

SOMMAIRE

SOMMAIRE	i
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES ACRONYMES	vii
LISTE DES ABBREVIATIONS.....	vii
LISTE DES ANNEXES	viii
GLOSSAIRE	viii
INTRODUCTION GENERALE	1
Partie I CONTEXTE GENERAL.....	2
I.1 PROBLEMATIQUE ET CHOIX DU THEME	2
I.2 O.S.O. Farming L.G.A.	3
I.3 FONCTIONNEMENT DE L'ECLOSERIE	4
I.4 GENERALITES SUR L'ESPECE <i>P. monodon</i>	7
I.5 LES FACTEURS INFLUENCANTS LA REPRODUCTION DES <i>P. monodon</i> ...	15
I.6 LES BESOINS NUTRITIONNELS	20
I.7 LABEL AGRICULTURE BIOLOGIQUE	22
CONCLUSION PARTIELLE I.....	26
Partie II MATERIELS ET METHODES	27
II.1 FORMULATION DES SEQUENCES ALIMENTAIRES.....	27

II.2	ETUDE DE L'EFFICACITE NUTRITIONNELLE.....	30
CONCLUSION PARTIELLE II		43
Partie III	RESULTATS ET DISCUSSIONS	44
III.1	ETUDES DE L'INFLUENCE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ...	44
III.2	RESULTATS	48
III.3	ETUDES COMPARATIVES DE L'EFFICACITE NUTRITIONNELLE	55
III.4	INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS	67
CONCLUSION PARTIELLE III.....		73
CONCLUSION GENERALE		74
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		75
ANNEXES.....		80
TABLE DES MATIERES		a

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1 : Valeur nutritionnelle des aliments qui composent la séquence A	27
Tableau n° 2 : Apports nutritionnels des aliments de la séquence A et apport nutritionnel de la séquence A	28
Tableau n° 3 : Valeurs nutritionnelles des aliments qui composent la séquence B	29
Tableau n° 4 : Pourcentage d'incorporation des aliments qui composent la séquence B	29
Tableau n° 5 : Apports nutritionnels des aliments de la séquence B et apport nutritionnel de la séquence B.....	30
Tableau n° 6: Aliments et heure de distribution.....	39
Tableau n° 7: Fiche de ponte de M11 (lot 1S) avant la ligature.....	48
Tableau n° 8: Fiche de ponte de M13 (lot 2S) avant la ligature.....	49
Tableau n° 9: Fiche de ponte de M11 (lot 1S) après la ligature.....	49
Tableau n° 10 : Fiche de ponte de M13 (lot 2S) après la ligature.....	50
Tableau n° 11 : Fiche de ponte de M16 (Lot 1E).....	51
Tableau n° 12: Fiche de ponte de M17 (lot 2E).....	52
Tableau n° 13 : Fiche de ponte des géniteurs sauvages alimentés avec la séquence A avec ligature directe.....	53
Tableau n° 14 : Fiche de ponte des géniteurs d'élevage alimentés avec la séquence A avec ligature directe.....	53
Tableau n° 15 : Fiche de ponte des géniteurs alimentés avec la séquence contenant 65% de crabes crus	54
 <u>Dans les annexes:</u>	
Tableau n° 16: Tableau de comptage des oeufs et des nauplii.....	86

LISTE DES FIGURES

Figure n° 1 : Localisation géographique de l'écloserie O.S.O. Farming L.G.A.....	4
Figure n° 2 : Diagramme de production de postlarves.....	5
Figure n° 3 : Morphologie externe de <i>Penaeus monodon</i>	9
Figure n° 4 : Cycle biologique des Péneïdés dans le milieu naturel	10
Figure n° 5 : Appareil génital mâle	11
Figure n° 6 : Appareil génital femelle.....	12
Figure n° 7 : Stades de développement des œufs de <i>P. monodon</i>	14
Figure n° 8 : Les trois points de contrôle de la maturation	20
Figure n° 9 : Ligature d'un pédoncule oculaire.....	33
Figure n° 10 : Stade de développement des gonades des femelles de <i>P. monodon</i>	33
Figure n° 11 : Type de ponte (A et B : ponte partielle, C : ponte totale).....	34
Figure n° 12 : Procédé de préparation des crabes	36
Figure n° 13 : Diagramme de préparation des calmars	37
Figure n° 14 : Procédé de préparation des artemii	37
Figure n° 15 : Procédé de préparation des Polychètes, des kodiva et des moules	38
Figure n° 16 : Procédé de préparation des huîtres.....	38
Figure n° 17 : Procédé de préparation de l'aliment composé INVE BR.....	38
Figure n° 18 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S‰ dans le lot 1S.....	44
Figure n° 19 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 1S	44
Figure n° 20 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S‰ dans le lot 2S.....	45
Figure n° 21 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 2S	45
Figure n° 22 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S‰ dans le lot 1E.....	46
Figure n° 23 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 1E.....	46

Figure n° 24 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S‰ dans le lot 2E.....	47
Figure n° 25 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 2E.....	47
Figure n° 26 : Histogramme de comparaison du Nfm pour les géniteurs sauvages.....	55
Figure n° 27 : Histogramme de comparaison du Np pour les géniteurs sauvages.....	55
Figure n° 28 : Histogramme de comparaison du Not pour les géniteurs sauvages.....	56
Figure n° 29 : Histogramme de comparaison du Noef pour les géniteurs sauvages.....	56
Figure n° 30 : Histogramme de comparaison du Nn pour les géniteurs sauvages.....	57
Figure n° 31 : Histogramme de comparaison du Np/Nfm pour les géniteurs sauvages.....	57
Figure n° 32 : Histogramme de comparaison du Nto/Np pour les géniteurs sauvages.....	58
Figure n° 33 : Histogramme de comparaison du Nn/Np pour les géniteurs sauvages.....	58
Figure n° 34 : Histogramme de comparaison du Nfm pour les géniteurs d'élevage.....	59
Figure n° 35 : Histogramme de comparaison du Np pour les géniteurs d'élevage.....	59
Figure n° 36 : Histogramme de comparaison du Not pour les géniteurs d'élevage.....	60
Figure n° 37 : Histogramme de comparaison du Noef pour les géniteurs d'élevage.....	60
Figure n° 38 : Histogramme de comparaison du Nn pour les géniteurs d'élevage.....	61
Figure n° 39 : Histogramme de comparaison du Np/Nfm pour les géniteurs d'élevage.....	61
Figure n° 40 : Histogramme de comparaison du Nto/Np pour les géniteurs d'élevage.....	62
Figure n° 41 : Histogramme de comparaison du Nn/Np pour les géniteurs d'élevage.....	62
Figure n° 42 : Histogramme de comparaison du Nfm par géniteurs.....	63
Figure n° 43 : Histogramme de comparaison du Np par géniteurs.....	63
Figure n° 44 : Histogramme de comparaison du Not par géniteurs.....	64
Figure n° 45 : Histogramme de comparaison du Noef par géniteurs.....	64
Figure n° 46 : Histogramme de comparaison du Nn par géniteurs.....	65
Figure n° 47 : Histogramme de comparaison du Np/Nfm par géniteurs.....	65
Figure n° 48 : Histogramme de comparaison du Not/Np par géniteurs.....	66

Dans les annexes :

Figure n° 49 : Histogramme de comparaison du Nn/Np par géniteurs	66
Figure n° 50 : Courbe d'évolution de la température dans les 4 bacs	93
Figure n° 51 : Courbe d'évolution de la salinité dans les 4 bacs	93
Figure n° 52 : Courbe d'évolution du pH dans les 4 bacs.....	94
Figure n° 53 : Courbe d'évolution du redox dans les 4 bacs	94
Figure n° 54 : Stade entre 0-30 min	95
Figure n° 55 : Stade après 1h	95
Figure n° 56: Stade à 1h 30 min.....	95
Figure n° 57: Stade à 2h	95
Figure n° 58 : Stade entre 3-4h	95
Figure n° 59 : Stade à 5h	95
Figure n° 60 : Stade à 6h	95
Figure n° 61: Stade à 7h	95
Figure n° 62: Stade à 8h	95
Figure n° 63: Stade à 9h	95
Figure n° 64: Stade à 10h	95
Figure n° 65: Stade à 11h	95
Figure n° 66: Stade à 12h	96
Figure n° 67: Stade à 13h	96

LISTE DES ACRONYMES

AQUA.MEN	: AQUAculture de MENabe
I.P.M	: Institut Pasteur de Madagascar
L.G.A.	: Les Gambas de l'Ankarana
O.I.E	: Office International des Epizooties
O.S.O.	: Overseas Seafood Operation

LISTE DES ABBREVIATIONS

AA	: Acides Aminés	Nft	: Nombre total de femelles dans le bac
AGMI	: Acides Gras MonoInsaturés	Nii	: Nauplii
AGPI	: Acides Gras PolyInsaturés	Nn	: Nombre de nauplii récoltés
AGS	: Acides Gras Saturés	Nn/Np	: Nombre de nauplii par ponte
ARA	: Acide arachidonique	Noef	: Nombre d'œufs estimés fécondés
DDL	: Degré de liberté	Not	: Nombre d'œufs totaux
DHA	: Acide docosahexaenoique	Not/Np	: Nombre d'œufs par ponte
DK	: Danemark	Np	: Nombre de femelles ayant pondu
EDTA	: Ethyl Diamine Tetracetate	Np/Nfm	: Nombre de pontes par femelle
EPA	: Acide eicosapentanoique	P	: Protéines
G	: Glucides	PCR	: Réaction par Polymérase en Chaîne
GIH	: Gonade Inhibiting Hormone	pHAM	: pH matinal
GSH	: Gonade Stimulative Hormone	pHPM	: pH de l'après-midi
IHHNV	: Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis Virus	PL	: postlarves
INVE BR	: Breed'S Fresh	RAM	: Redox matinal
L	: Lipides	RPM	: Redox de l'après-midi
MH	: Moulting Hormone	SAM	: Salinité de l'après-midi
MS	: Matière Sèche	SAM	: Salinité matinale
Nbp	: Nombre de bonne ponte	TAM	: Température Matinale
Nfm	: Nombre de femelles matures (prêt à pondre)	TPM	: Température de l'après-midi
		WSSV	: White Spot Syndrome Virus

LISTE DES ANNEXES

Annexe n° 1 : Les matériels utilisés	80
Annexe n° 2 : Comptage des œufs et des nauplii	85
Annexe n° 3 : Mode de calcul	87
Annexe n° 4 : Fiches de suivis	89
Annexe n° 5 : Observation et comptage des spermatozoïdes spike	91
Annexe n° 6 : Suivi journalier des paramètres physico-chimiques du lot 1S	93
Annexe n° 7 : Stade de développement des œufs de <i>P. monodon</i> de la ponte jusqu'à l'éclosion	95

GLOSSAIRE

Bacs de maturation : Bacs d'élevage utilisés sous conditions favorables pour attendre les pontes des géniteurs.

Espèce euryhalines : espèces qui supportent une large plage de salinité jusqu'à plusieurs dizaines de gramme de salinité totale par litre

Formule rostrale : Formule qui indique le nombre le plus habituel d'épines se trouvant respectivement sur les bords supérieurs et inférieurs du rostre.

Hépatopancréas : Organe des crevettes assurant à la fois la fonction du foie et du pancréas.

Nauplius (pl. nauplii) : Le premier stade larvaire des crevettes *Penaeus monodon*, nourri par les réserves vitellines des œufs.

Photopériode : Durée du jour.

Sexe ratio : Proportion de femelle par rapport aux mâles

INTRODUCTION GENERALE

L'aquaculture de crevettes est une activité relativement non récente qui a débutée dans les pays asiatiques. Au début, en 1981, elle ne représentait que 2% de la production mondiale. Aujourd'hui, l'élevage des crevettes est devenu une activité extrêmement importante surtout dans les pays tropicaux. Pour Madagascar, l'exportation de crevettes constitue l'une des principales sources de devises et 7 fermes aquacoles sont les plus actives dans ce domaine. Parmi elles, figure la ferme O.S.O. Farming L.G.A. (AUTRAND, 1990).

La production de crevettes exportables est basée sur la conduite de l'élevage des géniteurs en maturation. La majorité des géniteurs utilisés pour la maturation sont d'origine sauvage pour Madagascar. Depuis les années 90, des essais ont été menés dans le but de maîtriser le cycle biologique de cette espèce et d'utiliser des géniteurs d'élevage issus des fermes de grossissement pour la maturation.

Pour l'espèce *Penaeus monodon*, l'alimentation des géniteurs est basée à 85% sur des crabes et des mollusques. Depuis que le virus WSSV a atteint les côtes de Madagascar en 2012 et à cause des exigences de biosécurité, le crabe cru est devenu non fiable pour l'alimentation des géniteurs comme il a été suspecté que les Crustacés, dont le crabe, pouvaient être un des vecteurs de la maladie de White Spot. La ferme O.S.O. Farming a alors pris l'initiative de définir une séquence alimentaire fiable et contrôlée pour l'alimentation de ces géniteurs. C'est dans ce cadre que le présent mémoire intitulé « Etude comparative de l'efficacité nutritionnelle de séquences alimentaires sur des géniteurs de *Penaeus monodon* » a été effectué.

La première partie de ce mémoire va être consacrée à la présentation du milieu d'étude ainsi que des généralités sur la biologie et la nutrition de *P. monodon*. Dans la deuxième partie seront exposées les démarches prises pour entreprendre les expérimentations et les matériels employés. Finalement, les résultats obtenus à l'issue des expérimentations sont à présenter. Ils sont suivis de quelques interprétations et discussions relatives au sujet de ce mémoire.

Partie I

CONTEXTE
GENERAL

Partie I CONTEXTE GENERAL

I.1 PROBLEMATIQUE ET CHOIX DU THEME

Le virus WSSV. (*White Spot Syndrom Virus*), répertorié dans la catégorie n°1 des virus les plus dangereux a atteint le Sud-Ouest de Madagascar depuis le début du mois d'avril 2012. L'infection par ce virus se manifeste par des tâches blanches sur la carapace des crevettes qui cessent de s'alimenter normalement et finissent par mourir.

Le premier site aquacole frappé, le 11 avril 2012, par la maladie a été le site AQUAMEN (*AQUAculture de MENabe*) situé à Tsanganjoly Morondava. Le 19 avril, des prélèvements ont été faits par l'AQUAMEN sur les crevettes mortes et des analyses ont été lancées par l'I.P.M. (Institut Pasteur de Madagascar) sur ces prélèvements. Sur l'ensemble des échantillons analysés, les résultats ont été positifs. Le 23 avril 2012, le laboratoire officiel I.P.M. a démontré la présence du virus sur des aliments frais de crevettes d'origine marine employés par l'AQUAMEN.

Jusqu'à présent, le virus WSSV a ravagé la plupart des entreprises crevetticoles malgaches et quoique le virus n'ait pas atteint le site de l'O.S.O. Farming L.G.A. (*Les Gambas de l'Ankarana*), il reste une menace imminente pour celui-ci, surtout pour l'écloserie de la société. Aussi elle des géniteurs du milieu sauvage pour la production de nauplii et de postlarves.

Pour des raisons de biosécurité, depuis le 21 avril 2012, le crabe cru d'origine locale a été éradiqué de l'alimentation des géniteurs de la L.G.A. Pour tous les autres aliments frais des prélèvements sont faits avant leur utilisation et seuls ceux qui sont déclarés négatifs sont utilisés. Désormais le crabe constituant 65% de la séquence utilisée doit être cuit à une température de 60 °C pendant 10 minutes.

Ceci a engendré deux problèmes majeurs. Il se traduit par une baisse de la production de l'écloserie et des activités annexes générées par la cuisson du crabe. Cette production est, en fait, basée sur la maturation des femelles, la quantité et la qualité des pontes, le nombre et la qualité des œufs pondus ainsi que celles des nauplii produits.

Par conséquent, la direction de la société a envisagé de retirer définitivement la chaire de crabe dans l'alimentation des géniteurs de *P. monodon* et de le substituer par d'autres aliments frais fiables. Une problématique se pose alors : quelle séquence d'alimentation, comparable en termes d'efficacité sur les performances reproductives des géniteurs, est à utiliser pour remplacer la séquence d'alimentation à base de crabe cru ?

I.2 O.S.O. Farming L.G.A.

I.2.1 Historique

Les dates suivantes ont marqué l'histoire de la Société O.S.O. Farming L.G.A.:

- **Novembre 1999** : Premières études concernant la possibilité de mise en place d'une ferme d'aquaculture de crevettes sur les tannes de la Région d'Ambilobe ;
- **2000** : Attribution du site d'Ambavanankarana, situé dans la Région d'Ambilobe, au Groupe SOCOTA après des démarches menées auprès des communautés locales et des autorités compétentes ;
- **Mai 2001** : Début des travaux d'aménagement des terrains en vue de la mise en place d'une ferme d'aquaculture de crevettes avec 11 bassins de 10 ha ont été aménagés ;
- **Janvier 2002** : Premier ensemencement dans les bassins ;
- **Juin 2002** : Premières pêches de crevettes, après l'obtention de l'agrément de l'Union Européenne pour son usine.
- **Octobre 2002** : Première exportation vers la France après obtention de l'Agrément de la part de l'Union européenne pour son usine ;
- **2005** : Extension de l'usine à exploiter 320 ha avec 44 bassins.
- **Octobre 2006** : Suite à une restructuration, L.G.A. prend la dénomination de « O.S.O. Farming ».

I.2.2 Situation Juridique

La Société L.G.A. ou *Les Gambas de l'Ankarana* est une société anonyme. Son capital social s'élève à 100 000 000 Ariary. Elle appartient au Groupe SOCOTA. La Société O.S.O. FISHING (*Les Pêcheries du Melaky et du Menabe*) est une des filiales de ce groupe.

I.2.3 Situation Géographique du milieu d'étude

L'écloserie de la ferme aquacole *Les Gambas de l'Ankarana* se trouve quasiment au Nord de l'Ile. Elle est localisée au Nord Ouest de la ville d'Ambilobe et au Sud Ouest de la ville d'Antsiranana, sur le littoral. La zone est centrée géographiquement à la latitude S12°43'54'' et à la longitude E48°54'09''. L'accès sur la zone se fait en deux étapes : depuis Ambilobe jusqu'à la ferme, on prend la piste passant par le village d'Ampapamena où se trouve la ferme L.G.A., ensuite, l'accès à l'écloserie se fait par voie maritime depuis la ferme.

La localisation géographique de l'O.S.O. Farming est montrée par la figure n° 1 suivante :

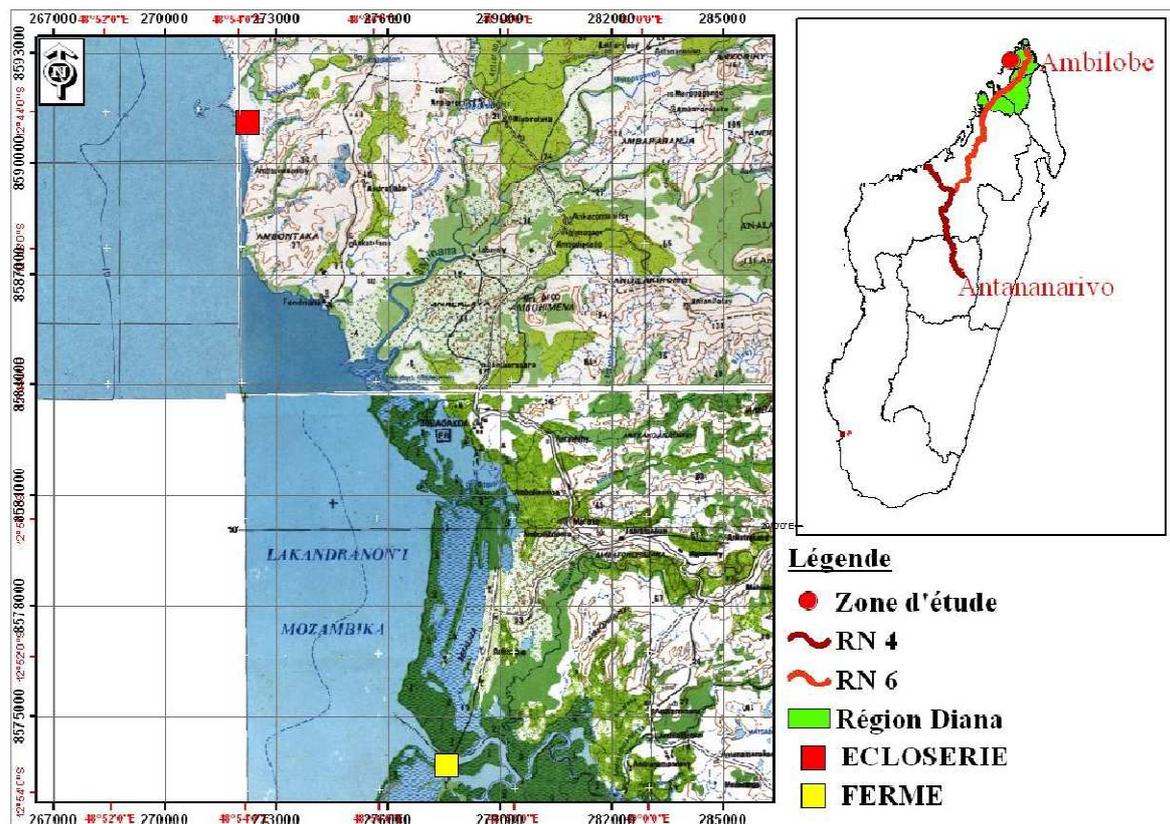


Figure n° 1: Localisation géographique de l'écloserie O.S.O. Farming L.G.A. (Source : Base de données de l'écloserie O.S.O. Farming L.G.A., 2013)

I.2.4 Climat

La région est régie par un climat de type tropical chaud en saison sèche. Elle est marquée par des précipitations d'été et par une sécheresse en hiver. On y distingue deux saisons bien contrastées: la saison des pluies et la saison sèche. La saison pluvieuse provoquée par la mousson dure quatre mois, de Décembre à Avril. Le maximum de la hauteur de précipitation est obtenu au mois de Février, qui est de l'ordre de 535 mm. La pluviométrie annuelle atteint en moyenne 1 923 mm.

La précipitation est largement supérieure à l'évapotranspiration potentielle. La température est généralement élevée pendant la saison de pluies. La température moyenne annuelle est 25,9 °C avec un maximum de 34,4 °C au mois de Novembre et un minimum de 16,7 °C au mois de Juillet. Les cyclones tropicaux touchent rarement cette partie de l'Ile de Madagascar.

I.3 FONCTIONNEMENT DE L'ECLOSERIE

Le processus d'élevage débute à la réception des géniteurs du milieu sauvage ou des géniteurs du milieu d'élevage jusqu'à la production de postlarves de 15 ou 18 jours. Le

fonctionnement de l'écloserie est assuré par différentes unités dont l'unité maturation, l'unité ponte et incubation, l'unité élevage larvaire, et l'unité de nurserie. Le fonctionnement de ces unités est résumé par la figure n° 2 suivante.

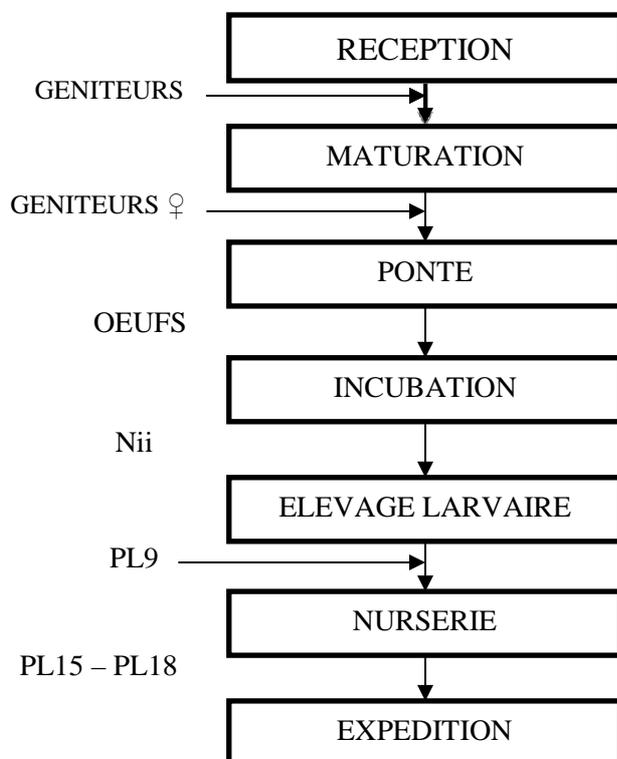


Figure n° 2 : Diagramme de production de postlarves

I.3.1 Unité de maturation

Les objectifs de cette unité est de préparer les géniteurs pour la production des nauplii. Cette unité dispose de vingt bacs de maturation de 12 m³ chacune. Ils vont servir pour les préparatifs de maturation des gonades et des pontes des géniteurs tout en leur donnant tous les moyens alimentaires, sanitaires et matériels. Les vingt bacs sont repartis dans trois salles :

- salle 1 munie de bacs numérotés de 1 à 10
- salle 2 munie de bacs numérotés de 11 à 14
- salle 3 munie de bacs numérotés de 15 à 20

I.3.2 Unité de ponte et incubation

La densité par bac est de 1 femelle (maximum 2) qui y séjourne une nuit soit pour 12 heures. Les femelles matures sont reconnaissables par la présence des gonades sombres plus ou moins verdâtres observables principalement au niveau de l'abdomen. Cela indiquant l'état

d'avancement de la maturité gonadique. Les œufs ainsi pondus sont mis dans des seaux de 10 l destinés au comptage. Des observations sont effectuées afin d'évaluer leur état et leur taux de fécondation. Avec un taux de fécondation inférieur à 20%, les œufs doivent être jetés car le nombre de nauplii récupérables risque d'être trop faible pour démarrer un nouveau bac en élevage larvaire.

I.3.3 Unité d'élevage larvaire

Cette unité assure la production des postlarves de crevettes à partir des nauplii issus de l'unité de maturation. Il s'agit de constituer l'ensemble des conditions permettant les métamorphoses larvaires successives qui vont conduire au stade dit post-larvaire. La postlarve possède les principales caractéristiques morphologiques de l'adulte. L'unité d'élevage larvaire se compose de 4 salles différentes :

- Salle 1 munis de 12 bacs de 10 m³
- Salle 2 munis de 10 bacs de 15 m³
- Salle 3 munis de 6 bacs
- Salle 4 munis de 6 bacs

L'élevage des larves implique un apport alimentaire sous forme d'aliments inertes (microparticules) mais aussi la production de proies vivantes, algues et Artémias produites dans des salles du bâtiment de l'écloserie. L'élevage larvaire s'effectue durant environ 18 jours et c'est à partir du stade PL9 que les PL sont transférés vers la nurserie.

I.3.4 Unité de production d'Algue et d'Artémia

Cette unité assure l'entretien et les cultures des souches de phytoplancton, espèce *Chaetoceros gracilis*. Au stade mysis, les larves sont alimentées avec des zooplanctons, notamment les nauplii d'*Artemia salina* dont leurs éclosions et leurs grossissements sont assurés au sein de cette unité de production. C'est cette unité qui assure également l'éclosion des cystes d'artemii dont les nauplii constituent l'aliment frais des larves à partir du stade Zoé 3.

I.3.5 Unité de nurserie

Dans cette unité, les jeunes postlarves sont préparées à affronter les conditions extérieures d'élevage en bassins de grossissement. La nurserie est constituée de 14 bassins structurés en pétales (6 pétales en ciment et 8 pétales en linner) dans lesquels les postlarves séjournent pour 8 à 10 jours (PL13 à PL15). Pendant cette phase, leur régime alimentaire est

progressivement modifié et leurs conditions environnementales ajustées à celles des bassins d'élevage.

I.3.6 Unité bactériologique

C'est une unité à part entière qui contrôle l'évolution des charges bactériologiques du cheptel de production. L'analyse consiste à contrôler les charges bactériennes de toutes les unités de production et l'efficacité des filtrations des eaux de mer et douces et des stérilisateurs ultra-violetts de chaque unité. L'essentiel de l'analyse est de trouver l'équilibre bactérien des milieux d'élevage et des bacs d'élevage larvaire afin de décider du besoin de traitement ou de l'arrêt de l'élevage.

I.4 GENERALITES SUR L'ESPECE *P. monodon*

I.4.1 Biologie

L'espèce *Penaeus monodon* est connue par sa croissance rapide : 30 g en 150 jours d'élevage. Elle a une bonne adaptation aux variations physico-chimiques du milieu et à tous les types d'élevage. Cette espèce peut atteindre un poids commercial en moins de 6 mois de grossissement (ANDRIAMBOLOLONA, 1999).

I.4.1.1 Taxonomie

L'espèce élevée sur les sites de l'O.SO Farming L.G.A. est *Penaeus monodon* (crevette géante tigrée), encore appelée « gambas ». Ce choix de l'espèce a été fait pour sa facilité d'adaptation aux conditions du milieu. En effet, cette espèce présente un taux de survie élevé et une croissance rapide (MOTOH, 1984). De plus, elle est présente le long des eaux côtières de notre île (AUTRAND, 1990). La classification de *P. monodon* est la suivante :

Règne	: ANIMAL
Embranchement	: ARTHROPODES
Classe	: CRUSTACES
Ensemble	: MALACOSTRACES
Sous-classe	: EUCARIDEES
Ordre	: DECAPODES
Sous-ordre	: NATANTIA
Famille	: PENAEIDAE
Genre	: <i>Penaeus</i>
Espèce	: <i>monodon</i>
Nom vernaculaire	: <i>makamba</i>

I.4.1.2 Morphologie externe

Chez les Péneidés, les crevettes présentent une symétrie bilatérale bien marquée et le corps de *P. monodon* est subdivisé en 3 parties. (BEAUMONT et CASSIER, 1981). Elles sont les suivantes :

- Le Céphalothorax : Il est recouvert d'une carapace d'un seul tenant. Cette partie est issue de la fusion entre la tête et le thorax, d'où le nom Céphalothorax. Ces dernières sont séparées par un sillon cervical. D'un côté, la tête comporte une bouche, deux yeux pédonculés et cinq paires d'appendices sensoriels : les antennules, antennes, mandibules, maxillules, et maxilles. De l'autre côté, le Thorax ou Péréion dispose d'appendices appelés « péréiopodes » ou pattes thoraciques dont les trois premières paires sont munies de pinces.
- L'Abdomen, aussi appelé « pléon » est constitué de six métamères nettement individualisés. C'est une partie segmentée. Les segments sont articulés entre eux et mobiles dans le plan sagittal. Chaque métamère dispose d'une paire d'appendices appelés pléiopodes ou pattes abdominales.
- Le telson, est flanqué de deux uropodes sur ses côtés, l'ensemble constitue la queue qui prolonge l'abdomen. Celui-ci forme avec la dernière paire de « pléiopodes » une puissante nageoire caudale.

Pour se protéger, les crevettes ont un rostre bien développé et garni d'épines dorsales et ventrales. *P. monodon* a une formule rostrale de 7 à 8/2 à 3. (BEAUMONT et CASSIER, 1981). La figure n° suivante montre la morphologie externe de *P. monodon*.

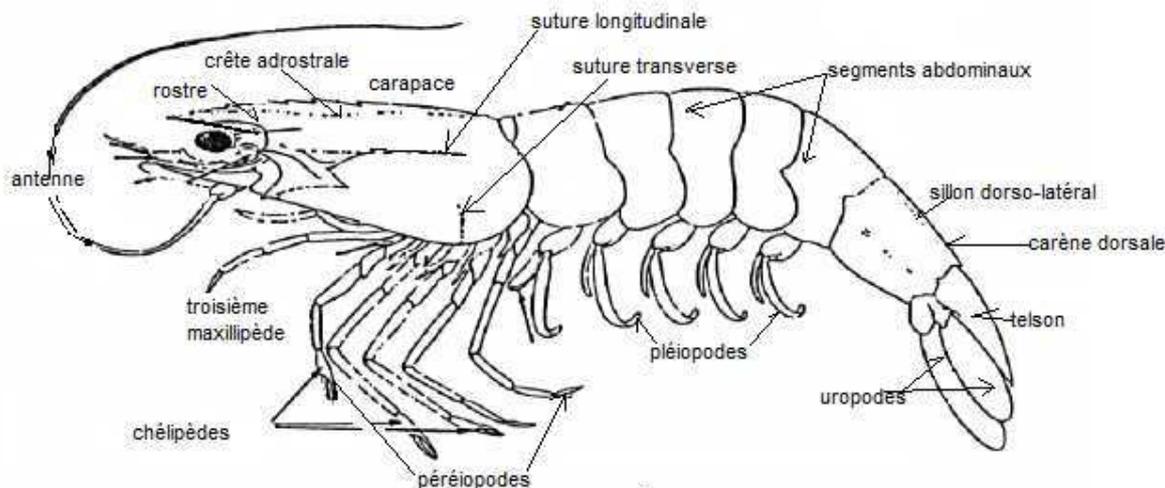


Figure n° 3 : Morphologie externe de *Penaeus monodon* (Source : MOTOH, 1981)

I.4.1.3 Cycle biologique en milieu naturel

La distribution géographique de l'espèce *P. monodon* se situe entre les latitudes 35° Nord et 35° Sud et les longitudes 30° Est et 56° Est. (MOTOH, 1981). Pour Madagascar, elle est surtout exploitée au niveau des côtes Nord-Ouest, Nord-Est, entre Morondava et Maroantsetra (ANDRIAMBOLOLONA, 1999).

Le cycle biologique des crevettes Péneidés peut être divisé en 4 phases successives. Les changements morphologiques et les stades observés dans le milieu naturel sont les suivants :

Les **adultes** vivent en mer dans les zones d'une profondeur de 20 à 70 m. La reproduction dépend surtout de la saison, des conditions climatiques (salinité et température) et également du cycle lunaire. (AVALLE et ROTHUIS, 1991).

Après l'éclosion des œufs, les **larves** ont une période de vie planctonique. Au cours des 2 à 3 semaines suivant l'éclosion, les larves passent par différents stades larvaires : nauplii, zoé, mysis et se terminent par le stade postlarve. (AVALLE et ROTHUIS, 1991).

Ces **postlarves** vont alors remonter dans les estuaires et les mangroves où elles vont rester entre 4 et 5 mois. Elles se nourrissent de petits crustacés, de moules, de vers et de détritrus (AVALLE et ROTHUIS, 1991).

Devenues sub-adultes ou **juvéniles** par l'acquisition de la formule rostrale définitive (RASOLOFO, 2011), les crevettes retournent alors vers la mer. Un nouveau cycle biologique commence. La figure n° 4 suivante montre ces stades.

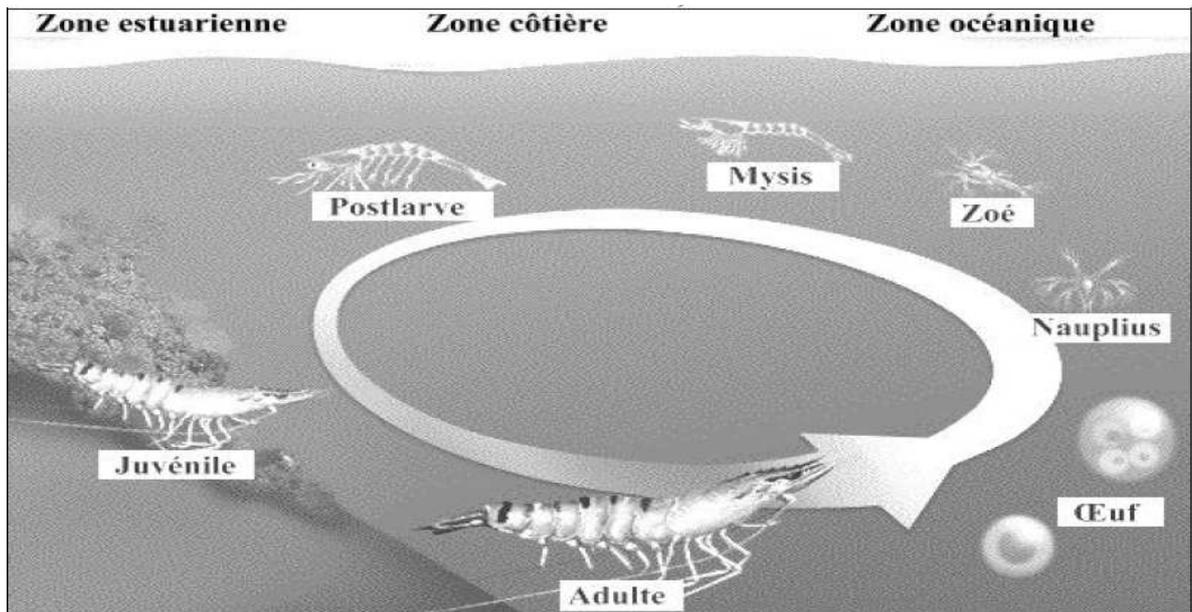


Figure n° 4 : Cycle biologique des Pénéidés dans le milieu naturel (Source : GOARANT, 2000)

I.4.1.4 Croissance et mue

La croissance est liée au cycle de la mue c'est à dire qu'elle n'apparaît qu'à l'occasion de mue. Elle est inversement proportionnelle à la taille de l'animal, plus la crevette est petite, la période d'inter-mue est courte (BOSSER, 1980). Cette croissance varie très fortement en fonction des conditions de l'environnement telles que la température de l'eau, la salinité, la quantité et la qualité d'aliments (AUTRAND, 1990).

La mue est l'aboutissement d'une série de processus métaboliques et morphologiques qui, avec le rejet de l'exosquelette (cuticule, carapace ou exuvie), permettent la croissance des crevettes. Elle est commandée par une hormone particulière, l'ecdysone, dont la sécrétion est déclenchée par des stimulations externes comme la photopériode, le changement brusque de l'environnement tel que température de l'eau, salinité, changement d'eau fréquente. Elle permet la croissance de l'animal, la régénération des appendices, l'élimination de parasites externes et joue un rôle important pour la fécondation qui doit avoir lieu peu de temps après la mue chez les espèces à thélycum fermé, dont *P. monodon*, et dans le cycle de maturation. Aussi, l'acte de mue est un facteur déclencheur de la maturité sexuelle.

I.4.2 Reproduction

La reproduction est la fonction qui assure la survie de l'espèce et la multiplication des individus. C'est l'ensemble des processus périodiques qui se déroulent sous contrôle hormonal.

I.4.2.1 Appareils génitaux

Chez les Péneidés, l'appareil génital est formé d'organes internes et externes. Aussi un dimorphisme sexuel entre mâles et femelles existe bel et bien.

Chez les mâles, l'organe copulateur est constitué par le petasma. Il se situe entre les deux pléiopodes qui constituent la première paire d'appendices abdominaux. Pendant l'accouplement, il joue un grand rôle dans le transfert de spermatophores à l'intérieur des voies génitales femelles. Considérés comme organes sexuels externes également, les appendices masculina, se localisent sur les exopodites de la seconde paire de pléiopodes. Ils séparent le petasma en deux composantes pendant l'accouplement (PRIMAVERA, 1984). La partie interne de l'appareil génital mâle comporte typiquement une paire de testicules, une paire de canaux déférents suivis d'une paire d'ampoules terminales emmagasinant le spermatophore. La figure n° 5 montre l'appareil génital mâle de *P. monodon*.

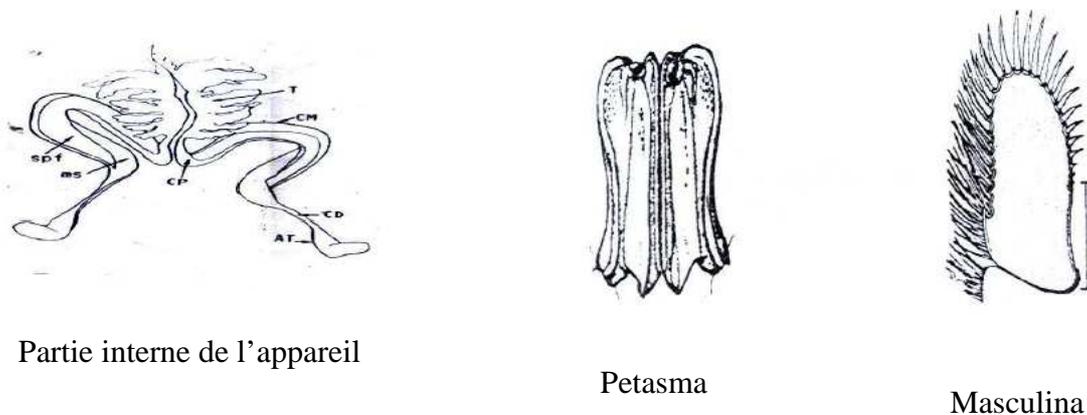


Figure n° 5 : Appareil génital mâle (Source : MOTOH, 1981)

Chez les femelles, la partie externe est constituée par le thélycum, qui est situé entre la 3ème et la 5ème paire de péréiopodes (PRIMAVERA, 1984). Chez *P. monodon*, le thélycum est fermé et l'accouplement se produit juste après la mue, lorsque la cuticule n'est pas encore complètement recalcifiée et dure. La partie interne de l'appareil génitale femelle est formée d'une paire d'ovaires et d'une paire d'oviductes qui se terminent au gonopore ou coxa, situé

au niveau de la base de la 3ème paire de péréiopodes. Les ovaires des femelles matures s'étendent de la région cardiaque jusqu'à la partie antérieure du telson. La figure n° 6 suivante montre l'appareil génital femelle de *P. monodon*.

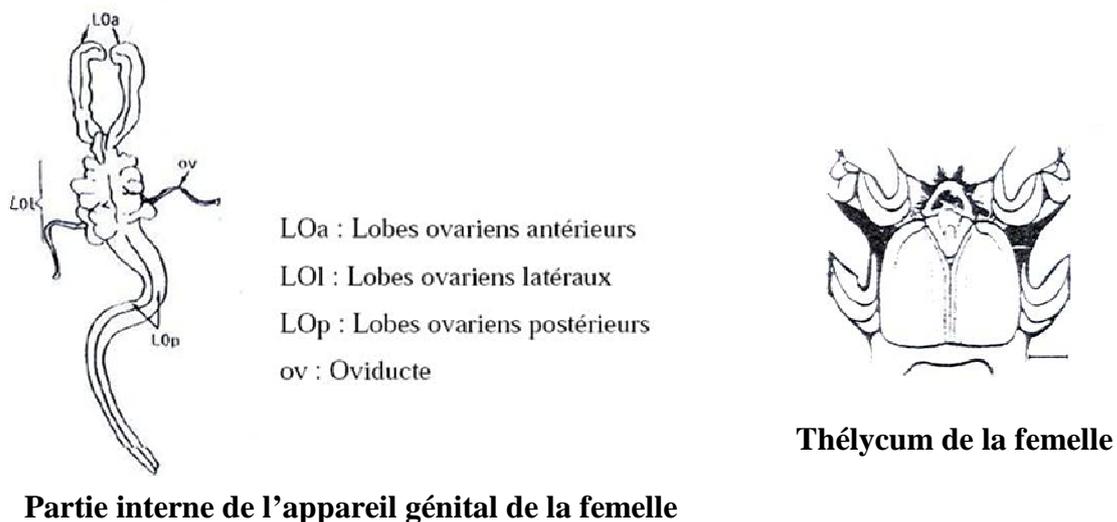


Figure n° 6 : Appareil génital femelle (Source : MOTOH, 1981)

I.4.2.2 Gamétogenèse

La maturation se produit normalement à la maturité physiologique, dont le signe le plus évident est le développement des gonades, qui sont les organes qui produisent les spermatozoaires utiles pour la fécondation et les œufs. Mais, cette maturation consiste aussi en la maturité fonctionnelle des organes sexuels secondaires comme le petasma et le thélycum (PRIMAVERA, 1984).

I.4.2.3 Maturité des femelles

Dans l'ovaire ont eu lieu des processus biochimiques et cellulaires pour permettre l'obtention des ovocytes matures. Ces processus sont regroupés dans l'ovogenèse et la vitellogenèse.

L'ovogenèse comprend :

- la transformation de l'ovogonie en ovocyte primaire bloqué en diacinèse ;
- la formation de follicules ;

- l'apparition d'une zone d'échange entre ovocyte et les cellules folliculaires : dite aussi la phase du développement de l'ovocyte prévitellogénique, entouré des cellules folliculaires rondes et ;
- la formation de quelques protéines ;

La vitellogenèse correspond à la production et à l'accumulation de vitellus dans les ovocytes. Le vitellus est composé de réserves de lipovitelline (lipoprotéine avec un groupe prosthétique), de protéines, d'hydrates de carbone. Le stade final correspond à la rétraction des cellules folliculaires autour des ovocytes matures.

A l'extérieur, la maturation ovarienne se manifeste par le développement des deux ovaires qui s'étendent progressivement de la partie moyenne du céphalothorax jusqu'au niveau du telson (MOTOH, 1981). Classiquement, une série de stades de développement des ovaires est à distinguer, stades dont la définition fait intervenir les dimensions et la coloration.

Pratiquement, les femelles matures prêtes à pondre se distinguent

- par une gonade bien développée, formant un triangle long et à large base au niveau de la jonction du céphalothorax et le premier segment de l'abdomen, et
- par une couleur sombre plus précisément de couleur brun claire à verdâtre la différencie des autres organes.

I.4.2.4 Maturité des mâles

La spermatogenèse se déroule dans le tube contourné des testicules. Les spermatogonies se distinguent par leurs gros noyaux et leurs gonies secondaires qui sont jointives et ne sont plus séparées par des cellules interstitielles.

Les spermatozoïdes ne sont pas flagellés mais possèdent bien une tête avec un acrosome, un noyau dans sa partie proximale avec des inclusions protéiques associées au Golgi et des mitochondries. Grâce à toutes ces réserves (en phospholipides et en glycogène) du liquide séminal, les spermatozoïdes montrent une grande capacité de survie même en anaérobiose (BARNABE, 1991).

En ce qui concerne le spermatophore chez les *P. monodon*, les spermatozoïdes ne sont pas transférés à la femelle dans un liquide fluide mais protégés par une enveloppe sécrétée par une glande accessoire ou par le spermiducte. L'ensemble forme le spermatophore. Ce dernier a en général des parois protéiques avec ou sans tannage de quinones, tyrosines, phénols. Cette constitution des spermatophores permet une bonne condition de survie des spermatozoïdes déposés dans la spermathèque de la femelle (BARNABE, 1991).

I.4.2.5 Fécondation et ponte

La fécondation n'a lieu que lorsque les individus ont atteint leur pleine maturité sexuelle. L'accouplement a lieu juste après la mue, lorsque la carapace de la femelle est encore molle, cette espèce ayant un thélycum fermé. Le thélycum est le réceptacle sis dans la carapace dans lequel le sperme est conservé en état de féconder plusieurs pontes pour une durée entre deux mues. Pour la femelle particulièrement, la maturation sexuelle s'observe à travers la région céphalothoracique - abdominale où l'ovaire devient turgescent et prend une couleur sombre. Les œufs sont fécondés au moment de la ponte qui se produit vers 20h00 et 23h00 et la fécondation est faite par contact avec les spermatozoïdes. En effet, les ovocytes et le sperme sont simultanément libérés par la femelle pendant qu'elle nage. La fertilisation est aussi externe. Les œufs fécondés sont ensuite dispersés dans l'eau.

Une température de 27 à 30 °C, 12 à 15 heures après la ponte sont nécessaires pour incuber les œufs. Par ailleurs, les individus destinés à devenir des géniteurs sont minutieusement sélectionnés en aquaculture.

Les stades de développement des œufs de *P. monodon* sont affichés dans la figure n° 7.

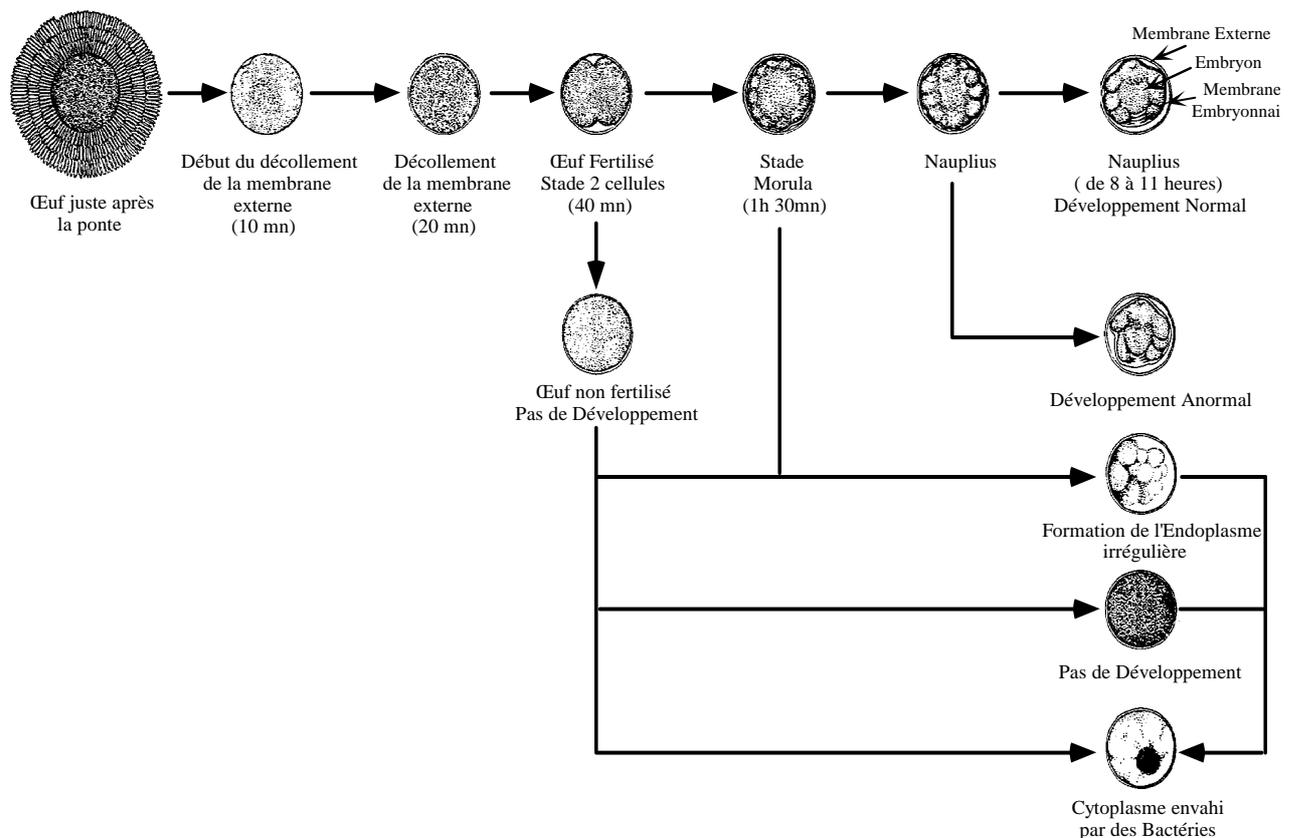


Figure n° 7 : Stades de développement des œufs de *P. monodon* (Source : MOTOH, 1981)

I.5 LES FACTEURS INFLUENCANTS LA REPRODUCTION DES *P. monodon*

Plusieurs facteurs influent sur la reproduction de *P. monodon*. Ils sont regroupés parmi les facteurs externes et internes.

I.5.1 Facteurs externes

Les facteurs externes sont constitués par les paramètres physico-chimiques, l'alimentation. Les autres paramètres d'élevage sont aussi considérés comme des facteurs externes à la reproduction.

I.5.1.1 Température

La température a une influence directe sur la croissance des *P. monodon*. En effet, l'élévation de la température des eaux entraîne un accroissement du métabolisme des organismes donc de leurs besoins énergétiques. Chez les Péneidés, la température de l'eau est un des facteurs environnementaux utilisés pour induire la maturation ovarienne. La température la plus favorable à la maturation est comprise entre 27 et 30 °C, mais des fluctuations brusques peuvent entraîner du stress voire même des perturbations de la maturation, et des régressions ovariennes.

Autre que la maturation ovarienne, la durée du développement embryonnaire varie aussi en fonction des températures d'incubation. Entre 27 et 30 °C, des nauplii sont libérés au bout de 12 à 15 heures (MOTOH, 1981). Une gamme de températures entre 23 et 33 °C ne modifie pas le taux d'éclosion, mais rallonge la durée d'incubation (RANAIVOMANANTSOA, 1996).

Pendant la phase larvaire, la durée des stades naupliens durent entre 8 et 10 heures, selon la température. La température est associée à d'autres paramètres physico-chimiques tels que la salinité qui joue un rôle déterminant dans le déroulement des cycles sexuels depuis la gamétogenèse jusqu'à la survie des stades larvaires (BARNABE, 1991).

I.5.1.2 Salinité

La salinité est très importante pour éviter l'échec du processus de maturation. Elle joue un rôle sur la gamétogenèse, la nutrition et la croissance des organismes. Pour assurer une bonne condition d'élevage, en écloserie, une fourchette de valeurs entre 28 et 36 ‰ est proposée par (AUTRAND, 1990). Mais chez *P. monodon* avec des salinités comprises entre 23 et 28 ‰, le même taux de fécondation est obtenu mais les larves issues des œufs sont tarées (RANAIVOMANANTSOA, 1996).

I.5.1.3 pH

Le pH de l'eau permet d'apprécier la dynamique du système mais aussi la productivité naturelle. En effet, la valeur du pH dépend de nombreux facteurs :

- chimique (teneur en carbonate) ;
- physique (échange air-océan) et
- biologique ou la balance entre l'activité photosynthétique du milieu et son activité saprophytique.

Ainsi, le pH conforme à l'écloserie s'étend entre 7,5 et 8,5. Les trois paramètres précités (température, salinité, pH) peuvent influencer la teneur en O₂ dans l'eau d'élevage.

I.5.1.4 Oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous influencent directement la plupart des phénomènes biologiques des écosystèmes aquatiques. Elles sont très importantes en élevage car une sursaturation ou un niveau d'O₂ trop bas peuvent signifier une situation de confinement ou d'eutrophisation. La chute conduit toujours à des situations de stress et de mortalité.

L'origine de cette chute d'O₂ peut être variée :

- en fonction de facteurs physiques : vent, courant, salinité et température
- en fonction de facteurs chimiques : réaction d'oxydation chimique et
- en fonction de facteurs biologiques : importance de peuplements phytoplanctoniques et phytobenthiques pour la dégradation de la matière organique par des bactéries.

Ainsi, pour y remédier, la teneur en oxygène dissous dans une écloserie doit toujours être en saturation pour assurer une bonne condition d'élevage. Ces paramètres physico-chimiques cités ci-dessus ont influent les uns sur les autres et la négligence de l'un entraîne de sérieux problèmes sur l'élevage. Ainsi, l'ensemble de ces indicateurs de qualité d'eau joue un rôle important sur le développement de la reproduction.

I.5.1.5 Lumière

La quantité et la qualité de la lumière agissent sur l'activité des enzymes digestives et sur la croissance. Une luminosité modérée inférieure à 70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ accélère la maturation aussi bien chez les femelles épédonculées que chez les non épédonculées de *P. monodon* (PRIMAVERA, 1984). Conformément à cette constatation, la lumière à lampe tube fluorescent 40 W et hublot 75 W est suffisante à la maturation. Pour les bacs de géniteurs en plein air, l'utilisation de couvercle minimise les perturbations des géniteurs.

Dans tous les cas, l'utilisation de photopériode normale de 12 heures est bien favorable à la maturation (PRIMAVERA, 1984) tandis qu'une durée très élevée de l'éclairage de 19 heures par exemple perturbe la maturation de *P. monodon*, (PRIMAVERA, 1984). En qualité, la lumière verte est très favorable à la maturation, suivie par la bleue et la blanche (lumière naturelle) (PRIMAVERA, 1984).

I.5.1.6 Alimentation

Les études sur les exigences nutritionnelles des Péneidés en maturation ont été concentrées sur les lipides comme le nutriment essentiel aux besoins énergétiques. Malgré l'utilisation de granulés spéciaux pour la maturation il est indispensable de nourrir les géniteurs avec des aliments frais pour optimiser l'induction la maturation. Pour *P. monodon*, 85% de son alimentation est constituée de crabes, de crevettes et de mollusques. Pour optimiser le processus de maturation, les granulés doivent contenir un taux de protéine élevé.

Les granulés apportent des vitamines et des composés organiques exigés par l'animal en quantité minimale, mais permettent d'assurer une reproduction normale, et un maintien du métabolisme. Pour le cas de ces deux types d'aliments : naturels ou artificiels, les reproducteurs doivent être nourris *ad libitum*. En cas d'insuffisance des AGPI en C20 et en C22 d'origine naturelle, on enregistre un faible taux de ponte et une baisse de taux d'éclosion (PRIMAVERA, 1984). Leur absence totale dans la ration de base constituée uniquement avec des granulés, entraîne même des œufs infertiles (PRIMAVERA, 1984).

Au contraire, *P. monodon* donne des résultats satisfaisants avec des aliments naturels seulement c'est-à-dire pas d'apport de granulés. En effet, les femelles gravides issues du milieu naturel ont des avantages d'être nourries entièrement par des aliments frais et variés durant toute leur vie et ayant vécu dans un milieu environnemental compatible à leurs besoins tout au long de leur migrations annuelles. De ce fait, on peut constater une meilleure performance est assurée sur les premières pontes de rang 1, celles-ci pouvant aller jusqu'à deux ou trois pontes dans une période d'inter mue.

Dans tout les cas, dans le cadre d'élevage de géniteurs et de pré-géniteurs en conditions intensives, les aliments apportés doivent fournir tous les éléments nécessaires à la survie, la croissance et la reproduction des animaux.

I.5.1.7 Stress

Les facteurs les plus importants pour le succès de la maturation sont la stabilité des paramètres et le calme régnant dans la salle de maturation. Il convient donc d'éviter tout stress, tout changement violent des conditions d'élevage et de limiter les passages dans les salles de maturation au strict minimum.

I.5.2 Facteurs internes

Ces facteurs internes aux animaux élevés sont constitués par quelques effets tels : génétiques, nerveux, hormonaux.

I.5.2.1 Facteurs génétiques

Les effets génétiques sont très importants dans la mesure où ils agissent comme un stock gardé en réserve pour l'individu. Le développement et la différenciation de la glande androgène, responsable du comportement et des caractères sexuels mâles sont sous la dépendance du génome. Ceci sous-entend que la glande androgène est un critère masculin pour les crustacés : c'est un caractère limité par le sexe. Mais les gènes responsables de la synthèse de la vitellogénine sont présents dans les deux sexes, mais sont réprimés chez le mâle par la glande androgène (JAONDRAZANA, 2004).

I.5.2.2 Facteurs nerveux

C'est le système nerveux central de la crevette qui contrôle la mue par la libération d'hormones. Différents stimuli extérieurs ou intérieurs agissent sur une glande appelée : Organe X, situé dans les pédoncules oculaires. Les corps cellulaires de la medulla terminalis de l'Organe X synthétisent des polypeptides précurseurs qui sont accumulées dans des vésicules neurosécrétrices, transportées et stockées dans la glande du sinus qui libère cette hormone. L'Organe X et la glande du sinus sont localisés de manière juxtaposée dans la partie antérieure du pédoncule oculaire des Péneidés.

La fonction essentielle de cette hormone est l'inhibition d'une troisième glande dite glande Y qui synthétise l'hormone de mue proprement dite. Selon l'importance du taux dans le sang de l'hormone d'inhibition de la mue, la glande Y libère ou non l'hormone qui va déclencher la mue.

I.5.2.3 Facteurs hormonaux

Multiplés sont les hormones de la reproduction chez les *P. monodon* :

- GIH : Hormone Inhibitrice de la Gonade ; et M.I.H : Hormone Inhibitrice de la mue, située dans les pédoncules oculaires ;
- GSH : Hormone Stimulante la Gonade, localisée dans le cerveau et dans le ganglion thoracique et ;
- MH ou hormone de mue, sécrétée par l'organe Y.

La médulla externe de l'organe X a une fonction régulatrice dans la production de GIH. Le complexe « organe X - glande du sinus » est responsable de la régulation hormonale de nombreux mécanismes biologiques comme la reproduction et la mue. Le blocage du complexe « organe X - glande du sinus » par l'ablation du pédoncule oculaire, permet l'hypertrophie prématurée des gonades en dehors de la période de reproduction normale (ARLOW et JAMES, 1992). Ces effets sont attribués à l'inhibition de ces glandes productrices de GIH. La GIH semble inhiber la libération de la GSH des ganglions cérébraux et thoraciques qui ont une fonction essentielle dans la reproduction comme la stimulation de la vitellogenèse secondaire des femelles et la spermatogenèse précoce, ainsi que l'hypertrophie des canaux déférents et l'hypersécrétion des glandes androgènes chez les mâles.

Dans le processus normal, la forme active de l'hormone de mue est la β -ecdysone. Cette hormone a pour rôle principal de stimuler la mue, mais influence ou initie aussi la mitose des gonies et la vitellogenèse.

Pour toute forme d'élevage en captivité, la ligature des géniteurs femelles est appliquée habituellement pour l'obtention rapide des pontes. En écloserie, pour intensifier l'efficacité de ces traitements hormonaux sur la maturation, il ne faut pas négliger l'environnement en particulier l'alimentation et la température.

Pour résumer ce mécanisme, la figure n° 8 montre les relations entre les facteurs internes et externes de l'organisme animal.

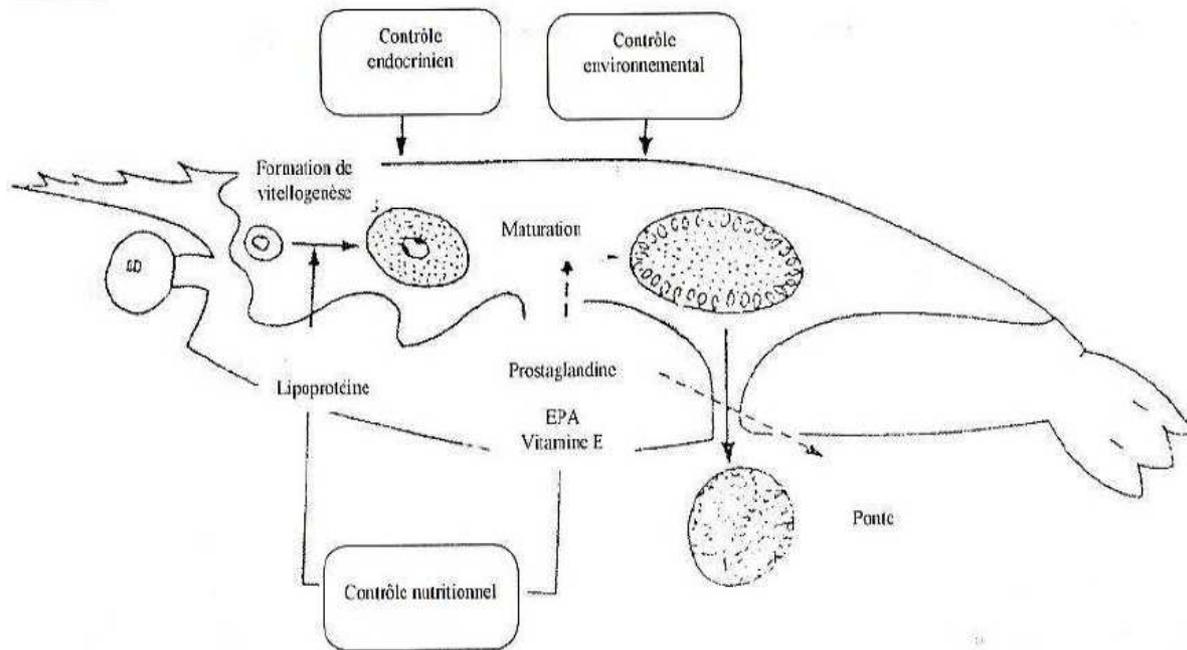


Figure n° 8: Les trois points de contrôle de la maturation (Source : JAONDRAZANA, 2004)

D'après ce cliché, les trois approches peuvent être employées une par une ou en combinaison pour induire la maturation ovarienne : contrôle endocrinien, environnemental et nutritionnel.

I.6 LES BESOINS NUTRITIONNELS

Des études faites sur plusieurs espèces de la famille des Péneidés, y compris l'espèce *P. monodon* ; concernant les besoins nutritionnels des géniteurs ont montré les résultats suivants :

I.6.1 Lipides

La teneur optimale en lipide total de la ration est de 9%. La qualité de l'apport en lipides de la ration est évaluée suivant :

- l'apport en acides gras polyinsaturé (phospholipides, stérols, triacylglycérides,...) par les différents ingrédients.
- le rapport entre l'acide docosahexaénoïque et l'acide eicosapentaénoïque (DHA/EPA) et celui entre l'acide arachidonique et l'acide eicosapentaénoïque (ARA/EPA).
- l'apport en énergie que constitue la matière grasse des ingrédients

De plus les acides gras prédominants dans la maturation ovarienne pour l'ensemble de la famille de Péneïdés sont : C16 :0 : Acide palmitique, C16 :1n-7 : Acide palmitoléique, C18 :0 : Acide stéarique, C18 :1n-9 : Acide oléique, C20 :4n-6 : Acide arachidonique, C20 :5n-3 Acide eicosapentaénoïque et C22 : 6n-3 : Acide docosahexaénoïque.

I.6.2 Protéines

Il est précisé que la teneur en protéines est plus élevée pendant la maturation et la reproduction. Néanmoins la teneur optimale varie en fonction des espèces, des stades de développement et aussi des sources de protéines. Elle est de 36 à 40%, par rapport à la matière totale, pour les géniteurs de la famille des Péneïdés (ARLO et JAMES, 1992).

Il est d'autant plus important de tenir compte des besoins en acides aminés. De ce fait 10 acides aminés ont été inventoriés, par plusieurs recherches jusqu'à présent, comme étant des acides aminés indispensables pour les crevettes. Ce sont : **arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine.**

I.6.3 Glucides

Les glucides ne sont pas indispensables pour les géniteurs. Néanmoins, ils constituent une source d'énergie utilisable par les individus et permet de substituer l'énergie apportée par les lipides et les protéines.

I.6.4 Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments essentiels parce qu'ils ne sont pas synthétisés par l'organisme des géniteurs. De ce fait, ils doivent être apportés par l'alimentation. Les caroténoïdes jouent un rôle crucial du fait que :

- ce sont des précurseurs de la vitamine A,
- ils contribuent à la qualité des larves,
- ils améliorent la survie des nauplii.

I.6.5 Vitamines

Trois vitamines sont répertoriées comme essentielles pour les géniteurs : la vitamine E, C et A.

- La vitamine E augmente le pourcentage de spermatozoïdes normaux, le taux d'éclosion et le taux de maturation de l'ovaire. En tant qu'antioxydant, elle prévient aussi la peroxydation des acides gras polyinsaturés (AGPI) donc leur dégradation ;
- La vitamine C en supplémentation, augmente le nombre de spermatozoïdes. La déficience en vitamine C provoque un faible taux de conversion de l'aliment et une mauvaise croissance des géniteurs (WOUTERS *et al.*, 2001) ;
- La déficience en vitamine A, C et E chez les géniteurs de *P. monodon* entraîne un retard dans la maturation ovarienne (ALAVA *et al.*, 1993).

I.6.6 Minéraux

Les plus importants sont : Ca, P, Mg, Na, Cu, Mn, Se (WOUTERS *et al.*, 2001). Il faut noter qu'une déficience ou un déséquilibre minéral provoque un effet négatif sur la reproduction des géniteurs et que le mauvais apport en minéraux altère la composition et la qualité des œufs.

I.7 LABEL AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Depuis l'année 2007 et jusqu'à présent, la L.G.A. détient l'attestation de conformité **Agriculture Biologique** et c'est la première société qui l'a obtenu parmi toutes celles qui œuvrent dans le domaine de l'aquaculture de crevette dans le monde. Du fait du caractère bio des produits, les crevettes de l'O.S.O. Farming L.G.A. sont vendus deux à trois fois plus chers que les crevettes normales sur le marché international.

L'agriculture biologique est encadrée par le règlement européen 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007 applicable par tous les Etats membres, complété par des règlements d'application et des dispositions nationales supplémentaires. Pour la L.G.A., l'Attestation de Conformité Agriculture Biologique : AB – 2007 / 33835 / 6005 est obtenue en 2007.

Pour l'ensemble des sites aquacoles, l'avenant n°7 du cahier des charges concerne le mode de production et de préparation biologique des animaux et des produits animaux (CC REPAB F) et il définit les modalités d'application du règlement CEE n° 2092/91.

L'élevage de crevettes selon le mode de production biologique se fait exclusivement dans un système de production extensif ou semi intensif. L'O.S.O. Farming L.G.A. adopte le

système semi-intensif avec un contrôle des paramètres d'élevage (eau, oxygène, température, eutrophisation), ce qui permet de gérer une densité supérieure de crevettes avec des apports de nourriture complémentaires plus importants. Les postlarves mises à disposition pour les bassins de pré-grossissement proviennent de l'écloserie.

Généralement, la densité est inférieure ou égale à 22 postlarves/m² en grossissement, avec une biomasse maximale générée par unité de surface de 5 000 kg/ha/an. La biomasse instantanée maximum est de 240 g/m², aussi bien en pré-grossissement qu'en grossissement.

I.7.1 Ecloserie

Les crevettes à destination des élevages biologiques doivent être élevées en respectant les règles suivantes entre autres :

- L'utilisation d'eau de mer artificielle, reconstituée ou stockée pendant plus d'une semaine est interdite. La L.G.A. respecte cette disposition et utilise en outre de l'eau de mer naturelle ;
- L'utilisation de circuit fermé en maturation, élevage larvaire ou nurserie est autorisée mais l'écloserie de l'O.S.O. Farming L.G.A. a choisi pour des raisons de qualité de ne pas utiliser de circuit fermé.

En cas de prélèvement de géniteurs sauvages, les animaux ne peuvent être introduits en écloserie qu'après une période de deux cycles de quarantaine afin d'éviter toutes contaminations selon les modalités suivantes :

Durant le premier cycle de quarantaine, une analyse, au minimum de tous les agents pathogènes connus et inscrits sur la liste des maladies à déclaration obligatoire de l'O.I.E. est à effectuer selon les méthodes officielles sur chaque géniteur sauvage, et l'élimination des géniteurs porteurs de maladies est à assurer.

Au cours de la seconde quarantaine réalisée sur le cycle de développement complet de l'animal, un suivi complet de l'état sanitaire par des analyses anatomopathologiques et de biologie moléculaire d'une partie représentative de la population sous quarantaine doit être effectué, pour permettre la détection et l'élimination d'agents pathogènes émergents.

I.7.1.1 Ligature

La ligature est la seule pratique employée par la L.G.A. et elle est utilisée sans emploi parallèle d'hormones. Il s'agit d'une opération qui consiste à ligaturer le pédoncule oculaire droit de chaque femelle dans le bac pour obtenir des pontes rapidement. La ligature est réalisée à l'aide d'un fil de coton tressé en effectuant une boucle de deux nœuds plats. Cette ligature est passée autour de l'œil de chaque géniteur femelle jusqu'à la base du pédoncule, sous le deuxième coude. La réussite de cette opération déclenche une absence de communication unilatérale entre la glande du sinus et le céphalothorax. Ceci se traduit par une levée de l'inhibition normale de la maturation. Elle aboutit au bout de quelques jours à la phase ultime du développement de la gonade.

I.7.1.2 Alimentation en éclosion

Les aliments sont composés conformément au cahier des charges concernant le mode de production et de préparation biologique des espèces aquacoles (M.A.E.P., 2007). L'éclosion L.G.A. n'utilise pas d'aliments d'origine végétale car ils ne sont pas fiables et ne sont pas garantis comme conformes aux caractères « Agriculture Biologique ».

I.7.2 Grossissement

I.7.2.1 Assec

Un temps minimal d'assec de 15 jours pleins consécutifs est obligatoire entre chaque lot pour briser les cycles parasites et assurer l'oxydation des matières organiques sédimentées. Des travaux du sol en assec sont possibles sur les fonds avec possibilités de hersage, de fumure, de fertilisation et de chaulage selon les produits autorisés en Agriculture Biologique et compatibles avec un milieu aquatique (M.A.P., 2007).

I.7.2.2 Densité

La mise en production, pour le bassin de grossissement de la L.G.A. est d'environ 22 postlarves /m² au maximum. La biomasse instantanée pendant la durée du cycle ne peut excéder 240 g/m².

I.7.2.3 Type de bassins

Les fonds des bassins sont exclusivement naturels. Les bassins d'élevage peuvent être entièrement vidangés par gravité pour permettre la gestion des assecs et des espèces élevées lors de la capture totale.

I.7.2.4 Qualité et renouvellement de l'eau

La qualité de l'eau entrant dans une ferme aquacole biologique est essentielle. Celle-ci doit être de bonne qualité, exempte de pollution agricole, domestique ou industrielle et apte à la production envisagée : bonne oxygénation, absence de pathogène, absence de polluant chimique. Le suivi de la qualité de l'eau de la ferme de l'O.S.O. est effectué pour chaque bassin sur une base quotidienne avec au minimum la mesure de la transparence de l'eau, la température, le pH et l'oxygène dissous.

Comme les crevettes Péneidés sont des animaux aquatiques euryhalins, les salinités du milieu d'élevage sont laissées à la libre appréciation des éleveurs. Le renouvellement moyen journalier du volume d'eau d'élevage doit être calculé sur l'ensemble du cycle de production et ne doit pas dépasser 15%.

CONCLUSION PARTIELLE I

Cette première partie s'est consacrée à la présentation des problématiques, du milieu d'étude et de quelques informations sur l'espèce. La ferme O.S.O. Farming L.G.A., œuvrant dans la région DIANA, est une ferme aquacole qui exploite principalement l'espèce *P. monodon*. La conduite de l'élevage en écloserie de cette ferme a pour but de produire des postlarves PL15 ou PL18 à partir des nauplii produits par des géniteurs.

P. monodon est une espèce appartenant à la famille des Péneidés classées parmi les espèces à thélycum fermé et dont la fécondation est externe. En général, 85% de l'alimentation des géniteurs de *P. monodon* sont constituées par des crabes, des crevettes et des mollusques. Mais le but de cette étude est de déterminer, sur le plan pratique, l'efficacité nutritionnelle de deux séquences alimentaires, l'une à base de crabes cuits et l'autre à base de calmars. Les méthodologies appliquées pour effectuer cette expérience sont donnés dans la deuxième partie de l'ouvrage.

Partie II

MATERIELS ET
METHODES

Partie II MATERIELS ET METHODES

II.1 FORMULATION DES SEQUENCES ALIMENTAIRES

II.1.1 Séquence alimentaire A

La séquence alimentaire à base de crabes (*Scylla serrata*) cuits constitue la séquence A de l'expérimentation. Elle est utilisée à raison de 25% de la biomasse totale dans le bac de maturation. La base de cette séquence d'alimentation est le crabe cuit avec un taux d'incorporation de 65%. C'est la séquence d'alimentation choisie par l'écloserie de la L.G.A. pour remplacer momentanément la séquence basée à 65% de crabes crus. Les autres aliments qui composent la séquence A et les taux d'incorporations sont respectivement : les moules locales : 10% ; les huîtres (*Crassostrea sp.*) : 10%; les calmars (*Loligo vulgaris*) : 7% ; les kodiva (*Anadara ovalis*) : 5% et le granulé INVE BR : 3%.

Afin de connaître l'apport nutritionnel de la séquence, des recherches sur les teneurs en protéines, lipides et glucides par rapport à la MS (Matière Sèche) de chaque aliment sont faites et les valeurs obtenues sont affichées dans le tableau n° 1 suivant.

Tableau n° 1 : Valeur nutritionnelle des aliments qui composent la séquence A

Aliments	Protéines (P) (%)	Glucides (G) (%)	Lipides(L) (%)	MS ¹
Crabe cuit	18,06	0,04	1,08	19,18
Moule locale	12,10	ns	1,80	13,90
Huîtres	8,90	4,70	1,50	15,10
Calmars	16,00	2,30	1,80	20,10
Kodiva	7,00	ns	0,50	7,50
INVE BR	40,00	ns	9,00	49,00

ns : non spécifié

¹ : MS = Protéines + Glucides + Lipides

Les apports nutritionnels des aliments frais de la séquence sont obtenus de la façon suivante :

- On effectue d'abord le produit du taux d'incorporation des aliments avec les teneurs respectifs en glucides, en lipides et en protéines ;
- Ensuite, on effectue la somme des apports nutritionnels de tous les aliments composant la séquence alimentaire en question. (cf. annexe n° 3).

Tableau n° 2 : Apports nutritionnels des aliments de la séquence A et apport nutritionnel de la séquence A

Aliments	P (%)	G (%)	L (%)
Crabes cuits	61,24	0,14	3,66
Moules locales	8,71	ns	1,29
Huîtres	5,89	3,11	0,99
Calmars	5,57	0,80	0,63
Kodiva	4,67	ns	0,33
INVE BR	2,45	ns	0,55
SEQUENCE A	88,53	4,05	7,45

II.1.2 Séquence alimentaire B

Plusieurs étapes ont été suivies pour formuler cette séquence alimentaire. Elles sont les suivantes :

- Eradication totale du crabe cuit selon l'objectif général visé.
- Substitution de la moule locale par la moule de Danemark (*Mytilus edulis*) puisque ses apports nutritionnels sont plus fiables et par expérience la moule de Danemark possède une appétence élevée par rapport à la moule locale.
- Incorporation des aliments : granulés INVE BR, kodiva (*A. ovalis*), huîtres (*Crassostrea sp.*) et calmars grâce à leurs apports nutritionnels en G, L et P.
- Les aliments vers Polychètes (*Nereis sp.*) et Artémia (*Artemia salina.*) sont incorporés dans cette séquence d'alimentation pour plusieurs raisons :
 - les vers Polychètes sont principalement des sources d'acides gras polyinsaturés (AGPI) dans les aliments pour les géniteurs en maturation en l'absence du crabe. Ils sont indispensables pour stimuler la maturation ovarienne (WOUTERS R., 2001), et ce sont des sources de caroténoïdes et de vitamine E.
 - la biomasse d'artémia exerce des effets positifs sur la production et la fertilisation des œufs et aussi dans l'enrichissement en tocopherol.

Les valeurs nutritionnelles des aliments qui composent la séquence alimentaire B sont données dans le tableau n° 3.

Tableau n° 3 : Valeurs nutritionnelles des aliments qui composent la séquence B

Aliments	Protéines (%)	Glucides (%)	Lipides (%)	MS(%)
Calmars	16,00	2,30	1,80	20,10
Moule de DK	14,90	3,10	2,80	20,80
Kodiva	7,00	ns	0,50	7,50
Polychètes	5,00	ns	1,00	6,00
Huîtres	8,90	4,70	1,50	15,10
Artémia	5,80	ns	1,30	7,10
INVE BR	40,00	ns	9,00	49,00

Pour déterminer les pourcentages d'incorporation de ces aliments dans la séquence B, des recherches opérationnelles ont été conduites pour obtenir un apport nutritionnel optimal en G, en L et en P ; de la séquence B qui se rapproche le plus de l'apport nutritionnel de la séquence A. Les pourcentages d'incorporation de chaque aliment de la séquence B sont donnés dans le tableau n° 4.

Tableau n° 4 : Pourcentage d'incorporation des aliments qui composent la séquence B

Aliments	Taux d'incorporation (%)
Calmars	45
Moules de DK	20
Kodiva	15
Polychètes	8
Huîtres	5
Artémia	4
INVE BR	3

Les apports nutritionnels des aliments frais de la séquence B sont obtenus de la même façon que celle utilisée pour la séquence A. (cf. annexe n° 3)

Tableau n° 5 : Apports nutritionnels des aliments de la séquence B et apport nutritionnel de la séquence B

Aliment	Protéines (%)	Glucides (%)	Lipides (%)
Calmars	35,82	5,15	4,03
Moules de Danemark	14,33	2,98	2,69
Kodiva	14,00	ns	1,00
Polychètes	6,67	ns	1,33
Huîtres	2,95	1,56	0,50
Artémia	3,27	ns	0,73
INVE BR	2,45	ns	0,55
SEQUENCE B	79,49	9,69	10,83

II.2 ETUDE DE L'EFFICACITE NUTRITIONNELLE

II.2.1 Sélection des géniteurs pour la maturation

Deux types de géniteurs ont été utilisés : les géniteurs du milieu sauvage et les géniteurs d'élevage.

II.2.1.1 Géniteurs sauvages

Le choix des géniteurs femelles est basé sur deux critères : la taille et l'état de santé.

La taille de l'animal est estimée à vue d'œil. Les animaux les plus gros et de poids de 90 g ou plus sont retenus.

Pour déterminer l'état de santé des géniteurs femelles, une analyse PCR est effectuée sur l'hémolymphe de chaque géniteur mâle et femelle. Seules ceux qui sont déclarés négatifs sur IHNV et WSSV sont retenus.

Les géniteurs femelles sont des géniteurs sauvages collectés par la L.G.A. auprès des pêcheurs traditionnels de la région d'Ambavanankarana. Les mâles sont des géniteurs de même origine que les femelles mais ils ont passés environ 6 mois supplémentaires dans la zone de quarantaine de l'écloserie. De ce fait il est difficile de suivre les antécédents génétiques de tous ces animaux.

II.2.1.2 Géniteurs d'élevage

Pour les géniteurs d'élevage les critères de sélection sont les mêmes, ce sont la taille, et l'état de santé. L'état de santé des géniteurs d'élevage sont tous négatifs sur les tests

IHHNV et WSSV. Les géniteurs d'élevage mâles et femelles sont tous issus de la deuxième génération dont les parents sont des géniteurs sauvages de la région d'Ambavanankarana et de Maintirano.

II.2.2 Conduites de l'élevage des géniteurs

Les conduites de l'élevage rassemble toutes les opérations et techniques utilisées pour conduire à bien l'élevage des géniteurs de leur réceptions dans la salle maturation jusqu'à la production de nauplii.

II.2.2.1 Numérotation et pesée des géniteurs

Pour les suivis individuels des femelles lors de la ponte et au cours du nourrissage, chaque géniteur mâle et femelle, d'origine sauvage et d'élevage, est numéroté et pesé individuellement sur une balance numérique de marque KERN dont la capacité est de 3 à 6 kg. La numérotation consiste à placer sur le pédoncule oculaire de l'animal une bague en plastique colorée et numérotée. Cela permet de suivre individuellement chaque géniteur au cours de sa vie reproductive.

Aussi, la pesée permet de connaître la biomasse totale dans le bac de maturation et de connaître le poids individuel de chaque géniteur, mâle et femelle, au début de l'expérimentation. Le sexe, le poids individuel, le numéro et la couleur des bagues sont enregistrés et le poids moyen des géniteurs est calculé suivant le sexe. La biomasse est exprimée en fonction des poids moyens des mâles et des femelles et de leurs nombres respectifs dans chaque bac de maturation (cf. annexe n° 3).

II.2.2.2 Conduite de la maturation des géniteurs

Vingt deux (22) géniteurs mâles sauvages et vingt deux (22) géniteurs femelles sauvages sont placés dans un bac de maturation, constituant ainsi le lot 1S et alimentés par la séquence alimentaire A. De même, vingt deux (22) géniteurs mâles sauvages et vingt deux (22) géniteurs femelles sauvages sont placés dans un autre bac de maturation, constituant le lot 2S et alimentés par la séquence d'alimentation B.

L'expérimentation a duré deux mois et se divise en deux parties

- la première partie d'une durée d'un mois, est marquée par les suivis de l'alimentation et le nourrissage des géniteurs et ;

- la deuxième partie avec une durée d'un mois, est marquée par les suivis de l'alimentation et la reproduction et a débuté avec la ligature des yeux des femelles

Dix (10) géniteurs mâles d'élevage et dix (10) géniteurs femelles d'élevage sont placés dans un bac de maturation, constituant ainsi le lot 1E et nourris par la séquence d'alimentation A. De même, dix (10) autres géniteurs mâles et dix (10) autres géniteurs femelles tous d'élevage sont placés dans un autre bac de maturation, constituant le lot 2E. Ils sont nourris par la séquence alimentaire B.

La conduite de l'élevage pour le suivi de la maturation des géniteurs d'élevage est effectuée de la même manière que celle des géniteurs sauvages, c'est-à-dire une période de deux mois divisée en deux parties distinctes.

Tant pour les géniteurs sauvages que pour les géniteurs d'élevage, les paramètres des bacs de maturation sont les suivants :

- volume d'eau de mer : 12 m³,
- sexe ratio : 1/1,
- filtration de l'eau de mer : 30 µm,
- changement d'eau : 300% par jour,
- lumière artificielle 75 W et ;
- photopériode normale de 12 heures.

II.2.2.3 Suivi de la mortalité et de la mue dans les bacs

Le suivi a été effectué tous les matins vers 6h30 donc une fois par jour ; pour les quatre lots 1S, 2S, 1E et 2E. L'enlèvement des animaux morts et des anciennes enveloppes appelées exuvies a été fait dans le bac à l'aide d'un filet. Le sexe de l'animal mort est enregistré. Le relevé de ceci permet de connaître l'état physiologique des crevettes et d'actualiser le chiffre exact des géniteurs, mâle et femelle, vivant dans le bac.

II.2.2.4 Ligature des géniteurs femelles

La ligature a été faite sur chaque femelle des quatre lots 1S, 2S, 1E et 2E. L'opération a été effectuée au niveau des bacs de maturation. Les femelles ont été pêchées individuellement et placée dans un panier en plastique posé dans le bac. Ensuite, chaque géniteur a été repêché et la ligature, constituée par un nœud plat de fil de coton, a été réalisée sur son œil. Dès l'opération faite, la femelle a été relâchée dans le bac de maturation d'origine. Cette ligature est représentée par la figure n° 9 suivante.

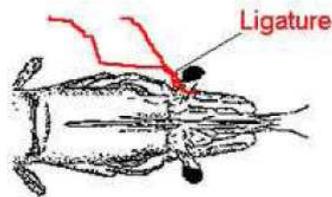
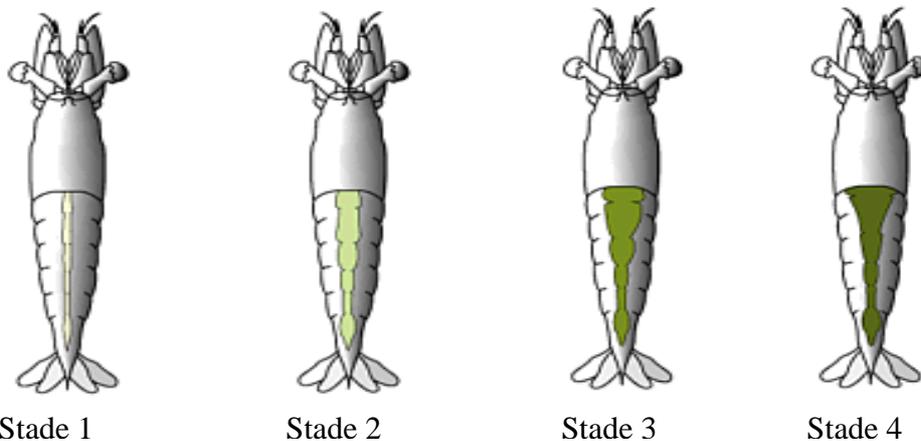


Figure n° 9 : Ligature d'un pédoncule oculaire (Source : MOTOH, 1981)

II.2.2.5 Conduite du tri des femelles matures

Chaque après midi vers 17h00, l'état de maturité des femelles de tous les bacs est observée à l'aide d'une lampe torche étanche dont le faisceau est dirigé perpendiculairement par rapport à l'abdomen des géniteurs femelles. Toutes les femelles dans les bacs sont ainsi triées suivant le stade de développement des gonades. Les femelles prêtes à pondre (stade 4 ou 3) sont mises dans des paniers cylindriques en plastiques posés dans les bacs de maturation en attendant le transfert vers les pondoirs. La figure n° 10 représente les stades de développement des gonades des femelles de *P. monodon*.



Stade 1 : Immature

Stade 3 : Développement avancé

Stade 2 : Début de développement

Stade 4 : Mature

Figure n° 10: Stade de développement des gonades des femelles de *P. monodon* (Source : MOTOH, 1984)

Quand les tris de tous les bacs ont été effectués, les géniteurs se trouvant dans les paniers ont été repêchés, transportés vers la salle de ponte et replacés individuellement dans un bac de ponte de marque POLYMA, à fond conique et rempli avec 260 l d'eau de mer filtrée à 30 μm et additionné de 1,5g d'EDTA. L'origine (numéro du bac de maturation) ; la destination (numéro du bac pondoir) ; le numéro et la couleur des bagues de chaque femelle sont enregistrés sur une fiche appelée fiche de ponte (cf. annexe n°4).

II.2.2.6 Suivi des pontes des géniteurs

12h après le transfert des femelles, la présence d'écume jaune sur le fond du bac pondoir indique la présence de ponte et un échantillon de cette écume prélevé est à l'aide d'une pipette. La femelle qui a pondue est alors pêchée et le type de ponte déterminé à vue d'œil (cf. figure n° 11) est marqué dans la fiche de ponte par les ouvriers. Toutes les femelles sont ensuite replacées dans les bacs de maturation d'origine. La figure 11 suivante permet de déterminer les types de ponte.

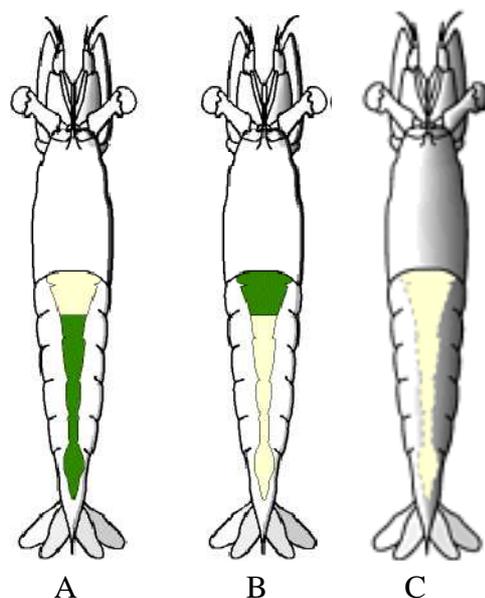


Figure n° 11 : Type de ponte (A et B : ponte partielle, C : ponte totale) (Source : MOTOH, 1981)

Lorsque la ponte a eu lieu ; les œufs sont récoltés à l'aide d'un casque concentrateur d'œufs muni d'un filtre 100 μm . Puis ils sont transférés dans un seau de 10 l. Un échantillon de 3 ml est pris pour être observé sur une loupe binoculaire. L'observation à la loupe permet

de compter le nombre total d'œufs (cf. annexe n° 2), d'estimer le pourcentage de fécondité des œufs et d'estimer le pourcentage d'éclosion des œufs fécondés. Les œufs sont ensuite transvasés dans un bac éclosoir rectangulaire, aéré dont le fond est muni d'un filtre 100 µm. Le nombre total d'œufs, le pourcentage estimatif de fécondité, le nombre d'œufs estimés fécondés, le pourcentage estimatif d'éclosion et le numéro du bac d'éclosion sont consignés sur la fiche de ponte.

II.2.2.7 Suivi de l'éclosion des œufs

Quand les œufs éclosent, les nauplii sont attirés par la lumière produite par un éclairage placé au dessus de chaque bac d'éclosion et ils se rassemblent à la surface de l'eau par phototropisme positif. La récolte des nauplii se fait à l'aide d'une ouverture dans la paroi du bac d'éclosion suivi d'un tuyau en forme de L dirigé vers l'extérieur du bac éclosoir et placé à l'affleurement de la surface. Grâce à cet équipement il suffit d'augmenter le niveau d'eau du bac d'éclosion et les nauplii sont transférés vers un casque concentrateur de nauplii muni d'un filtre 100 µm.

Après rinçage abondant, les nauplii sont transvasés dans un seau de 10 l placé sous une autre source de lumière. Les nauplii les plus vigoureux sont attirés par la lumière et ils sont transférés dans un autre casque concentrateur de nauplii par un système de vase communiquant. Le casque est ensuite rincé abondamment et les nauplii sont retransvasés dans un seau de 15 l.

Après brassage consécutif, trois échantillons de 3 ml chacun sont pris dans le seau de 15 l. Les trois échantillons sont observés sous une loupe binoculaire et les nauplii sont comptés (cf. annexe n° 2). Le nombre total de nauplii produits et le pourcentage réel d'éclosion sont enregistrés sur le fichier de ponte.

II.2.3 Conduite de l'alimentation des géniteurs

II.2.3.1 Quantité d'aliments distribués

Dans les quatre lots de géniteurs, le poids d'aliments distribués au début des expériences est exprimé en fonction de la biomasse dans le bac et du taux d'alimentation des géniteurs à 25% pour les deux séquences alimentaires. La pesée a été effectuée à l'aide d'une balance de marque KERN. Pour chaque aliment et pour les deux séquences alimentaires, la quantité distribuée a été donnée en considérant la biomasse totale, le taux d'incorporation de chaque aliment et le taux d'alimentation des géniteurs.

II.2.3.2 Préparation des aliments

Chaque aliment a son mode de préparation bien distinct. Les figures n° 12 à 17 suivantes, résument les procédés de préparation de tous les aliments utilisés dans les deux séquences d'alimentation allant de la réception des ingrédients de départ ou des matières premières jusqu'à la distribution de l'aliment en question.

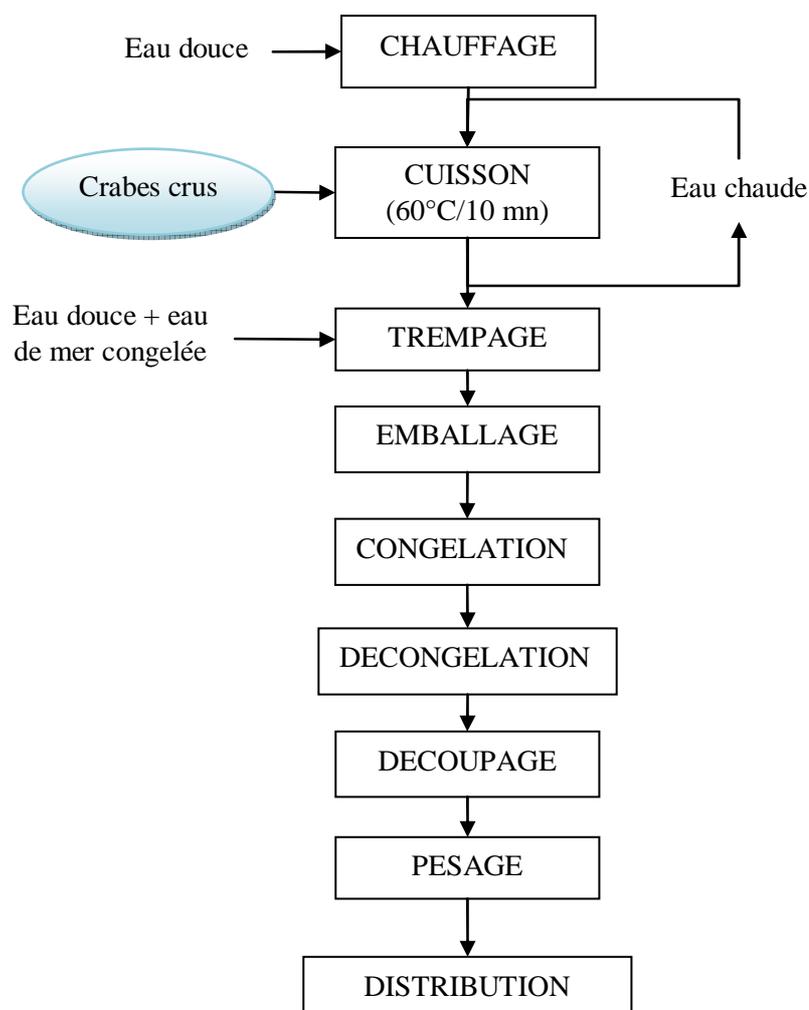


Figure n° 12 : Procédé de préparation des crabes

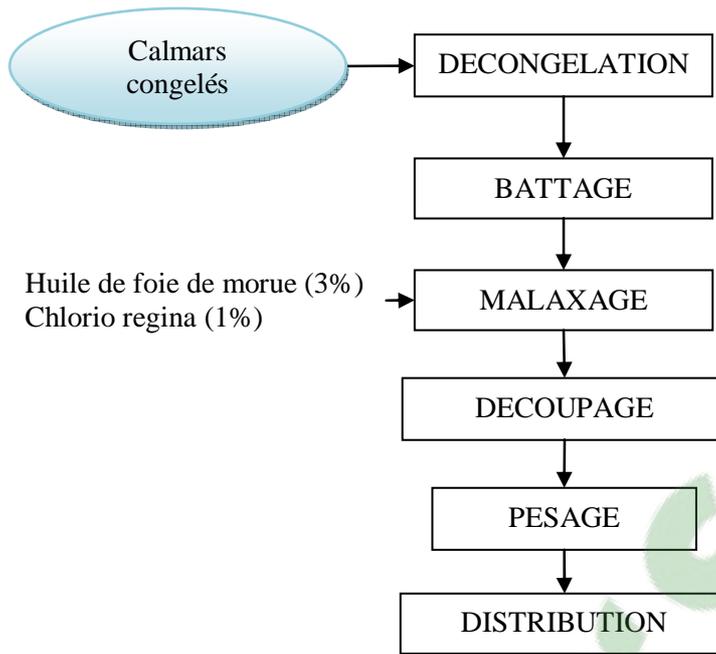


Figure n° 13 : Diagramme de préparation des calmars

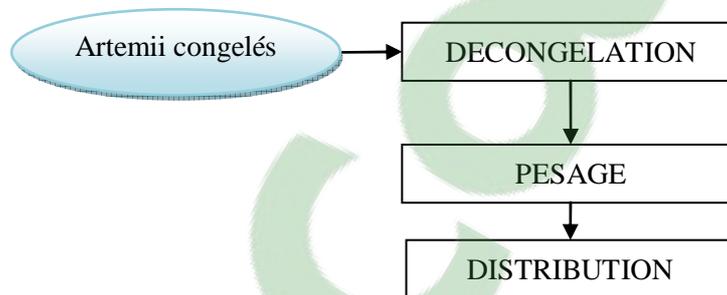


Figure n° 14 : Procédé de préparation des artemii

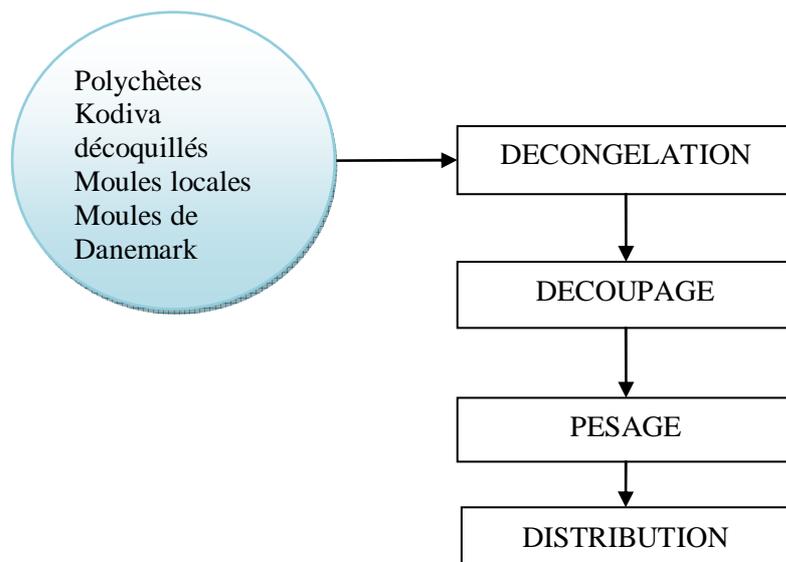


Figure n° 15 : Procédé de préparation des Polychètes, des kodiva et des moules

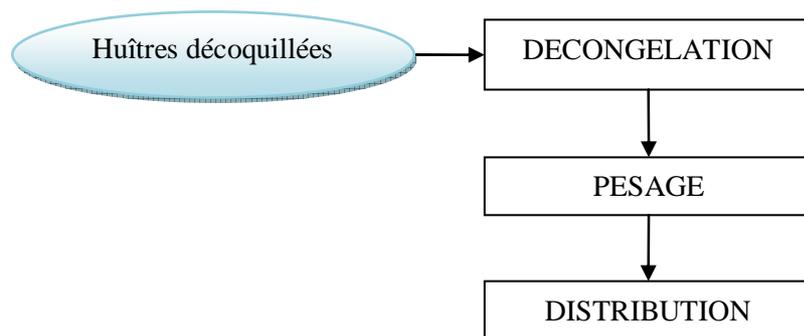


Figure n° 16 : Procédé de préparation des huîtres

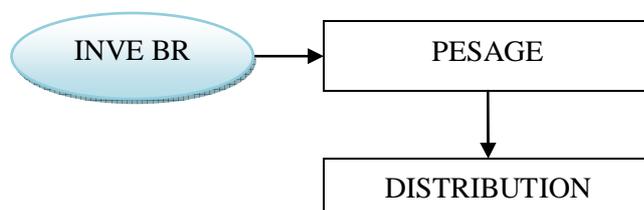


Figure n° 17 : Procédé de préparation de l'aliment composé INVE BR

II.2.3.3 Distribution des aliments

Les aliments sont distribués individuellement à une heure précise. La distribution a été faite à l'aide d'un récipient en plastique et les aliments sont éparpillés dans les bacs de

maturation. La séquence d'alimentation A est distribuée pour les géniteurs des lots 1S et 1E tandis que la séquence d'alimentation B est distribuée pour les géniteurs des lots 2S et 2E. Le tableau n° 6 donne les heures de distribution de chaque aliment pour les deux séquences.

Tableau n° 6: Aliments et heure de distribution

SEQUENCE A		SEQUENCE B	
8h00	Crabes (1/2 ration)	8h00	Calmars (1/2 ration)
10h00	Moules locales	10h00	Moules de Danemark
14h00	INVE BR	14h00	INVE BR
16h00	Huîtres	16h00	Artemii
19h00	Kodiva	19h00	Kodiva
22h00	Crabe (1/2 ration)	22h00	Polychètes
02h00	Calmars	02h00	Calmars (1/2 ration)
		04h00	Huîtres

II.2.3.4 Collecte et pesée des restes

La collecte des restes d'aliments est effectuée par siphonage à l'aide d'un tuyau. L'extrémité avant du tuyau aspire les aliments au fond du bac de maturation. A l'autre extrémité, une maille est placée pour récolter les restes d'aliments. Ensuite, ils sont placés dans une cuvette et triés par types d'aliments avant d'être pesés. La pesée des restes d'aliments est faite sur la balance KERN. Cela permet d'ajuster régulièrement le poids individuel d'aliments distribués.

II.2.3.5 Ajustement de la quantité d'aliments

Pour limiter la pollution dans les bacs de maturation, un ajustement régulier de chaque aliment composant la séquence est effectué. En effet, les restes d'aliments récoltés sont triés par type d'aliment et par la suite pesée séparément. Ceci a été effectué pour chacun des quatre lots de géniteurs. L'ajustement est fait en fonction du poids initial de l'aliment distribué dans les bacs et du poids des restes de cet aliment. L'ajustement de la quantité d'aliments distribués a été fait en considération du poids initial distribué et du poids de reste d'aliments (cf. annexe n° 3).

II.2.4 Méthodes de suivi et mesures des paramètres physico-chimiques

Il y a quatre paramètres physiques et chimiques qui sont essentiels pour le suivi des paramètres du milieu d'élevage, ce sont : la température, la salinité, le pH et le potentiel redox

ou le redox. Le suivi de ces quatre paramètres a été réalisé séparément pour les deux bacs de géniteurs sauvages et pour les deux autres bacs de géniteurs d'élevage.

II.2.4.1 Suivi et mesure de la température

La température dans les bacs de maturation est relevée deux fois par jour, le matin vers 7h et l'après midi vers 16h30, à l'aide d'un thermomètre à liquide organique rouge. La moyenne de la température journalière est ainsi obtenue à partir de ces deux relevés.

II.2.4.2 Suivi et mesure de la salinité

Le relevé de la salinité est effectué à l'aide d'un réfractomètre-salinomètre de marque ATAGO, capable d'afficher à la fois la salinité et la densité. Le relevé et l'enregistrement de la salinité sont effectués deux fois par jour le matin et l'après-midi. La salinité moyenne du jour est calculée à partir de ces deux valeurs.

II.2.4.3 Suivi et mesure du pH

Ce paramètre est important dans l'élevage de *P. monodon* car la ventilation et la dépense en énergie sont affectées par des facteurs physiques et chimiques comme le pH, O₂, Secchi et la température.

Le pH de l'eau des bacs de maturation est mesurée deux fois dans la journée à 7h et à 16h30, à l'aide d'un pH-mètre de marque HANNA, modèle pHTestr 30. La moyenne du pH journalier est obtenue à partir du pH matinal et celui du soir.

II.2.4.4 Suivi et mesure du Redox.

Le redox est relevé à l'aide d'un redox-mètre de marque GMH 3530 muni d'une électrode de modèle GE 105. Le système de référence de l'électrode est argent/chlorure d'argent (Ag/AgCl). Pour le cas d'étude, le redox des bacs est fait deux fois dans la journée, à 7h le matin et à 16h30 l'après midi au même moment que le relevé et l'enregistrement des autres paramètres.

II.2.5 Mesure de l'efficacité des séquences

L'efficacité des séquences d'alimentation est mesurée pour chaque lot 1S, 2S, 1E et 2E sur

- le nombre de femelles matures,
- le nombre de pontes,
- le nombre d'œufs totaux,
- le nombre d'œufs estimés fécondés,
- le nombre de nauplii,

- le nombre de pontes par femelle,
- le nombre d'œufs par femelles et
- le nombre de nauplii par femelles.

II.2.5.1 Nombre de femelles matures

Après le triage, quand il y a développement des gonades des géniteurs femelles, une ou plusieurs femelle(s) supposée(s) mature(s) et prête(s) à pondre sont retirées du bac de maturation et transférée(s) vers les bacs pondoirs. A partir de cet effectif de femelles sorties du bac de maturation la moyenne est à considérer comme un critère de comparaison de l'efficacité nutritionnelle des deux séquences alimentaires utilisées dans les deux bacs de maturation correspondant à un lot de géniteurs sauvages ou d'élevage (1S - 2S et 1E - 2E).

II.2.5.2 Nombre de pontes

Parmi les géniteurs femelles matures, un ou plusieurs d'entre elles ont pondu et d'autres non. A partir du nombre de femelles qui ont pondu, appelées aussi nombre de pontes dans le bac de maturation, la moyenne des nombres de ponte tout au long de l'expérience dans un lot est considérée comme un autre critère de comparaison de l'efficacité nutritionnelle des séquences alimentaires étudiées.

II.2.5.3 Nombre d'œufs totaux

Pour tous les lots, à chaque ponte une quantité totale d'œufs est produite. Ainsi, différentes valeurs de nombres d'œufs sont obtenues pour un bac de maturation déterminé. La moyenne de ces valeurs est un autre critère de comparaison de l'efficacité des séquences alimentaires.

II.2.5.4 Nombre d'œufs estimés fécondés

Les œufs produits peuvent être fécondés ou non. Une estimation est faite sur le nombre d'œufs fécondés et la moyenne des nombres d'œufs estimés fécondés sont comparés deux à deux pour les deux lots de géniteurs.

II.2.5.5 Nombre de nauplii

Parmi tous les œufs produits, certains éclosent et donnent des nauplii et d'autres non. Pour chaque bac de maturation, la moyenne des nombres de nauplii produits a été considérée comme un critère de comparaison par rapport à celle d'un autre bac de maturation.

II.2.5.6 Nombre de pontes par femelle

Pour chaque lot et pour chaque sortie de femelles, le nombre de pontes par femelle est le rapport entre le nombre total de pontes durant toute l'expérience et le nombre de femelles matures. Ce nombre est pris comme critère de comparaison mais seules les valeurs différentes de 0 sont considérées pour chaque lot.

II.2.5.7 Nombre d'œufs par ponte

Pour chaque lot et pour chaque ponte, le nombre d'œufs par ponte est le rapport entre le nombre d'œufs totaux durant toute l'expérimentation et le nombre de pontes. La moyenne de ce rapport est considérée comme un critère de comparaison.

II.2.5.8 Nombre de nauplii par ponte

Pour chaque lot et pour chaque production de nauplii, le nombre de nauplii par ponte est le rapport entre le nombre de nauplii produits et le nombre de pontes. La moyenne de ce rapport est aussi considérée comme critère de comparaison.

CONCLUSION PARTIELLE II

La deuxième partie de cet ouvrage a permis de décrire les méthodologies et les matériels utilisés pour la conduite des expériences.

Cette dernière a été divisée distinctement en deux. La première section concerne la mise au point des deux séquences alimentaires dont l'une (séquence A) est composée de crabes cuits, de moules locales, d'huîtres, de calmars, de kodiva et de INVE BR et l'autre (séquence B) est composée de calmars, de moules de Danemark, de kodiva, de Polychètes, d'huîtres, d'Artémia, de INVE BR. Quant à la seconde section, elle met en exergue les méthodes utilisées pour évaluer l'efficacité nutritionnelle des deux séquences sur les géniteurs sauvages d'une part et sur les géniteurs d'élevage d'autre part.

La conduite de l'élevage, élaborée dans cette dernière partie, est répartie en deux types de suivis. L'un, d'une durée approximative d'un mois a été effectué avant la ligature des femelles. Il est basé sur le suivi de l'alimentation, de l'état physiologique et de l'évolution des paramètres physico-chimiques dans les bacs. L'autre d'une durée d'un mois après la ligature a surtout concerné, le suivi de la maturité des femelles, la qualité et la quantité de ponte dans les bacs expérimentaux ainsi que l'état de fécondité et d'éclosion des œufs.

Partie III

RESULTATS ET
DISCUSSIONS

Partie III RESULTATS ET DISCUSSIONS

Cette partie de l'ouvrage va essayer de montrer les résultats obtenus des expériences entreprises. Les résultats obtenus sur les essais en maturation pour les géniteurs d'origine locale et sauvage et des géniteurs d'élevage ainsi que des traitements de données acquises sur les paramètres sont d'abord traités puis les résultats sont commentés

III.1 ETUDES DE L'INFLUENCE DES PARAMETRES PHYSICO-CIMIQUES

III.1.1 Lot 1S

La figure n° 18 marque l'évolution des paramètres température et salinité ainsi que le nombre de femelles matures dans le lot 1S.

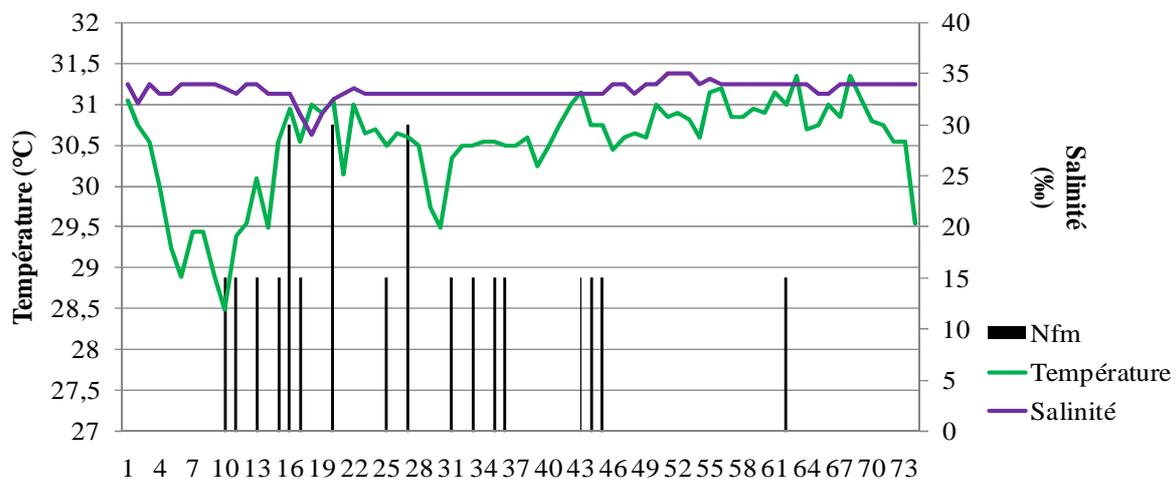


Figure n° 18 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S‰ dans le lot 1S

L'évolution des paramètres pH et Redox, et la maturité des femelles du lot 1S sont affichés dans la figure n° 19.

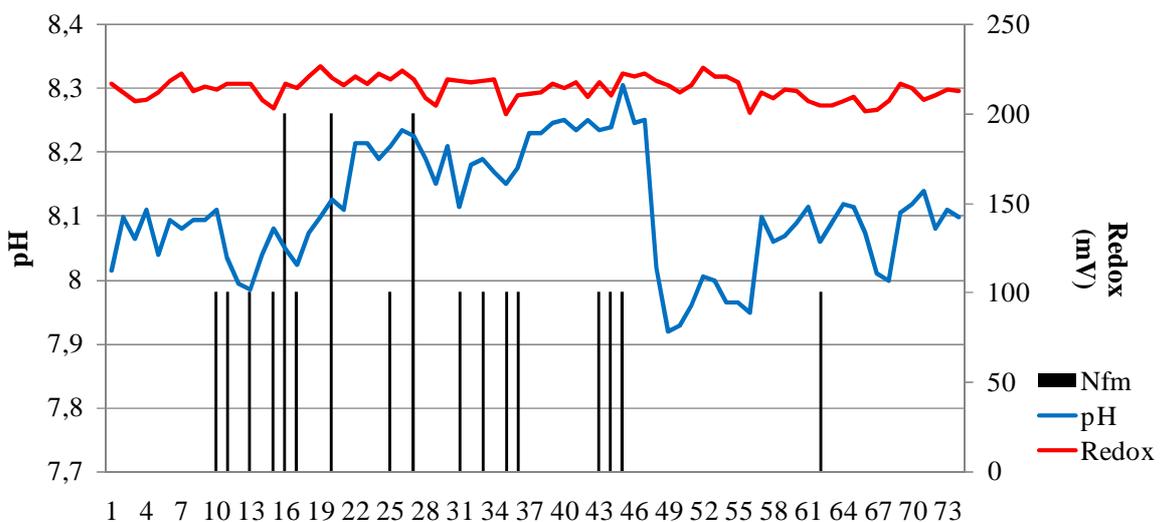


Figure n° 19 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 1S

III.1.2 Lot 2S

La figure n° 20 marque l'évolution des paramètres température et salinité ainsi que le nombre de femelles matures dans le lot 2S.

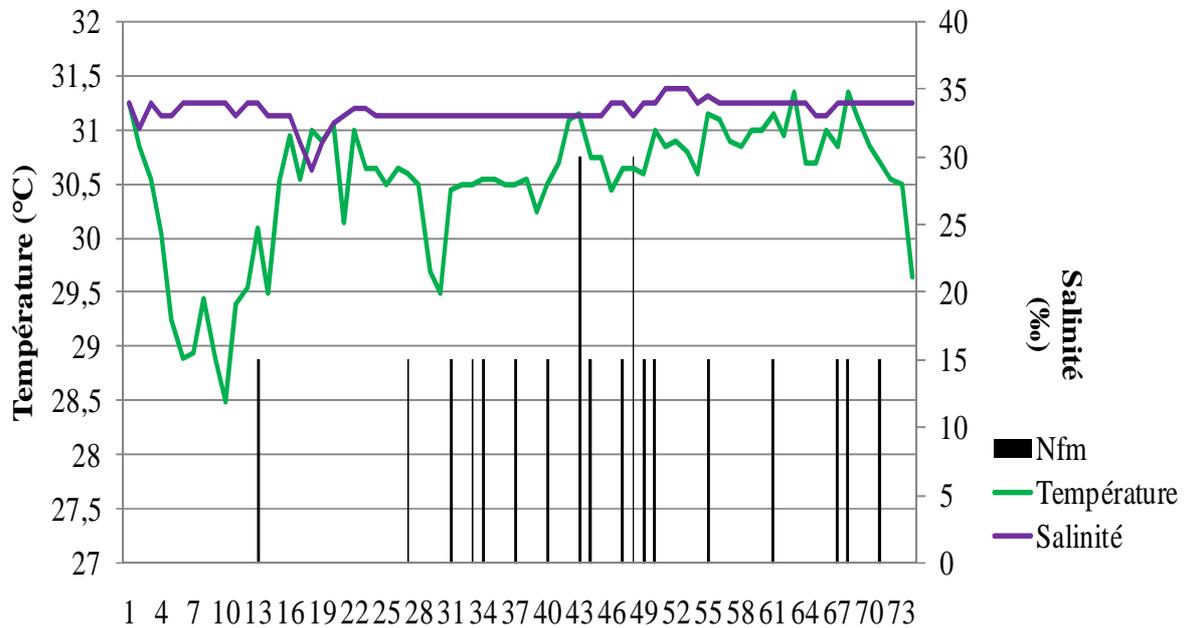


Figure n° 20 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S‰ dans le lot 2S

L'évolution des paramètres pH et Redox, et la maturité des femelles du lot 2S sont affichés dans la figure n° 21.

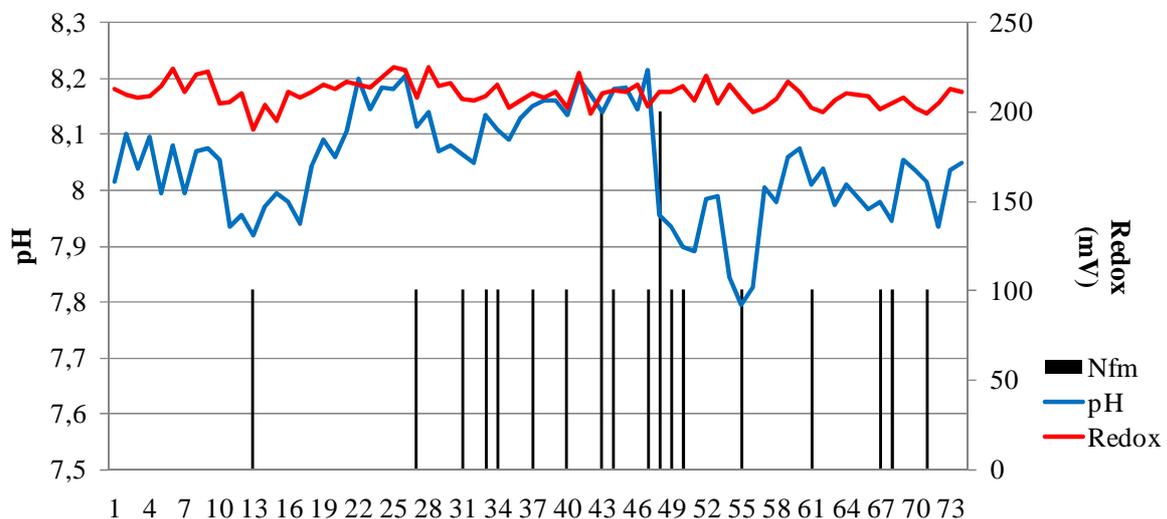


Figure n° 21 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 2S

III.1.3 Lot 1E

La figure n° 22 suivante dénote l'évolution des paramètres température et salinité ainsi que la maturité des femelles du lot 1E

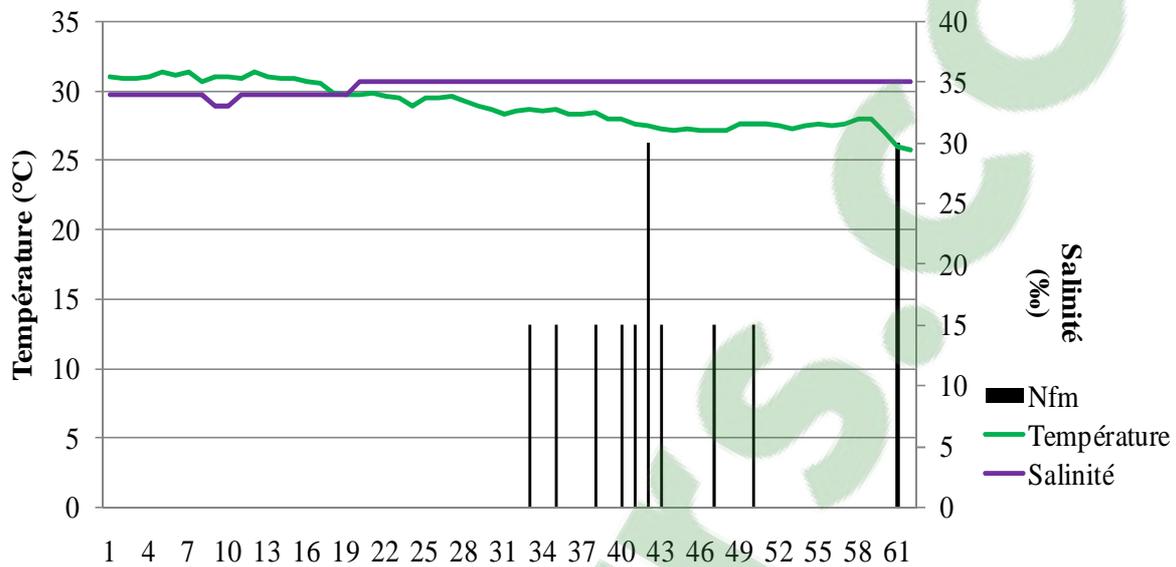


Figure n° 22 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S‰ dans le lot 1E

L'évolution des paramètres pH et Redox, et la maturité des femelles du lot 1E sont affichés dans la figure n° 23.

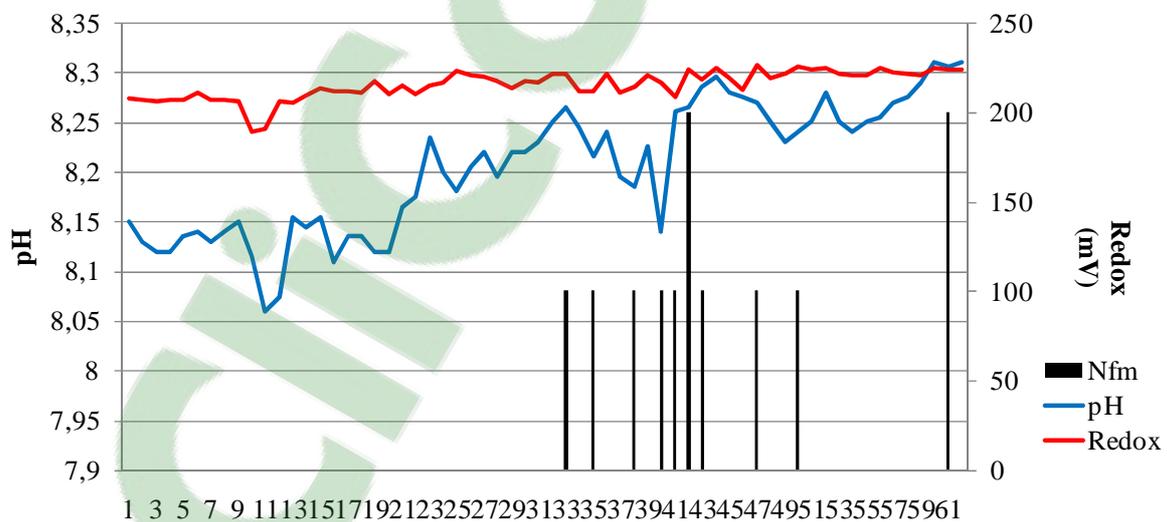


Figure n° 23 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 1E

III.1.4 Lot 2E

L'évolution des paramètres température, salinité du lot 2E ainsi que celle de la maturité des femelles sont représentées par la figure n° 24.

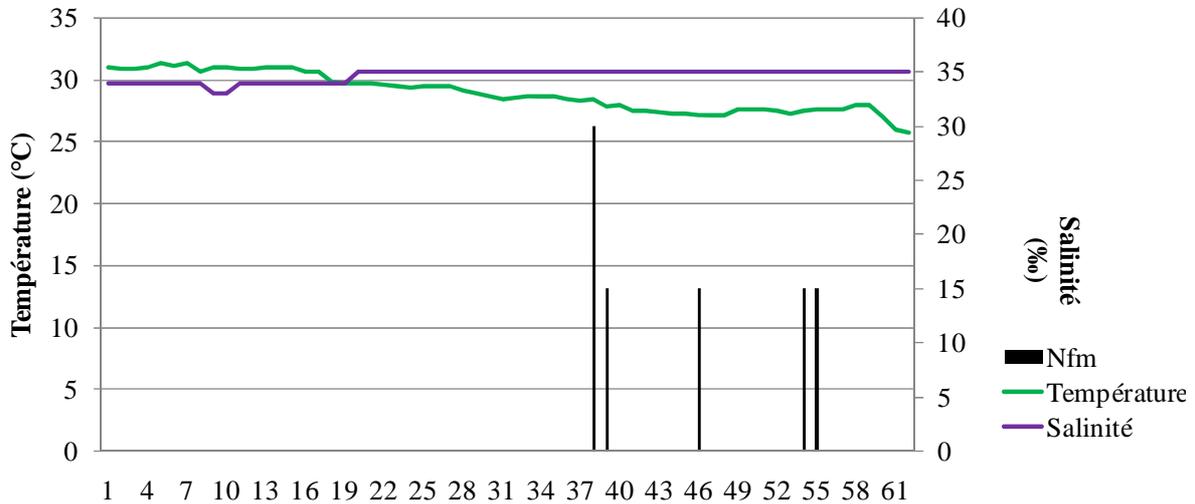


Figure n° 24 : Evolution du Nfm, de la T°C et de la S% dans le lot 2E

L'évolution des paramètres pH et Redox, et la maturité des femelles du lot 2E sont affichés dans la figure n° 25.

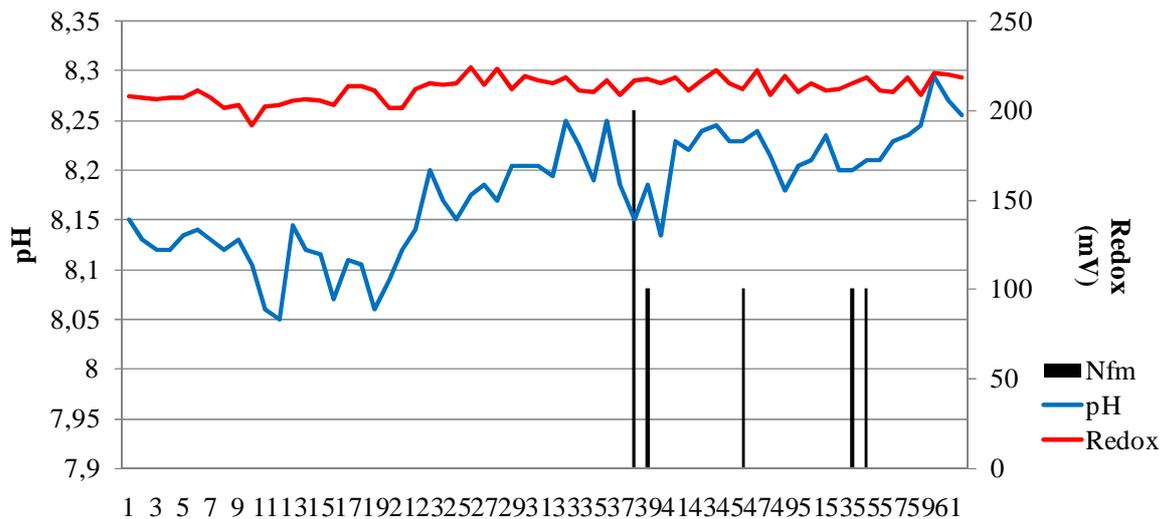


Figure n° 25 : Evolution du Nfm, du pH et du redox dans le lot 2E

III.2 RESULTATS

III.2.1 Géniteurs sauvages alimentés avec les séquences A et B

III.2.1.1 Avant la ligature

Les résultats des pontes et éclosions avant la ligature du lot 1S sont affichés dans le tableau n° 7 suivant.

Tableau n° 7: Fiche de ponte de M11 (lot 1S) avant la ligature

Date	♀ dans le bac	Maturité		Ponte			Fécondation			Eclosion	
		Nfm	%	Np	%	Type	Not	Noef	%	Nn	%
17-févr.-13	21	1	4,76	0							
18-févr.-13	21	1	4,76	1	100	PT					
20-févr.-13	21	1	4,76	0							
22-févr.-13	20	1	5,00	0							
23-févr.-13	20	2	10,00	2	100	PT/PP	700 000	543 000	77,57	475 000	87,48
24-févr.-13	20	1	5,00	0							
27-févr.-13	19	2	10,53	0							
04-mars-13	19	1	5,26	1	100	PT	1 050 000	682 000	64,95	250 000	36,66
06-mars-13	19	2	10,53	2	100	PP/PP	910 000	714 000	78,46	355 000	49,72
TOTAL		12	3,04	6			2 660 000	1 939 000	72,89	1 080 000	55,70

Les résultats sur les sorties de femelles, la ponte, la fécondation et l'éclosion pour le lot 2S, avant la ligature, sont représentés dans le tableau n° 8.

Tableau n° 8: Fiche de ponte de M13 (lot 2S) avant la ligature

Date	♀ dans le bac	Maturité		Ponte			Fécondation			Éclosion	
		Nfm	%	Np	%	Type	Not	Noef	%	Nn	%
20-févr.-13	21	1	4,76	0							
06-mars-13	21	1	4,76	0							
TOTAL		2	0,09524								

III.2.1.2 Après la ligature

La fiche de ponte du lot 1S après la ligature est représentée dans le tableau n° 9 suivant

Tableau n° 9: Fiche de ponte de M11 (lot 1S) après la ligature

Date	♀ dans le bac	Maturité		Ponte			Fécondation			Éclosion	
		Nfm	%	Np	%	Type	Not	Noef	%	Nn	%
10-mars-13	17	1	5,88	1	100	PT	600 000	300 000	50,00	180 000	60,00
12-mars-13	15	1	6,67	0							
14-mars-13	14	1	7,14	0							
15-mars-13	13	1	7,69	0							
22-mars-13	13	1	7,69	1	100	PT	500 000	350 000	70,00	215 000	61,43
23-mars-13	13	1	7,69	1	100	PT	430 000	344 000	80,00	5 000	1,45
24-mars-13	13	1	7,69	1	100	PT	500 000	325 000	65,00	-	0,00
10-avr.-13	11	1	9,09	1	100	PT	680 000	476 000	70,00	25 000	5,25
TOTAL	541	8	1,48	5			2 710 000	1 795 000	66,24	425 000	23,68

Le tableau n° 10 représente la fiche de ponte du lot 2S après la ligature

Tableau n° 10 : Fiche de ponte de M13 (lot 2S) après la ligature

Date	♀ dans le bac	Maturité		Ponte			Fécondation			Eclosion	
		Nfm	%	Np	%	Type	Not	Noef	%	Nn	%
10-mars-13	21	1	4,76	1	100	PT	800 000	480 000	60,00	245 000	51,04
12-mars-13	20	1	5,00	0							
13-mars-13	20	1	5,00	1	100	PT					
16-mars-13	19	1	5,26	1	100	PT					
19-mars-13	18	1	5,56	1	100	PT	420 000	210 000	50,00	-	0,00
22-mars-13	18	2	11,11	2	100	PT/PT	600 000	330 000	55,00	20 000	6,06
23-mars-13	18	1	5,56	1	100	PT	420 000	231 000	55,00	-	0,00
26-mars-13	18	1	5,56	1	100	PT	240 000	228 000	95,00	220 000	96,49
27-mars-13	18	2	11,11	1	50	PT	600 000	420 000	70,00	35 000	8,33
28-mars-13	18	1	5,56	1	100	PT					
29-mars-13	18	1	5,56	1	100	PT	350 000	262 000	74,86	10 000	3,82
03-avr.-13	18	1	5,56	1	100	PT	25 000	17 500	70,00	-	0,00
09-avr.-13	0	1	5,56	1	100	PT	560 000	364 000	65,00	210000	57,69
15-avr.-13	0	1	5,56	1	100	PP	400 000	220 000	55,00	180000	81,82
16-avr.-13	0	1	5,56	1	100	PP					
19-avr.-13	0	1	5,56	1	100	PT	150 000	75 000	50,00	0	0,00
TOTAL	577	18	2,17	16			4 565 000	2 837 500	62,16	920 000	32,42

III.2.2 Géniteurs d'élevage alimentés avec les séquences A et B

Pour les géniteurs sauvages les pontes sont apparus seulement après la ligature des femelles.

Les résultats des pontes, fécondations et éclosions pour le lot 1E, après la ligature sont représentés dans le tableau n° 11.

Tableau n° 11 : Fiche de ponte de M16 (Lot 1E)

Date	Mature		Nb Ponte			Fécondation			Ecllosion	
	Nfm	%	Np	%	Type	Not	Noef	%	Nn	%
07-mai-13	1	14,29	0							
09-mai-13	1	14,29	1	100	PT	500 000	350 000	70,00	110 000	31,43
12-mai-13	1	14,29	1	100	PT	500 000	350 000	70,00	105 000	30,00
14-mai-13	1	14,29	1	100	PT	500 000	350 000	70,00	305 000	87,14
15-mai-13	1	14,29	0							
16-mai-13	2	28,57	2	100	PT/PP	270 000	216 000	80,00	195 000	90,28
17-mai-13	1	14,29	1	100	PT	500 000	300 000	60,00	90 000	30,00
21-mai-13	1	14,29	1	100	PT	360 000	234 000	65,00	90 000	38,46
24-mai-13	1	14,29	0							
04-juin-13	1		0							
TOTAL	11	2,29	7	63,64		2 630 000	1 800 000	68,44	895 000	49,72

Les résultats des pontes, fécondations et éclosions pour le lot 2E, après la ligature sont représentés dans le tableau n° 12.

Tableau n° 12: Fiche de ponte de M17 (lot 2E)

Date	Mature		Nb Ponte			Fécondation			Eclosion	
	Nfm	%	Np	%	Type	Not	Noef	%	Nn	%
12-mai-13	2	22,22	0							
13-mai-13	1	11,11	1	100	PT	250 000	25 000	10,00	2 000	8,00
20-mai-13	1	11,11	0							
28-mai-13	1	11,11	0							
29-mai-13	1	11,11	0							
TOTAL	6	1,10	1			250 000	25 000	10,00	2 000	8,00

III.2.3 Géniteurs sauvages alimentés avec la séquence A avec ligature directe

Le tableau n° 13 suivant représente les données sur l'utilisation de la séquence A sur des géniteurs sauvages ligaturés directement.

Tableau n° 13 : Fiche de ponte des géniteurs sauvages alimentés avec la séquence A avec ligature directe (Source : Base de données de l'écloserie O.S.O. Farming L.G.A., 2013)

Date	Bac	Maturité		Ponte		Bonne ponte		Fécondation			Ecllosion	
		Nfm	%	Np	%	Type	Not	Noef	%	Nn	%	Nfm
Du 26/02/13 au 30/03/13	M7R2	23	12	52,17		8	66,67	2 552 000	1 552 000	60,83	1 275 000	82,13
Du 01/02/13 au 15/03/13	M8R2	34	18	52,94		10	55,56	4 680 000	3 276 000	70,00	1 545 000	47,16

III.2.4 Géniteurs d'élevage alimentés avec la séquence A avec ligature directe

Le tableau n° 14 suivant représente les données sur l'utilisation de la séquence A sur des géniteurs d'élevage ligaturés directement.

Tableau n° 14 : Fiche de ponte des géniteurs d'élevage alimentés avec la séquence A avec ligature directe (Source : Base de données de l'écloserie O.S.O. Farming L.G.A., 2013)

Date	Mature		Nb Ponte			Nb Bonne ponte		Fécondation			Ecllosion	
	Nfm	%	Np	%	Type	Nbp	%	Not	Noef	%	Nn	%
18-avr.-13	1	12,50	1	100	PT	1	100	360 000	198 000	55,00	0	0,00
07-mai-13	1	14,29	0									
08-mai-13	1	14,29	1	100	PT	0						
15-mai-13	1	16,67	0									
TOTAL	4	14,29	2			1		360 000	198 000	55,00		0,00

III.2.5 Géniteurs alimentés avec la séquence contenant 65% de crabes crus

Le tableau n° 15 suivant donne les résultats obtenus grâce à l'utilisation de la séquence alimentaire contenant 65% de crabes crus, 10% de moule locale, 10% d'huître, 7% de calmar, 5% de kodiva et 3% d'INVE BR. La ligature des géniteurs utilisés est faite directement après leur transfert.

Tableau n° 15 : Fiche de ponte des géniteurs alimentés avec la séquence contenant 65% de crabes crus (Source : Base de données de l'écloserie O.S.O. Farming L.G.A., 2012)

Date	Bac	Nfm	Np	Np/Nfm	Not	Not/Np	Nn	Nn/Np
Du 01/01/12 au 28/02/12	M1	104	88	0,85	56 310 000	639 886	32 460 000	368 864
Du 01/01/12 au 28/02/12	M2	111	81	0,73	43 760 000	540 247	25 485 000	314 630
Du 01/01/12 au 28/02/12	M3	23	13	0,57	7 430 000	571 538	4 495 000	345 769
Du 01/01/12 au 28/02/12	M4	48	40	0,83	24 230 000	605 750	13 790 000	344 750
Du 01/01/12 au 28/02/12	M5	97	77	0,79	40 950 000	531 818	22 670 000	294 416
Du 01/01/12 au 28/02/12	M6	87	66	0,76	42 470 000	643 485	23 395 000	354 470
Du 01/01/12 au 28/02/12	M7	58	52	0,90	34 099 000	655 750	17 815 000	342 596
Du 01/01/12 au 28/02/12	M8	30	27	0,90	8 360 000	309 630	3 135 000	116 111

III.3 ETUDES COMPARATIVES DE L'EFFICACITE NUTRITIONNELLE

III.3.1 Géniteurs sauvages

III.3.1.1 Nombre de femelles matures

La figure n° 22 suivante illustre la comparaison entre A et B sur les Nfm.

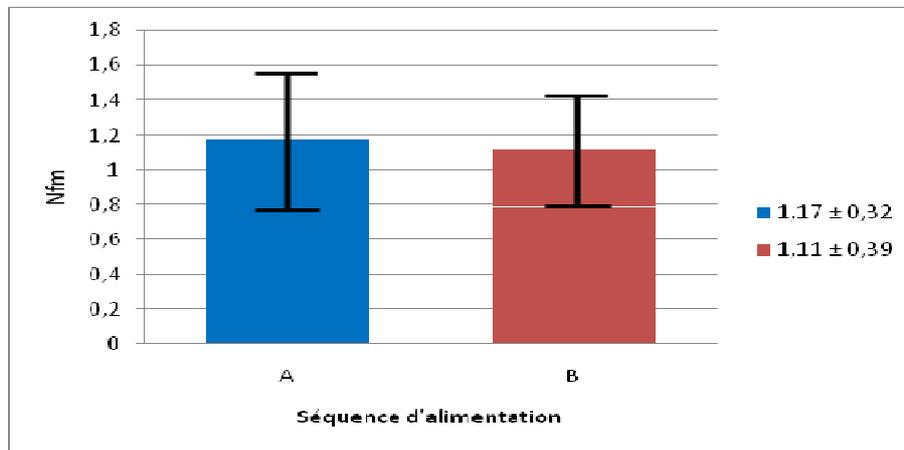


Figure n° 26 : Histogramme de comparaison du Nfm pour les géniteurs sauvages

D'après la figure n°22, les moyennes des Nfm issus des deux types de géniteurs sont sensiblement égaux ; entr' autre : $1,17 \pm 0,32$ pour A et $1,11 \pm 0,39$ pour B.

III.3.1.2 Nombre de pontes

La comparaison entre A et B sur le critère Np des lots 1S et 2S est représentée par la figure n° 23.

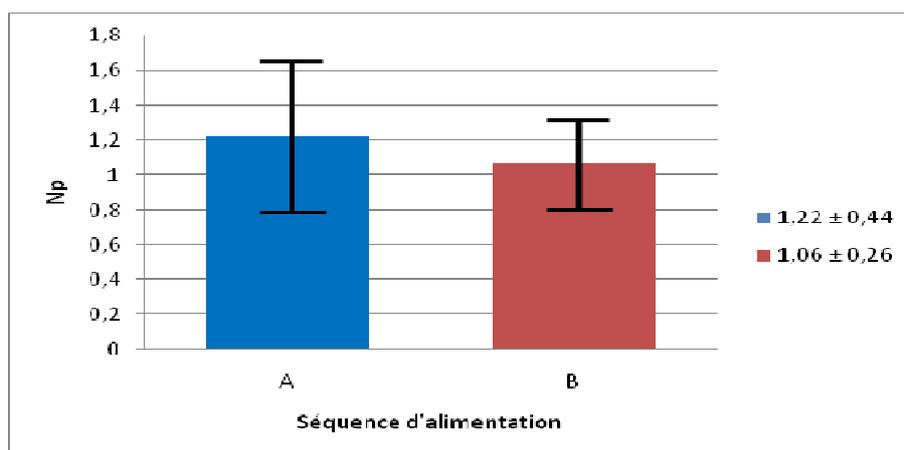


Figure n° 27 : Histogramme de comparaison du Np pour les géniteurs sauvages

La figure n°23, dénote la différence entre les Np issus des géniteurs sauvages et ceux des géniteurs d'élevage. A est sensiblement supérieur avec $1,22 \pm 0,44$ par rapport à B avec une moyenne de $1,06 \pm 0,26$.

III.3.1.3 Nombre d'œufs totaux

A et B sont comparés sur le critère Not dans la figure n° 24.

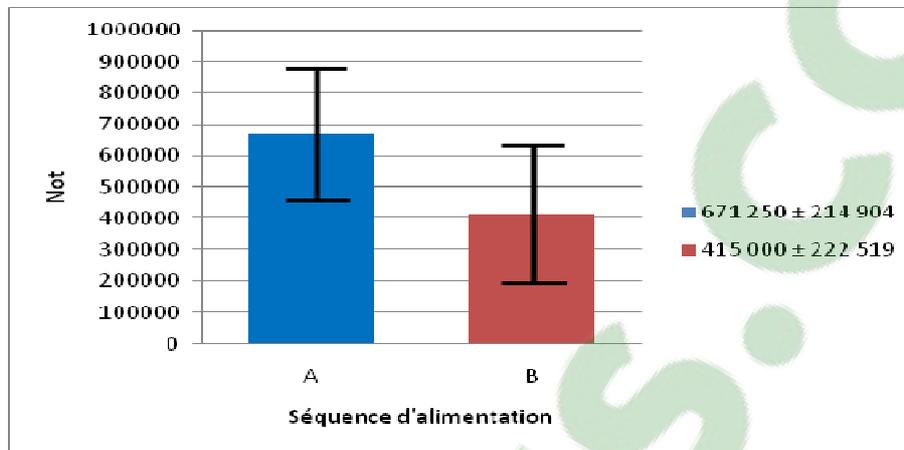


Figure n° 28 : Histogramme de comparaison du Not pour les géniteurs sauvages

Le Not trouvé pour la séquence A ($671\,250 \pm 214\,904$) est supérieur par rapport à celui de la séquence B ($415\,000 \pm 222\,519$).

III.3.1.4 Nombre d'œufs estimés fécondés

La figure n° 25 suivante illustre la comparaison entre les Noef du lot 1S et 2S

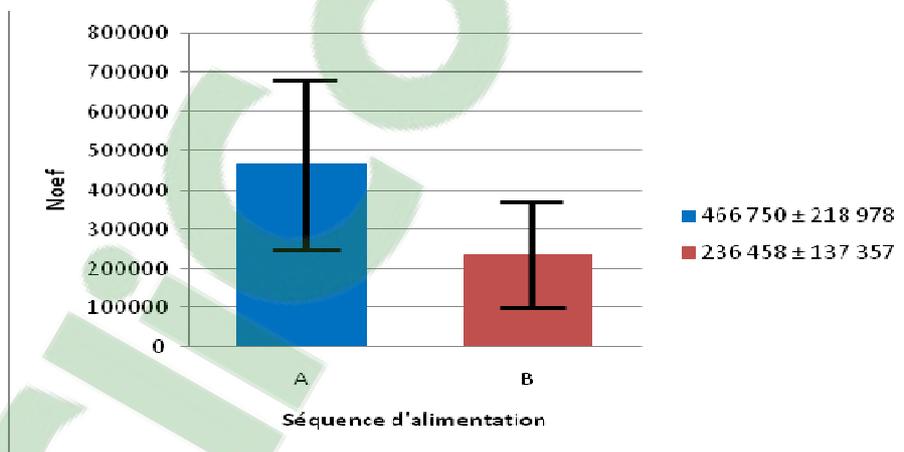


Figure n° 29 : Histogramme de comparaison du Noef pour les géniteurs sauvages

A est supérieur à B sur le Noef avec $466\,750 \pm 218\,978$ pour A et $236\,458 \pm 137\,357$ pour B.

III.3.1.5 Nombre de nauplii

Les Nn des lots 1S et 2S sont comparés dans la figure n° 26

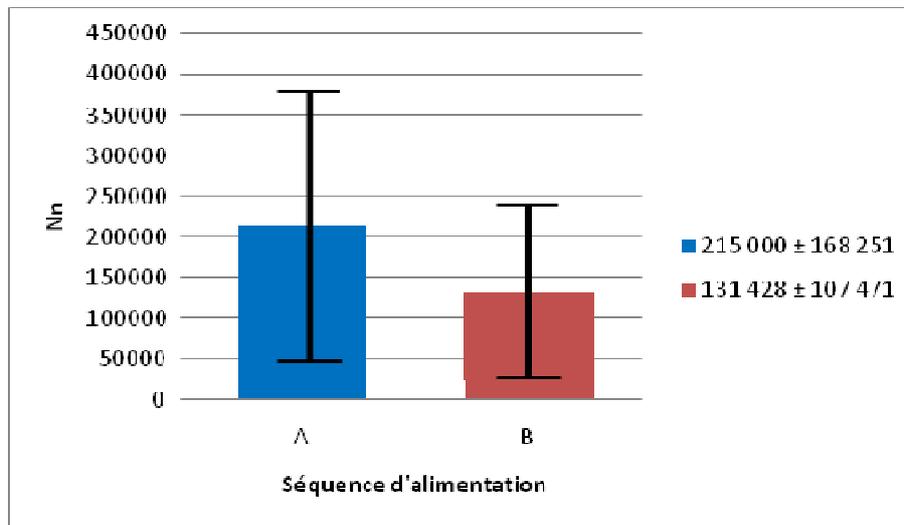


Figure n° 30 : Histogramme de comparaison du Nn pour les géniteurs sauvages

La figure n°26 illustre la différence entre le Nn de A (215 000±168 251) et B (131 428±107 471).

III.3.1.6 Nombre de pontes par femelle

La figure n° 27 suivante note la comparaison entre A et B sur le critère Np/Nfm.

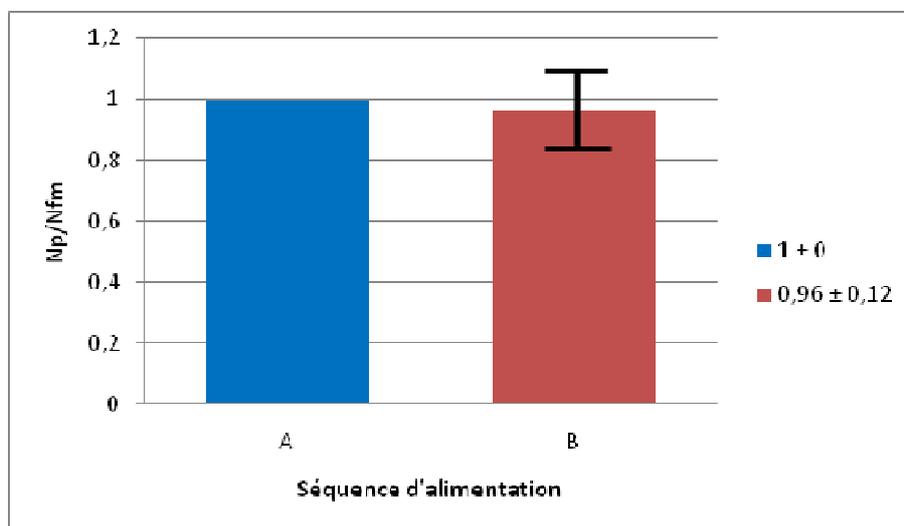


Figure n° 31 : Histogramme de comparaison du Np/Nfm pour les géniteurs sauvages

Selon la figure n°27 les résultats obtenus sur la moyenne des pontes par femelles sont sensiblement égaux pour les deux séquences A et B.

III.3.1.7 Nombre d'œufs par ponte

La figure n° 28 suivante compare A et B sur le critère Not/Nfm.

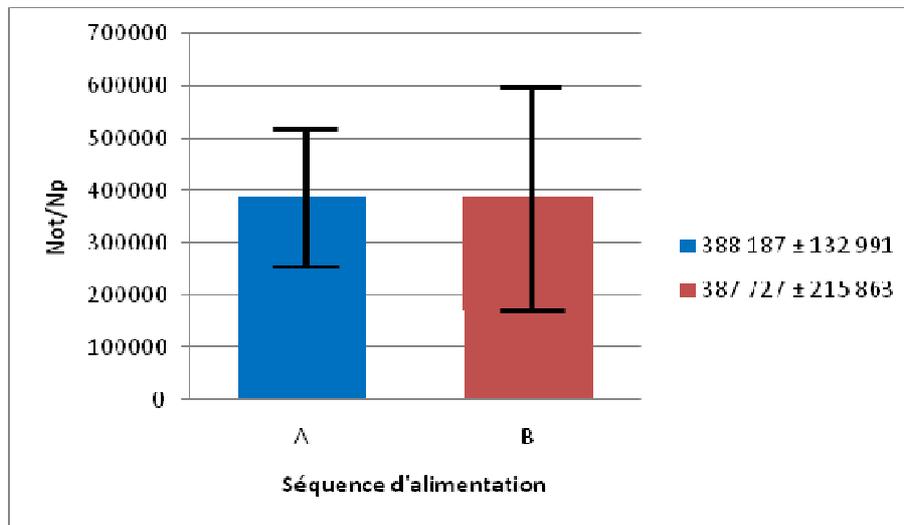


Figure n° 32 : Histogramme de comparaison du Nto/Np pour les géniteurs sauvages

La figure n°28 affirme l'égalité entre le nombre d'œufs par ponte issus de l'utilisation des deux séquences sur les géniteurs sauvages avec A : 388 187±132 991 et B : 387 727±215 863.

III.3.1.8 Nombre de nauplii par ponte

La figure n° 29 suivante illustre la comparaison de A et B sur Nn/Np.

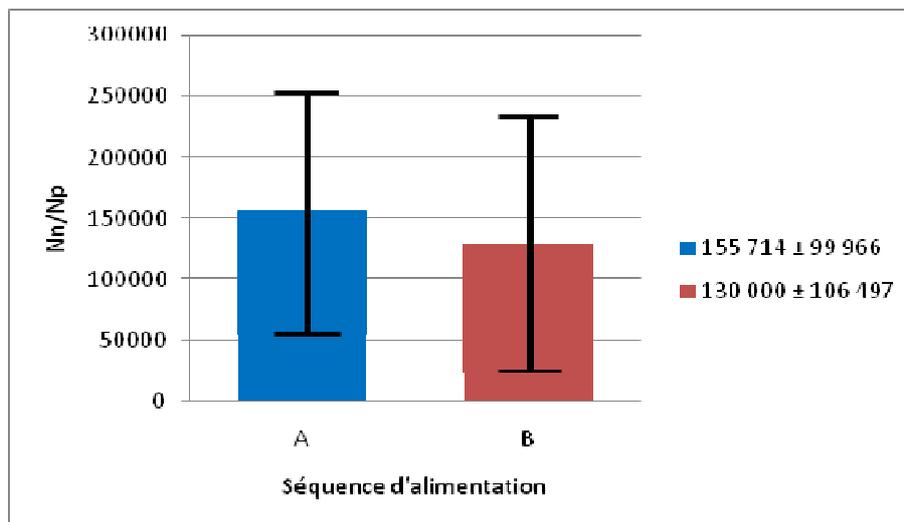


Figure n° 33 : Histogramme de comparaison du Nn/Np pour les géniteurs sauvages

A est sensiblement efficace sur le nombre de nauplii par ponte puisque A affiche 155 714 et B affiche 130 000 avec une écart-type de 99 966 pour A et 106 497 pour B.

III.3.2 Géniteurs d'élevage

III.3.2.1 Nombre de femelle matures

La figure n° 30 suivante évoque la comparaison entre A et B sur les Nfm pour les lots 1E et 2E.

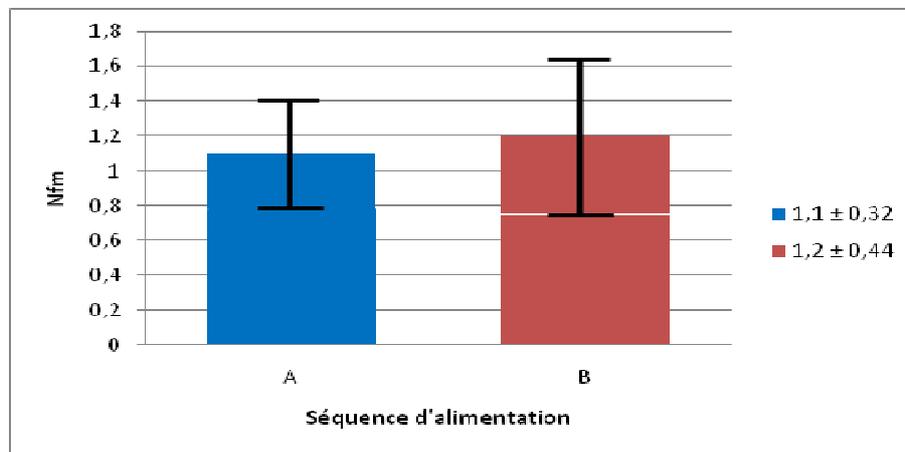


Figure n° 34 : Histogramme de comparaison du Nfm pour les géniteurs d'élevage

B est supérieur à A sur le nombre de femelles matures car B est de $1,2 \pm 0,44$ tandis que A donne $1,1 \pm 0,32$

III.3.2.2 Nombre de pontes

La comparaison sur Np pour A et B est montrée par la figure n° 31

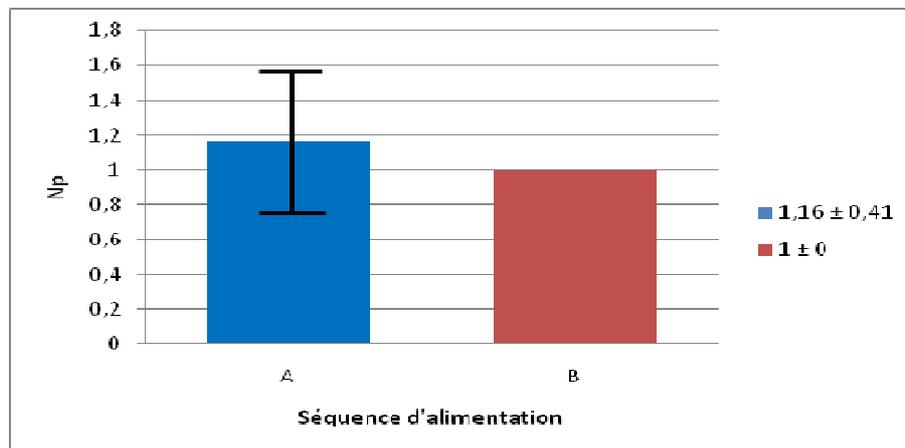


Figure n° 35 : Histogramme de comparaison du Np pour les géniteurs d'élevage

La comparaison sur le nombre de ponte issu de A dénote une valeur supérieure ($1,16 \pm 0,41$) par rapport à B (1 ± 0) d'après la figure n°31. Un seul résultat a été obtenu pour la séquence B d'où l'écart-type nul.

III.3.2.3 Nombre d'œufs totaux

La comparaison sur Not pour A et B est montrée par la figure n°32 suivante

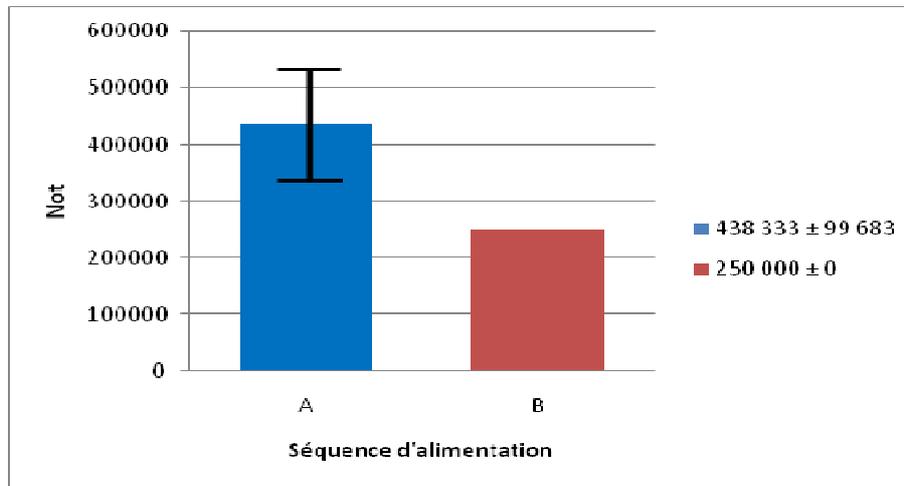


Figure n° 36 : Histogramme de comparaison du Not pour les géniteurs d'élevage

La figure n°32 illustre la différence significative sur la moyenne du nombre d'œufs produits à l'issue de l'utilisation des séquences A et B. Un seul résultat a été obtenu pour la séquence B d'où l'écart-type nul.

III.3.2.4 Nombre d'œufs estimés fécondés

La figure n° 33 illustre la comparaison des nombres d'œufs estimés fécondés.

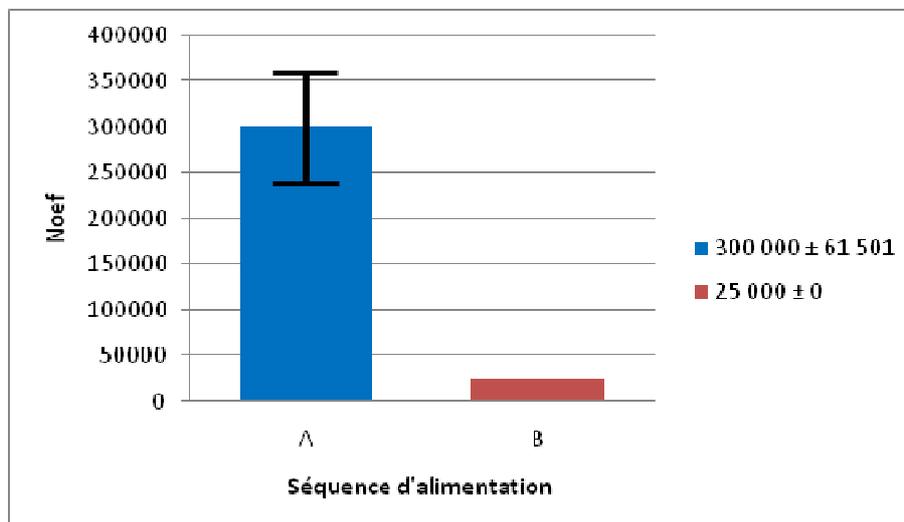


Figure n° 37 : Histogramme de comparaison du Noef pour les géniteurs d'élevage

D'après la figure n°33, A est supérieur à B avec les valeurs 300 000±65 501 pour A et 25 000±0 pour B. De même, un seul résultat a été obtenu pour la séquence B d'où l'écart-type nul.

III.3.2.5 Nombre de nauplii

La figure n° 34 illustre la comparaison entre les nombres moyens de nauplii produits.

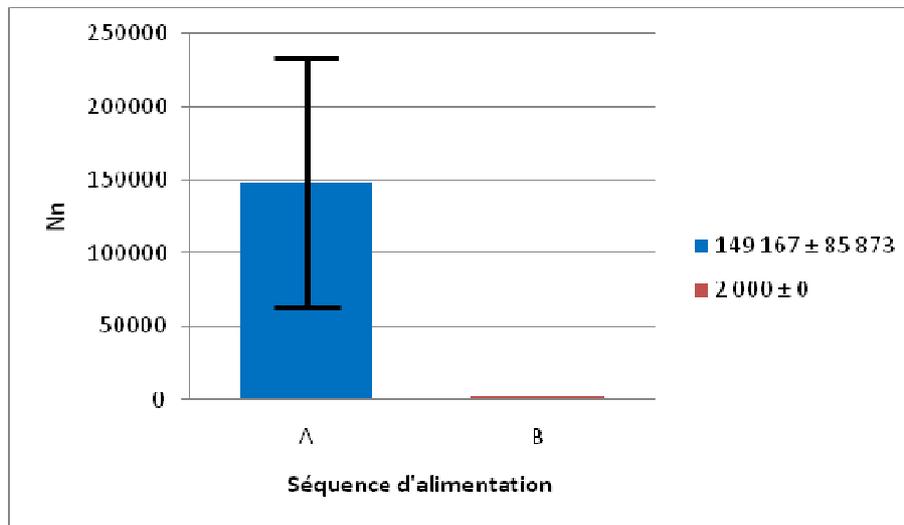


Figure n° 38 : Histogramme de comparaison du Nn pour les géniteurs d'élevage

La moyenne du nombre de nauplii produit à l'issue de l'utilisation de la séquence A est supérieur à celle de la séquence B (A : 149 167±85 873 et B : 2 000±0). L'écart-type de B est nul car un seul résultat a été obtenu.

III.3.2.6 Nombre de pontes par femelle

La figure n° 35 suivante montre la comparaison entre les nombres moyens de ponte par femelles.

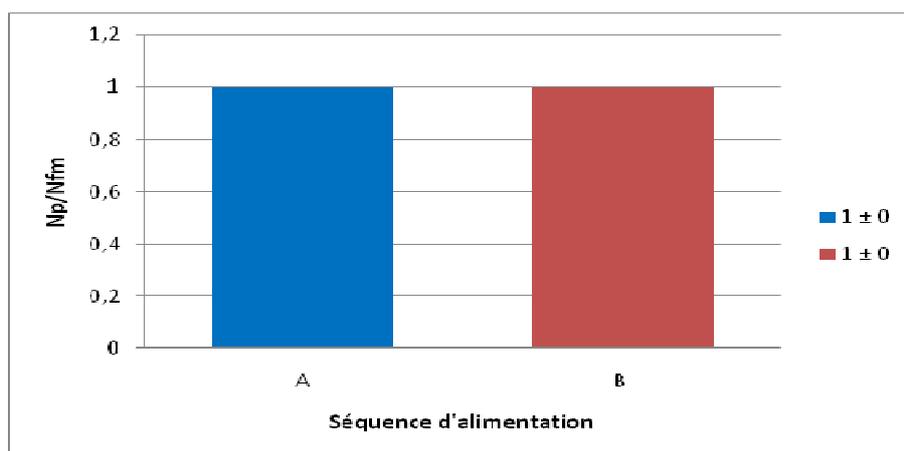


Figure n° 39 : Histogramme de comparaison du Np/Nfm pour les géniteurs d'élevage

Les nombres de pontes par femelles sont identiques pour A et B (A = B = 1) sur les géniteurs d'élevage.

III.3.2.7 Nombre d'œufs par ponte

La figure n° 36 donne la comparaison des nombres d'œufs par ponte.

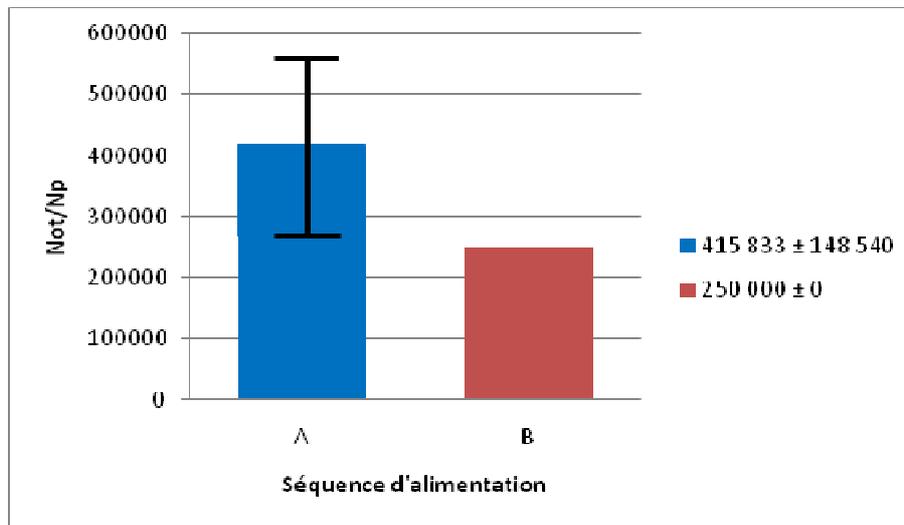


Figure n° 40 : Histogramme de comparaison du Nto/Np pour les géniteurs d'élevage

Sur le nombre d'œufs par ponte A est nettement supérieur à B avec $415\,833 \pm 148\,540$ pour A et $250\,000 \pm 0$ pour B. un seul résultat a été obtenu pour B.

III.3.2.8 Nombre de nauplii par ponte

La figure n° 37 suivante compare les nombres de nauplii par ponte.

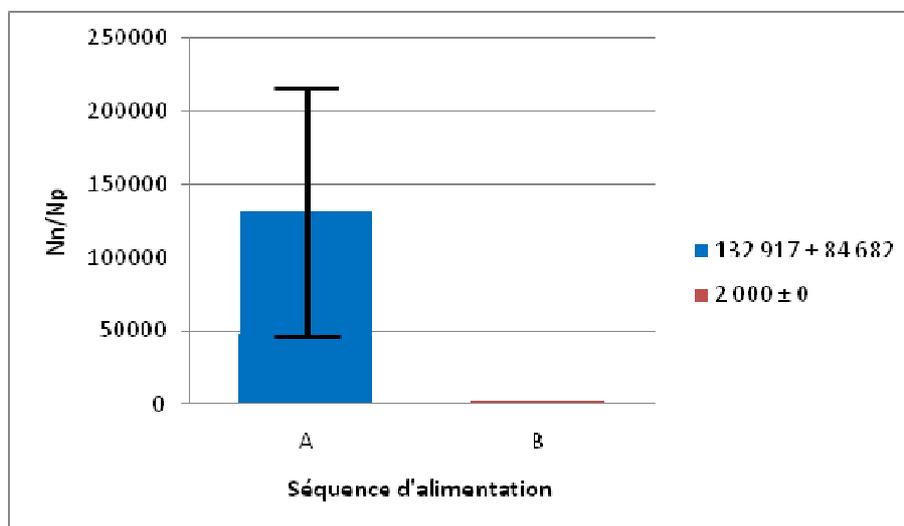


Figure n° 41 : Histogramme de comparaison du Nn/Np pour les géniteurs d'élevage

A est largement supérieur à b sur le critère nombre de nauplii par ponte pour les géniteurs d'élevage car A a donné $132\,917 \pm 84\,682$ tandis que B n'a donné que $2\,000 \pm 0$.

III.3.3 Influence des origines des géniteurs

III.3.3.1 Nombre de femelles matures

La figure n° 38 suivante dénote la comparaison entre les Nfm pour les 4 lots

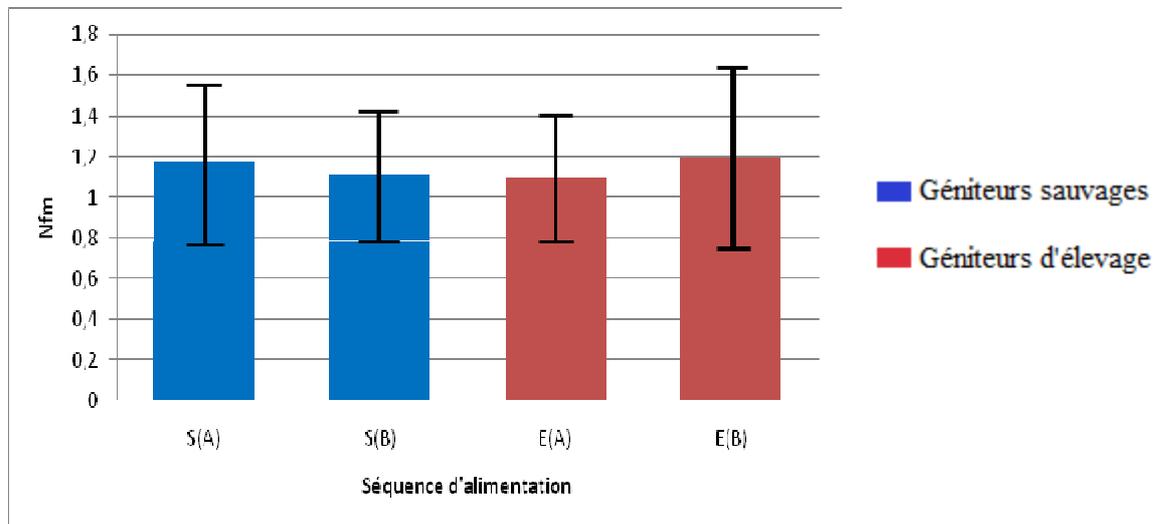


Figure n° 42 : Histogramme de comparaison du Nfm par géniteurs

Il n'y a pas d'influence de l'origine des géniteurs sur la maturité des femelles.

III.3.3.2 Nombre de ponte

La figure n° 39 montre la comparaison entre les Np pour les 4 lots.

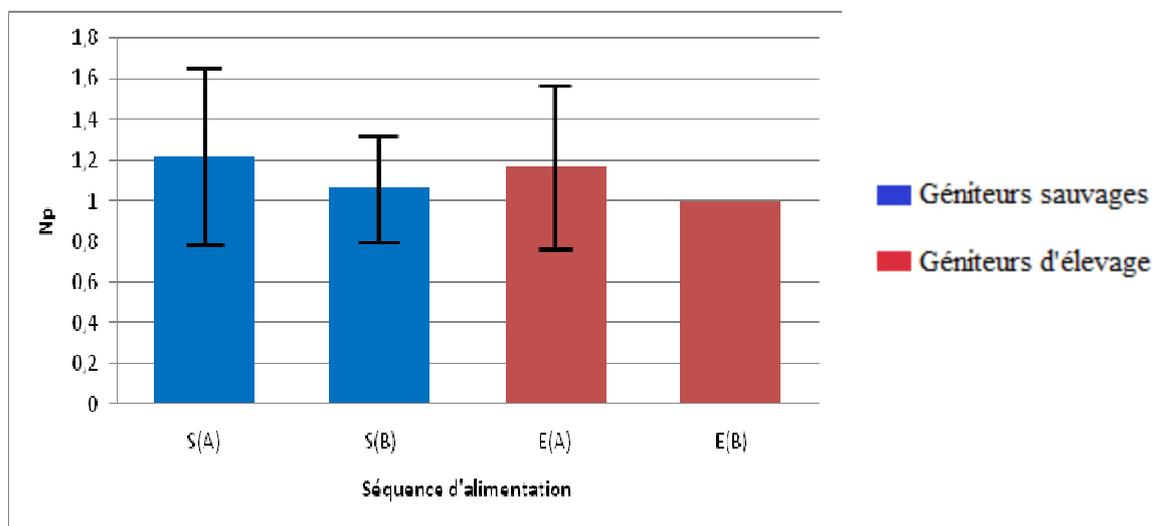


Figure n° 43 : Histogramme de comparaison du Np par géniteurs

D'après la figure n°39 les résultats sont sensiblement les mêmes que ce soit pour les géniteurs sauvages ou les géniteurs d'élevage.

III.3.3.3 Nombre d'œufs totaux

La figure n° 40 représente la comparaison entre les Not des 4 lots.

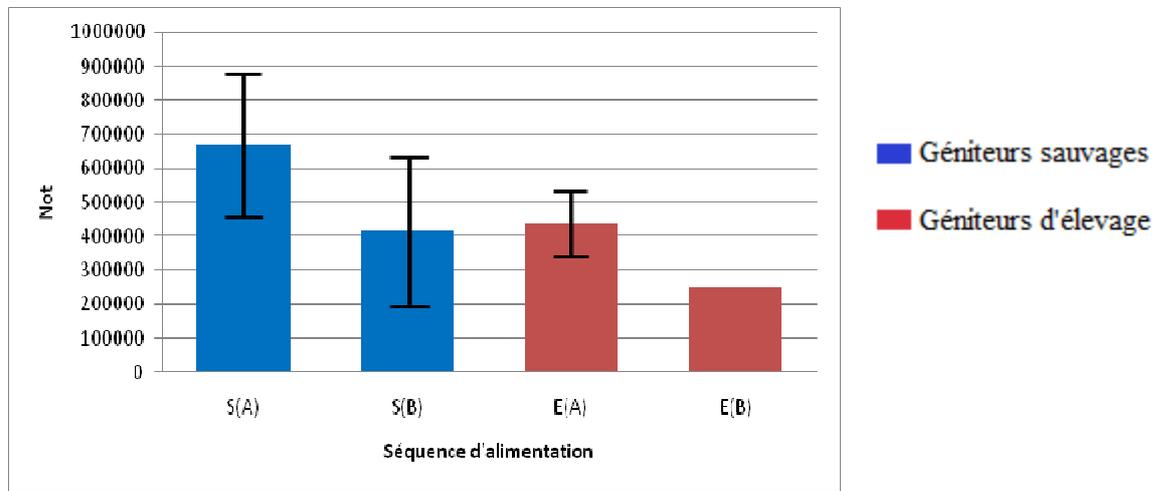


Figure n° 44 : Histogramme de comparaison du Not par géniteurs

Une différence existe entre les résultats obtenus sur le nombre d'œufs produits et les géniteurs sauvages sont plus performants sur ce critère.

III.3.3.4 Nombre d'œufs estimés fécondés

Les Noef des 4 lots sont comparés dans la figure n° 41.

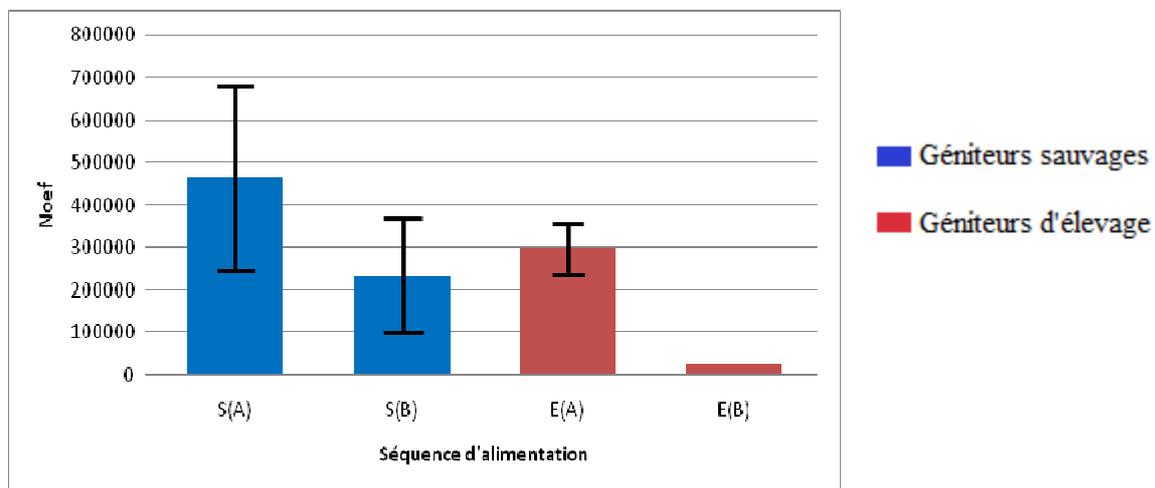


Figure n° 45 : Histogramme de comparaison du Noef par géniteurs

D'après la figure n°41 ci-dessus, une différence existe aussi entre les résultats obtenus sur l'estimation de la fécondité des œufs produits et les géniteurs sauvages sont plus performants sur ce critère.

III.3.3.5 Nombre de nauplii

Les Nn des 4 lots sont comparés dans la figure n° 42 suivante.

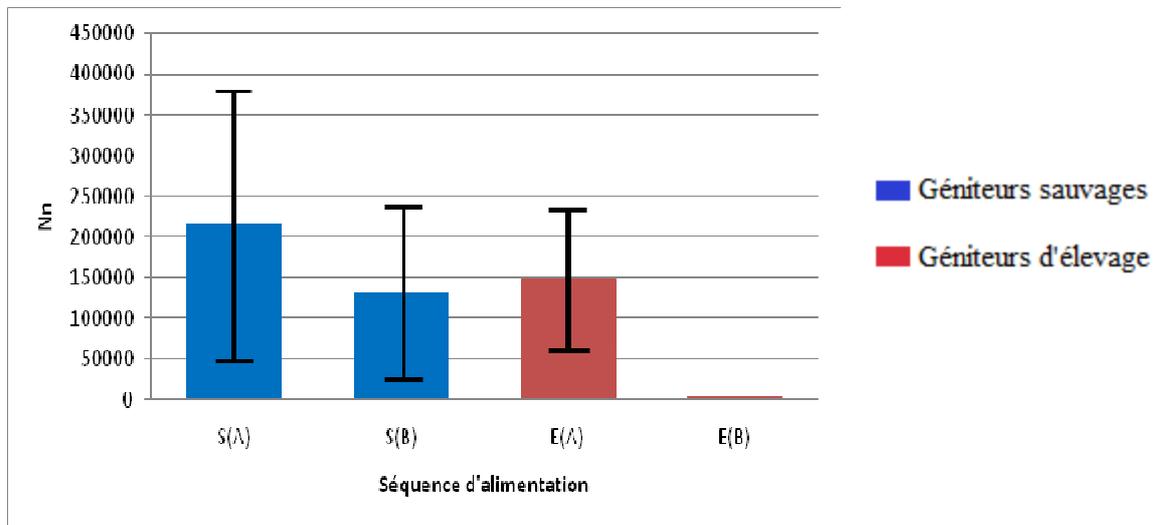


Figure n° 46 : Histogramme de comparaison du Nn par géniteurs

La figure n°42 dénote la différence significative entre les performances des géniteurs sauvages et des géniteurs d'élevage sur le critère nombre de nauplii produits que ce soit pour la séquence A ou pour la séquence B.

III.3.3.6 Nombre de pontes par femelle

Les nombre de pontes par femelle des lots 1S, 2S, 1E, 2E sont affichés dans la figure n° 43.

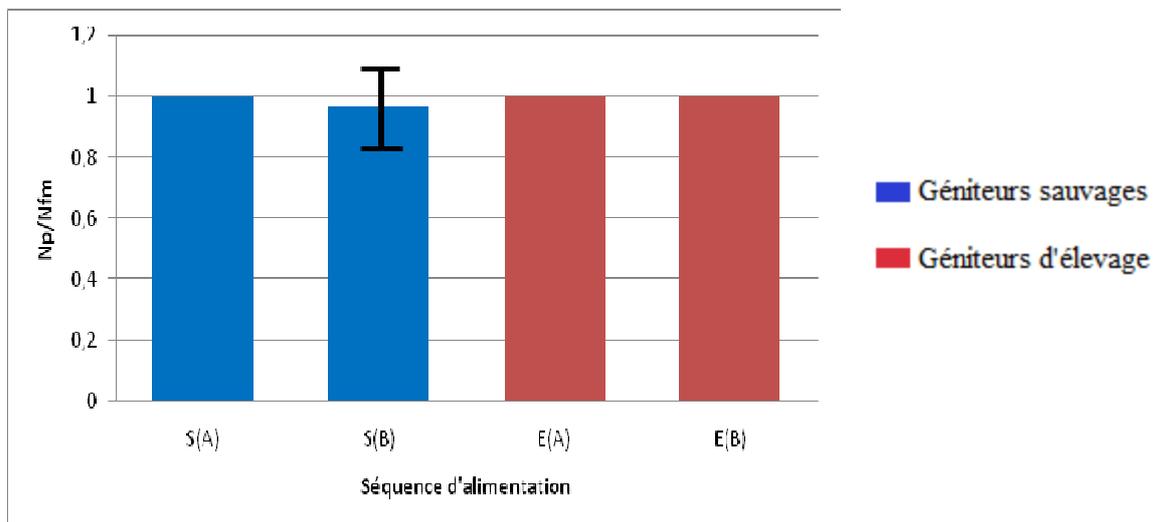


Figure n° 47 : Histogramme de comparaison du Np/Nfm par géniteurs

Les performances de deux types de géniteurs sont sensiblement identiques pour le critère nombre de pontes par femelle.

III.3.3.7 Nombre d'œufs par ponte

Les nombres d'œufs par ponte sont comparés dans la figure n° 44.

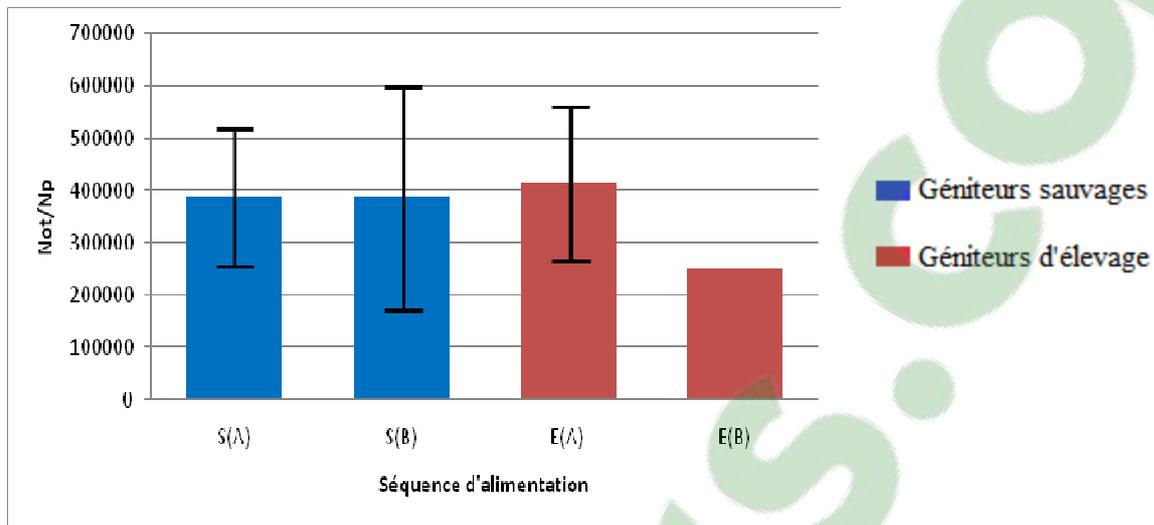


Figure n° 48 : Histogramme de comparaison du Not/Np par géniteurs

La figure n°44 dénote l'égalité de la performance des géniteurs sauvages et des géniteurs d'élevage sur le nombre d'œufs par ponte.

III.3.3.8 Nombre de nauplii par ponte

La figure n° 45 suivante compare les nombre de nauplii par ponte des 4 lots.

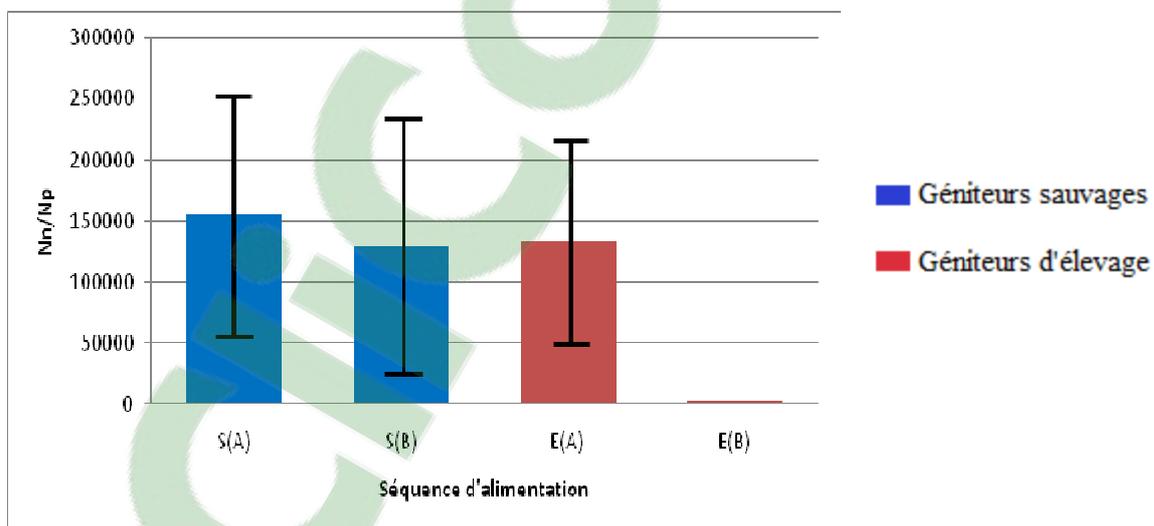


Figure n° 49 : Histogramme de comparaison du Nn/Np par géniteurs

La figure n°45 ci-dessus illustre bien que les deux types de géniteurs ont la même performance et que l'origine des géniteurs n'influent pas sur les résultats obtenus surtout pour la séquence alimentaire A.

III.4 INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS

La qualité des animaux utilisés au niveau de la reproduction des crevettes est très variable en fonction notamment de critères environnementaux, eau, température, salinité, teneur en O₂, et alimentation. Le but au niveau de la ferme O.S.O. est de pouvoir disposer à terme d'animaux d'élevage de qualité stable et régulière et de s'affranchir des variations de géniteurs du milieu naturel malgache.

Les animaux sauvages, en fonction des critères évoqués ci-dessus, sont aussi de qualité très variable en fonction de la saison. Quand la saison est favorable, les résultats donnent une capacité moyenne de pontes de +/- 0,8 pontes par femelle et par mois, avec des extrêmes de zéro pontes jusqu'à exceptionnellement 3 pontes par femelle et par mois. Ces résultats sont par ailleurs globalement limités au premier mois après ligature, le deuxième mois étant plus erratique quant aux résultats obtenus.

En outre, sur des *P. monodon* sauvages de Sumatra, de qualité assez optimale, des résultats ont pu être obtenus sur une base de +/- 4 à 5 pontes par femelle et par mois, avec des records à +14 pontes sur deux mois, et quelques femelles capables de pondre deux jours de suite plus d'un million d'œufs avec un million de nauplii. Ainsi, la capacité de *P. monodon* est assez remarquable (comme d'autres espèces), et il y a donc une grande marge de progression. Ceci est aussi valable pour les mâles qui doivent avoir du sperme en quantité et qualité suffisante, celui-ci doit servir sur un cycle de mue pour féconder une ou plusieurs pontes.

Il y a donc deux niveaux de besoins pour avoir de bons géniteurs au delà des conditions environnementales optimisées :

- le côté réserves nutritionnelles nécessaires à la réalisation des gamètes, globalement à associer aux réserves quantitatives, induits de l'alimentation de base, par les granulés utilisés, qui doivent être riches en protéines ;
- les qualités de ces gamètes, qui sont plus du ressort des réserves qualitatives données principalement par les compléments alimentaires en « frais » et ;
- de ces deux réserves dépendent la quantité de pontes, et la qualité des gamètes et donc des larves obtenues.

L'expérimentation mise en place dans le cadre de ce mémoire ne vise pas à « refaire » les réserves de base (facteurs variables et incontrôlées), acquises par les géniteurs dans les bassins, que dans le milieu naturel : en effet, le temps qui nous a été imparti était limité, car il nous a fallu deux mois de stabilisation et de préparation pour ce faire. Nous étions donc contraints à nous contenter d'observer la quantité de réserves acquises qui déterminent le démarrage des pontes et leur répliation. Il est donc nécessaire de bien regarder le coté qualitatif des gamètes et larves obtenues, directement lié au coté qualitatif des apports par les compléments en aliments frais donnés aux reproducteurs.

Les résultats interprétés sont les résultats numériques et statistiques présentés ci-dessus. Ils reflètent directement tous les résultats obtenus pendant la production des nauplii aussi bien la quantité que la qualité d'œufs et de nauplii obtenus dans un bac de maturation déterminé, nourris avec une séquence alimentaire (A ou B), élevés dans des conditions d'élevage déterminées. Cependant, deux facteurs sont considérés pour permettre l'interprétation des variations sur les résultats obtenus. Ce sont les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques.

III.4.1 Facteurs intrinsèques

Tout ce qui se rapporte à l'animal, à savoir : l'origine des géniteurs, la taille, et le poids déterminent le système de relation de cause à effet pour cerner cette variation.

III.4.1.1 Origine des géniteurs

Deux types de géniteurs sont utilisés pour les expérimentations, la figure n° 38 dénote que même avec des origines différentes les géniteurs qu'ils soient sauvages ou d'élevage peuvent arriver à maturité. Il semblerait même que la situation est favorable pour les géniteurs d'élevage sur le nombre de femelles matures (1,1 et 1,7 respectivement pour les lots 1S et 2S mais 1,1 et 1,2 pour les lots 1E et 2E. Ceci, même si les géniteurs d'élevage étaient destinés à l'origine pour le grossissement. Notons que les géniteurs sauvages sont de la deuxième génération obtenus à partir de parents d'origine sauvage.

Pour tous les autres critères à savoir : le nombre de pontes, le nombre total d'œufs, l'estimation du nombre d'œufs fécondés, le nombre de nauplii, le nombre de pontes par femelle et le nombre d'œufs par ponte, les performances des géniteurs sauvages sont supérieures à celles des géniteurs d'élevage. Les variations sont grandes entre les lots en considérant les différences entre les moyennes, quoique ces différences ne soient pas statistiquement significatives.

Suivant l'hypothèse posée, les géniteurs d'élevage avec une alimentation contrôlée ont potentiellement plus de réserves quantitativement donc plus de pontes, que les géniteurs sauvages (alimentation variée et variables incontrôlées), mais que les géniteurs sauvages sont qualitativement mieux prêts que les géniteurs d'élevage, en manque qualitatif constaté au niveau de la qualité des pontes et des éclosions.

III.4.1.2 Poids et taille

La taille est le seul paramètre mesurable qui nous est nécessaire pour interpréter les résultats. Néanmoins, la taille est indissociable du poids et il existe toujours une corrélation positive entre ces deux paramètres pour *P. monodon*. Un poids standard est proposé par RAFOMANANA (2011) pour les géniteurs en maturation, 80 g pour les mâles et 150 g pour les femelles, cependant ces poids ne sont pas atteints dans le cadre de nos essais pour tous les individus, en utilisant à la fois les géniteurs sauvages et d'élevage. En outre, la tendance veut que plus les géniteurs sont grands, donc avec un poids supérieur, plus ils sont aptes à la reproduction et à la maturation. Dans le cadre des souches malgaches, nos géniteurs étaient donc trop petits pour exprimer totalement les capacités de reproduction attendus. En outre, cette taille de reproduction est variable en fonction des souches au niveau mondial : par exemple les souches fidjiennes sont utilisables dès le poids de 60-80 g atteints, alors que les souches de Malaisie et d'Indonésie sont plus proches de la souche malgache qui doit se situer au delà de 100 g voire 150 g.

La sélection aléatoire et non exhaustive des géniteurs a fait que les poids individuels, en gramme, se trouvent dans l'intervalle [47 ; 78] et [75 ; 214] pour le lot 1S ; [46 ; 65] et [60 ; 180] pour le lot 2S ; [51 ; 66] et [85 ; 130] pour le lot 1E ; et [49 ; 70] et [83 ; 170] pour le lot 2E. Donc le poids des géniteurs mâles et femelles constitue un facteur défavorable pour la séquence B utilisée dans les lots 2S et 2E vu qu'il est toujours inférieur à celui des autres lots.

III.4.2 Facteurs extrinsèques

Tous les autres facteurs constituent les facteurs extrinsèques. Ils sont entre autres les paramètres physiques et chimiques, l'alimentation et l'apport nutritionnel.

III.4.2.1 Paramètres physico-chimiques

Pour les paramètres physico-chimiques, les deux lots sont semblables en considérant la température et la salinité. Par contre les valeurs moyennes du pH et du redox journalier expriment une nette différence. Les paramètres pH et Redox expriment alors la différence entre les deux lots sur les facteurs environnementaux du milieu d'élevage. Que ce soit pour les géniteurs d'élevage ou les géniteurs sauvages.

La température optimale pour l'aquaculture des Pénéidés est de 27 à 30 °C (JAONDRAZANA, 2004). Pour les lots 1S et 2S, par contre, la température varie entre 28 à 32 °C. De ce fait, une valeur maximale de la température plus élevée par rapport aux valeurs optimales proposées. Ceci pour les géniteurs sauvages (cf. annexe n° 6) et pour les géniteurs d'élevage. Une faible valeur minimale, car la température a varié entre 25 et 32 °C pour les deux autres lots 1E et 2E. (cf. annexe n° 6). Les températures les plus hautes observées (32°C) sont très limites pour les mâles et la qualité du sperme, ces températures pouvant être à l'origine de non fécondation des pontes, le sperme serait de mauvaise qualité et/ou devenu non fécondant, voire une absence de spermatozoïdes dans les boules de sperme, ou présence de spermatozoïdes non spike.

La salinité observée durant les expérimentations (29 à 35‰) est acceptable car elles se situaient dans les intervalles proposées par AUTRAND (1990), 28 à 36‰. Le pH optimum proposé est de 7,5 à 8,5. Pendant les observations, l'intervalle de pH est de 7,84 à 8,32 pour le bac M11 et 7,66 à 8,26 pour le bac M13. De ce fait les valeurs du pH coïncident bien avec les valeurs optimums. Le cas est le même pour les géniteurs d'élevage.

Cependant, les figures n° 18, 19, 20 et 21 marquent bien que même avec les fluctuations des paramètres physico-chimiques, les femelles dans les bacs sont quand même arrivées à maturité. Mais les valeurs élevées de la température ont fait que les résultats dans les bacs sont insatisfaisants. Cela engendre une augmentation des dépenses énergétiques, énergie qui est à utiliser pour l'ovogenèse, la vitellogenèse et la spermatogenèse.

L'importance de cela se situe au niveau de la reproduction et la maturation. De ce fait seules les femelles qui se sont bien nourries sont arrivées au stade mature.

III.4.2.2 Alimentation

En captivité, une maturation complète se déroule toujours entre deux mues et l'exuviation n'a jamais été observée sur des animaux dont les ovaires sont développés. Les variations importantes dans la durée du développement des ovaires et les régressions suivies de reprise de maturation montrent que les crevettes Péneidés sont capables de mobiliser très rapidement leurs réserves hépatopancréatiques ou encore de les restocker.

Après la ligature les deux bacs ont sensiblement les mêmes taux de mues. Par conséquent, les deux séquences alimentaires ont apportés les réserves hépatopancréatiques nécessaires à la maturation des ovaires. En effet au total, 20 femelles sont arrivées à maturité pour chaque bac (cf. tableau n° 7, 8, 9 et 10). Pour les géniteurs d'élevage, le cas est très différent. Les taux de mues sont < 29% et < 44% respectivement pour le lot 1E et le lot 2E. C'est-à-dire qu'elles ont mobilisé les réserves hépatopancréatiques pour la croissance et non pour la reproduction, en plus ce sont des géniteurs destinés à l'origine pour le pré-grossissement donc l'adaptation à la fois à l'alimentation et à la reproduction n'est pas arrivée à leur terme.

III.4.2.3 Apport nutritionnel

Des études menées par WOUTERS et al (2001), ont montré l'importance des lipides et des protides dans la nutrition des Péneidés. De ce fait l'alimentation a été surtout axée sur l'apport en ces deux macroéléments. Une différence est notée entre la teneur en protéines (A : 88,39% et B : 79,38%) et lipides (A : 7,48%, B: 10,84%). Les protéines totales dans la séquence A sont supérieures à celles de la séquence B et inversement pour les lipides totaux. Cependant ces valeurs sont les valeurs optimales obtenues en utilisant les aliments proposés et en effectuant des recherches opérationnelles surtout pour la séquence B.

Par contre, les observations sur la composition nutritionnelle, ne peuvent pas toujours expliquer les succès des aliments frais dans l'organisme des Péneidés. La reproduction est aussi sous contrôle hormonal pour les crevettes de la famille des Péneidés. L'utilisation de la biomasse d'Artémia et des vers Polychètes a été suggérée pour la présence de substance

active dans ces organismes marins. Notamment le méthyl farnesoate, qui est un précurseur de l'hormone ecdysone dont la forme active est la β -ecdysone. Cette hormone a pour rôle principal de stimuler la mue, mais influence ou initie aussi la mitose des gonies et la vitellogenèse. (JAONDRAZANA, 2004). Elle est aussi responsable de l'accroissement de la fécondité et le taux d'éclosion des œufs pour les *P. monodon* (WOUTERS *et al.*, 2001). Ceci explique la similarité entre le taux de fécondité moyen dans les deux bacs.

III.4.3 Efficacité nutritionnelle

Pour tous types de géniteurs, sauvages et d'élevage, les deux séquences d'alimentation sont comparables. La séquence A est la plus favorable pour l'alimentation des géniteurs sauvages tandis que la séquence B est plus favorable pour les géniteurs d'élevage en terme de nombre moyens de femelles matures (cf. figure n° 22 et 30). Les deux séquences A et B ont permis d'obtenir un nombre de pontes moyen ≥ 1 (cf. figure n° 23 et 31 pour tous types de géniteurs, de ce fait les deux séquences sont efficaces en terme de maturité et leur utilisation a permis d'obtenir à la fois des femelles matures et des pontes (cf. figure n° 22, 30 et 38).

Les figures n° 24, 25, 26 illustrent bien qu'il y a une différence significative entre les valeurs de Not, Noef et Nn et que l'utilisation de la séquence A donne des résultats supérieurs par rapport à celle de la séquence B quoique cette différence ne soit pas statistiquement significative. Par contre, les écart-types élevés observés sur les nombre d'œufs estimés fécondés et les nombres de nauplii produits (cf. figure n° 25 et 26) démontrent que la séquence A, donne des résultats individuels très dispersés sur la fécondité et l'éclosion des œufs par rapport à la séquence B. En outre, le Not obtenu pour A et B donnent sensiblement les même écart-types (214 904 pour A et 222 519 pour B). De ce fait, la séquence A donnent plus d'œufs lors de la ponte des géniteurs mais la fécondité l'éclosion des œufs sont très variables tandis que la séquence B donne moins d'œufs mais la fécondité et l'éclosion varient peu. Les figures n° 27, 28 et 29 confirment la similarité des deux séquences d'alimentation en termes de nombre de pontes par femelle, de nombre d'œufs par ponte et de nombre de nauplii par ponte. En effet les valeurs moyennes de ces trois critères de comparaison sont sensiblement identiques pour A et B. La figure n° 43 affirme même que pour tous les types de géniteurs alimentés soient avec B soient avec A le nombre de pontes par femelle avoisinent toujours 1 et les figures n° 27 et 35 confirme les résultats obtenus.

CONCLUSION PARTIELLE III

Cette dernière partie a montré que les facteurs température, salinité, pH et redox pour les 4 lots 1S, 2S, 1E et 2E sont variables mais leurs fluctuations n'ont pas empêché la maturation des gonades des femelles. Les valeurs minimales de températures sont atteintes pour les lots 1E et 2E. Les résultats bruts donnent les résultats de maturité, de ponte, de fécondité et d'éclosion ; avant et après la ligature pour les géniteurs sauvages.

L'étude comparative est basée sur les moyennes et les écart-types des critères nombres de femelles matures, de pontes, d'œufs totaux, d'œufs estimés fécondés, de nauplii, de pontes par femelles, d'œufs par ponte et de nauplii par ponte. L'interprétation des résultats a été divisée en trois les facteurs internes liés aux géniteurs et les facteurs externes liés à l'alimentation et les paramètres physico-chimiques enfin l'efficacité nutritionnelle des séquences alimentaires.

Selon les résultats obtenus, les géniteurs sauvages sont plus favorables pour la production de nauplii que les géniteurs d'élevage, qui sont destinés à l'origine pour le grossissement. En outre, la séquence alimentaire de type A est plus favorable pour l'alimentation des géniteurs sauvages et la séquence de type B répond bien à l'alimentation des géniteurs d'élevage. Les résultats obtenus ont démontrés une différence entre les résultats obtenus par l'utilisation de la séquence A et celle de la séquence B. Mais ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

CONCLUSION GENERALE

Le cadre général de cette étude est de trouver une séquence alimentaire capable de substituer la séquence contenant du crabe cru dont l'utilisation n'a plus été autorisée du fait des risques de transmissions du virus W.S.S.V. par les Crustacés notamment les crabes. Face à cela, l'O.S.O. Farming L.G.A. a employé à la place du crabe cru, le crabe cuit mais on constate une baisse de la production en plus des activités annexes engendrés par la cuisson du crabe. De ce fait on envisage d'éradiquer totalement le crabe dans l'alimentation d'où l'intérêt de la séquence B.

Deux séquences alimentaires l'une basée à 65% de crabe cuit et l'autre à 45% de calmars sont testés dans l'écloserie de la ferme O.S.O. Farming L.G.A. sur des géniteurs sauvages et des géniteurs d'élevage.

Les deux séquences alimentaires A et B ont été mises au point en considérant les valeurs nutritionnelles de chaque aliment qui les composent et le taux d'incorporation de ces aliments dans les séquences alimentaires. A est composée de crabe cuit, moules locales, huîtres, calmars, kodiva et INVE BR. B est composée de calmars, moules de Danemark, kodiva, Polychètes, huîtres, Artémia et INVE BR. La méthodologie appliquée est l'utilisation de ces deux séquences d'alimentation sur des géniteurs pendant deux mois consécutifs.

Les critères de comparaison des résultats sont basés sur les nombres de femelles matures, de pontes, d'œufs totaux produits, d'œufs estimés fécondés, de nauplii, de pontes par femelle, d'œufs par ponte et de nauplii par ponte.

Même avec les différences observées sur les moyennes de ces critères de comparaison, nous ne pouvons pas dire qu'il y a une différence entre les séquences A et B car ces résultats ne sont pas statistiquement différents.

Cette étude a été basée sur l'apport nutritionnel en lipides, glucides et protides des aliments de chaque séquence. Mais les résultats obtenus proposent de nouvelles investigations sur l'introduction de nouvelles variables ; comme le rapport entre ARA/EPA et DHA/EPA ou les teneurs réels en AGPI, AGMI, AGS dans les lipides totaux et les teneurs en AA dans les protides ; dans la mise au point des séquences alimentaires ou bien l'influence des vitamines et des antioxydants contenus dans les aliments frais ?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALAVA V.R., KANAZAWA A., TESHIMA S., KOSHIO S., (1993). Effect of dietary vitamins A, E and C on the ovarian development of *Penaeus japonicus*. Nippon Suisan Gakkaishi 59 7, 1255p

ANDRIAMBOLOLONA J. T., (1999). Essai d'analyse des données biologiques de l'écloserie Nosy-Be Aqualma, cas de l'unité de l'élevage larvaire. Mémoire de fin d'études d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Département Elevage, 175p

ANDRIANAVALINA V. B. V. H. V., (2000), Contribution à l'étude de la qualité des nauplii de crevette *Penaeus monodon* et établissement de la norme de qualité, cas des écloseries Nosy Be et Moramba de la société AQUALMA ; Mémoire de fin d'études d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Département Elevage, 145p

ARLOW F., JAMES L., (1992). Marine Shrimp culture. Principales & Practices, Elsevier Science, 590p

AUTRAND M., (1990), L'élevage des crevettes Péneidés dans ARRIGNON J. Les crustacés tropicaux d'élevage, Maisonneuve et Larose, Paris, France, 150p

AVALLE O. et ROTHUIS, (1991). Manuel pratique pour l'élevage de *Penaeus*, 185p

BARNABE G., (1991), Aquaculture tom 1 ; Technique et documentation ; Paris 562p

BEAUMONT A., CASSIER P., (1981), Biologie animale des protozoaires aux métazoaires épithélienneuriens, 3ème édition, BORDAS, DUNOD Université, 459p

BOSSER, H., (1980), Elevage des crevettes péneidés, TOULOUSE : UT. 107, 134p

DELLA PATRONA L. et BRUN P., (2010), L'élevage de la crevette bleue en Nouvelle-Calédonie, *Litopenaeus stylirostris*, Bases biologiques et zootechnie, 180p.

Ferme pilote d'aquaculture de crevettes Nosy Be MADAGASCAR, 30p.

FISHER SCIENTIFIC LABOSI, (2003-2004), Sciences de la vie, p 904, 1180 à 1185

GOARANT C., (2000), Epidémiologie et facteurs de virulence des bactéries du genre vibrio responsable de mortalité de crevettes d'élevage en Nouvelle-Calédonie. Perspective de lutte. ; Thèse de doctorat, Université de Polynésie Française, Sciences, 185p.

GOYARD E., GOARANT C., BACHERE E., DE LORGERILL J., MUGNIER C., ANSQUER D., BROUTOI F., BRUN P., IMBERT F., JUSTOU D., MAILLEZ J.R., PATROIS J., PHAM D., PEIGNON J.M. ; (2003), Amélioration génétique expérimentale de la crevette d'élevage de Nouvelle-Calédonie : Sélection d'une population de *L. stylirostris* résistante à la bactérie pathogène *Vibrio penaeicida.*, Rapport final pour le Ministère de l'Outre-Mer, 95p.

GUILLAME J., (1987), Choix des matières premières et fabrication des aliments destinés aux crevettes d'élevage. In La nutrition des crustacés et des insectes, 25p.

GUILLAUME J., (1987), Besoins énergétiques, protéiques, vitaminiques et minéraux chez les crustacés. In La nutrition des crustacés et des insectes, 25p.

IFREMER, AQUACOP, SEAFADDEC et FAO MAG/88/006, 85p.

INVE, Fiche technique de Breed S Fresh, 1p.

JAONDRAZANA M. A., (2004), Contribution à l'étude de l'insemination artificielle appliquée au *Penaeus monodon*, Mémoire de fin d'études d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Département Elevage, 119p

MICHEL A., (1985), Les échanges internationaux de crevettes péneïdes vivantes entre les pays du Pacifique, de l'Atlantique et de l'Europe, (1996), 15 (2), 499-515 Revue sci. tech Off int. Epiz, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER), Direction des ressources vivantes, 36p.

M.A.E.P., (2007), Cahier des charges concernant le mode de production et de préparation biologiques des espèces aquacoles et leurs dérivés, Journal Officiel de la République Française, Avenant n° 7 au cahier des charges concernant le mode de production et de préparation biologique des animaux et des produits animaux (CC REPAB F) définissant les modalités d'application du règlement CEE n° 2092/91 modifié du Conseil et/ou complétant les dispositions du règlement CEE n° 2092/91 modifié du Conseil), 45p.

MOHAMMAD Z., MOHAMMAD Z. H. S. et MOHAMMAD A. H.; (2004), Biochemical composition in *Scylla serrata* of Chakaria Sundarban Area, Bangladesh, Pakistan Journal of Biological Sciences 7,.

MOTOH H., (1981). Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn *Penaeus monodon* in the Philippines. Tech. Rep. N°7, SEAFDEC Aquaculture Dept, 128p.

NGUYEN D. H., (2009), Domestication of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in recirculation systems in Vietnam, PhD Thesis, Ghent University, Belgium, 45p

NGUYEN T. M. H., (2009), Valorisation des matières premières marines de faible valeur ajoutée : application au co-produits de thon, Thèse de Doctorat, Génie des procédés, Biotechnologie, 55p.

PRIMAVERA J.H., (1984). A review of Maturation and Reproduction in closed Thelycum Penaeids. Proceedings of the First International Conférence on the culture of Penacid Prawn/Shrimps. 4-7 December at Iloilo city, Philippines, 95p.

PRIMAVERA J.H. et POSADAS R.A., (1981). Studies on the egg quality of *P. monodon Fabricus* based on morphology and hatching rates. Aquaculture 22, 350p

RANAIVOMANANA M. T., (1994), Elaboration du manuel de procédure de l'écloserie d'Andampy Aqualma Nosy Be, Unité Elevage Larvaire ; Mémoire de fin d'études d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Département Elevage, 225p.

RANAIVOMANANTSOA T. H. F., (1996), Contribution à l'étude de performances des géniteurs femelles de *Penaeus monodon*, Cas de l'écloserie de Nosy Be ; Mémoire de fin d'études d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Département Elevage, 150p.

RASOLOFO V. M., (2011), Etude écologique des ressources crevettières dans les mangroves de la baie d'Ambaro, Thèse de Doctorat, Faculté de Sciences, Université d'Antananarivo, Département de Biologie Animale, 250p.

RAZAFINRAZAKA, A.S., (1997), Test de performance zootechnique d'un aliment de crevettes produit par TIKO, Cas de la ferme AQUALMA, Mahajamba, Mémoire de fin d'études d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Département Elevage, 87p.

WOUTERS R., (2004), Shrimp Broodstock Nutrition, Revue, Global Aquaculture Alliance, 63p.

WOUTERS R., LAVENS P., NIETO J., SORGELOSS P.; (2001); Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development, Review article, CENAIM-ESPOL Foundation, 56p.

WEBOGRAPHIE

ANONYME ; (2009) ; Fiche O.S.O. Farming (L.G.A.) ; [en ligne] ; cité le 11/08/10 sur <http://www.madagascar-gambas.com>

ANONYME, (2013), Elevage de la crevette tigrée géante et génétique quantitative, consulté sur www.ulg.ac.be le 22/06/13.

CIQUAL, (2012), Table de composition nutritionnelle des aliments, consulté sur www.data.gouv.fr le 26/02/13

COMAN G., ARNOLD S., PEIXOTO S., COMAN F., CROCOS P. et PRESTON N., (2004) Reproductive performance of reciprocally crossed wild-caught & tank-reared *Penaeus monodon*, [en ligne], consulté sur <https://www.was.org/Documents/MeetingPresentations/WA2005/WA2005-434.pdf> le 17/06/13.

HALL M., NEIL Y., KENWAY M., (2000); Manual for the determination of egg fertility *P. monodon*, Australian Institute of Marine Science, Fisheries Research and Development Corporation, [en ligne] consulté le 17/06/13 sur <http://epubs.aims.gov.au/bitstream/handle/11068/1545/Manual%20for%20the%20determination%20of%20Egg%20Fertilisation%20in%20Penaeus.pdf?sequence=1>.

HOLME et MAY-HELEN, (2008), Towards development of a formulated diet for mud crab (*Scylla serrata*) larvae, with emphasis on lipid nutrition, PhD Thesis, James Cook University, [en ligne], consulté sur <http://eprints.jcu.edu.au/2150/2/02whole.pdf> le 17/06/13
<http://u2.u-strasbg.fr/linguist/hug/ANOVABAE.html> consulté le 17/06/13

LE MOULLAC Gilles., (1995), Adaptation des enzymes à l'alimentation chez la crevette *Penaeus vannamei* (Crustacea, Decapoda), Mémoire pour l'obtention du diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Section des Sciences de la vie et de la Terre, [en ligne], consulté sur <http://archimer.ifremer.fr/doc/00029/14012/11198.pdf> le 17/06/13

LESLIE N. STURMER, KIMBERLY L. M., et ROBERT L. D., (2004), Nutritional composition and marketable shelf life of Blood ark clams and ponderous ark clams, consulté sur <http://edis.ifas.ufl.edu/fe568> le 26/02/13

MARSDEN G., (2008), Factors affecting reproductive performance of the prawn, *Penaeus monodon*, Queensland University of Technology, School of Natural Resource Sciences, Thèse de Doctorat,[en ligne], consulté sur http://eprints.qut.edu.au/29912/1/gay_marsden_thesis.pdf le 17/06/13

SUPPORT DE COURS

ANDRIAMAHOLISOA Charles, (2012), Cours de Recherche Opérationnelle, 5^{ème} année ;
ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

FAWBUSH R. F., (2011), Cours de Chimie et Biochimie Alimentaire I 4^{ème} année ;
ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

FAWBUSH R. F., (2012), Cours de Chimie et Biochimie Alimentaire II 5^{ème} année ;
ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

RAFOMANANA G., (2011), Cours de Pêches et Pisciculture 4^{ème} année ; ESSA/IAA –
Université d’Antananarivo

RAONIZAFINIMANANA B. ; (2010) ; Cours d’introduction aux techniques de
laboratoire, 3^{ème} année ; ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

RAONIZAFINIMANANA B. ; (2011) ; Cours de Français Technique 4^{ème} année ;
ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

RAONIZAFINIMANANA B. ; (2011) ; Cours de Méthodes d’Analyses et Contrôles I 4^{ème}
année ; ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

RAONIZAFINIMANANA B., (2012), Cours d’Industries des Viandes et Poissons, 5^{ème}
année ; ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

RAZAFINDRAJAONA J. M. ; (2011) ; Cours d’Introduction à la Recherche 4^{ème} année ;
ESSA/IAA – Université d’Antananarivo

ANNEXES

Annexe n° 1 : Les matériels utilisés

Thermomètre

Le thermomètre utilisé est un thermomètre à liquide organique rouge. La graduation indélébile est gravée sur tige et résistante à la plupart des solvants. C'est un tube qui mesure 19 cm de long, avec un diamètre de 6cm et comporte un anneau de suspension à l'extrémité supérieur. La plage de mesure se situe entre -10 et +110°C et il a une précision au dixième de degré. Le thermomètre n'est pas étalonnable.



Photo 1: Thermomètre à liquide organique (cliché auteur, 2013)

pH-mètre

L'appareil est de marque HANNA, modèle pHTestr 30. C'est un pH-mètre portable à affichage numérique dont voici la description :

- dimension 163 mm x 40 mm x 26 mm ;
- poids : 100 g environ ;
- source d'énergie quatre piles boutons de 1,5 V et ;
- un appareil plongeur.

La plage de mesure est de -1 à 15. Il est muni de deux types d'électrodes : la première a une résolution de 0,01pH et la seconde 0,1 pH avec respectivement une marge d'erreur de $\pm 0,05$ et $\pm 0,5$. Dans le cas de l'étude menée, la première électrode a été choisie.



Photo 2: pH-mètre (cliché auteur, 2013)

Réfractomètre

Pour la mesure de la salinité, un réfractomètre portable est utilisé. De marque ATAGO, c'est un petit appareil qui pèse quelques centaines de gramme et il sert à mesurer l'indice de réfraction d'un liquide une fois qu'il est exposé à la lumière. Cet appareil est spécialement conçu pour mesurer la teneur en sels de l'eau. Il affiche à la fois la salinité (‰) et la densité. Pour la salinité, la plage de mesure est de 0 à 100‰ avec une résolution de 1‰ et une marge d'erreur de $\pm 1‰$. Pour la mesure de la densité, la plage de mesure est de 1.000 à 1.070 avec une résolution de 0,001 et une marge d'erreur de 0,001. Il a une dimension 40 mm x 200mm ($\varnothing \times L$) et pèse environ 200g. (ANONYME, 2003)



Photo 3: Réfractomètre salinomètre (cliché auteur, 2013)

Redox-mètre

Description de l'appareil

Les dimensions du redox-mètre sont : 142 mm x 71 mm x 26 mm avec un poids d'environ 164 g. Il possède un écran numérique LCD avec un affichage 12,5 mm ou 7 mm de haut, l'appareil est utilisé uniquement pour la mesure du potentiel redox. La source d'énergie est une pile plate de 9 V. Cet appareil est multifonctionnel il peut mesurer le redox, le pH et la température ; selon le type d'électrode utilisée. L'appareil a une plage de mesure entre : -1999 mV et +2000 mV avec une marge d'erreur $\pm 0,1\%$ et si on ramène par rapport à l'électrode standard à hydrogène, l'intervalle est de : -1792 à +2207 mVH, à 25°C. (GREISINGER ELECTRONIC, 2009)

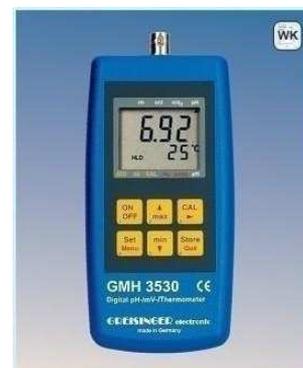


Photo 4 : Le redox-mètre GMH 3530 (Source : GREISINGER ELECTRONIC, 2009)

Description de l'électrode

Comme sonde à redox, le modèle GE 105 est utilisé avec le système de référence argent/chlorure d'argent (Ag/AgCl). Les caractéristiques de la sonde sont : l'électrode est en platine de 6 mm de diamètre baignant dans une solution d'électrolyte (KCl de 3mol/L) ; l'ensemble se trouve à l'intérieur d'une tige en plastique de 120 mm de long avec 12 mm de diamètre. La sonde a une plage de mesure de ± 2000 mV et fonctionne dans un intervalle de température comprise entre 0 et 80°C.



Photo 5: Electrode GE 105 (cliché GREISINGER ELECTRONIC, 2009)

Balance

Une balance de précision est utilisée pour le pesée des aliments distribués et les restes d'aliments. L'appareil est de marque KERN. La capacité de la balance est de 3-6 kg. Le minimum de pesage est de 20 g. Elle a une précision au gramme près.



Photo 6: Balance électronique (cliché auteur, 2013)

Loupe binoculaire

La loupe est de marque PARALUX. Elle possède 2 paires d'oculaire et une tête binoculaire prismatique orientable à 360°. C'est un stéréomicroscope à zoom 1x et 20x. Grossissement 10X et 160X. L'éclairage est transmis et incident de bas en haut. La distance de travail est de 30-90 mm. Les dimensions sont : 170x200x350 mm avec un poids de 5.6 kg



Photo 7: Loupe binoculaire

Bacs de maturation

Les bacs de maturation sont des bacs cylindriques en ciments 3.86 m de diamètre et de 1,24 m de hauteur, donc 12m³ de volume total et 10m³ exploitée. Le fond est légèrement conique. Chaque bac est équipé d'une arrivée d'eau de mer et d'une arrivée d'air. La salle de maturation est éclairée par des lampes de type hublot 40W, placée en quinconce par rapport aux bacs.



Photo 8: Bacs de maturation (cliché auteur, 2013)

Bacs de ponte

Dans les salles de ponte, 32 pondoirs de marque POLYMA sont disposés en parallèles et en 4 rangs. Chaque bac cylindrique est fait en fibre de verre, il mesure 140 cm de diamètre et 80 cm de hauteur avec un fond conique. Un tuyau en PVC de 5 cm de diamètre est placé verticalement au centre du bac et au sommet du cône inférieur. Chaque bac est équipé d'une arrivée d'eau de mer et d'une arrivée d'air. Le volume utile de chaque bac est de 260l.



Photo 9: Bacs de ponte (cliché auteur, 2013)

Casques concentrateur d'œufs

Pendant la récolte des œufs, le fond du bac pondoir est siphonné et l'eau de mer est transvasée dans un casque concentrateur d'œufs. C'est un cylindre en PVC dont le fond est recouvert d'un tamis de 100 μ .



Photo 10: casques concentrateur d'œufs

Bacs d'éclosion

Les salles d'éclosion sont équipées de plusieurs bacs d'éclosion rectangulaires en plastiques. Ils sont rangés en 5 et chaque rangé est équipé d'une arrivée d'eau de mer et d'une arrivée d'air. Chaque bac d'éclosion contient à leur tour des éclosoirs rectangulaires dont le fond est en tamis de 100 μ pour l'aération des nauplii. Un tuyau en forme de L est fixé sur chaque éclosoir pour la récolte des nauplii.



Photo 11: Bacs d'éclosion (cliché auteur, 2013)

Casques concentrateur de Nauplii.

Le casque concentrateur de nauplii est constitué de deux cylindres en PVC de diamètre différents. Les deux sont raccordés et séparés par un filtre dont le diamètre des mailles est de 100 μ



Photo 12: Casques concentrateurs de nauplii (cliché auteur, 2013)

Annexe n° 2 : Comptage des œufs et des nauplii

Comptage des nauplii

- ❖ Mettre les œufs dans un seau de 10 l de capacité.
- ❖ Prendre trois échantillons de 3 ml et observer sous une loupe binoculaire.
- ❖ Compter les œufs dans chaque échantillon et faire la moyenne pour les trois échantillons
- ❖ Extrapoler les résultats en utilisant le tableau suivant : (cf. Tableau de comptage des œufs et des nauplii).

Comptage des œufs

- ❖ Mettre les nauplii dans un seau de 10 l de capacité.
- ❖ Prendre un échantillon de 3 ml et observer sous une loupe binoculaire.
- ❖ Compter les nauplii dans cet échantillon
- ❖ Extrapoler les résultats sur les 10 l en utilisant le tableau suivant (cf. Tableau de comptage des œufs et des nauplii)

Tableau n° 16: Tableau de comptage des oeufs et des nauplii

Volume de prélèvement : 3 ml		
Moyenne comptage	Nombre à 10litres	Nombre à 15litres
15	50	75
16	53	80
17	57	85
18	60	90
19	63	95
20	67	100
21	70	105
22	73	110
23	77	115
24	80	120
25	83	125
26	87	130
27	90	135
28	93	140
29	97	145
30	100	150
31	103	155
32	107	160
33	110	165
34	113	170
35	117	175
36	120	180
37	123	185
38	127	190
39	130	195
40	133	200
41	137	205
42	140	210
43	143	215
44	147	220
45	150	225
46	153	230
47	157	235
48	160	240
49	163	245
50	167	250
51	170	255
52	173	260
53	177	265
54	180	270
55	183	275
56	187	280
57	190	285
58	193	290
59	197	295
60	200	300
61	203	305
62	207	310
63	210	315
64	213	320
65	217	325
66	220	330
67	223	335
68	227	340
69	230	345
70	233	350
71	237	355
72	240	360
73	243	365
74	247	370
75	250	375
76	253	380
77	257	385
78	260	390
79	263	395
80	267	400
81	270	405
82	273	410
83	277	415
84	280	420
85	283	425

Volume de prélèvement : 3 ml

Moyenne comptage	Nombre à 10litres	Nombre à 15litres
86	287	430
87	290	435
88	293	440
89	297	445
90	300	450
91	303	455
92	307	460
93	310	465
94	313	470
95	317	475
96	320	480
97	323	485
98	327	490
99	330	495
100	333	500
101	337	505
102	340	510
103	343	515
104	347	520
105	350	525
106	353	530
107	357	535
108	360	540
109	363	545
110	367	550
111	370	555
112	373	560
113	377	565
114	380	570
115	383	575
116	387	580
117	390	585
118	393	590
119	397	595
120	400	600
121	403	605
122	407	610
123	410	615
124	413	620
125	417	625
126	420	630
127	423	635
128	427	640
129	430	645
130	433	650
131	437	655
132	440	660
133	443	665
134	447	670
135	450	675
136	453	680
137	457	685
138	460	690
139	463	695
141	470	705
142	473	710
143	477	715
144	480	720
145	483	725
146	487	730
147	490	735
148	493	740
149	497	745
150	500	750
151	503	755
152	507	760
153	510	765
154	513	770
155	517	775
156	520	780
157	523	785
158	527	790
159	530	795
160	533	800

Annexe n° 3 : Mode de calcul**Calcul des apports nutritionnels de la séquence A**

$$AN_{Ai} (P) = P_i \cdot I_i$$

$$AN_{Ai} (G) = G_i \cdot I_i$$

$$AN_{Ai} (L) = L_i \cdot I_i$$

AN_{Ai} : Apport Nutritionnel de l'Aliment i (%)

P_i : Protéines de l'aliment i (%)

G_i : Glucides de l'aliment i (%)

L_i : Lipides de l'aliment i (%)

I_i : Taux d'incorporation de l'aliment i dans la séquence

L'apport nutritionnel de la séquence est obtenu par les formules :

$$ANS (P) = \sum_1^6 AN_{Ai}(P) \quad ANS (G) = \sum_1^6 AN_{Ai}(G) \quad ANS (L) = \sum_1^6 AN_{Ai}(L)$$

ANS : Apport Nutritionnel de la Séquence

Calcul des apports nutritionnels de la séquence B

$$AN_{Ai} (P) = P_i \cdot I_i$$

$$AN_{Ai} (G) = G_i \cdot I_i$$

$$AN_{Ai} (L) = L_i \cdot I_i$$

L'apport nutritionnel de la séquence est obtenu par les formules (cf. tableau 5) :

$$ANS (P) = \sum_1^6 AN_{Ai}(P) \quad ANS (G) = \sum_1^6 AN_{Ai}(G) \quad ANS (L) = \sum_1^6 AN_{Ai}(L)$$

Calcul de la biomasse dans les bacs de maturation

Elle est donnée par la formule :

$$B = (Pm \text{ ♂} \cdot N \text{ ♂}) + (Pm \text{ ♀} \cdot N \text{ ♀})$$

B.T : Biomasse (g)

Pm ♂ : Poids moyen des mâles (g)

Pm ♀ : Poids moyen des femelles (g)

N ♂ : Nombre de géniteurs mâles dans le bac au début de l'expérimentation.

N ♀ : Nombre de géniteurs femelles dans le bac au début de l'expérimentation.

Calcul des poids d'aliments distribués

Le poids d'aliments distribués individuellement et pour chaque lot est donné par la formule suivante.

$$P_i = B \cdot T_a \cdot I_i$$

P_i : Poids de l'aliment i (g)

T_a : Taux d'alimentation des géniteurs (25%)

I_i : Taux d'incorporation de l'aliment i dans la séquence alimentaire.

Calcul de l'ajustement des poids d'aliments distribués

Soit

P_1 : le poids de l'aliment distribué

P_2 : le poids de l'aliment restant

P : le pourcentage d'aliment consommé dans le bac.

P_3 : le poids ajusté de l'aliment

Si $P \leq 25$ alors $P_3 = P_1 - (P_1 \cdot 20\%)$

Si $25 < P \leq 50$ alors $P_3 = P_1 - (P_1 \cdot 10\%)$

Si $50 < P \leq 75$ alors $P_3 = P_1$

Si $P > 75$ alors $P_3 = P_1 + (P_1 \cdot 10\%)$

Annexe n° 4 : Fiches de suivis**Tableau 1 : Fiche de suivi de la salle maturation**

Date :

Cycle :

N°BAC		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MUES	Mâle										
	Femelle										
MORTS	Mâle										
	Femelle										
N° Bagues morts	Mâle										
	Femelle										
N° Bagues perdues	Mâle										
	Femelle										
T°C	6h										
	16h										
S‰											

N°BAC		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MUES	Mâle										
	Femelle										
MORTS	Mâle										
	Femelle										
N° Bagues morts	Mâle										
	Femelle										
N° Bagues perdues	Mâle										
	Femelle										
T°C	6h										
	16h										
S‰											

Source : Manuel de l'écloserie O.S.O. Farming L.G.A.

Annexe n° 5 : Observation et comptage des spermatozoïdes spike

Pour observer l'évolution de la qualité des reproducteurs, on peut procéder au comptage des spermatozoïdes spike dans les spermatophores pour les mâles et dans les thélycum chez les femelles. Pour cela, on doit passer par plusieurs étapes importants et un outillage spécial, dont les matériels sont les suivantes :

Les matériels nécessaires :

- Crevette mâle ou thélycum de femelle ;
- eau de mer stérilisée et
- un Potter broyeur nécessaire pour broyer le morceau de thélycum ou le demi-spermatophore



Figure 1 : Potter broyeur

Source : ELVEHJEM, 2013

- une cellule de Malassez et
- un microscope électronique

Description du broyeur

- Broyeur de POTTER de marque pour tissus et poudres, diamètre intérieur du tube 19 mm ;
- Piston lisse ;
- Longueur totale 270 mm, volume 15 ml, longueur du tube 155 mm ;

La technique utilisée :

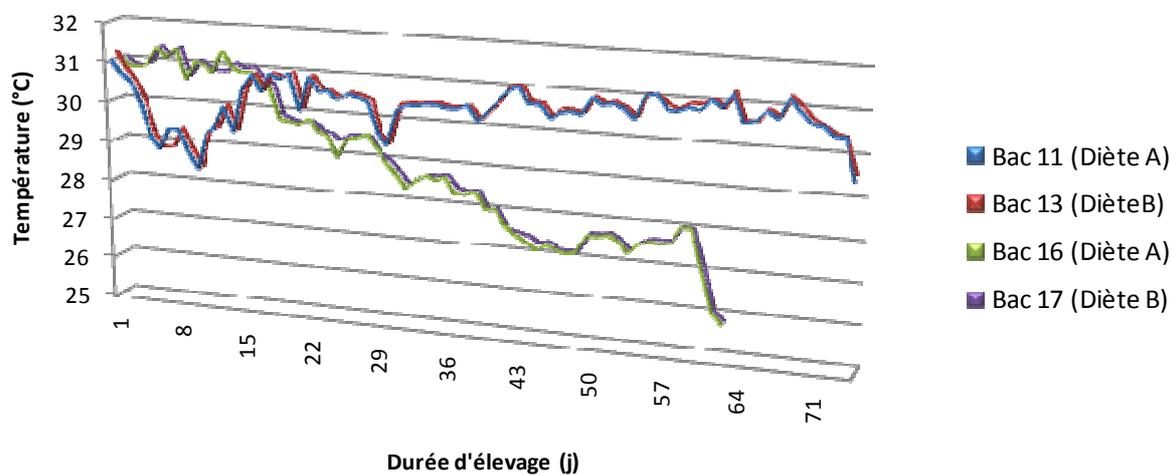
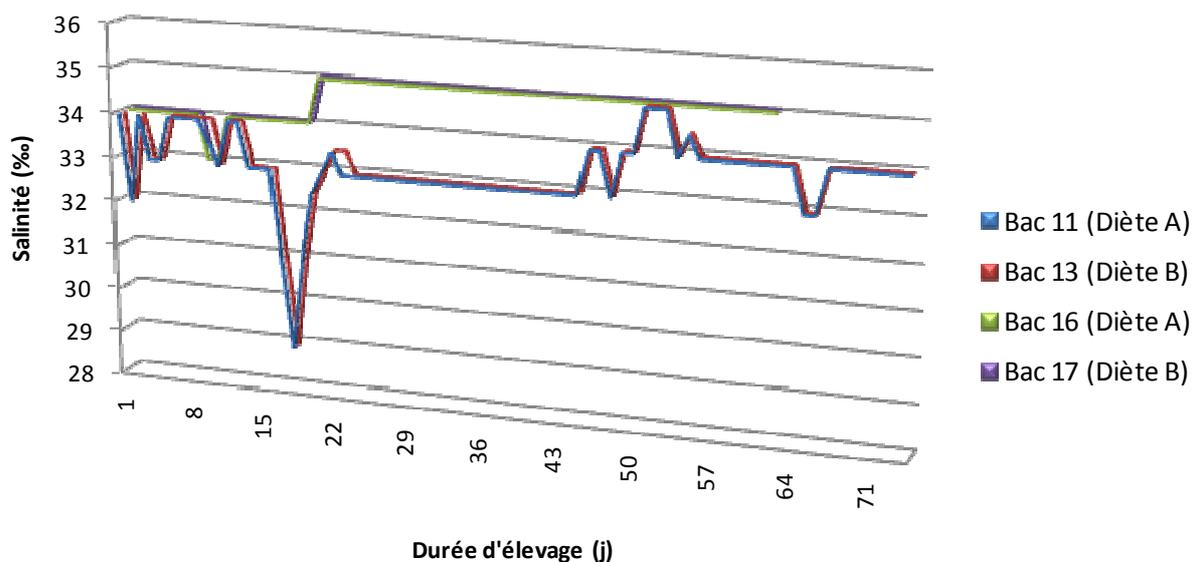
- Il s'agit de prendre un mâle pour l'observer directement s'il y a existence ou non de tâche blanche dans les spermatophores, signe que ceux-ci se développent normalement et pour preuve de l'existence de spermatozoïdes ;
- préparer 2 ml d'eau de mer dans le Potter ;

- disséquer la partie de l'ampoule spermatique pour laisser sortir l'ampoule que l'on va libérer de sa couverture pour avoir donc la première demi-spermatophore ;
- mettre celle-ci dans le Potter puis la broyer manuellement avec le pilon pendant une minute pour libérer les spermatozoïdes, et
- mettre une goutte dans les deux parties de la cellule de Malassez pour observation et comptage.

Comptage :

La première observation au microscope se fait à l'objectif (x10) pour ne voir que des petites boules blanches liées à l'existence de spermatozoïdes. La deuxième se fait à l'objectif (x40) et observation de ceux qui sont spike ou non. Les spike sont ceux qui comportent de petit flagelle.

Puisque dans une cellule de Malassez, il y a vingt (20) grands carrés et dans chaque grand carré encore 20 petits carrés, le comptage doit se faire uniquement sur la première ligne des petits carrés de chaque grand carré de la diagonale. D'abord, les spermatozoïdes spike retrouvés dans la diagonale sont comptés, puis un autre comptage est fait dans l'autre sens sur tous les spermatozoïdes retrouvés dans la même section.

Annexe n° 6 : Suivi journalier des paramètres physico-chimiques du lot 1S**Température****Figure n° 50 : Courbe d'évolution de la température dans les 4 bacs****Salinité****Figure n° 51 : Courbe d'évolution de la salinité dans les 4 bacs**

pH

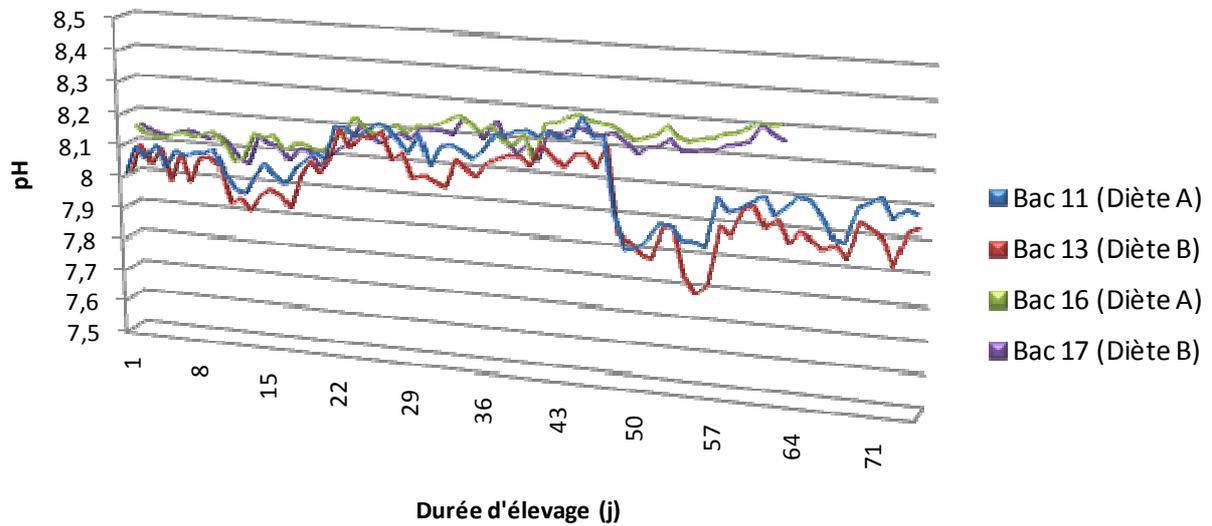


Figure n° 52 : Courbe d'évolution du pH dans les 4 bacs

Redox

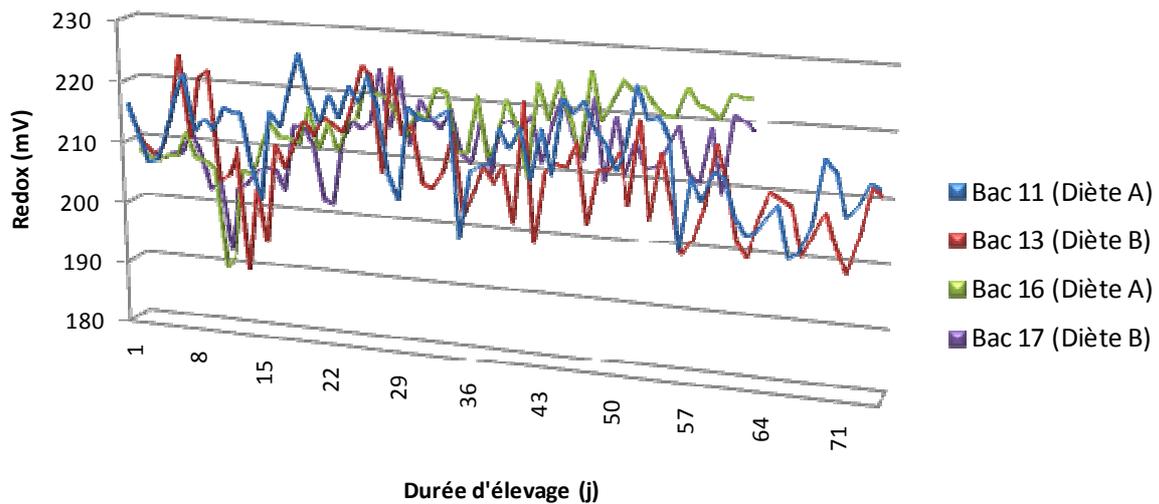


Figure n° 53 : Courbe d'évolution du redox dans les 4 bacs

Annexe n° 7 : Stade de développement des œufs de *P. monodon* de la ponte jusqu'à l'éclosion

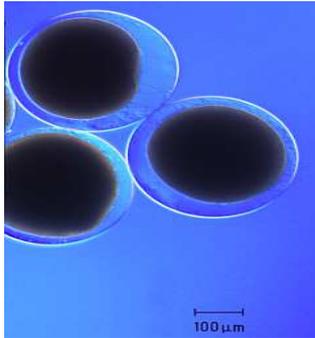


Figure n° 54 : Stade entre 0-30 min

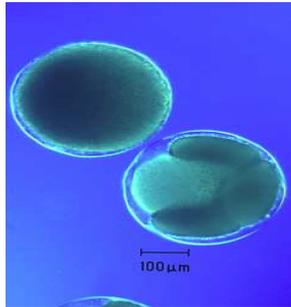


Figure n° 55 : Stade après 1h

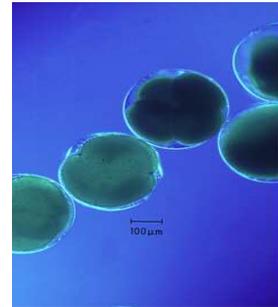


Figure n° 56: Stade à 1h 30 min

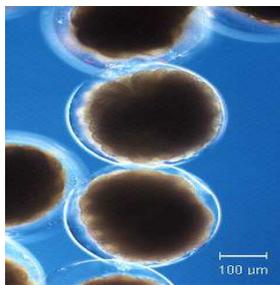


Figure n° 57: Stade à 2h

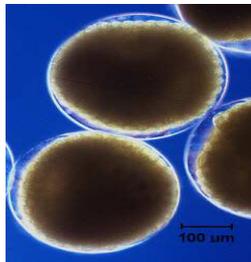


Figure n° 58 : Stade entre 3-4h

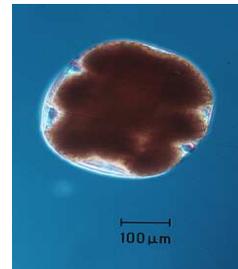


Figure n° 59 : Stade à 5h

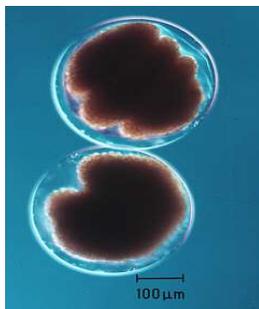


Figure n° 60 : Stade à 6h

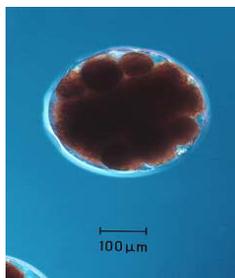


Figure n° 61: Stade à 7h

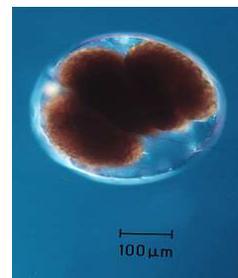


Figure n° 62: Stade à 8h

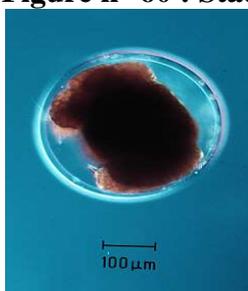


Figure n° 63: Stade à 9h

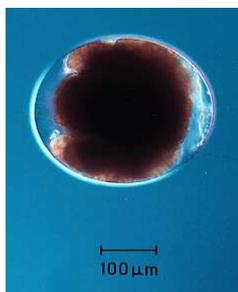


Figure n° 64: Stade à 10h

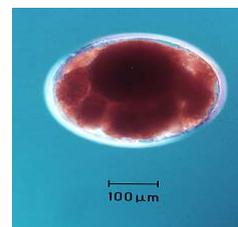


Figure n° 65: Stade à 11h

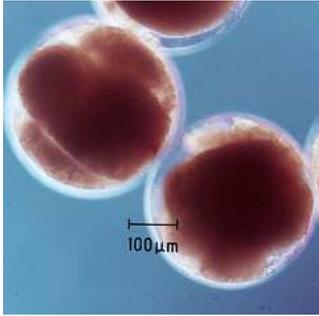


Figure n° 66: Stade à 12h



Figure n° 67: Stade à 13h

Cliccolours.com

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	i
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES ACRONYMES	vii
LISTE DES ABBREVIATIONS	vii
LISTE DES ANNEXES	viii
GLOSSAIRE	viii
INTRODUCTION GENERALE	1
Partie I CONTEXTE GENERAL	2
I.1 PROBLEMATIQUE ET CHOIX DU THEME	2
I.2 O.S.O. Farming L.G.A.	3
I.2.1 Historique	3
I.2.2 Situation Juridique.....	3
I.2.3 Situation Géographique du milieu d'étude.....	3
I.2.4 Climat	4
I.3 FONCTIONNEMENT DE L'ECLOSERIE	4
I.3.1 Unité de maturation	5
I.3.2 Unité de ponte et incubation.....	5
I.3.3 Unité d'élevage larvaire	6

I.3.4	Unité de production d'Algue et d'Artémia	6
I.3.5	Unité de nurserie	6
I.3.6	Unité bactériologique	7
I.4	GENERALITES SUR L'ESPECE <i>P. monodon</i>	7
I.4.1	Biologie	7
I.4.2	Reproduction	11
I.5	LES FACTEURS INFLUENCANTS LA REPRODUCTION DES <i>P. monodon</i> ...	15
I.5.1	Facteurs externes	15
I.5.2	Facteurs internes.....	18
I.6	LES BESOINS NUTRITIONNELS	20
I.6.1	Lipides	20
I.6.2	Protéines	21
I.6.3	Glucides.....	21
I.6.4	Caroténoïdes.....	21
I.6.5	Vitamines	22
I.6.6	Minéraux	22
I.7	LABEL AGRICULTURE BIOLOGIQUE	22
I.7.1	Ecloserie	23
I.7.2	Grossissement.....	24
CONCLUSION PARTIELLE I.....		26
Partie II	MATERIELS ET METHODES	27

II.1	FORMULATION DES SEQUENCES ALIMENTAIRES.....	27
II.1.1	Séquence alimentaire A.....	27
II.1.2	Séquence alimentaire B.....	28
II.2	ETUDE DE L'EFFICACITE NUTRITIONNELLE.....	30
II.2.1	Sélection des géniteurs pour la maturation	30
II.2.2	Conduites de l'élevage des géniteurs	31
II.2.3	Conduite de l'alimentation des géniteurs	35
II.2.4	Méthodes de suivi et mesures des paramètres physico-chimiques	39
II.2.5	Mesure de l'efficacité des séquences	40
	CONCLUSION PARTIELLE II	43
Partie III	RESULTATS ET DISCUSSIONS	44
III.1	ETUDES DE L'INFLUENCE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES....	44
III.1.1	Lot 1S	44
III.1.2	Lot 2S	45
III.1.3	Lot 1E.....	46
III.1.4	Lot 2E.....	47
III.2	RESULTATS	48
III.2.1	Géniteurs sauvages alimentés avec les séquences A et B	48
III.2.2	Géniteurs d'élevage alimentés avec les séquences A et B	51
III.2.3	Géniteurs sauvages alimentés avec la séquence A avec ligature directe	53
III.2.4	Géniteurs d'élevage alimentés avec la séquence A avec ligature directe	53

III.2.5	Géniteurs alimentés avec la séquence contenant 65% de crabes crus.....	54
III.3	ETUDES COMPARATIVES DE L'EFFICACITE NUTRITIONNELLE	55
III.3.1	Géniteurs sauvages	55
III.3.2	Géniteurs d'élevage.....	59
III.3.3	Influence des origines des géniteurs.....	63
III.4	INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS	67
III.4.1	Facteurs intrinsèques	68
III.4.2	Facteurs extrinsèques	70
III.4.3	Efficacité nutritionnelle.....	72
	CONCLUSION PARTIELLE III.....	73
	CONCLUSION GENERALE	74
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	75
	ANNEXES.....	80
	TABLE DES MATIERES	a

<p align="center">UNIVERSITE D'ANTANANARIVO Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (E.S.S.A) Tél : (261) 22 228 67 – BP : 175-CP 101</p>	<p align="center">MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DIPLOME D'INGENIEUR AGRONOME Spécialisation : Industries Agricoles et Alimentaires</p>
<p>Date de réalisation : Janvier 2013 à Aout 2013 Encadreur pédagogique : Docteur Fanjaniaina FAWBUSH RAZAFIMBELO</p>	<p>Organisme d'accueil : O.S.O. Farming Les Gambas de l'Ankarana Tel : +261.20 22 225 55 Fax : +261.20 22 645 61</p> <p>Responsables :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eric DOUHERET (Directeur des Opérations) • Philippe RUEZ, Pierre BOZZOLLA (Direction Ecloserie)
<p>AUTEUR : Jonah Oniharilala RAFALINIRINA TITRE : Etude comparative de l'efficacité nutritionnelle de séquences alimentaires sur des géniteurs de <i>Penaeus monodon</i> ; cas de l'O.S.O. Farming L.G.A.</p>	
<p align="center">Famintinana </p> <p>Ny fifanesena sakafo A misy drakaka masaka 65% ary iray hafa B misy kalamara 45% dia nandramana tamin'ny 22 lahy sy 22 vavin'ny mpanatody dia ary 10 lahy sy 10 vavin'ny mpanatody nompiana, amin'ny biby <i>Penaeus monodon</i>. Ny fahombiazana ara-pisakafoan'ireo fifanesena sakafo ireo izay nofantarina tamin'ny fahamatoran'ny vavy, ny fanatodizana, ny fahalonahana sy ny fahafoizan'ny atody ; novolavolaina tamin'ny fahafantarana ny tahan'ny menaka, ny praotida ary ny gliosida entin'ireo sakafo. Tsy misy fahasamihafana ara-statistika eo amin'ny A sy B eny fa na dia ambony kokoa aza ny salan'isa amin'ireo fampitahana ho an'ny A noho ny an'ny B.</p> <p align="center">Résumé </p> <p>Une séquence alimentaire A contenant 65% de crabe cuit et une autre séquence B contenant 45% de calmars sont testés sur 22 mâles, 22 femelles de géniteurs sauvages et 10 mâles, 10 femelles de géniteurs d'élevage de l'espèce <i>Penaeus monodon</i>. L'efficacité nutritionnelle de ces séquences sur la maturité des femelles, la ponte, la fécondation et éclosion des œufs; mises au point en considérant les apports en lipides, protides et glucides des aliments a été étudiée. Il n'existe pas de différence statistiquement significative entre A et B même si les moyennes des critères de comparaison de A sont supérieures à celles de B.</p> <p align="center">Abstract </p> <p>A diet A containing 65% of cooked crab and another diet B containing 45% of squids are tested on 22 males, 22 females of wild broodstock and 10 males, 10 females of breeding broodstock of the species <i>Penaeus monodon</i>. Nutritional effectiveness of these diets on the maturity of the females, the spawn, the eggs's fecundity and hatching.; developed by considering the contributions in lipids, protids and glucids of foods was studied. There is no statistically significant difference between A and B even if the averages of the comparison criterions of A are higher than those of B.</p>	
<p>Teny fototra : mpanatody, <i>Penaeus monodon</i>, fahamatorana, fanatodizana, drakaka, kalamara, L.G.A. Mots-clés : géniteurs, <i>Penaeus monodon</i>, maturité, ponte, crabes, calmars, L.G.A. Keywords: broodstock, <i>Penaeus monodon</i>, maturity, spawn, crabs, squids, L.G.A.</p>	
<p>Je soussigné Jonah Oniharilala RAFALINIRINA, propriétaire des droits de production du résumé du mémoire mentionné ci-dessus, autorise par la présente toutes les sources bibliographiques à signaler et publier et le dit résumé ou, émet les réserves suivantes</p> <p align="center">Date Signature</p>	