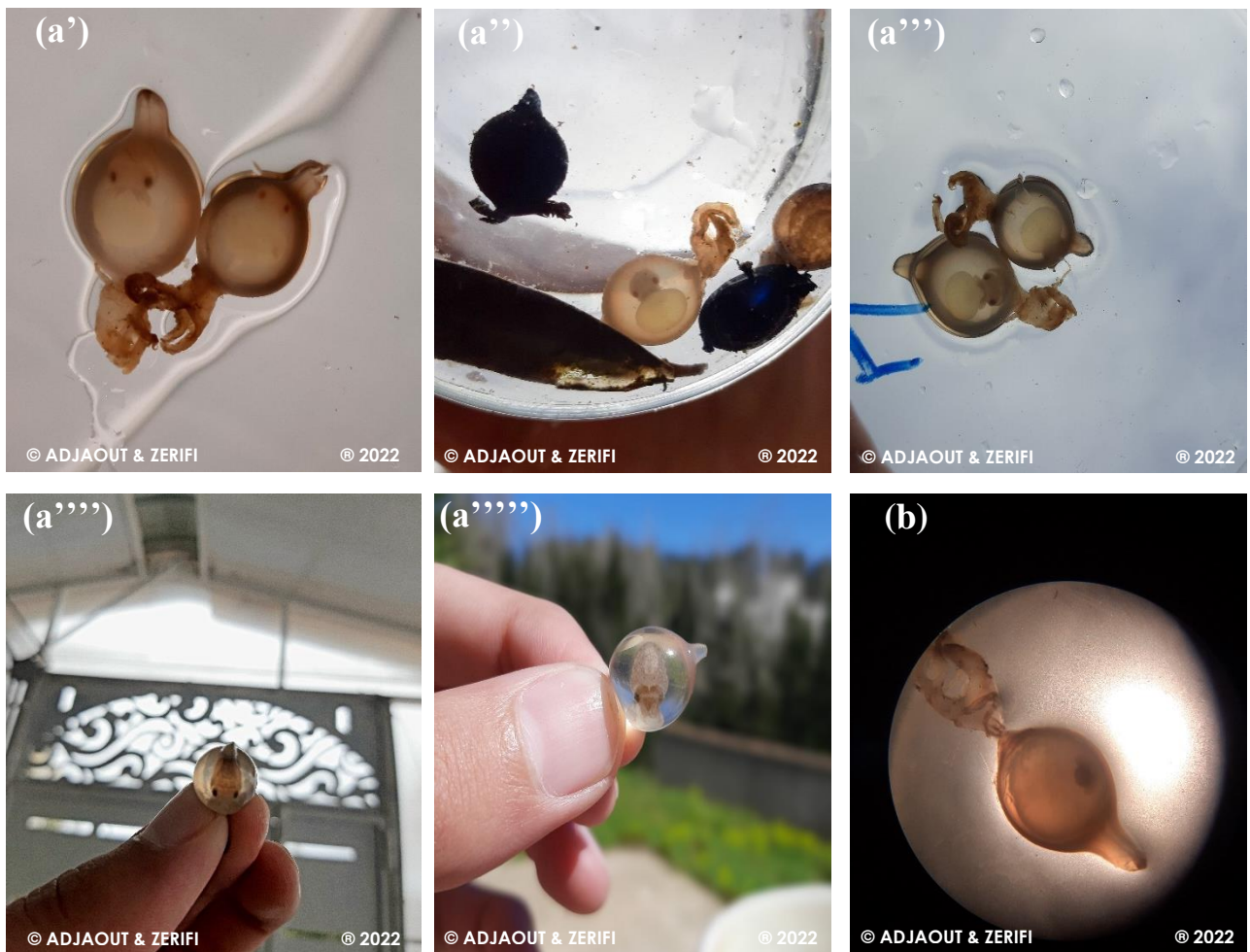


Figure 31 : Différents stades embryonnaire de la seiche commune. **(a)**. Photographies des stades de développement embryonnaire avancés. **(b)**. Vue à la loupe binoculaire de premier stade embryonnaire.

3.3. Opérations de suivi

Nous nous concentrons sur le BC N°6 depuis le début de la phase d'incubation, en mesurant la température de l'eau toutes les heures afin de s'assurer qu'elle reste entre 20 et 21°C, parce que la température de l'eau est le facteur principal et décisif qui contrôle la durée de la phase d'incubation (Roussel & Basuyaux, 2016).

Nous nous sommes également appuyés sur la mesure d'autres paramètres physico-chimiques de l'eau comme le pH, la salinité et l'oxygène dissous dans le but d'assurer le bon déroulement de l'étape d'incubation loin de tous problèmes liés à la qualité de l'eau.

Les nids chargés d'œufs de seiches étaient également sous surveillance, car nous vérifions les grappes d'œufs et recherchions des œufs pourris dans le but de les retirer du bassin pour éviter toute source de contamination. Nous avons également suivi les supports des grappes d'œufs de seiche (nids ou branches d'arbres) à la recherche des champignons et des moisissures qui commençaient à apparaître sur les ramifications des branches secondaires d'arbres pour les enlever à l'aide d'un pinceau, en prenant compte de ne pas nuire aux œufs.

Après l'étape de transfert d'œufs mentionnée ci-dessus, nous avons doublé l'effort de surveillance et de suivi à la même température et avec les mêmes paramètres physico-chimiques de l'eau, et tout cela dans le but d'atteindre l'éclosion obtenue au final.

Après une journée à regarder l'éclosion d'une seiche mentionnée ci-dessus (le 08 vendredi avril 2022), nous avons voulu enregistrer cette étape importante, qui confirme le succès de toutes les étapes précédentes. Nous avons donc installé une caméra visant une grande boîte de Petri en verre contenant dix œufs sélectionnés à partir d'ancien nid (ce qui était le support des grappes d'œufs de la première ponte le 20 février 2022).

Après être revenu sur la vidéo enregistrée par la caméra, il a été constaté que l'enregistrement pendant près de quatre heures avait donné cinq des sept opérations d'éclosions réussies, tandis que les trois œufs restants n'avaient pas éclos. Vous pouvez trouver les photos des captures de vidéo dans la figure jointe dans les résultats.

4. Conduite de tri et de l'élevage des seichons

4.1. Conduite de tri

Les petites seiches sont triées selon leurs tailles après avoir remarqué une augmentation de leur densité dans l'aquarium d'incubation (Aqua N°1), et nous les avons répartis en deux groupes et les avons placés dans deux aquariums de tri (Aqua N°2 et Aqua N°3) avec une température d'eau de 22 °C. Chaque groupe était composé de 300 individus ayant une longueur totale (LT) supérieure à la longueur totale moyenne (LT_m) de la population des seiches (Fig. 32).



Figure 32 : Les deux aquariums de tri (Aqua N°2 et Aqua N°3).

4.2. Alimentation

Environ une semaine après la première éclosion, les nouveaux individus de seiches sont nourris avec des quantités importantes des nauplii d'artémia (un béccher de 1000 ml pour chaque aquarium).

L'artémia a été préparé pour l'éclosion en conjonction avec l'apparition des premiers jeunes individus de seiches, une cuillerée de cystes secs d'artémia est mise en incubation dans un récipient en verre remplis de neuf litres d'eau de mer d'une température constante estimée à 26°C avec une oxygénation par bullage (Fig. 33).



Figure 33 : L'incubation de l'artémia.

5. Conduite de l'élevage et mortalités

Après avoir terminé le processus d'éclosion (environ un mois après la première éclosion), nous avons laissé les jeunes individus de seiches dans les aquariums de tri (Aqua N°2 et Aqua N°3) pendant une semaine supplémentaire afin de préparer un bassin pour l'élevage (BC N°3), et au milieu de cette semaine nous avons perdu tous les nouveaux individus de seiches (1050 ~ 1100 seichons) dans une période de 4 jours. Il faut mentionner que nous avons pris les mesures de précaution nécessaires et rapidement changé l'eau à 80 % plusieurs fois pour essayer de sauver quelques individus de seiches, mais toutes nos tentatives ont été infructueuses.

En réalité, nous voulions connaître la cause du décès et enquêter sur cette affaire, alors nous avons donc prélevé des échantillons de l'eau de mer des aquariums de tri (Aqua N°2 et Aqua N°3) dans lesquels la perte des petites seiches a été enregistrée. Pour s'en assurer et éviter les imprécisions, nous avons prélevé d'autres échantillons d'eau de l'endroit qui nous alimente en eau de mer. Ensuite nous avons envoyé les échantillons à l'institut Pasteur d'Alger situé à Dely-Ibrahim, afin de comparer les résultats des analyses de chaque échantillon et de déterminer la cause de la mortalité totale des seiches.

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats obtenus durant la reproduction jusqu'à la ponte

Après quatre jours de l'installation des nids et de surveillance (la matinée de 20 février 2022). On a observé le premier processus d'accouplement de seiches dans le BC N°2 « tête à tête » (Fig. 34).



Figure 34 : L'accouplement « tête à tête » des seiches.

Dans l'après-midi du même jour, on a remarqué la présence de corps noirs sur l'un des nids (branches d'arbres) précédemment placés, et pour vérifier la nature de ce corps, nous avons utilisé une caméra sous-marine pour éviter de déplacer le nid et de blesser ou stresser les seiches. Après avoir visionné le contenu de la caméra sous-marine, nous nous sommes assuré que le corps noir était composé de grappes d'œufs de la seiche, et nous en avons conclu que la ponte de femelles de seiches avait commencé et que nous étions sur la bonne voie pour la réussite de ce travail. (Figs. 35 et 36)



Figure 35 : Photographie sous l'eau de la première grappe d'œufs de seiches.

Puis, au fil des jours, nous avons commencé à remarquer d'autres corps noirs (grappes d'œufs de seiches) dans deux autres nids avec une augmentation significative du volume des grappes d'œufs de seiches du premier nid.



Figure 36 : Une femelle durant la ponte.

Durant la phase de la reproduction, nous avons remarqué que l'eau du BC N°1 est devenue trouble et virée au noir, à cause de l'encre expulsé, ainsi des mortalités dans ce dernier. Grâce à un bon suivi, nous avons conclu que la raison principale de ces réactions agressives est l'assaut de quelques mâles dans le territoire des autres, car chaque mâle est responsable de la surveillance de son nid et de sa femelle durant la ponte. Par contre l'eau du BC N°2 est restée claire et propre avec moins de mortalités que le BC N°1.

De cette différence, on peut conclure que la sex-ratio (1 mâle (♂) pour 2 femelles (♀)) dans le BC N°2 donne des résultats mieux que le BC N°1 qui contient une sex-ratio de (1 mâle (♂) pour 1 femelle (♀)). Pour cela, les auteurs indiquent qu'un ratio 1 mâle (♂) : 3 femelles (♀) est encore mieux qu'1 mâle (♂) : 1 femelle (♀) pour diminuer le comportement sexuel agressif démontré chez les adultes de seiches (Forsythe, et al., 1994).

La surveillance et le contrôle de qualité de l'eau est une exigence majeure pour réussir l'élevage et la reproduction de toutes les espèces aquacoles. L'alimentation des bassins en eau avec un système de circulation fermé augmente le taux de risque de perdre la qualité et la fraîcheur de l'eau de mer. Pour cela, nous avons mesuré et suivi tous les paramètres physico-chimiques de l'eau pour éviter tous les problèmes liés à la qualité de l'eau de mer ; les paramètres mesurés sont :

- Le pH (8 ~ 8,2) ;
- La salinité (35 ~ 38 ‰) ;
- La conductivité (45 ~ 47 mS/cm) ;
- O₂ dissous (7 mg/l jusqu'à la saturation).

De plus, le système de filtration innovant a donné des résultats plus que merveilleux et convaincants, car il a filtré l'eau des grosses particules, et il a contribué à maintenir la qualité de l'eau pendant des longues périodes sans aucune différence dans les paramètres physico-chimiques. Cependant, nous avons l'habitude de changer l'eau des bassins au moins une fois par semaine.

Comme il est mentionné précédemment, la température est un facteur majeur dans tous les stades de vie de la seiche commune. Par cela, nous avons manipulé la température dans un intervalle compris entre 13 et 16 °C. A la fin, nous avons observé le processus de reproduction des seiches lorsque la température était égale à 15 °C, comme mentionné, car Boucau-Camou et al (1991) ont déterminé la température de reproduction des seiches entre 13 et 15 °C au niveau des côtes Atlantiques.

Contrairement aux résultats de Basuyaux (2010), nous avons enregistré la première ponte lorsque la température de l'eau était proche de 15 °C, sachant qu'il l'a observée à 12 °C.

La première ponte a eu lieu immédiatement après l'accouplement des seiches, et cela a été confirmé par Boletzky en 1974.

Nous avons également remarqué qu'il y a une différence dans la couleur des œufs résultant de la ponte, car il y a des œufs colorés en noir avec des œufs qui ne sont pas colorés (Fig. 37). Cette différence a été confirmée par Richard en 1971, car il a suggéré que la raison de ce phénomène est due à un manque de coloration par défaut de production d'encre chez la femelle lors de la ponte.

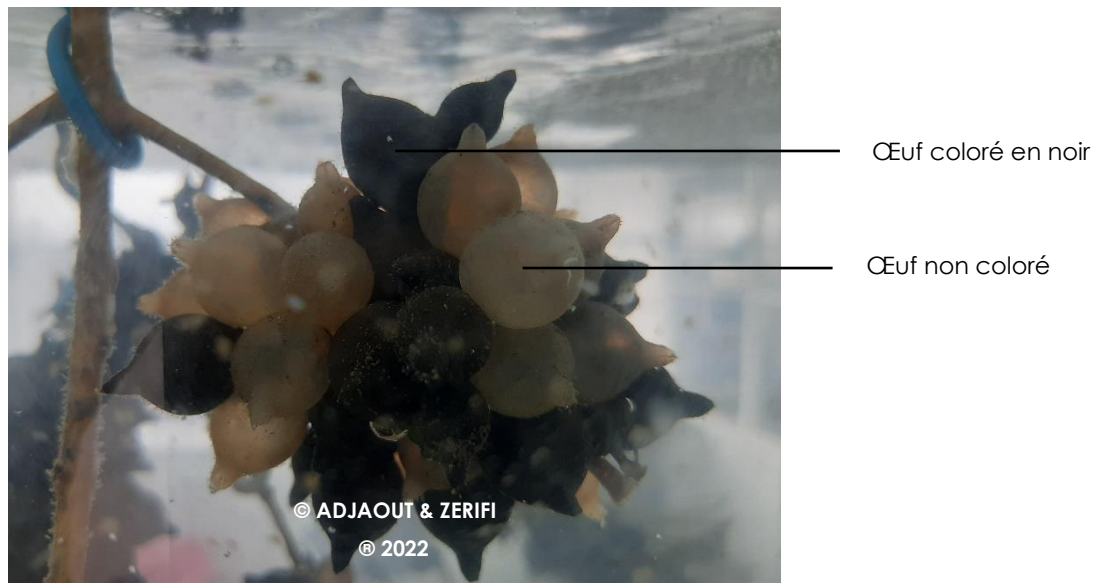


Figure 37 : Une grappe d'œufs de seiches.

Après une observation attentive, il a été constaté que le nombre d'œufs non colorés était avec un grand pourcentage dans le BC N°1 que le BC N°2, atteignant 25 %. A la fin, et après avoir collecté tous les résultats, on peut dire que la raison principale de la présence des œufs non colorés est l'épuisement des réserves d'encre de femelles de seiches (observation personnelle).

L'un des résultats importants que nous avons obtenus est que le nombre des œufs sur les nids composés des branches du pin était supérieur au nombre des œufs sur les nids composés des branches d'olivier. Cela indique que les femelles de seiches choisissent soigneusement le support de ces œufs, car les branches du pin ont une forte densité par rapport aux branches de l'olivier, et tout cela dans le but d'assurer la protection des œufs (observation personnelle).

2. Résultats obtenus durant l'incubation jusqu'à l'éclosion

Tout en suivant le développement embryonnaire des seiches, qui se compose de 30 stades de développement (Lemaire, 1970). Nous avons remarqué que le volume du sac vitellin attaché à l'embryon diminue avec la progression de la phase d'incubation et du développement embryonnaire jusqu'à ce qu'il soit laissé par le juvénile de seiche quelques instants avant l'éclosion et la sortie de l'œuf.

L'embryon utilise le vitellus comme source d'énergie durant la phase du développement embryonnaire. Le succès du développement embryonnaire et la survie post-embryonnaire des juvéniles sont liés à la quantité et la qualité du vitellus (Sykes, et al., 2008).

La fin du développement embryonnaire chez les seiches est connue par la disparition du sac vitellin externe, ce qui conduit plus tôt ou plus tard à l'éclosion (Hanlon, et al., 2018).

La première éclosion a été signalé le 5 avril 2022, deux jours après le transfert des nids vers l'aquarium d'incubation (le 7 avril 2022) et une vingtaine de jours après le début de l'incubation à une température de 20 ~ 21 °C (Fig. 38).



Figure 38 : Un seichon après l'éclosion.

Après le calcul exact des jours, il a été constaté que l'intervalle de temps entre la première ponte et la première éclosion était de 46 jours répartis comme suit :

- La période de la ponte a duré environ 24 jours dans les deux bassins de reproduction (BC N°1 et BC N°2) et à une température de 14 ~ 16 °C ;
- La période de l'incubation a duré environ 22 jours à une température de 20 ~ 21 °C (après 20 jours dans le bassin d'incubation et 2 jours dans l'aquarium d'incubation).

Selon la bibliographie, nous avons trouvé que la période d'incubation varie en fonction de la température de l'eau (Basuyaux, 2010). La durée de développement embryonnaire des seiches jusqu'à l'éclosion est estimée à 42 jours pour 20 °C et à 106 jours pour 14 °C (Richard, 1971; Boletzky, 1983; Basuyaux, 2010).

Après avoir examiné quelques travaux similaires à notre sujet, comme les expériences réalisées dans l'écloserie du SMEL en 2015, où ils ont dégrappé les œufs de seiches des casiers d'un pêcheur de Blainville-sur-Mer et ils les ont été mis en incubation dans un ETC (Equipement Thermo-régulé de Conditionnement) à 20°C et à une salinité de 35 PSU (Roussel & Basuyaux, 2016). Dans cette expérience, l'éclosion des seiches a eu lieu un mois après leur collecte.

Par rapport aux résultats de l'écloserie du SMEL, nous pouvons dire que nous avons obtenu des résultats satisfaisants et uniques, car la durée d'incubation que nous avons enregistrée a été estimée à 22 jours, contre 30 jours dans l'écloserie du SMEL (Roussel & Basuyaux, 2016). Cette différence peut être due à plusieurs facteurs tels que la différence de la qualité d'eau ou la différence du comportement biologique entre la seiche de la côte d'Alger et celle-ci de la côte de Normandie, France.

La Figure 39 composée de six images capturées de la vidéo enregistrée durant la phase d'éclosion d'un œuf de seiche.

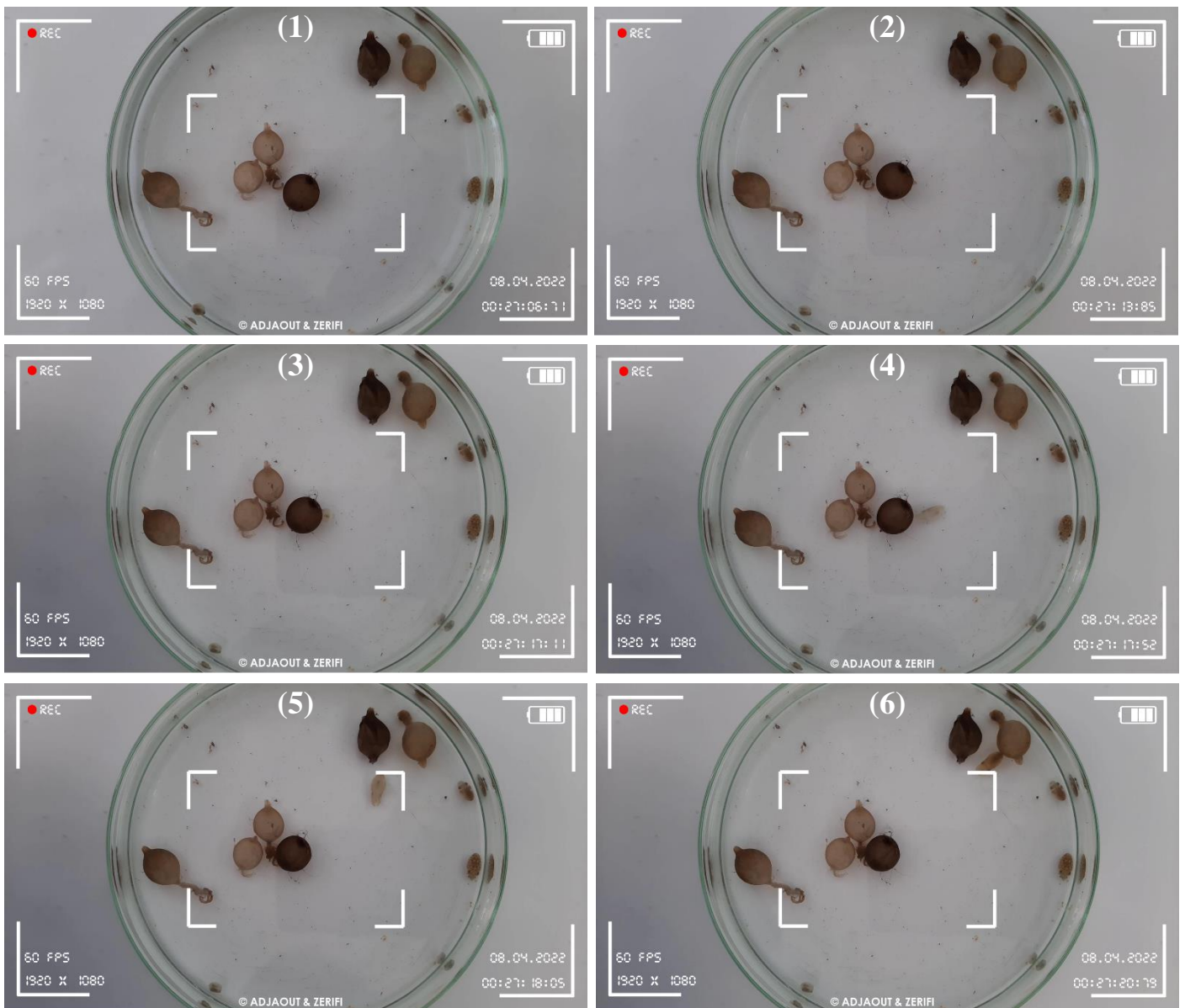


Figure 39 : Captures d'image vidéo numérique montrant les étapes de l'éclosion de *S officinalis*.

En revenant à la vidéo enregistrée durant l'éclosion, nous avons constaté que cela se déroule rapidement et en très peu de temps, nous avons estimé à une durée moyenne de 10 secondes. Pour cela, nous avons divisé la vidéo en plusieurs étapes : (observation personnelle)

- La première étape est généralement la libération du sac vitellin par le juvénile de seiche, et ceci est résumé dans la capture N°1 ;
- Après environ 7 secondes, la deuxième étape arrive et qui consiste à faire un trou dans l'œuf avec le rostre du juvénile (capture N°2), après plusieurs mouvements circulaires à l'intérieur de l'œuf.
- 4 secondes plus tard, la troisième et la dernière étape se déclenche, le juvénile étire son corps à travers le trou puis le rétrécit en préparation de la première poussée qui le fait sortir de l'œuf, tout cela s'est passé en quelques fractions d'une seconde (capture N°3 et N°4).

Les captures N°5 et N°6 montrent le phénomène de mimétisme précoce chez le juvénile de seiche après 3 secondes de sa sortie. Cette observation montre que le phénomène de mimétisme par homochromie chez les seiches n'est pas acquis, mais naît avec elles.

Les jeunes seiches sont appelées seichons ; sont des modèles réduits de l'adulte car ils ressemblent aux adultes depuis leur sortie d'œufs. Après avoir suivi les seichons, on a constaté qu'ils sont doués pour se cacher dans le sable avec un changement de leur couleur (mimétisme) et expulser de l'encre lorsqu'ils sont exposés à quelque chose de surprenant (Fig. 40).

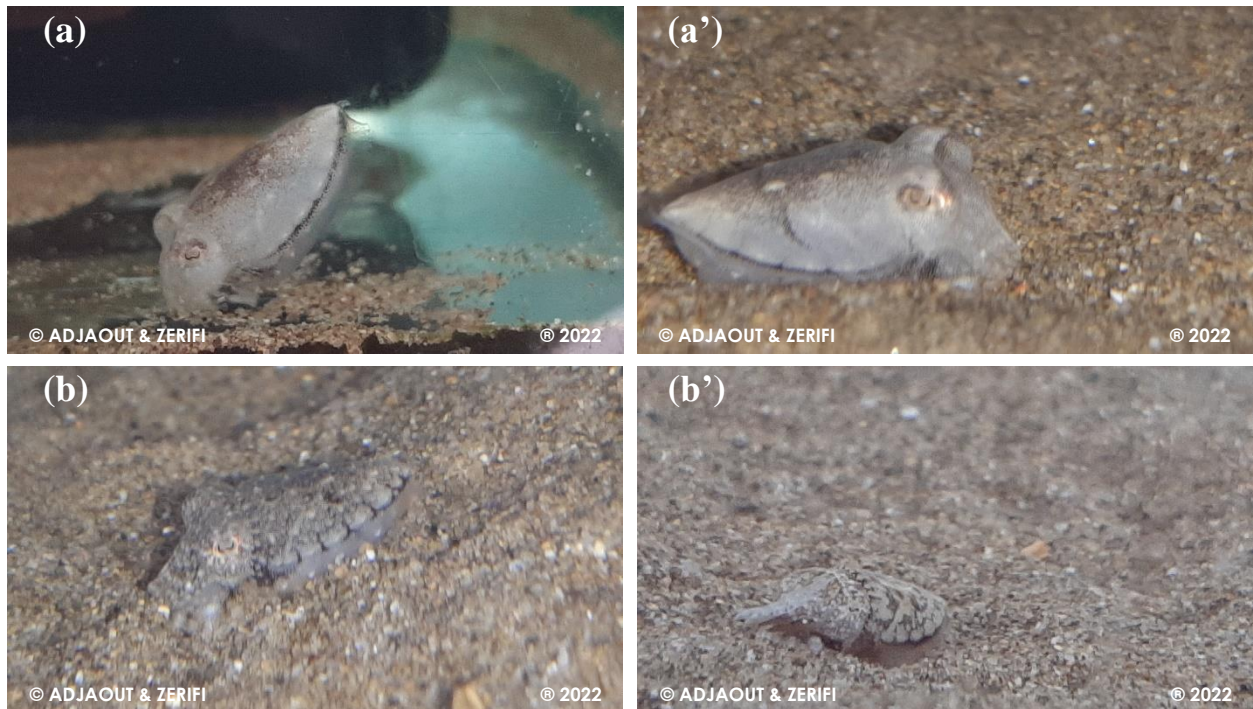


Figure 40 : Des seichons. **(a) & (a')**. Deux seichons se préparant à se cacher dans le sable. **(b) & (b')**. Deux seichons faisant un mimétisme avec le sable.

Pendant le déplacement des nids, nous avons compté les œufs dans chaque nid afin d'étudier le taux d'éclosion des seiches après l'éclosion des œufs, et nous avons trouvé ce qui suit : (Tab. 6)

Tableau 6 : Nombre estimé des œufs dans chaque nid avant l'éclosion.

N° de nid	Bassin	Date de la première ponte	Nombre estimé des œufs
1	BC N°2	Jeudi 20 février 2022	571
2	BC N°2	Samedi 26 février 2022	390
3	BC N°1	Lundi 07 février 2022	608

Revenant aux calculs des taux d'éclosion des œufs de seiches effectués dans les matériels et méthodes, nous avons pu déduire le taux d'éclosion moyen (TE_m) égale à 76,03 % dans une température de 20 °C (Tab. 7).

Tableau 7 : Le nombre estimé des œufs de seiches avant et après la ponte avec le taux d'éclosion.

N° de nid	Nombre estimé des œufs avant l'éclosion	Nombre estimé des œufs non éclos	Taux d'éclosion (%)
1	571	151	73,6
2	390	106	72,8
3	608	111	81,7

Le taux d'éclosion moyen observé dans notre travail appartient à l'intervalle obtenu par (Bouchaud, 1991) qui montre un taux maximum de 80 % dans des températures inférieures à 18 °C et 60 % à 20 °C.

Nous avons constaté que notre taux d'éclosion moyen est inférieur à celui obtenu par Basuyaux (2010) qui est proche à 100 %. Cette différence peut être due à plusieurs facteurs, notamment :

- Habitat de seiches différent (la côte d'Alger et la côte de Normandie, France) ; cela peut entraîner une différence de la biologie des deux espèces de seiche commune
- Différence dans la période de la ponte (dans notre étude, la ponte a eu lieu entre le 20 février et le 16 mars, alors dans l'étude de Basuyaux (2010), la ponte a eu lieu entre le 23 juin et le 14 juillet).
- La raison pourrait être une différence dans les étapes de l'expérience. Il convient de mentionner que tous les stades de la reproduction des seiches, y compris la phase de l'accouplement et la ponte, se produisaient dans nos bassins, tandis que dans l'étude de Basuyaux (2010), la ponte a eu lieu dans la mer, puis ils ont collecté les grappes d'œufs pour l'incubation.
- La raison pourrait être dans les équipements utilisés durant l'incubation ; Où nous avons utilisé un bassin circulaire, alors qu'il utilisait un ETC (Equipement Thermo-régulé de Conditionnement)
- Elle peut être causé par la variabilité de la fécondité des femelles, mais Basuyaux (2010) a nié cela en raison d'homogénéité des résultats.

Une autre raison peut venir à l'esprit est une différence dans la façon dont les œufs sont incubés, car ils peuvent être incubés sous forme dégrappée ou non dégrappée. Pour lever le doute Basuyaux a fait cette expérience en 2010, et il a conclu que l'éclosion des œufs est synchrone entre les deux lots (dégrappés et non dégrappés) avec le même taux d'éclosion qui est proche de 100 %.

3. Résultats obtenus après l'éclosion et durant le tri

La durée de la période d'éclosion est influencée par la température ; la diminution de la température implique l'augmentation de la durée de la période d'éclosion. Par exemple, les résultats obtenus avec période de 24 jours à 12 °C sont les mêmes que ceux obtenus avec période de 6 jours à 20 °C (Bouchaud, 1991).

Nous avons remarqué que les nouveaux seichons commencent à se nourrir après 2 à 3 jours de leurs éclosions. Cette information a été confirmée par Bouchaud, car il a mentionné en 1991 qu'immédiatement après naissance, les jeunes de seiches se nourrissent à partir du vitellus par digestion enzymatique dite intracellulaire, et l'énergie provenant du vitellus permet une survie indépendante de 2 à 3 jours pouvant aller jusqu'à 5 jours.

Il convient de mentionner que nous n'avons rencontré aucun problème lors de l'alimentation des jeunes seiches avec de l'artémia, mais nous ne pouvons pas considérer l'artémia comme la meilleure source de nourriture pour les jeunes seiches ; parce qu'il y a des expériences où il a été testé plusieurs types de proies durant les premiers stades de vie des seiches, telles que les mysidacés (*Diamysis bahirensis* et *Mesodopsis slabberi*), les crevettes (*Palaemonetes varians*) et *Artemia spp.* A la fin, ils ont trouvé que les crevettes génèrent les meilleurs résultats en termes de survie et d'élevage, car ils ont obtenu des individus de 150 à 200 g en seulement 4 mois avec un taux de conversion des aliments de 40 à 45% (Hanlon, et al., 1991; Sykes, et al., 2014).

Lors de l'alimentation des seichons par l'artémia, nous avons remarqué qu'ils pratiquent la prédation d'une manière similaire à ce que nous voyons chez les adultes. La Figure 41 combine six captures d'image extraites d'une vidéo numérique, montrant le processus de prédation et le phénomène de mimétisme par homochromie chez les jeunes seiches.

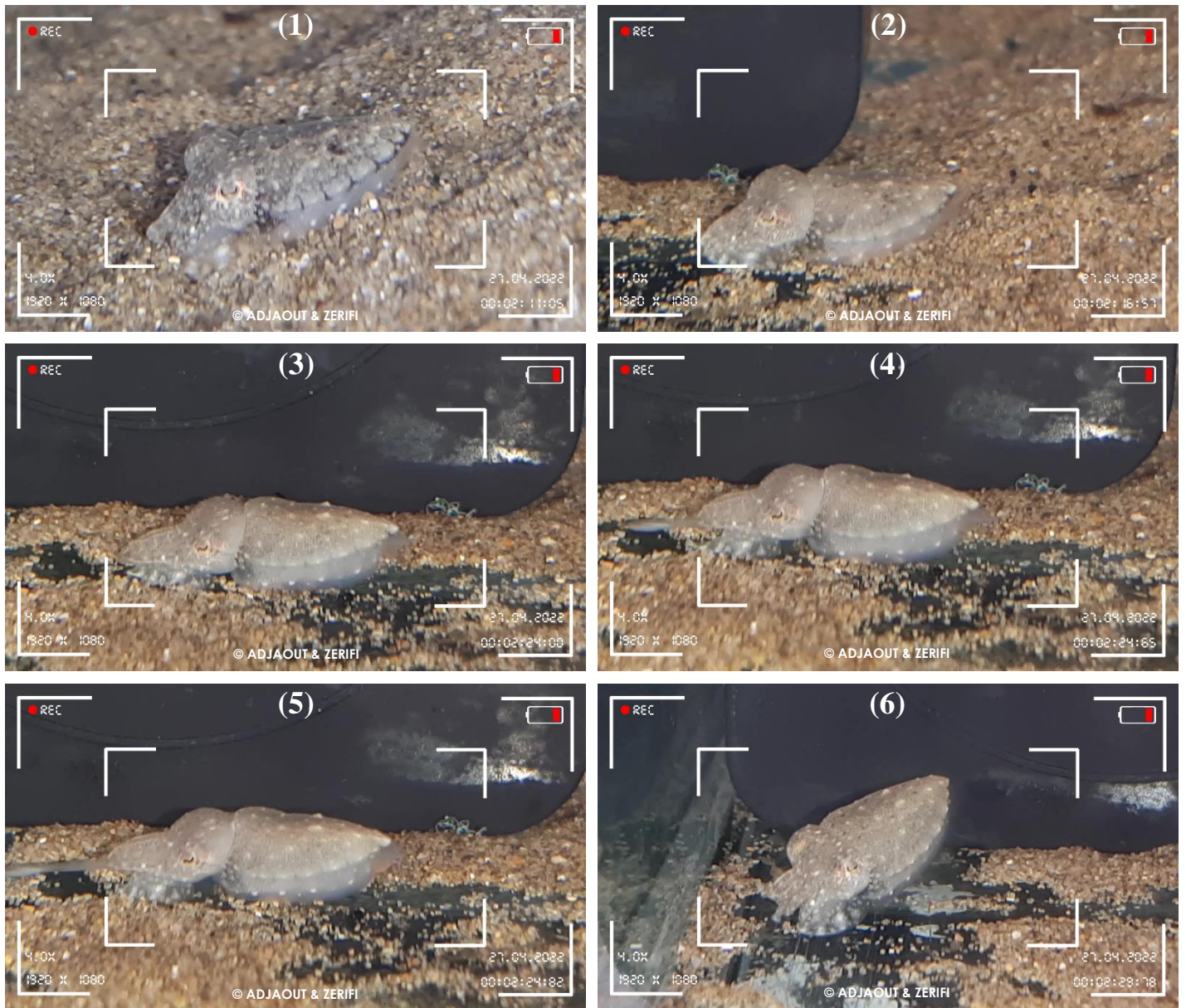


Figure 41 : Captures d'image vidéo numérique montrant le processus de prédation et le phénomène de mimétisme par homochromie chez *S. officinalis*.

Une vingtaine de jours après le début de l'éclosion, nous avons remarqué que le nombre de jeunes n'augmente plus, et nous en avons conclu que la phase d'éclosion était terminée (Fig. 42).

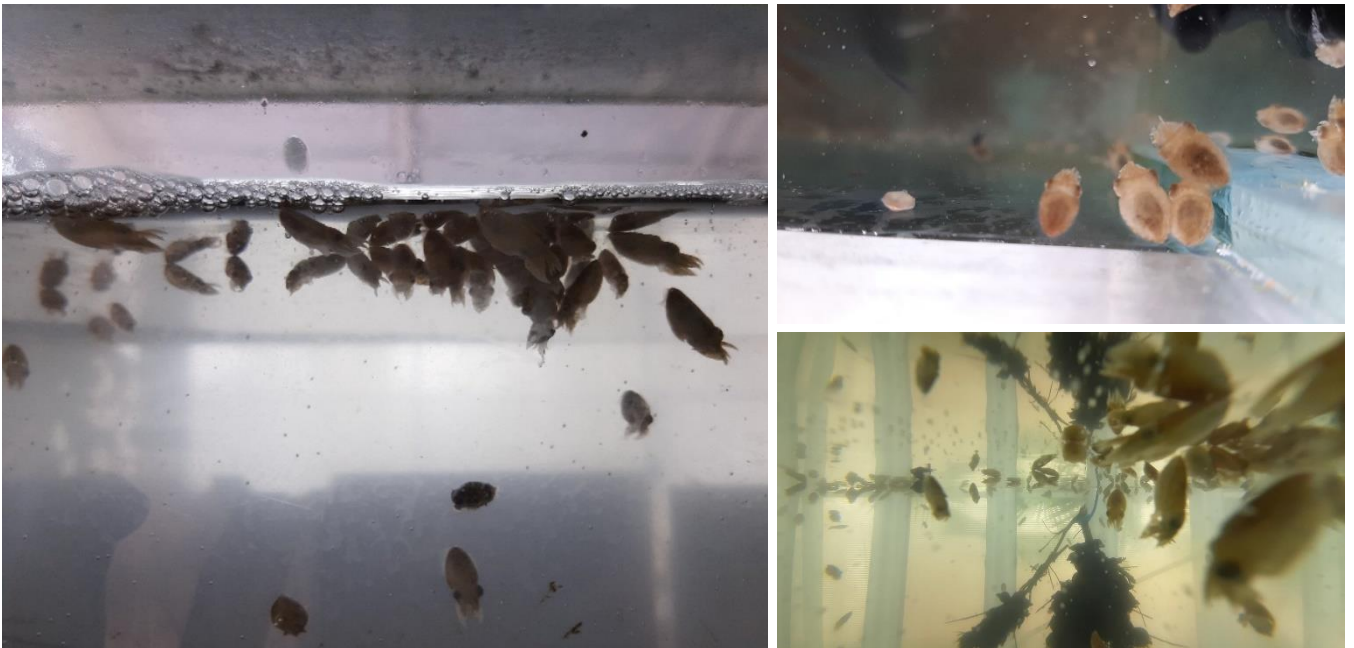


Figure 42 : Des seichons après la fin de la phase d'éclosion.

Les seichons sont triées à base de leur longueur totale après le calcul de la $LT_m (= 1,3 \text{ cm})$ avec un écartype de 0,21 après la prise des mesures de la LT de trente (30) individus de seiches sélectionnées au hasard.

La Figure 43 montre la différence de la LT et de poids pour deux seichons (les jeunes de seiches), l'un du Aqua N°2 et l'autre du Aqua N°3.

- Le seichon (a) : LT de 1,7 cm ; poids de 0,1780 g.
- Le seichon (b) : LT de 1,5 cm ; poids de 0,1477 g.

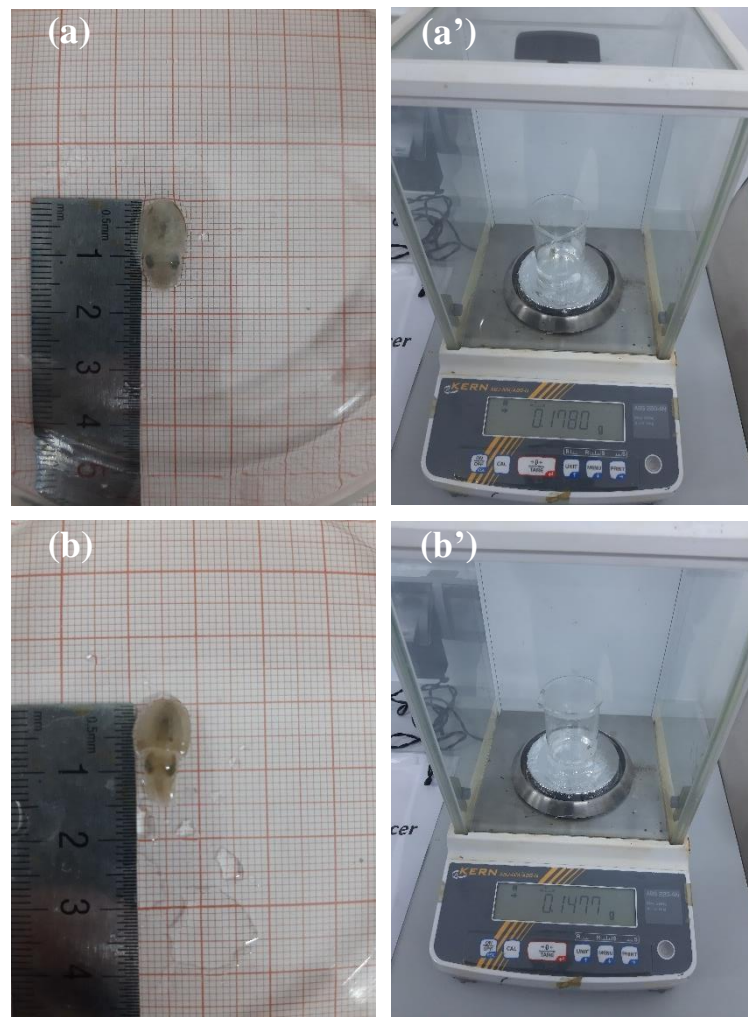


Figure 43 : Photographies durant la prise de mesures de longueur totale et de poids de seichons.

4. Mortalités

4.1. Mortalités enregistrées durant le conditionnement

Les premières mortalités ont été enregistrées durant la phase de conditionnement, où nous avons perdu deux femelles de seiche dans le BC N°5 (le bassin qui contenait l'étape de conditionnement des géniteurs) (Fig. 44).

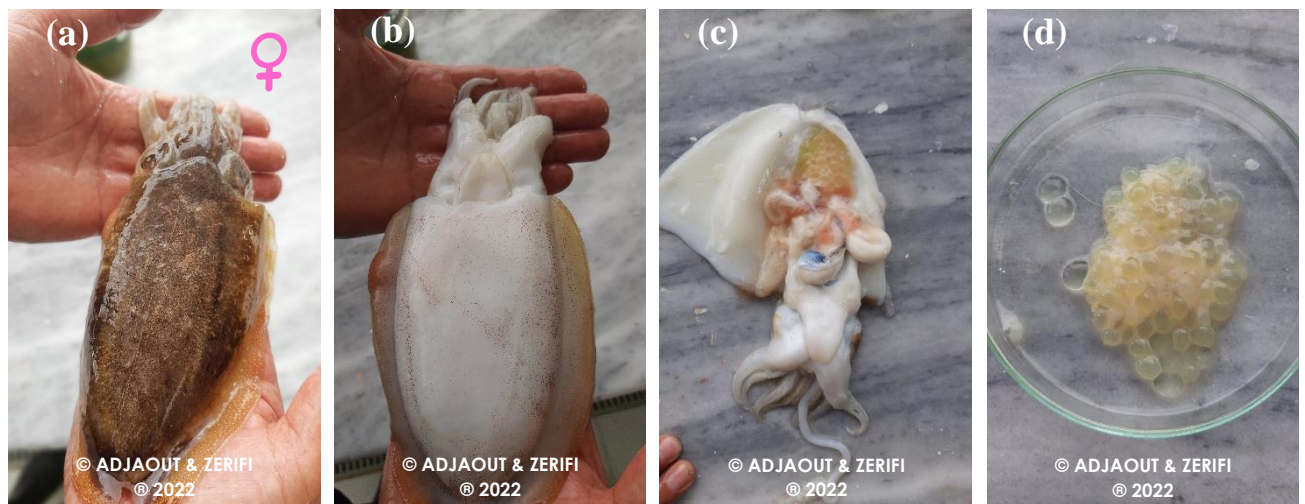


Figure 44 : Photographies d'une des deux femelles de seiches mortes durant la phase de conditionnement. (a). Vue dorsale de la seiche. (b). Vue ventrale de la seiche. (c). Seiche disséquée. (d). Ovaires de seiche.

4.2. Mortalités enregistrées durant la ponte

Après, et pendant la phase de la ponte. Nous avons perdu deux autres femelles, une dans le BC N°1 et une dans le BC N°2.

Par la suite, nous avons perdu presque toutes les femelles, car nous avons exhumé quatre cadavres de femelles de seiches mortes (une femelle et un mâle du BC N°1 ; trois femelles et deux mâles du BC N°2), et si cela indique quelque chose, alors cela indique la fin de la phase de la ponte dans les deux bassins (BC N°1 et BC N°2).

A la fin de la ponte, nous avons enregistré la survie de trois individus de seiches (deux mâles et une femelle) dans le BC N°1, alors qu'ils étaient douze individus au début de la phase de reproduction.

4.3. Mortalités enregistrées après la ponte

Quelques jours après la ponte, on a enregistré la mort des trois seiches restantes. Le nombre de mortalités est listé dans le Tableau 8 selon le sexe et la phase de développement.

Tableau 8 : Mortalités de seiches enregistrées au cours de conditionnement, durant et après la ponte.

Phases	Sexe	Nombre	Total
Conditionnement	Mâle (♂)	0	2
	Femelle (♀)	2	
Durant la ponte	Mâle (♂)	3	9
	Femelle (♀)	6	
Après la ponte	Mâle (♂)	2	3
	Femelle (♀)	1	

4.4. Mortalités enregistrées après l'éclosion et durant le tri

Nous avons commencé à enregistrer des mortalités quotidiennes, au rythme de cinq à dix seichons, après la première semaine d'éclosion. Et avec le temps, nous avons commencé à trouver des sépions des seichons flottant au-dessus de l'eau, et c'est la preuve qu'il y a des mortalités qui se sont décomposées et nous ne l'avons pas compté (Fig. 45).

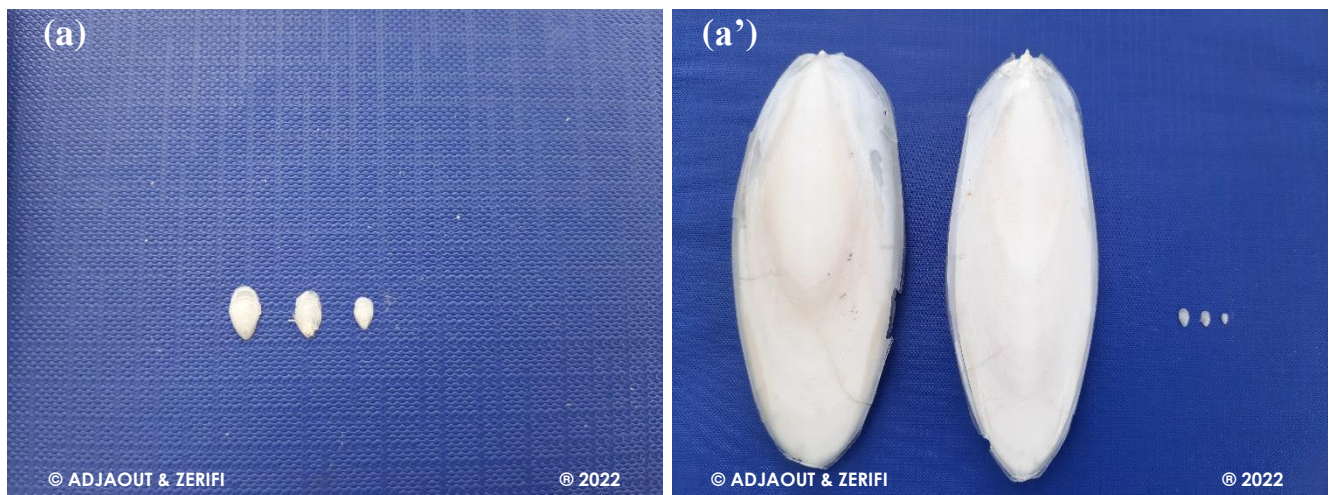


Figure 45 : Sépions des seiches. (a). Trois sépions des seichons. (a'), Comparaison de la taille des sépions des grands et petits individus de seiches.

5. Résultats obtenus durant l'élevage

Il a été mentionné plus haut que nous avons perdu toute la population des seiches après 40 jours de la première éclosion, et avons apporté des échantillons d'eau de mer à l'institut Pasteur, où ils ont effectué des analyses microbiologiques pour chaque échantillon et nous ont envoyé les résultats à la fin.

Les résultats des analyses microbiologiques sont portés dans la partie des annexes (Annexes I, II et III) ont montré la présence des *Vibrio alginolyticus* à un taux de 85,9 % dans l'eau de mer des aquariums de tri (Aqua N°2 et Aqua N°3) dans lesquels nous avons perdu tous les individus de seiches, alors qu'il n'y avait aucune présence de bactéries dans les échantillons d'eau de l'endroit qui nous alimente en eau de mer. Grâce à ces résultats, on peut dire que l'eau des aquariums de tri a été contaminée pendant le processus de tri.

Après avoir fait nos recherches, on a trouvé que la majorité des pathologies observées chez les Mollusques sont généralement causées par des bactéries Gram négatives du genre *Vibrio* (Travers, et al., 2015).

Nous avons également trouvé que certains chercheurs ont isolé l'espèce *Vibrio alginolyticus* à partir de lésions de la peau chez *O. vulgaris* (Fichi, et al., 2015), chez *Octopus joubini* (Hanlon, et al., 1984) et à partir de plusieurs organes dont les branchies chez trois espèces de seiches *S. officinalis*, *Sepia apama* et *Sepia pharaonis* (Sangster & Smolowitz, 2003).

Il existe assez peu de données et des études, dans la littérature, sur les vibrioses qui affectent les Céphalopode et leurs effets. Parmi ces études mentionnons :

- La principale étude a été faite par Sangster & Smolowitz (2003) pour identifier les causes de mortalités récurrentes affectant des populations de seiches élevées en laboratoire.
- Quelques cas de vibrioses ont également été décrits chez d'autres céphalopodes par Hanlon et al (1984). Ainsi, *V alginoylicus* a été associé à des ulcérations cutanées chez la pieuvre *Octopus joubini*.
- Alderman et Hastings (1998) ont confirmé que les vibrioses causent des mortalités de 100% dans les populations des Céphalopodes en moins de 2 semaines, et il a également été constaté que l'exposition des Céphalopodes au *V alginoylicus* peut causer la fatigue, la mort tissulaire, la faible croissance et la métamorphose lentes, opacité et mélanisation musculaires.

Il y a une autre information qui dit que la présence des *Vibrio* ne cause pas la maladie que lorsque l'immunité de l'organisme hôte diminue ou subit un stress physique (c'est possible dans notre cas car la mortalité s'effectue durant le tri), la fréquence de l'infection est fréquente dans la culture intensive et les mauvaises conditions environnementales (Alderman & Hastings, 1998).

Les études récentes de la seiche *Sepia officinalis* ont montré qu'elle possède un système immunitaire efficace reposant principalement sur des mécanismes innés au travers des réponses humorale et cellulaire. Celles-ci sont principalement modulées par les cellules immunitaires, les hémocytes, qui circulent au sein du système circulatoire (Benoist, 2020).

Conclusion

La seiche commune *S. officinalis*, est un Céphalopode marin très abondant le long des côtes algériennes. A l'échelle nationale, aucune étude n'a été consacrée à la reproduction de cette espèce. Jusqu'à présent, seules quelques informations biologiques sont publiées sur les côtes algéroises. Il est par conséquent tout à fait légitime que la seiche commune espèce qui représente une importance économique, mérite l'attention de notre école (ENSSMAL). Ce présent travail, a pour but de reproduire la seiche commune dans un système intensif.

Durant ce travail, nous avons réussi la reproduction de la seiche commune. A notre connaissance, c'est la première expérience réussite du genre en Algérie.

Par rapport aux recherches menées dans le même thème que notre PFE, nous avons obtenu des résultats satisfaisants, car nous avons réussi dans la reproduction de la seiche commune à 20 km de la mer et avec de moyens simples, et en plus, toutes les étapes de la reproduction de la seiche se sont déroulées dans des bassins circulaires (système intensif), et c'est un point fort compte tenu également des autres recherches où ils ont tous collecté les œufs des seiches de la mer et en été.

La température est un facteur essentiel dans le contrôle des phases du cycle de vie de la seiche commune, car chaque phase est caractérisée par une certaine température. Cette espèce est relativement peu étudiée mais pourrait servir comme une espèce aquacole par excellence.

Un autre point à noter est que la seiche commune a un cycle de vie court, de ce fait nous avons vu toutes les étapes de sa vie en seulement 4 mois, pour cela, on peut la considérer comme une espèce majeure en aquaculture. De plus, la seiche a un taux d'éclosion élevé entre 80 et 100%, et elle a une tendance de tolérer des concentrations plus ou moins élevées de composés azotés, et elle supporte également des températures de 9 à 32°C (optimum 15~25°C) et des valeurs de salinité de 25 à 38 PSU.

Le système de filtration que nous avons conçu a montré ses preuves d'efficacité. Nous comptons le proposer aux opérateurs économiques algériens qui réalisent des activités d'élevage en bassins de poissons ou autres organismes aquatiques.

Au final ce résultat est considéré comme positif, car nous avons vu presque toutes les possibilités de l'élevage de la seiche au cours de ce travail et dans une courte période estimée à seulement 5 mois bien que le sujet de notre PFE ait porté uniquement sur l'essai de la reproduction de la seiche commune.

L'aquaculture de repeuplement de céphalopodes a été une grande réussite au Japon et en Thaïlande. Elle a été à l'origine de la prise de conscience de l'épuisement local des ressources, mis en évidence par Nabhitabhata en 1995. L'aquaculture de *Sepia officinalis* en Algérie peut donc s'orienter vers un débouché commercial ou d'accroissement de la ressource. Ce constat a également été soulevé par les professionnels qui ont été interrogés durant cette étude.

Néanmoins, pour le développement de ce projet, une étude juridique complémentaire sur la commercialisation de ces produits aquacoles semble nécessaire. Elle permettrait également de s'assurer du cadre législatif pour la remise en mer des juvéniles de seiches, afin de participer à l'accroissement du stock de recrues dans la population naturelle. Bien que les résultats soient prometteurs, il faudra confirmer qu'il est possible d'établir un élevage de seiches à partir des géniteurs capturés du milieu naturel.

Références bibliographiques

- Alderman, D. J. & Hastings, T. S., (1998).** Antibiotic use in aquaculture: development antibiotic resistant - potential for consumer health risks. *Journal of Food Science and Technology*, Volume 33, pp. 139-155.
- Bakhayokho, M. & Ito, K., (1991).** New gear and bait for cuttelfish (Ed. Boucaud-Camou E.): 325-333, Centre de publication universitaire. Université de Caen, Caen.
- Basuyaux, O., (2010).** Sepia officinalis Influence de la température et de l'hydrodynamisme sur le développement des oeufs. *Rapport SMEL, n° SMEL/ CE – prod / 2010-14*, p. 15.
- Bay-Nouailhat, A., (2005).** *Description de Sepia officinalis*. [En ligne] Available at: <http://www.mer-littoral.org/14/sepia-officinalis.php>
- Benoist, L., (2020).** Etude du système immunitaire chez la seiche Sepia officinalis : un potentiel pour l'aquaculture. *Thèse de doctorat. Université de Caen Normandie*, p. 227.
- Benoist, L., (2020).** Etude du système immunitaire chez la seiche Sepia officinalis : un potentiel pour l'aquaculture. *Thèse de doctorat. Université de Caen Normandie*, p. 227.
- Blanc, A., Du Sel, G. P. & Daguzan, J., (1998).** Habitat and diet of early stages of Sepia officinalis L.(Cephalopoda) in Morbihan Bay, France. *Journal of molluscan studies*, 64(3), pp. 263-274.
- Boletzky, S., (1974).** ÉLEVAGE DE CÉPHALOPODES EN AQUARIUM. *Vie et Milieu , Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago*, Volume XXIV, pp. 309 - 340.
- Boletzky, S., (1983).** Sepia officinalis. Cephalopod Life Cycles. Volume Vol: 1, 31-52, p. 516 p.
- Boucaud , c. F. & boucher, R. R., (1983).** *feeding and digestion in cephalopodes. in the mollusca*. NEW YOURK: academie press.
- Boucaud-Camou, E., (1990).** La seiche, un animal d'avenir. *La pêche maritime*, Volume 1342, pp. 321-329.
- Boucaud-Camou, E. & Boucher-Rodoni, R., (1983).** Feeding and digestion in cephalopods. In: The Mollusca. 5. Physiology Part 2. Wilbur K. M. (Ed.). *Academic Press, New York*, pp. 149- 187.
- Boucaud-Camou, E., Koueta, N., Boismery, J. & Medhioub, A., (1991).** « The sexual cycle of Sepia officinalis L. from the bay of Seine ». Dans: *La seiche, the cuttlefish, Centre de., Caen*. Caen: , p. 141-151.
- Bouchaud, O., (1991).** Recherche écophysiologicals sur la reproduction de la seiche, Sepia officinalis Linne (Mollusque, Céphalopode, Sépiidé). *Thèse de doctorat de l'université de Rennes*, p. 266.
- Boyle, P. R. & Boletzky, S. V., (1996).** Cephalopods populations: definition and dynamics. In: Clarke MR (Ed.), the role of cephalopods in the world's oceans. *Philosophical Transactions of the Royal Society London*, 351(1343), pp. 885-1002.
- Buresi, A., (2013).** Approche evo-devo de la differenciation et de la regionalisation du systeme nerveux chez la seiche Sepia officinalis. Thèse de doctorat. *Université pierre et marie curie*, p. 326.

- Carpentier, A. et al., (2005).** Eastern Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management (CHARM), Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale. *INTERREG IIIA*, p. 255.
- Castro,, . B. G. & Guerra, . Á., (1990).** The diet of *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) and *Sepia elegans* (D'Orbigny, 1835) (Cephalopoda, Sepioidea) from the Ría de Vigo (NW Spain). *digital.csic*.
- Castro, B. G. & Guerra, A., (1990).** The diet of *Sepia officinalis* and *Sepia elegans*. *Science Marine*, pp. 54(4): 375-388p.
- Clarcke, M. R., (1966).** A review of the systematics and ecology of oceanic squids. *Adv. mar. Biol.*, Volume 4, pp. 91-300.
- Cornet, V. et al., (2015).** *How Egg Case Proteins Can Protect Cuttlefish Offspring?*. s.l.:PLoS One 10, e0132836. doi:10.1371/journal.pone.0132836.
- Delance, C. & Poignonec, D., (2002).** *Sepia officinalis*. [En ligne] Available at: <http://denis.poignonec.free.fr/commun/rapports/seiche/Seiche.html>
- Domingues, P. M., (1999).** Development of alternative diets for the mass culture of the European cuttlefish *Sepia officinalis*. *Thèse de doctorat de l'université d'Algarve, Portugal*, p. 95.
- Enault, J. et al., (2012).** *A complex set of sex pheromones identified in the cuttlefish Sepia officinalis*. s.l.:PLoS One 7, e46531. doi:10.1371/journal.pone.0046531.
- Endress, M., (2018).** Neuropeptides et phéromones sexuelles impliqués dans le contrôle de la ponte chez la seiche *Sepia Officinalis*. *Thèse de doctorat. Université de Caen Normandie*, p. 199.
- FAO, (2020).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. *Rome: FAO*, p. 247.
- FAO, (2022).** *Statistiques des pêches et de l'aquaculture. Captures mondiales 2000-2020 (FishStatJ)*. In: *Division des pêches et de l'aquaculture de la FAO*. [En ligne] Available at: www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/fr [Accès le Mai 2022].
- Fichi, G. et al., (2015).** Skin lesion-associated pathogens from *Octopus vulgaris*: First detection of *Photobacterium swingsii*, *Lactococcus garvieae* and betanodavirus. *Diseases of Aquatic Organisms*, 115(2), p. 147-156.
- Forsythe, J. W., DeRusha, R. H. & Hanlon, R. T., (1994).** Growth, reproduction and life span of *Sepia officinalis*. *Journal of Zoology*, pp. 233(2), 175-192.
- Gauvrit, E., LE Goff, R. & Daguzan, J., (1997).** Reproductive cycle of the cuttlefish, *Sepia officinalis* (L.) in the northern part of the Bay of Biscay. *Journal of Molluscan Studies*, Issue 63, pp. 19- 28.
- Gestal, C. et al., (2019).** *Handbook of Pathogens and Diseases in Cephalopods*. SpringerOp éd. Vigo, Spain: Springer International Publishing.
- Gras, M., (2013).** Contribution des frayères côtières au recrutement du stock de seiche (*Sepia officinalis*) de Manche: lien entre le succès de la phase pré-recrutée et l'abondance de la ressource. *Thèse de doctorat. Université de Caen Basse-Normandie*, p. 152.

- Guerra, A., (1988).** On the life cycle of *Sepia officinalis* (Cephalopoda' Sepioidea) in the ria de Vigo (NW Spain). *Cahiers de Biologie Marine*, Volume 29, pp. 395-405.
- Guerra, A., (2006).** Ecology of *Sepia officinalis*. *Vie Milieu* 56, p. 97–107.
- Gutowska, M. A., Pörtner, H. O. & Melzner, F., (2008).** Growth and calcification in the cephalopod *Sepia officinalis* under. *Marine Ecology Progress Series*, Issue 373, pp. 303-309.
- Hanlon, R. & Messenger, J., (1988).** Coloration adaptative chez les jeunes seiches (*Sepia officinalis* L.) : la morphologie et le développement des patrons corporels et leur relation avec le comportement. *Société royale*.
- Hanlon, R. T., Ament, S. A. & Gabr, H., (1999).** Behavioral aspects of sperm competition in cuttlefish, *Sepia officinalis* (Sepioidea: Cephalopoda). *Marine Biology*, pp. 134, 719–728.
- Hanlon, R. T. et al., (1984).** Fatal penetrating skin ulcers in laboratory-reared octopuses. *Journal of Invertebrate Pathology*, 44(1), p. 67-83.
- 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. *Philosophical Transactions of the Royal Society. London B*, pp. 320: 437-487.
- Hanlon, R. T. & Messenger, J. B., (1996).** *Cephalopod behaviour*. : Cambridge Univ. Press.
- Hanlon, R. T., Turk, P. E. & Lee, P. G., (1991).** Squid and cuttlefish mariculture: an updated perspective. *Journal of Cephalopod Biology*, 2(1), pp. 31-40.
- Hanlon, R., Vecchione, M. & Allcock, L., (2018).** *Octopus, Squid, and Cuttlefish: A Visual, Scientific Guide to the Oceans' Most Advanced Invertebrates*. Chicago: University of Chicago Press.
- Jeon, I., (1982).** Etudes de population de seiche (*Sepia officinalis* Linné, 1758) du golfe de Gascogne. *Thèse 3ème cycle. Université de Caen*, (), p. 312.
- Jereb, P. & Roper, C. F., (2005).** Cephalopods of the world: an annotated and illustrated catalogue of Cephalopod species known to date, Volume 1: Chambered Nautiluses and Sepioids. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, Rome, FAO 2005*, p. 4(1): 262p.
- Kara, M. H., (2012).** Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *Eur J Wildl Res*, pp. 58: 243-253.
- Kara, M. H. et al., (2016).** Vingt ans d'aquaculture en Afrique du Nord : évolutions, bilan critique et avenir. *EDP Sciences*, p. 9.
- Kennouch, H., (2017).** Les Céphalopodes de la côte algérienne. Ecologie, biologie et exploitation de la seiche commune *Sepia officinalis* Linnaeus 1758, de la région d'Alger. *Thèse de doctorat. USTHB*, p. 175.
- King, A. J. et al., (2005).** Using ultrasound to understand vascular and mantle contributions to venous return in the cephalopod *Sepia officinalis* L. *The Journal of Experimental Biology*, pp. 208(11): 2071-2082p.
- Lane, F. W., (1957).** *The Kingdom of the Octopus*, London : Jarrolds.

- Laubier, L. & Pérès, J. M., (2016).** « Océan ET MERS (Vie marine) - Vie benthique », *Encyclopædia Universalis [en ligne]*. [En ligne] Available at: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/ocean-et-mers-vie-marine-vie-benthique/> [Accès le 10 Juin 2022].
- Le Goff, R. & Daguzan, J., (1991).** Growth and life cycles of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda) in South Brittany (France). *Bulletin of Marine Sciences*, Issue 49, pp. 341-348.
- Lemaire, J., (1970).** Table de développement embryonnaire de *Sepia officinalis* L. (*Mollusque Céphalopode*). *Bulletin de la Société zoologique de France*, Issue 95, pp. 773-782.
- Mangold, K., (1989).** « Organes génitaux ». Dans: *Traité de zoologie, Anatomie Systémique, Biologie des Céphalopodes*. Caen: Masson., Caen, p. 459-492.
- Mangold, K. & Bidder, A. M., (1989).** Appareils respiratoire et circulatoire : respiration et circulation, In : Mangold K, Grassé PP (Ed.) *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Céphalopodes*. Paris Masson, pp. 387-434p.
- Mangold-Wirz, K., (1966).** *Sepia officinalis* de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, pp. 13 : 961-1012p.
- MPRH, (2014).** Bilan 2012–2014, prospective 2030 et projet aquapêche. *Ministère des Pêches et des Ressources halieutiques*, p. 70.
- Naef, A., (1923).** Die Cephalopoden. *Fauna Flora Golf. Neapel*, 35 (1) : v-xiv, pp. 1-863.
- Najai, S. & Ktari, M. H., (1979).** Etude du régime alimentaire de la seiche commune *Sepia officinalis* Linné, 1758 (Mollusque, Céphalopode) du golfe de Tunis. *Bulletin de l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salamambo*, pp. 53-61.
- Perrin, A., (2004).** Etude expérimentale des capacités digestives chez la seiche, *Sepia officinalis* L. (Mollusque, Céphalopode): impact de l'alimentation, indice de condition nutritionnelle et formulation d'un aliment artificiel. *Thèse de doctorat. Université de Caen*, p. 152.
- Pierce, G. J. et al., (2010).** Cephalopod biology and fisheries in Europe. *ICES*.
- Prrin, A., (2004).** *Etude expérimentale des capacités digestives chez la seiche ,sepia officianalis L.(Mollusque,céphalopode):impact de l'alimentation, indice de condition nutritionnelle et formation d'un aliment artificiel.*, s.l.: s.n.
- Reid, A., Jereb, P. & Roper, C. F. E., (2005).** Family Sepiadariidae. In: Jereb, P. et Roper, C. F. E., *Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Volume 1. Chambered nautilus and sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae)*, Rome, FAO edition, pp. 57-152.
- Richard, A., (1971).** Contribution à l'étude expérimentale de la croissance et la maturation sexuelle de *Sepia officinalis*. *Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Lille*, p. 264.
- Richard, A., (1975).** L'élevage de la Seiche (*Sepia officinalis* L., Mollusque, Céphalopode). *10th European symposium on marine biology, Belgium*, pp. 1: 359-380.
- Roper, C., Sweeney, M. & Nauen, C., (1984).** FAO species catalogue. Cephalopods of the world an annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Species Catalogue*, Issue 3, p. 277.

- Roussel, D. & Basuyaux, O., (2016).** Valorisation des oeufs de seiches (*Sepia officinalis*) pondus sur les casiers : Développement d'une aquaculture de niche, Blainville sur mer: SMEL.
- Sadikkioui, L., (2019).** Eco-biologie (biologie de la reproduction, croissance et régime alimentaire) de la seiche commune (*Sepia officinalis*) pêchée au niveau de la côte Ouest algérienne. *Thèse de doctorat. Université d'ORAN*, p. 213.
- Sangster, C. R. & Smolowitz, R. M., (2003).** Description of *Vibrio alginolyticus* Infection in Cultured *Sepia officinalis*, *Sepia apama*, and *Sepia pharaonis*. *The Biological Bulletin*, 205(2), p. 233-234.
- Schipp, R., (1987).** General morphological and functional characteristics of the cephalopod circulatory system. An introduction. *Experientia*, pp. 43: 474- 477p.
- Shadwick, R. E. & Nilsson, E. K., (1990).** The importance of vascular elasticity in the circulatory system of the cephalopod *Octopus vulgaris*. *Journal of Experimental Biology*, pp. 152:471-484p.
- Sykes, A. V., Almansa, E., Lorenzo, A. & Andrade, J. P., (2008).** Lipid characterization of both wild and cultured eggs of cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) throughout the embryonic development. *Aquaculture Nutrition*, 15(38), p. 53.
- Sykes, A. V., Domingues, P. M., Correia, M. & Andrade, J. P., (2006).** Cuttlefish culture-state of the art and future trends. *Vie et Milieu*, 56(2), pp. 129-138.
- Sykes, A. V., Koueta, N. & Rosas, C., (2014).** Historical Review of Cephalopods Culture. *Cephalopod culture*, Issue Chap4, p. 492p.
- Travers, M. A., Boettcher Miller, K., Roque, A. & Friedman, C. S., (2015).** Bacterial diseases in marine bivalves. *Journal of Invertebrate Pathology*, Issue 131, p. 11-31.
- Vidal, E. A. G., Villanueva, R. & Andrade, J. P., (2014).** Cephalopod culture: current status of main biological models and research priorities. In: *Vidal, E. A. G., Advances in Marine Biology, Oxford, United Kingdom*, 67(1), pp. 1-98.
- Wada, T., Takegaki, T., Mori, T. & Natsukari, Y., (2005).** Sperm displacement behavior of the cuttlefish *Sepia esculenta* (Cephalopoda: Sepiidae). *J Ethol*, pp. 85-92.
- Wang, 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 Scientific*, Issue 60, pp. 1149-1158.

Annexes

18/05/2022 09:18

apiweb™



INSTITUT PASTEUR D'ALGERIE LABO BACTERIO ALIMENTAIRE - alger



APIWEB™

API 20 E V5.0 [Impression](#) [Export](#) [Nouveau test](#) [Modification](#)

REFERENCE DATE
s3 18/05/22
COMMENTAIRE



API

API 10S
API 20 A
API 20 C AUX
API 20 E
API 20 NE
API 20 STREP
API 50 CHB
API 50 CHE
API 50 CHL
API CAMPY
API CANDIDA
API CORYNE
API LISTERIA
API NH
API STAPH
RAPID 20 E

ID32

TRES BONNE IDENTIFICATION AU GENRE

Galerie	API 20 E V5.0
Profil	4 1 4 7 1 2 4
Note(s)	

Taxons significatif(s)	% ID	T	Test(s) à l'encontre			
Vibrio alginolyticus	85.9	0.81	VP	10%		
Vibrio cholerae	13.8	0.67	ONPG 98%	CIT	75%	

Taxon suivant	% ID	T	Test(s) à l'encontre			
Vibrio parahaemolyticus	0.1	0.43	VP	1%	SAC	3%

Test(s) complémentaire(s)	CELac	NaCl 4%		
Vibrio alginolyticus	100%	100%		
Vibrio cholerae	0%	-(+)		

<https://apiweb.biomerieux.com/strip/1>

1/1

Annexe 1 : Tableau des résultats des analyses des *Vibrios* effectués par laboratoire Pasteur (échantillon de l'eau de l'élevage de la ferme).

18/05/2022 09:21

apiweb™



INSTITUT PASTEUR D'ALGERIE LABO BACTERIO ALIMENTAIRE - alger

APIWEB™

API 20 NE V8.0 [Impression](#) [Export](#) [Nouveau test](#) [Modification](#)

REFERENCE S1 DATE 18/05/22
COMMENTAIRE



API

API 10S
API 20 A
API 20 C AUX
API 20 E
API 20 NE
API 20 STREP
API 50 CHB
API 50 CHE
API 50 CHL
API CAMPY
API CANDIDA
API CORYNE
API LISTERIA
API NH
API STAPH
RAPID 20 E

ID32

PROFIL INACCEPTABLE	
Galerie	API 20 NE V8.0
Profil	7 7 5 7 7 5 7
Note(s)	POSSIBILITE DE Vibrio fluvialis

Taxons significatif(s)	% ID	T	Test(s) à l'encontre			
Aeromonas hydrophila/caviae			URE 1%	PNPG 98%	PACa 1%	

Taxon suivant	% ID	T	Test(s) à l'encontre			
Aeromonas sobria			URE 0%	ESC 1%	PNPG 99%	ARAa 12%
			PACa 0%			

<https://apiweb.biomerieux.com/strip/3>

1/1

Annexe II : Tableau des résultats des analyses des *Aeromonas* effectués par laboratoire Pasteur (échantillon de l'eau de l'élevage de la ferme).



Institut Pasteur d'Algérie

Rapport d'analyse

Laboratoire de Bactériologie
des Aliments et des Eaux

Code produit: 22/E00221

Date de saisie: 22/06/2022

Client:

Nom du client: EWSSMAL

Adresse: /

Produit:

Nature du produit: EAU DE MER

Origine du prélèvement: /

Nom du préleveur: CLIENT

Date de prélèvement: 31/05/2022

Date de réception: 31/05/2022

Date de l'analyse: 31/05/2022

Nombre d'unités composants l'échantillon: 15

Volume de l'unité: 250 ml

Observation: /

Parmètres recherchés	Norme	Résultats	Critères microbiologiques
Coliformes totaux:	ISO 9308-1:2000	50 400 UFC	10000 UFC / 100 ml
Coliformes fécaux:	ISO 9308-1:2000	2000 UFC	2000 UFC/ 100 ml
Entérocoques intestinaux:	ISO 7899-2:2000	32 UFC	/
<i>Salmonella spp</i> :	ISO 19250:2010	Absence	Absence / litre
<i>Vibrio cholerea</i> :	ISO 21872-1:2017	Absence	Absence / 450 ml
Entérovirus:	/	/	Absence / 10 litres

Remarque: /

* Les résultats ne se rapportent qu'aux prélèvements soumis à l'essai.

* Décret exécutif du 10 juillet 1993 n° 93-164

Conclusion: Eau de mauvaise qualité bactériologique.

dimanche 26 juin 2022 13:36:34

Le Chef de laboratoire
INSTITUT PASTEUR D'ALGERIE
Service des Eaux
et Aliments

Route du petit Staoueli – Dely Brahim – Alger Tel : 021 37 26 74 / 36 06 73 / 36 06 86 Poste 223

Annexe III : Tableau des résultats des analyses bactériologiques effectués par laboratoire Pasteur (échantillons d'eau de l'endroit qui nous alimente en eau de mer).

Résumé

Essai de la reproduction de la seiche commune *Sepia officinalis*, Linnaeus, 1758

Le marché mondial de la seiche commune a connu une forte augmentation de la demande, qui s'est accompagnée d'une augmentation des prix, compte tenu de son importance en tant qu'une ressource mondiale durant les dernières années.

Dans ce travail nous avons essayé de réaliser et d'étudier la reproduction de *Sepia officinalis* pour la première fois en Algérie, qui possède une vaste biodiversité marine qui lui permet d'adopter les développements de l'aquaculture.

Nous avons effectué ce travail dans un système d'élevage intensif en suivant toutes les étapes de base de reproduction utilisées en aquaculture, en tenant compte de la réalisation de toutes ses étapes dans des bassins telles que l'accouplement, la ponte, l'incubation, et l'éclosion.

Mot clés : seiche commune, *Sepia officinalis*, reproduction, Algérie, ponte, incubation, éclosion, Aquaculture.

Abstract :

The global cuttlefish market has seen a surge in demand, which has been accompanied by an increase in prices, given its importance as a global resource in recent years.

In this work we tried to realize and study the reproduction of *Sepia officinalis* for the first time in Algeria, which has a vast marine biodiversity that allows it to adopt the developments of aquaculture.

We carried out this work in an intensive farming system following all the basic stages of reproduction used in aquaculture, taking into account the realization of all its stages in tanks such as spawning, incubation and hatching.

Keywords: common cuttlefish, *Sepia officinalis*, reproduction, Algeria, spawning, incubation, hatching, Aquaculture

ملخص :

في الآونة الأخيرة، شهد سوق الحبار العالمي ارتفاعا في الطلب تبعه ارتفاع في الأسعار، نظرا لأهمية هذا الكائن كمورد عالمي خلال السنوات الأخيرة.

قمنا في هذا العمل بدراسة وتجربة عملية تكاثر الحبار لأول مرة في الجزائر التي تحتوي على تنوع بيولوجي بحري شاسع يسمح لها بمواكبة آخر تطورات الاستزراع المائي.

قمنا بهذه العملية في نظام استزراع مكثف متبعين جميع مراحل التكاثر الأساسية المستخدمة في تربية المائيات، مع مراعاة حدوث جميع مراحلها في الأحواض كالتفريخ، الحضانة والفقس.

