

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES HOUARI BOUMEDIENNE
USTHB/Alger

Faculté des Sciences Biologiques



THESE

Présentée pour l'obtention du grade de DOCTORAT EN SCIENCES
Spécialité : Sciences biologiques
Option : Ecologie et environnement marin :
Océanographie biologique et environnement marin.

Par

Hanane KENNOUCHE

Sujet

Les Céphalopodes de la côte algérienne.
Ecologie, biologie et exploitation de la seiche commune
***Sepia officinalis* Linnaeus 1758, de la région d'Alger.**

Soutenue publiquement, le 13 mars 2017 devant le jury composé de :

Mme C. REBZANI-ZAHAF	Professeur à l'USTHB	Présidente
Mr. A. NOUAR	Professeur à l'USTHB	Directeur de Thèse
Mr. R. SEMROUD	Professeur à l'ENSSMAL	Examineur
Mme S. NAJAÏ-EZZEDDINE	Directrice de Recherche à l'INSTM-Tunisie	Examinatrice
Mr. A. HAFERSSAS	Professeur à l'USTHB	Examineur
Mr. K. HARCHOUCHE	Professeur à l'USTHB	Examineur

**Les Céphalopodes de la côte algérienne.
Ecologie, biologie et exploitation de la seiche *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758
de la région d'Alger**

H. Kennouche. Laboratoire Halieutique, Faculté des sciences biologiques. USTHB

Résumé.

Cette étude basée sur des données et observations récoltées à partir des apports de pêche commerciale de la région d'Alger ainsi que celles issues des prospections effectuées par trois campagnes différentes le long de la côte algérienne apporte, pour la première fois, des éléments sur les répartitions géographiques et bathymétriques des espèces de Céphalopodes ainsi que leur inventaire. Aussi, cette étude s'est également intéressée à l'écologie, au régime alimentaire, à la reproduction, à la croissance et à l'exploitation d'une espèce sepiidés : *Sepia officinalis*.

Deux communautés de Céphalopodes se distinguent en fonction du gradient de la profondeur. La seiche *S. officinalis* est présente dans tous les secteurs de l'activité de pêche en Algérie entre la surface et 200m. Sa faune associée est composée de poissons à intérêt commercial certain. Une première étude morphométrique et physicochimique de l'os de seiche apporte des nouveaux éléments sur une probable discrimination des populations de seiche le long de la côte algérienne.

Le régime alimentaire de *S. officinalis* est constitué principalement de Poissons et de Crustacés. Cette espèce présente une ponte étalée entre février et juillet avec une taille de première maturité sexuelle de 12,6 cm pour les femelles et 10,6 cm pour les mâles. L'étude de la fécondité montre qu'une femelle de 100g donne environ 500 œufs.

Les paramètres de croissance (du modèle de Von Bertalanffy) déterminés par analyse de structure d'âge (Petersen) et analyse de structure de taille (Powell-Wetherall) ont permis de dresser l'équation de la croissance et les relations taille-poids établis pour les femelles, les mâles et les deux sexes confondus. Les résultats sont comparables et proches à ceux obtenus par d'autres auteurs. Le coefficient de mortalité totale, naturelle et par pêche ainsi que la taille de sélection obtenus par méthode statistique, ont servi à l'application du modèle analytique de Beverton et Holt complété par l'analyse des populations virtuelle (par le logiciel VIT). Ces méthodes indiquent un niveau optimal d'exploitation pour la seiche *S. officinalis* de la région d'Alger.

Mots-clés :

Céphalopodes - *Sepia officinalis* - Méditerranée - Alger - Ecologie - Communauté-Reproduction - Fécondité - Faune associée - Régime alimentaire - Croissance - Exploitation.

Remerciements

Au terme de ces sept années, j'aimerais remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à ce travail et sans lesquelles il ne serait pas ce qu'il est.

Je tiens à remercier chaleureusement Ahmed Nouar avec qui, j'ai eu le grand plaisir de travailler pendant plusieurs années et qui a suivi avec beaucoup d'attention et d'amitié mon travail. Merci pour tout l'enseignement que vous m'avez apporté, merci pour la confiance, le soutien et pour la liberté scientifique que vous m'avez toujours accordée, que ce soit dans les directions scientifiques à prendre ou pour la rédaction de ce manuscrit.

Mes remerciements vont aussi à Pilar Sanchez et Jean Paul Robin, généreux de cœur et d'esprit, pour m'avoir dirigé dès le début de mes recherches. J'adresse particulièrement mes sincères remerciements à Mme Jereb Patrizia, qui m'a apporté son aide inestimable relative à l'écologie des Céphalopodes.

Je voudrais également remercier vivement le Professeur Rebzani-Zahaf Chafika pour ses encouragements, son soutien et pour avoir accepté de présider le jury.

Je remercie les membres du jury de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail: M. Harchouche pour ses conseils, M. Hafferssas pour sa disponibilité, en dépit des différentes responsabilités qui leur incombent et pour l'attention qu'ils ont portée au manuscrit.

Je remercie aussi Mme Najai-Ezzeddine Soufia d'avoir bien voulu se déplacer de Tunis et répondre présente à l'examen de cette thèse ainsi que M. Semroud Rachid qui était toujours présent dès mes premiers pas à l'université.

Je remercie aussi M. Annane R., Directeur du centre national de développement de la pêche et de l'aquaculture de m'avoir autorisé à utiliser la campagne d'évaluation démersale de 2012 réalisée par la navire océanographique « Grine Belkacem » le long de la côte algérienne ainsi que tous les scientifiques qui y ont participé et particulièrement Mekhazni Lyes et Bou Hadja Amine ; grâce à qui leur curiosité scientifique nous ont permis de parfaire les identifications des différentes espèces de Céphalopodes.

Je remercie aussi Madame la responsable de la bibliothèque de l'université « Pierre et Marie Curie » (Géosciences et environnement) – Paris 6- Mme Karpp-Lahmaïdi Laurence,
d'avoir bien voulu m'accueillir et m'aider à consulter
des articles scientifiques utiles à ma recherche.

Aussi, je remercie Mme ProdHomme Jacqueline et M. Ferlin Philippe
pour leurs aides précieuses.

J'adresse aussi mes remerciements au laboratoire des sciences du sol, INRAA, Beraki, pour la
préparation des échantillons aux analyses chimiques, en particulier Mme Azouaou, Mme
Boulahbel pour ses orientations scientifiques et M. Zouahra. Je remercie également
M. Hemida F. et M. Brahmi B. de m'avoir ouvert les portes du laboratoire
De l'ENSSMAL à Sidi Fredj.

J'aimerais aussi remercier Mme Bouchfer responsable du laboratoire de l'office national
d'assainissement et Mme Belaid. Merci également à Mme Amalou Directrice du laboratoire
de contrôle de salubrité des produits et des milieux de la pêche et de l'aquaculture de Ain
Bénian, Mlle Chaoudi Radia et M. Guendouzi Yacine et à travers eux,
tout le laboratoire, pour avoir permis les analyses chimique de l'os de seiche
par le spectrophotomètre à absorption atomique.

Mes remerciements vont conjointement au Directeur de la pêche et des ressources
halieutiques de la wilaya de Tipaza et au chef de service M. Ralem Mustapha ainsi que Mme
la responsable des statistiques au niveau du Ministère de la pêche Lila Lounaci, dont je
remercie l'efficacité, qui m'a permis d'avoir les données nécessaires
à la réalisation de ce travail.

Aussi, l'échantillonnage n'aurait pas réussi sans l'aide et l'appui de : M. Laid, poissonnier de
la pointe pescade et ses amis, la chambre froide de Bou Ismail ainsi que les pêcheurs et les
vendeurs de l'abris de pêche de Fouka marine de m'avoir permis de mesurer
plusieurs individus de seiche commune.

Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans la collaboration et les conseils de nombreux
collègues et compagnons de thèse : Mokrane Zakia, Belkacem yasmîna, Ruidi Samir,
Lahmar Nahla et Ourahmoune Abdelhalim, cadre à l'ONA.

Je tiens aussi à remercier et à dédicacer mon travail à Mme Korichi H.S. et Mme Illoul H. mes
anciens encadreurs de m'avoir encouragé dès le début
de mes études et m'avoir appris à réaliser mes recherches.
Qu'elles trouvent ici toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude.

Mes remerciements vont aussi à ma famille pour leur affection maintes fois renouvelée :
à mes parents, ma sœur, mon frère et mes belles sœurs qui m'ont tous soutenu
tout au long de la thèse.

Merci mon cher mari pour ton amour, ton soutien, surtout ta patience et ton réconfort. Merci
de m'avoir permis d'aller au bout de ma passion. Je ne saurai jamais assez te remercier.



Sommaire	Page
Introduction	1
Chapitre 1. Données générales	
1.1.Le milieu	3
1.1.1. Conditions hydrologiques du bassin algérien	3
1.1.1.1.Les masses d'eaux	3
1.1.1.2.La circulation générale en Méditerranée occidentale	4
1.1.2. La marge continentale de la Méditerranée occidentale	5
1.1.2.1.La marge continentale algérienne	6
1.1.2.2.Caractéristiques sédimentologiques côtières de la côte algérienne	6
1.2.Présentation de la classe des Céphalopodes	7
1.2.1. Les premières études de Céphalopodes en Algérie	7
1.2.2. Description de la classe des Céphalopodes	8
1.2.3. Position systématique de la seiche <i>Sepia officinalis</i>	8
1.2.4. Description de l'espèce étudiée <i>Sepia officinalis</i>	10
1.2.5. Distribution et écologie de <i>Sepia officinalis</i>	11
1.3.La pêche de <i>Sepia officinalis</i>	14
1.4. Récolte et traitement des données	14
1.4.1. Sources des données	14
1.4.1.1.Echantillonnage de la pêche commerciale	14
1.4.1.2.Campagne « Thalassa »	14
1.4.1.3.Campagne « Visconde De Eza »	15
1.4.1.4. Campagne du CNRDPA	15
1.4.2. Traitement des échantillons	15
1.4.2.1. Détermination du sexe	15
1.4.2.2.Mensurations et pesés	15
1.4.2.3.Prélèvement et conservation des organes et de l'os	16
Chapitre 2. Ecologie des Céphalopodes	
2.1. Présentation des Céphalopodes des côtes algériennes	17
2.2. Ecologie des Céphalopodes de la côte algérienne	19
2.2.1. Distributions géographiques	19
2.2.2. Distributions bathymétriques	23
2.3. Assemblage des Céphalopodes	25
2.3.1. Indices écologiques	26
2.3.1.1. L'indice de Shannon-Wiener	27
2.3.1.2. L'indice de Pielou	27
2.3.1.3. Résultats des indices écologiques	28
2.4. Ecologie de <i>Sepia officinalis</i>	28
2.4.1. Distribution géographique	28
2.4.2. Distribution bathymétrique	29

2.4.3. Répartition de <i>S. officinalis</i> en fonction de la nature du fond	30
2.4.4. Répartition de <i>S. officinalis</i> en fonction de la température du fond	31
2.4.5. La faune associée à <i>S. officinalis</i>	31
2.5. Etude Physico-chimique et morphométrique de <i>S. officinalis</i> le long de la côte algérienne	33
2.5.1. Matériel et méthodes	33
2.5.2. Résultats et discussion	35

Chapitre 3. Etude du régime alimentaire

3.1. Description de l'appareil digestif de <i>S. officinalis</i>	37
3.2. Matériels et méthodes	38
3.3. Résultats	39
3.3.1. Indice de fréquences des proies	40
3.3.2. Comparaison du régime alimentaire entre les deux sexes	41
3.3.3. Evolution saisonnière du régime alimentaire	41
3.3.4. Variation saisonnière du régime alimentaire en fonction du sexe	42
3.3.5. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille et du sexe	43
3.3.6. Indice de réplétion	45
3.3.7. Coefficient de vacuité	47
3.4. Discussion des résultats	48
3.5. Position de <i>S. officinalis</i> dans la chaîne trophique	50
3.6. Facteur de condition	52

Chapitre 4. Etude de la reproduction

4.1. Description de l'appareil reproducteur	55
4.1.1. L'appareil reproducteur mâle	55
4.1.2. L'appareil reproducteur femelle	55
4.2. la ponte	56
4.3. Etude du sex-ratio	57
4.3.1. Evolution du sex-ratio en fonction de la taille	59
4.3.2. Evolution mensuelle du sex-ratio	59
4.3.3. Evolution saisonnière du sex-ratio	60
4.4. Indices de reproduction	61
4.4.1. Maturité sexuelle et période de reproduction	62
4.4.2. Variation du rapport gonado-somatique	63
4.4.2.1. le rapport gonado-somatique et nidamento-somatique des femelles	64
4.4.2.2. Le rapport gonado-somatique et indice spermatophorique des mâles	64
4.5. Taille à la première maturité	65
4.6. Etude de la fécondité	66
4.6.1. Fécondité absolue ou individuelle	67
4.6.1.1. Variation de la fécondité absolue en fonction de la longueur dorsale du manteau	67
4.6.1.2. variation de la fécondité absolue en fonction du poids individuel	68

4.6.1.3. Variation de la fécondité absolue en fonction du poids de la gonade	69
4.6.2. Fécondité relative	71
4.6.3. Fécondité globale	71

Chapitre 5. Etude de la croissance

5.1. Population échantillonnée	74
5.2. Modification de la largeur relative du sépion	75
5.3. Etude de la croissance linéaire	76
5.3.1. Etude de la croissance linéaire par analyse de structure d'âge	76
5.3.1.1. Analyse de distribution des fréquences de taille	77
5.3.1.2. Résultats de la méthode indirecte	77
5.3.1.3. Expression mathématique de la croissance	83
5.3.1.3.1. Modèle utilisé	83
5.3.1.3.2. Détermination des paramètres de croissance	84
5.3.2. Etude de la croissance par analyse de structures de taille	84
5.3.2.1. Méthodes utilisées	84
5.3.2.2. Résultats de l'analyse de structures de taille	85
5.3.2.3. Choix des paramètres de croissance	88
5.4. Croissance relative	88
5.4.1. Etablissement des relations biométriques	89
5.4.2. Etablissement de la relation taille-poids	90
5.5. Croissance pondérale	93

Chapitre 6. Etude de l'exploitation

6.1. Captures des Céphalopodes sur la côte algérienne	95
6.2. Les apports de pêche en Céphalopodes du port de Bou Haroun	96
6.3. Mortalités	100
6.3.1. Méthodes d'étude	100
6.3.1.1. Estimation de la mortalité totale (Z)	100
6.3.1.2. Estimation de la mortalité naturelle (M)	100
6.3.1.3. Estimation de la mortalité par pêche (F)	101
6.3.2. Résultats des coefficients de mortalité	101
6.3.2.1. Coefficient de mortalité total	101
6.3.2.2. Coefficient de mortalité naturelle	102
6.3.2.3. Coefficient de mortalité par pêche	103
6.4. Recrutement et sélection	103
6.4.1. Méthodes d'étude	103
6.4.2. Résultats	104
6.5. Evaluation du rendement par recrue	105
6.5.1. Modèle utilisé	105
6.5.2. Résultats	106
6.5.3. Discussion des résultats	108
6.6. Analyse virtuelle de population (VPA)	109
6.6.1. Modèle utilisé	109
6.6.2. Résultats	110

6.6.2.1. Capture en nombre et en poids	110
6.6.2.2. Analyse de la biomasse	111
6.6.2.3. Analyse des mortalités par pêche	113
6.6.2.4. Biomasse totale équilibrée (D)	114
6.6.2.5. Rendement et biomasse par recrue	115
Conclusion	116
Références bibliographiques	118
Annexes	

Liste des Figures

	Page
Figure 1.1. Circulation générale des eaux algérienne selon Millot (1999) revue par Durieu et Madron et <i>al.</i> (2011)	05
Figure 1.2. Planche montrant les caractères distinctifs de <i>Sepia officinalis</i>	12
Figure 1.3. Distribution géographique de l'espèce <i>Sepia officinalis</i>	13
Figure 1.4. Différentes mensurations réalisées sur <i>S. officinalis</i>	16
Figure 2.1. Analyse de correspondance principale (Statistica6)	26
Figure 2.2. Espèces associées à <i>S. officinalis</i> à partir de la campagne Thalassa	32
Figure 2.3. Espèces associées à <i>S. officinalis</i> à partir de la campagne CNRDPA	33
Figure 3.1. Schéma du système digestif de <i>S. officinalis</i> (Mangold et Bidder, 1989)	38
Figure 3.2. Proportion des proies ingérées par les femelles et les mâles	41
Figure 3.3. Variation saisonnière du régime alimentaire	43
Figure 3.4. Variation saisonnière du régime alimentaire chez les femelles	43
Figure 3.5. Variation saisonnière du régime alimentaire chez les mâles	43
Figure 3.6. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille chez les femelles	44
Figure 3.7. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille chez les mâles	44
Figure 3.8. Variation mensuelle de l'indice de réplétion chez <i>S. officinalis</i>	46
Figure 3.9. Variation saisonnière de l'indice de réplétion chez <i>S. officinalis</i>	46
Figure 3.10. Variation mensuelle du coefficient de vacuité chez <i>S. officinalis</i>	48
Figure 3.11. Variation saisonnière du coefficient de vacuité chez <i>S. officinalis</i>	48
Figure 3.12. Evolution du facteur de condition de <i>S. officinalis</i>	54
Figure 4.1. Appareil reproducteur mâle et femelle de <i>S. officinalis</i>	58
Figure 4.2. Evolution du taux de féminité en fonction de la taille	59
Figure 4.3. Proportion mensuelle des femelles de <i>S. officinalis</i> avec la précision	60
Figure 4.4. Evolution saisonnière des proportions des femelles de <i>S. officinalis</i> avec la précision	61
Figure 4.5. Evolution des stades de maturité chez les femelles pour l'année 2010	63
Figure 4.6. Variation mensuelle du rapport gonado-somatique et nidamento-somatique	64
Figure 4.7. Variation mensuelle de l'indice spermatophorique moyen et le rapport gonado-somatique	64
Figure 4.8. Détermination de la première taille de maturité chez les femelles	65
Figure 4.9. Détermination de la première taille de maturité chez les mâles	66
Figure 4.10. Fécondité individuelle en fonction de la longueur dorsale du manteau	68
Figure 4.11. Fécondité individuelle en fonction du poids individuel	69
Figure 4.12. Fécondité individuelle en fonction du poids de la gonade	70
Figure 4.13. Fécondité globale ou capacité de reproduction de <i>S. officinalis</i>	73
Figure 5.1. Proportion des échantillons femelles et mâles en fonction de leur taille	74
Figure 5.2. Variation selon le sexe de la largeur (I) en fonction de la longueur (L) du sépion de <i>S. officinalis</i>	76
Figure 5.3. Distribution des fréquences de taille chez les mâles de <i>S. officinalis</i>	79
Figure 5.4. Distribution des fréquences de taille chez les femelles de <i>S. officinalis</i>	80
Figure 5.5. Distribution des fréquences de taille des deux sexes confondus de <i>S. officinalis</i>	81
Figure 5.6. Décomposition de la distribution de fréquence de taille de <i>S. officinalis</i> en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II)	82
Figure 5.7. Courbe théorique de croissance linéaire de <i>S. officinalis</i> obtenue par analyses des données de taille par âge (FISAT II)	84
Figure 5.8. Détermination de LDM_{∞} et Z/K par la méthode de Powell-Wetherall	86

Figure 5.9. Détermination du K par la méthode d'ELEFAN	87
Figure 5.10. Croissance relative des femelles, des mâles et des deux sexes confondus	92
Figure 6.1. Capture des Céphalopodes enregistrées dans la wilaya d'Alger	95
Figure 6.2. Capture des Céphalopodes enregistrées dans la wilaya d'Oran	95
Figure 6.3. Capture des Céphalopodes enregistrées dans la wilaya de Annaba	95
Figure 6.4. Capture des Céphalopodes par unité d'effort réalisée par les chalutiers des wilaya d'Alger, d'Oran et de Annaba	96
Figure 6.5. Courbe de capture linéarisée	97
Figure 6.6. Courbe de Jones et Van Zalinge	98
Figure 6.7. Détermination des probabilités de captures de <i>S. officinalis</i> (Fisat II)	101
Figure 6.8. Rendement et biomasse relative par recrue en fonction du niveau d'exploitation pour <i>S. officinalis</i>	103
Figure 6.9. Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée de <i>S. officinalis</i> de la région d'Alger	110
Figure 6.10. Rendement par recrue, biomasse par recrue et biomasse par recrue du stock reproducteur en fonction du facteur effort pour <i>S. officinalis</i> (Vit4WIN)	111

Liste des Tableaux

	Page
Tableau 2.1. Nombre d'espèces de Céphalopodes obtenus par différents auteurs en Méditerranée	19
Tableau 2.2. Répartition des espèces de Céphalopodes le long de la côte algérienne	21
Tableau 2.3. Fréquence d'apparence (F, nombre de traits de chalut où l'espèce a été capturée en relation avec le nombre de traits réalisés à chaque strate de profondeur), capture moyenne par heure (g/h) et pourcentage de biomasse des espèces capturées dans les cinq strates bathymétriques	22
Tableau 2.4. Les Céphalopodes capturés par les trois campagnes campagnes (Thalassa, Visconde de Eza et CNRDPA) le long de la côte algérienne	24
Tableau 2.5. Quelques indices écologiques des Céphalopodes par strates de profondeur	28
Tableau 2.6. Répartition géographique de <i>S. officinalis</i> sur la côte algérienne	29
Tableau 2.7. Répartition bathymétrique de <i>S. officinalis</i> sur la côte algérienne	29
Tableau 2.8. Rendement de <i>S. officinalis</i> en fonction de la profondeur	30
Tableau 2.9. Répartition de <i>S. officinalis</i> selon la nature du fond	31
Tableau 2.10. Intervalle des résultats morphométriques et physicochimiques	35
Tableau 2.11. Niveau de confiance (en pourcentage) obtenus par le test de Mann-Whitney entre les trois régions algériennes	35
Tableau 2.12. Niveau de confiance (en pourcentage) obtenus par le test de Mann-Whitney entre les trois régions algériennes	36
Tableau 3.1. Nombre d'individus de <i>S. officinalis</i> récoltés par saisons et par sexe pour l'étude du régime alimentaire	39
Tableau 3.2. Inventaire des proies ingérées par <i>S. officinalis</i>	40
Tableau 3.3. Différents groupes de proies de <i>S. officinalis</i> exprimés en fréquence	40
Tableau 3.4. Indice de fréquence saisonnier chez <i>S. officinalis</i>	42
Tableau 3.5. Indices de réplétion mensuels chez <i>S. officinalis</i>	45
Tableau 3.6. Indices de réplétion saisonniers chez <i>S. officinalis</i>	45
Tableau 3.7. Coefficients de vacuité mensuels chez <i>S. officinalis</i>	47
Tableau 3.8. Coefficients de vacuité saisonniers chez <i>S. officinalis</i>	47
Tableau 3.9. Proies et prédateur de <i>S. officinalis</i>	51
Tableau 3.10. Facteur de condition des femelles	53
Tableau 3.11. Facteur de condition des mâles	53
Tableau 4.1. Nombre de femelles et de mâles, leurs pourcentages et précisions	60
Tableau 4.2. Proportion des femelles et des mâles en fonction des saisons avec leur précision	61
Tableau 4.3. Estimation macroscopique mensuelle des stades de maturité des femelles	62
Tableau 4.4. Fécondité individuelle en fonction de la longueur dorsale du manteau de <i>S. officinalis</i>	67
Tableau 4.5. Fécondité individuelle en fonction du poids individuel	69
Tableau 4.6. Fécondité individuelle en fonction du poids de la gonade	70
Tableau 4.7. Différentes relations de la fécondité chez <i>S. officinalis</i>	70
Tableau 4.8. Capacité de reproduction de <i>S. officinalis</i>	72
Tableau 5.1. Clé âge-longueur obtenue par la méthode de Petersen	78
Tableau 5.2. Clé âge-longueur à sexe confondu selon la méthode de Bhattacharya	82
Tableau 5.3. Paramètres de croissance obtenus par analyse de structure d'âge	84
Tableau 5.4. Distribution de fréquence de taille de <i>S. officinalis</i> capturée entre Février 2010 et Janvier 2011	86
Tableau 5.5. K calculé par saison	87
Tableau 5.6. Paramètres de croissance obtenus par analyse de structure de taille	88
Tableau 5.7. Relation biométriques de <i>S. officinalis</i>	80
Tableau 5.8. Relations biométriques établies en fonction des saisons pour les deux sexes	90

combinés de *S. officinalis*

Tableau 5.9. Relation poids total (WT) et longueur dorsale du manteau (LDM) obtenue pour <i>S. officinalis</i> pour différents auteurs	93
Tableau 5.10. Distribution des tailles et des poids théoriques correspondants	94
Tableau 6.1. Apports mensuels et prises journalières des principales espèces de Céphalopodes ainsi que l'ensemble des autres espèces capturées par les chalutiers du port de Bou Haroun pour l'année 2010	94
Tableau 6.2. Apports mensuels et prises journalières des principales espèces de Céphalopodes ainsi que l'ensemble des autres espèces capturées par les petits métiers du port de Bou Haroun pour l'année 2010	95
Tableau 6.3. Coefficient de mortalité totale (Z) obtenu par différentes méthodes	98
Tableau 6.4. Coefficient de mortalité naturelle (M) obtenu par différentes méthodes	98
Tableau 6.5. Les coefficients de mortalité totale, naturelle et par pêche et le taux d'exploitation	99
Tableau 6.6. Paramètres de croissance et d'exploitation de <i>S. officinalis</i> utilisé pour la calcul du rendement relatif par recrue	102
Tableau 6.7. Rendement relatif par recrue en fonction du taux d'exploitation et pour différentes valeurs de LDMc	103
Tableau 6.8. Données nécessaires pour le calcul de la VPA	106
Tableau 6.9. Capture en nombre et en poids de <i>S. officinalis</i>	107
Tableau 6.10. Biomasse obtenue par la VPA	108
Tableau 6.11. Age et taille moyenne et critique obtenus par la VPA	108
Tableau 6.12. Mortalité par pêche en fonction de la taille obtenue par la VPA	109
Tableau 6.13. Rendement et biomasse par recrue en fonction de F.	111

Abréviation utilisée des noms scientifiques des Céphalopodes (P.26)

S. off. : *Sepia officinalis*
S. orb. : *Sepia orbignyana*
S. ele. : *Sepia elegans*
N. car. : *Neorossia caroli*
R. mac. : *Rossia macrosoma*
S. ron. : *Sepiola rondeletii*
S. owe. : *Sepia oweniana*
L. vul. ou Lvul. : *Loligo vulgaris*
L. for. : *Loligo forbesii*
A. med. : *Alloteuthis media*
A. sub. : *Alloteuthis subulata*
I. coi. : *Illex coindetii*
T. sag. : *Todarodes sagittatus*
T. ebl. : *Todaropsis eblanae*
H. rev. : *Histiotheutis reversa*
H. bon. : *Histioteuthis bonnelli*
A. ver. : *Abralia veranyi*
A.lic. : *Ancistroteuthis lichtensteinii*
B. ris. : *Brachioteuthis riseii*
O. vul. : *Octopus vulgaris*
O. sal. : *Octopus salutii*
C. mac. Ou **O.mac.** : *Callistoctopus macropus*
B. spo. : *Bathypolipus sponsalis*
P. tet. : *Pteroctopus tetracirrhus*
E. mos. : *Eledon moschata*
E. cir. : *Eledone cirrhosa*

Abréviation utilisée des quelques noms scientifiques des poissons et crustacés (P.32)

Mbar. : *Mullus barbatus*
Bboo. : *Boops boops*
Mmer. : *Merluccius merluccius*
Pery. : *Pagellus erythrinus*
Paca. : *Pagellus acarne*
Pbog. : *Pagellus bogaraveo*
Ssco. : *Scorpaena scrofa*
Smae. : *Spicara maena*
Plon. : *Parapenaeus longirostris*
Cape. : *Capros aper*
Msko. : *Macroramphosus scolopax*
Dann. : *Diplodus annularis*
Dmac. : *Dentex macrophthalmus*
Shep. : *Serranus hepatus*
Clin. : *Citharus linguatula*

Introduction

Les Mollusques Céphalopodes sont présents dans tous les océans et les mers du monde, de la surface jusqu'aux profondeurs de plus de 7000 mètres, de la province néritique du littoral au domaine pélagique hauturier (Mangold et Boletzky, 1988). La classe des Céphalopodes comprend aujourd'hui plus de 700 espèces ayant colonisées la plupart des biotopes marins. Ce constat témoigne du succès évolutif de ce groupe.

Les ressources Céphalopodes ont longtemps été considérées au second plan. Il est pourtant indéniable que les ressources de calamars, poulpes et seiches accessibles aux pêcheries artisanales et chalutières jouent un rôle économique important. En effet, la capture des Céphalopodes dans le monde a augmenté. Elle est passée de 1 million de tonnes en 1970 à plus de 4,3 millions de tonnes en 2007 (Jereb et Roper, 2010). Après cette date, les débarquements ont beaucoup chutés pour atteindre 3,5 millions de tonnes en 2009 et juste 4 millions de tonnes en 2012 (Arkhipkin et al., 2015). En Méditerranée, la production de Céphalopodes a enregistré 7% au milieu des années 60 et a oscillé au tour de 4,5% en 2010. Cette production est constituée principalement de poulpes et de seiches.

L'intérêt que les pêcheries ont porté à cette ressource a provoqué la création de Study Group on Squid Biology qui, par la suite a donné naissance au ICES Working Group on Cephalopod Fisheries and life History (WGCEPH). Cet intérêt pour les Céphalopodes a également contribué à la création du Cephalopods International Advisory Council (CIAC) en 1983.

Depuis le début du 20^{ème} siècle, la Méditerranée est le siège de nombreuses recherches se rapportant aux Céphalopodes réalisées par la station zoologique de Naples en Italie ; le laboratoire d'Arago à Banyuls-sur-mer en France et l'université d'Athènes entre autre.

Sepia officinalis est le Céphalopode dont la biologie est la mieux connue (Boletzky, 1983). Mangold-Wirz (1963 et 1966) a particulièrement étudié cette espèce en Méditerranée occidentale et Richard (1971) s'y est intéressé en Manche orientale. Elle a également fait l'objet de plusieurs recherches de physiologie et d'éthologie grâce à son élevage relativement aisé en laboratoire (Wilson, 1946 ; Denton et Gilpin-Brown 1961 ; Richard, 1967 et 1971, Lemaire 1970 ; Boletzky 1971; Pascual, 1978).

Plus récemment, *S. officinalis* a fait l'objet d'étude de croissance (Najai, 1983 ; Challier et al. 2005 ; Jardas et al., 2001 et 2004), de biologie (Bakhayokho, 1980 ; Bernay, 2005), d'écologie (Guerra, 2006 ; Safi, 2013) et d'exploitation (Mesnil, 1977 ; Royer et al. 2006 ; Gras 2013). En Algérie, peu d'études ont été réalisées relatives à cette espèce notamment les thèses de Magistère de Oumouna (1991) et de Yanat (1994).

Ce travail visant principalement à situer l'exploitation actuelle et optimale de *S. officinalis* des côtes algéroises se consacre également à l'écologie du groupe des Céphalopodes et de la seiche plus particulièrement ainsi qu'à sa biologie dont certains paramètres sont indispensables aux modèles d'exploitations utilisés. Il nous est apparu pratique de présenter cette étude en six chapitres.

Un premier chapitre est consacré à la présentation de la seiche, de son habitat et de son écologie, basée sur des références bibliographiques. Cette partie présente aussi les différentes campagnes de prospections effectuées sur les côtes algériennes.

Le deuxième chapitre aborde d'une part, l'écologie des différentes espèces de Céphalopodes qui fréquentent la côte algérienne en étudiant leur répartition bathymétrique et géographique y compris leur assemblage et d'autre part, les exigences écologiques de la seiche et sa faune associée.

Au cours du cycle vital de la seiche, le régime alimentaire est analysé en vue de préciser la niche écologique de *Sepia officinalis* et sa position dans la chaîne trophique. Des comparaisons dans la composition qualitative et quantitative sont réalisées entre les tailles, les sexes et les saisons. Leur interprétation se fera avec celles obtenus par d'autres auteurs.

La reproduction est abordée en quatrième chapitre à travers l'étude de la première taille de maturité sexuelle et de l'évolution mensuelle ou saisonnière du pourcentage des stades de pontes au sein de la population exploitée. Il nous a semblé intéressant de contribuer à la connaissance de la fécondité de la seiche afin de situer sa capacité reproductive.

Dans la cinquième partie, l'étude de la croissance permettra de vérifier le cycle de vie de la seiche, d'analyser sa croissance en fonction des saisons et d'établir son équation à partir d'une analyse de structure de taille et une analyse de structure d'âge.

Le dernier chapitre propose de conclure sur le niveau d'exploitation de l'espèce à partir de modèles analytiques qui nécessitent, pour leur application, la détermination de certains paramètres spécifiques.

Une conclusion générale synthétisera les résultats obtenus pour une meilleure gestion du stock de la seiche *Sepia officinalis* sur les côtes algéroises avant de mettre en évidence quelques perspectives de recherches.

Chapitre 1. Données générales

1.1. Le milieu

1.1.1. Conditions hydrologiques du bassin algérien.

1.1.1.1. Les masses d'eaux.

D'une façon générale, la Méditerranée occidentale est caractérisée par trois masses d'eau d'origines variées et de comportements spécifiques (Millot, 1999). On distingue en surface l'eau atlantique modifiée ou MAW (modified atlantic water) ; à mi-profondeur, l'eau levantine intermédiaire ou LIW (Levantine intermediate water) ; au fond, l'eau méditerranéenne profonde ou WMDW (Western Mediterranean Deep Water). Il est adjoint parfois, une quatrième masse d'eau, située entre l'eau levantine et l'eau méditerranéenne profonde ; l'eau intermédiaire froide ou WIW (Winter intermediate water).

L'eau atlantique modifiée est l'eau d'origine atlantique qui pénètre en surface dans le bassin méditerranéen par le détroit de Gibraltar. Cette eau atlantique est légère (chaude et peu salée) et s'écoule en surface. Elle est donc directement soumise à l'action des forçages atmosphériques. Ces derniers vont modifier ses caractéristiques sous l'action de flux de chaleur et de flux d'eau. De plus, en surface, la tension du vent accélère un processus relativement lent : le mélange avec les eaux méditerranéennes sous jacentes. L'eau atlantique devient ainsi rapidement de la MAW et occupe une couche qui va de la surface jusqu'à environ 300m de profondeur. Elle possède une salinité de l'ordre de 38‰ et une température qui varie entre 14 et 16°C. Ses caractéristiques sont assez variables puisqu'elle est en contact avec l'atmosphère et qu'elle circule dans toute la Méditerranée.

L'eau levantine intermédiaire s'écoule en dessous jusqu'à environ 800m. Elle est repérable dans la mer d'Alboran à 400-500m (Miller, 1983). Il s'agit d'une masse d'eau chaude (~13.5°C) et salée (~38.75‰). Elle est formée en hiver en mer Levantine en Méditerranée orientale (Ovchinnicov et Plakhin, 1984 ; Lascaratos, 1993 ; Nittis et Lascaratos, 1998) et pénètre dans le bassin occidental par le détroit de Sicile. Ses caractéristiques θ -S sont alors très marquées. Elles se dégradent au fur et à mesure de son parcours dans le bassin mais celle-ci reste identifiable par un maximum de salinité (Wu et Haines, 1996). Une partie traverse la mer d'Alboran et sort par le détroit de Gibraltar, tandis que l'autre partie, entraînée par l'eau de surface d'origine atlantique rejoint et suit les côtes algériennes (Millot, 1991).

La WMDW se forme en hiver au large du golfe du Lion et en mer Ligure. Sous l'action de forçages atmosphériques intenses, la MAW se densifie induisant un mélange vertical qui s'approfondit si les flux atmosphériques se maintiennent. Ainsi, lorsque la LIW est totalement impliquée dans ce processus, la couche de mélange peut atteindre les couches profondes renouvelant ainsi la WMDW (Damien, 2015). La salinité de la WMDW se situe entre 38.4 et 38.48‰ et sa température entre 12.7 et 12.9°C (Rixen et *al.* 2005). Benzohra et Millot (1995) ont mesuré une température comprise entre 12,7 et 13,1°C dans la partie ouest du bassin algérien. En hiver, les forçages atmosphériques ne conduisent pas toujours à de la convection profonde. Ils peuvent être trop faibles ou ne pas durer assez longtemps pour ne provoquer qu'un refroidissement de la MAW. La LIW n'est alors pas impliquée dans le mélange vertical. La WIW est alors formée et se retrouve entre 100m et 300m de profondeur. Elle est principalement formée dans le golfe du Lion (Fuda et *al.* 2000) et en mer Ligure (Sparnocchia et *al.* 1995, Gasparini et *al.* 1999). Au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de sa zone de formation, elle dégrade ses caractéristiques mais reste identifiable par un minimum de température de ~12-13°C (Pinot et Ganachaud, 1999).

1.1.1.2. La circulation générale en Méditerranée occidentale

Dans une approche générale au premier ordre, la circulation des masses d'eaux est contrainte par la géostrophie et la bathymétrie. La MAW suit un parcours cyclonique dans le bassin occidental (fig. 1.1). Originnaire du détroit de Gibraltar, elle traverse la mer d'Alboran en longeant la côte marocaine puis pénètre dans le bassin algérien formant le courant côtier algérien transportant environ 1.7 Sv (Millot et *al.* 1997). Elle suit la côte algérienne jusqu'au détroit de Sicile où elle se sépare en deux branches. Les deux tiers du courant entrent dans le bassin oriental alors que le reste s'engouffre en mer Tyrrhénienne (Sammari et *al.* 1999). La MAW se dirige alors vers le nord en suivant la côte italienne jusqu'au canal de Corse. Une partie rebrousse chemin, longe la Corse et la Sardaigne vers le sud, pénètre dans le bassin algérien et remonte vers le nord formant le courant Ouest-Corse. Il fusionne en mer Ligure avec l'autre partie qui a traversé le canal de Corse. Le courant nord (1.9 Sv) se forme alors et suit les côtes italiennes, françaises puis espagnoles jusqu'en mer des Baléares (Sammari et *al.* 1995, Alberola et *al.* 1995). Une partie est alors déviée vers le sud et s'écoule à l'est de Minorque puis au sud des îles Baléares alors que l'autre partie forme le courant catalan qui longe les côtes catalanes (Lopez Garcia et *al.* 1994, Pinot et *al.* 1995, Millot 1999). Une part de ce courant catalan traverse le canal d'Ibiza et le reste remonte le long des îles pour couler dans le bassin algérien (Pinot et Ganachaud, 1999). La circulation cyclonique de la MAW est ainsi bouclée à l'entrée du bassin algérien. La WIW s'écoule sous la MAW après sa formation et suit globalement la circulation des couches supérieures. On la retrouve dans toute la Méditerranée occidentale (Perkins et Pistek, 1990, Benzohra et Millot, 1995, Sammari et *al.* 1999) avec une assez grande variabilité. Elle est très présente dans la mer des Baléares (Pinot et Ganachaud, 1999, Juza et *al.* 2013). La LIW entre en Méditerranée occidentale par le détroit de Sicile (fig. 1.1). Elle décrit alors une circulation cyclonique en mer Tyrrhénienne à l'image de la MAW. La branche qui contourne la Sardaigne et la Corse est plus importante que celle qui traverse le canal de Corse (Font, 1987 ; Zavatarelli et Mellor 1995 ; Millot, 1999). Elle est ensuite canalisée en mer Ligure par le courant nord jusqu'en mer des Baléares. La LIW passe alors le canal d'Ibiza pour une partie tandis que l'autre contourne les îles Baléares. Selon Pinot et Ganachaud (1999), le passage par le canal d'Ibiza serait régulièrement bloqué dynamiquement par une structure tourbillonnaire de WIW. Cette masse d'eau s'échappe ensuite de la Méditerranée par le Détroit de Gibraltar et rejoint l'Atlantique. Une partie recircule dans le bassin en rejoignant les côtes africaines et le courant algérien.

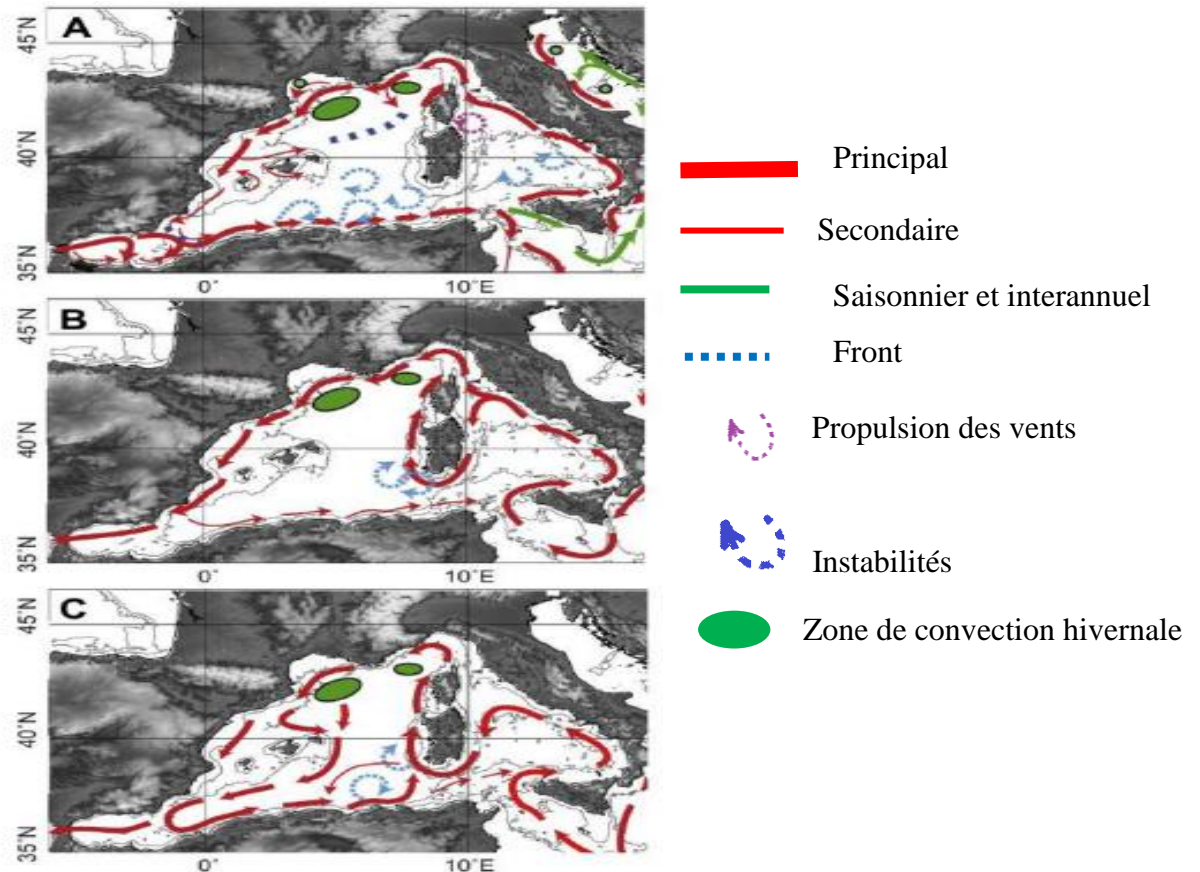


Figure 1.1. Circulation générale des eaux méditerranéennes selon Millot (1999) revu par Durrieu de Madron *et al.* (2011) (A : Les eaux de surface, B : les eaux intermédiaires, C : les eaux profondes. Les lignes grises représentent les isobathes 1000 et 2000m)

1.1.2. La marge continentale de la Méditerranée occidentale

En Méditerranée occidentale, on distingue des caractères communs entre les différentes marges continentales (Leclaire, 1972) :

- Le rebord du plateau continental dépasse rarement -150 mètres, la moyenne étant de l'ordre de -110 à -120 mètres.

- La pente continentale est en générale burinée par des vallées sous-marines profondes qui ne s'évasent pas systématiquement avant leur disparition (enfouissement probable) entre -2.000 et -2.500 mètres. Rosfelder (1955) décrit les vallées sous-marines ou les canyons ; des formes en creux au niveau de la pente continentale.

- La plaine abyssale dépasse rarement -3.000 mètres, la moyenne se situe entre -2.000 à -2.500 mètres. Eriksson (1965, *in* Refes 2011) distingue plusieurs bassins océaniques en Méditerranée occidentale : le bassin algéro-provençal ; le bassin valencien et la mer d'Alboran.

Le bassin algéro-provençal est formé de deux bassins distincts : Le bassin provençal entre l'île de Minorque et la Sardaigne et le bassin algéro-baléares, qui est limité au nord par les îles Baléares et la Sardaigne (40°N), à l'ouest par la mer d'Alboran (2°W), à l'est par le couloir sarde (9°E) et au sud, essentiellement, par la marge continentale algérienne. La marge continentale algérienne constitue la bordure méridionale du bassin algéro-baléares sur plus de 1.000 km. Etroite et abrupte, elle surplombe la plaine abyssale de ce bassin en forme de

chenal à fond plat (Caulet, 1972). La sédimentation est surtout de nature détritique et les dépôts y sont instables alimentant la plaine abyssale.

1.1.2.1. La marge continentale algérienne

La marge continentale algérienne se singularise par une faible étendue et une côte très escarpée, elle est l'une des plus étroites de la Méditerranée occidentale avec une largeur moyenne de 7 km. Dans certains cas, elle disparaît pratiquement ou se réduit à une corniche sous-marine de moins d'un kilomètre de large où les fortes valeurs de la pente continentale la singularisent davantage avec une moyenne pour la côte algérienne de 10°.

Leclaire (1972) note de faibles extensions de la marge continentale, qui sont importantes uniquement dans le golfe Ghazaouet, le golfe d'Arzew, la baie de Bou Ismail, le golfe de Skikda et le golfe de Annaba ; alors que, des déclivités supérieures à 10 % de la pente continentale sont enregistrées à Ras Falcon (14 %), Ras Ténès (10 %), Ras Caxine (16 %), Ras Tedlès (10 %) et Ras Bougarouni (20 %).

1.1.2.2. Caractéristiques sédimentologiques côtière de la côte algérienne

Dans ce sous-titre, l'essentiel des résultats de Grimes (2010) sont empruntés.

Région ouest :

Les sédiments calcaires arénitiques sont très peu importants dans le golfe de Ghazaouet. Les sédiments calcaires pélitiques et les vases calcaire-argileuses sont très développés et plus abondants. La frange littorale sableuse est très réduite, elle est localisée au Cap Figalo à Ghazaouet et prend progressivement une extension importante à partir du Cap Milona (Leclaire, 1972).

Une zone de graviers fins sableux est située dans la partie est du golfe d'Oran (de -49 à -100 m), au large du port et à la pointe et au large de la pointe de l'Escargot (-60 m) et une zone de sables graveleux envasés est située près de la côte, au centre du golfe et se prolonge vers le large, près du port de Mers-El Kebir et à la pointe de Kristel,

Une zone de sables graviers légèrement envasés est située au large du port de Mers-El Kebir (de -61 à -90 m) et dans la partie ouest du golfe (face à la pointe de Mers-El Kebir) et s'étendant vers le large (de -80 à -102 m). Une zone de sables fins envasés existe au prolongement de la pointe de Mers-El Kebir près de la côte (46 m). En face des falaises de Canastel, il y a une zone de sables graveleux (-39 m).

Dans le golfe d'Arzew, les sédiments calcaires nettement pélitiques représentés par les vases calcaire-argileuse recouvrent une superficie importante. Les boues argilo-silicieuses au rebord continental tapissent ce golfe d'une grande vase. Il existe une alternance de sable terrigène et de sédiments mixtes ou purement organogènes sur la bordure littorale à partir du cap Carbon jusqu'à Mostaganem (Caulet, 1972).

Région centre :

Le sable envasé occupe une très grande partie de la baie de Bou Ismail (-88m) jusqu'à Ras Acrata (-32 m) à l'est et de Chenoua (-44 m) jusqu'au large en face de Bou-Ismaïl (-96 m).

La vase sableuse recouvre le centre du secteur ouest de la baie (de -49 à -90 m) et l'est de Sidi Fredj (-34 m) tandis que le sable vaso-graveleux prend une grande partie du large du secteur ouest de la baie (de Tipaza à Ain Tagourait Ex. Berard) et de la côte (-47 m) au large (-86 m) sur la quasi totalité du front est de la baie et à l'est de Sidi Fredj.

À proximité d'Oued Mazafran (côte et large) et de Ras Acrata (côte), le sable grossier occupe une petite partie.

Tout au long, jusqu'à l'isobathe 20m, le sol sous marin de la baie d'Alger est constitué essentiellement de sable vaseux et de sable fin. Plus au large la vase occupe la plus grande surface de la baie. Au niveau des caps, la topographie des fonds change. A l'ouest, le gravier alterne avec les roches et les sédiments organogènes à bryozoaires et lamellibranches. A l'est, les fonds sableux sont colonisés par des herbiers à hauteur de l'oued El-Hamiz (Harchouche, 2006).

Les sédiments calcaires (sables, graviers et vases calcaréo-siliceuses) jalonnent la bordure rocheuse du golfe de Béjaïa. Les sédiments siliceux recouvrent 63 à 64% du plateau continental et son rebord, ils sont représentés par les vases silico-calcaires et les vases silico-argileuses.

Région est :

Les sédiments du plateau de Jijel sont de nature calcaire (vase calcaréo-siliceuses) qui couvrent une surface relativement importante ainsi que les sédiments siliceux qui représentent 63 à 64% du recouvrement sédimentaire du plateau continental. Les sables et les sablons siliceux couvrent la plage de l'oued Zhour, la grande plage de Jijel et les plages de la côte rocheuse à Ziama Mansouriah (Leclaire, 1972).

Dans le golfe de Skikda, la distribution sédimentaire de la côte vers le large se fait comme suit : des sables fins, des sables envasés, des vases sableuses, des sables et des graviers, et des vases pures, soit une distribution des sédiments en fonction de la bathymétrie (Leclaire, 1972).

Dans le golfe de Annaba, une boue argilo-siliceuses s'étend du large de oued Bou Alallah au Ras El Hamra. Les sables et sablons calcaréo-siliceux s'étendent sur la quasi totalité de la côte du golfe (de Ras Rosa à Ras El Hamra). Près de la côte de oued Bou Alallah au Ras Rosa, s'étendent les vases silico-argileuses tandis que les vases calcaréo-siliceuses occupent le large du centre du golfe. Les sables et graviers calcaires couvrent essentiellement le large de Ras Rosa et les vases calcaires couvrent une fine partie du centre du golfe (Leclaire, 1972).

1.2. Présentation de la classe des Céphalopodes

1.2.1. Les premières études des Céphalopodes en Algérie

Le malacologiste Sander Rang, capitaine de frégate de la marine royale, envoyé à Alger en 1834 en qualité du commandant du port, a fait d'utiles observations sur les Mollusques de la baie, on lui doit la découverte de l'animal de l'Argonaute et la connaissance de six Céphalopodes (Seurat, 1929).

En 1864, Au capitaine dresse une liste des Céphalopodes observés sur les côtes algériennes comprenant 12 espèces. Le professeur Dantan donne en 1925, un inventaire des Céphalopodes de la baie d'Alger dans laquelle il distingue les formes pélagiques (*Ommastrephes*, *Brachioteuthis* et *Loligo*) et les formes benthiques (*Sepiolo*, *Sepia*, *Octopus*, *Eledone*) (Gravel, 1926).

Du point de vue pêche, Seurat (1929) note que l'éledone musquée (*Eledone moschata*) est assez abondante sur la côte algérienne mais est guère appréciée par les pêcheurs et les consommateurs de même que le poulpe (*Octopus vulgaris*). La pêche au calamar (*Loligo vulgaris*) est plus prisée qui, avec la seiche *Sepia officinalis* et *Sepia orbignyana* constituent des produits de choix.

Plus récemment, au niveau de l'université de Bab Ezzouar (USTHB), trois Magistères ont porté sur l'étude des Céphalopodes, c'est le cas de Oumouna (1991) qui a abordé l'aspect reproductif de la seiche *Sepia officinalis* ; Yanat (1994), qui s'est intéressé à la digestion et le régime alimentaire de la même espèce et enfin, Guedioura (1999) dont l'étude a portée sur le poulpe commun *Octopus vulgaris*.

1.2.2. Description de la classe des Céphalopodes

Les Céphalopodes possèdent une coquille qui peu être externe comme le nautilus ou interne comme la seiche et le calamar. Ils sont caractérisés par le rattachement des pieds à la tête constituant le céphalopodium. Les ganglions cérébroïdes, palléo-viscéraux et pédieux sont fusionnés en un système nerveux central céphalisé qui, sur un plan anatomique, est composé de deux parties : le cerveau et le lobe optique (Bernay, 2005).

Le cerveau : protégé par un « crâne cartilagineux », correspond au collier périoesophagien. Il est constitué d'une masse supra-oesophagienne (ganglions cérébroïdes) et d'une masse sus-oesophagienne (ganglions palléo-viscéraux et pédieux).

Deux lobes optiques : situés de part et d'autre du cerveau et issus des ganglions cérébroïdes. Ils sont reliés à la masse supra-oesophagienne au niveau du tractus optique. Deux glandes optiques sont situées dorsalement sur le tractus optique, entre les lobes optiques et le cerveau. (Wells et Wells, 1959).

Le cartilage céphalique est une structure complexe qui protège le cerveau et certains organes des sens. La couronne branchiale entoure la masse buccale (Mangold et al. 1989). Quant au viscéropallium, il comprend la coquille, le manteau, les nageoires, les organes de la cavité palléale et la masse de viscères (Le Bihan, 2006). Chez tous les Céphalopodes, la cavité palléale ventrale est spacieuse, contenant la partie interne de l'entonnoir, les branchies, l'anus, les orifices rénaux et génitaux (Mangold et al, 1989).

Sur plus de 9000 formes fossiles, on ne compte actuellement qu'environ 650 à 680 espèces récentes de Céphalopodes distribuées en quatre ordres (Mangold 1972 et Voss, 1977) :

Les Vampyromorphidea (représentés par une seule espèce) ;

Les Teuthoidea, avec 250 espèces réparties entre 30 familles ;

Les Sepioidea, avec 180 entre 7 familles ;

Les Octopodidea, avec 225 entre 14 familles.

Parmi la forme teuthologique, la Méditerranée (occidentale et orientale) n'englobe qu'une cinquantaine d'espèces représentées par 25 Teuthoidea, 18 Sepioidea et 13 Octopodea (Mangold-Wirz, 1973; Bello, 2008)

1.2.3. Position systématique de la seiche *Sepia officinalis*

L'ancienne classification, faisant appartenir *Sepia officinalis* à l'ordre des Dibranchiaux et au sous ordre des Décapodes est aujourd'hui délaissée.

Depuis 1986, un autre type de systématique est apparu et adopté par de nombreux auteurs, particulièrement dans le bassin méditerranéen (Giambattista, 1986). Elle définit la classe des Céphalopodes et la sous classe des Coléoidés qui se caractérise par la présence de squelette interne recouvert par le manteau qui peut dans certains cas ne pas exister.

Cette sous classe comprend trois principaux ordres : les Teuthoidés avec une coquille non calcifiée et qui a l'aspect d'une plume (*Loligo vulgaris*, Lamarck, 1798), les Octopodes qui portent deux baguettes chitineuses en forme de V (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) et enfin les Sépioïdés avec une coquille calcifiée et présentant des lames, localisées dans la musculature dorsale du manteau. Cet ordre possède une paire de branchies, un système nerveux bien développé et protégé par un cartilage. L'entonnoir, de structure musculaire, sert aux échanges hydriques et à l'évacuation des déchets. Les yeux sont aussi évolués que ceux des vertébrés ; ils sont recouverts d'une membrane chitineuse transparente : la cornée. C'est pourquoi nous les regroupons dans le sous ordre des Myopsidae.

Les tentacules des Sepiidés diffèrent en deux points essentiels de ceux des autres Céphalopodes décapodiformes ; ils peuvent être complètement retirés dans une poche spéciale et brusquement projetés pour la capture des proies. D'autre part, la massue tentaculaire diffère par le rapprochement de la membrane natatoire et de la membrane protectrice dorsale qui restent séparées par une fente profonde et par l'élargissement et l'épaississement de la membrane protectrice ventrale qui devient partiellement une partie de la surface qui porte les ventouses.

Dans la famille des Sepiidés, Lamarck (1799) limitait le nom générique *Sepia* aux espèces possédant une coquille interne calcifiée et cloisonnée et entièrement recouvert de tissu musculaire et cutané (Arzel et al., 1992)

Le genre *Sepia* comprend plus de 100 espèces et sous espèces (Adam et Rees, 1966, Adam, 1979). Trois espèces se retrouvent en Méditerranée et fréquentent les eaux algériennes : *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) ; *Sepia elegans* (Blainville, 1827) et *Sepia orbignyana* (Ferussac, 1826).

S. orbignyana diffère de *S. officinalis* par sa taille relativement plus petite (12 cm au maximum), par la masse tentaculaire avec trois grandes ventouses (5 à 6 chez *S. officinalis*) et par la forme du sépion plus mince muni de deux expansions latérales postérieures ou ailes et une épine médiane très forte

S. elegans diffère de *S. officinalis* par sa petite taille (7cm au maximum), par les bras avec deux rangées de ventouses (4 chez *S. officinalis*) et un sépion très fragile terminé par un petit tubercule à la place de l'épine.

A l'état adulte, les trois espèces sont morphologiquement distinctes mais chez les jeunes, les sépions constituent l'organe essentiel pour les différencier (Mongold et Boletzky, 1987).

En 1868, Lafont distingue deux types de seiches dans le bassin d'Arcachon : le premier est pourvu d'un sépion dont la partie striée recouvre plus de la moitié de la longueur totale, ce type fut ainsi nommé *Sepia fillouxi*. Tandis que le deuxième type renferme un sépion dont la partie striée occupe moins de la moitié de la longueur totale. Dans ce cas nous parlons de *Sepia officinalis*. Ceci a poussé Mangold-Wirz (1963a) à entreprendre une étude plus détaillée sur la forme et la longueur du sépion de *Sepia officinalis*. La conclusion de son étude met en évidence une seule espèce *Sepia officinalis* dans les eaux méditerranéennes.

La position systématique de notre espèce est définie comme suit :

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

Synonymes:

Sepia fillioui Lafont, 1869;
Sepia mediterranea Ninni, 1884

Nom vernaculaires

Algérie : Sepia
Bulgarie : Sepija
Croatie : Sipa
Chypre : Corsica, seppia
Egypte : Sobbeit
Espagne : choco (castellan, galicien), sipia (catalan), txoko (basque).
France : Seiche commune
Grèce : soupia.
Italie : scarpetta, seppa.
Libye : Shouibia
Malte : Sicca
Monaco : Supia
Maroc : Chubei; seiche
Portugal : choco-vulgar.
Roumanie : Sepia
Tunisie: Choubei
Turquie : Sübye, Mürekkep Balığı

1.2.4. Description de l'espèce étudiée *S. officinalis*

La tête de la seiche apparaît comme étant une tête volumineuse (Figure 1.2), globuleuse et aplatie dorso-ventralement. Une couronne de tentacules entoure la bouche et deux yeux volumineux, d'un brun foncé, sont disposés latéralement.

Les tentacules sont en nombre de dix avec deux types : huit d'entre eux sont courts et les deux autres longs. Les bras courts sont réunis à leur base par une membrane palmaire. Cette massue tentaculaire comporte 5 ou 6 rangées longitudinales de ventouses dont 5 ou 6 sont nettement agrandies dans la rangée médiane. Les mâles se distinguent par le bras hectocotyle, organe de copulation (bras ventral gauche) avec 5 à 8 rangées proximales de ventouses très réduites.

La face interne de cette structure est garnie de ventouses dont le nombre diminue régulièrement de l'extrémité proximale vers l'extrémité distale. Les tentacules longs, appelés aussi bras préhensiles sont invaginés à l'intérieur d'une poche surmontant chaque œil et sont invisibles au repos.

Le manteau est de forme ovoïde, il est entouré par une nageoire membraneuse de largeur régulière et maintenue par une armature cartilagineuse. La nageoire est fondue à son extrémité et ses mouvements ondulatoires permettent à la seiche de se déplacer ou de maintenir sa stabilité.

Un repli du manteau forme ventralement par rapport à la masse viscérale, une vaste cavité palléale qui s'ouvre vers l'avant, à la limite postérieure de la tête, par une large fente palléale formée de part et d'autre par des boutons de pressions (petites structures cartilagineuses).

La face dorsale du manteau est plus rigide, en raison de la présence de l'os ou sépion, qui est une coquille calcaire. Il se distingue par une partie postérieure striée et une partie antérieure lisse. Le sépion joue le rôle de soutien et de flottabilité. En effet, Mangold-Wirz (1966) signale que ces chambres renferment un gaz dont la densité varie selon les exigences de l'animal.

La taille de *Sepia officinalis* mesure au maximum 35 cm (longueur du manteau); commune de 15 à 25 cm (Mangold et Boltezy, 1987).

1.2.5. Distribution et écologie de *Sepia officinalis*

Sepia officinalis est une espèce largement répandue en Atlantique est, de l'entrée de la Baltique et du sud de la Norvège à la côte nord-ouest de l'Afrique et de la Méditerranée (Arzel et al., 1992) (figure 1.3). Elle peut se rencontrer de la côte jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 150 m et même de 200 m avec une plus forte abondance aux alentours de 100m (Guerra, 2006 ; Royer, 2002). Elle préfère les fonds sableux et vaseux où elle peut se camoufler sous le sédiment et jaillir soudainement sur sa proie.

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

Les observations faites en Méditerranée de l'ouest et au nord est atlantique montrent que les juvéniles et les adultes peuvent survivre quelques fois à 18 ± 2 PSU avec une acclimatation progressive (Boletzky, 1983 ; Guerra et Castro, 1988). En culture, le développement et la croissance des jeunes seiches se produit à 37 PSU (Dominguez et al., 2001). Au dessous de 22,4 PSU, l'embryon aurait des malformations et les œufs ne peuvent éclore.

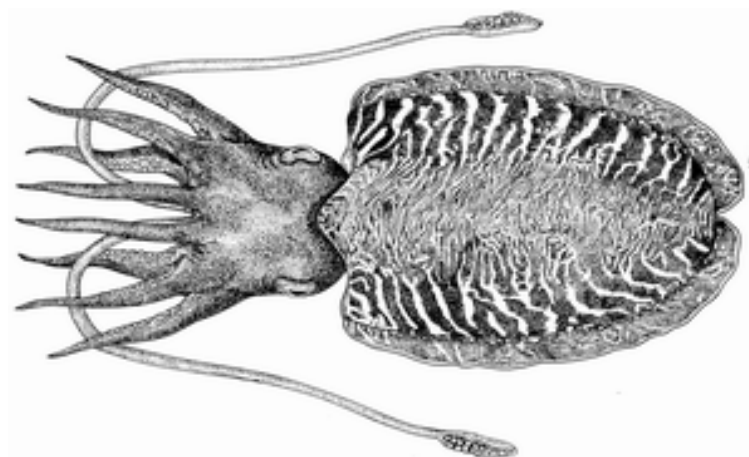
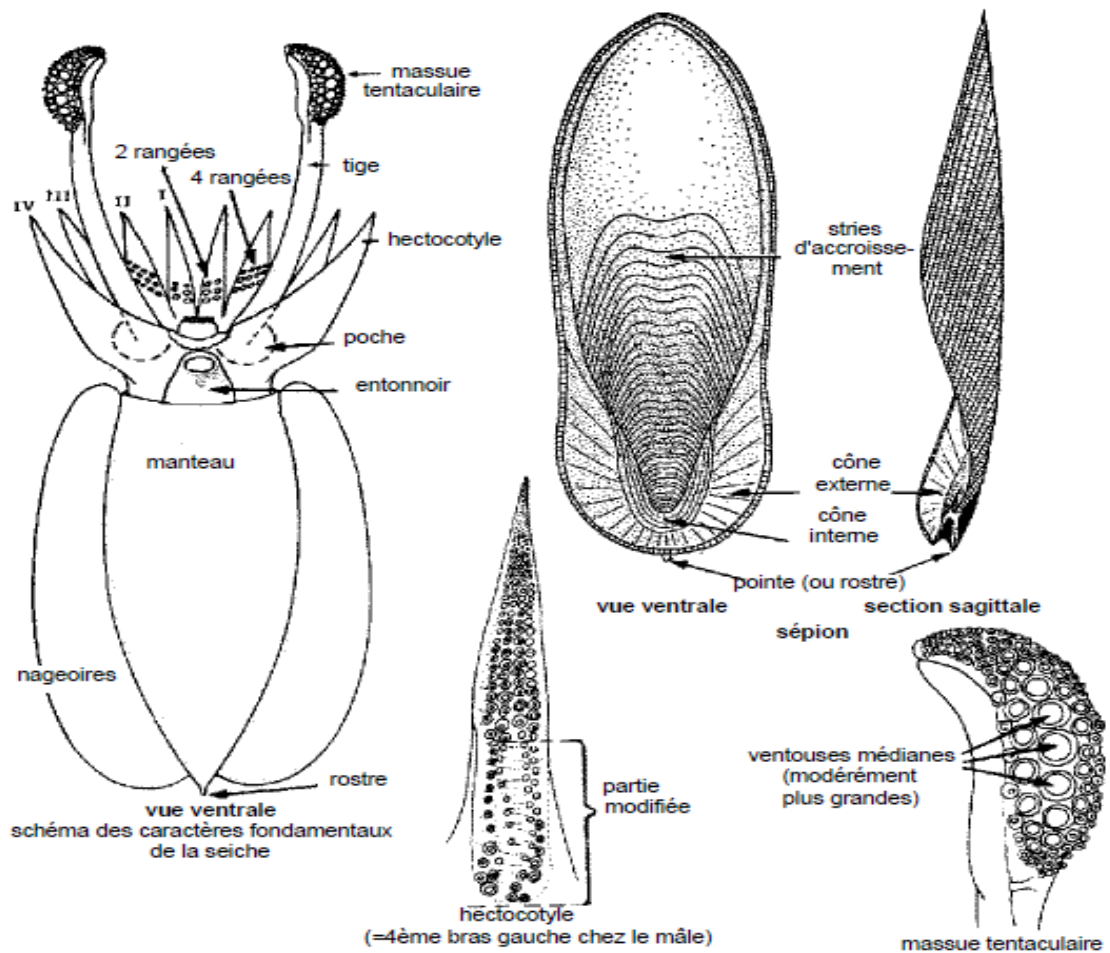


Figure 1.2. Planche montrant les caractères distinctifs de *Sepia officinalis* (Mangold et Boletzky, 1987)

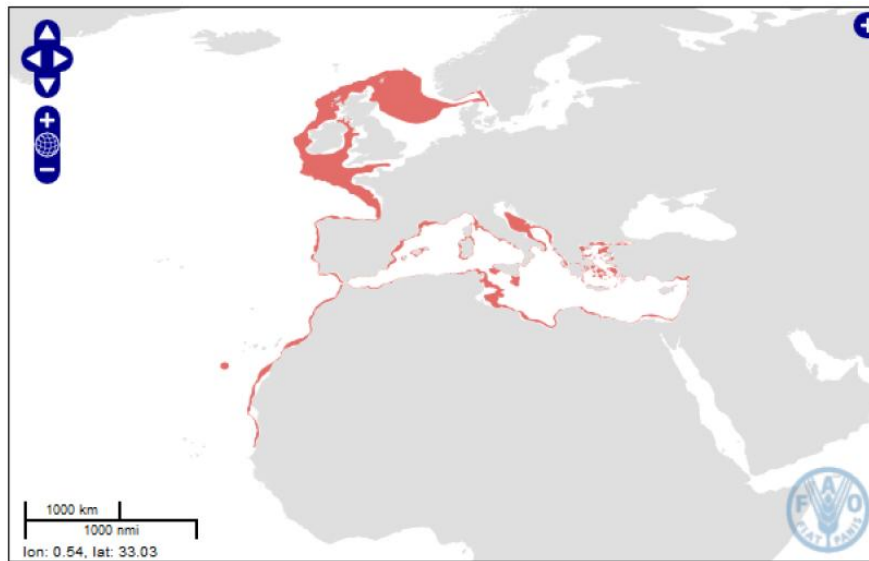


Figure 1.3. Distribution géographique de l'espèce *Sepia officinalis* (Site FAO, section Aquatic Species Map Viewer).

L'influence de la lumière sur le déclenchement de la maturation sexuelle de la seiche a été observée par Wells et Wells (1959). Ils constatent que l'ovaire reste immature après l'ablation latérale de la glande optique dont l'activité semble être déterminée par le déclenchement de la maturité sexuelle. Lorsque les seiches regagnent les eaux de la côte peu profondes, elles sont soumises à une forte luminosité, le cerveau exerce une action inhibitrice sur la glande optique qui va arrêter de sécréter des gonado-stimulines ce qui a pour conséquence d'inhiber la maturation sexuelle chez les deux sexes. Selon Richard (1971), l'intensité lumineuse provoque la ponte chez les individus adultes et bloque en même temps la maturation des jeunes seiches. Ainsi, la période de ponte se trouve à la fois induite et limitée par les conditions d'éclairement.

La seiche effectue des migrations saisonnières et des migrations nyctémérales. Ces dernières bien que faibles d'envergures, sont notables d'après les apports nocturnes riches en seiche dans le golfe de Tunis (Najai, 1983).

Ce déplacement vertical déjà mentionné par Mangold-Wirz (1963) est lié à un comportement trophique. D'après cet auteur, les seiches s'ensablent ou s'ensavent le jour, elles deviennent actives à la tombée de la nuit se mettant à la recherche de la nourriture.

Les migrations saisonnières de *S. officinalis* sont en rapport avec la reproduction. Ces déplacements ont été mis en évidence par Najai (1983) par technique de marquages. Cet auteur a noté qu'en dehors de la période de ponte, la seiche fréquente des fonds de 80 m environ et à la maturité sexuelle, elle s'approche des côtes où se fera l'accouplement, la ponte, le développement embryonnaire, l'éclosion ainsi que la mort des géniteurs. Les juvéniles (seichons ou sépions) demeurent près de la côte pendant le mois d'été à proximité des frayères, avant de regagner en automne, les zones d'hivernage plus au large. Cette migration est largement conditionnée par la température de l'eau où peu de seiches sont capturées. Elles se déplacent vraisemblablement en pleine eau ou dans la couche d'eau supérieure, les animaux seraient de ce fait moins accessibles aux engins de pêche (chalut de fond notamment) (Lacoue-Labarthe, 2007).

1.3. La pêche de *S. officinalis*

Animal au comportement grégaire qui se concentre en période de reproduction dans les eaux littorales, la seiche se capture par des casiers et des nasses. Ceux-ci attirent les femelles qui viennent déposer leurs oeufs, parfois sur des branches mises dans les casiers pour servir de support de ponte (Bakhayokho et Ito, 1990).

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

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

1.4. Récolte et traitement des données

1.4.1. Sources des données

Les données utilisées dans notre étude proviennent de quatre sources :

- L'échantillonnage effectué au niveau des ports de pêche de la région d'Alger ;
- La campagne de prospection du navire océanographique « Thalassa » (1982) ;
- La campagne de prospection du navire océanographique « Visconde De Eza » (2003) ;
- La campagne du navire de recherche du CNRDPA (2012).

La côte algérienne a été divisée en trois régions pour les trois campagnes de prospection sus-citées : la région ouest de Ghazaouet à Mostaganem, la région centre de Mostaganem à Bejaia, et la région est de Béjaia à El-Kala.

1.4.1.1. Echantillonnage de la pêche commerciale

Les données et observations récoltées lors de cet échantillonnage ont permis de suivre l'évolution des caractéristiques biologiques de l'espèce notamment la maturité sexuelle, la fécondité, la croissance, la biométrie ainsi que le régime alimentaire.

De Janvier 2010 à Janvier 2011, des récoltes sont effectuées, en majorité, sur les apports des chalutiers de la région centrale algérienne qui correspond au port d'Alger, de Bou Haroun et de Cherchell donnat 1175 individus. Parmi eux, 284 individus ont servi à l'étude du régime alimentaire et 276 individus pour l'étude de la reproduction.

1.4.1.2. Campagne « Thalassa »

Les données et observations récoltées lors de cette campagne ont permis de cerner les caractéristiques écologiques de l'espèce *Sepia officinalis*.

Durant la campagne du navire océanographique « Thalassa », effectuée en septembre 1982 sur les côtes algériennes, 182 stations de chalutage sont réalisées sur le plateau continental et le talus, entre 15 et 820 mètres de profondeur. Différents paramètres ont été prélevés : profondeur, nombre et poids des espèces, nature du fond et température enregistrée près du fond, la durées du trait et la surface de pêche.

Pour notre étude, toutes les stations sont prises en considération, avec un intérêt particulier pour celle où *S. officinalis* est présente.

1.4.1.3.Campagne « Visconde De Eza »

Les données récoltées à partir de cette campagne espagnole réalisée au mois de mars 2003 avec 55 traits de chalut allant de 223m à 1191 m de fond ont servi à situer la répartition des différentes espèces de Céphalopodes. Les données recueillies sont la profondeur, nombre et poids des espèces ainsi que la durée du trait.

1.4.1.4.Campagne du CNRDPA

La campagne du CNRDPA réalisée au mois de mai-juin 2012 à bord du navire océanographique Grine Belkacem a couvert 100 traits de chalut entre 20 et 780m de profondeur et différents paramètres sont relevés : durée des traits de pêche, nombre et poids des espèces ainsi que la profondeur.

1.4.2. Traitement des échantillons

1.4.2.1.Détermination du sexe

Les mâles se distinguent des femelles par la présence du bras hectocotyle. Après dissection, les femelles se reconnaissent facilement par la présence de glandes nidamentaires principales blanchâtres et les glandes accessoires de couleur orange, absentes chez le mâle.

1.4.2.2.Mensuration et pesés

Diverses mensurations sont effectuées sur chaque individu de *S. officinalis* (Figure 1.4), elles concernent :

- La longueur totale (LT), mesurée de l'extrémité des bras rétractiles au bord inférieur du manteau ;
- La longueur dorsale du manteau (LDM), mesure prise entre les deux bords postérieur et antérieur du manteau ;
- La largeur du manteau (LgM) ;
- Le poids total de l'individu (WT) ;
- Largeur et longueur du sépion (l et L)
- Le poids du sépion (l'os) (WS).

1.4.2.3. Prélèvement et conservation des organes et de l'os

Des gonades mâles et femelles, des glandes principales et accessoires des femelles, des poches spermatophoriques ainsi que des estomacs sont prélevés et pesés sur certains individus.

Les estomacs conservés dans du formol ont permis d'étudier le régime alimentaire de la seiche. Les gonades femelles ne sont pas conservées et le comptage des œufs se fait lors de la dissection. Pour l'étude des relations biométrique l'os est prélevé et pesé.

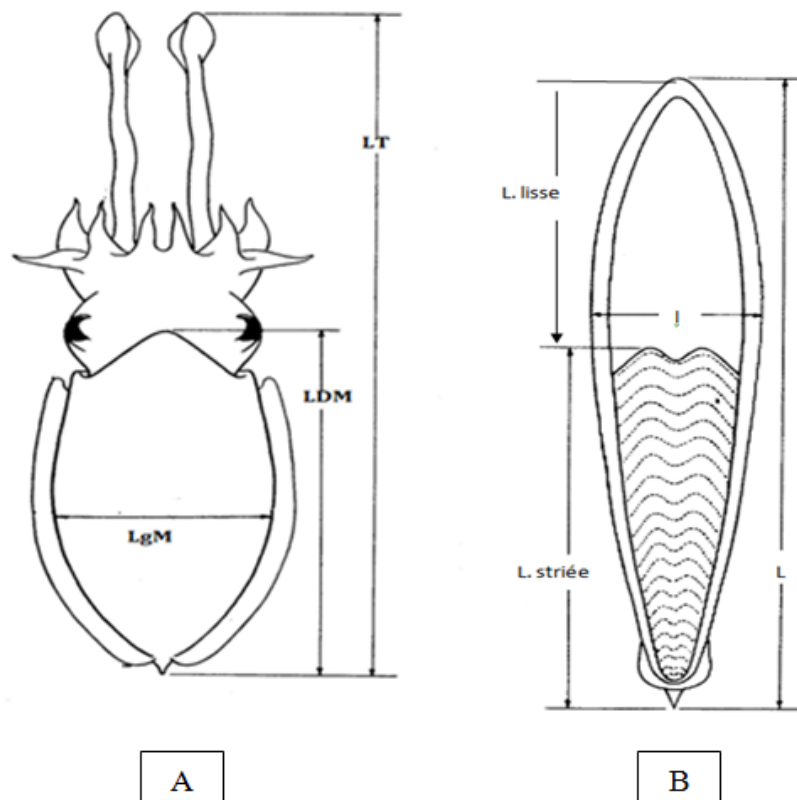


Figure 1.4. Différentes mensurations réalisées sur *S. officinalis*

A : Mensurations portées sur le corps de la seiche

(LT : longueur totale ; LDM : longueur dorsale du manteau ; LgM : largeur du manteau)

B : Mensurations portées sur l'os de la seiche

(l : Largeur du sépion ; L : longueur du sépion ; L. striée : Longueur de la zone striée ;

l. lisse : Longueur de la zone lisse)

Chapitre 2. Ecologie des Céphalopodes

Ce chapitre va aborder en premier lieu, la distribution géographique et bathymétrique des Céphalopodes le long de la côte algérienne ainsi que leur assemblage. En deuxième lieu, ce chapitre traitera la répartition de *Sepia officinalis*, sa faune associée et une étude physico-chimique de l'os de seiche et morphométrique.

Les données utilisées dans cette partie proviennent de trois campagnes de pêche au chalut de fond réalisées le long de la côte algérienne : la campagne de prospection Thalassa (1982), la campagne de prospection espagnole Visconde De Eza (2003) et la campagne de pêche du CNRDPA (2012).

2.1. Présentation des Céphalopodes des côtes algériennes.

La liste ci-dessous, d'après la nomenclature de Mangold et Belotzky (1987) ainsi que Norman et Hochberg (2005), représente un inventaire des espèces récoltées sur les côtes algériennes par la campagne Thalassa^{*}, Visconde De Eza^{**} et CNRDPA^{***}

Classe : Céphalopoda Cuvier, 1798

Sous classe : Coleoidea Bather, 1888

Ordre : Sepioidea

Famille: Sepiidae

Sepia officinalis Linné 1758^{*** ** *}

Sepia orbignyana Férussac, 1826^{*** ** *}

Sepia elegans Blainville, 1827^{*** ** *}

Famille: sepiolidae

Neorossia caroli (Joubin, 1902)^{*** **}

Rossia macrosoma (Delle Chiaje, 1830)^{*** ** *}

Sepiolo rondeletii Leach, 1817^{***}

Sepietta oweniana (Orbigny, 1841)^{**}

Ordre: Teuthoidae

Sous ordre: Myopsida Naef, 1916

Famille : Loliginidae Lesueur 1821

Loligo vulgaris Lamarck 1798^{*** ** *}

Loligo forbesii Steenstrup, 1857^{***}

Alloteuthis media (Linné, 1758)^{*** *}

Alloteuthis subulata (Lamarck, 1798)^{*** ** *}

Sous ordre: Oegopsida

Famille Omnastrephidae

Illex coindetii (Vérany, 1839)^{*** **}

Todarodes sagittatus (Lamarck, 1798)^{*** ** *}

Todaropsis eblanae (Ball, 1841)^{*** **}

Famille: Histioteuthidae

Histioteuthis reversa, (Verrill, 1880) ***

Histioteuthis bonnelli (Férussac, 1835) ** *

Famille: Enoploteuthidae

Abralia veranyi (Ruppell, 1844) *** **

Famille: Onychoteuthidae

Ancistroteuthis lichtensteinii (Férussac, 1835) *** **

Famille: Brachioteuthidae

Brachioteuthis riisei (Steenstrup, 1882) ***

Ordre Octopoda Leach, 1818

Sous ordre: Incirrata Grimpe, 1916

Famille : Octopodidae Orbigny, 1839

Sous famille : Octopodinae

Octopus vulgaris Cuvier, 1797 *** ** *

Octopus salutti Vérany, 1839 **

Callistoctopus macropus (Risso, 1826) ***

Bathypolipus sponsalis , (Fisher et Fisher, 1892) *** ** *

Pteroctopus tetracirrhus (Delle Chiaje, 1830) *** **

Sous famille : Eledoninae

Eledone moschata (Lamarck, 1798) *** ** *

Eledone cirrhosa (Lamarck, 1798) *** **

Lors de ces campagnes chalutières, 12 espèces de Céphalopodes ont été capturées par la campagne Thalassa, 20 espèces par la campagne Visconde De Eza, et 23 espèces par la campagne CNRDPA. Cette variation serait probablement due aux saisons.

Le tableau suivant (2.1) résume le nombre d'espèces obtenues par différents auteurs suite aux campagnes réalisées dans différentes régions méditerranéennes.

En prenant en considération les 59 espèces de Céphalopodes récoltées en Méditerranée et décrites par Mangold et Boletzky (1988), le nombre maximum d'espèces de Céphalopodes récoltées sur la côte algérienne est de 29 soit 49,15%.

Ce nombre serait identique à celui observé par D'Onghia et al. (1996) dans le nord de la mer Egée (entre 32 et 490m de profondeur). Dans le golf de Gadiz (Sud ouest des côtes espagnoles), le plus grand nombre d'espèces de Céphalopodes sont récoltées (35 espèces) entre 20 et 700m et relevées par Silva et al. (2011).

Tableau 2.1. Nombre d'espèces de Céphalopodes obtenues par différents auteurs en Méditerranée

Auteur (année)	Nombre d'espèces de Céphalopode	Région	Nombre de traits réalisés	Profondeurs de prospection
Tursi et D'Onghia (1992)	24	Mer Ionienne	252	0m – 650 m
D'Onghia et al. 1996	29	Nord mer Egée	240	32m – 490m
Ganzalez et al 1998	26	Mer d'Alboran espagnole	98	36m – 790m
Quetglas et al. 2000	30	Mer Baléares	79	50m – 800m
Lefkaditou et al. 2003	34	Sud mer Egée	708	16m – 778m
Giordano et al. 2004	25	Sud mer Tyrrhénienne		18m – 672m
Silva et al. 2011	35	Sud ouest Espagne (Golfe de Gadiz)		20m – 700 m
Présent Travail	29	Côtes algériennes	228	15m – 1191m

2.2. Ecologie des Céphalopodes de la côte algérienne

2.2.1. Distribution géographique

Cette analyse est réalisée à partir de la campagne du CNRDPA (2012) sur la côte algérienne.

Le tableau 2.2 permet de faire sortir les points suivants:

Les traits de pêche à l'ouest (de Ghazaouet à Mostaganem) sont les plus riches en Céphalopodes.

Parmi les espèces de Céphalopodes, les plus fréquemment pêchées sur les 100 traits de pêche : *Eledone moschata* dans 57 traits, *Octopus vulgaris* présent dans 53 traits, *Sepia officinalis* dans 42 traits, *Sepia elegans* dans 39 traits et enfin *Loligo vulgaris* présents sur 30 traits de pêche.

Najai (1983) relève que *Eledone moschata* est une espèce endémique franchement méditerranéenne, observée aussi comme plus abondante par Silva et al (2011) et *Octopus vulgaris* serait une espèce cosmopolite.

Les espèces qui n'ont apparu qu'une seule fois, sont : *Brachioteuthis riisei*, *Sepiola rondeletii* et *Todarodes eblanae*. Cette dernière, qui n'a été pêchée qu'à l'est algérien, serait parmi les

espèces les plus abondantes avec *Illex coindetii*, au printemps (Lefkaditou et al. 2003b) au nord est de la mer ionienne d'après Belcari et Sartor (1993).

Les espèces pêchées uniquement à l'ouest sont : *Abralia veranyi* (10 traits ramenant 247 individus), *Callistoctopus macropus* (3traits avec 3 individus)

Les espèces pêchées uniquement à l'est : *Histioteuthis reversa* (3traits et 5 individus) ; *Brachioteuthis riisei* (1 individu), *Sepiola rondeletii* (3 individus en 1 trait) et *Todarodes eblanae* (2 individus en 1 trait).

Du point de vue fréquences :

Les espèces les plus fréquentes à l'ouest sont : *Ancistroteuthis lichtensteini* (75%), *Rossia macosoma* (72,7%), *Loligo vulgaris* (66,6%), *Neorossia caroli* (66,6%), *Bathypolypus sponsalis* (60%), *Sepia orbignana* (60%), *Eledone moschata* (59,6%), *Alloteuthis subulata* (59,3%), *Sepia elegans* (56,4%), *Sepia officinalis* (54,7%) et *Octopus vulgaris* (50,9%).

Les espèces les plus fréquentes au centre sont *Loligo forbesii* (63,6%) et *Eledone cirrhosa* (50%).

L'espèce la plus fréquente à l'est est : *Pteroctopus tetracirrhus* (66,6%).

Il serait intéressant de noter que *Alloteuthis media* et *Todarodes sagittatus* sont pêchées presque à la même fréquence entre l'est et l'ouest algérien (44,5% et 47,37% respectivement).

Tableau 2.2. Répartition des espèces de Céphalopodes le long de la côte algérienne
(Nb Oc. : Nombre de présence) (D'après la campagne CNRDPA, 2012)

Espèces	Biomasse (g)	Nb Oc. Est	Nb Oc. Centre	Nb Oc. Ouest	Total	% Fréquence à l'est	% Fréquence au centre	% Fréquence à l'ouest
<i>Abralia veranyi</i>	1292			10	10	0	0	100
<i>Alloteuthis subulata</i>	11036	5	4	15	24	20,83	16,67	62,50
<i>Alloteuthis media</i>	1664	4	1	4	9	44,44	11,11	44,44
<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i>	480	1		3	4	25,00	0	75
<i>Bathypolypus sponsalis</i>	16072	1	5	9	15	6,67	33,33	60
<i>Brachioteuthis riissei</i>	50	1			1	100	0	0
<i>Eledone cirrhosa</i>	4982	4	5	1	10	40	50	10
<i>Eledone moschata</i>	126586	15	8	34	57	26,32	14,04	59,65
<i>Histioteuthis reversa</i>	227	3			3	100	0	0
<i>Illex coindetii</i>	5390	9	8	3	20	45	40	15
<i>loligo forbesii</i>	4932	2	7	2	11	18,18	63,64	18,18
<i>Loligo vulgaris</i>	95310	10		20	30	33,33	0	66,67
<i>Neorossia caroli</i>	162	1		2	3	33,33	0	66,67
<i>Octopus vulgaris</i>	408705	13	13	27	53	24,53	24,53	50,94
<i>Callistoctopus macropus</i>	3144			3	3	0	0	100
<i>Pteroctopus tetracirrhus</i>	998	2	1		3	66,67	33,33	0
<i>Rossia macrosoma</i>	624	2	1	8	11	18,18	9,09	72,73
<i>Sepia elegans</i>	22254	9	8	22	39	23,08	20,51	56,41
<i>Sepia officinalis</i>	55419	14	5	23	42	33,33	11,90	54,76
<i>Sepia orbignyana</i>	3956	1	3	6	10	10	30	60
<i>Sepiola rondeletii</i>	10	1			1	100	0	0
<i>Todarodes eblanae</i>	540	1			1	100	0	0
<i>Todarodes sagittatus</i>	14163	9	1	9	19	47,37	5,26	47,37

Tableau 2.3. Fréquence d'apparence (F, nombre de traits de chalut où l'espèce a été capturée en relation avec le nombre de traits réalisés à chaque strate de profondeur), capture moyenne par heure (g/h) et pourcentage de biomasse des espèces capturées dans les cinq strates bathymétriques. Les espèces sont rangées dans un ordre bathymétrique.

Espèces	Strates de profondeur														
	20 – 50 m			50- 100 m			100- 200 m			200- 500 m			500- 800 m		
	F	g/h	%	F	g/h	%	F	g/h	%	F	g/h	%	F	g/h	%
<i>C. macropus</i>	10,52	1102	3,5	3,84	940	4,02									
<i>L. vulgaris</i>	73,68	5444,57	38,07	53,84	1252,57	8,96	7,69	182	3,06						
<i>S. officinalis</i>	52,63	797,2	4,83	69,23	1596,67	12,66	50,00	812	15,81						
<i>A. subulata</i>	21,05	374	3,5	57,69	465,2	4,83	19,23	202,4	3,03						
<i>O. vulgaris</i>	89,47	8673,76	53,97	84,61	8625,45	57,82	38,46	6192,4	58,7	8,33	3117,5	37,05			
<i>S. elegans</i>	26,32	73,2	0,5	65,38	816	7,04	42,31	593,1	5,81	25	248,67	8,73			
<i>E. moschata</i>	89,47	1080,23	6,6	76,92	1777,4	12,61	46,15	2306,33	31,89	33,33	1755,38	50,02			
<i>L. forbesii</i>	15,79	182,67	1,47	3,85	1400	3,69	11,54	446,67	6,28	8,33	157	3,35	16,67	665	56,74
<i>I.coindetii</i>	10,53	90	0,58	26,92	159,14	0,9	30,77	386	3,47	8,33	346	21,74	16,67	128	1,26
<i>R. macrosoma</i>				3,85	42	0,33	3,85	28	0,71	25	79,5	4,06	16,67	45,5	1,5
<i>E. cirrhosa</i>				11,54	206	0,75	15,38	514,5	6,32	12,5	765,33	26,21			
<i>A. media</i>				15,38	408	5,78	3,85	32	0,82	12,5	138,67	17,72	8,33	1014	0,54
<i>T. sagittatus</i>				3,85	1700	30,37	7,69	592	6,18	41,67	508,3	39,72	50	1033	72,63
<i>S. orbignyana</i>							23,08	228,67	4,4	16,67	646	14,18			
<i>A. veranyi</i>							0,57	10	0,7	25	184,83	12,45	25	54,33	11,94
<i>A. lichtensteinii</i>										12,5	132,33	18,18	8,33	56	5,47
<i>H. reversa</i>										4,16	106	100	16,67	60,5	13,38
<i>P. tetracirrhus</i>										8,33	327	55,47	8,33	23	2,27
<i>N. caroli</i>										12,5	49,33	3,3			
<i>B. sponsalis</i>										20,83	307	14,9	41,67	177,8	10,53

2.2.2. Distribution bathymétrique

A partir du tableau 2.3, il est possible de tirer les observations suivantes :

Callistoctopus macropus est confiné aux eaux côtières qui n'atteignent pas 70m.

Loligo vulgaris, *Sepia officinalis* et *Alloteuthis subulata* sont capturées à des profondeurs inférieures à 200m tandis que *Octopus vulgaris*, *Sepia elegans*, *S. orbignyana*, *Eledone moschata* et *E.cirrhosa* sont plus profonds vivants sur des fonds qui ne dépassent pas 500m.

Les espèces qui apparaissent dans toutes les strates de profondeurs échantillonnées sont *Loligo forbesii* (30m-610m) et *Illex coindetii* (30m-721m).

Les espèces présentes entre 50 et 800m de profondeurs sont : *Rossia macrosoma* (89 – 709m), *Alloteuthis media* (58 – 610m) et *Todarodes sagittatus* (58m-809m).

Neorossia caroli est collecté seulement de 200 à 500m de fond. Quant aux espèces qui fréquentent les plus grandes profondeurs (200-800m) sont : *Ancistroteuthis lichtensteini*, *Histioteuthis reversa*, *Pteroctopus tetracirrhus* et *Bathypolipus sponsalis*

Les rendements moyens des captures (g.h^{-1}) et le pourcentage en poids de chaque espèce pour les cinq strates de profondeur sont aussi reportés dans le tableau 2.3.

Dans les trois premières strates de profondeur, *O. vulgaris* est l'espèce la plus importante représentant 53,97% de la biomasse en poids dans la première strate, 57,82% dans la seconde et 58,7% dans la troisième strate avec respectivement 8673.76 g.h^{-1} , 8625.45 g.h^{-1} , 6192.4 g.h^{-1} . Entre 20 et 50 m, *O. vulgaris* est suivis par *L. vulgaris* (38.07% de biomasse et 5444.57 g.h^{-1}). *T. sagittatus* suit *O. vulgaris* à 50-100m avec 30,37% de biomasse en poids et 1700 g.h^{-1} . A la troisième strate (100-200m), *O. vulgaris* est suivis de *E. moschata* avec 31.89% de biomasse et 2306.33 g.h^{-1}

Dans la strate 200-500m, *H. reversa* représente 100% des fréquences de capture suivie par *P. tetracirrhus* avec 55,5%

Dans les couches profondes (500-800m), les espèces les plus abondantes sont *Todarodes sagittatus* avec 72,63% de la biomasse en poids et 1033 g.h^{-1} , la seconde espèce est *Loligo forbesii* (56.74%, 665 g.h^{-1}).

Dans le tableau 2.4, les profondeurs moyennes et les indices de confiances sont calculés pour la campagne du CNRDPA et la campagne Thalassa. La campagne Visconde De Eza est réalisée au mois de mars sur des grandes profondeurs allant en moyenne de 223 m à 977 m, ceci explique la raison pour laquelle seules les profondeurs maximales ont été retenues. Ce tableau est comparé avec les résultats de Ganzalez et Sanchez (2002) et de Silva et al. (2011) qui ont rapporté les profondeurs moyennes des différentes espèces de Céphalopodes capturées à partir des campagnes d'évaluations réalisées sur les côtes sud espagnoles.

Dans l'ensemble, la répartition bathymétrique est très comparable notamment pour les espèces *Sepia orbignyana*, *Sepia elegans*, *Loligo vulgaris*, *Abralia veranyi*, et *Octopus vulgaris*.

Tableau 2.4. Les Céphalopodes capturés par les trois campagnes (Thalassa*, VDE** et CNRDPA***) le long de la côte algérienne. [] : espèces récoltée qu'une seule fois).

Espèces	Profondeur minimum	Profondeur maximum	Profondeur moyenne	Indice de Confiance	Ganzalez et Sanchez (2002)	Silva et al. (2011)
<i>S. officinalis</i>	27*** [251]** 17*	196*** 167*	82,9*** 65,4*	12,89 1,7	48,3	72
<i>S. orbignyana</i>	114*** 14*	284*** 460** 395*	183,1*** 166,1*	75,61 32,85	136,7	187
<i>S. elegans</i>	32*** 14*	395*** 449** 92*	116*** 63,6*	17,85 29,63	87,7	114
<i>N. caroli</i>	91***	430*** 560**	237,8***	161,97	429,3	509
<i>R. macrosoma</i>	89*** 164*	709*** 360** 641*	312,1*** 373,5*	132,38	300,5	396
<i>S. rondeletii</i>	[310]***					
<i>S. oweniana</i>		560**			237,2	347
<i>L. vulgaris</i>	22*** 20*	180*** [581]** 170*	58,9*** 72,3*	7,31 3,01	65,5	56
<i>L. forbesi</i>	30***	610***	206,3***	81,59		192
<i>A. media</i>	58*** 50*	118*** 167*	78,8*** 98,5*	42,73 29,86	94,7	97
<i>A. subulata</i>	32*** [107]*	610*** 449**	127,2***	25,98	110,8	77
<i>I. coindetii</i>	30***	587*** 721**	151,2***	40,65	144,2	263
<i>T. sagittatus</i>	58*** 71*	748*** 809** 796*	403,3*** 409,9*	122,19 83,6	483,5	
<i>T. eblanae</i>	[522]***	581**			278,2	285
<i>H. reversa</i>	400***	500***	510***	405,7	573,6	
<i>H. bonnellii</i>	181*	721** 641*	416,4*	155,05	578,5	
<i>A. veranyi</i>	186***	675*** 652**	371,8***	158,5	369,5	363
<i>A. lichtensteinii</i>	208***	748*** 809**	462,3***	317,5	559,8	
<i>B. riseii</i>	[328]***				520	
<i>O. vulgaris</i>	22*** 58*	520*** 251** 169*	84,2*** 102,8*	5,93 54,8	84,2	92
<i>O. salutii</i>		[537]**			299,8	
<i>C. macropus</i>	32***	62***	47***	53,18		
<i>B. sponsalis</i>	60*** 238*	748*** 656** 579*	366,3*** 400,7*	125,7 206,2	561,4	492
<i>P. tetracirrhus</i>	312***	540*** 809**	427,3***	339,5	324,9	
<i>E. moschata</i>	60*** 20*	445*** 560** 520*	198,1*** 110,2*	93,13 11,47	100,2	96
<i>Eledone cirrhosa</i>	138***	163*** 809**	150,5***	145,5	178,8	275

2.3. Assemblage des Céphalopodes

Afin de traiter les assemblages des Céphalopodes, une analyse à correspondance principale est réalisée par le biais du programme Statistica (6.0). Cette analyse vise à décrire la structure spatiale des peuplements (A partir du Tableau 1 en annexe Ecologie) .

La figure 2.1 révèle l'existence de deux groupes ou communautés : Le premier groupe est composé d'espèces vivant entre 20 et 200m. Le second groupe serait plus profond, entre 200 et 800m.

-Les espèces « côtières » qui vivent au niveau du plateau continental (jusqu'à 200m) sont en nombre de cinq: *Octopus vulgaris*, *Callistoctopus macropus*, *Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris* et *Alloteuthis subulata*. Ces espèces seraient probablement liées à la qualité des eaux, car cette profondeur correspond à la limite inférieure de l'eau atlantique modifiée.

- Les espèces de la deuxième communauté, plus profonde (à partir de 200m), vivent au voisinage de la pente continental, dans sa partie supérieure et médiane. Ces espèces sont: *Sepia elegans*, *Eledone moschata*, *Loligo forbesii*, *Illex coindetii*, *Rossia macrosoma*, *Eledone cirrhosa*, *Alloteuthis media*, *Todarodes sagitattus*, *Sepia orbignyana*, *Abralia veranyi*, *Ancistroteuthis lichtensteinii*, *Histioteuthis reversa*, *Pteroctopus tetracirrhus*, *Neorossia caroli* et *Bathypolipus sponsalis*, soit 15 espèces.

L'espèce caractéristique de la communauté côtière est *Octopus vulgaris* et celle caractéristique de la communauté profonde est *Todarodes sagitattus*.

Notons que les espèces *Histioteuthis reversa* et *Abralia veranyi* sont des espèces pélagiques (Vellanueva, 1992) tandis que *Bathypolipus sponsalis* et *Pteroctopus tetracirrhus* sont des espèces mesobenthiques.

L'espèce *Neorossia caroli* serait une espèce typiquement bathybenthique en Méditerranée est plus abondante à plus de 400m de profondeur (D'Onghia, 1993).

En accord avec nos résultats, Lefkaditou et *al.* (2003) relèvent aussi que *Pteroctopus tetracirrhus* est une espèce typique de la pente continentale.

Le nombre d'espèces du deuxième groupe est plus important. En effet, Quetglas et *al.* (2000) émet l'hypothèse que la zone de 100 à 600m serait une zone de transition entre la côte et les profondeurs importantes.

Rossia caroli s'avère être une espèce assez fréquente. Elle est récoltée pendant toute l'année sur les fonds de vase profonde entre 400 et 800 m et elle ne semble pas effectuer des migrations contrairement à *Rossia macrosoma* qui vient déposer ses œufs sur les fonds de sable du large, dans des eaux relativement côtières en été et en automne (Mangold-Wirz, 1963b ; Salman et Önsoy, 2010)

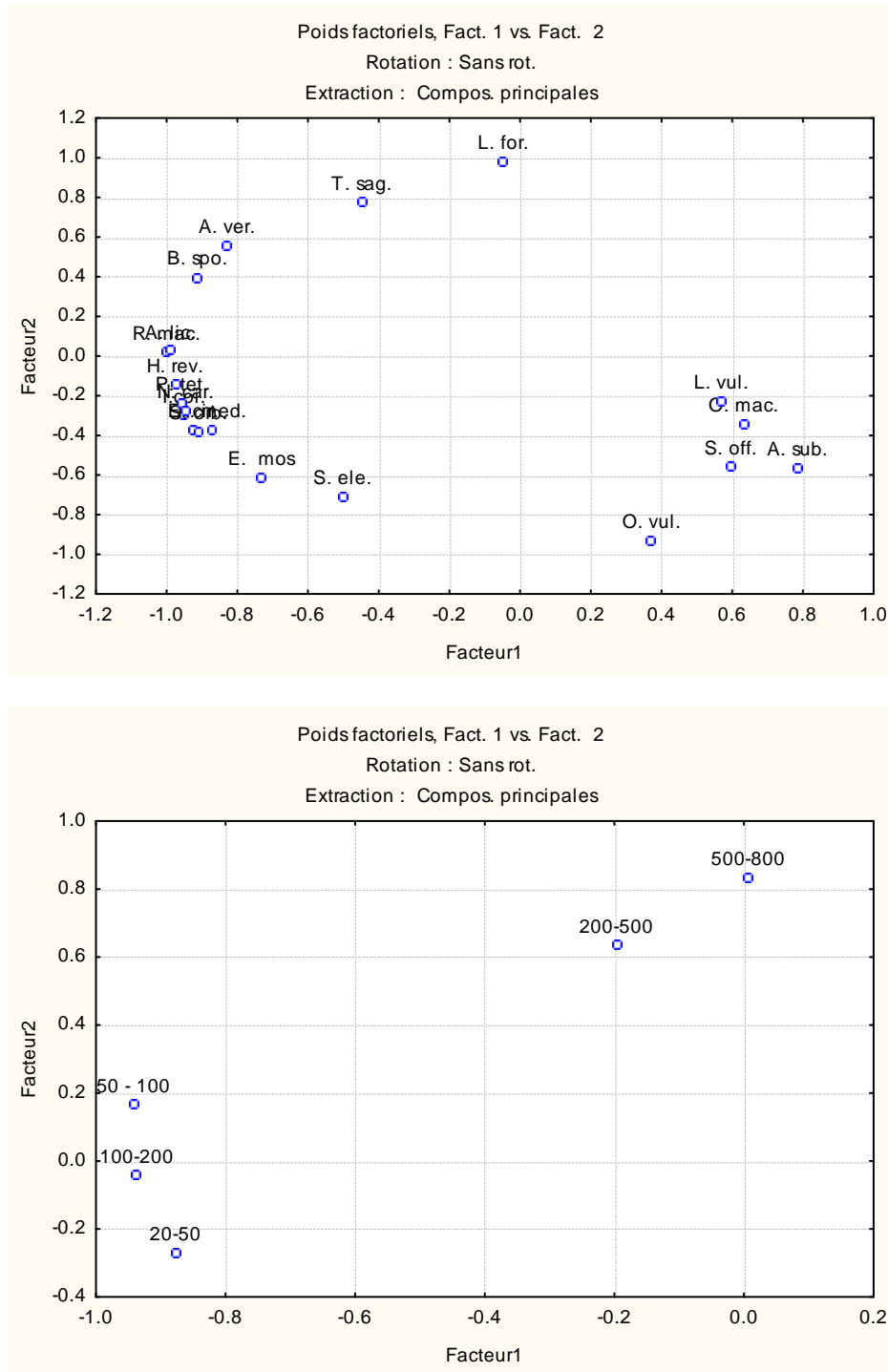


Figure 2.1. Analyse de correspondance principale (Statistica 6)

2.3.1. Indices écologiques.

La diversité spécifique mesure la composition faunistique d'un peuplement en un point de prélèvement donné, à partir du nombre d'espèces et de leurs dominances. La diversité renseigne sur la façon dont les individus sont répartis entre les différentes espèces. Il est

possible de comparer la structure de plusieurs peuplements et de voir comment ces peuplements varient dans l'espace.

Quelques espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème et de nombreuses espèces rares conditionnent la diversité d'un peuplement (Daget, 1979).

2.3.1.1. L'indice de Shannon-Wiener (H')

Cet indice (Shannon-Weaver, 1949) est le plus couramment utilisé en écologie. Il donne une mesure intégrée de la diversité.

$$H' = - \sum_{i=1}^{i=s} P_i \log_2 P_i$$

avec $P_i = N_i / N$

S : Nombre des espèces (de $i=1$ à s) récoltées dans le peuplement

N_i : Nombre d'individus de l'espèce i

N : Nombre total d'individus présents dans le peuplement

P_i : Fréquence relative de l'espèce ou dominance de l'espèce i dans le prélèvement.

Son unité est le « bit par individu » (unité d'information) ; il varie de zéro lorsqu'une seule espèce domine à une valeur maximale lorsque toutes les espèces sont également représentées. L'indice de Shannon indiquerait que le nombre d'espèces dans une communauté est fonction de la stabilité du milieu ; plus l'indice est grand, plus le milieu serait stable et réciproquement (Rebzani-Zahaf, 2003).

2.3.1.2. Indice de Pielou (E)

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de Pielou (1966), appelé également indice d'équirépartition (Blondel, 1979). Il représente le rapport de H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H_{\max}). Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

$$E = H'_{\text{obs.}} / H_{\text{max}} = H' / \log_2 S$$

$\log_2 S$ caractérise le plus haut niveau de structure théorique compte tenu de la richesse spécifique. S représente le nombre d'espèces du prélèvement.

2.3.1.3. Résultats des indices écologiques

Ces deux indices écologiques suscités sont calculés pour les cinq strates bathymétriques est illustrés dans le tableau 2.5.

La richesse spécifique (H') et l'indice de diversité de Pielou sont élevés entre 50 et 100m de profondeur suivi par la strate 20-50m.

Le F du test Anova est élevé par rapport à celui observé dans la table de Fisher's. Cette observation signifie que la différence est significative pour les espèces de Céphalopodes vivant dans les différentes strates de profondeur. En d'autres termes, la distribution est hétérogène.

Tableau 2.5. Quelques indices écologiques des Céphalopodes par strates de profondeur

Strates de profondeur	20-50	50 - 100	100-200	200-500	500-800
Nombre de traits	19	26	17	24	12
Richesse spécifique (S)	9	13	14	16	10
Biomasse moyenne (g)	14 724.32	13 542	7 973.18	1 748.75	1 045.58
Diversité spécifique (H')	1.06 ± 0.31	1.81 ± 0.47	0.71 ± 0.18	0.55 ± 0.13	0.12 ± 0.03
Equitabilité (E)	0.25 ± 0.16	0.42 ± 0.2	0.16 ± 0.1	0.13 ± 0.5	0.03 ± 0.02

2.4. Ecologie de *S. officinalis*

2.4.1. Distribution géographique

Cette analyse est réalisée à partir de la campagne Thalassa (1982).

Les indices écologiques utilisés sont : la fréquence, l'abondance, la densité et la biomasse.

La fréquence (Fr) exprimée en pourcentage correspond au nombre de stations où l'espèce est présente par rapport au nombre de stations retenues pour l'étude (250m).

L'abondance (Ab) est définie par le nombre d'individus de *S. officinalis* capturés par station.

La densité utilisée (Dn) est le nombre d'individus par unité de surface chalutable (S).

La biomasse (Dw) correspond au rapport du poids total des individus capturés (W_i) à la surface totale des stations.

Il est à noter que la surface exprimée en m^2 a été convertie en Km^2 et le poids exprimé en Kg. Les résultats de la répartition géographique obtenus pour les différents indices calculés sont reportés dans le tableau 2.7.

L'analyse du tableau 2.6 montre que *S. officinalis* est présente dans toutes les régions. Sur les 173 traits de pêche considérés de la campagne Thalassa, 56 traits ont pêché *S. officinalis* avec 27 sur 71 traits à l'ouest (30,03 %), 7 sur 24 trait au centre (29,17 %) et 22 sur 78 traits à l'est (28,21 %). En considérant les traits de pêche situés à une profondeur où l'espèce peut être

présente, soit de 0 à 200m, les traits retenues pour cette étude sont de 40 à l'ouest, 12 au centre et 59 à l'est.

Tableau 2.6 . Répartition géographique de *S. officinalis* sur la côte algérienne

Caractéristiques	Ouest	Centre	Est	Total
Nombre stations effectués	71	24	78	173
Nombre de stations avec <i>S. officinalis</i>	27	7	22	56
Nombre de stations retenues	40	12	59	111
Nombre d'individus de <i>S. officinalis</i>	201	23	222	446
Fréquence (%)	67,5	58,33	37,28	50,45
Abondance	7,44	3,28	10,09	7,96
Poids (kg)	1077,03	161,43	483,41	729,37
Surface totale (Km ²)	60,16	65,08	60,69	60,98
Densité (Ind/Km ²)	3,34	0,35	3,66	7,31
Biomasse (Kg/Km ²)	17,9	2,47	7,96	11,96

En observant les pourcentages de présence de *S. officinalis* sur le nombre de pêches réalisées, il est facile de remarquer que du point de vue géographique, les pêches à l'ouest sont les plus riches en cette espèce.

Le large pouvoir de répartition de cette espèce benthique trouve son explication dans leur mode de vie à la naissance (Mangold, 1972). Cette espèce a des œufs de petites tailles pauvres en vitelline et les nouveaux nés issus de ces derniers passent par un stade planctonique leur permettant ainsi une large répartition géographique.

2.4.2. Distribution bathymétrique

Pour définir la répartition bathymétrique, les analyses sont effectuées par tranche de profondeur de 50m pour toutes les stations situées entre 0 et 200m. Quatre tranches sont considérées (Tableau 2.7). Pour chacune d'entre elles, la fréquence, l'abondance, la densité et la biomasse de *S. officinalis* est calculée.

Tableau 2.7. Répartition bathymétrique de *S. officinalis* sur la côte algérienne

Caractéristiques	0-50m	50-100m	100-150m	150-200m
Nombre de stations retenues	30	42	27	12
Nombre de stations avec <i>S. officinalis</i>	24	26	4	2
Nombre d'individus de <i>S. officinalis</i>	292	136	14	4
Fréquence (%)	80	61,90	14,81	16,66
Abondance	12,16	5,23	3,5	2
Poids (Kg)	683,12	648,46	1890	15
Surface (Km ²)	61,85	59,04	63,21	71,49
Densité (ind/Km ²)	4,72	2,30	0,22	0,05
Biomasse (Kg/Km ²)	11,04	10,98	29,90	0,2

Il est possible de constater d'après ce tableau que la fréquence, l'abondance et la densité diminuent avec la profondeur.

Une analyse du rendement exprimé en kilogramme par heure ou en individu par heure est réalisée et les résultats sont résumés dans le tableau 2.8.

Tableau 2.8. Rendement de *S. officinalis* en fonction de la profondeur
(SD = Déviation standard)

	Profondeur (m)	Nombre de traits	Pourcentage d'occurrence	Individu/heure	SD	Kg/heure	SD
Thalassa	0 - 25	9	88,8	46,25	27,05	1,8	1,27
	25 - 50	19	63,16	13,69	0,49	0,82	0,57
	50 - 100	45	64,44	10,07	11,9	1,5	1,04
	100 - 200	39	20,5	4,66	0,94	0,87	0,61
CNRDPA	0 - 25	0	0	0	0	0	0
	25 - 50	11	64,7	5,63	3,79	0,78	0,54
	50 - 100	18	66,6	27,44	6,67	1,59	1,11
	100 - 200	13	76,47	16,46	2,44	0,81	0,56

La campagne Thalassa permet de constater que la tranche de profondeur de 0 à 25m était riche en nombre d'individus de *S. officinalis* pêché par heure (46,25 ind/h) et donnait un meilleur rendement en poids (1,8 Kg/h). La tranche de profondeur 50-100m donne aussi un bon rendement, celui de 1,5 kg/h non loin du premier, avec un nombre d'individus beaucoup moins important. Ceci est pour le mois de septembre, date à laquelle la campagne Thalassa est réalisée. Concernant la période printanière (mai), la campagne CNRDPA donne le résultat suivant :

La profondeur 50-100m, donne un meilleur rendement en nombre (27,4 ind/h) et en poids (1,6 kg/h).

2.4.3. Répartition de *S. officinalis* en fonction de la nature du fond

Le tableau 2.9 résume les résultats obtenus par la campagne Thalassa, seule campagne où est identifiée la nature du fond.

Tableau 2.9. Répartition de *S. officinalis* selon la nature du fond

Paramètres	Sable fin	Sable grossier	Vase sableuse	Vase peu sableuse	Vase très peu sableuse	Total
Nombre de stations retenues	11	15	21	23	41	111
Nombre de stations avec <i>S. officinalis</i>	9	7	10	10	20	56
Nombre d'individus de <i>S. officinalis</i>	106	37	146	44	113	446
Fréquence (%)	81,81	46,66	47,61	43,47	48,78	50,45
Abondance	11,77	5,28	14,60	4,40	5,65	7,96
Poids (Kg)	571,2	263,67	754,50	710	348	510,56
Surface (Km ²)	63,46	58,86	61,16	58,95	55,32	58,77
Densité (ind/Km ²)	1,67	0,62	2,38	0,74	2,04	7,58
Biomasse (Kg/Km ²)	9,00	4,47	12,33	12,04	6,29	8,68

Dans l'ensemble, l'espèce *S. officinalis* fréquente différents types de fonds (Sable fin, sable grossier, vase sableuse, vase peu sableuse et vase très peu sableuse). Sa fréquence est nettement plus élevée pour le fond de sable fin alors que son abondance, sa densité et sa biomasse sont relativement élevées pour les fonds de vase sableuse.

Le mode de vie de cette espèce est adapté à ce type de fond qui lui permet de se camoufler et de se dissimuler du prédateur.

2.4.4. Répartition de *S. officinalis* en fonction de la température du fond.

La campagne Thalassa a permis de constater que la température des 56 stations varie de 13,2 à 21,2 avec une moyenne de 16,25°C. Ce résultat semble en accord avec différents travaux qui indiquent une large gamme de températures allant de 10 à 25°C pour *Sepia officinalis*.

2.4.5. La Faune associée à *S. officinalis*

L'analyse de la faune associée est réalisée à partir des deux campagnes Thalassa et CNRDPA étant donné que la campagne Visconde De Eza n'a récolté qu'un seul individu.

Sur les stations où *S. officinalis* est présente, toutes les espèces pêchées sont retenues. Dans le but d'homogénéiser nos données, la durée de trait de chaque station est rapportée à une heure (60 minutes). Ainsi pour chaque trait de pêche considéré nous avons, par espèce, le nombre d'individus pêchés en une heure de trait.

La fréquence (F) correspond au nombre de stations ayant ramené l'espèce considérée,

L'abondance (A), au nombre d'individus de l'espèce considérée pêché à toutes les stations où elle est présente. Cette voie a permis de dénombrer, pour chaque groupe, les espèces qui accompagnent *S. officinalis*

Sur ces stations caractéristiques, la fréquence (X_i = nombre de stations où l'espèce (i) est présente) et l'abondance moyenne relative (Y_i = nombre d'individus de l'espèce (i) par rapport au nombre de stations retenues) de chaque espèce (i) sont calculées. Ainsi l'ensemble des espèces (représentée chacune par un point) constitue un nuage de points dont le centre de gravité est défini par sa fréquence moyenne (\bar{X} = somme des X_i divisée par le nombre d'espèces retenues) et son abondance moyenne (\bar{Y} = somme des Y_i divisée par le nombre d'espèces retenues).

A partir de ce centre de gravité, les parallèles à l'axe des abscisses (ou fréquence X) et à l'axe des ordonnées (ou abondance moyenne relative Y) délimitent 4 zones (**A**, **B**, **C** et **D**) qui représentent en

- **A** : les espèces les plus caractéristiques (très fréquentes et très abondantes),
- **B** : les espèces caractéristiques (très fréquentes et peu abondantes),
- **C** : les espèces caractéristiques (peu fréquentes et très abondantes),
- **D** : les espèces peu caractéristiques (peu fréquentes et peu abondantes).

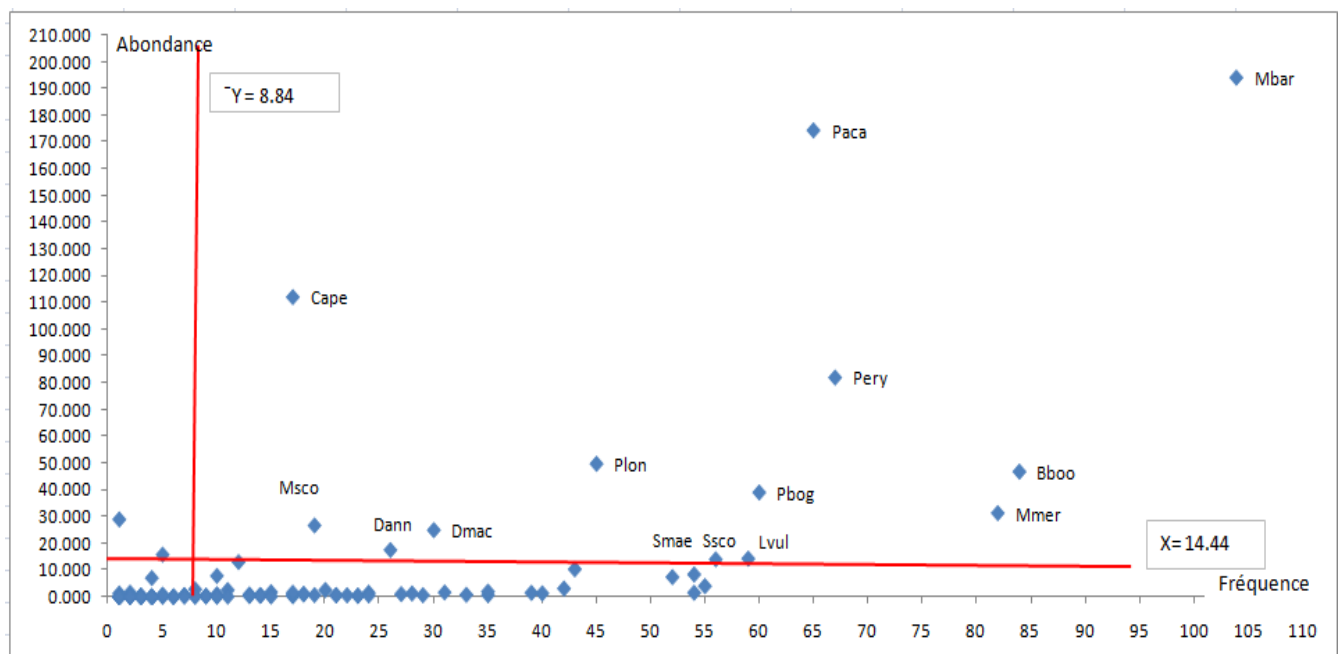
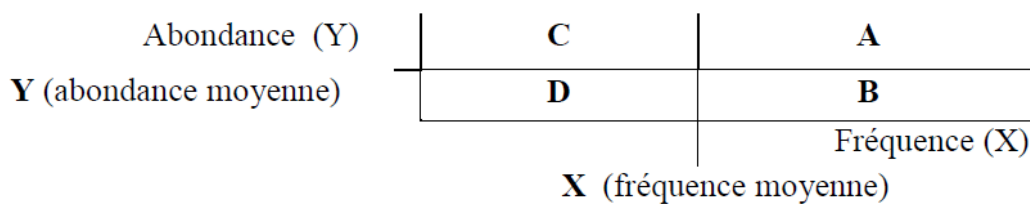


Figure 2.2. Les espèces associées à *S. officinalis* à partir de la campagne Thalassa (1982)

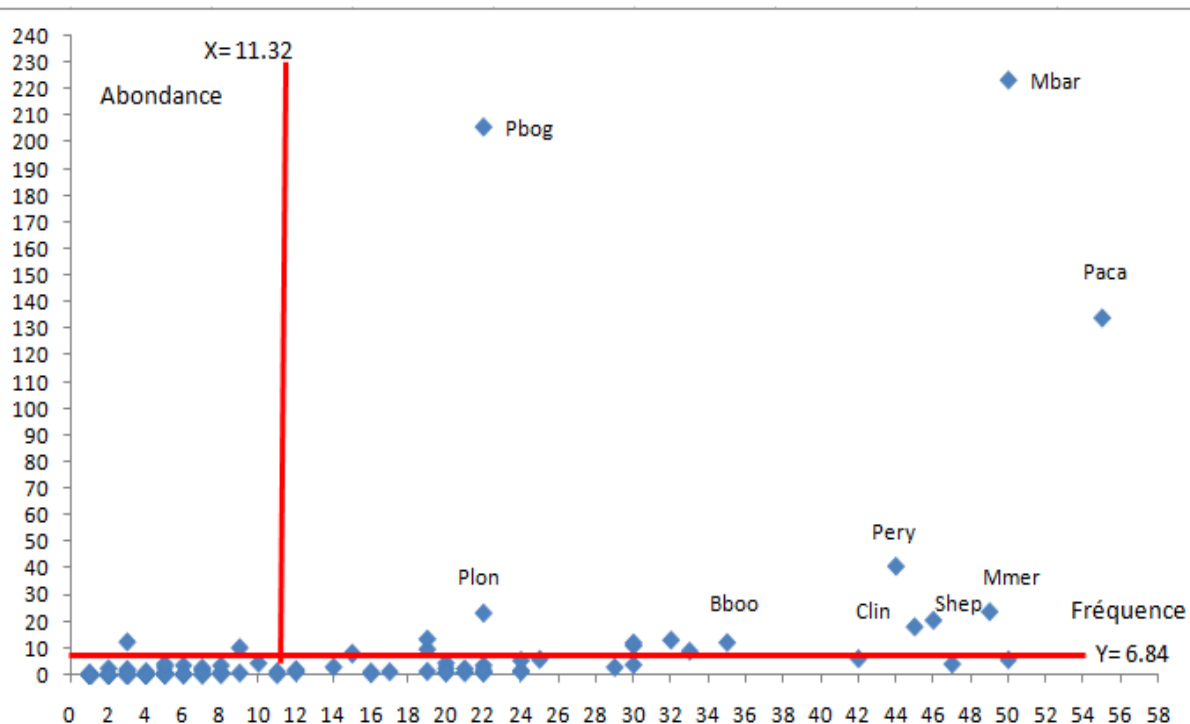


Figure 2.3. Les espèces associées à *S. officinalis* à partir de la campagne CNRDPA (2012)

A partir des deux dernières figures (2.2) et (2.3) (Tableaux 3 et 4 en annexe Ecologie), les espèces associées à *S. officinalis* au mois de mai-juin et septembre seraient :

Mullus barbatus, *Pagellus acarne*, *Boops boops*, *Merluccius merluccius*, *Pagelus erythrinus*.

2.5. Etude physico-chimique et morphométrique de la seiche des côtes algériennes

Les analyses des constituants chimiques mineures dans les otolithes de poissons ont été utilisés avec succès pour distinguer des différences de population spécifiques pour la discrimination des stocks (Campana *et al.*, 1994; Turan, 2006).

Un travail mené par Turan et Yaglioglu en 2010, a démontré qu'il existait une différence entre les populations de seiches de *Sepia officinalis* provenant de trois régions distinctes en Turquie : baie d'Antalya, baie d'Izmir et la mer Marmara. Cette différence réside au niveau génétique, de la composition chimique de l'os et des rapports biométriques de la seiche.

2.5.1. Matériel et méthode.

Suivant l'étude de Turan et Yaglioglu (2010), un essai est réalisé le long de la côte algérienne. Des échantillons de seiche (72 individus) sont prélevés au niveau du port de pêche d'Oran, d'Alger et d'Annaba durant le printemps (mai) 2012.

Des mensurations sont réalisées, à savoir :

- La longueur totale (LT) ;
- La longueur dorsale du manteau (LDM) ;
- La largeur du manteau (LgM) ;
- Le poids de l'os ou sépion (Wos) ;
- Le poids total de l'individu (WT).

Ces mensurations ont servi à calculer les rapports suivant : Wos/WT , LDM/LT et LgM/LDM .

D'autres part et afin d'analyser la composante chimique de l'os de seiche. Le protocole des deux auteurs cités précédemment a été suivi au niveau d'un laboratoire de l'INRAA (Institut national de recherche agronomique d'Algérie) :

Les sépions sont séchés à $65^{\circ}C$ pendant 5 jours afin d'obtenir un poids constant et faisant éliminer l'humidité de l'os. Ils sont par la suite réduits en poudre dans un mortier. Une quantité de 500 mg de cette poudre est digérée avec 4 ml de HNO_3 ultra pur (14N) et 1 ml de $HClO_4$ ultra pur (22N) à $100^{\circ}C$ sous une hotte pendant 3 jours. Après évaporation des acides, les résidus sont attaqués avec 5 ml de NHN_3 . Un blanc est préparé de la même manière que les échantillons. Les concentrations de Cu et Zn sont analysé par un spectrophotomètre à absorption atomique (de marque PerkinElmer 400 AA) au niveau de l'office national d'assainissement de Beraki et le laboratoire de contrôle de salubrité des produits et des milieux de la pêche et de l'aquaculture d'Ain Bénian.

Ces éléments chimiques sont choisis car l'aragonite, de la famille des carbonates de formule $CaCO_3$, comporte des traces de zinc. Le cuivre a été observé comme le métal qui contribue le plus dans la différenciation chimique entre les échantillons étudiés en Turquie.

Afin de comparer les populations de seiche des trois régions : Oran, Alger et Annaba, des tests sont appliqués comme le test de Mann-Whitney et le test de Welch par le biais du logiciel MatLab 2010.

Le test non paramétrique de Mann Whitney (Test de U) est un test de comparaison entre deux échantillons indépendants et de petites tailles. Il permet surtout d'estimer si les variables de deux échantillons suivent la même loi de probabilité et s'ils proviennent de la même population. Les groupes peuvent avoir des nombres d'observations différents. Ce test est calculé sous la forme suivante (Siegel et Castellan, 1988):

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum_{i=n_1+1}^{n_1+n_2} R_i$$

Avec :

U= test de Mann-Whitney
N1= taille de l'échantillon 1
N2= Taille de l'échantillon 2
Ri=rang de la taille de l'échantillon

Le test de t de Welch est une adaptation du test t de student permettant de comparer deux groupes d'échantillons indépendants lorsque les variances sont différentes. Il permet de calculer la statistique par la formule suivante (Welch, 1947):

$$t = \frac{mA - mB}{\sqrt{\frac{S^2A}{nA} + \frac{S^2B}{nB}}}$$

A et B sont les deux groupes différents à comparer
 mA et mB représentent la moyenne des groupes A et B
 nA et nB sont la taille des groupes A et B
 SA et SB représentent les écart-types des groupes A et B

2.5.2. Résultats et discussion

Les intervalles des résultats des différents rapports morphométrique (Wos/WT, LDM/LT et LgM/LDM) ainsi que les concentrations chimiques au niveau de l'os de seiche, à savoir le cuivre (Cu) et le zinc (Zn), sont notés dans les tableaux 2.10

Tableau 2.10. Intervalles des résultats morphométriques et physicochimiques

Région	Wos/WT	LDM/LT	LgM/LDM	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
Oran	0,025 – 0,09	0,26 – 0,339	0,47 – 0,61	0,04 – 0,336	0,49 – 2,51
Alger	0,036-0,068	0,23 – 0,31	0,43 – 0,77	0,16 – 0,552	1,45 – 3,06
Annaba	0,025 – 0,075	0,22 – 0,33	0,42 – 0,62	0,187 – 0,675	1,46 – 3,38

A sexe confondu, et au printemps, le rapport Wos/WT varie entre 0,025 et 0,09 pour les trois régions. Le rapport LDM/LT varie très peu : de 0,22 à 0,34 et le rapport LgM/LDM, de 0,42 à 0,77.

Concernant les deux éléments chimiques, les concentrations du cuivre oscillent entre 0,04 et 0,67 mg/l, quant au zinc, ses valeurs varient entre 0,49 et 3,38 mg/l.

La région d'Oran est marquée par les concentrations les plus faibles en cuivre et en zinc, contrairement à Annaba, où ces concentrations sont les plus fortes.

Tableau 2.11. Niveau de confiance (en pourcentage) obtenu par le test de Mann-Whitney entre les trois régions algériennes

	Wos/WT	LDM/LT	LgM/LDM	Cu	Zn
Oran-Annaba	45,06	99,9	20,4	99,76	92,53
Oran-Alger	5,27	99,82	96,79	85,81	70,99
Annaba-Alger	62,9	97,3	98,92	95,93	76,61

Tableau 2.12. Niveau de confiance (en pourcentage) obtenu par le test de Mann-Whitney entre les trois régions algériennes

	Wos/WT	LDM/LT	LgM/LDM	Cu	Zn
Oran-Annaba	44,5	99,99	22,27	99,96	98,22
Oran-Alger	7,64	99,49	90,38	96,95	88,65
Annaba-Alger	6,2	98,01	88,8	96,71	79,43

Les données morphologiques et biochimiques de l'os de seiche ont montrés qu'il existe des populations distinctes de *S. officinalis* dans les eaux côtières turques (Turan et Yaglioglu, 2010).

Dans notre étude, les plus forts paramètres qui montrent une discrimination le long de la côte algérienne selon le test de Mann-Whitney et de Welch sont, le rapport morphométrique de la longueur dorsale du manteau sur la longueur totale de l'individu (LDM/LT) et la concentration en cuivre (Tableaux 2 ;11 et 2.12) . Ces différences sont de plus en plus importantes en fonction de l'éloignement des régions ; où il est possible d'observer un pourcentage de différence plus élevé entre Oran et Annaba comparant à Alger-Annaba et Oran-Alger, ceci pour les deux paramètres.

Ces résultats peuvent suggérer qu'il existe trois sous populations de la seiche *S.officinalis* le long de la côte algérienne. En effet, la chimie de l'os de seiche peut être un bon facteur d'estimation de la différenciation des sous populations pour une petite échelle géographique, il serait même, un facteur de plus grand potentiel que le facteur morpho métriques pour l'identification des stocks (Turan et Yaglioglu, 2010).

Les résultats de ces derniers auteurs concordent avec nos observations où ils relèvent que le cuivre est l'élément chimique le plus discriminant et joue un rôle majeur dans la discrimination des populations méditerranéennes et de la mer Marmara.

Cet élément chimique serait en grande concentration chez les seiches comparé à d'autre Mollusques (Yazkan et al. 2004).

Les différences morphologiques détectées entre les populations de seiche semblent être différencié aux facteurs environnementaux. L'utilisation de caractères morphologiques pour identifier les populations doit tenir compte du fait que ces traits sont le résultat de facteurs génétiques et environnementaux (Turan et Yaglioglu, 2010).

Chapitre 3. Etude du régime alimentaire.

Le régime alimentaire de la seiche *Sepia officinalis*, bien étudié en laboratoire (Boletzky et Hanlon, 1983; Nixon, 1985; DeRusha et al., 1989), est peu connu en milieu naturel. Najai et Ktari (1979), Guerra (1985) et Le Mao (1985) sont parmi les rares auteurs à apporter des informations sur ce sujet.

Fraichement éclos, la seiche est un adulte en miniature. Bien qu'elle dispose dans la cavité viscérale d'une réserve vitelline, elle commence à s'alimenter dès le premier ou deuxième jour après éclosion. La résorption finale de la réserve vitelline a lieu indépendamment de la digestion des proies ingérées. Dans les conditions très rares où elle ne peut pas trouver de proies appropriées dès sa naissance, la petite seiche peut survivre plusieurs jours sans alimentation extérieure grâce à cette réserve.

Arzel et al. (1992) notent que la prise de nourriture journalière, aux températures élevées, peut représenter jusqu'à 20 % du poids de la seiche ce qui fait d'elle un prédateur actif se nourrissant essentiellement de Crustacés et de poissons.

3.1. Description de l'appareil digestif de *S. officinalis*

L'appareil digestif est composé de bulbe buccal et ses glandes associées, du tube, de la glande ainsi que les appendices des canaux digestifs.

La digestion débute au niveau du bulbe buccal qui sert à déchiqueter les proies mécaniquement mais aussi à l'aide d'enzymes sécrétées par les glandes salivaires postérieures (Boucaud-Camou et Boucher-Rodoni, 1983). Ensuite, la nourriture transite par l'œsophage vers l'estomac et les débris non digérables sont directement évacués vers l'intestin.

L'estomac très musculeux (Figure 3.1), broie les aliments qui vont aussi subir l'action des enzymes sécrétées par la glande digestive (digestion extracellulaire). Le bol alimentaire passe directement dans la glande digestive et dans le caecum où se poursuit la digestion intracellulaire et l'absorption. Les résidus issus de la digestion intracellulaire forment des corps bruns dans la glande digestive qui seront évacués par l'intestin. (Le Bihan, 2006)

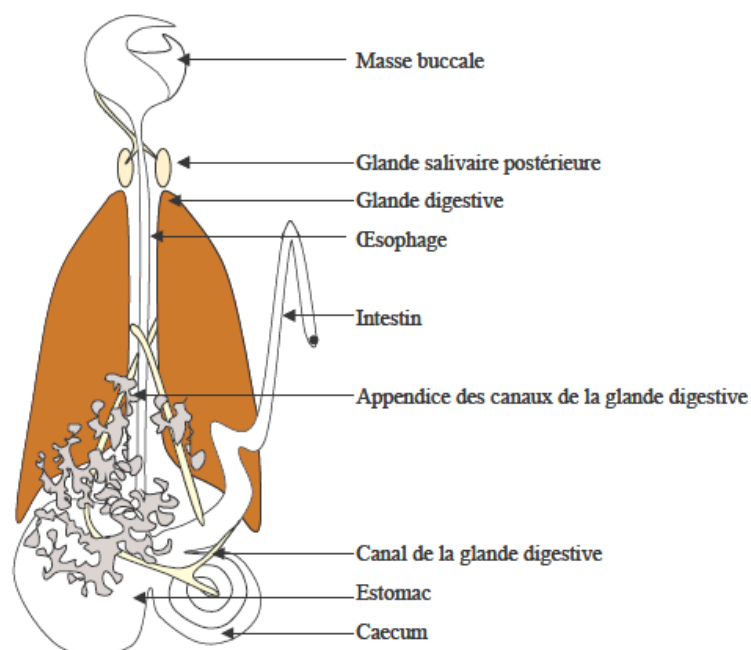


Figure 3.1. Schéma du système digestif de *S. officinalis* (Mangold et Bidder, 1989)

3.2. Matériels et méthodes

Notre étude est fondée sur du matériel récolté au niveau de la région algéroise de janvier 2010 à janvier 2011. Les observations ont portées sur 284 individus.

Toutes les seiches échantillonnées sont pesées entières, mesurées et sexées. La mesure prise correspond à la longueur dorsale du manteau (exprimée en cm). Les individus sont ensuite disséqués afin de prélever l'estomac; le contenu stomacal est conservé dans du formol à 10% avant examen où ils seront observé sous loupe binoculaire (grossissement de 10 à 40).

La détermination des proies est faite au rang taxonomique le plus élevé possible et par comparaison avec une collection d'otolithes, pour les poissons,

Deux méthodes d'analyse du régime alimentaire sont utilisées. La première qualitative, consiste à dresser une liste faunistique des proies identifiées. La seconde quantitative est basée sur le calcul et le suivi de certains indices (de fréquences et de réplétion) et coefficient de vacuité.

Le coefficient de vacuité (Cv) correspond au rapport entre le nombre d'estomacs vides et le nombre total d'estomacs examinés exprimé en pourcentage (Rosecchi, 1985). L'indice de réplétion (IR) indique en pourcentage le rapport entre le poids de l'estomac et le poids total de l'individu (Bliss, 1967).

Par ailleurs, la fréquence f de Hureau (1970) correspond au pourcentage d'estomacs contenant une catégorie de proie par rapport au nombre d'estomacs pleins examinés, a permis d'établir la classification des proies selon Sorbe (1972) :

F < 10% : Proies accidentelles, sans aucune signification particulière dans le régime alimentaire de l'espèce.

10% < F < 50% : Proies secondaires, représentant une nourriture accessoire ou de remplacement pour l'espèce.

F > 50% : Proies préférentielles, constituent l'alimentation principale et caractérisant le type du régime alimentaire de l'espèce.

Il est à signaler que le régime alimentaire de la seiche est étudié en fonction du sexe, des saisons et de la taille des individus.

3.3.Résultats

Les contenus gastriques de 284 individus ont été examinés (Tableau 3.1), dont 159 en saison froide (automne et hiver) et 125 en saison chaude (printemps et été).

Tableau 3.1. Nombre d'individus de *S. officinalis* récoltés par saison et par sexe pour l'étude du régime alimentaire

Saisons	Nombre de femelles	Nombre de mâles	Nombre total par saison
Hiver	41	34	75
Printemps	39	28	67
Été	26	32	58
Automne	39	45	84

L'analyse spécifique des proies permet de déterminer la composition du régime alimentaire des seiches en milieu naturel. Le régime est constitué essentiellement de poissons, de Crustacés, de vers et de Mollusques (Tableau 3.2).

Les poissons sont tous des téléostéens benthiques ou de fond dont l'identification est réalisée grâce à leurs otolithes.

Les Crustacés sont représentés en majorité par les crevettes et les crabes. Une seule espèce de Céphalopodes est présente, la seiche (*Sepia sp*); il est à noter que nous n'avons jamais retrouvé d'os ou de mâchoire, mais seulement des morceaux de chair ou de bras.

Tableau 3.2. Inventaire des proies ingérées par *S. officinalis*

Embranchement	Famille/classe/ordre
Poissons	Soluidés Gobidés Apogonidés
Crustacés	Isopodes (Sphaeromatidae) Amphipodes Ostracodes Crabes <i>Gonoplax rhomboides</i> Copépodes Crevette Cladocères
Echinodermes	Holothuries
Vers	Nématodes Polychètes
Mollusques	Thécosomes Bivalves Gastéropodes Céphalopodes (<i>Sepia</i>)
Protiste Foraminfère	Nonion Elphidium

3.3.1. Indice de fréquence des proies :

Les différents groupes de proies de *S. officinalis* exprimés en fréquence (f), le nombre d'estomacs contenant une proie donnée (N) ainsi que le nombre d'estomacs examinés (284) à sexe confondus sont reportés dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3. Différents groupes de proies de *S. officinalis* exprimés en fréquence (f)

Le nombre d'estomacs contenant une proie donnée est indiqué en (N)

Le nombre d'estomacs examinés est de 284 avec 160 estomacs pleins et 124 estomacs vides

Groupe de proies	f	N
Crustacés	59,17	171
Poissons	58,13	168
Vers	21,8	63
Crabe	19,03	55
Mollusques	15,92	46
Thécosomes	8,65	25
Crevettes	8,30	24
Céphalopodes (seiche)	4,49	13
Holothuries	0,69	2

Tenant compte de la classification de Sorbe (1972) à partir de la fréquence des proies, il en ressort que pour *S. officinalis*, les Crustacés et les poissons sont des proies préférentielles. Les proies secondaires sont représentées par les vers, les crabes et les Mollusques. Les Céphalopodes et les Holothuries constituent des proies accidentelles.

Les tentacules de seiches ont été ingérés par certains individus dont le poids est supérieur à 200g (soit 11.4cm de LDM) : en janvier (3 individus), en mars (3 individus), en novembre (2 individus) et 1 seul individu en avril et en juillet.

3.3.2. Comparaison du régime alimentaire entre les deux sexes

En comparant les deux sexes, il n'y a aucune différence notable dans la qualité de leur régime alimentaire. Néanmoins, il est possible d'observer une très légère dominance des poissons dans l'alimentation des femelles (Figure 3.2).

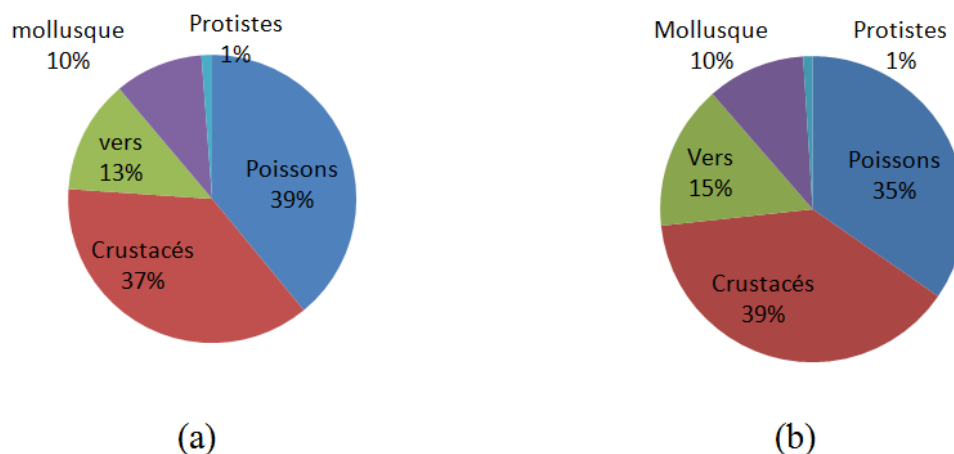


Figure 3.2. Proportion des proies ingérées par Les femelles (a) et les mâles (b)

3.3.3. Evolution saisonnière du régime alimentaire

Le suivi saisonnier des contenus stomacaux a pour objectif de déceler d'éventuelles variations du régime alimentaire en fonction de la maturité sexuelle de la seiche. Ce suivi est réalisé à partir de 145 femelles et de 139 mâles. Le tableau 3.4 suivant et la figure 3.3 indiquent l'évolution saisonnière de l'indice de fréquence de proies chez *S. officinalis*

Tableau 3.4. Indice de fréquence saisonnier chez *S. officinalis* à sexe confondu

Groupe de proies	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Poissons	57,33	38,81	67,24	59,52
Crustacés	61,33	43,28	51,72	78,57
Holothuries	2,67	0	0	0
Vers	21,33	13,43	31,03	23,81
Mollusques	14,67	8,96	31,03	13,1
Protistes	0	2,99	3,45	1,19

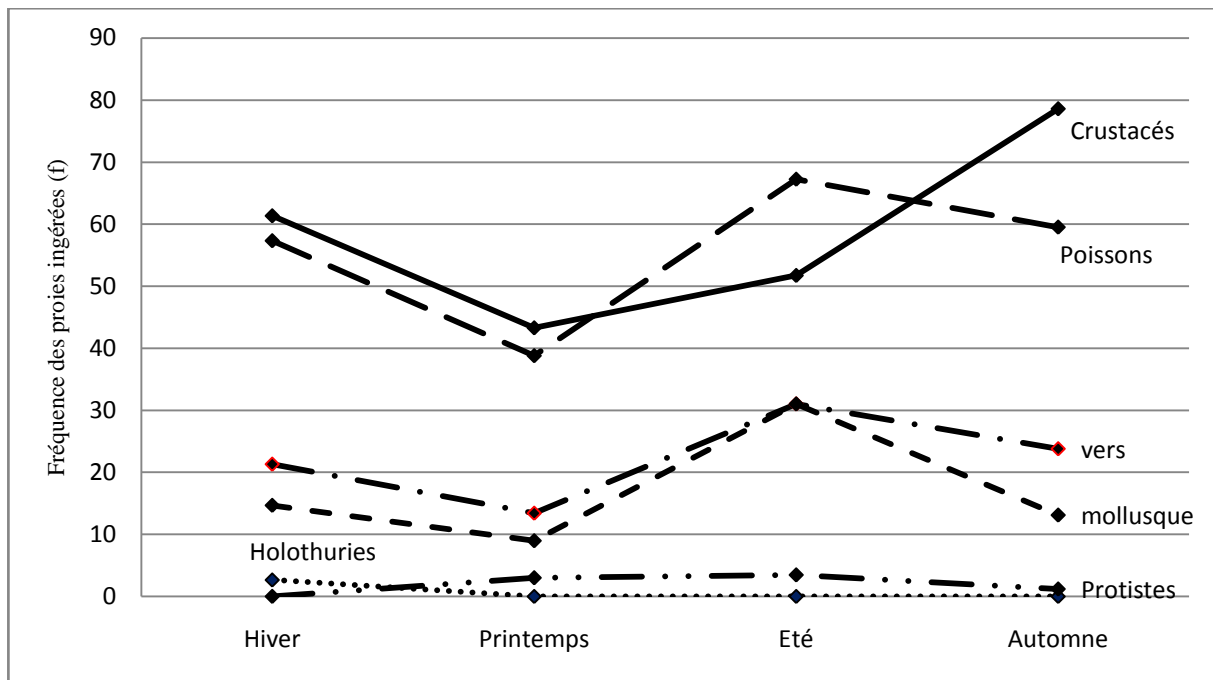


Figure 3.3. Variation saisonnière du régime alimentaire de *S. officinalis* à sexe confondu

Les poissons et les Crustacés sont des proies préférentielles en toutes saisons, sauf au printemps, saison au cours de laquelle toutes les fréquences diminuent. Cela serait probablement due à la période de reproduction. Il est possible de relever que les poissons sont dominés par les Crustacés tout le long de l'année sauf en été.

Les Mollusques et les vers, avec une courbe de même allure, sont quant à eux des proies secondaires en toutes saisons tandis que les Holothuries et les Protistes, restent des proies accidentelles.

3.3.4. Variation saisonnière du régime alimentaire en fonction du sexe

Les figures 3.5 et 3.6 sont réalisées à partir de 284 estomacs récoltés régulièrement pour chaque saison.

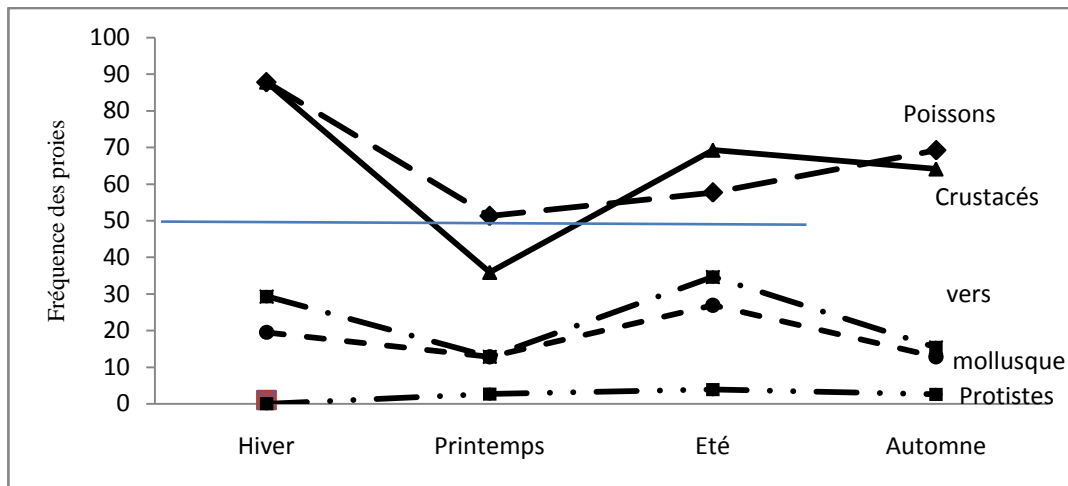


Figure 3.4. Variation saisonnière du régime alimentaire chez les femelles

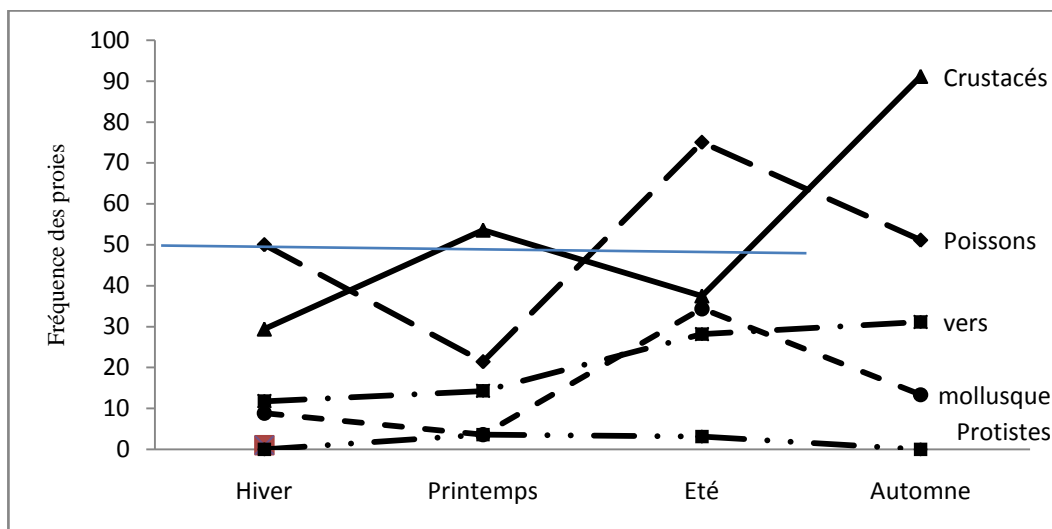


Figure 3.5. Variation saisonnière du régime alimentaire chez les mâles

Les courbes de fréquences de proies ingérées par les femelles sont identiques à celles observées pour les deux sexes confondus. Concernant les mâles, les poissons restent des proies préférentielles sauf au printemps où la fréquence diminue considérablement. Les vers sont des proies secondaires pour les mâles en toutes saisons. Les Crustacés constituent des proies préférentielles au printemps et en automne. Ils deviennent secondaires en hiver et en été. Quant aux Mollusques, ceux-ci représentent des proies préférentielles en deux saisons : hiver et printemps et secondaires en été et en automne.

3.3.5. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille et du sexe.

Une distinction est réalisée en fonction de la taille des individus : moins de 10cm, entre 10 et 13 cm et supérieur à 13 cm (Figure 3.6 et 3.7). Nous avons considéré qu'au-delà de cette taille, tous les individus sont matures.

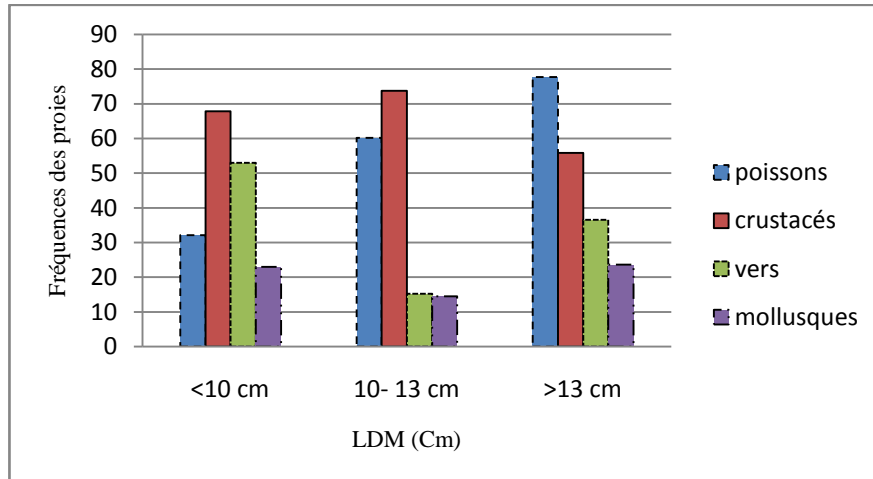


Figure 3.6. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille chez les femelles

Les Crustacés sont des proies préférentielles quelque soit la taille des femelles. Les vers représentent des proies préférentielles pour les petites femelles (inférieures à 10 cm) avec la prédominance des Crustacés. Les poissons et les Mollusques, sont pour ces petits individus, des proies secondaires.

Pour les tailles moyennes (10 – 13cm), ce sont les poissons qui deviennent une proie préférentielle. Les vers se retrouvent pour cette gamme de taille au rang de proies secondaires au même titre que les Mollusques avec des proportions presque égales.

Concernant les grandes femelles, dont la taille est supérieure à 13 cm, les poissons, toujours en proies préférentielles, dominent les Crustacés. Les vers et les Mollusques restent des proies secondaires.

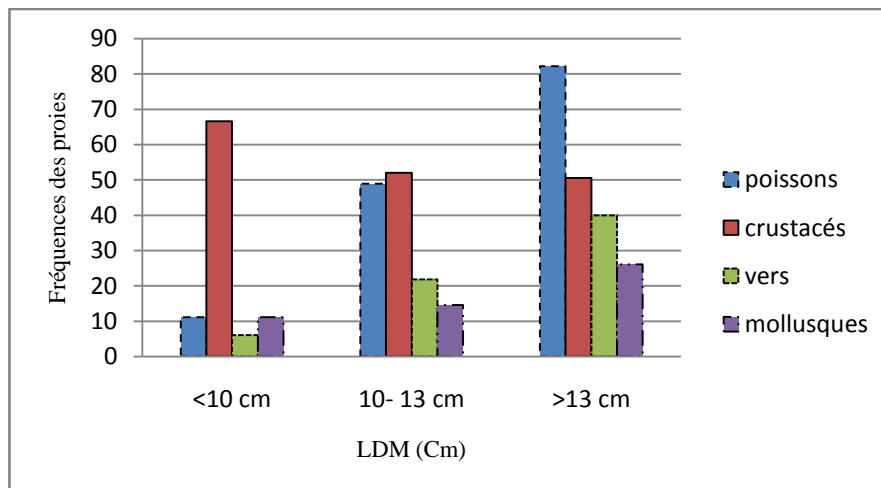


Figure 3.7. Variation du Régime alimentaire en fonction de la taille chez les mâles

Les Crustacés représentent pour les mâles des proies préférentielles.

Les petits individus se nourrissent principalement de Crustacés quant aux individus de taille moyenne (10-13 cm), leur alimentation commence à se baser sur les poissons en plus des Crustacés. Chez les grands individus, les poissons représentent les proies préférentielles en

premier degré suivies par les Crustacés tandis que les vers et les Mollusques constituent des proies secondaires.

3.3.6. Indice de réplétion

Les valeurs de l'indice de réplétion pour les femelles vont de 10,03 en août à 24,8 en juillet. Pour les mâles, ces valeurs sont entre 8,75 en avril et 19,48 en novembre. Ce constat permet de noter que les femelles ont des indices de réplétions plus importants.

La courbe de cet indice en fonction des mois, montre des variations en dents de scie (fig.3.8) avec un premier pic important en juillet pour les femelles et un deuxième en mars. Par contre, pour les mâles, leur premier pic est constaté au mois de mai et le second en novembre. Selon les saisons et pour les deux sexes (Fig.3.9), l'indice de réplétion est plus grand en hiver pour les femelles et en automne pour les mâles et marque une valeur minimale au printemps pour les deux sexes.

Tableau 3.5. Indice de réplétion mensuel chez *S. officinalis*

Mois	Femelles	Mâles
Janvier	14	14,5
Février	16,97	12,48
Mars	19,25	14,81
Avril	14,75	8,75
Mai	17	18,8
Juin	10,93	10,2
Juillet	24,8	12,37
Aout	10,03	10,13
Septembre	16,3	18
Octobre	12,46	17,6
Novembre	14,73	19,48
Décembre	19,22	10,8
Annuel	15,87	13,99

Tableau 3.6. Indice de réplétion saisonnier chez *S. officinalis*

Saison	femelles	mâles
Hiver	16,92	13,66
Printemps	14,2	11,5
Eté	16,13	13,2
Automne	15,25	16,06

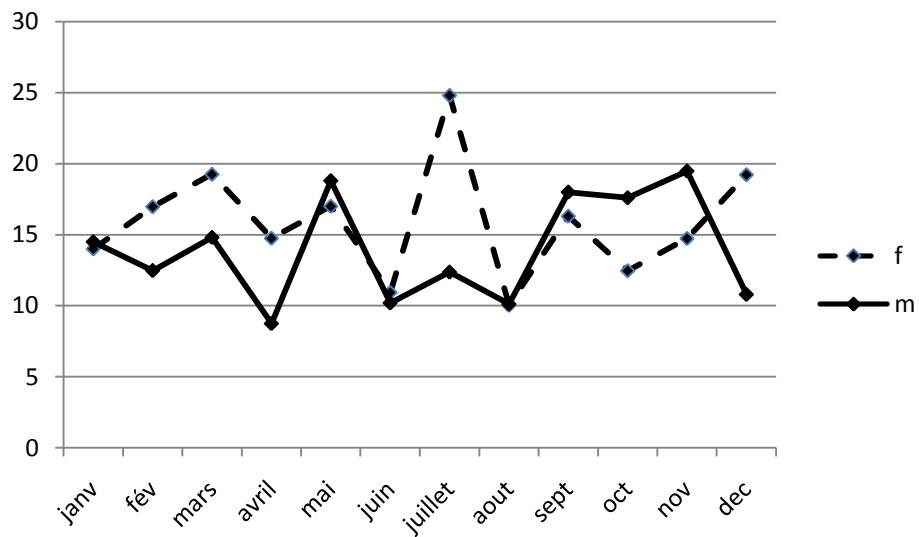


Figure 3.8. Variation mensuelle de l'Indice de réplétion chez *S. officinalis*

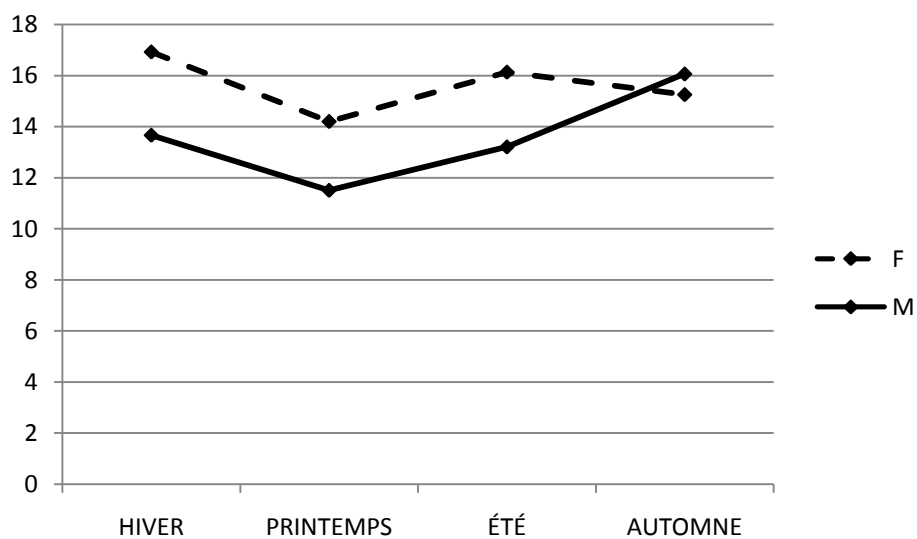


Figure 3.9. Variation saisonnière de l'Indice de réplétion chez *S. officinalis*

3.3.7. Coefficient de vacuité :

Les valeurs du coefficient de vacuité pour les femelles vont de 20 en février à 76,47 en juin. Concernant les mâles, ces valeurs sont entre 9,09 en octobre et 76,47 en juin. La valeur zéro pour les mâles au mois d'avril exprime qu'il n'y avait aucun estomac vide.

La courbe de ce coefficient en fonction des mois, montre aussi des variations en dents de scie (Fig. 3.10) avec un premier pic important en juin pour les deux sexes, tandis que le deuxième pic, il s'observe en janvier pour les mâles et en octobre pour les femelles.

En fonction des saisons, chez les deux sexes (Fig. 3.11), le coefficient de vacuité est plus grand au printemps.

Tableau 3.7. Coefficient de vacuité mensuel chez *S. officinalis*

Mois	Femelles	Mâles
Janvier	50,00	28,57
Février	20,00	53,85
Mars	44,44	40,00
Avril	21,43	0,00
Mai	28,57	50,00
Juin	76,47	76,47
Juillet	50,00	16,67
Aout	54,55	42,86
Septembre	33,33	16,67
Octobre	57,14	9,09
Novembre	25,00	33,33
Décembres	54,55	46,67
Annuel	42,96	37,67

Tableau 3.8. Coefficient de vacuité saisonnier chez *S. officinalis*

Saisons	Femelles	mâles
Hiver	31,58	45,45
Printemps	47,37	57,14
Eté	45,16	24
automne	45,95	31,58

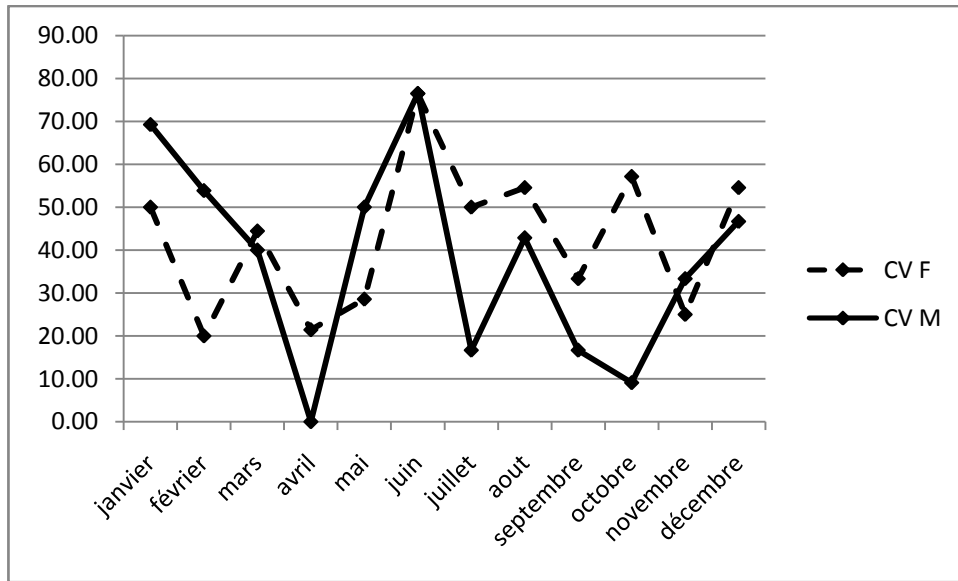


Figure 3.10. Variation mensuelle du coefficient de vacuité chez *S. officinalis*

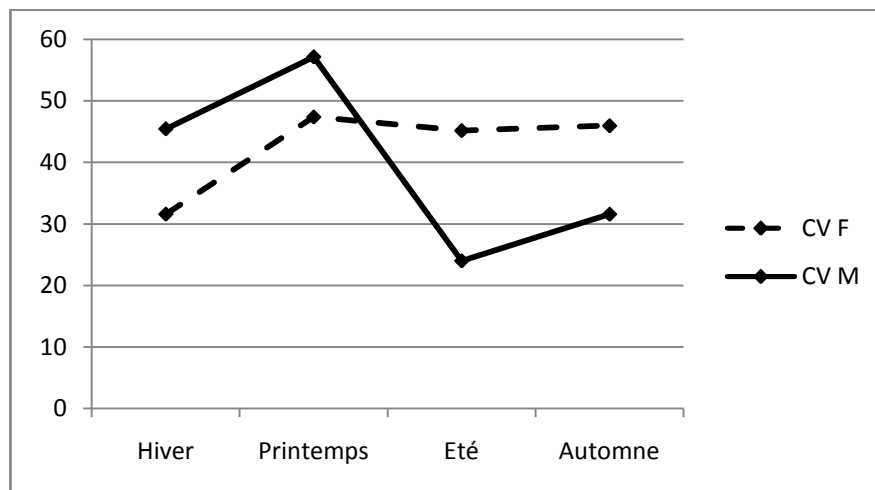


Figure 3.11. Variation saisonnière du coefficient de vacuité chez *S. officinalis*

3.4. Discussion des résultats

La connaissance du régime alimentaire permet d'expliquer le comportement de recherche et de prise de nourriture de l'espèce étudiée, ses migrations, certains aspects de sa reproduction, sa place dans la chaîne alimentaire et son impact sur le milieu où elle vit.

D'une façon générale, le régime alimentaire est basé sur les poissons et les Crustacés, ceci est conforme aux résultats des autres auteurs : Najai et Ktari (1979) dans le golfe de Tunis ; Guerra (1985) et Castro et Guerra (1990) dans Ria de Vigo ; Le Mao (1985) dans la baie de Rance ; Pincson du sel et Daguzen (1992) dans la baie de Gascogne, Alves et *al.* (2006) au nord du Portugal et Evans (2012) dans la manche.

L'analyse qualitative des contenus stomacaux de la seiche est rendue le plus souvent difficile à cause du stade avancé dans lequel les proies sont examinées. Généralement, les parties résistantes à l'action mécanique et chimique de la digestion stomacale (mandibules, soies, valves, otolithe, pinces, appendices,...) sont le plus souvent les seuls à être facilement identifiées dans l'estomac. En conséquence, l'identification a été limitée à la classe des animaux ingérés.

Les habitudes alimentaires sont similaires entre les mâles et les femelles. Ceci concorde avec les observations de Guerra (2006) et Neves et *al* (2009) qui rajoutent que cette espèce serait un prédateur à comportement opportuniste

La présence de bras de seiche dans l'estomac de quelques individus traduit probablement des luttes et des morsures dans le chalut (Pinczon du sel et Daguzen, 1992). Une autre hypothèse expliquant la présence de bras de Céphalopodes, serait celles de Guerra (1985), Castro et Guerra (1990) et Alves et *al* (2006) ; ce cannibalisme sporadique serait un phénomène commun dans les aires de ponte pouvant être expliqué par les combats pendant l'accouplement (Pinczon du sel et *al.*, 2000).

Il existe une variation saisonnière du régime alimentaire liée aux variations des stades de maturité, ce résultat a déjà été confirmé par Neves et *al* (2009) qui expliquent ces variations par les migrations des seiches (côtes-large).

L'alimentation de *S. officinalis* est basée essentiellement sur les Crustacés, sauf en été, où le régime alimentaire s'inverse laissant la prédominance aux poissons. Pinczon du sel et *al.* (2000) parlent de cette inversion du régime alimentaire entre la zone d'hivernage et la zone printanière qui aurait une relation avec la reproduction.

Les Crustacés sont des proies secondaires en automne et en été. Ces saisons correspondent à la période de reproduction des grands individus.

Neves et *al* (2009) ont observé les Foraminifères exclusivement chez les juvéniles alors que notre travail a mis en évidence ces types de proies chez les femelles dont la taille est supérieure à 13 cm et chez les deux sexes à une taille comprise entre 10 et 13 cm.

Les Foraminifères, les Polychètes et les Ostracodes sont accidentelles car ils n'apparaissent que rarement comme l'a déjà observé Neves et *al* (2009). La présence de Bivalves et de Gastéropodes est aussi rare. Castro et Guerra (1990) considèrent que ce sont des proies ingérées par hasard tandis que Neves et *al* (2009) relient ceci à l'habitat benthique de la seiche.

Les présents résultats mettent en évidence que les jeunes seiches s'alimentent à partir de petites proies. Ces observations ont été rapportées aussi par Richard (1971) et Duval et *al* (1984) qui ont montré en laboratoire l'existence d'un rapport de taille optimale entre les seiches et leurs proies. En effet, nous avons observé que les jeunes se nourrissent d'Amphipodes et de Décapodes. Chez cette classe (les juvéniles), les proies sont variées. Ceci est noté par Castro et Guerra (1990) où ils relèvent que le nombre de variétés de proies diminue lorsque la taille augmente.

Notre étude a montré que les préférences alimentaires changeaient en fonction de la taille. Les petits individus dont la taille est inférieure à 10 cm, préfèrent les Crustacés. Chez les individus de taille moyenne correspondant à la taille de première maturation sexuelle (10 – 13 cm), les poissons s'ajoutent aux crustacés comme proies préférentielles. A l'âge mature, les adultes se nourrissent principalement de poissons. L'étude de Neves et *al.* (2009) a mis en évidence la

prédominance des crabes et des poissons chez les seiches adultes et Le Mao (1985) a conclu que les plus gros individus recherchaient les poissons demersaux et nectonique de grande taille : *Dicentarchus labrax*, *Belone belone*, Gadidés et Labridés. Ce même auteur a affirmé qu'il existait une évolution du régime alimentaire en fonction de la taille ; les Mysidacés et les Amphipodes étant les proies ingérées par les plus petits spécimens tandis que les plus grands, consommaient des Décapodes Brachyoures et des poissons démersaux et pélagiques.

Najai et Ktari (1979) notent que le régime alimentaire de *Sepia officinalis* lui permet d'adopter un choix de proies au cours de son cycle de vie et de survivre quand les proies habituelles ne sont pas disponibles.

L'indice de réplétion donne des valeurs faibles. Ceci est démontré par Lacoue-Labarthe (2007) qui notent que le métabolisme de la seiche est élevé et est lié à un régime carnivore. Najai et Ktari (1979) et Guerra (2006) expliquent ces faibles valeurs par une digestion très rapide. Pour notre étude, cet indice enregistre une moyenne de 15,3% chez les adultes en hiver. Cette valeur chute au printemps pour marquer 12,8%. Cette diminution est d'environ 83%. Pinczon du sel et Daguzan (1992) expliquent cette chute par le fait que les adultes arrêtent de s'alimenter car les organes génitaux compriment le système digestif.

L'interprétation du coefficient de vacuité est difficile car il ne reflète pas fidèlement la vacuité de l'animal. En réalité, la vacuité peut-être causée selon Kohler (*in* Najai, 1983) par une digestion complète due à l'absence de proies à la portée du prédateur. Les valeurs obtenues du coefficient sont par conséquent peu significatives, seule l'allure de la courbe donne une approche du comportement trophique (Najai, 1983).

Le coefficient de vacuité obtenu dans cette étude montre bien une reproduction printanière de la seiche dans la région algéroise. Pinczon du sel et *al* (2000) montrent que les seiches réduisent leur activité trophiques pendant la ponte. Nos résultats nous ont aussi permis d'observer un coefficient de vacuité plus élevé chez les mâles, même constatation tirée par Quintela et Andrade (2002) qui expliquent que les valeurs élevées de ce coefficient chez les mâles par rapport aux femelles, peuvent être expliquées par le fait que les femelles demandent plus d'énergie pour la maturation des ovocytes.

3.5. Position de *S. officinalis* dans la chaîne trophique

Les Céphalopodes occupent une place intermédiaire dans la chaîne trophique des écosystèmes marins car ils sont à la fois proies et consommateurs.

Les présents résultats montrent que la seiche commune est totalement carnivore. Elle se nourrit de poissons, de petits Mollusques, de crevettes, de crabes et autres Crustacés et seiches qu'elle capture avec ses tentacules.

Le tableau 3.9 suivant résume les principaux prédateurs et proies observés par différents auteurs.

Tableau 3.9. Proies et prédateurs de *S. officinalis*

Proies	Auteur	Prédateur	Auteur
Copépodes, Amphipodes, Crabe (<i>chaceon sp</i>), Crustacés (<i>Astecus leptodactylus</i> , <i>Daphnia sp</i>), Isopode (<i>sphaeroma</i>), Squilla sp, Mysid, peneaus sp, arêtes et vertébrés de poissons,	Boletzky et Hanlon, 1983	Phoque moine de Méditerranée <i>Monachus monachus</i>	Salman et al 2001
		Dauphin de Risso <i>Grampus griseus</i>	Clarke et Pascoe, 1985
		Emissole lisse <i>Mustelus mustelus</i>	Morte et al., 1997
		Requin peau bleue <i>Prionace glauca</i>	Clarke et Stevens, 1974
Mysidés Crevettes Crabes Amphipodes Isopodes Ostracodes Os de poissons Poissons plates Mollusques Polychètes nemertes foraminifères bivalves	Castro et Guerra, 1990	Beaudroie <i>Lophius piscatorius</i>	Daly et al., 2001
		<i>Scyliorhinus canicula</i>	Morte et al., 1997
		<i>Galeus melastomus</i>	Velasco et al. 2001
		<i>Merluccius merluccius</i>	Larraneta, 1970
		<i>Serranus cabrilla</i>	Hanlon et Messenger, 1988
		<i>Pollachius pollachius</i>	Le Mao, 1985
		<i>Pagellus acarne</i>	Velasco et al, 2001
Petits crabes Crevettes Poissons demersaux Polychètes	Blanc et Daguzen, 2000 Pierce et al., 2010	<i>Aspitrigla cuculus</i> <i>Aspitrigla obscura</i> <i>Lophius piscatorius</i> <i>Lophius budegasa</i> <i>Trisopterus tuscus</i>	
Crabe, Crevettes, Isopodes, Copépodes Ostracodes, Polychètes Foraminifères Nemertes Débris d'algues	Najai, 1983	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i> <i>Lepidorhombus boscii</i> <i>Dicentrarchus labrax</i> <i>Spondylisoma cantharus</i> <i>Conger conger</i>	

3.6. Facteur de condition

Le coefficient de condition représente les variations de l'embonpoint de poisson de même sexe et de taille égale, en fonction de la période de ponte, du milieu, de l'espèce et de l'abondance de nourriture (Williams, 2000).

Plusieurs coefficients sont proposées mais l'expression la plus simple à calculer et la plus fréquemment utilisée est le coefficient composite de condition ou de **Fulton** (Postel, 1973, in Nouar 2003) qui est défini par une relation dont le calcul est basé sur une hypothèse de croissance isométrique où le facteur b qui définit l'allométrie de croissance en poids est égale à 3

$$K = W / L^3 \times 100$$

Où W = Poids en gramme
 L = Longueur en centimètres

Si le paramètre b s'écarte trop de la valeur 3, le coefficient de condition va varier en fonction de la taille, il convient alors de ne comparer que les coefficients de conditions des individus de même classe de taille pour faire ressortir les variations réelles de ce coefficient. Dans ce cas, le coefficient relatif de condition K' est calculé par classe de taille, selon :

$$K' = (W_m / L^b) \times 100$$

Où K = coefficient de condition par classe de taille
 W_m = Poids moyen en gramme de la classe de taille
 L : centre de classe de taille (en mm)
 b : coefficient d'allométrie, de la relation $W = a L^b$, calculée mensuellement

Par ailleurs, plusieurs auteurs utilisent le coefficient d'allométrie a de la relation $W = a L^b$ comme coefficient de condition. Postel (1973, in Nouar 2003) estime que l'allométrie de croissance est absorbée par b et donc a constitue ce que l'on appelle le **coefficient net de condition**. Ce coefficient s'exprime par la relation suivante :

$$a = W / L^b$$

W = poids en gramme, L : longueur en mm

La valeur du coefficient de condition (a), exprime le même résultat que le K' . Celui-ci calculé à partir des classes de tailles les plus représentées dans nos échantillons. Une étude de sa variation saisonnière sera étudiée afin de suivre son évolution. Pour ces mêmes classes de tailles, l'analyse de l'évolution saisonnière des poids moyens (W_m) a aussi été abordée.

L'étude du facteur de condition n'a concerné que les individus ayant une taille qui varie entre 9 cm de longueur dorsale du manteau et 14 cm pour les mâles ainsi que de 8 cm à 13 cm pour les femelles. Les autres classes de tailles ne sont pas régulièrement représentées (Tableau 3.10 et 3.11).

Tableau 3.10. Facteur de condition moyen pour les femelles de *S. officinalis*

Classe (cm)	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	Poids moyen (g)	k	Poids moyen (g)	k	Poids moyen (g)	k	Poids moyen (g)	k
8	85,2	14,42	52,29	11,91	75,66	15,54	77,62	15,24
9	111,1	14,72	108,22	14,84	118,8	16,03	116,85	15,32
10	168,41	16,73	149,08	14,62	165,2	15,76	150,49	14,92
11	202,39	15,41	190,41	14,20	193,5	14,35	174,5	14,82
12	251,11	14,53	229,05	13,13	219,25	13,59	236	14,36
13	318,79	14,50	296,61	14,18	278,5	12,92	323,66	13,66
Poids moyen (g)	189,50		170,94		175,15		179,85	
K moyen		15,05		13,81		14,70		14,72

Tableau 3.11. Facteur de condition moyen pour les mâles de *S. officinalis*

Classe (cm)	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	Poids moyen (g)	k	Poids moyen (g)	k	Poids moyen (g)	k	Poids moyen (g)	k
9	117,04	15,57	110,91	15,38	118,1	15,79	107,57	14,82
10	138,03	14,28	142,36	14,06	136,6	13,68	139,78	14,84
11	186,45	14,48	176,09	13,90	184,06	13,75	194,5	14,25
12	235,61	13,48	219,44	13,26	222,66	12,79	224,33	13,07
13	285,92	13,15	238,38	11,26	244	11,36	288,5	13,14
14	286,01	10,79	371,35	12,83	365	12,22	320	13,00
Poids moyen (g)	208,18		209,75		211,73		212,44	
K moyen		13,63		13,45		13,27		13,85

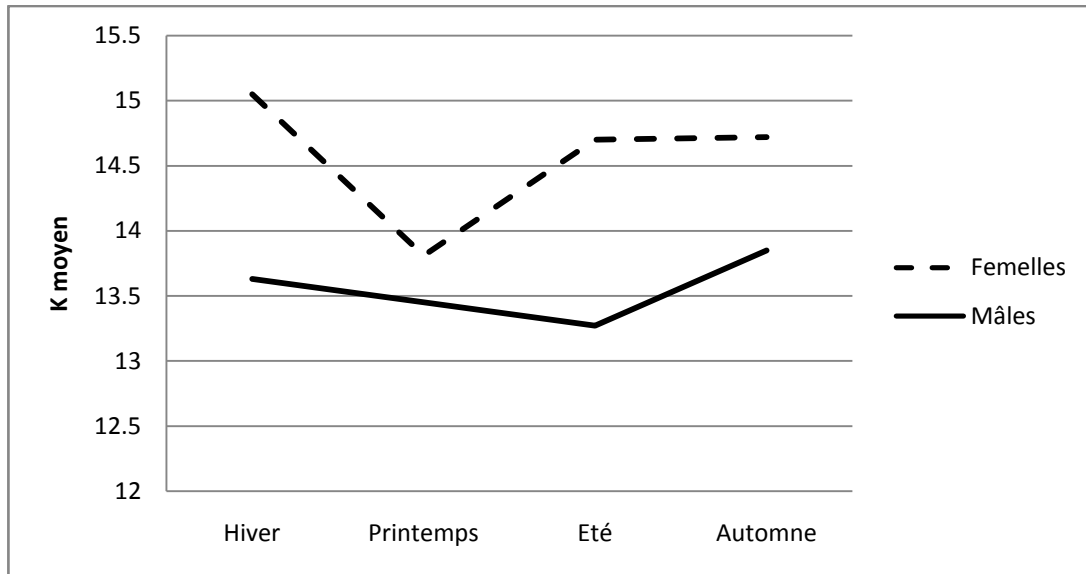


Figure 3.12. Evolution du facteur de condition chez *S. officinalis*

Le coefficient de condition est minimal entre avril et juin chez les femelles puis augmente de juillet à décembre (Figure 3.12). Un résultat analogue a été observé par Najai (1983). Comparée au rapport gonadosomatique, la condition de la femelles varie pratiquement à l'encontre du RGS, elle est minimale durant la maturation et maximale à la suite de la ponte. L'explication que l'on pourrait donner à ce phénomène serait que pendant l'activité sexuelle, la femelle puise dans ses réserves somatiques afin de compenser l'énergie nécessaire au développement de la gonade et des glandes annexes. Chez les mâles, la même variation de la condition est constatée.

Chapitre 4. Etude de la reproduction

Le cycle biologique de la seiche peut-être facilement suivi comparativement à celui des autres espèces de Céphalopodes. La seiche ayant une répartition strictement côtière (-5 à -100m), est présente pratiquement toute l'année dans l'aire de pêche (pêche côtière pendant la période de reproduction, pêche au chalut en dehors de cette période) si bien qu'un échantillonnage biologique régulier est suffisant pour rendre compte de son évolution sexuelle.

L'étude de la maturation génitale et de la fécondité d'une espèce fournit non seulement des renseignements sur la durée de la ponte et la quantité d'œufs émis mais aussi des informations sur le stock recruté. Ces informations sont essentielles pour un aménagement propre au développement de la pêche de l'espèce (Najai, 1983).

4.1. Description de l'appareil reproducteur

Une incision du manteau suivant la ligne médiane depuis la fente palléale jusqu'à la partie inférieure du corps, permet de voir le tractus génital formé de plusieurs structures anatomiques.

4.1.1. L'appareil reproducteur mâle

La seiche mâle se distingue dans un premier temps par l'absence de glande nidamentaire. Cette caractéristique nous permet facilement de séparer les deux sexes. Comme pour les femelles, l'ébauche sexuelle apparaît très tôt chez les individus de sexe mâles. L'appareil génital est composé de deux éléments principaux : la gonade mâle ou le testicule et le tractus génital (Figure 4.1a). Le testicule occupe la partie terminale postérieure du corps. Refoulé vers l'arrière de la masse viscérale, le testicule est bien entouré par les bords calcaires du sépion.

De forme bilobée, la gonade mâle est traversée par un tissu conjonctif richement vascularisé. Elle est liée au tractus génital par un canal déférent pelotonné à la manière de l'épididyme des vertébrés. Le canal déférent débouche dans un ensemble de vésicules séminales qui s'ouvrent elles-mêmes dans la prostate ou glande accessoire. Cette dernière s'ouvre dans la poche Needham ou poche spermatophorique. Cette poche est le lieu de stockage des spermatophores qui sont évacués à l'extérieur, lors de l'accouplement par le canal éjaculateur.

4.1.2. L'appareil reproducteur femelle

La glande principale ou l'ovaire occupe la position médiane. L'ovaire se présente sous forme d'une masse constituée d'œufs se trouvant à différents stades de développement. Chez les individus immatures ou très jeunes, l'ovaire est situé dans la partie antérieure de la poche à encre. Un épithélium ovarien recouvre la gonade au niveau de laquelle l'aspect granuleux n'est pas encore bien apparent. Quand l'ovaire est plus mature, son poids et son volume augmente en fonction du développement somatique. A ce stade, des œufs volumineux s'observent ainsi qu'un aspect réticulé qui font saillie à l'extérieur de l'épithélium ovarien.

Glandes annexes :

L'appareil génital de la seiche est formé de deux type de glandes : les glandes nidamentaires et la glande de l'oviducte (Figure 4.1b). Ces glandes caractéristiques des femelles sont facilement reconnaissables après incision de la cavité palléale.

Glande de l'oviducte :

Contrairement aux Octopodes, les Céphalopodes Décapodiformes se distinguent par un tractus génital impair. Ce dernier prend naissance à partir de l'ovaire par un canal appelé canal de l'oviducte qui longe la cavité palléale de son côté gauche. Le canal de quelque centimètres de long en fonction de la taille de l'individu se prolonge jusqu'à sa pénétration dans la glande de l'oviducte. De masse blanchâtre légèrement ovoïdes, la glande se présente comme un renflement au niveau de l'extrémité de l'oviducte, son aspect lamellaire est particulièrement observable chez les individus matures.

Glandes nidamentaires :

Caractéristiques des Céphalopodes Décapodiformes. Les glandes nidamentaires sont des structures volumineuses qui se subdivisent en deux types :

Glandes nidamentaires principales :

Au nombre de deux, elles sont de couleur blanchâtre, en forme d'outres. Elles se situent systématiquement de part et d'autre de l'axe du corps dans la région moyenne. Elles ont la même structure et le même aspect que celui de la glande de l'oviducte, observée à l'œil nu chez les individus matures. Chez ces derniers, de par leur taille, les glandes recouvrent la masse viscérale. Quand la poche à encre est pleine, elle fait saillie entre les deux glandes.

Leur rôle : Oumouna (1991), a effectué une étude histochimique sur des œufs dans le but d'établir une correspondance entre les produits de sécrétion qui constituent les enveloppes de l'œuf et les glandes responsables de la synthèse de ces enveloppes. Il constate que la première enveloppe est synthétisée au niveau de la glande de l'oviducte et la deuxième au niveau de la glande principale.

Glandes nidamentaires accessoires :

Au nombre de trois, elles sont composées de deux lobes latéraux et d'un lobe médian. Se trouvant juste au dessus des glandes nidamentaires principales, elles sont de couleur orange qui change en fonction de l'état de maturité sexuelle.

Le qualificatif « accessoire » n'est pas en relation avec l'activité de la glande, mais plutôt avec leur taille. En effet, ces glandes sont de taille très réduite par rapport aux glandes principales par contre, leur importance réside dans leur rôle dans le phénomène de la reproduction exprimé par leur couleur qui passe de l'orange au rouge corail chez les individus les plus matures.

Leur rôle : une corrélation existe entre l'évolution génitale, la coloration des glandes et le nombre de bactéries symbiotiques intratubulaires (Van Denn Branden et al. (1979). En effet, la couleur orange, causée par le pigment caroténoïde orange, résulte d'un mécanisme métabolique particulier de ces bactéries symbiotiques qui participeraient à la formation des coques ovocytaires.

4.2. La ponte.

La seiche peut atteindre la maturité sexuelle à partir de l'âge d'un an dans les conditions de température et de nutrition les plus favorables. Après accouplement, la femelle commence à émettre des œufs qui seront fixés, un par un, à un substrat de forme allongée, posidonies, algues, tubes de vers, cordages ou nasses. Au moment de la fixation de l'œuf au substrat, la femelle secrète la gangue gélatineuse autour de l'ovule, Elle l'étire en deux filaments qu'elle dispose autour du support de manière à former un anneau de fixation. Les grappes d'œufs dont les enveloppes gélatineuses sont noircies par des traces d'encre incluses au moment de leur sécrétion, ressemblent à des grappes de raisin, d'où le nom vernaculaire "raisin de mer", (Arzel

et *al.* 1992). Les spermatophores que le mâle dépose dans une poche située sous la bouche de la femelle au moment de l'accouplement contiennent suffisamment de spermatozoïdes pour assurer la fécondation de plusieurs centaines voire de milliers d'œufs qui seront pondus au cours des semaines qui suivent le début de la ponte.

La taille moyenne de l'œuf, ovule et son enveloppe le chorion, sans la gélatine nidamentaire, est d'environ 7 x 5 mm; elle varie en fonction de la taille de la femelle (4,5 à 9 mm). Le nombre d'ovules produits par une femelle est également fonction de sa taille et de la durée totale de la ponte qui peut s'étaler sur plusieurs semaines voire plusieurs mois.

Le nombre maximal d'œufs émis par une femelle maintenue en aquarium est d'environ 3000 dont l'incubation dure de 1,5 à 3 mois.

Les adultes meurent après la reproduction (Arzel et *al.* 1992). Chaque œuf donne naissance à une jeune seiche possédant les caractéristiques morphologiques de l'adulte (Foucher, 2002).

4.3. Etude du Sex-ratio :

Bien que le sex-ratio soit souvent considéré comme accessoire en dynamique de population, Fontana (1979) fait remarquer que son évolution en fonction de la taille peut apporter des indications sur l'étude de la croissance par la méthode de Petersen par exemple car la difficulté qu'on a parfois à suivre la progression des modes, particulièrement pour les classes âgées, peut être due au fait d'une croissance différentielle des sexes à partir d'un certain âge. Le rapport mâles-femelles dans les captures est une donnée utile estime Camarena (1986), soit pour mieux connaître la structure démographique d'une population soit pour estimer la fécondité des stocks.

Le sex-ratio peut être exprimé sous forme de rapport entre le nombre de mâles et de femelles. Lorsqu'il est exprimé sous forme de pourcentage des femelles ou des mâles par rapport à la population totale, on parle respectivement du taux de féminité et de masculinité, soit :

$$\text{Taux de féminité} = 100 \times \frac{F}{M + F}$$

$$\text{Taux de masculinité} = 100 \times \frac{M}{M + F}$$

1175 individus ont été examinés, dont 643 femelles et 532 mâles, ceci donne un taux de féminité de 54,7% et un taux de masculinité de 45,3%. A priori, les femelles sont un peu plus nombreuses que les mâles mais le test de Khi deux au risque d'erreurs de 5%, révèle une différence non significative ($\chi^2 = 1.91$).



Poche spermatophorique

Gonade

(a)



Glandes nidamentaires accessoires

Glandes nidamentaires principales

Gonade

(b)

Figure 4.1. Appareil reproducteur mâles (a) et femelles (b) de *Sepia officinalis*

4.3.1. Evolution du sex-ratio en fonction de la taille

A partir d'un regroupement de données par classe de taille de 1cm, nous remarquons une prédominance des femelles pour la plupart des gammes de tailles. Les mâles ne dominent qu'aux tailles 10-11cm, 16 cm, 18-19 cm et 22cm (Figure 4.2).

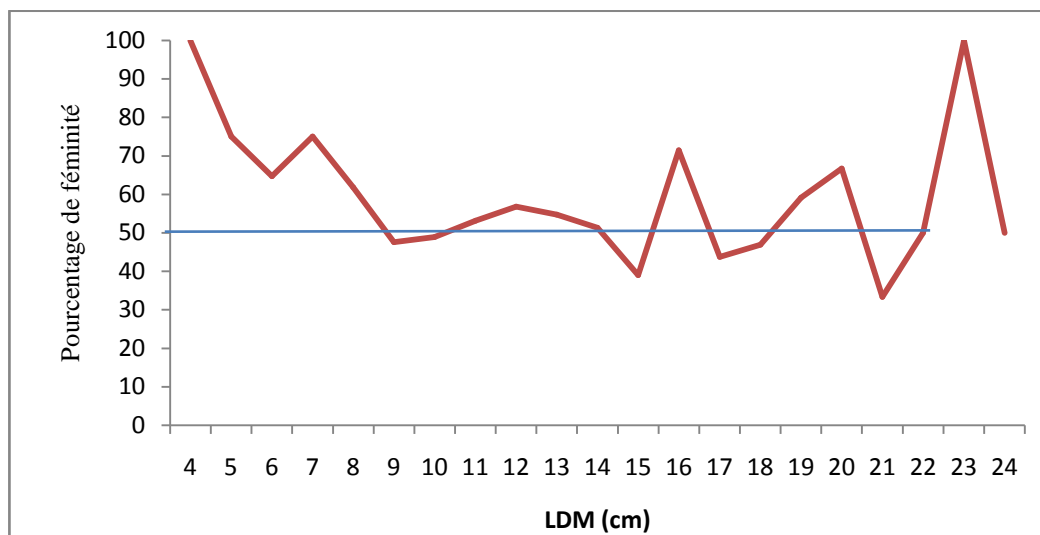


Figure 4.2. Evolution du taux de féminité en fonction de la taille

La disparition des femelles de grande taille pourrait être expliquée par une mort massive des individus de grande taille au moment et après la ponte (Mangold-Wirz, 1963a).

4.3.2. Evolution mensuelle du sex-ratio

Une estimation mensuelle du sex-ratio est réalisée à partir des nombres de femelles et mâles mesurés chaque mois. Le tableau 4.1 les résume.

La précision a été calculée d'après la relation donnée par Schwartz (1983):

$$\text{Précision} = 1.96 \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

avec **p** le pourcentage des femelles et **q** le pourcentage des mâles

Tableau 4.1. Nombre de femelles et de mâles, leur pourcentage et leur précision

Mois	Nbre F	Nbre M	Total	%femelles	%mâles	Précision
janvier	45	58	103	43,69	56,31	9,58
février	50	45	95	52,63	47,37	10,04
mars	52	69	121	42,98	57,02	8,82
avril	34	26	60	56,67	43,33	12,54
mai	50	82	132	37,88	62,12	8,28
juin	55	49	104	52,88	47,12	9,59
juillet	25	46	71	35,21	64,79	11,11
août	22	22	44	50,00	50,00	14,77
septembre	108	40	148	72,97	27,03	7,15
octobre	77	23	100	77,00	23,00	8,25
novembre	70	28	98	71,43	28,57	8,94
décembre	55	44	99	55,56	44,44	9,79

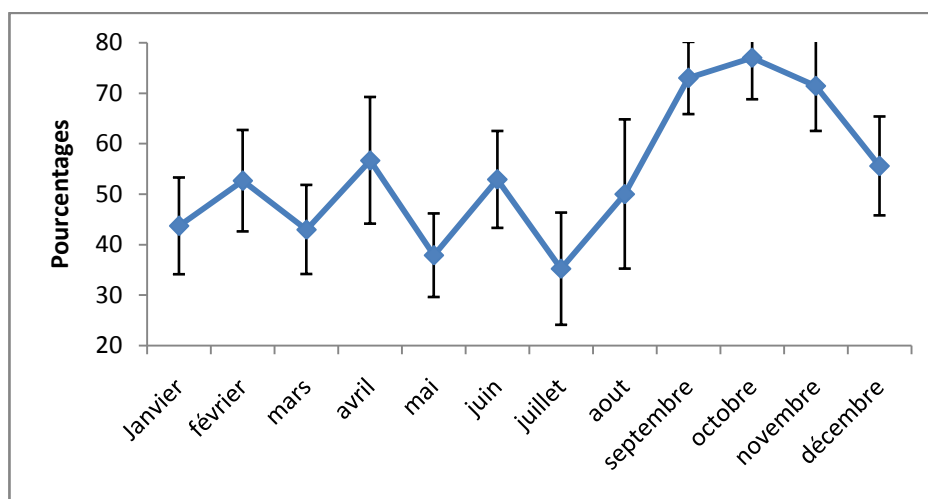


Figure 4.3. Proportion mensuelle des femelles de *S. officinalis* avec la précision

Excepté le mois d'août, où le pourcentage des deux sexes s'équilibre, les mâles sont plus nombreux que les femelles en janvier, mars, mai et juillet. Cette supériorité se fait remarquer en alternance (Figure 4.3). A partir du mois d'août, où il y a équilibre, les mâles ne sont plus supérieurs.

4.3.3. Evolution saisonnière du sex-ratio

Une estimation des proportions des femelles et des mâles a été réalisée et montrée par le tableau 4.2 et la figure 4.4.

Tableau 4.2. Proportions des femelles et des mâles en fonction des saisons avec leur précision

saison	Nombre Femelles	Nombre Mâles	Nombre Total	% femelles	% mâles	Précision
hiver	147	172	319	46,08	53,92	5,47
printemps	139	157	296	46,96	53,04	5,68
été	155	108	263	58,94	41,06	5,94
automne	202	95	297	68,01	31,99	5,30

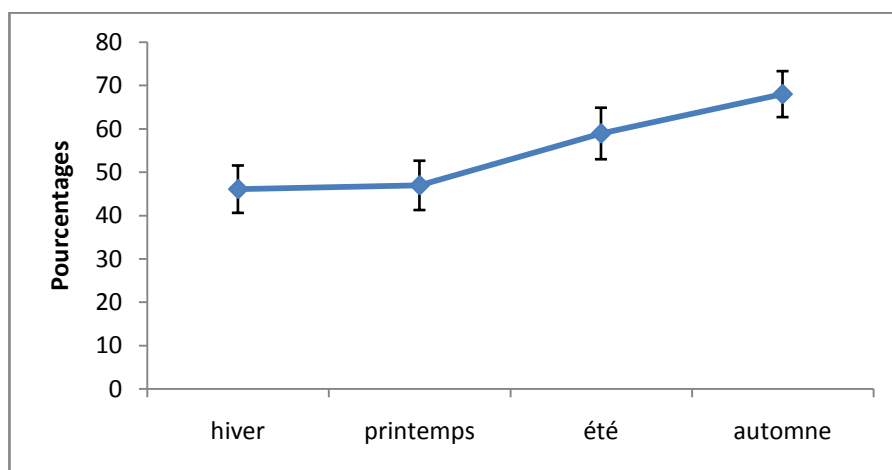


Figure 4.4. Evolution saisonnière des proportions des femelles de *S. officinalis* avec la précision

Le sex-ratio est un paramètre difficile à interpréter. Les fluctuations que l'on observe dans les échantillons résultent sans doute de plusieurs facteurs à la fois : mortalité et comportement des femelles au moment de la ponte et regroupement des individus de même sexe. D'une façon globale, la proportion des femelles augmente considérablement en été et en automne.

4.4.Indices de reproduction

Plusieurs indices sont en général utilisés pour suivre l'évolution de la maturation des espèces et leurs modalités de ponte. Mais aucun de ces indices utilisé seul ne permet d'apprécier correctement la reproduction et ses variations saisonnières. Dans cette étude les indices examinés sont le cycle annuel des stades de maturité et le rapport gonado-somatique et nidamento-somatique.

4.4.1. Maturité sexuelle et période de reproduction.

Etudier la maturité sexuelle peut avoir un double intérêt (Fontana, 1979) :

- Déterminer des périodes de reproduction par l'étude de l'évolution mensuelle ou saisonnière du pourcentage de stade de ponte dans les échantillons. Ces données sont indispensables pour fixer l'âge des différentes cohortes et déterminer la croissance.
- Disposer d'informations utiles pour l'étude de la fécondité.

Dans le présent travail, l'observation macroscopique est adoptée en raison de sa facilité d'application sur le terrain et l'échelle de Mangold-Wirz (1963a) et Richard (1967) est utilisée et illustrée dans les tableaux 1 et 2 en annexe reproduction, où trois stades de maturité chez les mâles et 5 stades chez les femelles se distinguent.

Plusieurs travaux ont concerné l'étude histologique de la gonade chez la seiche, où nous avons jugé utile de relever quelques points de leurs résultats.

Akam et Battata (1994) au cours de leur étude relative à l'histologie des organes de reproduction, ont déterminé trois stades de maturité basés sur l'évolution des glandes nidamentaires principales. En stade I, le tissu conjonctif qui forme l'axe de la lamelle est très épais et présente une riche vascularisation dans les glandes nidamentaires. En stade II, il y a une multiplication des cellules épithéliales glandulaires et en stade III, la glande nidamentaire est en pleine maturité et les glandes nidamentaires élaborent une substance gélatineuse au niveau de l'ovaire.

L'échelle basée sur les critères morphologiques est moins précise que celle basée sur des critères histologiques. Cependant, elle présente l'avantage d'une détermination facile et rapide des différents stades. De plus, elle est détaillée et se prête mieux à l'étude du cycle sexuel et de la dynamique de la ponte.

Tableau 4.3. Estimation macroscopique mensuelle des stades de maturité chez les femelles

Mois	Nombre de femelles	% stade 0	% stade I	% stade II	% stade III	% stade IV	% stade V
Janvier	28	0	0	22,22	33,33	44,44	0
Février	50	15	20	10	20	30	5
Mars	52	0	5,88	5,88	23,53	52,94	11,76
Avril	34	25	0	0	33,33	41,67	0
Mai	50	14,29	0	0	42,86	42,86	0
Juin	55	0	5,88	76,47	0	17,65	0
Juillet	25	25	0	0	25	37,50	12,50
Aout	22	72,73	18,18	0	9,09	9,09	0
Septembre	108	100	0	0	0	0	0
Octobre	77	92,86	0	7,14	0	0	0
Novembre	70	91,67	0	0	8,33	0	0
Décembre	59	0	63,64	9,09	9,09	18,18	0

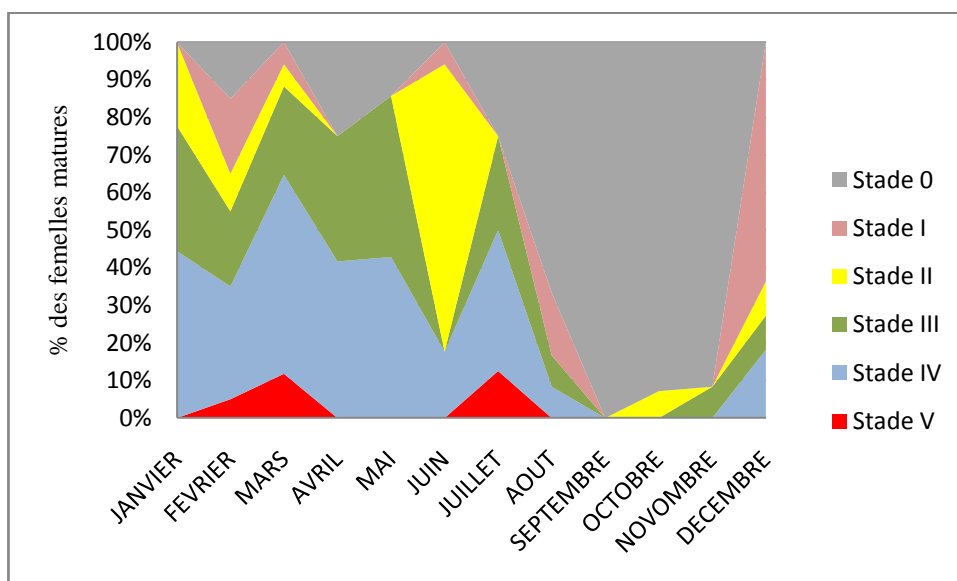


Figure 4.5. Evolution des stades de maturité chez les femelles *S. officinalis* pour l'année 2010

D'après Mangold-Wirz (1963a), la ponte de la seiche est étalée sur plusieurs jours, voir même sur plusieurs mois. En effet, l'examen de l'ovaire d'une même femelle montre la présence simultanée des différents stades de développement ovocytaire.

Le chevauchement entre les stades de même niveau des diverses échelles décrites traduit la difficulté de leur détermination macroscopique. Néanmoins, la figure 4.5 illustre nettement l'apparition du stade V au mois de février-mars et juillet, traduisant deux pics de ponte annuelles. Le stade 0 prédomine du mois de septembre au mois de novembre. Ces résultats sont en accord avec les différents travaux effectués en méditerranée, notamment, ceux de Ezzeddine –Najai (1997) et Delance et Poignonec (2002).

4.4.2. Variation du rapport gonado-somatique

D'après Bougis (1952), le rapport gonado-somatique correspond au rapport exprimé en pourcentage entre le poids de la gonade (W_g) et le poids total de l'individu (WT) :

$$RGS = (W_g / WT) \times 100$$

Pour les femelles, le rapport nidamento-somatique est calculé à partir du poids de la glande nidamentaire principale (W_{gnp}) comme suit (Güven et Özbas, 2007) :

$$RNS = (W_{gnp} / WT) \times 100$$

Quant aux mâles, l'indice spermatophorique est calculé à partir du poids de la poche spermatophorique (W_{sp}) : (Güven et Özbas, 2007)

$$GSI = (W_{sp} / WT) \times 100$$

4.4.2.1. Le rapport gonado-somatique et nidamento-somatique des femelles

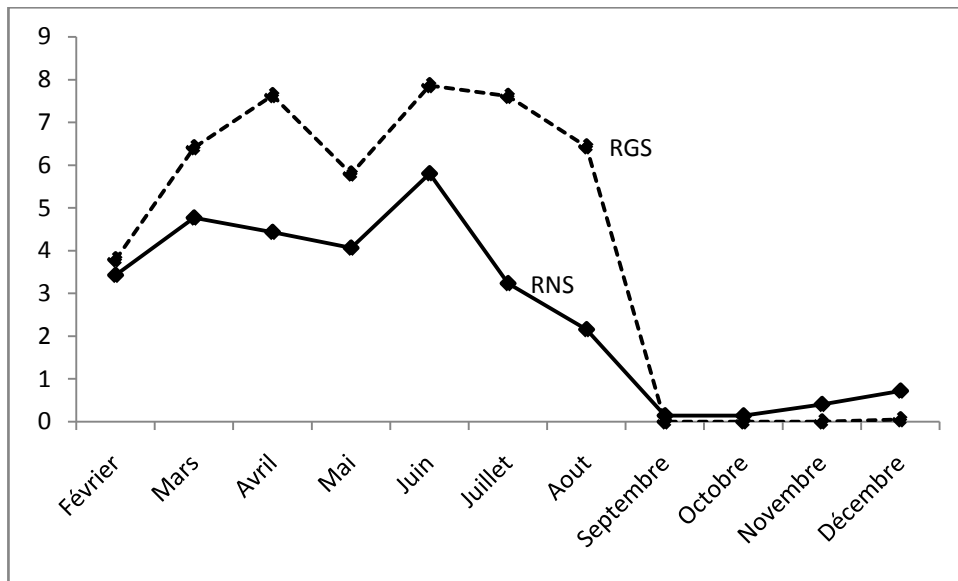


Figure 4.6. Variations mensuelles du rapport gonado-somatique et nidamento-somatique

La figure 4.6 illustre clairement la présence de deux périodes distinctes où les gonades sont en pleine maturité : le mois de mars et juin traduisant les moments de reproduction. Le rapport nidamento-somatique accuse aussi deux pics, le premier en avril et le second en juin.

4.4.2.2. Le rapport gonado-somatique et indice spermatophorique des mâles

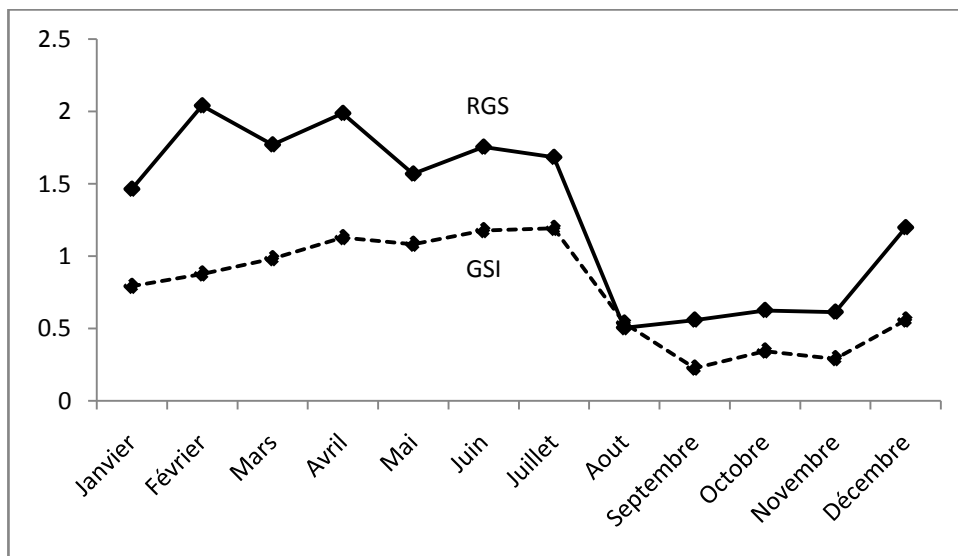


Figure 4.7. Variation mensuelles de l'indice spermatophorique moyen et le rapport gonado-somatique

Les courbes des indices spermatophoriques moyens et gonado-somatique ont globalement la même allure (Figure 4.7). Elles mettent en évidence une première ponte printanière (de février à avril) et une seconde estivale (juillet). La période allant du mois d'aout au mois d'octobre serait une période de repos sexuel pour les mâles.

4.5. Taille à la première maturité

La taille à la première maturité sexuelle est nécessaire pour connaître la contribution des individus à la production totale des œufs. La définition de ce terme diffère selon les auteurs et les définitions suivantes en sont données (Bakhayokho, 1980) :

- Longueur de la plus petite femelle mature observées. Cette taille dépend du nombre d'individus échantillonnés, de la sélectivité de l'engin utilisé, de la période et de la durée d'échantillonnage.
- La taille à laquelle 50% des individus sont matures ou en voie de maturation.

La dernière définition est la plus utilisée en dynamique des populations. Nous considérons comme matures tous les individus à partir du stade 2 et la taille à la première maturité atteinte lorsque 50% des individus est au stade 2 ou l'a dépassé.

Les individus ont été regroupés par classe de taille et pas sexe. Les pourcentages cumulés des longueurs ont été établies entre février et juillet.

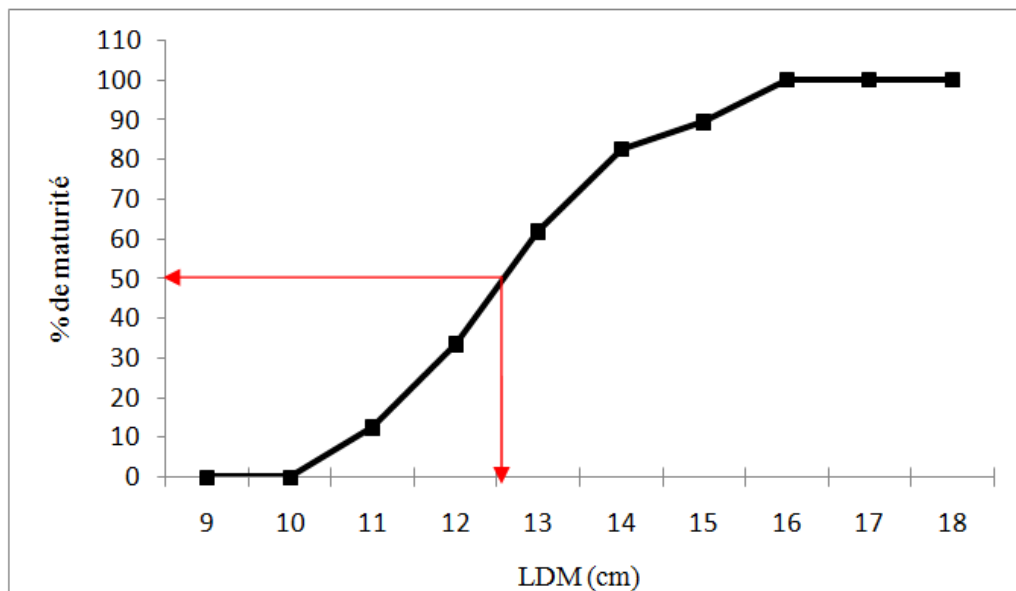


Figure 4.8. Détermination de la première taille de maturité chez les femelles

La plus petite femelle mature observée dans nos échantillons est de 11cm. Par la méthode statistique (Figure 4.8), cette valeur est de 12,6 cm.

Le plus petit mâle mature observé dans nos échantillons mesure 9.6 cm. Par la méthode statistique (Figure 4.9), cette valeur est de 10,6 cm

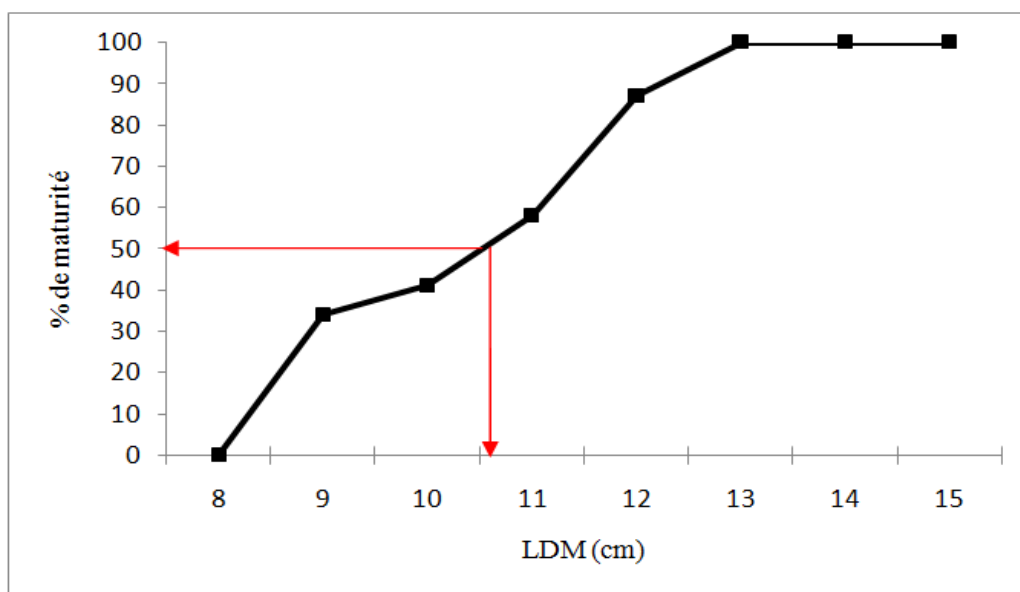


Figure 4.9. Détermination de la première taille de maturité chez les mâles

4.6. Etude de la fécondité

Chez la seiche, le mode d'accouplement, le processus de stockage des œufs chez la femelle et le mécanisme d'émission des œufs, sont des paramètres qui font de la fécondation des œufs, un phénomène pratiquement assuré. Par conséquent, si nous voulons déterminer la fécondité individuelle, c'est-à-dire le nombre d'ovocytes produits par une femelle et par an, ce nombre serait identique à celui des œufs effectivement fécondés, ce qui n'est pas généralement le cas pour les poissons chez lesquels la part du hasard dans la fécondation est très grande. Autrement dit, le comptage du nombre d'ovocytes mûrs de la seiche revient à déterminer le nombre d'ovocytes effectivement fécondés. Le nombre d'œufs éclos est pratiquement le nombre de jeunes effectivement nés. La fécondité est par conséquent, une notion qui reflète parfaitement la capacité reproductrice de la seiche (Najai, 1983).

Le comptage est réalisé à l'œil nu. Lorsque le nombre dépasse 300 à 400, nous procédons par échantillonnage gravimétrique : un échantillon est prélevé et pesé. Le nombre d'ovocytes qui le compose est déterminé et le nombre total d'ovocytes contenus dans tout l'ovaire est obtenu par la relation :

$$N = n * G / g$$

N= nbre total d'ovocyte dans l'ovaire,
n= nbre d'ovocyte dans l'échantillon,
G= poids total de l'ovaire,
g= poids de l'échantillon

Généralement, les ovocytes de diamètres supérieurs à 4mm sont directement comptés, seuls les plus petits sont estimés par gravimétrie.

4.6.1. Fécondité absolue ou individuelle :

La fécondité absolue ou individuelle est le nombre d'ovocytes mûrs présents dans l'ovaire immédiatement avant la ponte (Bagenal 1973 *in* Nouar 2003). C'est aussi le nombre d'œufs destinés à la ponte (Aboussouan et Lahaye 1979, Harchouche 2006). Traditionnellement, Boletzky (1987) définit la fécondité individuelle comme étant le nombre d'œufs par individu femelle à maturité.

Les ovaires pesés sont traités directement sans conservation. Pour l'estimation de la fécondité absolue, seuls les grands et moyens ovocytes, lisses et réticulés sont comptés. Pour chaque ovaire, le comptage s'effectue à l'œil nu.

Cette étude a été effectuée à partir de 111 individus femelles matures dont 69 au stade III et 42 en stade IV. La longueur dorsale du manteau de ces individus varie de 13,4 à 25,3 cm. Le tableau 3, en annexe reproduction, résume ces observations.

4.6.1.1. Variation de la fécondité absolue en fonction de la longueur dorsale du manteau

Le tableau 4.4 résume les fécondités moyennes par taille (Longueur dorsale du manteau) ainsi que la fécondité moyenne obtenue.

Tableau 4.4. Fécondité individuelle moyenne en fonction de la longueur dorsale du manteau de *S. officinalis*

LDM (cm)	Nombre d'observations	Fécondité moyenne par taille	Fécondité moyenne± écart-type
13	25	328	540±120
14	15	385	
15	14	404	
16	10	468	
17	9	478	
18	7	524	
19	8	554	
20	6	544	
21	8	610	
22	6	632	
23	1	666	
24	1	697	
25	1	732	

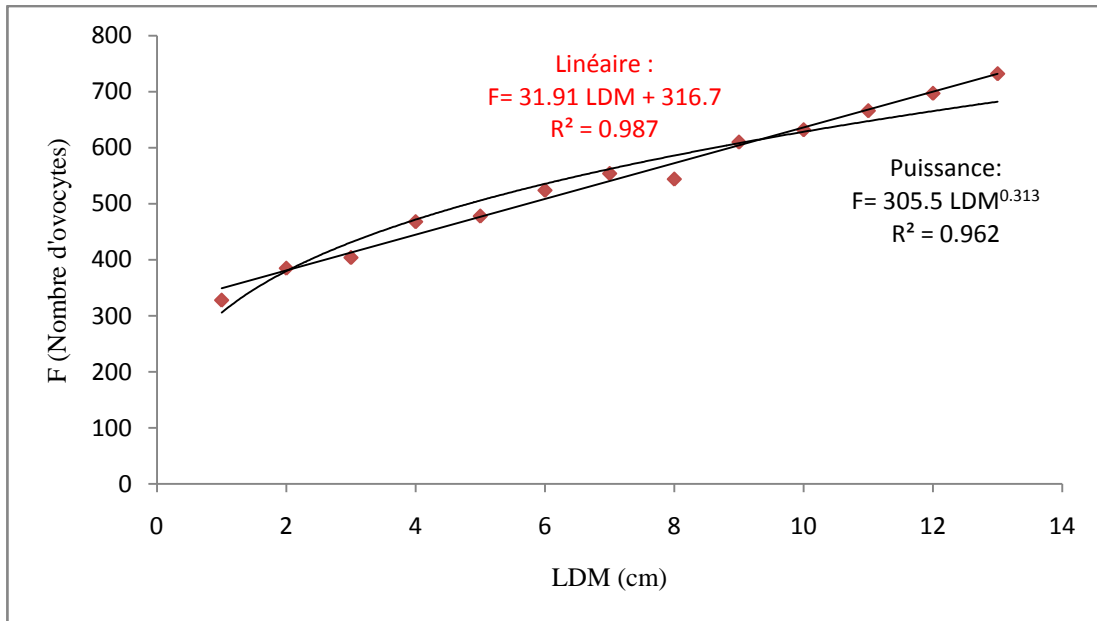


Figure 4.10. Fécondité individuelle en fonction de la longueur dorsale du manteau

La fécondité individuelle moyenne varie de 328 à 732 œufs avec une moyenne de 540 œufs pour des tailles allant de 13 à 25 cm. Le coefficient de corrélation de type linéaire est de 0,993 ce qui traduit une très forte liaison entre la fécondité absolue individuelle moyenne et la taille des seiches (Figure 4.10).

4.6.1.2. Variation de la fécondité absolue en fonction du poids individuel

Les valeurs obtenues sont transcrites dans le tableau 4.5. Les résultats montrent globalement un accroissement de la fécondité absolue moyenne en fonction du poids total de la seiche. Elle varie de 349 à 732 œufs avec une moyenne de 562 œufs pour des poids moyens allant de 300 à 1300 g.

Les coefficients de corrélation de la relation puissance est de 0,985 exprimant une forte liaison de la fécondité absolue moyenne avec le poids total de la seiche (Figure 4.11).

Tableau 4.5. Fécondité individuelle moyenne en fonction du poids individuel de *S. officinalis*

Poids individuel moyen (g)	Nombre d'observations	Fécondité moyenne par poids	Fécondité moyenne \pm Ecart-type
300	40	349	562 \pm 114
400	14	404	
500	20	473	
600	7	524	
700	8	554	
800	6	544	
900	8	610	
1000	6	632	
1100	1	666	
1200	1	697	
1300	1	732	

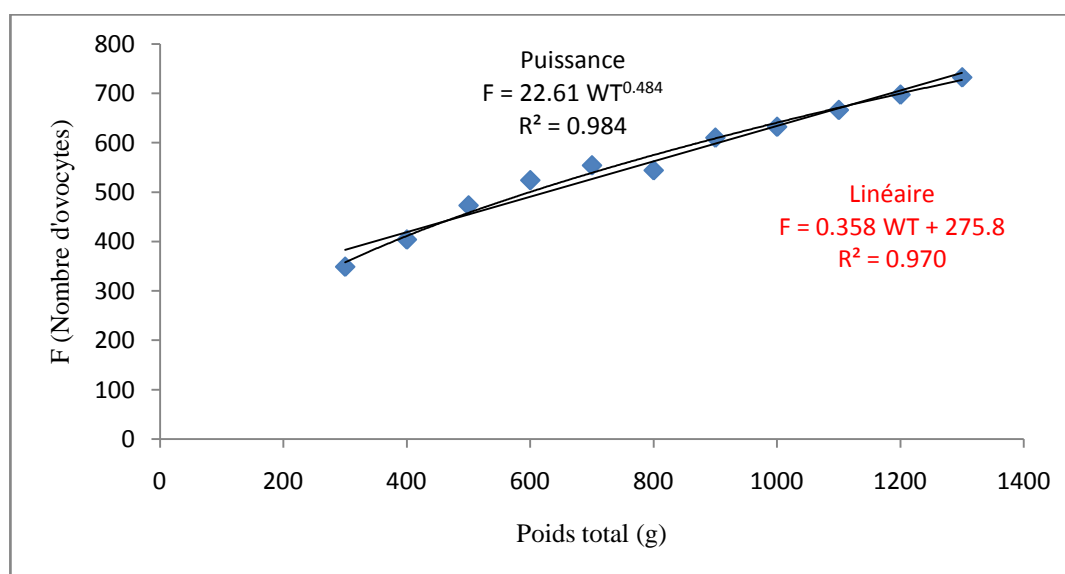


Figure 4.11. Fécondité individuelle moyenne en fonction du poids individuel

4.6.1.3. Variation de la fécondité absolue en fonction du poids de la gonade

Pour un poids moyen des gonades allant de 20 à 55g, la fécondité moyenne varie de 328 à 632 œufs avec une moyenne de 507 œufs. Ces résultats sont illustrés dans le tableau 4.6.

Tableau 4.6. Fécondité individuelle moyenne en fonction du poids de la gonade de *S. officinalis*

Poids moyen de la gonade (g)	Nombre d'observations	Fécondité moyenne par poids de gonade	Fécondité moyenne \pm Ecart-type
20	25	328	507 \pm 98
25	39	389	
30	10	478	
35	7	524	
40	8	554	
45	6	544	
50	8	610	
55	6	632	

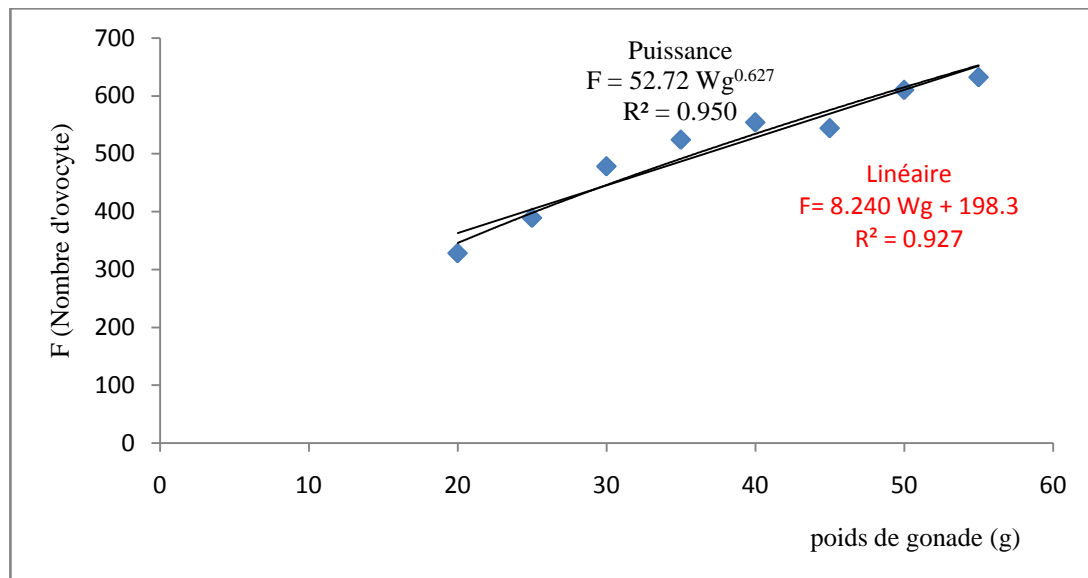


Figure 4.12. Fécondité individuelle moyenne en fonction du poids des gonades

Par rapport au poids de la gonade (Wg), la fécondité individuelle moyenne (F) présente également une proportionnalité avec un coefficient de corrélation de 0,962 (Figure 4.12).

Les différentes équations obtenues concernant la variation de la fécondité absolue moyenne en fonction des divers paramètres sont récapitulées dans le tableau 4.7.

Tableau 4.7. Différentes relations de la fécondité individuelle chez *S. officinalis*

	Relation linéaire $Y = a X + b$	r	Relation puissance $Y = bX^a$	r
Longueur dorsale du manteau	31,91x + 361,7	0,993	305,5 X ^{0,31}	0,979
Poids total	0,358 X + 275,8	0,985	22,61 X ^{0,48}	0,991
Poids de la gonade	8,240 X + 198,3	0,962	52,72 X ^{0,62}	0,974

4.6.2. Fécondité relative

La fécondité relative désigne le nombre d'ovocytes par unité de poids corporel au dessus du poids où la fécondité est nulle (Oosthuizen et Daan 1974 in Nouar, 2003). Sa valeur est donnée par les limites de l'intervalle de confiance à 95% du coefficient de régression de la relation entre la fécondité individuelle et le poids de l'espèce.

Les limites a_1 et a_2 de l'intervalle de confiance du coefficient de régression a de la relation linéaire entre la fécondité individuelle moyenne (F) et le poids total (WT) déterminée précédemment, sont calculées aux risques de 5% à partir de :

$$a_1 = a \sqrt{1 + 2K - \sqrt{(1 + 2K)^2 - 1}}$$
$$a_2 = a \sqrt{1 + 2K + \sqrt{(1 + 2K)^2 - 1}}$$

$$\text{avec } k = t^2(1-\alpha/2) (1-r^2) / (n-2)$$

Où

t : correspond à la valeur donnée par la table de Student-Fisher (=2.365)

α : risque statistique (=5%)

r est le coefficient de corrélation de la droite d'ajustement de la relation (0,98)

$n-2$: nombre de degré de liberté (n : nombre de classe de poids= 11-2)

a est le coefficient de regression de la droite des moindres carrés ($a/r=0.489$)

Dans notre cas, $k = 0.013$, a_1 et a_2 deviennent respectivement : 0,489 et 0,502

Ainsi la fécondité relative de *S. officinalis* dans la région algéroise se situe entre 0,489 et 0,502 œufs par gramme d'individus. Ces résultats permettent de conclure qu'une femelle de 1000g, donnera de 489 à 502 œufs.

4.6.3. Fécondité globale :

L'étude de la fécondité globale ou capacité de reproduction est basée sur la détermination de quelques paramètres de la reproduction de notre espèce.

Les différentes colonnes du tableau en dessous représentent :

Colonne 1. : Les distributions de fréquences relatives de longueur dorsale du manteau des mâles et des femelles sont réparties en pourcentage par classe de taille pour l'ensemble de la période d'échantillonnage.

Colonne 2 : Les pourcentages relatifs des seiches (mâles et femelles) par classe de taille pendant la période de ponte (Mars - Juillet).

Colonne 3 : sex-ratio des femelles par classe de taille pendant la période de ponte.

Colonne 4 : fréquences des femelles mûres pendant la période de ponte.

Colonne 5 : produit des colonnes 2, 3 et 4 (pourcentage des femelles mûres pêchées)

Colonne 6 : fécondité moyenne par classe de taille (relation de type moindre rectangle, $F = f(LT)$)

Colonne 7 : fécondité des femelles pêchées (produit des colonnes 5 et 6).

Colonne 8 : capacité de reproduction, exprimée en pourcentage relatif des valeurs de la colonne 7.

Le calcul de la fécondité moyenne par classe de taille (colonne 6) a été effectué à partir de la relation qui lie la fécondité absolue à la taille de l'individu. L'équation choisie est celle de type puissance. Elle présente le coefficient de corrélation le plus élevé :

$$F = 22,61 LDM^{0.484}$$

Les données de la colonne 1, 2, 5 et 8 représentées sous forme de polygones de fréquences mettent en évidence la composition du stock et sa capacité de reproduction.

Tableau 4.8. Capacité de reproduction de *S. officinalis*

LDM (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8
5	0,51							
6	0,34							
7	1,44							
8	7,48							
9	11,14							
10	15,91							
11	18,97	55,04	48,88	37,5	10,08	72,16	7,28	16,85
12	13,44	46,21	51,32	62,96	14,93	75,27	11,24	26,02
13	10,04	31,93	54,46	75	13,04	78,24	10,20	23,63
14	4,51	10,50	53,85	82,22	4,65	81,10	3,77	8,73
15	3,14	7,56	50,00	83,33	3,15	83,85	2,64	6,11
16	3,48	4,62	32,43	85,86	1,28	86,51	1,11	2,57
17	1,78	2,94	68,42	93	1,87	89,09	1,66	3,86
18	1,36	2,52	40,00	100	1,01	91,59	0,92	2,13
19	2,72	6,30	34,62	100	2,18	94,01	2,05	4,74
20	1,87	2,94	47,06	100	1,38	96,38	1,33	3,08
21	1,02	1,68	55,56	100	0,93	98,68	0,92	2,13
22	0,25	0,42	0,00	100	0	100,93	0	0
23	0,17	0,42	50,00	100	0,21	103,12	0,21	0,50
24	0,17	0,42	100,00	100	0,42	105,27	0,44	1,02
25	0,17	0,42	50,00	100	0,21	107,37	0,22	0,52

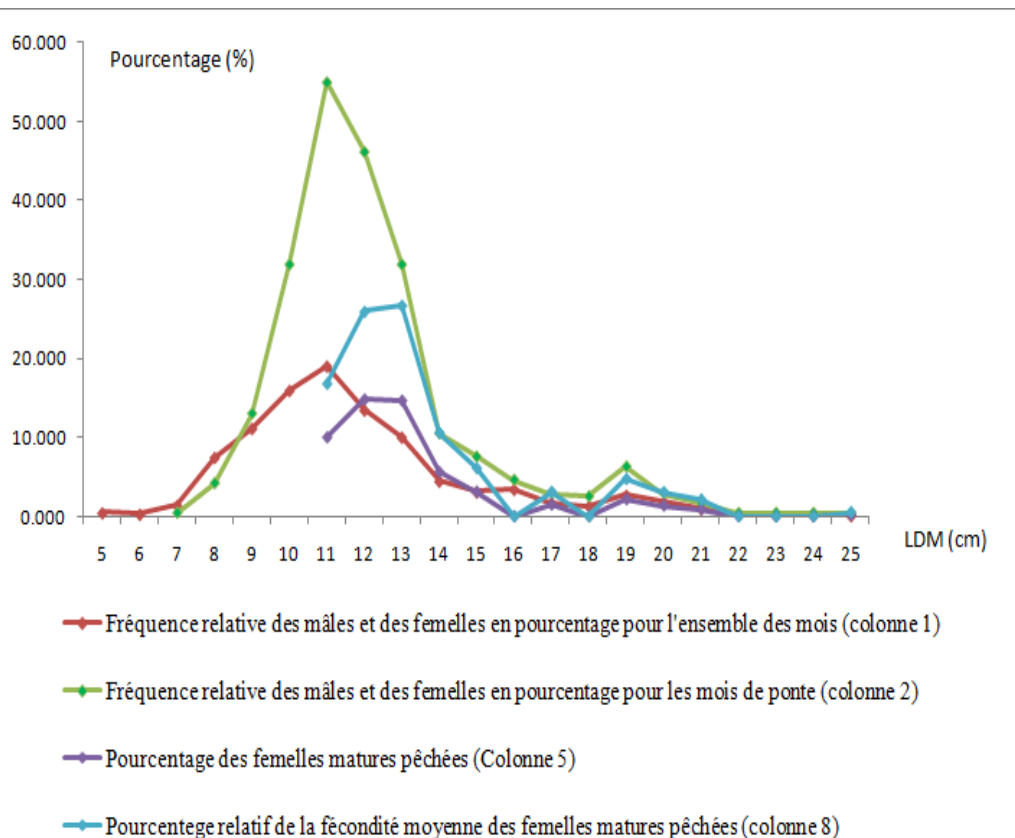


Figure 4.13. Fécondité globale ou capacité de reproduction de *Sepia officinalis*.

La fécondité globale ou capacité de reproduction désigne la fécondité de la population. Les informations concernant la structure de la taille du stock exploité, le sex-ratio par classe de taille, la fécondité absolue et la taille à la première maturité sexuelle permettent de dresser la courbe de production d'œufs en fonction de la taille. Cette courbe permet de déterminer la contribution d'une classe d'âge donnée à la reproduction de l'espèce (Fontana et Le Guen 1979, Champagnat et Conand, 1983). En effet, cette étude nous permet, à partir de la figure 4.13 de tirer ces observations :

- Les courbes issues des colonnes 1 et 2 nous permettent de constater que près de 70 % de la population de *S. officinalis* pêchée, se situe dans l'intervalle de taille allant de 9 à 13 cm.
- Les courbes des colonnes 5 et 8 mettent en évidence une majeure contribution des femelles matures pêchées ayant la gamme de taille de 12 et 13 cm au renouvellement du stock ; ces deux classes de taille participent à 49,65 % à la reproduction de l'espèce. (Najai, 1983) observe que les seiches qui contribuent le plus à la fécondité sont celles de 9 à 12 cm, avec un optimum enregistré pour les seiches de 10 cm.
- L'évolution de la courbe de l'abondance (colonne 1) et celle des individus matures (colonne 5) indique que la pêche prélève particulièrement des individus plus jeunes que ceux qui contribuent à la reproduction de l'espèce.

Chapitre 5. Etude de la croissance

La croissance consiste à établir une relation entre une variable mesurable (taille, poids) caractérisant un individu et l'âge de cet individu. Cette relation s'obtient par un modèle mathématique dont les paramètres, nécessaires en dynamique des populations, sont déterminés par analyses de structures d'âge ou de taille.

L'analyse des structures d'âge tient compte d'une clé âge-longueur déterminée par méthodes directes ou indirecte. La méthode directe se basant sur l'étude des pièces dures ne peut pas s'appliquer à notre espèce dépourvue de ces dernières ; en effet, les Céphalopodes ont toujours posé un problème dans la détermination de l'âge à cause de l'absence quasi-totale du squelette. Des essais ont été portés sur quelques organes solides comme les mandibules, radula et sépion (Bettencourt et Guerra, 2001). Plus récemment, les études se sont intéressées aux statolithes (Raya et *al.*, 1994 ; Moustahfid, 2002).

La seiche commune *Sepia officinalis* constitue dans ce travail, le matériel d'étude biologique et démographique. Le choix est porté sur cette espèce en considération de son importance dans les captures nationales et la garantie de possibilités d'échantillonnage fréquent. Pour notre étude, seule la taille des individus est utilisée (Figure 1.4, Chapitre données générales) et l'estimation statistique de l'âge est déduite.

5.1. Population échantillonnée

Sur un total de 1175 individus mesurés et pris en considération pour l'étude de la croissance, les tailles vont de 5,3cm de longueur dorsale du manteau à 25cm pour les femelles et de 6cm à 24,5cm pour les mâles (Figure 5.1).

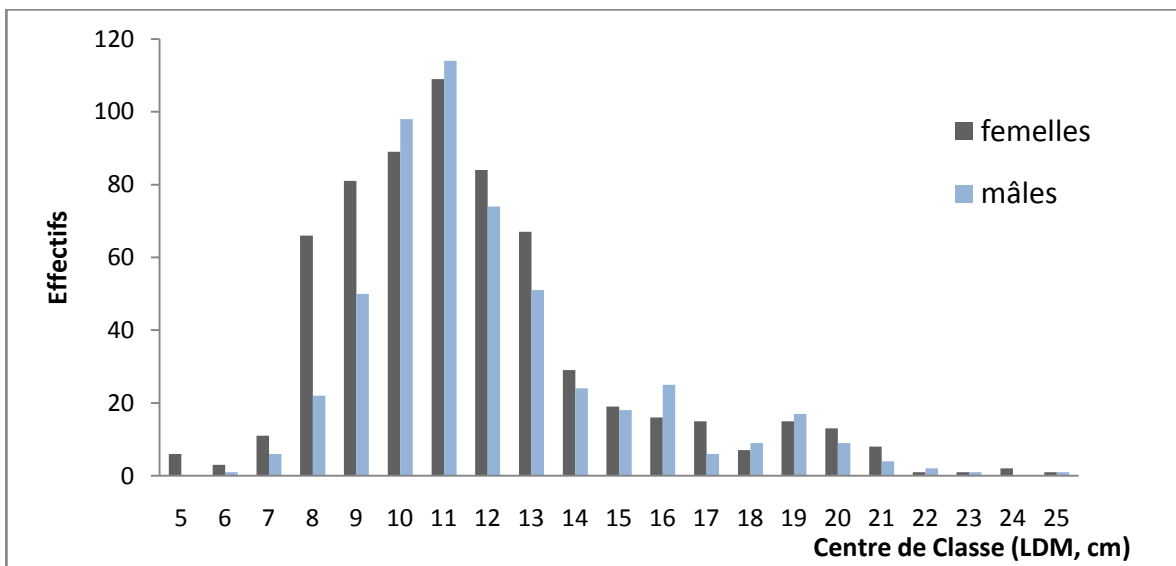


Figure 5.1. Effectifs des femelles et des mâles en fonction de leurs tailles

Ces mensurations donnent une taille moyenne des femelles de $11,68 \pm 0,03$ cm et des mâles de $12,04 \pm 0,04$ cm et pour les deux sexes combinés : $11,84 \pm 0,02$ cm.

Un test de comparaison a été calculé afin de comparer entre les deux moyennes (femelles et mâles) en appliquant la relation :

$$\xi = \frac{(m_1 - m_2)}{(\sqrt{((V_1 / n_1) + (V_2 / n_2))})}$$

avec :

- m_1 : taille moyenne des mâles ;
- m_2 : taille moyenne des femelles ;
- V_1 : variance des mâles ;
- V_2 : variance des femelles ;
- n_1 : effectifs des mâles ;
- n_2 : effectif des femelles.

La valeur calculée de l'écart réduit (ξ) est de **0.87**, inférieure à la valeur lue dans la table indiquant une différence non significative entre les deux tailles moyennes (longueur dorsale du manteau) pour un risque de 5% (1.96).

5.2. Modification de la largeur relative du sépion.

L'existence d'un dimorphisme sexuel dans la coquille de *S. officinalis* a été mis en évidence pour la première fois par Latagu (1888) puis par Cuenot (1917) sur des animaux adultes. Il est également signalé sur cette même espèce par Mangold-Wirz (1966), Richard (1971) et Jeon (1982). Il se manifeste chez la femelle adulte par un élargissement du sépion.

Cette modification est mise en évidence en portant sur le même graphique : la largeur (l) en fonction de la longueur (L) des sépions (Najai (1983).

A moins de 6cm de longueur du manteau, les deux droites de régression des deux sexe semblent avoir une même allure (Figure 5.2), au-delà, la droite relative aux mâles a une pente (0.26) moins importante que celle des femelles (0.3) expriment ainsi un élargissement notable du sépion des femelles. Un résultat identique de celui observé par Najai (1983).

Jeon (1982) a observé le même résultat relatif au sépion de la seiche d'Atlantique : la largeur relative du sépion des femelles est toujours plus importante que celles des mâles. D'après cet auteur, ce caractère existe pour les femelles afin de faciliter la mise en réserve de grandes quantité d'œufs.

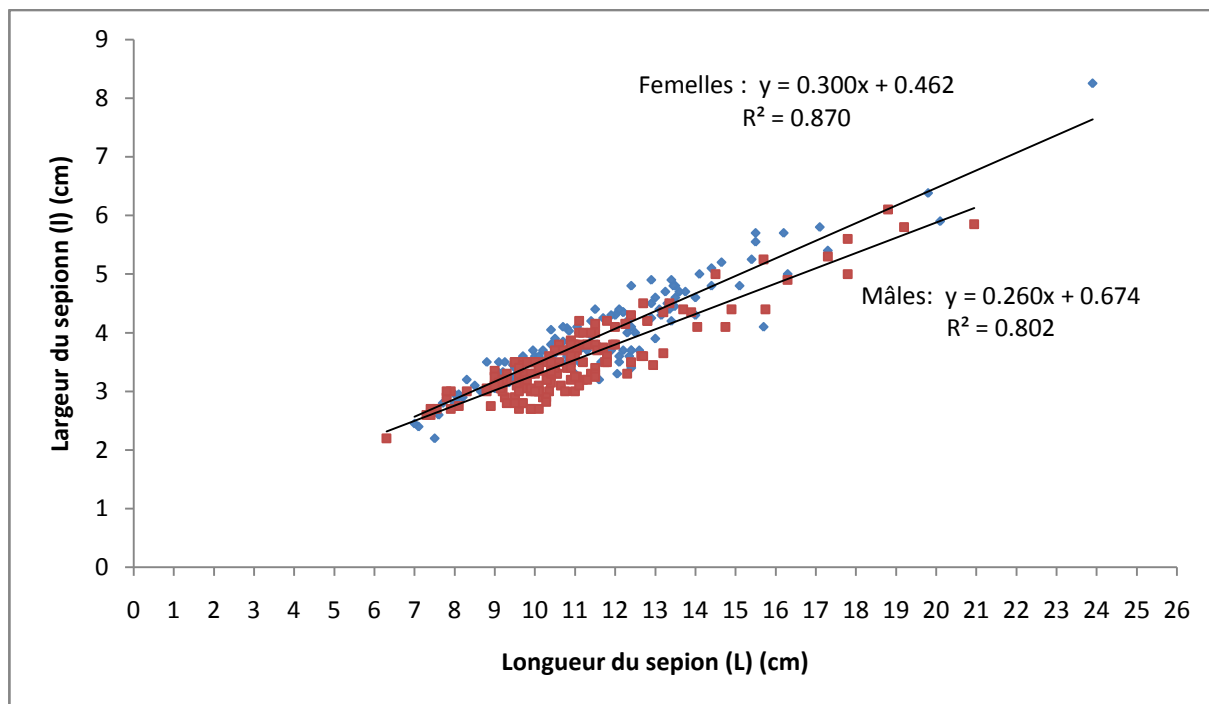


Figure 5.2. Variation selon le sexe de la largeur (l) en fonction de la longueur (L) du sépion de *S. officinalis* (bleu : femelles ; rouge : mâles)

5.3. Etude de la croissance linéaire

L'application des différentes méthodes à nos données a été effectuée à partir du logiciel FISAT II (Gayaniolo et *al.*, 1995).

5.3.1. Etude de la croissance linéaire par analyse des structures d'âge.

En biologie des pêches, la méthode qui consiste à étudier l'évolution des modes dans une distribution de fréquences de longueur (ou de taille) a été introduite par Petersen (1892). Cette méthode basée sur l'étude de la distribution de fréquences d'un caractère métrique, permet de déterminer indirectement l'âge (méthode indirecte).

Dans une distribution, les tailles des individus nés à la même époque, c'est à dire appartenant à la même classe d'âge, se répartissent sous forme d'une gaussienne dont le mode peut être suivi régulièrement dans le temps. Ainsi, sur l'ensemble de la distribution on détermine les différents modes en longueur correspondant chacun à une classe d'âge.

Toutefois, l'application de cette méthode qui nécessite une période de ponte limitée dans le temps, présente des limites dans la détermination des paramètres des différentes classes d'âge. En effet, pour chaque classe d'âge la longueur moyenne est estimée par la valeur modale qui n'est qu'une approximation et dont la précision dépend de la symétrie de la distribution. Par ailleurs, pour cause de chevauchement des classes d'âge cette méthode a été améliorée par

des analyses plus rigoureuses qui offrent des voies de résolution d'une distribution symétrique ou en composantes gaussiennes. Parmi ces méthodes on peut citer celle de Harding, (1949), de Tanaka (1960), de Cassie (1954), de Hasselblad (1966), de Bhattacharya (1967), de Gheno et Leguen, (1968) et le programme NORMSEP de Hasselblad et Thomlinson (1971). Enfin, il est à remarquer que le choix de l'intervalle de classe dans l'application de cette méthode a une grande importance pour la mise en évidence des différentes classes d'âge et leur suivi dans le temps.

5.3.1.1. Analyse des distributions de fréquences de taille

Après avoir testé plusieurs intervalles de classe, nous avons opté pour un intervalle de 1 cm pour les deux sexes.

Sur les distributions mensuelles de fréquences de taille, représentées en polygone, nous avons déterminé les modes qui correspondent aux différents âges. Ainsi, pour chaque mois un mode représente une classe d'âge. Pour l'ensemble des mois, la moyenne des modes (ou longueur moyenne) représente la classe d'âge de l'espèce.

Nous avons également appliqué la méthode de Bhattacharya (1967) qui, dans l'ensemble, nous donne les mêmes classes d'âge.

5.3.1.2. Résultats de la méthode indirecte

Les figures 5.3, 5.4 et 5.5 représentent les distributions de fréquences de taille des mâles et des femelles ainsi que les deux sexes confondus.

A partir de ces distributions, les différents modes obtenus pour chaque mois sont reportés par classe d'âge dans le tableau 5.1.

Au-delà d'une année, il devient difficile sinon impossible de suivre la croissance de la seiche à partir de la méthode de Petersen. Bien qu'on ait pu déterminer l'évolution de la taille de deux générations, les résultats restent toutefois très approximatifs à cause de l'étalement de la période de ponte. La suite des classes modales, qui, en principe devrait représenter la succession nette des générations, n'est pas évidente, si bien que l'âge attribué à chaque classe n'est pas défini avec sécurité à cause de la superposition des modes.

Tableau 5.1. Clé âge-longueur obtenues par la méthode de Petersen

Ponte en mars		Ponte en juillet	
Age (mois)	LDM (cm)	Age (mois)	LDM (cm)
5	8	4	12
6		5	
7	9	6	
8		7	14
9	10	8	16
10	11	9	
11		10	17
12	12	11	
	Se reproduisent et meurent		
		12	19
		13	20
		14	21
		15	
		16	23
		17	
		18	25

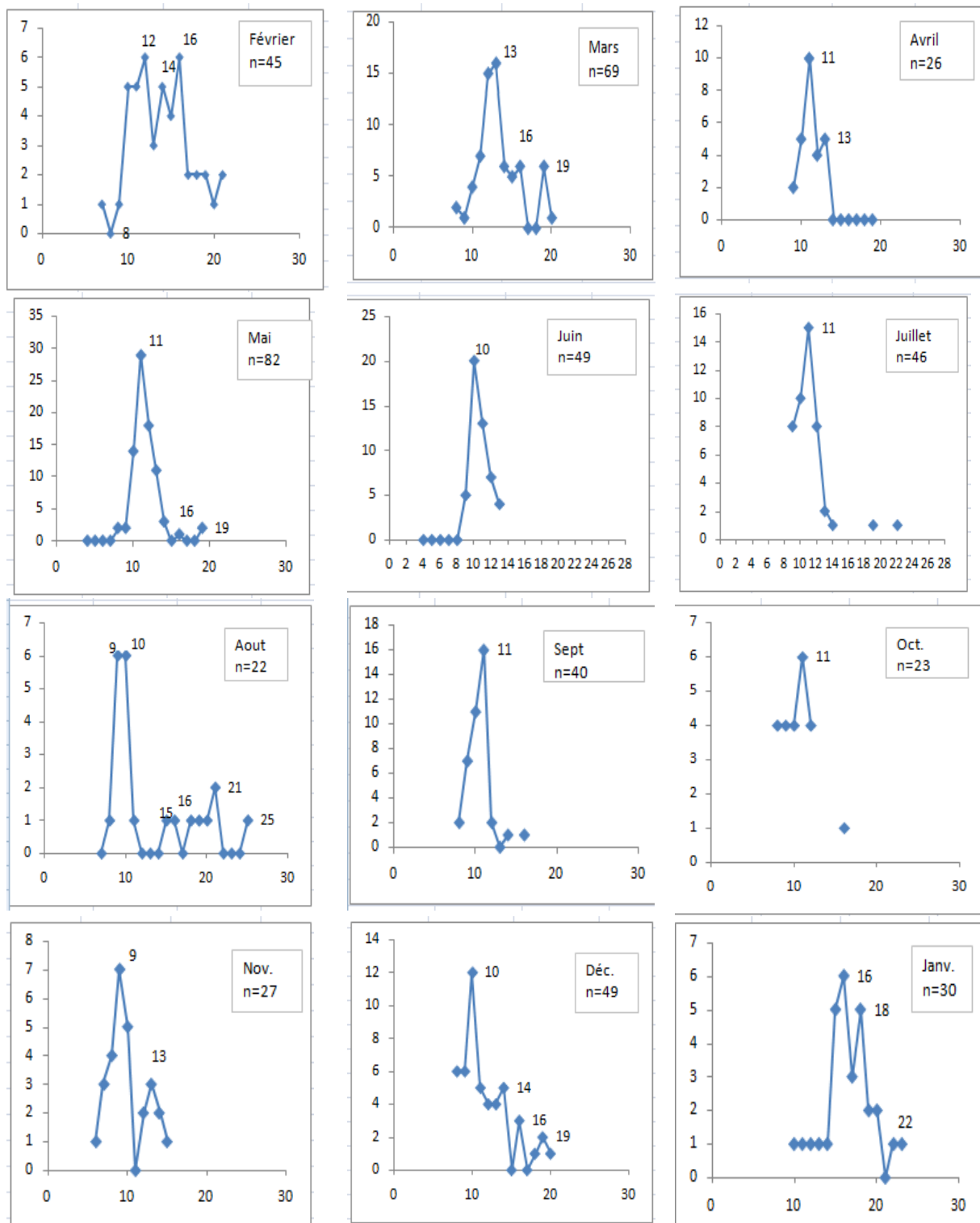


Figure 5.3. Distribution des fréquences de taille chez les mâles *S. officinalis*

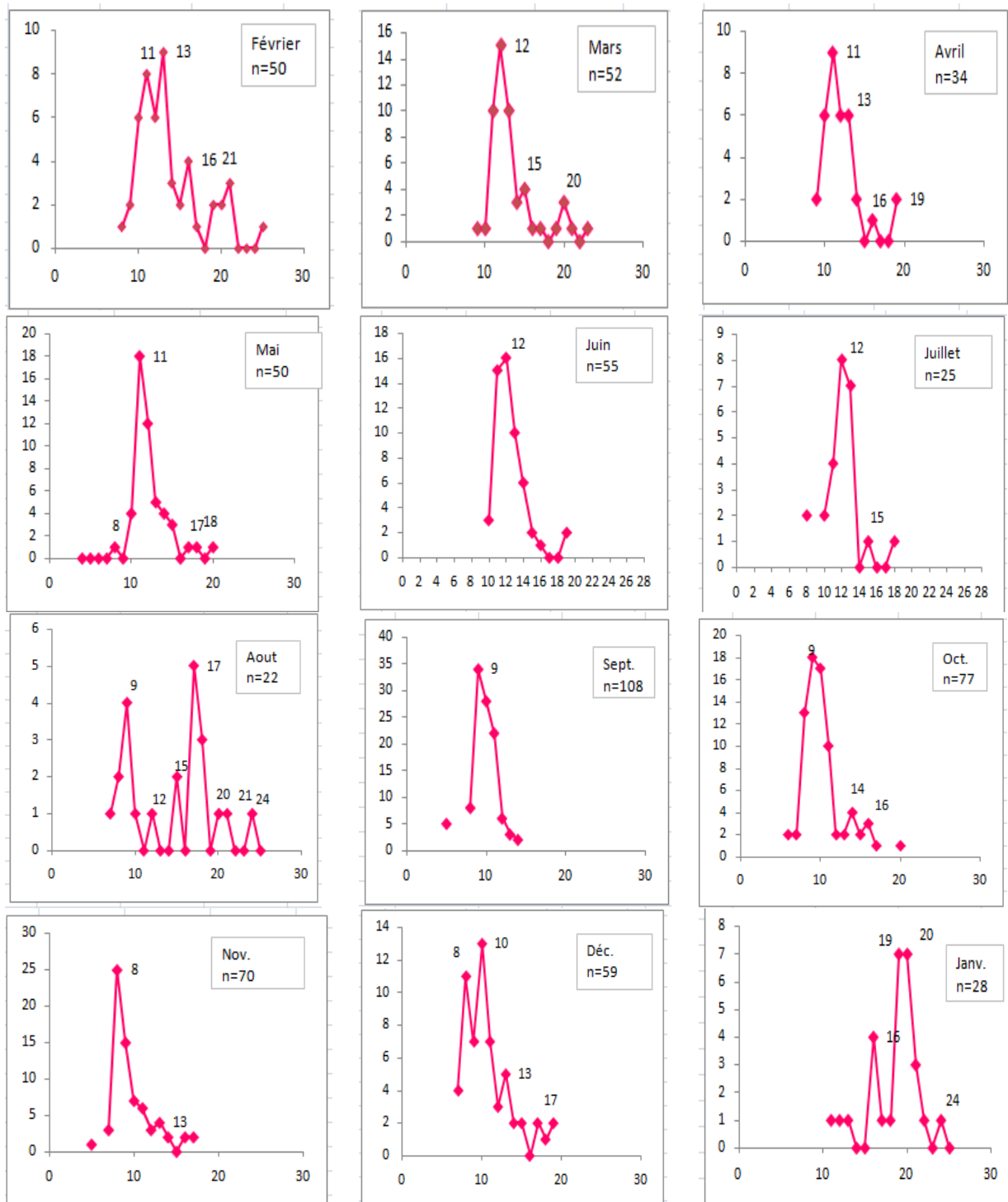


Figure 5.4. Distribution des fréquences de taille chez les femelles *S. officinalis*

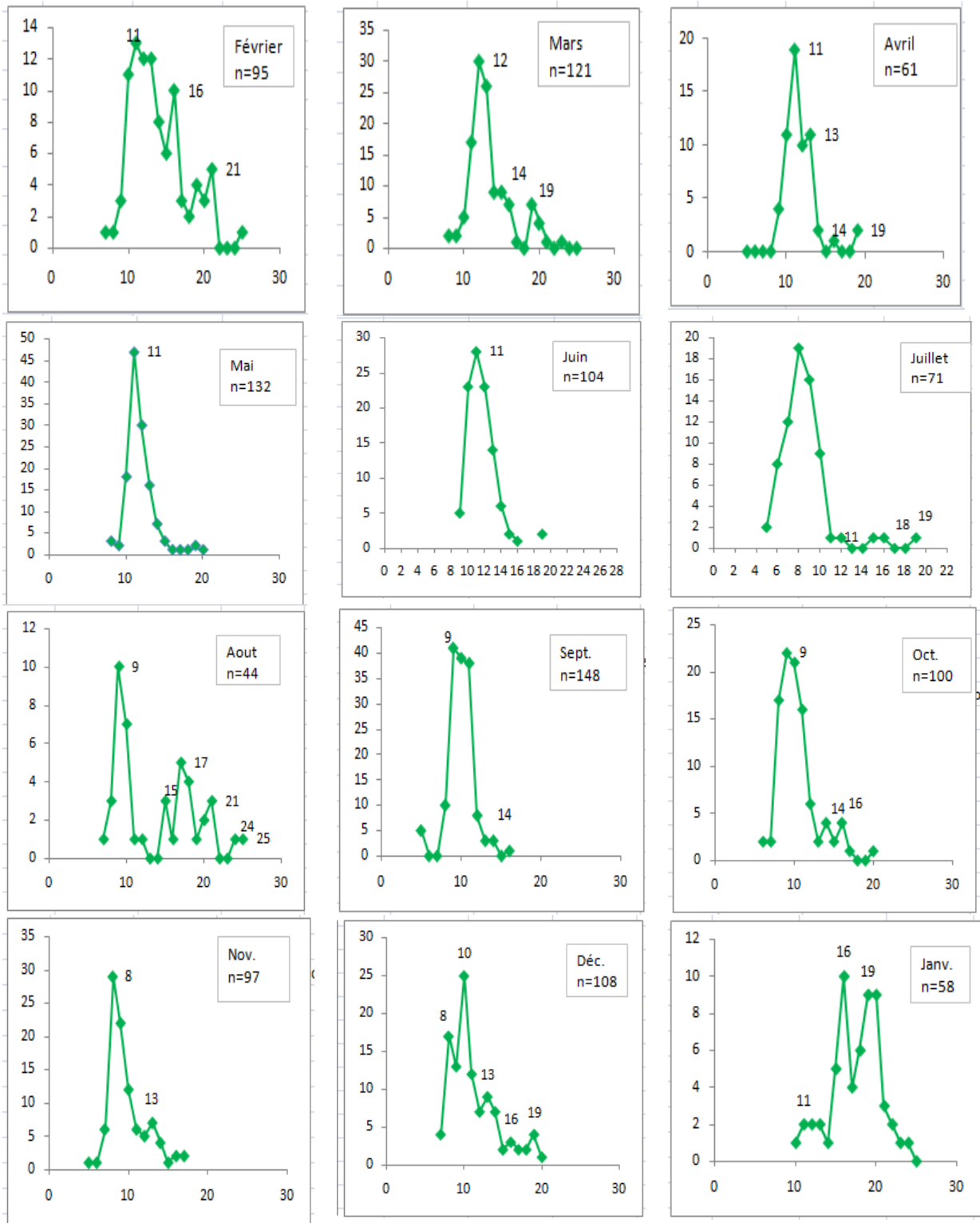


Figure 5.5. Distribution des fréquences de taille des deux sexes confondus chez *S. officinalis*

Pour remédier à la difficulté des histogrammes de fréquences, il a été fait appel à la méthode des différences logarithmiques exposée par Bhattacharya (1967) et reprise par Masson (1970), elle permet non seulement de séparer les sous populations gaussienne d'un mélange mais aussi d'estimer leur proportion.

Tableau 5.2. Clé âge longueur selon la méthode de Bhattacharya (1967) (à sexe confondu)

Groupe d'âge	Ages (mois)	LDM (cm)	Populations
I	3	5.77	46
II	6	10.67	898
III	9	16.51	115
IV	12	19.79	37
V	15	24.55	6
VI	18	25	7

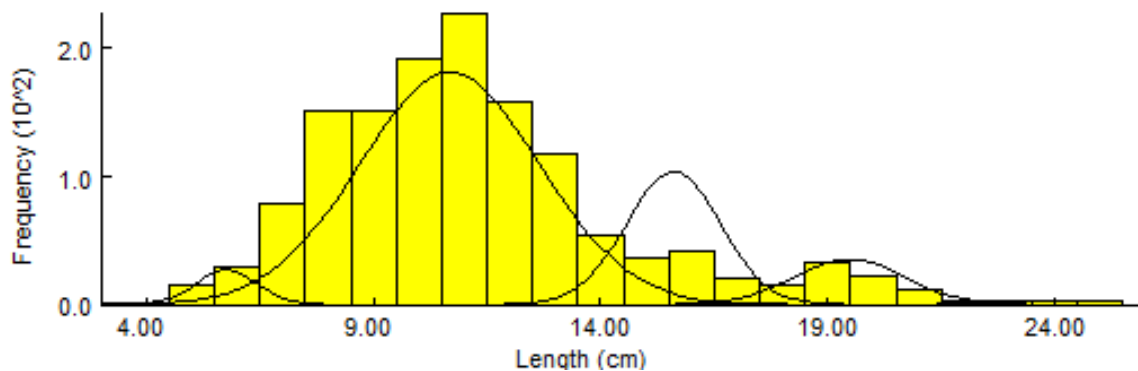


Figure 5.6. Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *S. officinalis* en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

Le tableau 5.2 précédent vient conforter le résultat de la méthode de Petersen. Nous pouvons déduire que la seiche commune de la côte algérienne ne vit pas au-delà de deux ans, la croissance devient si lente qu'il est impossible de distinguer entre les modes des classes d'âges supérieures à Un an et demi.

Najai (1983) observe des résultats très similaires où elle associe l'âge de 3 mois à 5.5 cm et de 6 mois à 10.5 cm.

Le chapitre reproduction nous a permis de distinguer deux pics dans la période de ponte ; le premier serait printanier en mars et le second estival en juillet-août. D'après les principaux modes observés en figure 5.5 (pour les sexes confondus) et les résultats donnés par la méthode de Bhattacharya (Tableau 5.2), deux cohortes se dessinent avec une vitesse de croissance différente : Les seiches qui seraient nées en mars vont croître vite et se reproduire l'année suivante à la même période à un an d'âge. Les seiches qui seraient nées en juillet-août, subiront la croissance en hiver (celle-ci sera lente, ce qui va être démontré par la suite) et ne pourront se reproduire que bien plus tard, vers leur 18 mois, âge maximum observée en Méditerranée et relevé par Mangold-Wirz (1966) et Boletzky (1983).

Un même résultat est obtenu par Richard (1971) qui met en évidence l'existence de 2 cycles biologiques marqués chez la seiche dans le golfe de Morbihan. Ainsi, les individus qui ne sont pas sexuellement matures à la période de reproduction, un an après l'éclosion, survivent jusqu'à l'année suivante pour se reproduire à l'âge approximatif de 2 ans.

5.3.1.3. Expression mathématique de la croissance

5.3.1.3.1. Modèles utilisés

Parmi les modèles qui décrivent la croissance des populations, le modèle de Von Bertalanffy (1934 et 1938), simple et ne comportant que trois paramètres à déterminer, est le plus utilisé en biologie des pêches. Ce modèle est basé sur une hypothèse selon laquelle la vitesse instantanée de croissance pondérale est le résultat de deux processus physiologiques opposés :

Le facteur anabolique proportionnel à la surface du corps et le facteur catabolique proportionnel au volume du corps. L'équation de la croissance déduite à partir de ces bases physiologiques est une relation linéaire écrite sous la forme suivante :

$$\mathbf{LDM\ t} = \mathbf{LDM\infty} (\mathbf{1 - e^{-K(t-t_0)}})$$

Avec,

LDM t : longueur dorsale du manteau au temps **t**,

LDM∞: longueur dorsale du manteau asymptotique quand **t** tend vers l'infini,

t₀ : temps où la longueur est supposée nulle,

K : coefficient de croissance.

Les paramètres **LDM∞**, **K** et **t₀** de cette équation peuvent être déterminés par différentes méthodes notamment celles de Ford (1933) et Walford (1946), de Gulland (1969) et de Tomlinson et Abramson (1961).

Les deux premières méthodes sont basées sur une transformation linéaire du modèle et supposent la connaissance des longueurs atteintes à différents âges séparés par un même intervalle de temps.

La méthode de Tomlinson et Abramson (1961), décrite par le programme de Abramson (1971), est basée sur un principe d'ajustement de type moindres carrés de la courbe de Von Bertalanffy :

- elle permet de mieux apprécier les estimations des paramètres en faisant intervenir la variance qui représente la dispersion des points observés par rapport à la courbe ajustée ;
- elle considère toutes les valeurs observées, alors que les deux autres méthodes éliminent la dernière valeur.

Pour ces raisons nous avons choisi, pour notre étude, la méthode de Tomlinson et Abramson (1961) dont les calculs nécessitent l'emploi d'un programme informatique qui fournit, en tenant compte de l'ensemble des valeurs expérimentales, les paramètres de l'équation ainsi que les valeurs théoriques calculées.

5.3.1.3.2. Détermination des paramètres de croissance

Les paramètres de croissance LDM_{∞} , K et t_0 déterminés à partir des clés âge-longueur obtenues par la méthode indirecte (ou analyse des distributions de fréquences de taille) pour les deux sexes confondus de *S. officinalis* sont consignés dans le tableau 5.3 et illustrés dans la figure 5.7.

Tableau 5.3. Paramètres de croissance obtenus par l'analyse de Structures d'âge

Paramètre	LDM_{∞}	K (an^{-1})	t_0 (an)
Valeur	27 cm	0,39	-0,31



Figure 5.7. Courbe théorique de croissance linéaire de *S. officinalis* obtenus par analyse des données de taille par âge (FISAT II)

5.3.2. Etude de la croissance par analyse des structures de taille

5.3.2.1. Méthodes utilisées

Différentes méthodes sont utilisées pour la détermination des paramètres de croissance à partir des structures de taille. En ce qui nous concerne, nous avons utilisé :

- la méthode de Powell -Wetherall pour la détermination de LDM_{∞} et Z/K ,
- la méthode ELEFAN pour la détermination de K ,
- l'équation de Pauly pour l'estimation du t_0 .

Pour la première méthode, Powell (1979, *in* Sparre et Venema, 1996), dont les travaux ont été analysés par Wetherall et *al.* (1987), propose une application de l'équation (1) de Beverton et Holt (1956) où **Lm** représente la longueur moyenne des poissons de longueur **L'** et plus **L'** correspond à la longueur au delà de laquelle tous les poissons sont pleinement exploités. Cette équation (1) devient alors équivalente à l'équation (2) qui permet d'estimer L_{∞} (LDM_{∞}) et Z/K .

$$Z = K ((L_{\infty} - Lm) / (Lm - L')) \quad (1)$$

$$Lm - L' = a + b L' \quad (2)$$

$$\text{où} \quad Z/K = - (1 + b) / b \quad \text{et} \quad L_{00} = - a / b$$

Ainsi, en portant sur un graphique **Lm – L'** en fonction de **L'** on obtient une régression linéaire à partir de laquelle on peut estimer **a** et **b** et par conséquent LDM_{∞} et Z/K .

La détermination de **K** est réalisée par l'approche de ELEFAN (Electronic Length Frequency ANalysis). Ce programme combine la méthode de Petersen et l'analyse de la progression modale.

Enfin, connaissant LDM_{∞} et **K**, l'estimation du paramètre t_0 est obtenue à partir de l'équation empirique préconisée par Pauly (1980) de la forme :

$$\text{Log}_{10} (- t_0) = - 0,3922 - 0,2752 \text{Log}_{10} L_{\infty} - 1,038 \text{Log}_{10} K$$

5.3.2.2. Résultats de l'analyse des structures de taille

Les distributions de fréquence de taille obtenues à partir de 643 femelles et de 532 mâles sont consignées dans le tableau 5.4. L'application de la méthode de Powell-Wetherall représentée sur la figure 5.8 fournit les paramètres de LDM_{∞} et Z/K .

Tableau 5.4. Distribution des fréquences de taille de *Sepia officinalis* capturée entre Février 2010 et Janvier 2011 :

LDM (cm)	Effectifs
05	6
06	4
07	17
08	88
09	131
10	187
11	223
12	158
13	118
14	53
15	37
16	41
17	21
18	16
19	32
20	22
21	12
22	3
23	2
24	2
25	2

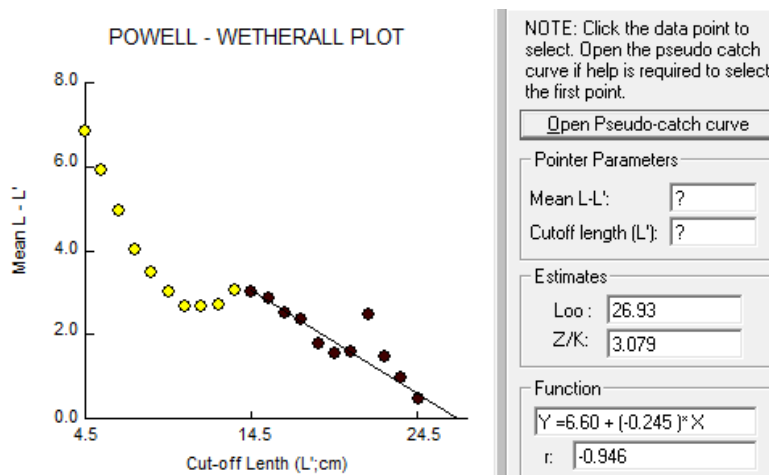


Figure 5.8. Détermination de LDM_{∞} et Z/K par la méthode de Powell-Wetherall

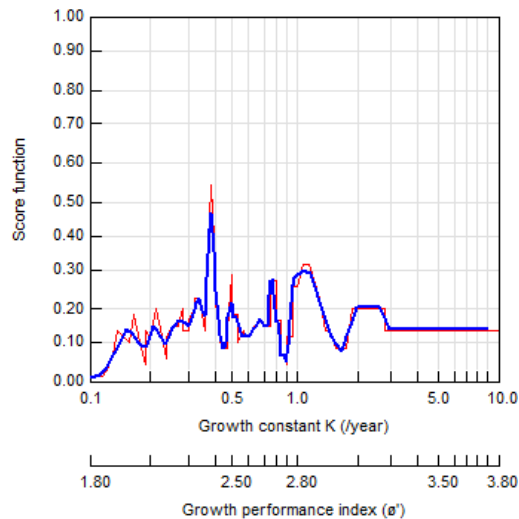


Figure 5.9. Détermination du K par la méthode d'Elefan

La valeur de K obtenue de l'équation de Von Bertalanffy est de $0,38 \text{ an}^{-1}$ (Figure 5.9)

Il nous a été donné d'observer des vitesses de croissance différentes chez la seiche entre celles issues de la ponte printanière et celles issues de la ponte estivale. Ces derniers vont mettre plus de temps à croître. Un essai de calcul de K en fonction des saisons a été mené, afin de vérifier cette hypothèse.

Tableau 5.5. K calculé par saison

Saison	K(/an)
Hiver	0,310
Printemps	0,740
Eté	0,520
Automne	0,270

Dunn (1999) a obtenu une valeur de K très similaire, $0,4 \text{ an}^{-1}$ pour les mâles et une valeur faible pour les femelles ($0,24 \text{ an}^{-1}$). Quant à Ezzedine-Najai (1997), la valeur de K obtenue est de $0,4290 \text{ an}^{-1}$ dans le golfe de Tunis.

Les différentes valeurs saisonnières de K donnent des résultats concordants avec les observations émises par Richard (1971), Jeon (1982), Boletzky (1983) et Madhioub (1986). Ces auteurs rapportent que la croissance de *S. officinalis* est variable et dépend de la température des eaux, de la maturation sexuelle, de la disponibilité de nourriture et de la diminution du remplissage de l'estomac pendant la période de reproduction.

Cette croissance serait rapide au printemps et en été par rapport à l'hiver, ce qui confirme les conclusions de Richard (1971). Ceci a aussi été rapporté par Challier *et al* (2005) qui précisent que le taux de croissance croît de juin à août.

D'autre part, ce changement de croissance serait peut-être dû au fait que la seiche soit un prédateur visuel et des turbidités importantes des eaux empêcheraient la capture de ses proies. (Hanlon and Messenger, 1988).

Les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy sont consignés dans le tableau 5.6.

Tableau 5.6. Paramètres de croissance obtenus par analyse de structure de taille

Paramètres	valeurs
Z/K	3,08
LDM ∞	26,93
K (annuel)	0,38
t ₀ (annuel)	0,704

5.3.2.3. Choix des paramètres de croissance

Dans les méthodes indirectes, les distributions de fréquence de taille établies d'un mois à un autre sont hétérogènes; la reproduction étalée et les deux périodes de pontes annuelles rendent difficile leur suivi et interprétation notamment pour les jeunes et les plus âgées.

En effet, cette méthode présente l'inconvénient de perdre de la précision dans les classes âgées lorsque le taux de croissance diminue et que les classes modales tendent à se confondre. De ce fait, dans nos échantillons, les valeurs de la longueur asymptotique obtenues se trouvent surestimées.

Pour l'analyse des structures de taille, d'une part l'ensemble des données est pris en considération, d'autre part le regroupement des différents mois fournit des informations pour chaque taille. Aussi, la longueur asymptotique calculée correspond à la taille maximale observée.

Compte tenu de toutes ces remarques, les paramètres de croissance obtenus par analyse des structures de taille sont retenus pour l'estimation de la croissance pondérale et la détermination des indices d'exploitation de *S. officinalis*.

Par ailleurs, la croissance observée entre les deux sexes et nos résultats obtenus sur le sex-ratio semblent indiquer qu'il n'existe pas de différence de croissance entre les femelles et les mâles.

L'équation de Von Bertalanffy de *S. officinalis* dans cette étude est :

$$\text{LDM } t = 26,93 (1 - e^{-0,38 (t - 0,704)})$$

En parallèle, une autre distribution est réalisée, basée sur le poids. D'après Sparre et Venema (1996), l'étude des Céphalopodes est souvent basée sur le poids. Cette analyse a abouti sur une valeur de poids moyen des femelles de **247,025±0,77 g** et des mâles de **254,304±0,92g**.

5.4. Croissance relative

La croissance d'un individu se traduit toujours par la croissance des différentes parties du corps qui le constituent. Certaines relations entre deux grandeurs mesurables du corps peuvent être formulées en équation, permettant ainsi d'exprimer la valeur d'un paramètre à partir de la mesure d'un autre. Le but de cette étude de la biométrie est de disposer de ces relations afin d'établir la croissance relative à partir de la croissance linéaire.

Le problème de toute étude de la biométrie est le choix d'une relation qui caractérise le mieux

possible deux dimensions étudiées. Cela revient à choisir un coefficient qui soit le plus représentatif de l'allométrie. Si l'on désire estimer une variable par rapport à l'autre qui servira de référence, ou si l'on fixe une variable par rapport à l'autre, on applique le coefficient de régression ou pente de la droite de régression qui relie ces deux variables. Cette droite est obtenue par un ajustement de type moindre carré.

5.4.1. Etablissement des relations biométriques

Sur un total de 1224 individus de *S. officinalis*, les relations calculées se rapportent aux équations entre :

- La longueur totale (Lt) et la longueur du manteau (LDM);
- La longueur du manteau (LDM) et sa largeur (LgM);
- La largeur du manteau (LgM) et le poids total (WT) ;
- Le poids du sépion (Ws) et le poids total (WT).

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 5.7. Pour chaque relation, l'équation de la droite représentant les nuages de points, le coefficient de corrélation (r) ainsi que l'effectif (N) sont reportés. Le tableau 5.8, détaille ces relations biométriques en fonction des saisons.

Tableau 5.7. Relations biométriques de *S. officinalis*

Relation	Coefficient de corrélations	N	Equation
LDM - LT	0,91378	232	$LT = 2,86 LDM + 8,04$
LDM - LgM	0,93968	1224	$LgM = 0,507 LDM + 0,111$
Ws - WT	0,92303	323	$WS = 0,058 WT + 1,563$
LgM - WT	0,93541	1203	$WT = 2,986 LgM^2 + 3,48$

Il semble que la relation LDM - LgM serait la plus caractéristique des relations biométriques. Le tableau 5.8 montre qu'au printemps, les coefficients de corrélation sont les plus faibles pour toutes les relations. Ceci est peut-être dû au poids et au volume que les gonades occupent pendant cette période (période de reproduction).

Tableau 5.8. Relations biométriques établies en fonction des saisons pour les deux sexes combinés de *S. officinalis*

Relation	Saison	Coefficient de corrélations	Equation
LT=F(LDM)	Hiver	0.8933	LT= 2.610 LDM + 10.86
	Printemps	0.5949	LT= 2.605 LDM + 9.053
	Eté	0.9433	LT= 3.048 LDM + 6.010
	Automne	0.8927	LT= 2.863 LDM + 8.681
LgM=F(LDM)	Hiver	0.9132	LgM= 0.486 LDM + 0.423
	Printemps	0.8372	LgM = 0.475 LDM + 0.433
	Eté	0.9539	LgM = 0.556 LDM - 0.577
	Automne	0.9465	LgM = 0.521 LDM + 0.118
Ws=F (WT)	Hiver	0.9560	Ws=0.057WT – 2.899
	Printemps	0.8318	Ws=0.080WT – 5.193
	Eté	0.9813	Ws=0.056WT – 1.315
	Automne	0.9869	Ws=0.054WT – 0.669
Wt= F(LgM)	Hiver	0.9305	WT= 3.803 LgM ^{2.266}
	Printemps	0.8871	WT= 5.257 LgM ^{2.047}
	Eté	0.9165	WT= 3.612 LgM ^{2.239}
	Automne	0.9224	WT= 2.938 LgM ^{2.305}

5.4.2. Etablissement de la relation taille- poids

La relation taille-poids du poisson est donnée par l'expression

$$W = a LT^b$$

Où W est le poids, LT la longueur totale, **a** est une constante fonction des unités utilisées et **b** représente le coefficient d'allométrie. Par une transformation logarithmique, l'équation linéarisée se présente sous la forme :

$$\text{Log } W = b \text{ Log } LT + \text{Log } a$$

Les constantes a et b peuvent alors être estimées par un ajustement de type moindres carrés. Suivant la valeur de b, trois cas se présentent :

- b égale 3, la croissance est dite isométrique; les deux variables Wt et LT ont le même taux de croissance, le poids croit alors comme le cube de la taille du poisson,
- b est inférieur à 3, l'allométrie est minorante ; le poids croit relativement moins vite que la longueur,
- b est supérieur à 3, l'allométrie est majorante ; le poids croit plus vite que la taille de l'individu.

La relation établie pour l'ensemble des individus est illustrée par la figure 5.10.

L'équation de la croissance relative est :

$$1175 = 0,391 \text{ LDM}_\infty^{2,557}$$

La relation puissance entre le poids total (WT) et la longueur dorsale du manteau (LDM) montre des valeurs de pente b inférieur à 3, indiquant une croissance à allométrie minorante chez *S. officinalis*. La valeur annuel de ce paramètre est de **2,612** pour les femelles, **2,486** pour les mâles et **2,557** pour les deux sexes confondus.

Par ailleurs, afin de situer nos résultats nous avons reporté, à titre indicatif, dans le Tableau 5.9 les résultats de la relation entre le poids total et la longueur céphalothoracique obtenus par d'autres auteurs.

Les différents travaux sont en accord avec nos résultats. En effet, ils indiquent que pour cette espèce le coefficient **a** est entre 0,22 et 1,1 et **b** entre 2,26 et 2,77, avec une allométrie toujours minorante.

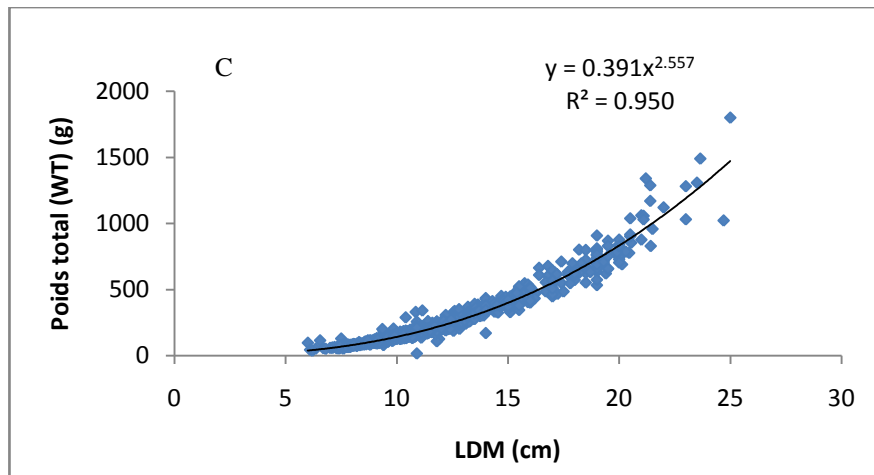
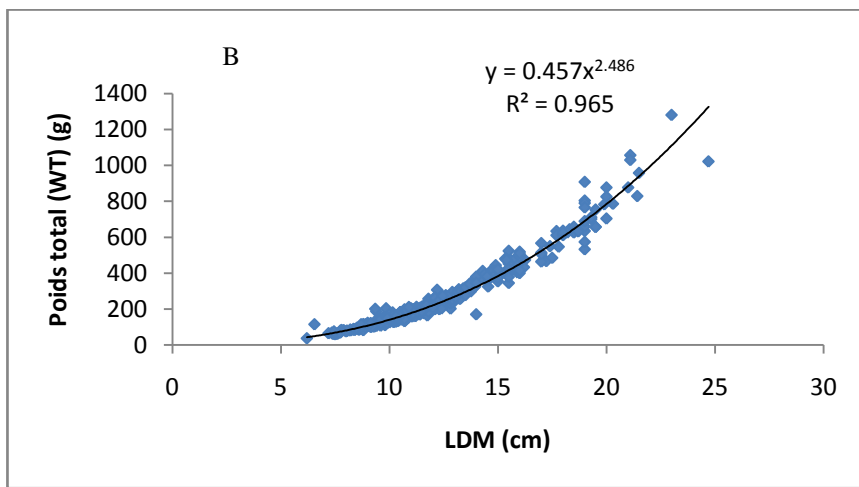
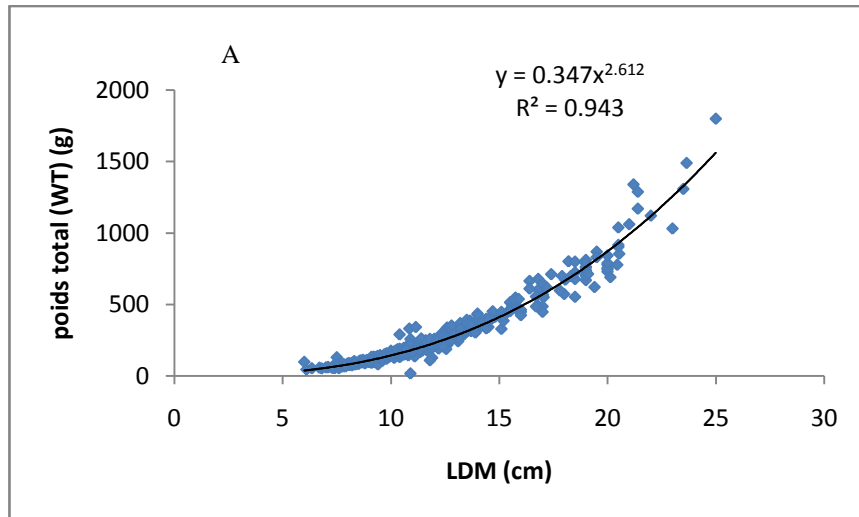


Figure 5.10. Croissance relative des femelles (A), des mâles (B) et des deux sexes combinés (C) de *S. officinalis*

Tableau 5.9. Relation Poids Total (WT) – Longueur Dorsale du Manteau (LDM) obtenue pour *S. officinalis* par différents auteurs.

Auteur	sexe	a	b	n	région
Bakhayokho (1983)	F	0,26	2,74		Senegal
	M	0,24	2,74		
Mattacola et al. (1984)	F	0,501	2,7	89	Manche
	M	0,631	2,65	122	
	Comb.	0,562	2,67	211	
Manfrin Piccinetti et Giovanardi (1984)	Comb.	0,22	2,77		Adriatique
Ould Inajah (1990)	F	0,438	2,53	262	Mauritanie
	M	0,458	2,51	326	
Dorel et al (1998)	Comb.	0,26	2,7		Golf de Gascogne
Dunn (1999)	F	0,8	2,64	519	Manche
	M	0,9	2,58	512	
	Comb.	1,1	2,56	1031	
Jardas et al. (2001)	F	0,232	2,73	286	Est Adriatique
	M	0,244	2,69	457	
	Comb.	0,237	2,72	743	
Jardas et al. (2004)	Comb.	0,343	2,55		Nord Adriatique
Royer et al. (2006)	Comb.	0,27	2,26		Manche
Présente étude	F	0,35	2,61	597	Alger
	M	0,46	2,49	461	
	Comb.	0,39	2,55	1058	

5.5. Croissance pondérale

L'équation de croissance linéaire (1) et la relation taille-poids (2) permettent d'établir l'équation de croissance en poids (3) de Von Bertalanffy ou croissance pondérale.

$$\text{LDM } t = \text{LDM}_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (1)$$

$$W_{\infty} = a \text{LDM}_{\infty}^b \quad (2)$$

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b \quad (3)$$

Avec

W_{∞} : poids asymptotique en gramme,

LDM_{∞} : longueur asymptotique en centimètre,

b : coefficient de la croissance relative entre le poids et la longueur.

Tenant compte de nos résultats sur la croissance en longueur et ceux de la relation taille -poids, l'équation de croissance en poids de *S. officinalis* est alors :

$$Wt = 1775,38 (1 - e^{-0,38 (t - 0,704)})^{2,557}$$

La valeur du poids asymptotique obtenu dans ce travail est comparable à celle relevée par Najai (1983) et qui est de 1830,64g ; une différence de 55,26g

A partir de la méthode de « sample weight estimation » sur le logiciel FISAT II et en introduisant les valeurs de **a** et de **b**, nous obtenons le tableau suivant :

Tableau 5.10. Distribution des tailles et des poids théoriques correspondants

LDM (cm)	Poids théorique (g)
5	23,39
6	37,58
7	56,14
8	79,5
9	108,08
10	142,26
11	182,42
12	228,32
13	282,10
14	342,3
15	409,84
16	485,05
17	568,23
18	659,68
19	759,7
20	868,58
21	986,6
22	1114,02
23	1251,14
24	1398,21
25	1555,5

Chapitre 6. Etude de l'Exploitation

6.1. Capture des Céphalopodes sur la côte algérienne

Les captures des trois espèces principales de Céphalopodes, à savoir, la seiche, le calamar et le poulpe enregistrées entre 2005 et 2013 dans la wilaya d'Annaba, Alger et Oran sont représentées dans les figures 6.1, 6.2 et 6.3. (Source : Ministère de la pêche)

Les captures enregistrées dans la wilaya d'Alger diminuent sensiblement à partir de 2009, contrairement à la wilaya d'Oran où les captures augmentent considérablement à partir de 2008. Ces espèces de Céphalopodes ont des taux de débarquements très variables dans la wilaya d'Annaba. Le poulpe est l'espèce dominante dans les captures des Céphalopodes des wilayas d'Oran et d'Alger, tandis que la wilaya d'Annaba se caractérise par les débarquements plus importants du calamar.

Les plus fortes valeurs de débarquement sont relevées à Oran avec 30,03 tonnes de seiche en 2012 et 30,85 tonnes de calamar la même année et enfin 81,76 tonnes de poulpe en 2011.

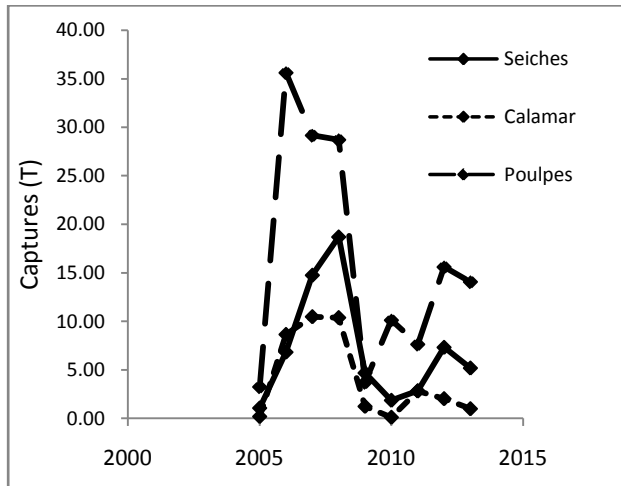


Figure 6.1. Captures des Céphalopodes enregistrées dans la wilaya d'Alger

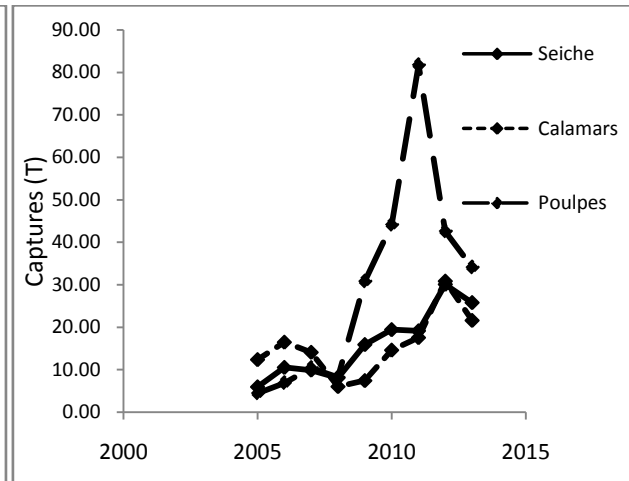


Figure 6.2. Captures des Céphalopodes enregistrées dans la wilaya d'Oran

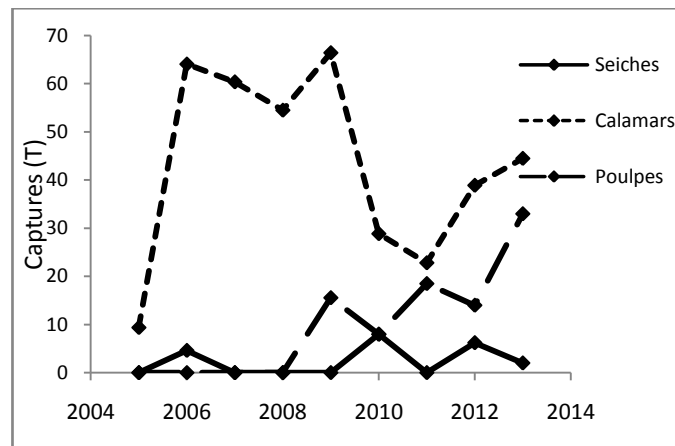


Figure 6.3. Captures des Céphalopodes enregistrées dans la wilaya d'Annaba

En termes des captures par unité d'effort (nombre de chalutiers actifs), Alger a un total de 5482,1 kg/chalutier entre 2005 et 2013. Ce chiffre est multiplié par quatre : 20026,58 Kg/chalutier est le taux de capture par unité d'effort relevé dans la wilaya d'Oran. Annaba quant à elle, a une valeur intermédiaire : 13482 Kg/chalutier. Il est possible d'observer à partir de la figure 6.4, les captures par unité d'effort de la seiche qui diminuent d'ouest en est.

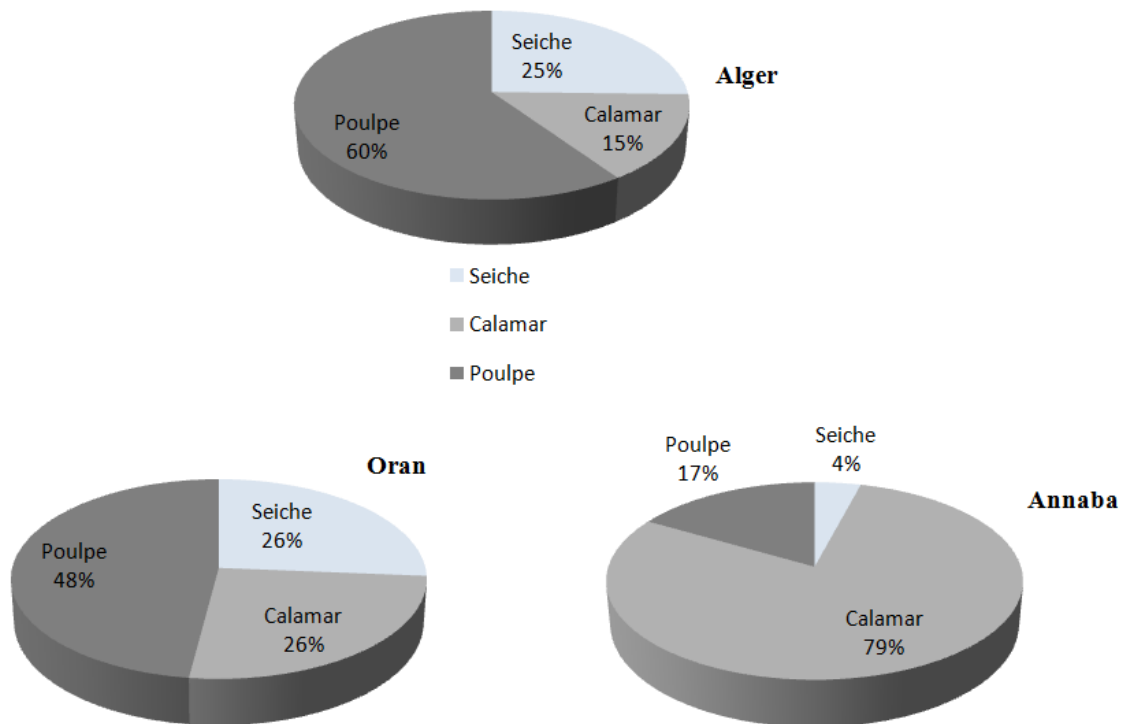


Figure 6.4. Captures des Céphalopodes par unité d'effort réalisées par les chalutiers des wilayas d'Alger, Oran et Annaba (entre 2005 et 2013)

6.1. Les apports de pêche en Céphalopodes du port de Bou Haroun

Pour l'année 2010, les indices d'exploitation sont définis par analyse des apports de la pêche commerciale des chalutiers du port d'Alger. Les relevés journaliers (exprimés en kilogramme) sont regroupés en apports mensuels répartis en quatre groupes (la seiche, le poulpe, le calamar et la somme des autres espèces englobant les poissons et les Crustacés Décapodes).

Pour chaque mois, la prise moyenne journalière de l'ensemble des chalutiers et petits métiers actifs est calculée à partir du rapport du total des prises sur le nombre de jours de pêche. Pour un chalutier ou un petit métier, considéré comme unité d'effort, la prise par unité d'effort journalière correspond au rapport de la prise moyenne journalière sur le nombre de chalutiers actifs. (Tableau 6.1 et 6.2)

Le poulpe est l'espèce de Céphalopode la plus capturée par les chalutiers et les petits métiers du port de Bou Haroun durant l'année 2010 avec respectivement 58110 Kg et 12571 Kg. Vient en deuxième position la seiche. Sa capture enregistrée par les chalutiers est de 26910 Kg et par les petits métiers 8 614 Kg. Les captures du calamar restent très faibles pour les deux types de métiers (3573 kg par les chalutiers et 394 kg par les petits métiers).

Concernant les captures chalutières, la période allant du mois de mai au mois de septembre, aucune capture ne sont enregistrées pour la seiche et le calamar. Sur un total de nombre de jours actifs de 185, les prises moyennes journalières de la seiche est de 145,5 Kg/j, le double de cette valeur correspond aux prises moyennes journalières du poulpe (314,11 kg/j). Ces prises seraient de 19,3 Kg/j pour le calamar.

En 2010, la seiche est capturée à 0,51 Kg/j/chalutier, valeur intermédiaire entre le poulpe (1,09 Kg/j/chalutier) et le calamar (0,07 Kg/j/chalutier). Du point de vue mensuel, ces prises journalières par unité d'effort ont les plus importantes valeurs pour la seiche et le poulpe au mois de septembre avec respectivement 38,16 Kg/j/chalutier et 47,64 Kg/j/chalutier, tandis que le calamar, les prises journalières par unité d'effort sont les plus importants en janvier (36,44 Kg/j/chalutier).

Quant aux petits métiers, le nombre de jours actifs total est de 135 jours. Les prises moyennes journalières de la seiche est de 63,8 Kg/j, du poulpe : 93,1 kg/j et pour le calamar, 2,92 Kg/j. Les prises journalières par unité d'effort sont très faibles ; ils sont en deçà de 1 Kg/j/navires : La seiche à 0,12 Kg/j/petit métier, le poulpe à 0,17 Kg/j/petit métier et le calamar, 0,01 Kg/j/petit métier.

Tableau 6.1. Apports mensuels et prises journalières des principales espèces de Céphalopodes ainsi que l'ensemble des autres espèces capturées par les chalutiers du port de Bou Haroune pour l'année 2010.

Mois	Apports mensuels (Kg)				Nombre de jours actif	Prises moyennes journalière de la Seiche (Kg/J)	Prises moyennes journalière du Poulpe (Kg/J)	Prises moyennes journalière du Calamar (Kg/J)	Moyenne des navires actifs	Prises journalière par unité d'effort de la Seiche (Kg/J/navire)	Prises journalière par unité d'effort du Poulpe (Kg/J/navire)	Prises journalière par unité d'effort du Calamar (Kg/J/navire)
	Seiche (kg)	Poulpe (Kg)	Calamar (Kg)	Total des autres espèces (Kg)								
Janvier	1062	3325	1548	92630	12	88,50	277,08	129,00	25	3,54	11,08	36,44
Février	1117	3136	900	78149	16	69,81	196,00	56,25	22	3,17	8,91	17,73
Mars	1006	2863	486	91548	16	62,88	178,94	30,38	22	2,86	8,13	10,63
Avril	2826	864	360	140951	18	157,00	48,00	20,00	22	7,14	2,18	2,80
Mai	0	1759	72	34080	15	0,00	117,27	4,80	22	0,00	5,33	0,00
Juin	0	3589	0	37491	16	0,00	224,31	0,00	26	0,00	8,63	0,00
Juillet	0	7684	0	55999	18	0,00	426,89	0,00	23	0,00	18,56	0,00
Août	0	5314	0	38172	17	0,00	312,59	0,00	25	0,00	12,50	0,00
Septembre	15797	19724	144	339756	23	686,83	857,57	6,26	18	38,16	47,64	0,16
Octobre	3349	5464	18	122012	16	209,31	341,50	1,13	27	7,75	12,65	0,15
Novembre	875	1616	36	65756	8	109,38	202,00	4,50	27	4,05	7,48	1,11
Décembre	878	2772	9	65821	10	87,80	277,20	0,90	28	3,14	9,90	0,29
Total	26910	58110	3573	1162365	185	145,46	314,11	19,31	287	0,51	1,09	0,07

Tableau 6.2 . Apports mensuels et prises journalières des principales espèces de Céphalopodes ainsi que l'ensemble des autres espèces capturées par les petits métiers du port de Bou Haroune pour l'année 2010.

Mois	Apports mensuels (Kg)				Nombre de jours actif	Prises moyennes journalière de la Seiche (Kg/J)	Prises moyennes journalière du Poulpe (Kg/J)	Prises moyennes journalière du Calamar (Kg/J)	Moyenne des navires actifs	Prises journalière par unité d'effort de la Seiche (Kg/J/navire)	Prises journalière par unité d'effort du Poulpe (Kg/J/navire)	Prises journalière par unité d'effort du Calamar (Kg/J/navire)
	Seiche (kg)	Poulpe (Kg)	Calamar (Kg)	Total des autres espèces (Kg)								
Janvier	69	47	44	3148,8	8	8,63	5,88	5,50	41	0,21	0,14	0,13
Février	259	152	39	2259	10	25,90	15,20	3,90	36	0,72	0,42	0,11
Mars	314	245	31	4250	14	22,43	17,50	2,21	38	0,59	0,46	0,06
Avril	464	394	88	18776	12	38,67	32,83	7,33	38	1,02	0,86	0,19
Mai	496	625	91	6693	12	41,33	52,08	7,58	38	1,09	1,37	0,20
Juin	4547	5958	33	35583	11	413,36	541,64	3,00	37	11,17	14,64	0,08
Juillet	258	843	31	7693	15	17,20	56,20	2,07	45	0,38	1,25	0,05
Août	349	501	0	5509	13	26,85	38,54	0,00	58	0,46	0,66	0,00
Septembre	126	260	0	10003	12	10,50	21,67	0,00	36	0,29	0,60	0,00
Octobre	367	365	18	4482	11	33,36	33,18	1,64	58	0,58	0,57	0,03
Novembre	384	368	17	5007	8	48,00	46,00	2,13	58	0,83	0,79	0,04
Décembre	981	2813	2	2546	9	109,00	312,56	0,22	57	1,91	5,48	0,00
Total	8614	12571	394	105949,8	135	63,81	93,12	2,92	540	0,12	0,17	0,01

6.3. Mortalités :

6.3.1. Méthodes d'études

Les coefficients de mortalité totale (Z), naturelle (M) et par pêche (F) indispensables pour l'application d'un modèle d'exploitation sont estimés à partir des méthodes et équations dont les principes sont décrits sommairement dans ce travail.

6.3.1.1. Estimation de la mortalité totale

Différentes approches permettent l'estimation du coefficient instantané de mortalité totale (Z). En ce qui nous concerne, nous avons utilisé des méthodes basées sur la courbe de capture fondée sur la composition en longueur. Cette courbe utilise les données en longueur converties en âge à partir de l'équation de Von Bertalanffy. La courbe de capture ($\ln(N/\Delta t)$) en fonction de l'âge (t) présente une partie ascendante qui correspond aux individus pas pleinement recrutés. L'autre partie (descendante) permet l'estimation de Z à partir de la pente de la droite qui relie les différents points à l'exception de ceux faiblement représentés en effectifs et proches de la longueur asymptotique L^∞ (Sparre et al., 1989).

Nous avons également utilisé des équations empiriques simples ou méthodes approchées qui donnent directement une estimation de ce coefficient.

Parmi les méthodes basées sur la courbe de capture, en plus de la méthode utilisée, nous citerons celle de Powell-Wetherall déjà décrite (chapitre croissance) qui permet l'estimation de Z/K ; à partir du K retenu pour l'étude de la croissance, le coefficient instantané de mortalité totale Z est alors déterminé.

La troisième méthode, est celle de Jones et Van Zalinge. Cette méthode utilise le logarithme népérien de la prise cumulée par la base de la distribution reporté en fonction de logarithme de la différence ($L^\infty - L_i$). La pente de la droite présentant le meilleur coefficient de corrélation est égale à Z/K .

6. 3.1.2. Estimation de la mortalité naturelle

Différentes méthodes basées sur des équations empiriques notamment celles de Taylor (1960), de Algaraja (1984), de Pauly (1980) et de Djabali et al.(1994) permettent d'estimer la mortalité naturelle (M).

L'équation de Alagaraja (1984):

$M_{1\%} = - \ln(0.01)/T_m$ Où T_m , la longévité de l'espèce exprimée en année.

L'équation de Taylor (1960) :

$M = 2.996 / A^{0.95}$ avec $A^{0.95} = (2.996 / K) + t_0$

L'équation de Pauly (1980) utilisée pour la détermination de M est :

$\text{Log}_{10} M = - 0,006 - 0,279 \text{Log}_{10} L^\infty + 0,6543 \text{Log}_{10} K + 0,4634 \text{Log}_{10} T^\circ$

L'équation de Djabali et *al.*(1994) utilisée pour la détermination de M est :

$$\text{Log}_{10} M = 0,736 - 0,114 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0,522 \text{Log}_{10} K - 0,583 \text{Log}_{10} T^{\circ}$$

L_{∞} : représente la longueur totale asymptotique exprimée en centimètre,
 K : paramètres de croissance (par an),
 T° : température moyenne en degrés Celsius.

6.3.1.3. Estimation de la mortalité par pêche

Après avoir obtenu la valeur de la mortalité totale Z et celle de la mortalité naturelle M, la Détermination de la mortalité par pêche F s'effectue à partir de la relation suivante :

$$F = Z - M$$

6.3.2. Résultats des coefficients de mortalité

6.3.2.1. Coefficient de mortalité totale (Z)

La distribution de fréquence de taille de *S. officinalis* a permis dans le chapitre croissance d'appliquer la méthode de Powell–Wetherall. Deux autres méthodes sont basées sur la courbe de capture est sont représentées par la figure 6.5 et 6.6, représentant respectivement la courbe de capture linéarisée, et la courbe de Jon Van Zalinge.

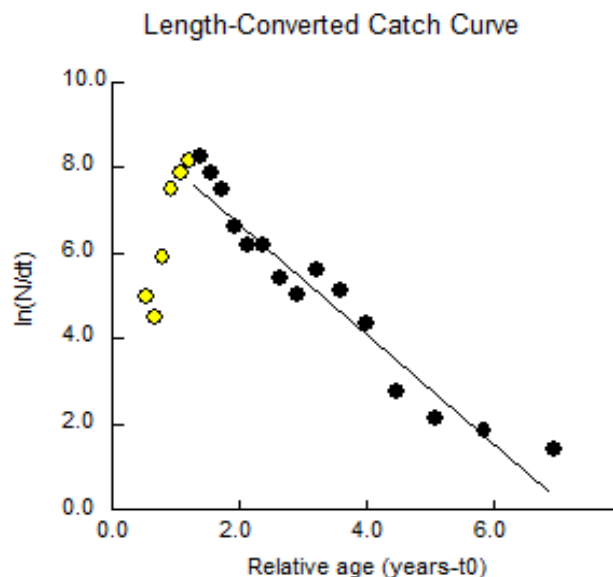


Figure 6.5. Courbe de captures linéarisée
 $Z = 1.28$

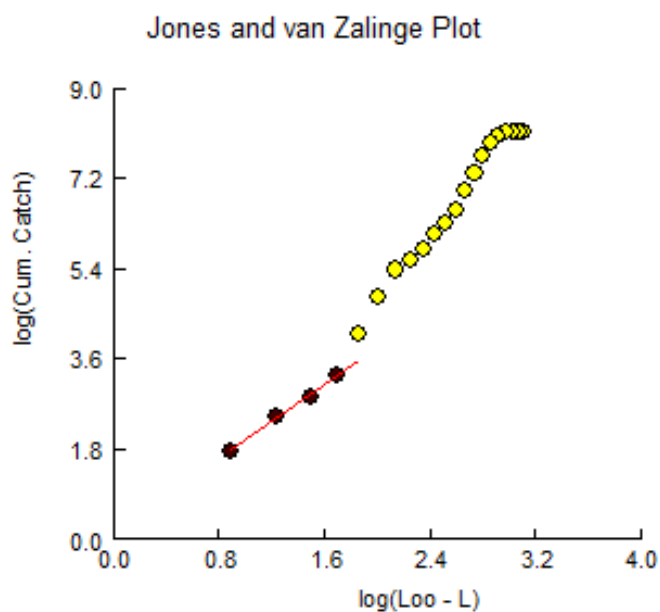


Figure 6.6. Courbe de Jones et Van Zalinge
Z= 1.84

Tableau 6.3. Coefficient de mortalité totale (Z) obtenu par différentes méthodes

Méthodes	Z (an ⁻¹)
Courbe de captures selon les longueurs	1,28
Powell-Wetherall	1,17
Jones et Van Zalinge	1,84
Beverton et Holt	0,982

Dans l'ensemble, les valeurs du coefficient de la mortalité totale obtenues par les différentes méthodes sont proches. Les résultats de la méthode de la courbe de captures selon les longueurs sont retenus. Ainsi, le coefficient de mortalité totale Z de *S. officinalis* des côtes algéroises est de 1,28 an⁻¹

6.3.2.2. Coefficient de mortalité naturelle (M)

L'application des différentes méthodes pour l'évaluation du coefficient de mortalité naturelle (M), a donné le résultat résumé dans le tableau 6.4

Tableau 6.4. Coefficient de mortalité naturelle (M) obtenu par différentes méthodes

Méthodes	M (an ⁻¹)
Alagaraja	0,26
Taylor	0,35
Pauly	0,89
Djabali	0,69

La valeur de M estimée et retenue est celle de l'équation de Djabali et *al* (1994) car cette méthode est basée sur des stocks méditerranéens influencés par les mêmes facteurs environnementaux. Cette valeur est égale à **0,69 an⁻¹**.

6.3.2..3. Coefficient de mortalité par pêche (F)

A partir des valeurs de Z et de M retenues précédemment, le coefficient de mortalité par pêche F de *S. officinalis* de la côte algéroise est de **0,59 an⁻¹** pour les deux sexes confondus.

La valeur du taux d'exploitation E calculée à partir du rapport F/Z est égale à **0.46**.

Tableau 6.5. Les coefficients de mortalité totale, naturelle, par pêche et le taux d'exploitation

Paramètres	valeurs
Z (an ⁻¹)	1,28
M (an ⁻¹)	0,69
F (an ⁻¹)	0,59
E = F/Z	0,46

6.4. Recrutement et sélection

On appelle recrutement le processus par lequel un groupe d'âge s'intègre pour la première fois dans le stock exploitable. On définit ainsi un âge de recrutement, auquel on associe une taille moyenne de recrutement. Par ailleurs, la présence d'un groupe d'âge dans une zone de pêche n'implique pas qu'il soit immédiatement capturable par les moyens d'exploitation mis en œuvre et on appelle sélection le processus par lequel les individus recrutés entrent progressivement dans la phase exploitée.

La sélection ou taux de rétention d'un individu de taille donné est la probabilité qu'il soit retenu par l'engin de pêche (Garcia et Le Reste, 1981).

6.4.1. Méthodes d'étude

Dans cette présente étude, il est impossible de déterminer la taille de recrutement.

Quant à l'étude de la sélectivité de l'engin de pêche, chalut dans notre cas, généralement deux méthodes sont utilisées, il s'agit de la double poche et des traits alternés. En absence de la pratique de ces deux méthodes, l'étude peut s'effectuer par des méthodes approchées notamment celle de Pauly (1984) qui donne une estimation de la taille de première capture Lc. D'après Sparre et Venema (1996), cette taille de première capture Lc est généralement supérieure ou égale à la taille de sélection.

La méthode de Pauly (1984) considère la partie gauche de la courbe de capture linéarisée. Cette partie, ascendante, représente les individus partiellement capturés par l'engin de pêche. Une façon simple d'estimer combien d'individus manquent à chaque âge consiste à extrapoler la droite à partir de laquelle le coefficient de mortalité totale Z est estimé (Figure 6.7). L'effectif réel du stock **CT** est proportionnel au nombre de poissons capturés **C** et la probabilité **P** pour qu'un poisson d'âge **t** soit présent sur les lieux de pêche s'estime à partir de

$$P = C_t / CT_t$$

C_t représente l'effectif observé par classe de taille ;
 CT_t l'effectif théorique calculé à partir de la relation :

$$CT_t = dt \cdot e^{(b - Zt)}$$

Z représente le coefficient de mortalité totale ;
 b l'ordonnée à l'origine obtenue après extrapolation

Cette probabilité de capture P représentée en fonction de la taille, permet d'estimer la taille de première capture correspond à la probabilité $P = 0,5$. Le calcul des tailles de capture est réalisé par le logiciel FISAT (Gayanilo et *al.*, 1995). Une fois la taille de première capture (L_c) déterminée, l'âge de première capture (t_c) est calculé à partir de l'équation de Von Bertalanffy.

Par ailleurs, Gulland (1969) précise que la pente de la courbe de capture indique si la sélection s'exerce sur une gamme de taille étroite ou étendue. Cette gamme est mesurée par l'éventail de sélection qui est représenté par la différence entre les longueurs auxquelles 25 % et 75 % des individus sont retenus.

6.4.2. Résultats

Challier et *al.* (2005) notent que le recrutement le plus important commence en automne, ces recrues auraient un âge de 2 à 5,5 mois. Royer et *al.* (2006) mentionnent un premier recrutement en automne et un deuxième au printemps. En fixant un âge moyen de recrutement de 4 mois (0,33 an), la taille de recrutement serait de 4,11 cm.

Les probabilités de capture obtenues à l'aide du logiciel FISAT sont reportées dans la figure 6.7. La taille de première capture L_{DMc} déterminée est de 5,41 cm qui correspond à un âge, estimé à l'âge de première capture t_c , de 0,4 an.

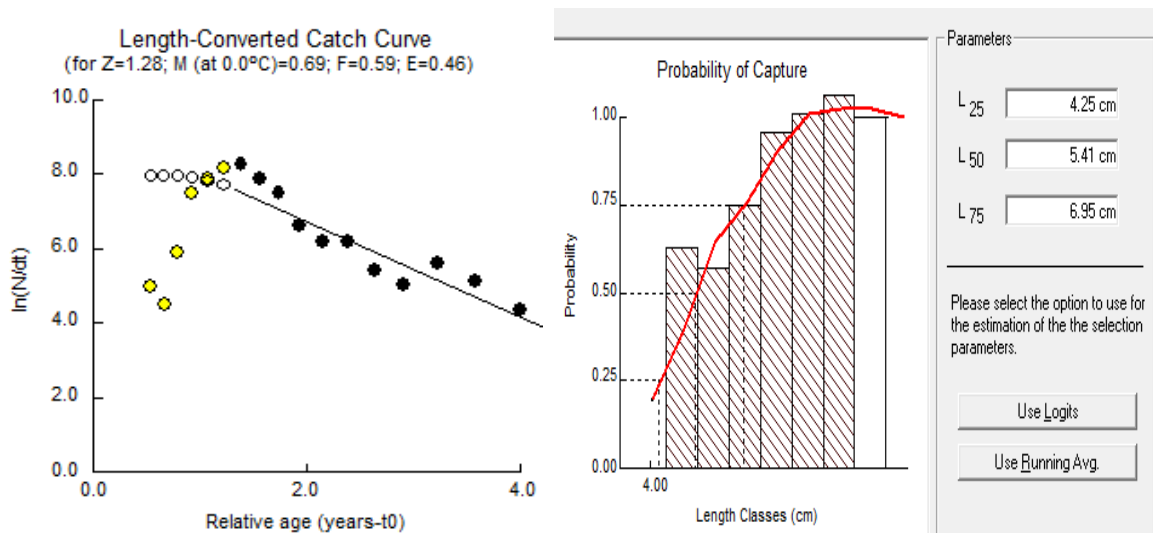


Figure 6.7. Détermination des probabilités de captures de *S. officinalis* (FISAT II)

6.5. Evaluation du rendement par recrue

Dans la dynamique des populations exploitées, consacrée aux réactions d'un stock à une pression de pêche, on peut soit chercher un modèle simplement capable de décrire ces réactions par une formule mathématique, soit au contraire tenter de les expliquer en les ramenant à des phénomènes élémentaires. Dans le premier cas, on utilise des modèles globaux qui font intervenir l'effort total de pêche et les captures correspondantes, alors que dans le second, on fait appel aux modèles analytiques qui tiennent compte des paramètres biologiques de l'espèce étudiée (Laurec et Le Guen, 1981).

Pour la présente étude, nous avons utilisé un modèle analytique. Ce modèle permet d'évaluer le rendement par recrue, c'est-à-dire par individu de taille (ou d'âge) donné entrant dans la pêcherie en fonction de l'intensité de la pêche appliquée à un stock, intensité à laquelle le coefficient instantané de mortalité par pêche est directement lié, et l'âge à première capture qui dépend de la taille de la maille du chalut. Il nous a permis également de prévoir l'évolution du rendement lorsque varient ces deux facteurs de l'exploitation.

6.5.1. Modèle utilisé

Le modèle analytique utilisé est celui de Beverton et Holt (1966). Il exprime le rendement relatif par recrue (Y'/R), en permettant de déterminer le rapport entre rendement et l'effort de pêche pour différentes tailles de premières captures, il appartient à la catégorie des modèles fondés sur la longueur (Sparre et Vanema, 1996). Ce modèle exige moins de paramètres que celui de Beverton et Holt (1957) tout en étant particulièrement adapté pour évaluer l'effet d'une réglementation sur la grandeur des mailles.

L'expression de Y'/R est :

$$Y'/R = E U^{M/K} [1 - 3U / (1+m) + 3U^2 / (1+2m) - U^3 / (1+3m)]$$

Avec
 $m = (1-E) / (M/K)$
 et $U = 1 - (Lc / L\infty)$

Cette expression utilise trois paramètres : M/K , $Lc/L\infty$ et E .

E représente le taux d'exploitation, égale à F/Z .

Le FISAT II a permis l'application du modèle de Beverton et Holt (1966), celui-ci est utilisé afin d'évaluer le rendement et la biomasse relatifs par recrue (Y'/R).

La biomasse relative par recrue (B'/R) (annexe exploitation) est évaluée à partir de la relation suivante :

$$B'/R = (Y'/R)/F$$

D'autres paramètres sont fournis dans ce modèle comme le E_{max} , $E_{0.1}$ et $E_{0.5}$ exprimés graphiquement.

E_{max} : Exploitation avec rendement productif maximum,

$E_{0.1}$: Taux d'exploitation pour une augmentation de Y'/R de 1/10ème par rapport à $E=0$

$E_{0.5}$: Valeur de E sous laquelle le stock a été réduit de 50% de sa biomasse inexploitée.

6.5.2. Résultats

Les paramètres de croissance et d'exploitation (Tableau 6.6) obtenus précédemment ont permis de calculer les rendements relatifs par recrue Y'/R .

Tableau 6.6. Paramètres de croissance et d'exploitation de *S. officinalis* utilisés pour le calcul de Y'/R .

Paramètres	$W\infty$ (g)	K (an ⁻¹)	T_0 (an)	Z (/an)	M (/an)	F (/an)	LDMr (cm)	Tr (an)	LDMc (cm)	Tc (an)
Valeurs (Sexes confondus)	1175,38	0,38	0,704	1,28	0,69	0,59	4,11	0,33	5,41	0,4

Les rendements relatifs par recrue Y'/R calculés pour différentes valeurs de E et de LDMc sont reportés dans le tableau 6.7 illustré par la figure 6.8.

Tableau 6.7. Rendement relatif par recrue en fonction de E et pour différentes valeurs de LDMc

E \ LDMc	Y'/R							5,41
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	
0,1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0,2	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
0,3	0.022	0.022	0.023	0.023	0.023	0.023	0.024	0.023
0,4	0.024	0.024	0.025	0.025	0.026	0.026	0.027	0.025
0,5	0.023	0.024	0.025	0.025	0.026	0.027	0.028	0.025
0,6	0.02	0.021	0.022	0.023	0.024	0.026	0.027	0.023
0,7	0.016	0.017	0.018	0.019	0.021	0.022	0.024	0.019
0,8	0.01	0.012	0.013	0.015	0.016	0.018	0.019	0.014
0,9	0.006	0.007	0.008	0.01	0.011	0.013	0.015	0.009
1	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.009	0.011	0.006

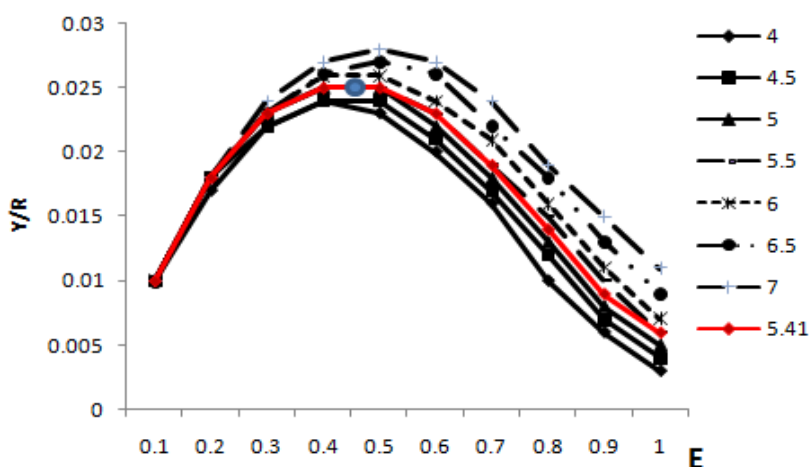
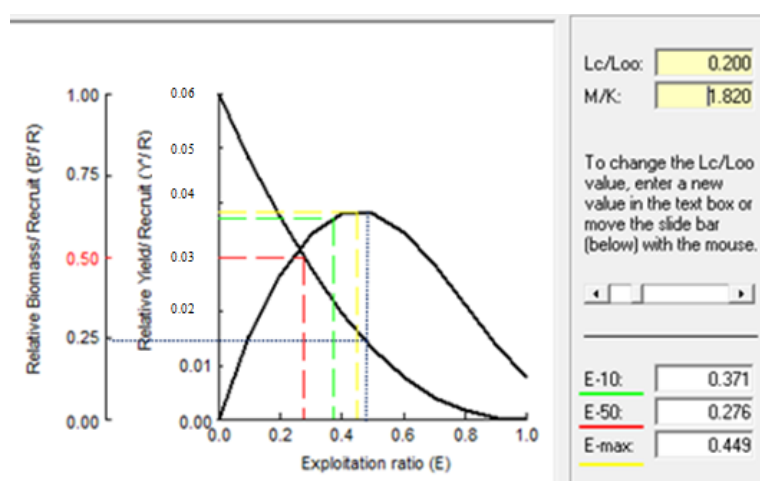


Figure 6.8. Rendement et biomasse relatifs par recrue en fonction du niveau d'exploitation pour *S. officinalis*

Dans l'ensemble, les valeurs du rendement obtenues sont proches. A une taille de première capture de 5,41 cm, le rendement relatif par recrue actuel est à son maximum. Concernant les tailles de première capture et en restant au même taux d'exploitation, les rendements augmentent en augmentant la taille de capture.

Afin de situer l'état d'exploitation actuel, qui est de 0,46, la courbe en rouge représente la taille de première capture de *S. officinalis*.

La méthode de « Knife-edge selection » du FISAT II a permis de dresser des courbes de rendement (Figure 6.8) pour les rapports M/K de **1,82** et LDMc/LDM_∞ de **0,2**. Elles permettent de déterminer le rendement relatif par recrue et la biomasse relative par recrue en fonction du taux d'exploitation (E) (Gayanilo et al., 2002).

Les valeurs actuelles du rendement relatif par recrue et de la biomasse relative par recrue sont 0,025g et de 0,225g pour un niveau d'exploitation de 0,46 relatif à un effort de pêche de 0,59

Le rendement relatif par recrue atteint son maximum (0,028g) pour une taille de première capture de 7 cm. La différence entre ce rendement relatif maximum et la situation actuelle est de 0,003g

6.5.3. Discussion des résultats

Le modèle de Beverton et Holt (1966) montre que plus la taille de première capture augmente, plus le rendement relatif par recrue augmente. Celui-ci s'accroît aussi avec le taux d'exploitation (E) jusqu'à arrivé à un plateau, pour diminuer par la suite. Ce plateau correspond à la valeur de E de **0,449**. Ceci représente le EMSY, valeur exprimant l'exploitation avec un rendement productif maximale.

Le E actuel est de 0,46 pour les deux sexes. Pour le stock de *S. officinalis* dans la région algéroise en 2010, l'exploitation se trouve pratiquement sur la partie « plateau » de la courbe montrant que ce taux est à son maximum correspondant à un rendement optimal.

La valeur prédictive E_{0.1}, taux d'exploitation pour une augmentation de Y'/R de 1/10^{ème}, est de 0,371 et E_{0.5}, valeur de E sous laquelle le stock a été réduit de 50% de sa biomasse inexploitée est de 0,276.

De point de vue pratique et vu l'exploitation actuelle du stock, il est impératif d'une part, de ne plus faire augmenter l'effort de pêche qui reste un paramètres contrôlable.

6.6. Analyse virtuelle de population

6.6.1. Modèle utilisé

Plusieurs méthodes sont mises en œuvre pour évaluer le stock des Céphalopodes (Pierce et Guerra, 1994), parmi eux, les modèles structurés comme l'analyse de population virtuelle VPA qui a déjà été utilisée par Jeon (1982) en baie de Gascogne et Royer *et al.* (2002) dans la manche.

La VPA est une analyse des captures commerciales fournies par les statistiques de pêche. Le principe de la méthode consiste à analyser les captures de manière à estimer la population présente en mer. Les paramètres obtenus serviront à déterminer la stratégie optimale de pêche permettant d'obtenir les meilleurs rendements du stock considéré (Sparre et Venema, 1996). L'application du programme VIT sur un stock d'une espèce donnée nécessite la connaissance des paramètres de croissance linéaire de Von Bertalanffy (L_∞ , K , t_0), les constante a et b de la relation puissance taille-poids, la proportion des matures pour chaque classe de taille, ainsi que les coefficients de mortalité naturelle M et par pêche F .

Ce programme emploie l'équation ci-dessous qui dérive de l'équation de capture par classe de taille, exprimée en fonction du nombre moyen annuel des individus par classe.

$$C_i = \frac{F_i}{Z_i} x N_{i+1} (e^{Z_i \Delta t_i} - 1)$$

Où :

C_i : capture en nombre de chaque âge i ;

Z_i et F_i : mortalités totale et par pêche de chaque âge i ;

N_{i+1} : nombre de survivants à la fin de l'année pour rendre compte d'une capture C_i de chaque âge i ;

Δt_i : intervalle de temps.

Le « facteur » donné par le VIT (Leonart et Salat, 1997) est un multiplicateur par rapport au coefficient de mortalité par pêche F réel, ainsi un « facteur de 1 » correspond à la mortalité par pêche exercée actuellement sur le stock.

Dans la présente étude, l'analyse des populations virtuelles est basée sur la production de *Sepia officinalis* enregistrée pour l'année 2010.

Tableau 6.8. Données nécessaires pour le calcul de la VPA

LDM (cm)	Effectifs	Paramètres utiles						
5	6	Clé âge-longueur						
6	4							
7	17	Tailles (cm)	5,77	10,67	16,51	19,79	24,55	25
8	88	Equation de la croissance LDM t = 26,93 (1 - e ^{-0,38(t - 0,704)})						
9	131							
10	187							
11	223							
12	158	Relation taille poids W _∞ = 0,391 L _∞ ^{2,557}						
13	118							
14	53							
15	37	Mortalités (an-1), recrutement et sélection M= 0,69 F= 0,59 Z= 1,28 E=0.46 LDM r=4,11 cm LDM c=5,41 cm tr=0.33 tc=0,4						
16	41							
17	21							
18	16							
19	32							
20	22	Taille de la première maturité sexuelle L = 11,6 cm (moyenne entre les deux sexes)						
21	12							
22	3							
23	2	La production annuelle de <i>S. officinalis</i> dans la région algéroise pour l'année 2010 est de : 4253 Kg						
24	2							
25	2							

6.6.2. Résultats

6.6.2.1. Capture en nombre et en poids

Les captures en nombre et en poids obtenus par le VIT sont rapportées dans le tableau 6.9.

Les plus importantes captures sont concentrées dans la gamme de taille 11 et 12 cm. Ces résultats viennent conforter ceux obtenus par l'étude de la fécondité.

Les captures les plus faibles en nombre et en poids sont celles correspondant aux tailles inférieures à 7 cm et supérieures à 20 cm.

L'exploitation de cette espèce se fait essentiellement sur une taille de 11 cm du point de vue nombre et poids, correspondant à un âge de 6 mois environ.

L'âge moyen et la taille moyenne des captures sont respectivement de 10-11 mois et 12,33 cm.

Tableau 6.9. Captures en nombre et en poids de *S. officinalis*

Centre de classe (cm)	Captures en nombre	Captures en poids (g)
5	0,08	2,44
6	0,05	2,49
7	0,23	15,23
8	1,18	108,34
9	1,76	213,98
10	2,52	393,85
11	3	591,67
12	2,13	518,65
13	1,59	471,37
14	0,71	254,27
15	0,5	210,44
16	0,55	273,37
17	0,28	162,75
18	0,22	142,87
19	0,43	326,26
20	0,3	254,74
21	0,16	156,9
22	0,04	44,09
23	0,03	32,82
24	0,03	36,43
25	0,03	4002
Total	15,82	4253
Age moyen (an)	1,699	
Taille moyenne (cm)	12,329	

6.6.2.2. Analyse de la Biomasse

La biomasse exploitable du stock de *S. officinalis* dans la région algéroise est de 9449 Kg dont les classes de tailles vont de 5 cm à 25cm (Tableau 6.10).

La taille moyenne du stock est de 10,42 cm correspondant à 8 mois. Leur poids maximum virtuel correspond à environ 1,52 individus avec 642,72 g.

Tableau 6.10. Biomasse obtenus par la VPA

Centre de classe (cm)	Nombre moyen d'individus	Poids moyen virtuel (g)
5	5,58	168,82
6	5,36	247,88
7	5,13	341,14
8	4,81	440
9	4,38	531,87
10	3,85	602,03
11	3,21	632,03
12	2,6	634,32
13	2,12	627,77
14	1,77	629,29
15	1,52	642,72
16	1,29	638,43
17	1,08	623,95
18	0,92	609,93
19	0,72	547,45
20	0,51	442,53
21	0,36	346,65
22	0,26	280,82
23	0,19	230,21
24	0,12	163,45
25	0,05	91,43
Total	45,82	9449,13
Age moyen du stock (an)	1,409	
Taille moyenne du stock (cm)	10,421	
Biomasse moyenne (g)	9449,13	

L'Age et la taille critique d'un stock sont l'âge et la taille pour lesquels la biomasse de la cohorte est la plus grande, ces valeurs sont propres à chaque stock. On peut en déduire que si tous les poissons étaient pêchés à l'âge critique, la production serait maximale.

La taille et l'âge critiques du stock sont de 11 cm et de 9 mois. Dans un stock vierge, les tailles critiques seraient de 15 cm correspondant à un âge critique de 1,2 an (tableau 6.11).

Tableau 6. 11. Age et taille moyennes et critiques obtenus par la VPA (VIT)

Paramètres	Valeurs
Age moyen du stock actuel (an)	8 mois
Age critique du stock actuel (an)	11 mois
Age critique du stock vierge (an)	1,2 an
Taille moyenne du stock actuel (cm)	10,42
Taille critique du stock actuel (cm)	11
Taille critique du stock vierge (cm)	15

L'âge critique et la taille critique du stock indiquent le moment où la biomasse du stock d'une cohorte est maximale et donc le temps t pour lequel l'exploitation peut être optimale (Dardignac, 1989),

Si on veut tirer d'un stock une production élevée, il est souhaitable que l'âge moyen des captures ne soit pas trop inférieur à l'âge critique. Dans le cas présent, l'âge moyen des captures est supérieur à l'âge critique.

La taille moyenne du stock est légèrement inférieure à la taille critique.

6.6.2.3. Analyse des mortalités par pêche

Les valeurs de la mortalité par pêche par classes de taille sont rapportées dans le tableau 6.12

Le F global est une valeur qui lie la capture annuelle totale au nombre moyen d'individus de la population, ceci équivaut à une mortalité moyenne par pêche pondérée par le nombre d'individus.

La mortalité par pêche varie de $0,01 \text{ an}^{-1}$ et $0,936 \text{ an}^{-1}$. Les valeurs de ce coefficient sont faibles entre 5 et 7 cm. La plus forte exploitation se fait principalement sur les gammes de taille de 11cm, 12 cm et 13 cm.

La valeur de la mortalité moyenne par pêche, est de $0,4 \text{ an}^{-1}$ avec un F_{global} de $0,345 \text{ an}^{-1}$.

Tableau 6.12. Mortalités par pêche en fonction de la taille, obtenus par la VPA

Centre de classe (cm)	F
5	0,014
6	0,01
7	0,045
8	0,246
9	0,402
10	0,654
11	0,936
12	0,818
13	0,751
14	0,404
15	0,327
16	0,428
17	0,261
18	0,234
19	0,596
20	0,576
21	0,453
22	0,157
23	0,143
24	0,223
25	0,59
F moyen (F') an-1	0,4
F global an-1	0,345

6.6.2.4. Biomasse totale équilibrée (D)

On entend généralement par situation d'équilibre, des situations où toutes les cohortes présentes étaient de même effectif à l'âge de recrutement et ont toutes subi le même régime d'exploitation (Bouaziz, 2007).

La biomasse totale équilibrée de *S. officinalis* dans la wilaya d'Alger observée en 2010 est de 10 772,9 kg environ.

Pour cette espèce, sa biomasse s'accroît grâce au facteur croissance pondérale (89,6%). La cause essentielle de perte de poids est la mortalité naturelle (60,52%). Cette mortalité serait importante du fait de la mort des individus après la ponte (Figure 6.9).

Le taux de renouvellement (Turnover) de cette espèce dans la zone étudiée représentant le rapport entre la biomasse totale équilibrée et la biomasse moyenne (D/B_{moy}) est de 114%. Ce Turnover traduit l'effort que doit fournir le stock pour renouveler sa biomasse annuelle, plus la valeur est élevée et plus le stock concerné souffre de surexploitation.

La seiche, une espèce exclusivement carnivore (chapitre régime alimentaire), avec un taux de croissance élevé et une courte durée de vie, sont des caractéristiques compatibles avec un taux de Turnover de la biomasse élevé (Boyle, 2002).

Le rapport B_{max}/B_{moy} est de 40,19. Ceci représente la contribution relativement importante de la biomasse produite par la classe de taille et âge critique du stock actuel (11 cm, et 1,38 an) par rapport aux autres classes de longueur.

Le rapport B_{max}/D donne la valeur de 35,25. C'est la biomasse maximale exploitée par rapport à la biomasse totale équilibrée.

La biomasse moyenne par recrue pour les femelles est estimée à 199,19 pour une valeur de 134,31g de la biomasse du stock reproducteur par recrue (SSB/R) et un rendement par recrue (Y/R) égale à 89,65g.

On admet généralement, que le risque d'une surexploitation de recrutement n'est réel que si la biomasse féconde par l'action de la pêche est réduite à 10% de son état vierge (427.057) (Gascuel, 1993). Dans l'étude présente, la biomasse féconde actuelle est de 134.312, la surexploitation de recrutement se produira qu'en multipliant le facteur F par 2,24, soit 1,32 an⁻¹

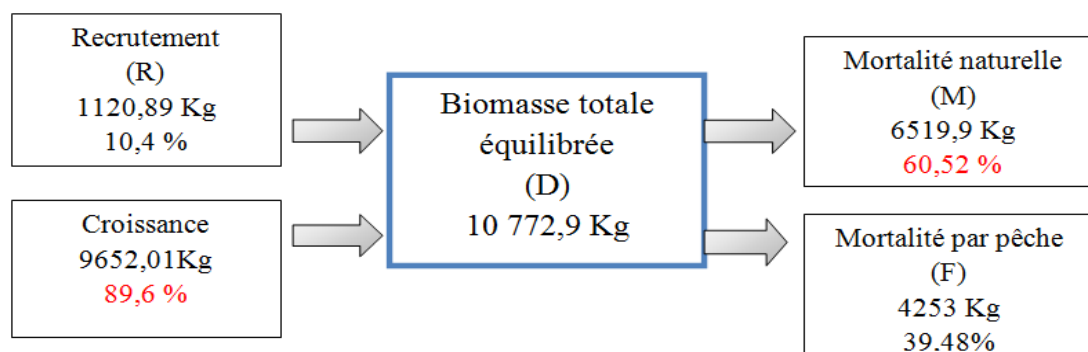


Figure 6.9. Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée de *S. officinalis* de la région algéroise.

6.6.2.5. Rendement et biomasse par recrue

Le rendement par recrue actuel (Y/R) est de 89,24 pour un F de 0,59 an⁻¹ donnant une biomasse moyenne annuelle des survivants (B/R) de 198,103. Cette situation est inférieure à la production maximale équilibrée (MSY) qui est de 99,268 (Tableau 6.13) avec un facteur de F(MSY) de 1,2 an⁻¹. Ceci reflète une exploitation qui tend vers l'équilibre (Figure 6.10).

Caddy (1998), mentionne que le F_{MSY}, dit aussi le F_{Max}, à l'origine du MSY, fait partie des points limites de référence biologique, qui sont des valeurs maximales de mortalité par pêche ou des valeurs minimales de biomasse qui ne doivent pas être excédées. Dans le cas contraire, on considère que la capacité d'auto- renouvellement du stock est mise en danger.

Tableau 6.13. Rendements et biomasses par recrue en fonction de F de *S. officinalis*

Type de F	F (an ⁻¹)	Y/R (g)	B/R (g)	SSB/R
F ₀	0	0	502,78	427,05
F actuel	0,59	89,24	198,10	133,25
F _{0.1}	0,6	92,50	182,61	118,81
F _{MSY}	1,2	99,26	106,70	51,82

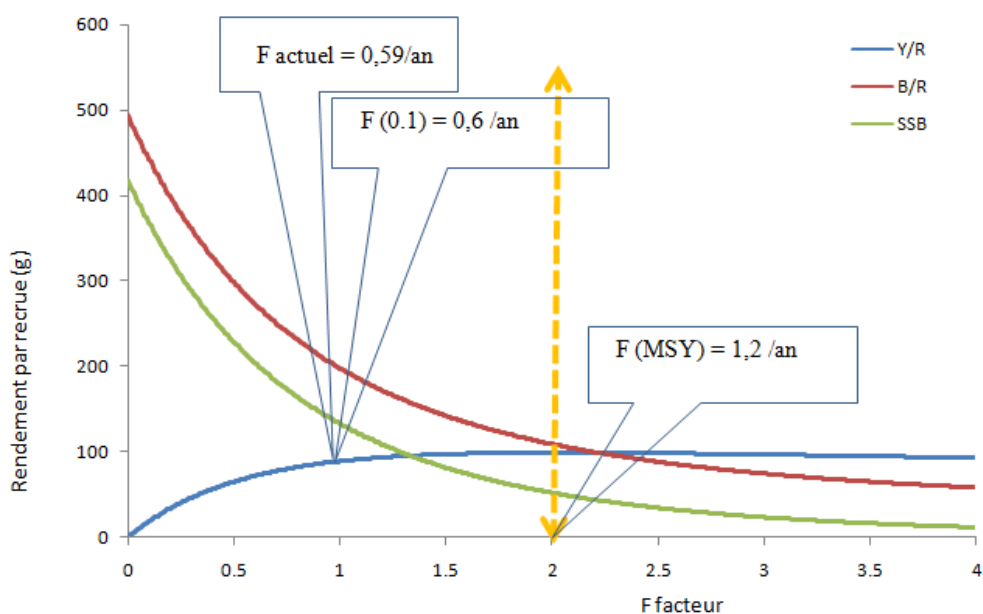


Figure 6.10. Rendement par recrue, biomasse par recrue et biomasse par recrue du stock reproducteur en fonction du facteur effort pour *S. officinalis* (VIT4WIN).

Conclusion

La présente étude portant sur les Céphalopodes et plus particulièrement sur la seiche commune *Sepia officinalis* est réalisée à partir des données et observations provenant des apports de pêche commerciale de la région d'Alger et celles issues des prospections effectuées dans les eaux algériennes.

Ces campagnes nous ont permis de cerner les distributions géographiques et bathymétriques de la plupart des espèces de Céphalopodes qui vivent sur nos côtes. Deux communautés semblent exister en fonction de la profondeur, la première côtière de 0 à 200m et la seconde plus profonde. La répartition de la seiche *S. officinalis* et ses exigences écologiques ont été analysés. Cette espèce se rencontre en Algérie, dans tous les secteurs de 0 à 200m de profondeur. La nature de fond fréquenté par cette espèce est très changeante. Cependant, son abondance, sa densité et sa biomasse sont relativement élevées pour des fonds de vase sableuse.

Le modèle basé sur la fréquence et l'abondance des espèces les plus caractéristiques de la faune associée aura permis de fournir des indications sur les espèces qui partagent son milieu naturel. Cette faune associée à *S. officinalis* de la côte algérienne est composée essentiellement de poissons à valeur économique certaine : *Mullus barbatus*, *Pagellus acarne*, *Boops boops*, *Merluccius merluccius*, *Pagellus erythrinus*.

Une étude basée sur les rapports morphométriques des individus et le dosage chimique de l'os de seiche indiquerait une discrimination des populations de la seiche le long de la côte algérienne.

L'analyse du régime alimentaire de *S. officinalis* basé sur les poissons et les crustacés, a permis de comparer les habitudes alimentaires de cette espèce en fonction du sexe, de la taille et des saisons.

L'activité nutritionnelle diminue au printemps et en été, lors de la maturation des gonades. Cette diminution est mise en évidence par l'augmentation de l'indice de vacuité et par la baisse du facteur de condition.

La maturité sexuelle qui évolue sur une échelle de cinq stades et l'analyse du rapport gonado-somatiques et nidamento-somatique permettent d'établir le cycle sexuel de *S. officinalis*. Cette espèce aurait une période de ponte étalée avec deux pics bien distincts : Printanier et estival.

L'analyse du potentiel de la fécondité basée sur le nombre et le diamètre ovocytaire permet de noter que la pêche est concentrée sur des individus qui n'ont pas atteint un taux de fécondité optimale.

La croissance, réalisée à partir de 1175 individus, a abordé une analyse par structure d'âge révélant une longévité maximale de deux ans. Les paramètres de croissance retenus sont ceux obtenus par analyse de structure de taille dont les résultats restent comparables à d'autres auteurs en Tunisie (Ezzedine-Najai, 1997) et en Manche (Dunn, 1999).

Les statistiques de pêche enregistrent des fluctuations annuelles dans les rendements de la seiche *S. officinalis*. Cet état de fait s'explique par la variabilité interannuelle de leur abondance due à un cycle de vie court et un taux de croissance élevé qui est fonction à la fois de la température du milieu, mais aussi de la disponibilité de nourriture.

Sur la côte algérienne, les données recueillies auprès du Ministère de la pêche et des ressources halieutiques montrent la prédominance du poulpe dans les captures des Céphalopodes au niveau de la wilaya d'Alger et d'Oran, contrairement à Annaba où la capture des calamars domine.

Les modèles analytiques indiquent un état d'exploitation optimal du stock de la seiche de la côte algéroise. Ceci peut être expliqué par le fait que la seiche est peu recherchée par la pêche chalutière et reste accessoire.

Suite au phénomène de sémelparité, la mortalité naturelle est le facteur qui diminue la biomasse de façon plus considérable que la mortalité par pêche.

Gras (2013), note que la mortalité naturelle devrait être prise en compte sous la forme d'un vecteur et que l'utilisation d'une valeur moyenne uniforme pour tous les âges peut avoir des répercussions considérables sur les évaluations du recrutement lors des analyses de cohortes. Cependant aucun progrès récent n'est à signaler dans ce domaine, ni au niveau des modèles de calcul ni au niveau des possibilités.

Si cette étude a contribué à avoir des informations importantes, elle ne serait pas une fin en soi. Il faudra envisager de compléter tous les aspects en rapport avec cette espèce de seiche afin de pouvoir préserver celle-ci et empêcher sa disparition de nos côtes. Ces différents aspects se rapporteraient aux incertitudes concernant la séparation des stocks et les populations ainsi que la distinction entre les espèces et sous espèces. La meilleure façon d'appliquer une version écologique à l'exploitation de *S. officinalis* et d'autres Céphalopodes est de procéder à une approche multidisciplinaire pour compléter l'écologie de ces Mollusques et les effets de changements climatiques sur leur répartition et leur abondance. Pierce et al. (2010) notent que les Céphalopodes en tant que prédateurs, sont décrits comme des espèces clés dans le fonctionnement des écosystèmes. Dans ce contexte, plusieurs types de modèles peuvent être appliqués dans le but de modéliser les réseaux trophiques tels que EcoPath with Ecosim ou EcoTroph.

Références bibliographiques

Aboussouan A., Lahaye J. 1979. Les potentialités des populations ichthyologiques. Fécondité et ichtyoplancton. *Cybiurn*, 3 (6) : 29 - 46

Abramson N.J. 1971. Computer programs for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101:1-154

Adam W. 1979. The sepiidae (cephalopoda decapoda) in the collections of the western Australian museum. *Rec. West. Aust. Museum* 7 (2):113 - 212

Adam W. Rees W.J. 1966. A review of cephalopod family sepiidae. The John Murray expedition 1933-1934; *Scient. Rep.*, II

Akam A., Battata F. 1994. Contribution à l'étude de la croissance et de la reproduction de la seiche *S. officinalis* (Mollusque Céphalopode) pêchée près des côtes cherchelloises. *DES Ismal*. 103p

Alberola C., Millot C., Font, J. 1995. On the Seasonal and Mesoscale Variabilities of the Northern Current during the PRIMO-O Experiment in the Western Mediterranean-Sea. *Oceanol.Acta*, 18(2):163–192.

Algaraja K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian J. Fish.*, 31: 177-208

Alves D.M., Cristo M., Sendao J., Borges T.C. 2006. Diet of the cuttlefish *Sepia officinalis* (Cephalopodes: Sepiidae) of the South coast of Portugal (Eastern Algarve). *J. Mar.Biol. Assoc.UK* 86: 429 - 436

Arkhipkin A.I., Rodhouse P.G.K., Pierce G.J., Sauer W., Sakai M., Allcock L., Arguelles J., Bower J.R., Castillo G., Ceriola L., Chen C.S., Chen X., Diaz-Santana M., Downey N., Gonzalez A.F., Amores J.G., Green C.P., Guerra A., Hendrickson L.C., Ibanez C., Ito K., Jereb P., Koto Y., Katugin O.N., Kawano M., Kidokoro H., Kulik V.V., Laptikovskiy V.V., Lipinski M.R., Liu B., Mariategui L., Marin W., Medina A., Miki K., Miyahara K., Moltschanivskiy N., Moustahfid H., Nabhitabhata J., Nanjo N., Nigmatulin C.M., Ohtani T., Pecl G., Perez J.A.A., Piatkowski U., Saikliang P., Salinas-zavala C.A., Steer M., Tian Y., Ueta Y., Vijai D., Wakabayashi T., Yamaguchi T., Yamashiro C., Yamashita N., Zeidberg L.D. 2015. Word squid Fisheries. *Reviewers in Fisheries Sciences and Aquaculture* 23:2, 92-252. DOI= 10.1080/23308249.2015.1026226

Arzel P., Baud J.P., Berthou P., Boletzky S.V., Campillo A., Clavier J., Dao J.C., Dardignac M.J., Decamps P., Duclerc J., Flassch J.P., Fleury P.G., Fontaine B., Harmelin J.G., Heral M., Hussenot J., Latrouite D., Laubier A., Le Calvez J.C., Le Foll D., Le Moine M., Marin J. Monniot C., Monniot F., Perez R., Quero J.C., Raimbault R., Richard O., Tolides C., Tetard A., Vacelet J., Vadon C., Véron G. 1992. Les algues et invertébrés marins des pêcheries françaises. Algues, éponges, corail rouge, escargot de mer, bivalves, poulpes, seiches, encornets, crustacés, l'houmeau, oursins, violets. *Ifremer La Rochelle* .392p

Bakhayokho M. 1980. Pêche et biologie des céphalopodes exploités sur les côtes du Sénégal (12°20'N – 16°03'N). Thèse doctorat 3ème cycle. Université Bretagne occidentale. 119p

- Bakhayokho M. 1983. Life history of *Sepia officinalis hierreda* off Senegalese coast. FAO Fich. Tech. Paper (231): 204 – 263
- Bakhayokho M., Ito K., 1991. New gear and bait for cuttlefish (Ed. Boucaud-Camou E.): 325-333, Centre de publication universitaire. Université de Caen, Caen.
- Belcari P, Sartor P., 1993. Bottom trawling teuthofauna of the northern Tyrrhenian sea. Sci. Mar. 57 (2-3): 145 -152
- Bello G., 2008. Cephalopoda. Biologia Marina Mediterranea, 15 (suppl.): 318-322.
- Benzohra M., Millot C. 1995. Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses off Algeria. Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers, 42(10) :1803
- Bernay B., Baudy-Flac'h M., Zany Hini B., Gagnon J., Henry J. 2005. Identification of sepCRP analogues in the cuttlefish *Sepia officinalis*: A novel family of ovarian regulatory peptides. Biochemical and biophysical research communication 338 (2): 1037 - 1047
- Bettencourt V., Guerra A., 2001. Age studies based on daily growth increment in statoliths and growth lamellae in cuttlebone of cultured *Sepia officinalis*. Mar.biol. 139:327-334
- Beverton R.J.H., Holt S.J. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapp. P.-V. Réun. CIEM, 140 : 67-83.
- Beverton R.J.H., Holt S.J. 1966. Manuel of methods for fish stock assesement. Part 2. Tables of yield functions. FAO Fish. Tech. Pap., 38 (1) : 67p.
- Bhattacharya C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23 : 115-135.
- Blanc A., Daguzan J. 2000. Size selectivity in the diet of the young cuttlefish *Sepia officinalis* (Mollusca: Sepiidae). J. Mar. Biol. Ass. U.K. 80(6): 1137-1138
- Bliss C.I. 1967. Statistic in biology. MacGraw Hill. New York
- Blondel J. 1979. Biogéographie et écologie. Masson, Paris, 173 pp
- Boletzky S.v. 1971. Rotation and First Reversion in the Octopus Embryo - A case of Gradual Reversal of Ciliary Beat. - Experientia, 27, p. 558-560.
- Boletzky S.v. 1973. Structure et fonctionnement des organes de Kolliker chez les jeunes octopodes (Mollusca, Cephalopoda). - Z. Morph. Tiere, 75, p. 315-327.
- Boletzky S.V. 1983. *Sepia officinalis*. In: Boyle, P. R. Cephalopod life Cycles. Vol.1. 31-52. Academic Press, London.

- Boletzky S.V. 1987. Fecundity variation in relation to intermittent or chronic spawning in the cuttlefish, *Sepia officinalis* L. (Mollusca, cephalopoda). *B. Mar. Sci.*, 40 (2): 382-387;
- Boletzky S.V., Hanlon R.T. 1983. A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. *Mem Nat Mus Victoria* 44: 147-187.
- Bouaziz A. 2007. La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse Doct. USTHB. 125p.
- Boucaud-Camou E., Boucher-Rodoni R., 1983. Feeding and digestion in cephalopods. In: A.S.M. Saleuddin and K.M. Wilbur (eds) *The mollusc Physiology* Vol.5(2), Academic press, pp 149-187.
- Bougis P. 1952. Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus* L.) *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 89(2):57 -174
- Boyle P. 2002. Cephalopod biomass and production: An introduction to the symposium. *B. mar. Sci.*, 7 (11): 13-16
- Caddy J.F. 1998. The relevance of recent international agreements on fisheries and some perspectives on assessment and management of Mediterranean fisheries. *Cah. Options Medit.*, (35), 169-181.
- Camarena L. T. 1986. Les principales espèces de poissons pélagiques au Sénégal : biologie et évaluation des ressources. Thèse de 3eme cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest : 188 p.
- Campana S.E., Fowleii A.J., Jones C.M. 1994. Otolith elemental fingerprinting for stock identification of Atlantic cod (*Gadus morhua*) using laser ablation ICPMS. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 1942-1950.
- Castro B.G., Guerra A. 1990. The diet of *Sepia officinalis* (Linné, 1758) and *Sepia elegans* (D'orbigny, 1835) (Cephalopodes: sepiidae) from the Ria de Vigo (NW Spain). *Sci. Mar.* 54 (4): 375-388
- Cassie R. M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 5 : 513-522.
- Castro B.G., Guerra A. 1990. The diet of *Sepia officinalis* and *Sepia elegans* (Cephalopoda, Sepioidea) from the Ría de Vigo. *Sci Mar* 54(4): 375-388
- Caulet J. 1972. Les sédiments organogènes du précontinent algérien. *Mémoire Museum National Histoire Naturelle, Paris. Série C*, 25, 289p.
- Challier L., Dunn M.R., Robin, J-P. 2005. Trends in age-at-recruitment and juvenile growth of cuttlefish, *Sepia officinalis*, from the english channel. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 1671-1682

- Champagnat C., Conand C., 1983. La reproduction du Tassergal. In pêche, biologie et dynamique du Tassergal (*pomatomus saltator*) sur les côtes sénégal-mauritaniennes. Trav. Et Doc de l'ORSTOM., 168 :57-80
- Clarke M.R., Pascoe P.L. 1985. The stomach contents of a Risso's dolphin (*Grampus griseus*) stended at the Thurlestone south Devon. J. Mar Biol. Assoc. U.K. 65 : 663-665
- Clarke M.R. Stevens J.D. 1974. Cephalopods, blue sharks and migration. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 54 : 949-957
- Cuenot L. 1917. *Sepia officinalis* est une espèce en voie de dissociation. Arch.zool. exp. Gen. 56 : 315-346
- Daget J., 1979. Les modèles mathématiques en écologie. *Masson*, Paris, 112 p.
- Daly H.I., Pierce G.J., Santos M.B., Royer J., Cho S.K., Stowasser G., Robin J.P. 2001. Cephalopods consumption by fish in United Kingdom water. Fish. Res. 52 : 51-64
- Damien P. 2015. Etude de la circulation océanique en Méditerranée Nord-Occidentale à l'aide d'un modèle numérique à haute résolution: influence de la submésoséchelle . Océanographie. Université Toulouse III Paul Sabatier.
- Dardignac J. 1989. La pêche des juvéniles, ses effets sur la ressource et son renouvellement. Mag. Ress. Viv. Mer, IFREMER, Equinoxe, (26), 11-18.
- Delance C., Poignonec D., 2002. Synthèse bibliographique de *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758. Bull. ecol. Nat. Sup. agron. Renne. Département halieutique. 16p
- Denton E.J., Gilpin-Brown J.B. 1961. The Buoyancy of the cuttlefish *Sepia officinalis* (L.). J.Mar.Biol. assoc.UK: 41:319-342
- DeRusha R.H., Forsythe J.W., Dimarco F.P., Hanlon R.T. 1989. Alternative diets for maintaining and rearing cephalopods in captivity. Lab. Anim. Sci. 39(4):306-312
- Djabali F., Mehailia A., Koudil M., Brahmi B. 1994. A ressesment of equations for predicting natural mortality in Mediterranean teleosts. Naga. Iclarm. Q January.33-34
- Dominguez P.M., Kingston T., Sykes A., Andrade J.P. 2001. Growth of young cuttlefish *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) at the upper end of the biological distribution temperature range. Aquac. Res. 32: 923-930
- D'Onghia G., Tursi A., Panetta P., Matarese A. 1993. Occurrence of *Neorossia caroli* (Joubin, 1902) (Mollusca: Cephalopoda) in the Middle-eastern Mediterranean Sea. In recent advances in fisheries biolohy, contributed paper to 1991. CIAC international symposium on recent advances in cephalopods fisheries biology. Tokain University Press, Tokyo, 93-96p.
- D'Onghia G., Mataresse A., Tursi A., Maiorano P., 1996. Cephalopods collected by bottom trawling in the North Aegean sea (Eastern Mediterranean). Oebalia 22, 33-46

Dorel D., Cadiou Y., Porsher P. 1998. Crustacés et mollusques des mers communautaires. Paramètres biologiques et représentation graphique. Doc. Int. Ifremer

Dunn M.R., 1999. Aspect of the stock dynamics and exploitation of cuttlefish *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) in the English channel. Fish. Resear. 40: 277-293

Durrieu de Madron, X., Guieu C., Sempere R., Conan P., Cossa D., D'Ortenzio F., Estournel C., Gazeau F., Rabouille C., Stemmann L., Bonnet S., Diaz F., Koubbi P., Radakovitch O., Babin M., Baklouti M., Bancon-Montigny C., Belviso S., Bensoussan N., Bonsang B., Bouloubassi I., Brunet C., Cadiou J.-F., Carlotti F., Chami M., Charmasson S., Charriere B., Dachs J., Doxaran D., Dutay J.-C., Elbaz-Poulichet F., Eleaume M., Eyrolles F., Fernandez C., Fowler, S., Francour, P., Gaertner, J. C., Galzin, R., Gasparini, S., Ghiglione, J.-F., Gonzalez J.-L., Goyet C., Guidi L., Guizien K., Heimbuerger L.-E., Jacquet S. H. M., Jeffrey W. H., Joux F., Le Hir P., Leblanc K., Lefevre D., Lejeusne C., Leme R., Loye-Pilot M.-D., Mallet M., Mejanelle L., Melin F., Mellon C., Merigot B., Merle P.-L., Migon C., Miller W. L., Mortier L., Mostajir B., Mousseau L., Moutin T., Para J., Perez T., Petrenko A., Poggiale J.-C., Prieur L., Pujo-Pay M., Pulido-Villena Raimbault P., Rees A. P., Ridame C., Rontani J.F., Pino D. R., Sicre M. A., Taillandier V., Tamburini C., Tanaka T., Taupier-Letage I., Tedetti M., Testor P., Thebault H., Thouvenin B., Touratier F., Tronczynski J., Ulses C., Van Wambeke F., Vantrepotte V., Vaz S., Verney R. 2011. Marine ecosystems' responses to climatic and anthropogenic forcings in the Mediterranean. Progress in Oceanography, 91(2) :97–166.

Duval P., Chichery M.P., Chichery R. 1984. Prey capture by the cuttlefish. An experimental study of two strategies. Behav. Proc. 9: 13 - 21

Evans H.J. 2012. The diet of the juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* (Cephalopoda: Sepiidae) in the English channel. J; Mar. Biol. Ass. U.K.

Ezzedine Najai S. 1997. Tagging of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. (cephalopods: decapodes) in the gulf of Tunis. Sci. Mar. 61: 59-65

Font J. 1987. The Path of the Levantine Intermediate Water to the Alboran Sea. Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers, 34(10) :1745–1755.

Fontana A. 1979. Etude du stock démersai côtier congolais. Biologie et dynamique des principales espèces exploitées. Propositions d'aménagement de la pêche. Thèse Doct, Etat, Univ. Paris- VI, 300 p

Fontana A., Le Guen, J.C. 1969. Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus*. Cah. ORSTOM, ser. Oceanogr., 7 (3) : 9-19. Ford, 1933

Ford E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 19 : 305-384.

Foucher E. 2002. La fiche du mois: la seiche commune (*Sepia officinalis*) de manche (Division CIEM) N°37.

- Fuda J., Millot C., Taupier-Letage I., Send U., Bocognano J. 2000. XBT monitoring of a meridian section across the western Mediterranean Sea. Deep-Sea Research Part I Oceanogr. Resear.Pap. 47(11) :2191–2218.
- Garcia S., Le Reste L. 1981. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO. Doc. Tec. Pesca 20: 180 p.
- Gascuel D. 1993. La dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise. Intérêt, limites, contraintes de l'approche structurale. Symposium methodologie d'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal. Dakar. 17p
- Gasparini G., Zodiatis G., Astraldi M., Galli C., Sparnocchia S. 1999. Winter intermediate water lenses in the Ligurian Sea. J. Mar. Sys. 20(1-4) :319–332.
- Gayanilo F.C.Jr., Sparre P., Pauly, D. 1995. The FAO ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide. FAO Comp. Inf. Ser. (Fish)., 7 : 126.
- Gayanilo, F.C. Jr., Sparre, P., Pauly, D. 2002. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II Ver. 1.0). FAO.
- Gheno Y., Le Guen J. C., 1968. Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe Noire. Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Océanogr., 6 (2) : 69-82.
- Gianbattista B. 1986. Catalogue dei molluschi cefalopode viventi nel mediterraneo. Bull. Mal. Milano. 22 : 197-214p
- Giordano D., Bottari T., Busalacchi B., Rinelli P., Greco S. 2004 . Cephalopods assemblages from the Southern Tyrrhenian Sea. Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,37,p:365
- Gonzalez M., Sanchez P., 2002. Cephalopod assemblage caught by trawling along the Iberian Peninsula Mediterranean coast. Sci. Mar., 66 (Suppl.2): 199-208
- Gonzalez M., Torres P., Gil-de-Sola L. 1998. Preliminary data on the bathymetric distribution of cephalopods in the Northe Alboran Sea. Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,35, P:444
- Gras, M., 2013. Contribution des frayères côtières au recrutement du stock de seiche *Sepia officinalis* de Manche: lien entre le succès de la phase pré-recrutée et l'abondance de la ressource. Université de Caen Basse-Normandie.
- Grimes S. 2010. Peuplements benthiques des substrats meubles de la côte algérienne. Taxonomie, structure et statut écologique. Doctorat d'état, Univ d'Oran 361p
- Gruvel A. 1926. Les pêches maritimes en Algerie. Bull. Stat. Aqu. pêche de Castiglione. 2ème fasc
- Guedioura A. 1999. Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction du poulpe commun *O. vulgaris* (Lamarck, 1798) dans la baie de Zemmourri El-Bahri (Alger Est). Thèse de Magistère USTHB.

- Guerra A., 1985. Food of the cuttlefish *Sepia officinalis* and *Sepia esculenta* in the Ria de Vigo (N.W. Spain) (Mollusca : cephalopoda). *Jool.SerA.GBR*, 207(4),511-519
- Guerra A., 2006. Ecology of *Sepia officinalis*. *Vie et milieu. Life and environment* 56: 97 - 107
- Guerra A. Castro B.G., 1988. Biology of the cuttlefish *Sepia officinalis* (cephalopoda : sepioidea) in the ria de vigo (NW Spain). *Cah. Boil. Mar.*, 29: 395 -400
- Gulland, J.A. 1969. Manuel of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis.FAO Man. Fish. Sci., 4 : 154 p.
- Guven O., Özbas M. 2007. Reproduction of common cuttlefish (*Sepia officinalis*, L., 1758) in in Antalya bay. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 38, 494p
- Hanlon R.T. Messenger J.B. 1988. Adaptative coloration in young cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) : the morphology and developpement o behaviour. *Phil. trof body patterns and their relation to behaviour. Phil trans roy soc London B.* 320 :437-487
- Hanlon R.T., Messenger J.B. 1996. *Cephalopod Behaviour*. Cambridge University Press, 232 p
- Harchouche K., 2006. Contribution à la systématique du genre *Spicara*: ecologie, biologie et exploitation de spicara maena (poisson téléostéen) des côtes algeriennes. Thèse de Doctorat d'état USTHB, Alger, 230p
- Harding J.P. 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 28 : 141-153.
- Hasselblad V. 1966. Estimation of parameters for a mixture of normal distributions. *Technometrics*, 8 : 431-444.
- Hasselblad V., Thomlinson P. K., 1971. NORMSEP. Normal distribution separator. In *Computer programs for fish stock assessment compiled by N. J. Abramson. FAO Fish. Tech. Pap.*, (101) : 11 (1) 2.1-11 (1) 2.10.
- Hureau J.C. 1970. Biologie compare de quelques poissons an tarctiques. *Bull. Instit Océanogr. de Monaco*. N°1391 :244p
- Jardas I., Pallaoro A., Cetinic P., Duleic J. 2001. Cuttlefish *Sepia officinalis* L. 1758, in the trammel bottom set catches along the eastern Adriatic coast (Croatia). *Rap. Com. Inter. Mer Méditer.* 36: 277.
- Jardas I., Cetinic P., Dulcic J., Kraljevic M., Matic Skoko S., Pallaoro A., Soldo A. 2004. *Sepia officinalis* L., in the commercial trammel net catches in the north Adriatic in Autumn-Winter. *Rap. Com. Inter. Mer Méditer.* 37: 373.
- Jeon I. 1982. Etudes de populations de seiches *Sepia officinalis*, Linné, 1758) du golfe de Gascogne. Thèse 3ème cycle, université de Caen.

Jereb P., Roper C.F.E. (Eds). 2010. Cephalopods of the world. An associated and illustrated catalogue of cephalopods species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid squids. FAO species catalogue for fishery purposes N°4, Vol. 2. Rome FAO

Juza M., Renault L., Ruiz S., Tintore J. 2013. Origin and pathways of Winter Intermediate Water in the Northwestern Mediterranean Sea using observations and numerical simulation. J. Geophys. Res.Oceans, 118(12) :6621–6633.

Lacoue-Labarthe T. 2007. Incorporation des métaux dans les œufs de la seiche commune *Sepia officinalis* L. et effets potentiels sur les fonctions digestives et immunitaires. Thèse université de La Rochelle. 220p.

Lafont A. 1968. Notes sur une nouvelle espèce de *Sepia* des côtes de France. J. conch., Paris, 17 : 11-14

Larraneta M.G. 1970. Sobre la alimentacion, la madurez sexual y la talla de primera captura de *Merluccius merluccius* (L). Inv. Pesc. 34 :267-280

Lascaratos, A. 1993. Estimation of Deep and Intermediate Water Mass Formation Rates in the Mediterranean-Sea. Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography, 40(6) :1327–1332

Latagu H. 1888. Caractères distinctifs de l'espèce et du sexe dans les coquilles type de quatre *Sepia*. Act. Soc. Linn., Bordeaux, 42: 1-105

Laurec, A., Le Guen, J-C. 1981. Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1. Concepts et modèles. CNEXO. Rapp. Scien. et Tech., 45 : 117 p.

Le Bihan E., 2006. Valorisation des co-produits issus de la pêche des céphalopodes : application à la seiche *Sepia officinalis* L. thèse univ. Caen. 317p

Le claire L. 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares (Précontinent algérien). Mém. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, C, 24, 391p.

Lefkaditou E., Mytilineou Ch., Maiorano P., D'Onghia G. 2003. Cephalopod species captured by deep-water exploratory trawling in the Northeastern Ionian sea. J. Northw. Atl. Fish. Sci. V31: 431-440

Lefkaditou E.P., Peristeraki P., Bekas P., Tserpes G., Politou C.Y., Petrakis G. 2003b. Cephalopods distribution in the southern Aegean Sea. Medit. Mar. Sci. 4(1):79-84

Lemaire J. 1970. Table de développement embryonnaire de *Sepia officinalis* L (Mollusque céphalopode). Bulletin de la société zoologique de France, 95 :773-782

Le Mao P. 1985. Place de la seiche *sepia officinalis* (Mollusque céphalopode) dans les chaînes alimentaires du golfe Normano-breton. Cah. Biol. Marine XXVI, 331-340

Lleonart J., Salat J. 1997. VIT : software for fishery analysis. User's manuel. Enligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm> [cité en 1997].

- Lopez Garcia M., Millot C., Font J., Garcialadona, E. 1994. Surface Circulation Variability in the Balearic Basin. J. Geophys. Res. - Oceans, 99(C2) :3285–3296.
- Manfrin Piccinetti, G., Giovanardi O. 1984. Données sur la biologie de *Sepia officinalis* L. dans l'Adriatique obtenues lors des expéditions Pipeta. FAO, Fish. Rep., 290: 135-138.
- Mangold K. 1972. Le potentiel évolutif des cephalopods récents. 5ème symp. Europ. Biol. Marine., 307-316
- Mangold-Wirz K. 1963a. Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la mer catalane. Vie et milieu. 13 : 281-285
- Mangold-Wirz K. 1963b. Contribution à l'étude de *Rossia caroli* Joubin. Vie et milieu, 14 (2)
- Mangold-Wirz K. 1966. *Sepia officinalis* de la mer catalane. Vie et milieu, 17 (2A) :961-1012
- Mangold-wirz K. 1973. Les Céphalopodes récoltés en méditerranée par le « Jean Charcot » campagne Polymède I et II. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 37 (3) : 391 - 395
- Mangold k., Bidder A., Portmann A. 1989. Organisation générale des cephalopods in “traité de zoologie, Anatomie, systématique et biologie des cephalopods. Paris 7-69
- Mangold K., Boletzky S. 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noires. Ed. FAO Rev. I Vol. I: 648-654
- Mangold K., Boletsky S. 1988. Mediterranean cephalopod fauna. In : M.R. Clarck and E.R. Trueman (eds.), Etology and Neontology of cephalopods, the mollusc, 12, 315 -330. San Diego, Academic press.
- Masson J.P. 1970. Estimation des paramètres d'un mélange de distributions gaussienne. Stn Biom. Doc CNRF., 70/3
- Mattacola A.D. Maddock L. Denton E.J. 1984. Weights and length of *Sepia officinalis* trawled by the laboratory's boat 1978-1983. J. mar. boil. Assoc. 64(3) :735-737
- Medhioub A. 1986. Etude de la croissance et du cycle sexuel de la seiche (*Sepia officinalis* L.) des côtes normandes. Thèse 3ème cycle Univ. Caen.117p
- Mesnil B. 1977. L'exploitation des Céphalopodes. Situation et perspectives. Sei. Pêche, 265 : 1-21.
- Miller A. R. 1983. *The Mediterranean sea : a physical/ aspect*. Estuaries and enclosed seas (éd. par: B. H. Ketchun), Elsevier, New-York, 219-283.
- Millot C. 1991. Mesoscale and Seasonal Variabilities of the Circulation in the Western Mediterranean. Dynamics of Atmospheres and Oceans, 15(3-5) :179–214. Symp at the 14th General Assembly of the European Geophysical SOC - The Mediterranean Basin : A Case Study for General Circulation, Mesoscale Dynamics and Convection, Barcelona, Spain, Mar, 1989.

- Millot C. 1999. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 20(1-4) :423–442.
- Millot C., Benzohra M., Taupier-Letage I. 1997. Circulation off Algeria inferred from the Medipro-5 current meters. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, 44(9-10) :1467–&.
- Mtimet M., Farrugio H., Oliver P. 1994. Rapport du groupe de travail “Dynpop” sur la dynamique des populations du comité des vertébrés marins et céphalopodes de la CIESM (Tunisie, 10-14 septembre). CIHEAM 7-16pp.
- Morte S. Redon M.J. Sanz-Brau A. 1997. Feeding habits of juvenile *Mustelus mustelus* (Carcharhiniformes, Triakidae) in the western mediterranean. *Cah. Boil. Mar.*, 38:103-107
- Moustahfid H. 2002. Age and growth of arrow squid *Todarodes sagittatus* (cephalopoda : omnasterephidae) sampled in summer in atlantic marrocan waters. *B. Mar. Sci* 71 (1): 535-543
- Najai S., 1983. Contribution à l'étude de la biologie des pêches des céphalopodes de tunisie. Application à l'espèce *Sepia officinalis*. Thèse 3ème cycle . université de tunis, 229p
- Najai S., ktari M.H. 1979. Etude du régime alimentaire de la seiche commune (*sepia officinalis*, linné, 1758) (Mollusque, céphalopode) du golfe de tunis. *Bull. inst nat. Scient. Tech. Oceanogr. Pêche salammbo*, 6(1-4) : 53-61
- Neves A., Sequera V., vieira A.R., Paiva R. Gardo L.S. 2009. Feeding habits of the cuttlefish *Sepia officinalis* during life cycle in the sado estuary (Portugal). *Hydrobiologia*. 636: 479 - 488
- Nittis K., Lascaratos A. 1998. Diagnostic and prognostic numerical studies of LIW formation. *J. Mar. Sys.* 18(1-3) :179–195.
- Nixon M. 1985. Capture of prey, diet and feeding of *Sepia officinalis* and *Octopus vulgaris* (Mollusca: cephalopoda) from hatching to adult. *Vie milieu*, 35 (3/4): 255-264
- Norman M.D. & Hochberg F.G. (2005) The current state of *Octopus* taxonomy. *Phuket Mar.Biol. Cent. Res. Bull.* 66:127–154.
- Nouar A. 2003. Ecologie, biologie et exploitation d'une espèce de la famille des scorpaenidae *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* –Delaroche, 1809) des côtes algériennes. Thèse Doct d'état Es. Science. USTHB 153p
- Ould Inajah C.A. 1990. Les seiches en Mauritanie. Biométrie de *Sepia officinalis* et *Sepia bertheloti*. Reproduction et distribution de *Sepia officinalis*. *Bull Scient. CNROP*, 20 :1-27
- Oumouna M. 1991. Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction de la seiche *Sepia officinalis* L., Thèse de Magistère, I.S.N, USTHB, Alger, 163p

Ovchinnicov I., Plakhin E. 1984. Formation of Mediterranean Intermediate Water in the Rhodes Cyclonical Gyre. *Okeanologiya*, 24(3) :417–420.

Pascual E. 1978. Crecimiento y alimentacio.n de tres generaciones de *Sepia officinalis* en cultivo. *Invest. Pesqu.* 42, 421-443.

Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and meanenvironmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (2) : 175-192.

Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters : a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev.*, 8 : 325 p.

Perkins H., Pistek P. 1990. Circulation in the Algerian Basin during June 1986. *J. Geophys. Res. - Oceans*, 95(C2) :1577–1585.

Petersen C.G.J. 1892. Fiskenes biologiske forhold i Holbeak Fjord, 1890-1891. *Beret.Danm.Biol.St.*,1891 (1) 1 : 121-183.

Pielou E. C. 1966. The mesurement of diversity in different types of biological collections. *J. theor. Biol.* 13 : 131-144.

Pierce G.J., Guerra A., 1994. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. *Fish. Res.* 21, 255–286.

Pierce G.J., Allock L., Bruno I., Bustamante P., Gonzalez A., Guerra A., Jereb P. 2010. Cephalopod biology and fisheries in Europe. Vol 303. ICES Cooperative Research Report No; 2010. p. 175

Pierce G. J., Bailey N., Stratoudakis Y., Newton A. 1998. Distribution and abundance of the population of *Loligo forbesi* in Scottish waters: analysis of research cruise data. *ICES J. Mar. Sci.*, 55(1):14-33.

Pinot J. , Ganachaud A. 1999. The role of winter intermediate waters in the spring-summer circulation of the Balearic Sea - 1. Hydrography and inverse box modeling. *J. Geophys. Res. - Oceans*, 104(C12) :29843–29864.

Pinot J.-M., Tintore J., Gomis D. 1995. Multivariate analysis of the surface circulation in the Balearic Sea. *Progr. Oceanogr.* 36(4) :343–376.

Pinczon du sel G., Daguzen J., 1992. Contribution à la connaissance du régime alimentaire de la seiche *Sepia officinalis* (mollusque, céphalopodes) dans le nord du golf de Gascogne et dans le golfe du Morbihan. Résultats préliminaires. Ifremer, Acte de colloques14 : 155-172

Pinczon du sel G., Blanc A., Daguzan J. 2000. The diet of the cuttlefish *Sepia officinalis* L (Mollusca : cephalopoda) during its life cycle in the northern bay of Biscay. *Aquatic sci.* 61: 167-178

Quetglas A. Carbonell A., Sanchez P., 2000. Demersal continental shelf and upper slope cephalopod assemblages from the Balearic sea (North Western Mediterranean), Biological aspects of some deep-sea sepecies. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 50, 739 - 749

Quitela J. Andrade J.P. 2002. Effect of temperature on gastric evacuation rates of *Sepia officinalis* (Linnéus, 1758) in laboratory conditions. Bull. Mar. Sci. 71(2):681-689

Raya C.P., Fernandez-Nunez M., Balguerias E., Hernandez-Ganzalez L. 1994. Progress towards ageing cuttlefish *Sepia hierredda* from the northwestern african coast using statolithes. Mar. Ecol. Progr. Ser. 114 : 139-147

Rebzani-Zahaf C., 2003. Les peuplements macrobentiques des milieux portuaires de la cote algérienne : Alger, Bejaia, et Skikda. Thèse de Doctorat d'état, ISN/USTHB, Alger : 199P+146P.

Refes W. 2011. Les peuplements ichtyologiques des fonds chalutables du secteur oriental de la côte algérienne. Thèse Doctorat, université de Annaba, 220p.

Richard A. 1966. Action de la température sur l'évolution génitale de *Sepia officinalis*. C.R. Acad. Sci. (Paris) : 263 :1998-2001

Richard A. 1967. Influence de la température et de la nutrition sur la forme et la striation de la coquille de *sepia officinalis* (Mollusque, céphalopodes). C.R. Soc. Biol. Paris, 161 (3) : 620 – 624.

Richard A. 1971. Contribution à l'étude expérimentale de la croissance et de la maturation sexuelle de *Sepia officinalis* (Mollusque, céphalopodes). Thèse univ. De lille I : 304p

Rixen M., Beckers J., Levitus S., Antonov J., Boyer T., Maillard C., Fichaut M., Balopoulos E., Iona S., Dooley H., Garcia M., Manca B., Giorgetti A., Manzella G., Mikhailov N., Pinardi N., and Zavatarelli M. 2005. The Western Mediterranean Deep Water : A proxy for climate change. Geophys. Res. Lett., 32(12).

Rosecchi E. 1985. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. Rev. Trav. Instit. des Pêches maritimes, 49 (3 et 4) : 111-123.

Rosfelder A. 1955. Carte provisoire au 1/500 000 de la marge continentale algérienne – Note de présentation – *Publication Service Carte Géologique Algérie*, 5 : 57-106.

Royer J. 2002. Modélisation des stocks de céphalopodes de manche. Thèse université de caen, 242p

Royer J., Pierce G.J., Foucher E., Robin J.P. 2006. The english channel stock of *sepia officinalis* : modelling variability in abundance and impact of the fishery. Fisheries research 78: 96-106

Safi G. 2013. Etude de la variabilité spatio-temporelle des caractéristiques physiologiques des jeunes stades de vie de la seiche *Sepia officinalis* L . en Manche. Université de Caen Basse-Normandie.

Salman A., Bilecenoglo M., Guçlusoy H. 2001. Stomach content of two mediterranean Monk Seals (*Monachus monachus*) from the Aegean Sea Turkey. J. Mar. biol. Assoc. UK, 81(4): 719-720

Salman A., Önsöy B. 2010. Reproductive biology of the bobtail squid *Rossia macrosoma* (Cephalopoda: Sepiolidea) from the Eastern Mediterranean. Turkish j. fish. Aqua. Sci. 10:81-86.

Sammari C., Millot C., Prieur L. 1995. Aspects of Time Seasonal and Mesoscale Variabilities of the Northern Current in the Western Mediterranean-Sea inferred from the PROLIG- 2 and PROS-S Experiments. Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers, 42(6) :893–917.

Sammari C., Millot C., Taupier-Letage I., Stefani A., Brahim, M. 1999. Hydrological characteristics in the Tunisia-Sardinia-Sicily area during spring 1995. Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers, 46(10) :1671–1703.

Saurat L. G. Exploration Zoologique des côtes de l'Algérie de 1724 à 1930. Bul. Stat. Aquic. pêche de Castiglione. 2ème Fsc.

Schwartz D. 1983. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion Ed., 3ème ed., 7ème tirage :318p.

Shannon C. E., Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Urbana Illinois, Univ. of Illinois Press, 117 p.

Siegel S., Castellan N.J. 1988. Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences 2nd. Ed. McGraw Hill Book Company New york.

Silva L., Vila Y., Torres M. A., Sobrino I., Acosta J.J. 2011. Cephalopod assemblages, abundance and species distribution in the Gulf of Cadiz (SW Spain). Aqua. Liv. Res. 24, 13-26.

Sorbe J.C. 1972. Ecologie et Ethologie alimentaire de l'Ichthyofaune chalutable du plateau continental Sud Gascogne. Thèse UER. Science de la mer et de l'environnement. Université d'Aix-Marseille. Doct. 3ème cycle.125p

Sparnocchia S, Picco P., Manzella G., Ribotti A., Copello S., Brasey, P. 1995. Intermediate Water Formation in the Ligurian Sea. Oceanol. Act., 18(2) :151–162.

Sparre P., Ursin E., Venema S.C. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment Part 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap. no. 306(1). Rome FAO. 337 p.

Sparre P., Venema S.C. 1996. Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. FAO Documents techniques sur la pêche 3006/1 . 401p

Tanaka S., 1960. Studies on the dynamics and the management of fish populations. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab., 28 : 1-200.

Taylor C. C. 1960. Temperature, growth and mortality – the Pacific cockle. J. Cons. CIEM, 26 : 117-124.

- Thomlinson P. K., Abranson N. S. 1961. Fitting on a Von Bertalanffy growth curve by least squares including tables of polynomials. Cal. Dept. Fish and Game, Fish Bull.,116: 69 p.
- Turan C. 2006. The use of otolith shape and chemistry to determine stock structure of Mediterranean horse mackerel *Trachurus mediterraneus* (Steindachner). *J. Fish. Biol.*, (Suppl. C) 69: 165-180.
- Turan C., Yaglioglu D. 2010. Population identification of common cuttlefish (*Sepia officinalis*) inferred from genetic, morphometric and cuttlebone chemistry data in the NE Mediterranean Sea. *Sci. Mar.* 74:77-86.
- Tursi A., D'Onghia G., 1992. Cephalopod of the Ionienne sea (Mediterranean sea). *Oebalia* 18:25-43
- Van Denn Branden C., Richar A., Lemaire J., Declair W. 1979. La glande nidamentaire accessoires de *Sepia officinalis* L. Analyse biochimique des pigments de bacteries symbiotique. *Annal. Soc. N. Zool. Belg.*, T108, Fasc 3-4: 123 - 139
- Velasco F., Olaso I., Sanchez F. 2001. The role of cephalopods as forage for the demersal fish community in the southern Bay of Biscay. *Fish. Res.* 52 (1-2):65-77
- Villanueva R. 1992. Continuous spawning in the cirrate octopods *Opisthoteuthis agassizii* and *O. vossi*: features of sexual maturation defining a reproductive strategy in cephalopods. *Mar. Biol.*114:265-275..
- Voss L. 1977. The biology of cephalopods. Classification of recent cephalopods. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 38: 615p
- Walford L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole*, 90 : 141-147.
- Welch B. L. 1947. « The generalization of "Student's" problem when several different population variances are involved », *Biometrika*, vol. 34, n° 1/2, 1947, p. 28-35
- Wells M.J., Wells J. 1959. Hormonal control of maturity in octopus. *J. Exp. Biol.* 36:1-33
- Wetherall J.A., Polovina J.J., Ralston S. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. *ICLARM Conf. Proc.*, 13 : 53-74.
- Williams J.E. 2000- The coefficient of condition of fish. *In* Schneider, James (ed) 2000- Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan department of natural resources. Fisheries special report 25.
- Wilson D.P. 1946. A note on the capture of prey by *Sepia officinalis* L. *J. Mar. boil. Ass. UK.* 3:421-425
- Wu P., Haines K. 1996. Modeling the dispersal of Levantine Intermediate Water and its role in Mediterranean deep water formation. *J. Geophys. Res. - Oceans*,101(C3) :6591–6607.

Yanat M. 1994. Contribution à la connaissance de la digestion chez un Céphalopode *Sepia officinalis* (L.). Thèse de Magistère, USTHB, Alger, 106p

Yazkan M., Özdemir F., Gölükçü M. 2004. Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Yumuşakçalar ve Karideste Cu, Zn, Pb ve Cd içeriğ'i. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 28: 95-100.

Zavatarelli M., Mellor G. 1995. A Numerical Study of the Mediterranean-Sea Circulation. *Journal Of Physical Oceanography*, 25(6, 2) :1384–1414.

ANNEXES

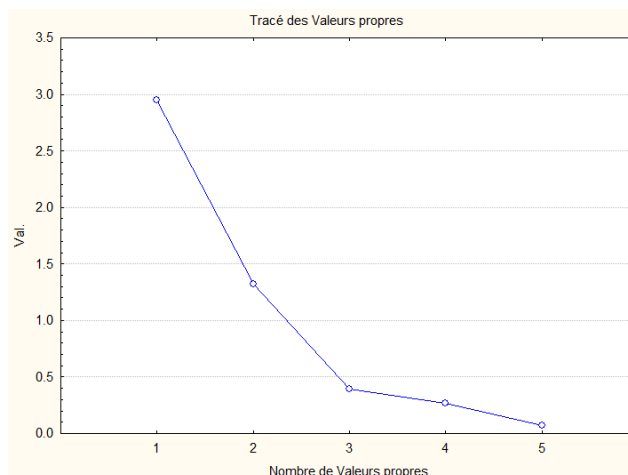
Annexe Ecologie

Tableau 1. Fréquence des Céphalopodes par tranche de profondeur

Espèce	20-50m	50-100m	100-200m	200-500m	500-800m
<i>C.macr</i>	10.52	3.84			
<i>L.vul</i>	73.68	53.84	7.69		
<i>S.off</i>	52.63	69.23	50		
<i>A.sub</i>	21.05	57.69	19.23		
<i>O.vul</i>	89.47	84.61	38.46	8.33	
<i>S.ele</i>	26.32	65.38	42.31	25	
<i>E.mos</i>	89.47	76.92	46.15	33.33	
<i>L.for</i>	15.79	3.85	11.54	8.33	16.67
<i>I. coi</i>	10.53	26.92	30.77	8.33	16.67
<i>R.mac</i>		3.85	3.85	25	16.67
<i>E.cir</i>		11.54	15.38	12.5	
<i>A.med</i>		15.38	3.85	12.5	8.33
<i>T.sag</i>		3.85	7.69	41.67	50
<i>S.orb</i>			23.08	16.67	
<i>A.ver</i>			0.57	25	25
<i>A.lic</i>				12.5	8.33
<i>H.rev</i>				4.16	16.67
<i>P.tet</i>				8.33	8.33
<i>N.car</i>				12.5	
<i>B.spo</i>				20.83	41.67

Tableau 2.1 Valeur propre de l'ACP

	Valeur propre	% total variance	Cumul val. propre	Cumul %
1	2.949	58,99	2,94	58,99
2	1.31	26,37	4,26	85,36



Tracé des valeurs propres

Tableau 2.2. Poids factoriel

	Facteur 1	Facteur 2
20 – 50	0.889061	-0.186156
50 – 100	0.950176	-0.198066
100 – 200	0.849329	-0.332227
200 – 500	-0.275244	-0.897374
500 - 800	-0.677655	-0.573854
Val. Exp	2.949600	1.318849
Prp. Tot	0.589920	0.263770

Tableau 2.3. Communautés

	Facteur 1	Facteur 2
20 – 50	0,79	0,82
50 – 100	0,9	0,94
100 – 200	0,72	0,83
200 – 500	0,075	0,88
500 - 800	0,45	0,78

Tableau 2.4. Corrélations reproduites

	20 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500	500 - 800
20 – 50	0.83	0.88	0.82	-0.08	-0.50
50 – 100	0.88	0.94	0.87	-0.08	-0.53
100 – 200	0.82	0.87	0.83	0.06	-0.38
200 – 500	-0.08	-0.08	0.06	0.88	0.70
500 - 800	-0.50	-0.53	-0.38	0.70	0.79

Tableau 2.5. Corrélations des résidus

	20 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500	500 - 800
20 – 50	0.17	0.00	-0.14	-0.03	0.07
50 – 100	0.00	0.06	-0.04	-0.03	0.05
100 – 200	-0.14	-0.04	0.17	-0.01	-0.02
200 – 500	-0.03	-0.03	-0.01	0.12	-0.16
500 - 800	0.07	0.05	-0.02	-0.16	0.21

Tableau 2.4. Résultats factoriels

Individus	Facteur 1	Facteur 2
C.macr	-0.26942	1.47147
L.vul	0.99357	0.82937
S.off	1.64951	0.23780
A.sub	0.71260	0.88336
O.vul	1.91046	-0.32472
S.ele	1.02561	-0.97394
E.mos	1.75714	-1.86042
L.for	-0.35740	0.29403
I. coi	0.15018	-0.07258
R.mac	-0.77201	-0.49732
E.cir	-0.13717	0.52842
A.med	-0.41973	0.42727
T.sag	-1.36915	-2.52575
S.orb	-0.16342	0.22918
A.ver	-0.99815	-0.68058
A.lic	-0.64376	0.55775
H.rev	-0.70876	0.79561
P.tet	-0.61032	0.80157
N.car	-0.51204	0.80722
B.spo	-1.23774	-0.92775

Tableau 2.5. Poids Factoriels (Varimax normalisé)

	Facteur 1	Facteur 2
20 – 50	0.894447	-0.158263
50 – 100	0.955603	-0.169964
100 – 200	0.911961	-0.007901
200 – 500	0.078676	0.935334
500 - 800	-0.415260	0.784911

Tableau 3. Etablissement de la faune associée : Calcul des abondances et des fréquences des espèces de la campagne CNRDPA 2012

Espèces	NB Xi	SOMME/62
<i>Dasyatis pastinaca</i>	3	0.11290323
<i>Galeus melastomus</i>	3	0.09677419
<i>Gymnura altavela</i>	1	0.01612903
<i>Mustelus mustelus</i>	5	0.12903226
<i>Oxynotus centrina</i>	1	0.01612903
<i>Raja asterias</i>	24	1.75806452
<i>Raja montagui</i>	3	0.17741935
<i>Raja miraletus</i>	12	1.08064516
<i>Raja oxyrinchus</i>	1	0.01612903
<i>Raja radula</i>	5	0.30645161
<i>Scyliorhinus canicula</i>	19	1.41935484
<i>Torpedo marmorata</i>	4	0.06451613
<i>Torpedo torpedo</i>	1	0.01612903
<i>Afia minuta</i>	5	2.9516129
<i>Alosa alosa</i>	1	0.03225806
<i>Alosa falax</i>	11	1.30645161
<i>Argentina sphyraena</i>	5	1
<i>Arnoglossus imperialis</i>	12	2.11290323
<i>Arnoglossus laterna</i>	20	2.62903226
<i>Arnoglossus ruepelli</i>	6	0.27419355
<i>Arnoglossus thori</i>	10	4.48387097
<i>Aspitrigla cuculus</i>	5	1.03225806
<i>Blennius ocellaris</i>	8	0.20967742
<i>Bothus podas</i>	5	0.12903226
<i>Boops boops</i>	35	12.2580645
<i>Coelorinchus coelorincus</i>	2	0.06451613
<i>Callionymus maculatus</i>	3	0.06451613
<i>Capros aper</i>	19	9.75806452
<i>Cepola macrophthalma</i>	24	1.22580645
<i>Chauliodus sloani</i>	1	0.01612903
<i>Citharus linguatula</i>	45	18.1612903
<i>Cubiceps gracilis</i>	1	0.01612903
<i>Conger conger</i>	20	1
<i>Dactylopterus volitans</i>	4	0.17741935
<i>Dentex dentex</i>	1	0.01612903
<i>Dentex gibbosus</i>	5	0.24193548
<i>Dentex maroccanus</i>	7	2
<i>Diplodus annularis</i>	15	8.06451613
<i>Diplodus vulgaris</i>	16	1.25806452
<i>Echelus myrus</i>	22	0.93548387
<i>Engraulis encrasicolus</i>	14	3.06451613

<i>Gadiculus argenteus</i>	2	2.53225806
<i>Glossanodon leioglossus</i>	1	0.11290323
<i>Gobius cruentatus</i>	4	0.11290323
<i>Gobius niger</i>	30	11.0967742
<i>Gobius sp</i>	2	0.08064516
<i>Gobius quadrimaculata</i>	8	1
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	2	0.06451613
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	2	0.09677419
<i>Lempanyctus crocodilus</i>	2	0.09677419
<i>Lepidopus caudatus</i>	6	0.12903226
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	22	3.69354839
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	20	4.53225806
<i>Lesueurigobius friesii</i>	1	0.01612903
<i>Lesueurigobius sanzoi</i>	8	0.9516129
<i>Lesueurigobius suerii</i>	1	0.01612903
<i>Liza ramada</i>	4	0.16129032
<i>Lithognathus mormyrus</i>	1	0.01612903
<i>Lophius budegassa</i>	6	0.25806452
<i>Macroramphosus scolopax</i>	15	8.16129032
<i>Maurolicus muelleri</i>	1	0.17741935
<i>Merluccius merluccius</i>	49	23.8387097
<i>Microchirus variegatus</i>	4	0.59677419
<i>Mullus surmuletus</i>	29	2.96774194
<i>Mullus barbatus</i>	50	223.5
<i>Nezumia aequalis</i>	1	0.03225806
<i>Onos megalokynodon</i>	1	0.01612903
<i>Pagellus acarne</i>	55	134.16129
<i>Pagellus bogaraveo</i>	22	205.903226
<i>Pagellus erhyrinus</i>	44	40.9193548
<i>Pagrus pagrus</i>	16	0.51612903
<i>Peristedion cataphractum</i>	3	0.83870968
<i>Phycis blennoides</i>	9	0.85483871
<i>Sardina pilchardus</i>	24	5.53225806
<i>Sardinella aurita</i>	5	0.25806452
<i>Scorpaena notata</i>	25	5.96774194
<i>Scorpaena elongata</i>	7	0.29032258
<i>Scorpeana porcus</i>	3	0.22580645
<i>Serranus cabrilla</i>	22	0.91935484
<i>Serranus hepatus</i>	46	20.6451613
<i>Solea senegalensis</i>	1	0.01612903
<i>Solea lutea</i>	2	0.25806452
<i>Solea kleini</i>	2	0.0483871
<i>Solea solea</i>	21	1.0483871

<i>Sparus aurata</i>	4	1.35483871
<i>Spicara smaris</i>	33	9
<i>Spicara maena</i>	12	1.58064516
<i>Sphyraena sphyraena</i>	22	1.98387097
<i>Spondiliosoma cantharus</i>	7	0.20967742
<i>Stomias boa</i>	1	0.06451613
<i>Synodus saurus</i>	6	0.48387097
<i>Trachinotus ovatus</i>	1	0.01612903
<i>Trachnius draco</i>	21	2.51612903
<i>Trachinus radiatus</i>	2	0.35483871
<i>Trachius vipera</i>	2	0.0483871
<i>Trachurus trachurus</i>	7	2.74193548
<i>Trachirus mediterraneus</i>	6	3.67741935
<i>Trachurus picturatus</i>	4	0.17741935
<i>Trigla lastovisa</i>	6	0.29032258
<i>Trigla lucerna</i>	11	0.20967742
<i>Trigla lyra</i>	8	3.58064516
<i>Trigla obscura</i>	4	0.16129032
<i>Umbrina rhoncus</i>	1	0.22580645
<i>Zeus faber</i>	21	1.08064516
<i>Uranoscopus scaber</i>	20	0.88709677
<i>Alpheus glaber</i>	3	1.85483871
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	1	0.01612903
<i>Parapenaeus longirostris</i>	22	23.3225806
<i>Parapondalus narval</i>	1	0.90322581
<i>Pasiphea sivado</i>	3	2.20967742
<i>Penaeus kerathurus</i>	3	0.06451613
<i>Plesionika heterocarpus</i>	3	12.5
<i>Pontocaris lacazei</i>	2	0.06451613
<i>Solenocera membranacea</i>	2	0.06451613
<i>Squilla mantis</i>	30	3.91935484
<i>Abralia veranyi</i>	1	0.03225806
<i>Alloteuthis subulata</i>	19	13.5322581
<i>Alloteuthis media</i>	5	4.16129032
<i>Ancistroteuthis sp</i>	1	0.03225806
<i>Alloteuthis sp</i>	9	10.3064516
<i>Bathypolypus sponsalis</i>	4	0.32258065
<i>Eledone cirrhosa</i>	7	0.51612903
<i>Eledone moschata</i>	47	4.19354839
<i>Illex coindetti</i>	17	1.27419355
<i>loligo forbesi</i>	7	0.41935484
<i>Loligo sp</i>	2	0.11290323
<i>Loligo vulgaris</i>	30	12.1129032
<i>Neorossia caroli</i>	1	0.03225806
<i>Octopus vulgaris</i>	50	5.79032258

<i>Octopus macropus</i>	2	0.03225806
<i>Rossia macrosoma</i>	2	0.06451613
<i>Sepia elegans</i>	32	13.1935484
<i>Sepia officinalis</i>	42	6.20967742
<i>Sepia orbignana</i>	6	0.53225806
<i>Sepiola spp</i>	1	0.01612903
<i>Todarodes sagitatus</i>	3	0.0483871
<i>MOYENNE</i>	11.3235294	6.84452087

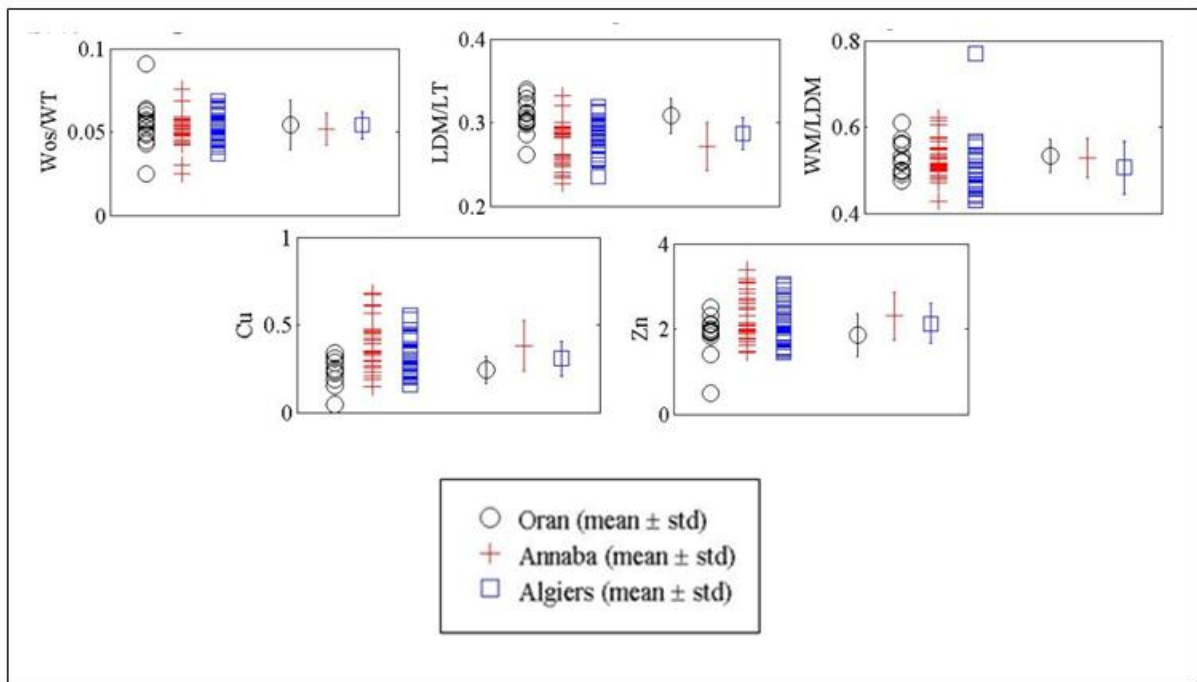
Tableau 4. Etablissement de la faune associée : Calcul des abondances et des fréquences des espèces de la campagne Thalassa 1982

Espèces	xi (f)	/109
<i>arno rup</i>	2	0.018
<i>aris fol</i>	1	0.028
<i>arno rup</i>	4	0.037
<i>anth ant</i>	4	0.119
<i>allo med</i>	9	0.477
<i>allo spp</i>	11	2.615
<i>arno tho</i>	2	0.028
<i>arno lat</i>	33	0.844
<i>alos fal</i>	17	0.394
<i>argy reg</i>	2	0.046
<i>aspi cuc</i>	14	0.642
<i>aspi obs</i>	3	0.028
<i>arge lei</i>	1	0.028
<i>arge spy</i>	14	0.670
<i>arno imp</i>	2	0.092
<i>blen oce</i>	3	0.064
<i>Bali car</i>	10	0.174
<i>boo boup</i>	84	46.826
<i>capo ape</i>	17	112.028
<i>cepo mac</i>	27	1.073
<i>cent gra</i>	1	0.046
<i>clor aga</i>	1	0.092
<i>cala gra</i>	4	0.064
<i>calm pha</i>	3	0.110
<i>cith mac</i>	31	1.716
<i>cong con</i>	11	0.147
<i>ceca sir</i>	2	0.018
<i>dent mac</i>	30	24.972
<i>dent den</i>	2	0.018
<i>Dent gib</i>	2	0.064
<i>dipl vul</i>	15	1.807
<i>dipl ann</i>	26	17.541
<i>dico cun</i>	6	0.211
<i>dasi pas</i>	13	0.514
<i>eled mos</i>	35	0.661
<i>Eche mir</i>	2	0.037
<i>gala gra</i>	4	0.037
<i>gadi arg</i>	2	1.615
<i>glos lei</i>	10	7.872
<i>Gale gal</i>	4	0.037
<i>gymn alt</i>	2	0.018

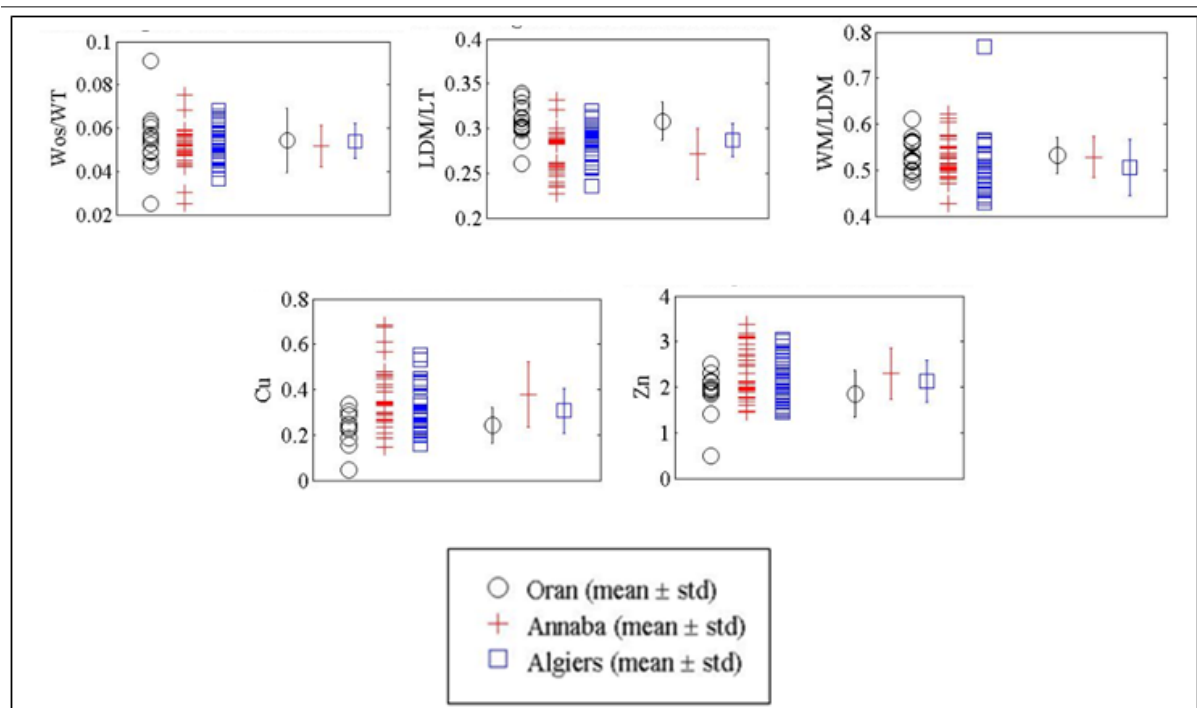
<i>gobi nig</i>	2	0.018
<i>hist bon</i>	3	0.266
<i>homo bar</i>	1	0.018
<i>heli dac</i>	13	0.972
<i>ille spp</i>	29	0.688
<i>lepi cau</i>	2	0.046
<i>lama cro</i>	3	0.459
<i>loph bud</i>	42	3.165
<i>lepm bos</i>	2	0.018
<i>lept cav</i>	43	10.367
<i>lept die</i>	6	0.165
<i>lith mor</i>	8	2.881
<i>loli vul</i>	59	14.321
<i>maco sco</i>	19	26.734
<i>macm dep</i>	7	0.633
<i>mull bar</i>	104	193.991
<i>mull sur</i>	52	7.440
<i>must mus</i>	17	0.624
<i>must med</i>	3	0.532
<i>merl mer</i>	82	31.339
<i>micu var</i>	2	0.037
<i>myli aqu</i>	10	1.037
<i>NEPH NOR</i>	2	0.358
<i>octo spp</i>	18	0.927
<i>ophi bar</i>	5	0.064
<i>octo vul</i>	4	0.101
<i>onic spp</i>	1	0.037
<i>oxyn cen</i>	3	0.028
<i>phys ble</i>	21	0.670
<i>pape lon</i>	45	49.743
<i>ples het</i>	5	15.826
<i>ples edw</i>	1	1.312
<i>page bog</i>	60	39.055
<i>page ery</i>	67	81.972
<i>page aca</i>	65	174.312
<i>pasi siv</i>	2	0.257
<i>peri cat</i>	9	0.257
<i>ples aca</i>	12	13.046
<i>PLES HET</i>	2	0.073
<i>poma sal</i>	4	0.101
<i>poma inc</i>	2	0.018
<i>pena ker</i>	4	0.055
<i>poma ben</i>	5	0.890
<i>PIL PIL</i>	1	28.963
<i>raja oxy</i>	1	0.376

<i>rhin rhi</i>	2	0.018
<i>raja mir</i>	40	1.358
<i>ross mac</i>	1	0.046
<i>raja rda</i>	3	0.037
<i>raja cla</i>	9	0.339
<i>raja ast</i>	19	0.706
<i>raja mon</i>	10	0.174
<i>sphi spy</i>	8	0.239
<i>scor elo</i>	17	0.367
<i>spar aur</i>	8	0.385
<i>scor lop</i>	3	0.028
<i>scor not</i>	28	1.330
<i>scom sco</i>	56	14.073
<i>symp nig</i>	2	0.018
<i>sqai bla</i>	8	0.257
<i>stro fia</i>	1	0.055
<i>solo mem</i>	3	0.028
<i>serg rob</i>	1	0.413
<i>spar pag</i>	20	2.596
<i>Scyo can</i>	23	0.514
<i>sepi off</i>	55	4.073
<i>sepi orb</i>	24	1.633
<i>spic sma</i>	2	0.037
<i>spic mae</i>	54	8.431
<i>squi man</i>	39	1.541
<i>sari aur</i>	6	0.083
<i>sepi ele</i>	7	0.734
<i>seri dum</i>	23	0.394
<i>scor sco</i>	3	0.055
<i>sera het</i>	2	0.018
<i>sera cab</i>	14	0.450
<i>sera hep</i>	22	0.651
<i>sole vul</i>	6	0.055
<i>sepi spp</i>	2	0.055
<i>squt squ</i>	3	0.028
<i>scom pne</i>	2	0.193
<i>squa ocu</i>	2	0.037
<i>squa bla</i>	5	0.550
<i>scor por</i>	7	0.138
<i>spod can</i>	1	0.110
<i>toda spp</i>	1	0.046
<i>Tod Sag</i>	2	0.028
<i>torp mar</i>	17	1.606
<i>torp nob</i>	2	0.018
<i>toda sag</i>	3	0.037

<i>trah dra</i>	21	0.679
<i>toda epl</i>	4	0.083
<i>trip las</i>	3	0.064
<i>trop mar</i>	3	0.028
<i>tris cap</i>	13	0.431
<i>trah ara</i>	4	0.092
<i>torp tor</i>	15	0.220
<i>trig lyr</i>	18	1.165
<i>trig luc</i>	54	1.578
<i>Zeus fab</i>	35	2.000
<i>uran sca</i>	24	0.606
<i>umbr cir</i>	2	0.037
<i>umbr can</i>	4	7.083
MOYENNE	14.44444	6.848



Test de Mann Whitney (MATLAB 2010)



Test de Welch (MATLAB 2010)

Annexes reproduction

Tableau I. Echelles de maturité d'après Mangold (1963)

Sexe	Stades	appellation	Description
mâles	0	Mâle juvénile	Les sexes ne peuvent être distingués extérieurement
	I	Mâle non mûre	La distinction extérieure des sexes est possible, les testicules sont plus ou moins volumineux
	II	Mâle mure avec des spermatophores en formation	La sécrétion des spermatophores a commencé. Le canal déférent est rempli de spermatozoïdes
	III	Mâles mures avec des spermatophores	Les spermatophores sont mis en réserve dans la poche de Needham
Femelles	0	Femelle non mures	La distinction extérieure du sexe est possible, les ovaires sont toujours très petits
	I	Femelle avec de très petits oeufs	Les œufs sont inférieures au $\frac{1}{4}$ de leur longueur définitive : inférieure à 2mm et lisses
	II	Femelle avec de petits oeufs	Les œufs sont $\frac{1}{4}$ jusqu'à $\frac{1}{2}$ de leur longueur définitive : 2,1 -4mm libre ou réticulées
	III	Femelle avec des œufs moyens	Les œufs mesurent entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ de leur longueur définitive : 4,1 – 6mm réticulées
	IV	Femelle avec de grands oeufs	Les œufs dépassent les $\frac{3}{4}$ de leur longueur définitive : 6 – 8 mm réticulées
	V	Femelle avec des oeufs mures	Les œufs sont prêts à être déposés, leur système réticulaire a disparu. 6 – 8 mm lisses

Tableau 2. Echelles de maturité pour les femelles d'après Richard (1967)

Stades	Description
I	La glande nidamentaire accessoire est blanche
II	La glande nidamentaire accessoire est d'un blanc crémeux
III	La glande nidamentaire accessoire est beige
IV	La glande nidamentaire accessoire est jaune orangé
V	La glande nadamantaire accessoire est de couleur corail

Tableau 3. Fécondité individuelle en fonction de la longueur dorsale du manteau de *S. officinalis*

LDM (cm)	Fécondité des individus au stade III	Fécondité des individus au stade IV	Nombre d'observations	Fécondité moyenne par taille	Fécondité moyenne et indice de confiance
13	374 – 372 – 370 – 377 – 375 – 276 – 375 – 372 – 377 – 378 – 389 – 379 – 389 – 280 – 435 – 318 – 250 – 165 – 263 – 295 – 180 – 400 – 255 – 135 - 325		25	328	540
14	400 – 402 – 400 – 406 – 406 – 406 – 409 – 412 – 412- 420 – 428 – 240 – 456 – 180 – 396		15	385	
15	437 – 440 – 443 – 440 – 445 – 443 – 444 – 447 – 452 – 487 – 430 – 280 – 295 – 175		14	404	
16	457 – 453 – 466 – 469 – 470 – 472 – 480 – 483 –	466 - 472	10	468	
17	486 – 497 – 505 – 503 – 498 – 273 - 510	500 – 502	9	478	
18		514 – 516 – 523 – 526 – 529 – 529 - 534	7	524	
19		541 – 542 – 554 – 554 – 557 – 557 – 563 - 566	8	554	
20		572 – 570 – 574 – 583 – 473 - 490	6	544	
21		600 – 614 – 601 – 606 – 609 – 612 – 615 – 626	8	610	
22		629 – 630 – 643 – 629 – 649 - 612	6	632	
23		666	1	666	
24		697	1	697	
25		732	1	732	

Annexe Exploitation

Tableau 1 . Biomasse relative par recrue en fonction de E et pour différentes valeurs de LDMc

LDMc \ E	B'/R							5,41
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	
0,1	0.790	0.794	0.797	0.800	0.804	0.807	0.810	0.800
0,2	0.605	0.610	0.616	0.622	0.627	0.633	0.639	0.620
0,3	0.443	0.450	0.458	0.465	0.472	0.480	0.487	0.463
0,4	0.308	0.315	0.323	0.331	0.339	0.347	0.356	0.329
0,5	0.199	0.206	0.214	0.221	0.229	0.237	0.245	0.219
0,6	0.116	0.122	0.129	0.135	0.142	0.149	0.156	0.134
0,7	0.058	0.062	0.067	0.072	0.078	0.083	0.089	0.071
0,8	0.023	0.025	0.028	0.032	0.035	0.039	0.043	0.031
0,9	0.005	0.007	0.008	0.009	0.011	0.012	0.014	0.009
1	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000

Article internationale

Growth and spawning period of *Sepia officinalis*, (Lineaus, 1758) in the Algiers region (centre of Algeria)

Kennouche H. * ; Nouar A.

Received: March 2015

Accepted: June 2015

Abstract

A total of 1,364 specimens of *Sepia officinalis* (Lineaus, 1758), including 643 females and 532 males were measured from February 2010 to January 2011 catching by the commercial trawling fisheries of Algiers region. The sex, dorsal mantle, wet body mass, nidamental gland weight and female gonadal weight were recorded. The mean length of the dorsal mantle for females was 11.68 ± 0.03 cm and for males 12.04 ± 0.04 cm. The difference between the two averages was not significant. The Powell-Wetherall method for determining the asymptotic dorsal length of the mantle (DML_{∞}) was applied (26.93 cm for both sexes combined) and the growth coefficient K, of 0.38 yr^{-1} , was established using the ELEFAN method. A seasonal analysis of this coefficient shows a slowdown in growth in autumn and winter. The value of t_0 determined by the Pauly method is 0.704 y^{-1} . Relative growth shows a negative allometry of 2.55 for both sexes and a constant of proportionality is about 0.391. The study of the overall sex ratio showed a slight predominance of females with a ratio of 1:1.2. In autumn and winter, the females predominate with 67.3% and 52.5%, respectively. Considering the gonad and the nidamento-somatic index, *S. officinalis* in the Algiers region seems to breed between March and July.

Keywords: *Sepia officinalis*, Sex-ratio, Gonadosomatic index, Length-weight relationship, Algiers.

Fisheries Laboratory - Faculty of Biological Sciences, University of Science Technology Houari Boumedienne, Bab Ezzouar – Algiers, Algeria.

*Corresponding author's Email: kennouchehanane@yahoo.fr

Introduction

Sepia officinalis, commonly known as the cuttlefish is a common cephalopod mollusc and is abundant in the Mediterranean. It is a nekton-benthic species occurring predominantly on sandy and muddy bottoms from the coastline (2-3 m depth) to a depth of approximately 200 m, with the greatest abundance in the upper 100 m (Guerra, 2006).

In Algeria, it is caught by fishing trawlers and small-scales fisheries (trammel netting). Their catches reached 55.9 tonnes in 2010 in the centre of Algeria (between Cherchell and Dellys).

In comparison with other cephalopods, *S. officinalis* is one of the most studied due to the high frequency of catches, its seasonal concentration in coastal waters and its relative ease of breeding (Richard, 1971). Few studies on the growth of cuttlefish, in the Mediterranean sea, have been undertaken, but among the extant studies are those of Inejih (1990) in Mauritania, Ezzeddine-Najai and El Abed (2001) in Tunisia and Jardas *et al.* (2001, 2004) in the Adriatic. The aim of this study, focusing for the first time on the region of Algiers, is to provide new information on *S. officinalis* concerning the length frequency distribution, sex-ratio and length-weight relationship, together with an overview of the spawning season because it is important to understand their life cycle and their population dynamics. Such information

is essential for assessment and management.

Materials and methods

The study is based on data collected from regular samples obtained from the commercial trawling fisheries of the three major fishing ports in the region of Algiers (Algiers, Bou Haroun and Cherchell) (Fig. 1). From February 2010 to January 2011, 1,364 specimens were collected including 643 females and 532 males. The sex, dorsal mantle length (DML) to the nearest 0.1 cm, wet body mass (WT) to the nearest 1g, nidamental gland weight and gonadal weight for females were recorded. A comparison of the mean size of the two sexes was made using the test of the reduced gap ε (Schwartz, 1983) as follows:

$$\varepsilon = \frac{|m_1 - m_2|}{\sqrt{[(\theta^2_1/N_1) + (\theta^2_2/N_2)]}}$$

where :

m_1 : denotes mean, θ^2_1 : the variance and N_1 : sample size 1.

m_2 : denotes mean, θ^2_2 : the variance and N_2 : sample size 2.

For the study of linear growth, the analysis of size structure was used. This method allowed us to estimate asymptotic dorsal mantle length (DML_∞) and the growth coefficient (K).

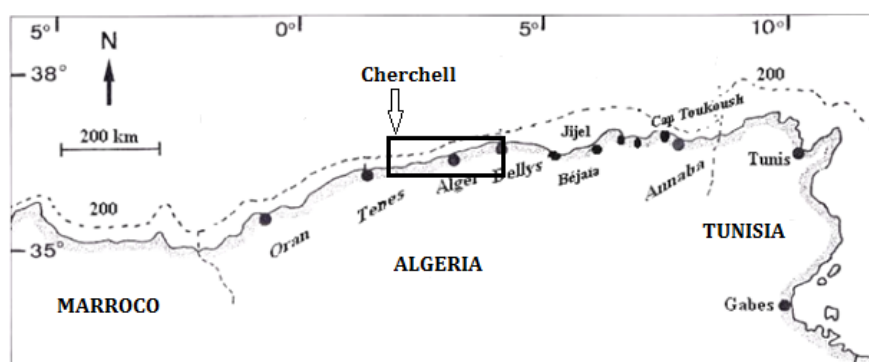


Figure 1: The study area.

These parameters were determined using the Electronic Length Frequency Analysis (ELEFAN) approach, which combines the Petersen method and modal progression analysis with the minimum subjective items. Knowing L_{∞} and K , the parameter t_0 is obtained from the empirical equation suggested by Pauly (1980) in the form:

$$\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log_{10} L_{\infty} - 1.038 \log_{10} K$$

The relative growth of *S. officinalis* establishes the coefficients a and b according to the equation:

$$W_{\infty} = a L_{\infty}^b$$

The sex ratio in turn is calculated by the number of females on the number of males.

The spawning period for females is determined by the gonado-somatic index (GSI) and nidamento-somatic index (RNS) according to the following formulae:

$$\text{GSI} = (\text{gonad weight} / \text{total weight}) * 100$$

$$\text{RNS} = (\text{nidamental gland weight} / \text{total weight}) * 100$$

Results

The sample sizes of *S. officinalis* for both sexes range from 5 cm to 25 cm in dorsal mantle length. The females range in size from 5.3 cm to 25 cm, and the males from 6 cm to 24.5 cm. Females predominate in catches for most size ranges, whereas males predominate in the sizes: 10-11cm, 16 cm, 19 cm, 18-19 cm, and 22 cm (Fig. 2).

These measurements give a mean size of 11.68 ± 0.03 cm for females and 12.04 ± 0.04 cm for males. The mean size of the both sexes combined is 11.84 ± 0.02 cm.

The calculated value of the reduced gap (ξ) is 0.87 lower than the value given in the Gaussian table for a 5% of level of confidence (1.96) indicating a non-significant difference between the two mean sizes. For this reason only the estimated DML_{∞} of both sexes was considered. This was achieved by employing a length frequency distribution following the Powell-Wetherall method (FISAT II) which gives a value of 26.93 cm.

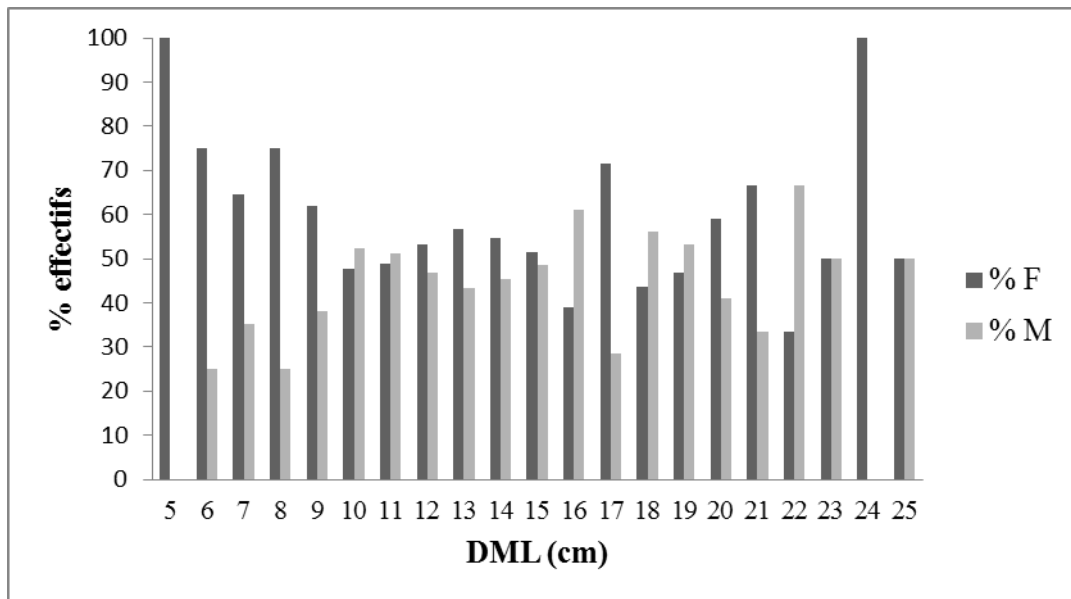


Figure 2: Length frequency distribution of *Sepia officinalis*.

Using the same software FISAT II, the ELEFAN program was used to obtain the value of annual K yielding a value of 0.38 an^{-1} for both sexes.

The equation of growth when t_0 is $0.704/\text{y}$ is:

$$L_t = 26.93 (1 - e^{-0.38(t-0.704)})$$

Bearing in mind that growth varies with the season according to Medhioub (1986), an estimation of seasonal K is given in Table 1.

The relationship between the total weight (W_t) and dorsal mantle length (DML) shows slope values b less than 3 indicating a minor growth allometry for *S. officinalis* (Fig. 3). The annual value of this parameter is 2.557 for both sexes.

The equations of growth are for both sexes combined as follows:

$$W_\infty = 0.391 L_\infty^{2.557}$$

throughout the study period, females dominate slightly at 54.7%, giving a sex ratio of 1:1.2.

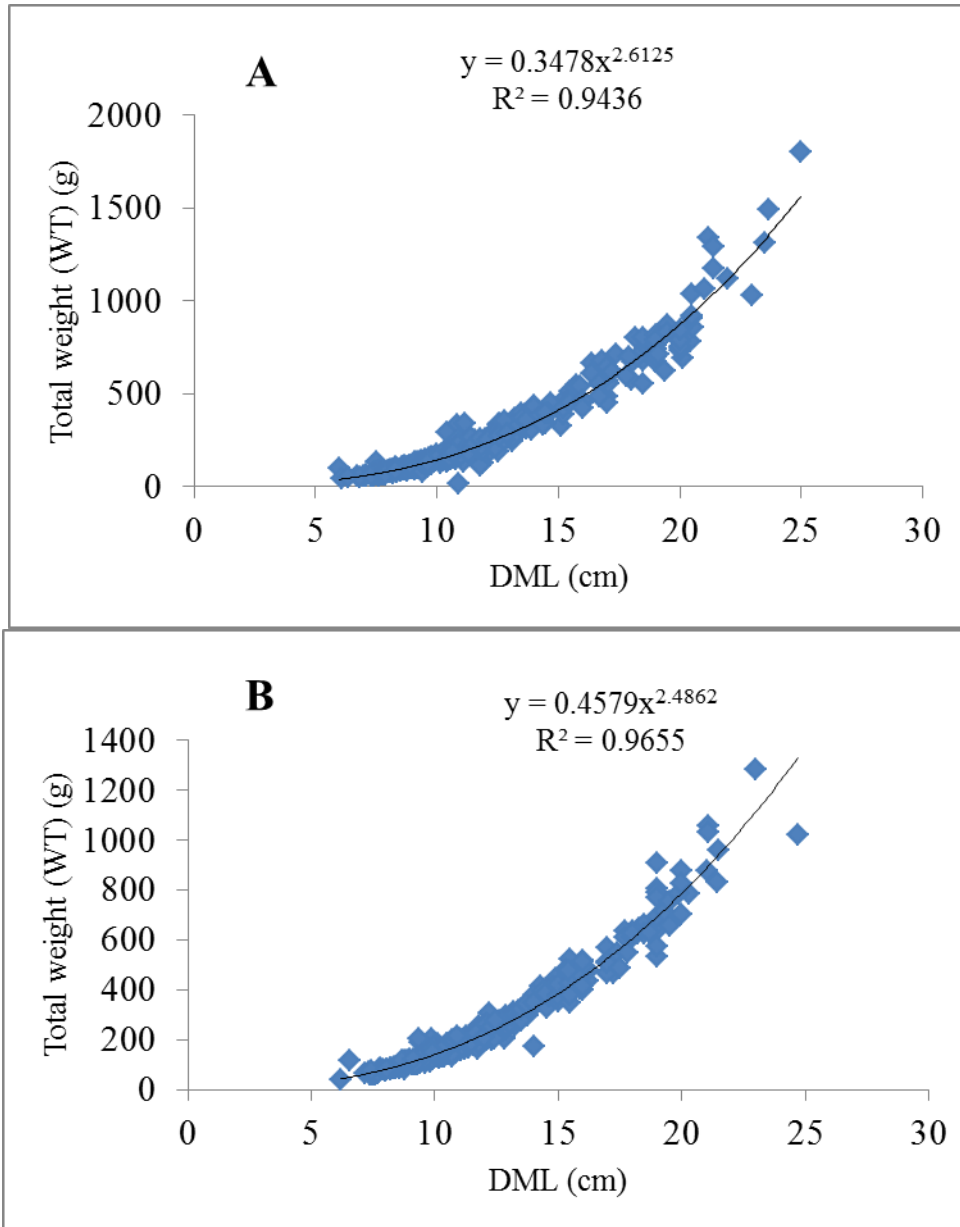
From the study of the seasonal sex ratio we can note that females predominate in autumn (especially in October) with a percentage of 67.3% and in winter with 52.5%. However, in summer and spring males are more abundant.

To define the spawning period of *S. officinalis* in the Algiers region, the nidamento-somatic and gonado-somatic indices are estimated as shown in Figs. 4 and 5, respectively.

The values of the nidamento-somatic ratio are between a minimum of 0.14 in October and a maximum of 5.79 in June. Two peaks can be observed in Fig. 4 in March (4.76) and June.

Table 1: Evolution of seasonal values of K for *Sepia officinalis* off Algiers.

Season	K/(year)
Winter	0.310
Spring	0.740
Summer	0.520
Autumn	0.270



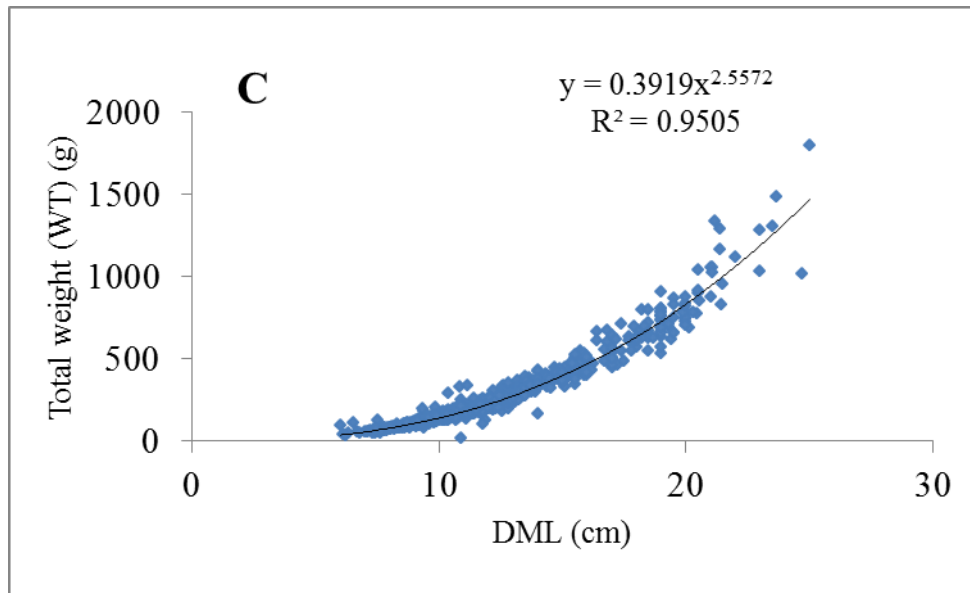


Figure 3: Relative growth *Sepia officinalis* : females (A), males (B) and combined (C).

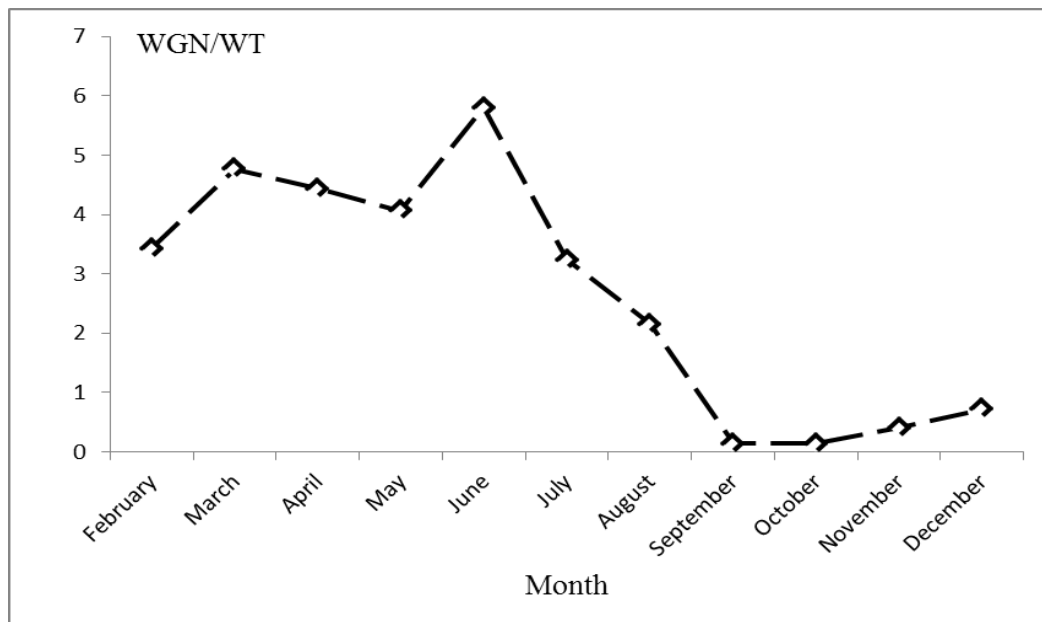


Figure 4: Monthly evolution of the gonado-somatic index of *Sepia officinalis*. (WGN: weight of gonad; WT: total weight).

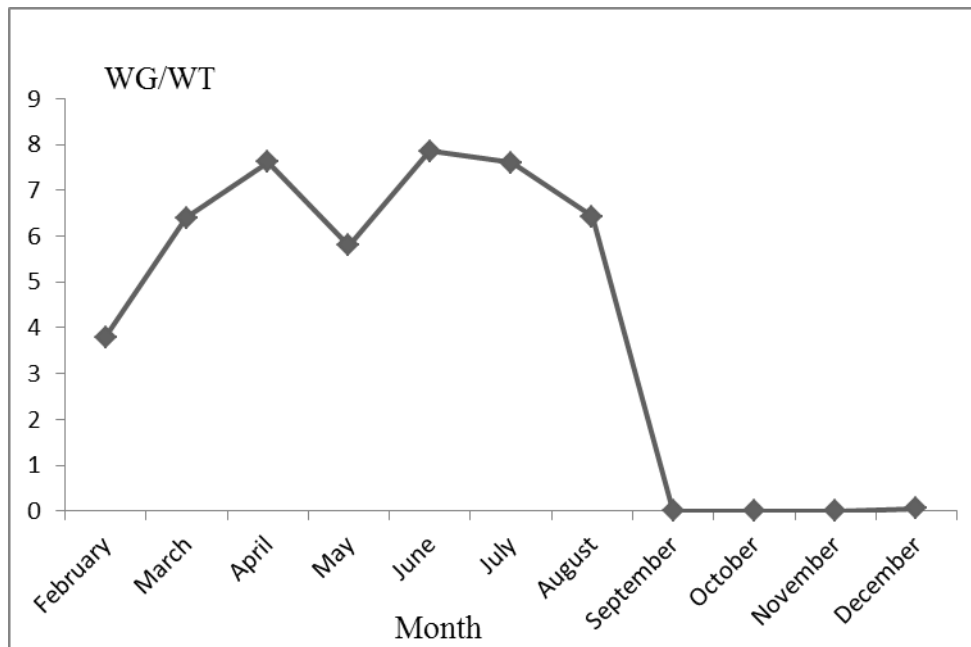


Figure 5: Monthly evolution of the gonado-somatic index of *Sepia officinalis* (WG: gonad weight; WT: total weight)

The gonado-somatic index, shows a long period of reproduction for *S. officinalis* in the Algiers region from March to July mainly in June. Between September and December, gonad weight is negligible.

Discussion

Growth studies are rare in natural conditions. Apart from the study conducted by Ezzeddine-Najai, 1997, Ezzeddine-Najai and El Abed, 2001 in Tunisia and that by Manfrin Piccinetti and Giovanardi (1984) in the Adriatic, we found no other studies carried out in the Mediterranean, and thus we include results obtained in other regions in the discussion.

Several points identified in the article merit discussion. The average size of females (11.68 cm) is lower than that of males (12.04 cm) confirming the

finding of Inejih (1990) who noted that males reach larger sizes than females, albeit without there being a significant difference between the two sexes. Indeed, Le Goff and Daguzan (1991) find that there are no differences between the sizes for females and males over a year, whereas the difference is significant between the years.

The average size of all the samples was 11.89 ± 0.02 cm, smaller than that found by Jardas *et al.* (2004) in the north Adriatic (13.9 ± 1.83 cm), but very close to that obtained by Jardas *et al.* (2001) in the east of the Adriatic (11.7 ± 2.86 cm). The sex ratio obtained in the Algiers region is in favour of females, in contrast to the results of Jardas *et al.* (2001).

Dunn (1999) obtained a very similar value of K for *S. officinalis* to ours for males (0.4 an^{-1} vs. 0.38 an^{-1} in this

study), but a much lower value for females (0.24 an^{-1}). Ezzedine-Najai (1997) obtained a K value of 0.429 an^{-1} in the Gulf of Tunisia.

The different seasonal values of K are consistent with the observations made by Richard (1971), Jeon (1982), Boletzky (1983) and Medhioub (1986). These authors report that the growth of *S. officinalis* is variable and depends on the water temperature, sexual maturation, food availability and decreased filling of the stomach during the breeding season.

Growth will be faster in the spring and summer compared to the winter, confirming the findings of Richard (1971) and also Challier *et al* (2005) who reported more rapid growth from June to August.

Moreover, this change in growth is probably due to the fact that the cuttlefish is a visual predator and water turbidity prevents significant capture of prey in winter (Hanlon and Messenger, 1996).

The parameters of the relationship between size and weight of *S. officinalis* in the Algiers region are comparable to those obtained by other authors (Table 2). The results obtained by Dunn (1999) in the English Channel and Jardas *et al.* (2004) in the Northern Adriatic, give values very close to ours : $b = 2.56$ and $b = 2.55$, respectively.

Table 2: Parameters of the relationship between height and weight for *Sepia officinalis* off Algiers and in other regions according to different authors.

Author	Sex	a	b	n	Region
Bakhayokho (1983)	F	0.26	2.74		Senegal coast
	M	0.24	2.74		
Mattacola <i>et al.</i> (1984)	F	0.501	2.7	89	English Channel
	M	0.631	2.65	122	
	Comb.	0.562	2.67	211	
Manfrin Piccinetti & Giovanardi (1984) Inejih (1990)	Comb.	0.22	2.77		Adriatic Sea
	F	0.438	2.53	262	Mauritania coast
	M	0.458	2.51	326	
Dorel <i>et al</i> (1998)	Comb.	0.26	2.7		Gulf of Biscay
Dunn (1999)	F	0.8	2.64	519	English Channel
	M	0.9	2.58	512	
	Comb.	1.1	2.56	1031	
Jardas <i>et al.</i> (2001)	F	0.232	2.73	286	East Adriatic Sea
	M	0.244	2.69	457	
	Comb.	0.237	2.72	743	
Jardas <i>et al.</i> (2004)	Comb.	0.343	2.55		North Adriatic Sea
Royer <i>et al.</i> (2006)	Comb.	0.27	2.26		English Channel
This study	F	0.35	2.61	597	Algiers coast
	M	0.46	2.49	461	
	Comb.	0.39	2.55	1058	

The monitoring of the evolution of the gonado-somatic index during the year 2010 shows a minimum value from September to December, whereas nidamento-somatic index increases from September and peaks in June. The study by Manfrin Piccinetti and Giovanardi (1984) shows evidence of a spawning period which extends all year with a peak in spring and summer. Their results indicate spawning extending from February to September with a peak from April to June. In Adriatic waters, the peak of breeding is found to be in June-July off the coast of Portugal (Jorge and Sobral, 2004). Gauvrit (1997) found that cuttlefish in the Bay of Biscay reproduce mainly between mid-March and the end of June.

This study represents the first description of the growth and the changes in female reproductive glands in the Algerian water. The results allow us to observe that they do not differ to those obtained in other regions. This is in line with Mangold-Wirz (1963) who noted that the behaviour of Mediterranean cuttlefish does not differ from that of Atlantic cuttlefish.

References

- Bakhayokho, M., 1983.** Biologie de la seiche *Sepia officinalis* des cotes du Senegal. In Advances in assessment of world cephalopod resource (J.F. Caddy ed.). *FAO Fisheries Technical Papers*, 231, 204– 263.
- Boletzky, S.V., 1983.** *Sepia officinalis*. In: Cephalopod life cycles (P.R. Boyle ed.), pp. 31-52. Academic Press, London.
- Challier, L., Dunne, M.R. and Robin J.P., 2005.** Trends in age-at-recruitment and juvenile growth of cuttlefish, *Sepia officinalis*, from the English Channel. *ICES Journal of Marine Sciences*, 62 (8), 1671-1682.
- Dorel, D., Cadiou, Y. and Porcher, P., 1998.** Poissons, crustacés et mollusques des mers communautaires. Paramètres biologiques et représentations graphiques. Document interne Ifremer.
- Dunn, M. R., 1999.** Aspects of the stock dynamics and exploitation of cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) in the English Channel. *Fisheries Research*, 40, 277 - 293
- Ezzeddine-Najai, S., 1997.** Tagging of the cuttlefish, *Sepia officinalis* L. (Cephalopoda: Decapoda), in the Gulf of Tunis. *Scientia Marina*, 61(Suppl.), 59-65.
- Ezzeddine-Najai, S. and El Abed, A., 2001.** Etude de la croissance de la seiche *Sepia officinalis* Linné, 1758 (Cephalopoda, Decapoda) de la région nord de Tunisie. *Rapport Comité internationale de la Mer Méditerranée*, 36, 263P.
- Gauvrit, E., 1997.** Structure populationnelle et stratégie de reproduction de la seiche, *Sepia officinalis* L. (Mollusque, Céphalopode, Sepiidae) dans le nord du golfe de Gascogne. Thèse

- Doctorat. Sciences biologiques. Université de Rennes I, 211P.
- Guerra, A., 2006.** Ecology of *Sepia officinalis*. *Viet et Milieu*, 56 (2), 97-107
- Hanlon, R.T. and Messenger, J.B., 1996.** Cephalopod behaviour. Cambridge University Press-Cambridge. 232P.
- Inejih, C. A. O., 1990.** Les seiches en Mauritanie. Biométrie de *Sepia officinalis* et *S. bertheloti*. Reproduction et distribution de *Sepia officinalis*. Bulletin Scientifique CNROP, 20, 1-27
- Jardas, I., Pallaoro, A., Cetinic, P. and Duleic, J., 2001.** Cuttlefish *Sepia officinalis* L. 1758, in the trammel bottom set catches along the eastern Adriatic coast (Croatia). *Rapport Comité internationale de la Mer Méditerranée*, 36, 277.
- Jardas, I., Cetinic, P., Dulcic, J., Kraljevic, M., Matic Skoko, S., Pallaoro, A. and Soldo, A., 2004.** *Sepia officinalis* L., in the commercial trammel net catches in the north Adriatic in Autumn-Winter. *Rapport Comité internationale de la Mer Méditerranée*, 37, 373.
- Jeon, I., 1982.** Etudes de population de seiche (*Sepia officinalis* Linné, 1758) du golfe de Gascogne. Thèse 3^{ème} cycle, université de Caen. 312P.
- Jorge, I. and Sobral, M.P., 2004.** Alguns aspectos da biología e ecología da população de choco, *Sepia officinalis* da região de Averno. *Relatorios Cientificos e Tecnicos. Instituto Portugues de Investigacao Maritima IPIMAR, sér digit*, 15, 29P.
- Le Goff, R. and Daguzan, J., 1991.** Growth and life cycle of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca : Cephalopoda) in South Brittany (France). *Bulletin of Marine Sciences*, 49, 341-348.
- Manfrin Piccinetti, G. and Giovanardi, O., 1984.** Données sur la biologie de *Sepia officinalis* L. dans l'Adriatique obtenues lors des expéditions Pipeta. FAO, Fishery Report, 290, 135-138.
- Mangold-Wirz, K., 1963.** Biologie des céphalopodes benthiques et nectoniques de la mer catalane. *Vie et milieu*, (Suppl. 13), 1-285
- Mattacola, A.D., Maddock, L. and Denton, E.J., 1984.** Weights and lengths of *Sepia officinalis* trawled by the laboratory's boats 1978-1983. *Journal of the Marine Biological Association*, 64(3), 735-737.
- Medhioub, A., 1986.** Etude de la croissance et du cycle sexuel de la seiche (*Sepia officinalis* L.) des cotes normandes. These 3^o cycle. University de Caen. 117P.
- Pauly, D., 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 39 (3), 175-192.

- Richard, A., 1971.** Contribution a l'étude expérimentale de la croissance et de la maturation sexuelle chez le Cephalopode *Sepia officinalis* L. (Mollusque, Cephalopode), Thèse Doctorat d'Etat, Université de Lille. 264P.
- Royer, J., Pierce, G. J., Foucher, E. and Robin, J. P. 2006.** The English Channel stock of *Sepia officinalis*: Modelling variability in abundance and impact of the fishery. *Fisheries Research*, 78, 96 - 106
- Schwartz, D., 1983.** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion Ed., 3ème édition., 7ème tirage, 318P.

Cephalopods of the Algerian coast. Ecology, biology and exploitation of the cuttlefish *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) of the Algiers region

H. Kennouche- Fisheries Laboratory, Faculty of Biological Sciences. USTHB

Abstract.

This study based on data and observations collected from the commercial fishing of the Algiers region and those from surveys carried out by three different campaigns along the Algerian coast, brings, for the first time, elements on geographic and bathymetric distributions of species of cephalopods and their inventory. This study is also interested in ecology, diet, reproduction, growth and exploitation of a sepiidea species: *Sepia officinalis*.

This species is present in all sectors of the fishing activity in Algeria between surface and 200m depth. Its associated fauna is composed of commercial fish. Its diet consists mainly of fish and crustaceans. The period of spawning of *S. officinalis* has occurred between February and July with a size of first maturity of 12.6 cm for females and 10.6 cm for males.

The growth parameters (Von Bertalanffy model) determined by analysis of age structure (Petersen) and size structure (Powell-Wetherall) help us to establish the equation of growth and length-weight relationships for females, males and both sexes. The results are similar and close to those obtained by other authors. The coefficient of total mortality, natural mortality and fishing mortality and the size of selection obtained by statistical method were used for the application of analytical Beverton and Holt completed by the analysis of virtual populations (VIT software). These methods indicate the optimal situation of exploitation for cuttlefish *S. officinalis* in the Algiers region.

Keywords : Cephalopods - *Sepia officinalis* - Mediterranean - Algiers - Ecology - Reproduction - Fertility - associated fauna - Diet - Growth - Exploitation.

رأسيات الأرجل من الساحل الجزائري. إكولوجيا، بيولوجيا وإستغلال الحبار البني الداكن *Sepia officinalis* من منطقة الجزائر (1758 Linnaeus)

ح. كنوش ، مختبر مصائد الأسماك، وكلية العلوم البيولوجية، جامعة هواري بومدين

ملخص.

هذه الدراسة استنادا إلى بيانات والملاحظات التي تم جمعها من الصيد التجاري في منطقة الجزائر العاصمة وتلك الناتجة عن الحملات الثلاثة على طول الساحل الجزائري، يجلب، لأول مرة، عناصر على التوزيعات الجغرافية وقياس الأعماق الأنواع من رأسيات الأرجل وجردها. هذه الدراسة تهتم في البيئة، والنظام الغذائي، والتكاثر والنمو واستغلال: الحبار البني الداكن *S. officinalis*. هذا النوع من الحبار موجود في جميع قطاعات النشاط الصيد في الجزائر بين المياه السطحية و200 م عمق. تتعايش مع أسماك ذات قيمة تجارية مؤكدة. النظام الغذائي يتكون أساسا من الأسماك والقشريات. يتكاثر هذا الحبار بين فبراير ويوليو مع حجم النضج الأول 12.6 سم للإناث و 10.6 سم للذكور.

ساعدت مقاييس النمو (نموذج Von Bertalanffy) التي يحددها تحليل الهيكل العمري (Petersen) و تحليل هيكل حجم (Powell-Wetherall) إنشاء معادلة النمو والعلاقات طول-الوزن للإناث، الذكور ومن كلا الجنسين. النتائج قابلة للمقارنة وقريبة من تلك التي حصل عليها من قبل مؤلفين آخرين. تم استخدام معامل مجموع الوفيات، الوفيات الطبيعية و الوفيات صيد و حجم الإصطياد (الأسلوب الإحصائي) حصلت عليها لتطبيق Beverton et Holt وبرنامج VIT. وتشير هذه الأساليب للإستغلال المثالي للحبار البني الداكن في منطقة الجزائر.

كلمات المفتاح : رأسيات الأرجل - *Sepia officinalis* - البحر الأبيض المتوسط - الجزائر - إكولوجيا - التكاثر - الخصوبة - النمو - الإستغلال.