

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Badji Mokhtar- Annaba University

Université Badji Mokhtar Annaba



جامعة بادجي مختار - عنابة

FACULTÉ DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de MAGISTER

SPECIALITÉ : BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALE

OPTION : ÉCOTOXICOLOGIE

THÈME

Étude écotoxicologique de deux Néréidés : *Perinereis cultrifera* et *Nereis falsa*  
(Annélides, Polychètes) dans l'Est Algérien (El-Kala, Skikda): cycle de  
reproduction, activité biochimique et enzymatique.

Présenté par : M<sup>me</sup> Nacéra ALLOUTI

Directeur de recherche : Professeur T. DAAS

(Université d'Annaba)

Devant le Jury :

Président : Pr. N. SOLTANI

Pr. Université d'Annaba

Examineur : Dr. F. DERBAL

MC. Université d'Annaba

Examineur : Pr. O. MAAMCHA

Pr. Université d'Annaba

Novembre 2011

## Remerciements

*Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la capacité d'effectuer ce travail.*

*Je tiens tout d'abord à remercier le Pr Noureddine Soltani (Professeur à l'université d'Annaba), d'avoir accepté d'être le directeur de cette thèse. Etant donné sa grande expérience et connaissance en toxicologie de l'environnement son acceptation de juger mon travail m'a fait honneur et j'en profite pour lui exprimer toute ma gratitude pour m'avoir accueilli au sein de son laboratoire à plusieurs reprises pour effectuer des différentes manipulations.*

*Je suis très reconnaissante à Ouïed Daas Professeur à l'université de Badji Mokhtar d'Annaba, pour avoir accepté de juger ce travail.*

*Je tiens également à remercier Monsieur F.Derbal (Maitre de conférences à l'université d'Annaba), qui a bien voulu prendre part à ce jury afin de juger mon travail.*

*Je tiens particulièrement à remercier Pr Tarek Daas, son encadrement m'a apporté de nombreux enseignements aussi bien sur le plan scientifique que sur le plan humain, je tiens également à te remercier pour ton écoute et tes nombreux conseils qui m'ont permis, entre autres, de me donner la confiance nécessaire pour terminer mon travail.*

*Je remercie beaucoup l'équipe de laboratoire de biologie Animale Appliquée, ainsi l'ensemble des collègues de la promotion Ecotoxicologie, ainsi mes deux amies Hana et Samira. En fin, je ne peut terminer ces remerciements sans citer ma famille, à qui je dois tant et surtout ma mère, sans toi je n'aurai pu mener ce travail à bien.*

## LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
1	Dosage des protéines : Réalisation de la gamme d'étalonnage.	25
2	Dosage des glucides : Réalisation de la gamme d'étalonnage.	26
3	Dosage des lipides : Réalisation de la gamme d'étalonnage.	26
4	Variation mensuelle de la température (C°) de l'eau de mer d'El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	30
5	Variation mensuelle du pH de l'eau de mer d'El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	31
6	Variation mensuelle de la salinité (g/l) de l'eau de mer d'El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	32
7	Variation mensuelle de l'oxygène dissous (mg/l) de l'eau de mer d'El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	33
8	Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez deux populations de Néréidés : <i>N. falsa</i> et <i>P. cultrifera</i> récoltées à El-Kala au cours du cycle annuel (septembre 2008 à août 2009) (n=10).	35
9	Nombre de mâles et femelles de <i>P. cultrifera</i> et <i>N. falsa</i> récoltées à El-Kala durant la période annuelle : janvier à décembre 2009.	37
10	Liste faunistique établie selon la récolte de l'année 2009.	39

11	Dosage des protéines : Réalisation de la gamme d'étalonnage. (m ± s ; n=4).	42
12	Variation mensuelle des concentrations en protéines (µg/mg de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 (m ± s ; n = 4) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.	43
13	Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux des protéines (µg/mg de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 (m ± s ; n = 4) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.	44
14	Variation mensuelle des concentrations en protéines (µg/mg de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>N. falsa</i> récoltées au niveau d'El-Kala durant la période de février à juillet 2009 (m ± s ; n=4).	45
15	Dosage des glucides : Réalisation de la gamme d'étalonnage (m ± s ; n=4).	46
16	Variation mensuelle des concentrations en glucides (µg/mg de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 (m ± s ; n = 4) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.	47
17	Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux des glucides (µg/mg de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 (m ± s ; n = 4) : comparaison des moyennes pour un même	48

	sexe entre deux sites différents.	
18	Variation mensuelle des concentrations en glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>N. falsa</i> récoltées au niveau d'El-Kala et durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	49
19	Dosage des lipides : Réalisation de la gamme d'étalonnage ( $m \pm s$ ; $n=4$ ).	50
20	Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 3$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.	51
21	Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux des lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.	51
22	Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>N. falsa</i> récoltées au niveau d'El-Kala et durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ )	52
23	Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage ( $m \pm s$ ; $n=4$ ).	54

24	Variation mensuelle de l'activité spécifique de l'Acétylcholinestérase (nm/min/mg de protéines) chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récolté au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.	55
25	Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de l'acétylcholinestérase (nm/min/mg de protéines) chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.	55

## LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
1	Présentation de <i>P. cultrifera</i> . A. Vue générale (×2), 1 : <i>P. cultrifera</i> (88 mm), 2 : <i>N. falsa</i> (43 mm). B : <i>P. cultrifera</i> : 1. Face dorsale, 2. Face ventrale (×8).	6
2	<i>P. cultrifera</i> . A : Segments antérieurs constituant la tête. B : Répartition des paragnathes sur la face dorsale et la face ventrale. C : Parapodes vue face dorsale et face ventrale. D : Soie chinatineuse.	7
3	Coupe transversale d'un segment moyen du corps de <i>P. cultrifera</i> . (In Rouabah, 2003).	7
4	Présentation de <i>N. falsa</i> . A. Corps entier, B. Face dorsale, C. Faces dorsale et ventrale (×8).	9
5	<i>N. falsa</i> (Joan M <i>et al.</i> , 1984). a : Segments antérieurs constituant la tête , b : Face dorsale, c : Face ventrale, d : parapodes de sétigère antérieur, e : parapodes de sétigère postérieur, g et f : soies chinatineuses.	9
6	Organisation générale d'un Néréidé.	10
7	Localisation des sites d'échantillonnage de <i>P. cultrifera</i> et <i>N. falsa</i> du littoral Nord- Est Algérien (El- Kala, Skikda).	13
8	Un échantillon de récolte.	14
9	Multi-paramètre : CONSORT C 535.	15
10	Mode de reproduction chez les Néréidés (d'après Durchon 1967) :A <sub>1</sub> -Reproduction sans épitoquie, A <sub>2</sub> -Reproduction avec épitoquie médiane, A <sub>3</sub> -Reproduction avec épitoquie postérieure	17
11	Photographie montrant une épitoquie médiane postérieure d'une	18

	femelle <i>Perinereis cultrifera</i> (A), visualisation du début de la modification du corps (B).	
12	Cycle de vie du modèle biologique <i>P. cultrifera</i> (in Rouabah., 2003).	20
13	Tri de la récolte : (A) : Flore, (B) : Faune.	21
14	Principales étapes d'extraction des métabolites : protéines, glucides et lipides, selon Shibko <i>et al.</i> , 1966 .	24
15	Variation mensuelle de la température (C°) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	30
16	Variation mensuelle du pH de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	31
17	Variation mensuelle de la salinité (g/l) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	32
18	Variation mensuelle de l'oxygène dissous (mg/l) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).	33
19	Evolution de diamètre ovocytaire moyen chez deux populations de Néréidés : <i>P. cultrifera</i> et <i>N. falsa</i> récoltées à El-Kala au cours du cycle annuel (septembre 2008 à août 2009) (n=10).	36
20	Pourcentage des mâles et femelles de <i>P. cultrifera</i> récoltées à El-Kala durant la période annuelle : janvier à décembre 2009.	38
21	Pourcentage des mâles et femelles de <i>N. falsa</i> récoltées à El-Kala durant la période annuelle : janvier à décembre 2009.	38
22	Liste faunistique établie selon la récolte de l'année 2009.	40

23	Pourcentage des groupes zoologiques de la plage El-Mordjène à El- Kala.	41
24	Pourcentage des groupes zoologiques de la plage Miramar à Skikda.	41
25	Dosage des protéines : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$ coefficient de détermination).	42
26	Variation mensuelle des concentrations en protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	44
27	Variation mensuelle des concentrations en protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>N.falsa</i> récoltés au niveau d'El-Kala durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	45
28	Dosage des glucides : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité en glucose ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$ coefficient de détermination).	46
29	Variation mensuelle des concentrations en glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	48
30	Variation mensuelle des concentrations en glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>N.falsa</i> récoltés à niveau d'El-Kala durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	49
31	Dosage des lipides: droite de régression exprimant l'absorbance	50

	en fonction de la solution mère de lipide ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$ coefficient de détermination).	
32	Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>P. cultrifera</i> récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	52
33	Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de <i>N.falsa</i> récoltés au niveau d'El-Kala durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	53
34	Dosage des protéines : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$ coefficient de détermination).	54
35	Variation mensuelle de l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase ( $\text{nM}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) au niveau du corps de <i>P. cultrifera</i> récolté au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ; $n = 4$ ).	56



## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....</b>	<b>5</b>
2.1. Présentation de l'espèce.....	5
2.1.1. <i>Perinereis cultrifera</i> .....	5
2.1.1.1. Morpho-anatomie.....	5
2.1.2. <i>Nereis falsa</i> .....	8
2.1.2.1. Morpho-anatomie.....	8
2.2. Taxonomie.....	10
2.2.1. <i>Perinereis cultrifera</i> .....	11
2.2.2. <i>Nereis falsa</i> .....	11
2.3. Présentation des sites d'études.....	12
2.4. Mode de récolte .....	13
2.5. Paramètres physico-chimiques.....	15
2.6. Cycle de reproduction.....	15
2.7. Mode de reproduction et âge de maturité.....	16
2.8. Développement des Polychètes.....	19
2.9. Sex- ratio .....	20
2.10. Tri et identification du macro-benthos.....	21
2.10.1. Inventaire des macro-benthos et clés d'identification.....	21
2.11. Prélèvement des échantillons.....	22
2.12. Analyse biochimique.....	23
2.12.1. Extraction des métabolites.....	23
2.12.1.1. Dosage des protéines totales.....	25
2.12.1.2. Dosage des glucides totaux.....	25
2.12.1.3. Dosage des lipides totaux.....	26
2.13. Analyse enzymatique.....	27
2.13.1. Dosage de l'acétylcholinestérase.....	27

2.14. Analyse statistique.....	28
<b>3. RÉSULTATS.....</b>	<b>29</b>
3.1. Les paramètres physico-chimiques.....	29
3.2. Evolution de diamètre ovocytaire.....	34
3.3. Sex- ratio.....	36
3.4. Inventaire du macro-benthos.....	39
3.5. Dosage des métabolites dans les ovocytes.....	42
3.5.1. Dosage quantitatif des protéines.....	42
3.5.2. Dosage quantitatif des glucides.....	46
3.5.3. Dosage quantitatif des lipides.....	50
3.6. Analyse enzymatique.....	53
3.6.1. Dosage de l'Acétylcholinestérase.....	53
<b>4. DISCUSSION.....</b>	<b>57</b>
4.1. Les paramètres physico-chimiques.....	57
4.2. Evolution de diamètre ovocytaire.....	58
4.3. Sex-ratio.....	59
4.4. Inventaire du macro-benthos.....	60
4.5. Composition biochimique.....	61
4.6. Aspects enzymatiques.....	64
<b>5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>66</b>
<b>6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>68</b>
<b>7. RÉSUMÉ.....</b>	<b>92</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>93</b>
<b>ملخص.....</b>	<b>94</b>

## 1. INTRODUCTION

La biodiversité connaît depuis plusieurs décennies une altération importante due au changement climatique global (Walther *et al.*, 2002) mais également aux perturbations de l'environnement liées aux activités humaines (Chapin *et al.*, 2000 ; McKinney, 1998). Actuellement, la biodiversité est de plus en plus incluse dans les évaluations environnementales, grâce à l'utilisation d'indicateurs destinés aux travaux de protection de la nature et de détection de la pollution.

La pollution de l'environnement est devenue en quelques décennies un des problèmes majeurs qui conditionnent l'avenir de la civilisation technologique moderne. En effet, par la nature et l'étendu de son impact, la contamination chimique de tous les milieux continentaux et marins menace non seulement la santé publique ,mais même la pérennité de la biosphère toute entière .En effet, les dégradations de plus en plus étendues qui résultent de la pollution de l'écosphère compromettent la stabilité des écosystèmes affectés et en conséquence le renouvellement de ressources naturelles biologiques, voire minérales, considérées voici peu encore comme inépuisables et gratuites, telles l'air et l'eau.

La masse et la diversité croissante des polluants rejetés dans l'environnement par la technologie moderne conduisent aujourd'hui à s'interroger sur leurs effets globaux à l'échelle de la biosphère.

La pollution marine possède différentes origines, en effet, toutes les substances produites dans un bassin versant ont tendance à rejoindre à terme le milieu marin par les fleuves et les cours d'eau. Cette pollution peut être d'origine industrielle (hydrocarbures, métaux lourds, substances chimiques, etc...), agricole (nutriments, pesticides, etc.), ou tout simplement être produite par la population vivant autour du bassin (déchets solides ou liquides, résidus d'installation de traitement des eaux usées, polluants contenus dans les eaux de ruissellement, etc.) (Sarkar *et al.*, 2006) .

Aujourd'hui, deux approches complémentaires sont utilisées comme indicateurs de la pollution : les biomarqueurs et les bioindicateurs. Un biomarqueur, selon la définition la plus récente (Lagadic *et al.*, 1997),est un changement observable et /ou mesurable au niveau moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique ou comportementale, qui révèle l'exposition présente ou passée d'un individu à au moins une substance chimique à caractère polluant .

Les biomarqueurs permettent un suivi à la fois spatial et temporel donnant une image dynamique des variations des quantités de polluants présents dans le milieu marin.

Les bioindicateurs sont des organismes vivants utilisés pour surveiller la santé de l'environnement, où toute perturbation physiologique dans leur organisme indique une exposition chronique à la pollution. Ces perturbations sont tributaires de plusieurs critères, incluant entre autre, la sensibilité, la reproductibilité et la pertinence écologique pour bien représenter les phénomènes en cause (Iagadic *et al.*, 1997). A cet effet, de nombreux organismes ont été utilisés comme bioindicateurs de la pollution ; tels que Les organismes benthiques, notamment les polychètes, car ils sont capables d'accumuler des produits chimiques, organiques et les métaux lourds à des niveaux supérieurs que ceux trouvés dans l'environnement (Depledge et Rainbow 1990; Reish et Lemay, 1991; Discroll et McElroy, 1996; Méndez *et al.*, 1998), des polychètes errantes : *Amphitrite ornata*, *Capitella capitata*, *Chaetopterus variopedatus*, *Diopatra cuprea*, *Eurythoe complanata*, *Glycera americana*, *Heteromastus filiformis*, *Lumbrineris fragilis*, *Lycastis ouanaryensis*, *Neanthes arenaceodentata*, *Nereis diversicolor*, *Nereis succinea*, *Perinereis aibuhitensis*, *Phyllodoce novaehollandiae*, *Pseudopotamilla ocellata*, (Cross *et al.*, 1970; Eriksen *et al.*, 1988; Athalye et Gokhale 1991; Ying *et al.* 1992; Mason et Storms 1993; Moore et Dillon, 1993; Ishii *et al.*, 1994; Ahn *et al.*, 1995; Pesch *et al.*, 1995; Méndez et Pàez-Osuna 1998; Selck *et al.*, 1999; Wen-Xiong *et al.*, 1999), les bivalves : *Mytilus galloprovincialis*, *Perna perna* et *Musculista senhousia* du fait de leur capacité de bioaccumulation (Djediat *et al.*, 1990 ; Paulet *et al.*, 1992 ; Gregor et George, 1996 ; Aït Aïssa *et al.*, 2003).

Les Annélides sont des métazoaires triploblastiques, coelomates, protostomiens, hyponeuriens. Ils présentent une symétrie bilatérale, une tête, un tronc, une queue.

Leur caractéristique essentielle est d'être formée d'une série d'anneaux successifs appelés métamères, d'anatomie à peu près semblable. Les principaux organes se répètent donc régulièrement. Cette disposition régulière est appelée métamérisation et se retrouve chez les Arthropodes et les Cordés. L'apparition de la métamérisation est datée de 570 millions d'années environ. Dans la forme ancestrale, tous les métamères sont semblables, et les structures dérivées de l'ectoderme et du mésoderme sont répétées dans chaque segment qu'on pourrait presque considérer comme un organisme indépendant.

Les Annélides Polychètes sont généralement le taxon le plus abondant dans les communautés benthiques en terme de richesse numérique et biodiversité (Dean., 2008 ; Garcia-Alonso *et al.*, 2009). Les Polychètes rencontrés dans les écosystèmes littoraux et côtiers vivent souvent dans des

milieux enrichis en matière organique et ils sont fréquemment en contact avec des substances possédant des propriétés toxiques (effluents, déchets industriels et domestiques, lessives et détergents, pesticides, herbicides). Ils constituent donc un matériel biologique de choix afin de suivre les effets écologiques des contaminants et pour évaluer les flux de xénobiotiques dans les chaînes alimentaires. Récemment, des études sur la tolérance et le stockage des métaux lourds et des hydrocarbures chez les annélides polychètes ont été entreprises dans le but de surveiller la qualité des eaux portuaires.

Ces organismes interviennent de façon importante dans la décomposition et le recyclage de la matière organique à l'intérieur des sédiments (Hutchings, 1998). Ainsi certaines espèces, de par leur intense activité galéricole et tubicole exercent une action sur l'environnement sédimentaire et sur les populations animales et végétales qui y vivent. La bioturbation ainsi générée influence le transport des particules sédimentaires (Davis, 1993), l'oxygénation et le contenu en eau des sédiments (Stephens, 1975), les échanges de la matière entre la colonne d'eau et les sédiments, le métabolisme de la matière organique et modifie la chimie des eaux interstitielles (Lopez et Levinton, 1987).

Les potentialités d'utilisation des annélides polychètes sont multiples dans le secteur industriel (production d'appâts de pêche, production d'aliments pour les animaux d'élevage, traitement des eaux usées) que dans le domaine environnemental (test d'écotoxicité, bio surveillance du milieu marin). Parmi les quelques 10 000 espèces de polychètes décrites actuellement, seul l'exploitation et l'élevage d'un faible nombre d'entre elles peut être envisagé. Olive (1994) signale l'exploitation régulière de plusieurs dizaines d'espèces parmi lesquelles quelques membres de la famille des *Nereididae*.

Les Polychètes errants comme *Nereis* sont des prédateurs munis de mâchoires ou de dents. Ils vivent dans le sable, sous les pierres, dans les fentes des rochers ou les algues. Leurs parapodes leur permettent de marcher rapidement à la surface des sédiments et de se déplacer dans des tunnels. Les ondulations du corps permettent également de se servir des parapodes comme de rames et pour nager.

Les Polychètes sont des Annélides gonochoriques qui ne présentent pas d'organes génitaux bien différenciés. Cependant, ils possèdent des masses de cellules gamétiques, qui apparaissent comme des renflements du péritonium dans certains segments du corps (Barnes, 1980). Certains auteurs considèrent ces structures, chez les femelles de la majorité des Polychètes, comme des ovaires (Clarck *et al.*, 1973 ; Olive, 1973). À maturité, les produits génitaux sont libérés, tombent dans le

coelome, puis sont évacués par les néphridies (Hauenschild , 1966). Dans le cas de l'épitoquie, les gamètes sont évacués par simple rupture du tégument (Golding *et al.*, 1994).

L'Algérie dispose d'une large façade maritime qui se situe au cœur de la Méditerranée, et s'étend sur plus de 1200 Km, du point de vue écologique le littoral Algérien est riche et diversifié, sa façade maritime longue alterne rivage rocheux, plages sableuses et zones humides (Djellal *et al.*, 2009) ; toutefois il est caractérisé par une forte concentration de la population (40 % de cette dernière est concentré sur le littoral) (Taleb *et al.*, 2007). La ville de Skikda est devenue depuis les années 70 un grand pôle industriel d'importance internationale, dominé par le grand complexe pétrochimique de l'Afrique du Nord, néanmoins, ce tissu industriel dense implanté sur le littoral constitue un véritable danger pour l'environnement qui subit d'importants rejets de produits toxiques polluant l'air, l'eau, et le sol détruisant petit à petit la santé de ces écosystèmes.

Notre travail a permis de déterminer le cycle de reproduction de deux espèces de Néréidés : *Perinereis cultrifera* et *Nereis falsa* présentes sur le littoral Nord-Est Algérien.

A travers notre enquête, nous sommes intéressés par l'étude de ces deux espèces du point de vue répartition géographique, étant donné que *P.cultrifera* a été récolté au site de Skikda et *N.falsa* au site d'El-Kala. Cependant, notre recherche vise à évaluer la réponse des populations de *P.cultrifera* à l'impact d'une éventuelle pollution par les hydrocarbures a raison de la présence de la station de raffinerie, contrairement à El-Kala qui est considéré comme un site de référence.

## **2. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **2.1. Présentation des espèces**

#### **2.1.1. *Perinereis cultrifera***

##### **2.1.1.1. Morpho-anatomie**

*Perinereis cultrifera* (Grube, 1840), Annélide Polychète de la famille des Nereididae est un ver qui mesure de 50 à 90 mm de long et 4 à 5 mm de largeur (Fig. 1, A, 1). Le corps de ce Néréidé, est vermiforme, à segments très nombreux, presque exactement semblables entre la tête et le pygidium.

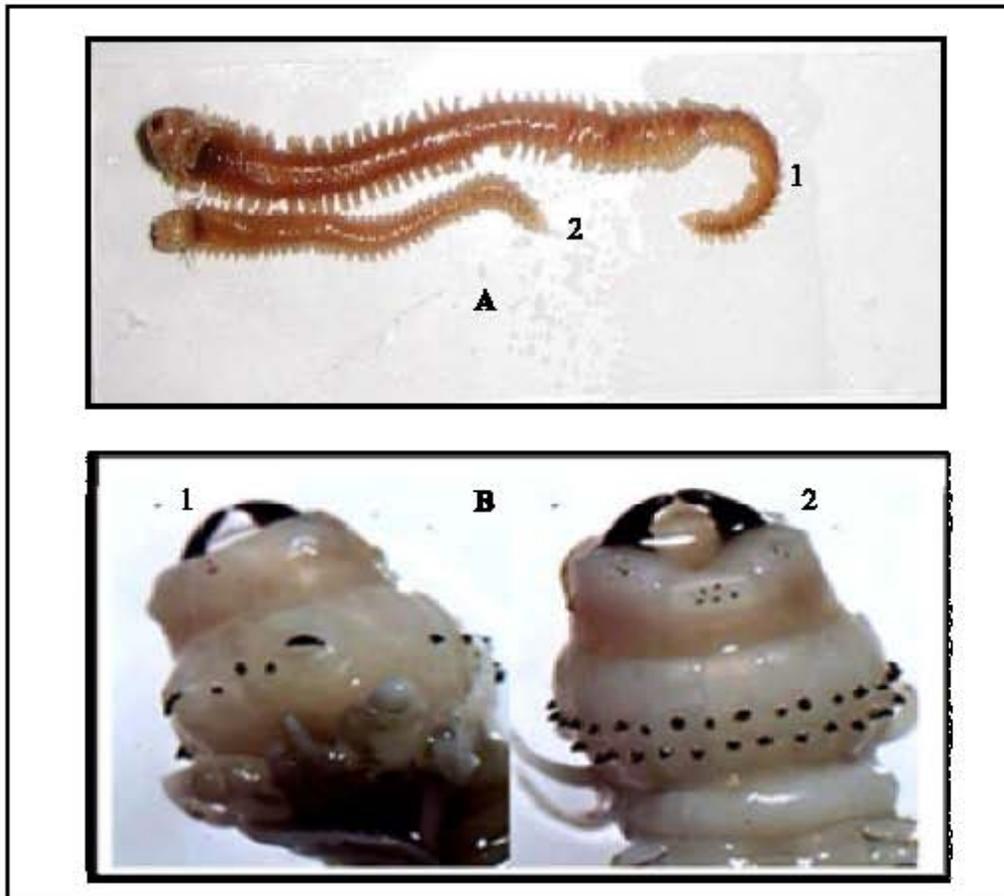
La tête comprend un prostomium vaguement trapézoïde, 2 gros yeux, deux petites antennes subulés, deux gros palpes biarticulés, et un segment buccal, ou péristomium, pourvu de 4 paires de cirres tentaculaires (Fig.1, B, 1 et 2). Chez les Polychètes, les paragnathes sont répartis en groupe sur les deux anneaux antérieurs et ils sont souvent utilisés pour distinguer les espèces (Hartman, 1945 ; Smith, 1958 ; Pettibone, 1963). *P.cultrifera* se caractérise par la présence de paragnathes coniques et transversaux à la surface du proboscis et de trois paragnathes qui forment un triangle au niveau du lobe (V) (Fig. 2).

Les parapodes des deux premiers segments sont uniramés tandis que les suivants, tous biramés, comportent une rame dorsale, avec une cirre dorsale, avec un faisceau de soies composées, et une rame ventrale avec deux languettes, une cirre ventrale et deux faisceaux de soies. Le pygidium se termine par deux longues cirres, ou urites, entre lesquelles s'ouvre l'anus.

Une coupe transversale pratiquée dans un segment moyen permet de situer les différents organes. Sous l'épiderme se trouve une couche de muscles circulaires transversaux et quatre muscles longitudinaux (Fig. 3). Le tube digestif, rectiligne, étranglé à chaque segment par un diaphragme, a un aspect monoliforme, sauf dans sa partie antérieure où la trompe est suivie d'un étroit œsophage, d'un gésier avec deux diverticules et d'un court ventricule.

L'appareil circulatoire clos, dans lequel circule un sang dont le plasma est coloré en rouge par l'hémoglobine, comprend un vaisseau dorsal, un vaisseau ventral et un réseau compliqué de vaisseaux pédieux et transversaux en communication avec des capillaires intestinaux.

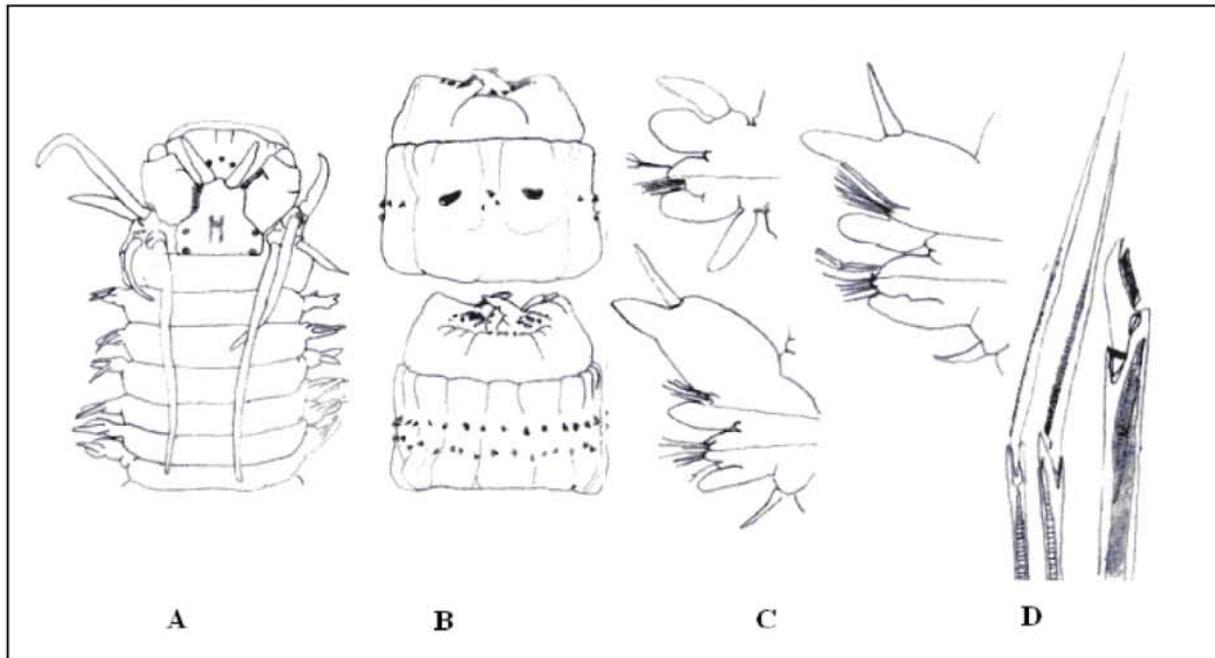
Les produits génitaux ne forment pas des gonades distinctes, ils se détachent rapidement des vaisseaux pédieux sur lesquels ils prennent naissance, et tombent dans la cavité générale où ils se développent ensuite. La durée de vie de cette espèce est de 3 ans (Scaps et al., 1992).



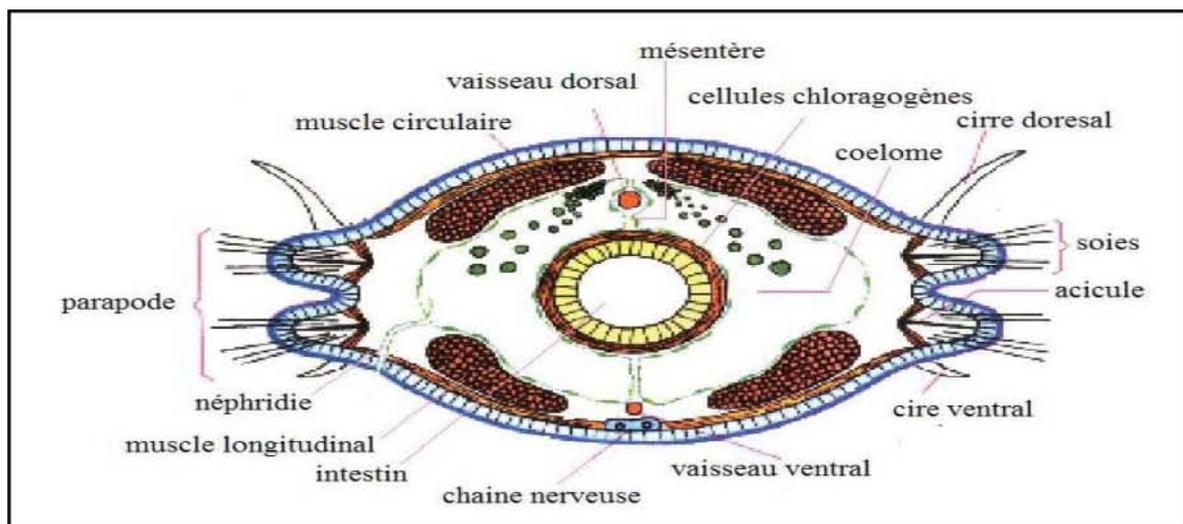
**Figure 1.** Présentation de *P. cultrifera* et *N. falsa*.

**A.** Vue générale ( $\times 2$ ), 1 : *P. cultrifera* (88 mm), 2 : *N. falsa* (43 mm).

**B.** *P. cultrifera* : 1. Face dorsale, 2. Face ventrale ( $\times 8$ ).



**Figure 2.** *P. cultrifera*. **A** : Segments antérieurs constituant la tête. **B** : Répartition des paragnathes sur la face dorsale et la face ventrale. **C** : Parapodes vue face dorsale et face ventrale. **D** : Soie chitineuse.



**Figure 3.** Coupe transversale d'un segment moyen du corps de *P. cultrifera*. (In Rouabah, 2003).

## **2.1.2. *Nereis falsa***

### **2.1.2.1. Morpho-anatomie**

*Nereis falsa* (Fauvel, 1923), Annélide Polychète de la famille des Nereididae, animal très contracté, a la tête recourbée vers la face ventrale, il mesure environ 50mm de long et 3mm de large (fig. 4, A, 2).

Le prostomium (Fig. 5, a), est large postérieurement, brusquement, resserré en avant à grandes yeux. Les paragnathes (Fig. 5, b, c) sont arrangées comme suit : Région I, peu de cônes; région II, lignes courbés; région III, le groupe ovale ; région IV, lignes courbés, la région V, est absente; région VI, des groupes de quatre ou moins de cônes; régions VII et VIII, plusieurs irrégulières lignes (Hartman, 1944). Les ligules deviennent un peu plus coniques postérieurement (Fig. 5, f).

Le tube digestif est rectiligne de la bouche à l'anus et ne comporte qu'une seule couche de cellules doublée extérieurement d'une couche musculaire. L'appareil circulatoire entièrement clos comprend un vaisseau dorsal et un vaisseau ventral qui émettent des ramifications dans les parapodes où se font les échanges respiratoires (hématose) et des ramifications au niveau du tube digestif où se fait l'absorption (Fig.6).

La respiration est cutanée chez *N. falsa*, elle s'effectue par le tégument au niveau des parapodes. Chez quelques polychètes, certains parapodes sont différenciés en branchies (ramifications cutanées et concentration de vaisseaux sanguins).

Les organes génitaux ne sont pas bien différenciés, les sexes sont séparés. A maturité, les produits génitaux tombent dans la cavité générale où ils terminent leur maturation. Chez *N. falsa* les gamètes sont libérés par rupture du tégument ou par l'anus. D'autres espèces possèdent de vrais conduits génitaux.

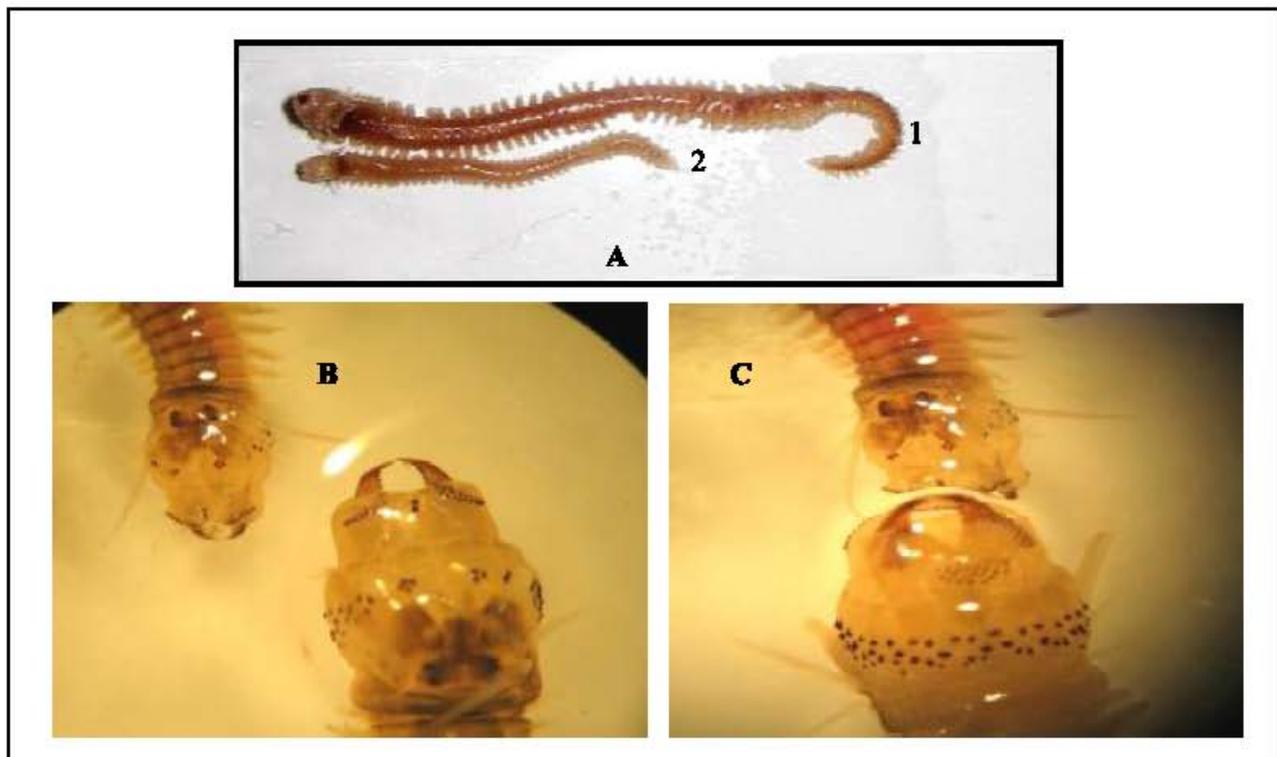


Figure 4. Présentation de *P.cultrifera* et *N.falsa*.

A : 2. *N.falsa* : Corps entier, B : Face dorsale, C : Faces dorsale et ventrale ( $\times 8$ ).

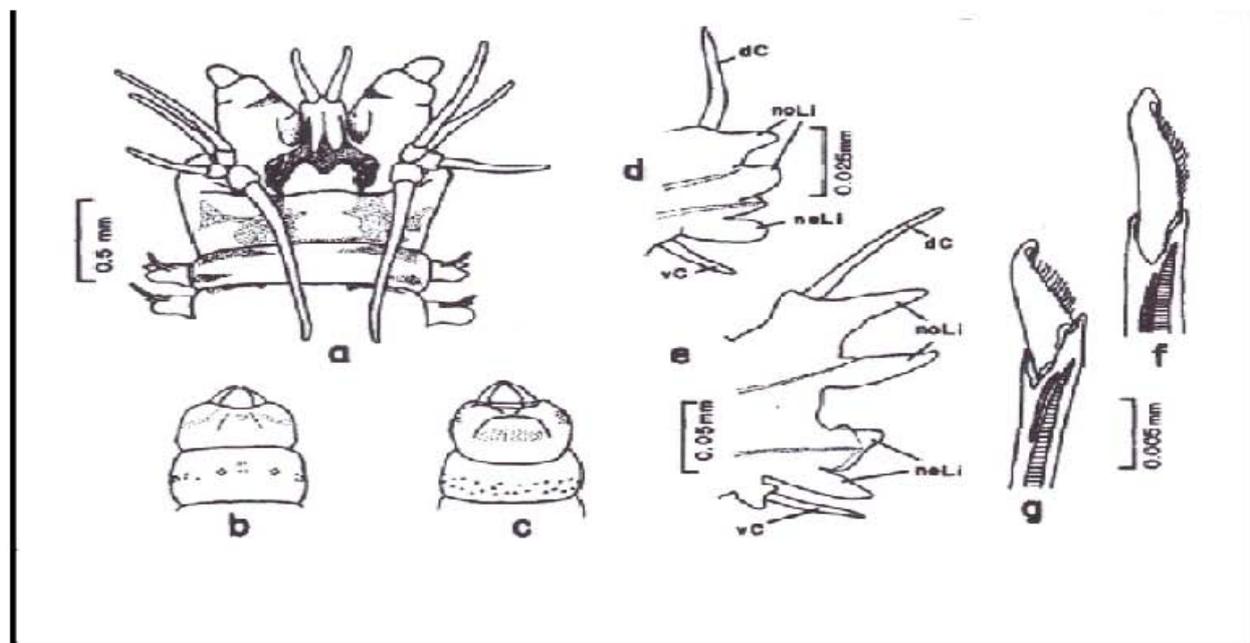


Figure 5. *N. falsa* (Joan M *et al.*, 1984). a : Segments antérieurs constituant la tête, b : Face dorsale, c : Face ventrale, d : Parapodes de sétigère antérieur, e : Parapodes de sétigère postérieur, g et f : Soies chitineuses.

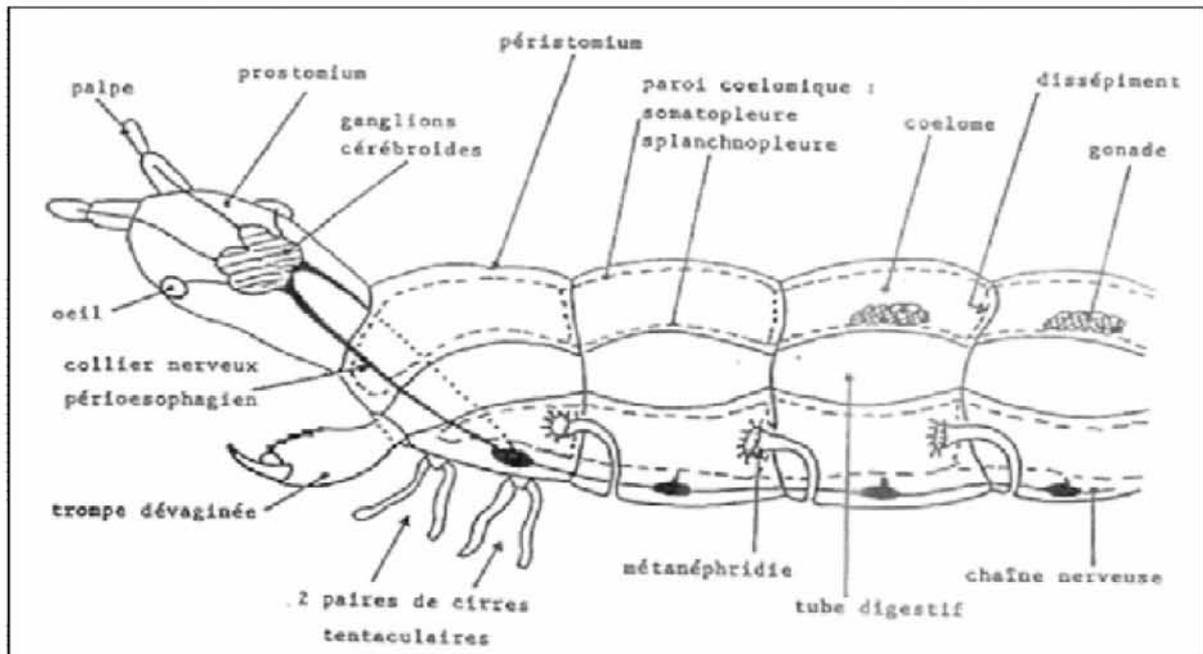


Figure 6. Organisation générale d'un Néréidé.

## 2.2. Taxonomie

La plupart des études taxonomiques courantes des organismes marins sont basées sur des caractères phénotypiques et des informations géographiques. Cela mène à des ressemblances morphologiques, mais la distinction évolutive et phylogénétique considère largement l'espèce comme une entité seule et indépendante.

**2.2.1. *Perinereis cultrifera***

Selon le registre européen des espèces marines ERMS ; la classification de l'Annélide Polychète *Perinereis cultrifera* acceptée, et citée dans Fauchald et Bellan (2009) est la suivante :

**Royaume :** Animalia  
**Embranchement :** Annelida  
**Classe :** Polychaeta  
**Sous classe :** Aciculata  
**Ordre :** Phyllodocida  
**Famille :** Nereidae  
**Genre:** *Perinereis* (Kinberg, 1865)  
**Espèce :** *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840)

**2.2.2. *Nereis falsa***

**Royaume :** Animalia  
**Embranchement :** Annelida  
**Classe :** Polychaeta  
**Sous classe :** Aciculata  
**Ordre :** Phyllodocida  
**Famille :** Nereidae  
**Genre:** *Nereis*  
**Espèce :** *Nereis falsa* (Quatrefages, 1866)

### 2.3. Présentation des sites d'étude

Les individus de *P. cultrifera* ont été récoltés sur deux sites du littoral méditerranéen au Nord-Est d'Alger, le premier site d'échantillonnage est la plage Miramar située sur la côte de la ville de Skikda. Le deuxième site est situé à El-Kala, plage El-Mordjène, cependant les individus de *N.falsa* ont été récoltés seulement au niveau du deuxième site (Fig. 7).

#### Site de Skikda :

Skikda se situe à l'est du littoral Algérien ; entre les latitudes de 36°5' et 36°30' N, et les longitudes de 7°15' et 7°30' E ; à 510 Km d'Alger. Elle s'étend sur une superficie de 4137,68 km<sup>2</sup>, avec 142 km de côte. La plage de Miramar se trouve à proximité du port de Stora a été choisi comme station de prélèvement.

Le littoral de Skikda est caractérisé par un trafic maritime intense, des rejets urbains d'une grande ville, il est bien connu pour être affecté par les émissions de la zone industrielle pétrochimique, ce qui le rend un secteur fortement influencé par la pollution causée par le transport, la transformation et le stockage des hydrocarbures et de leurs dérivés.

Le climat de la région est de type méditerranéen, caractérisé par deux saisons principales, un hiver doux et pluvieux (décembre - février) et un été chaud et sec (juin - septembre).

#### Site d'El-Kala :

El-Kala se situe à l'extrême Nord-Est de l'Algérie (Wilaya d'El-Tarf), à 140 km de Skikda. Elle s'étend sur une superficie de 800 km<sup>2</sup>. Ses coordonnées vont de 36°43' à 36°57' N et de 7°43' à 8°37' E.

Le site d'El-Kala comprend une belle mosaïque d'habitat, zone humide, terrestre et marine ; classé réserve de la biosphère par l'UNESCO en 1990. Par sa nature particulièrement généreuse, cet ensemble d'écosystèmes abrite une faune, et une flore très riche en terme de biodiversité.

La plage El-Mordjène (El-Kala) est caractérisé par la dominance du granite dans la composition des roches de la zone intertidale et on trouve des grès numidien (grès : roche sédimentaire à gros grains composée de masses consolidées de sable déposé par le mouvement de l'eau ou du vent). Le granite est une roche magmatique de formation et de texture cristalline visible.



Figure 7. Localisation des sites d'échantillonnage de *P. cuirifera* et *N. falsa* du littoral Nord-Est Algérien (El- Kala, Skikda).

#### 2.4. Mode de récolte

Une récolte mensuelle a été effectuée sur une période d'un an de janvier à décembre 2009. La récolte a été réalisée à partir de la zone intertidale et la zone subtidale peu profonde.

La méthode consiste à récolter les algues, les animaux et les sédiments à la base à la main ou à l'aide d'un grattoir. Ce mode de récolte est difficile, fatigant et demande beaucoup de temps. De plus, il est moins rentable dans la mesure où un nombre important de vers est sectionné suite au bris mécaniques. Par conséquent, ce mode de récolte est de plus en plus abandonné, cependant il est remplacé par d'autres méthodes qui semblent être plus rentables car elles sont rapides et permettent surtout de prélever des individus entiers et en grande quantité. Ces méthodes

consistent à forcer les vers à sortir de leur galerie par l'utilisation de produits chimiques (eau de Javel diluée à 10% ou du  $\text{KMnO}_4$  en solution diluée de 0,5% à 1% dans l'eau de mer). Cependant, ce type de procédé entraîne des destructions dramatiques de l'environnement et des ressources biotiques.

Les récoltes (algues, animaux, sédiments) ont été gardées dans l'eau de mer du site d'origine, dans des sacs en plastiques étiquetés, et transportés immédiatement dans une glacière au laboratoire (Fig. 8).



**Figure 8.** Un échantillon de récolte.

Les prélèvements ont été effectués à marée basse. Le sexe, le stade de développement de chaque individu ainsi que l'étape de la gamétogénèse ont été déterminés par l'examen microscopique de la ponction du liquide cœlomique. Pour les femelles, les diamètres d'une quarantaine d'ovocytes ont été mesurés à l'aide d'un microscope photonique étalonné.

## **2.5. Paramètres physico-chimiques**

La physico-chimie des eaux est d'une importance majeure dans la dynamique des espèces benthiques. A cet effet, on a mesuré mensuellement les paramètres physico-chimiques de l'eau (T°, Salinité, O<sub>2</sub> dissous et pH) durant l'Année 2009 à l'aide d'un multi-paramètre «Consort C535» (Fig. 9).



**Figure 9.** Multi-paramètre : CONSORT C 535.

## **2.6. Cycle de reproduction**

Au laboratoire, les vers ont été fixés dans une solution de formol à 8%. Ils ont été ensuite soumis à un examen microscopique afin de noter la présence des modifications morphologiques caractéristiques de l'épitoquie. De plus, un examen microscopique du contenu coelomique de chaque individu a été effectué de manière à séparer les individus en trois catégories : mâles, femelles et indifférenciés. Une incision a été réalisée au niveau du 20<sup>ème</sup> sétigère et environ 1 ml de liquide coelomique a été prélevé à l'aide d'une pipette pasteur puis observé sur une lame sous microscope photonique (OLYMPUS CH 20). Les mâles ont été identifiés par la présence d'amas spermatiques et les individus matures par celle de spermatozoïdes. Les femelles ont été identifiées par la présence d'ovocytes et les individus ne présentant pas de produits génitaux dans leur contenu coelomique, ont été considérés comme étant des individus sexuellement indifférenciés.

Pour déterminer la période de reproduction et l'état de maturité, les diamètres de 40 ovocytes ont été mesurés pour chaque femelle à l'aide d'un micromètre adhérent à un microscope préalablement étalonné.

### **2.7. Mode de reproduction et âge de maturité**

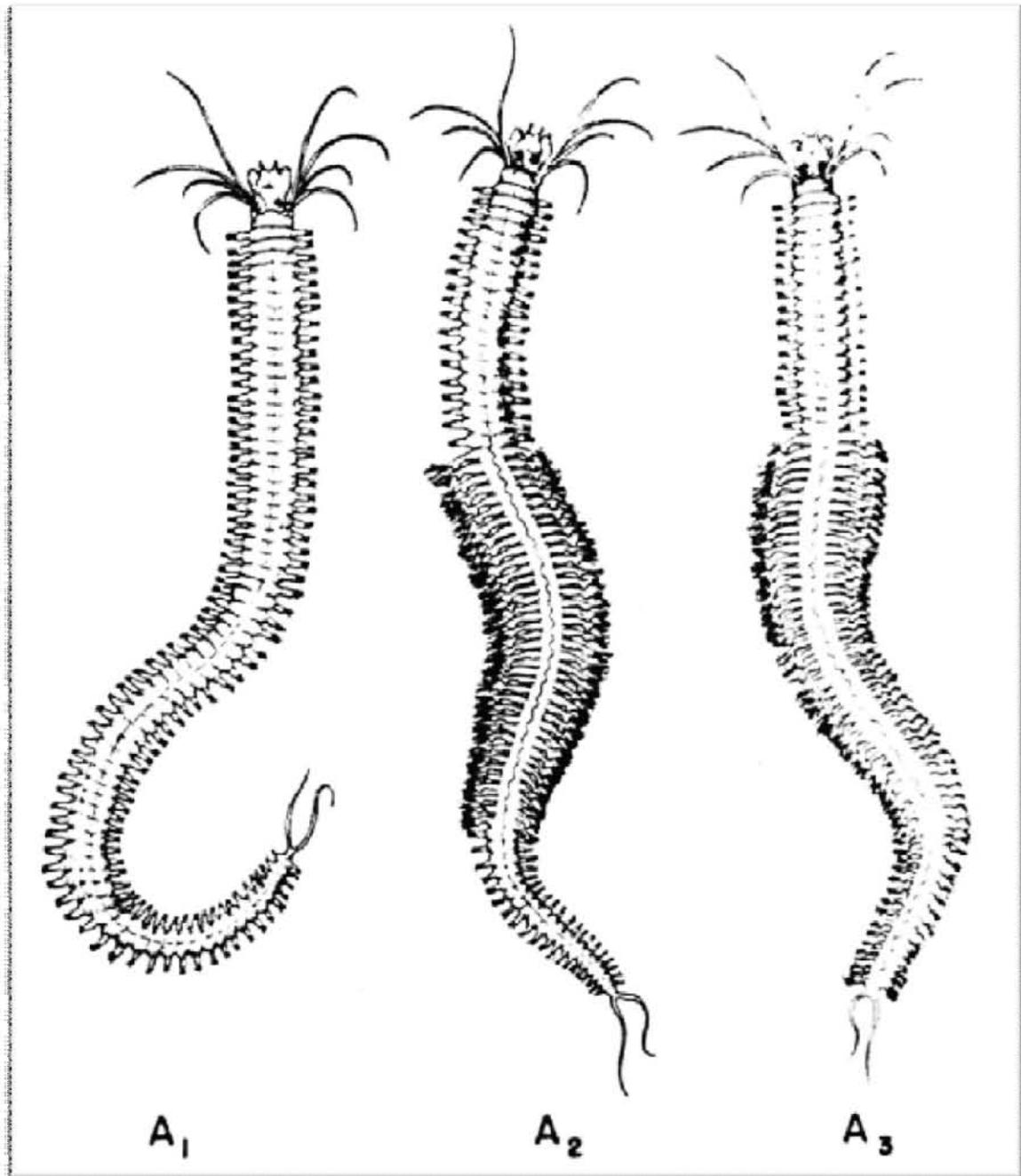
Parmi les Annélides Polychètes, c'est chez les Néréidés que la sexualité est la mieux connue. Ces vers marins, qui ne se reproduisent qu'une seule fois, meurent dans les jours qui suivent l'essaimage au cours duquel se fait l'émission des produits génitaux. Selon les genres, la durée de vie est de 1, 2, ou 3 ans (Herpin, 1925).

Trois états successifs caractérisent la sexualité de ces animaux :

- Absence de produits génitaux (état dit, par simplification, « asexuée »).
- Gamétogénèse.
- Maturité génitale et reproduction de l'animale.

En se basant sur les données bibliographiques (Andries, 2001 ; Lawrence & Soame, 2010), la croissance des ovocytes chez les Nereidae se produit dans une période de temps prolongée durant laquelle ils vont subir une croissance très lente, suivie par une croissance rapide et terminée par une différenciation d'ovocytes matures ; quatre phases successives de l'ovogénèse sont généralement décrites: pré-vitellogénèse, vitellogénèse, corticogénèse et maturité.

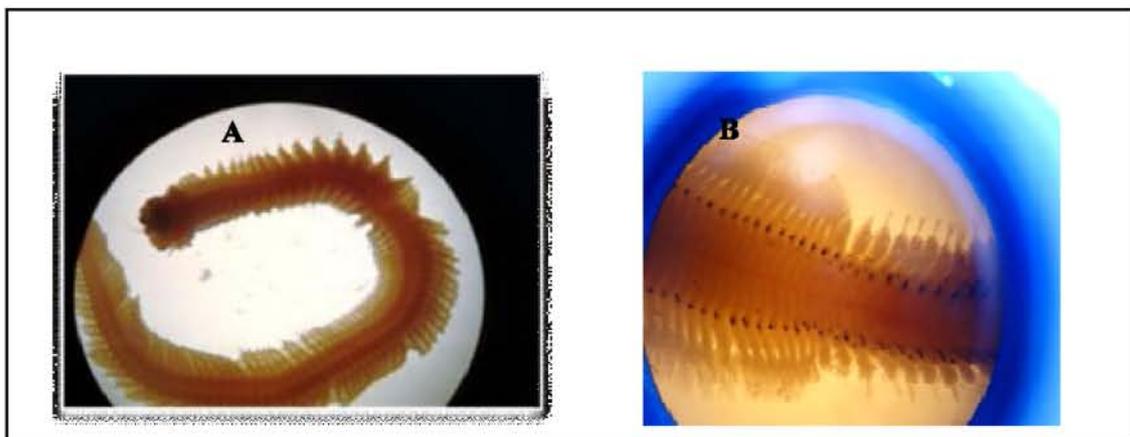
La maturité sexuelle s'accompagne chez plusieurs polychètes, d'importantes modifications morphologiques qui ont reçu le nom d'épitoquie ou épigamie (Durchon, 1967) (Fig.10).



**Figure 10.** Mode de reproduction chez les Néréidés (Durchon, 1967) : A<sub>1</sub>-Reproduction sans épitoque, A<sub>2</sub>-Reproduction avec épitoque médiane, A<sub>3</sub>-Reproduction avec épitoque postérieure.

L'état d'épitoque a été apprécié chez *P. cultrifera* à partir de l'observation au microscope des parapodes prélevés dans la région médiane des vers, ce qui a permis de distinguer les quatre stades décrits par Bauchot-Boutin et Bobin (1954) : Stade I (Atoque), Stade II et III (Stades

intermédiaires), Stade IV (épitoque parfaite) (fig. 10) ; on assiste à une augmentation de la taille des yeux, un élargissement des parapodes ; la formation de soies hétéronéridiennes disposées en éventail, et corrélativement à des modifications musculaires, dans les segments correspondants, à l'exception des 19 ou 20<sup>ème</sup> segments antérieurs, où ils sont tassés les uns contre les autres, ce qui rend l'animal plus court, plus large et aplati, à épitoque médiane et postérieure (Durchon, 1967) (Fig. 11). Parallèlement à ces transformations, Dakhama et Dhainaut (1985) ont signalé que lors de la reproduction, le tube digestif présente une atrophie, qui s'accompagne d'un arrêt de l'alimentation. Chez *N.falsa* la reproduction est de type atoque, elle s'effectue sans modifications morphologiques.



**Figure 11.** Photographie montrant une épitoque médiane postérieure d'une femelle *Perinereis cultrifera* (A), visualisation du début de la modification du corps (B).

Cette métamorphose permet à l'animal qui porte alors le nom d'hétéronereis, une adaptation à une vie pélagique courte (Hébert Cathelain *et al.*, 2008), afin de nager vers la surface au moment de l'essaimage, qui s'effectue à des périodes bien déterminées avec le cycle lunaire (Hardege *et al.*, 1990) ; L'essaimage chez les Nereidae est caractérisé par ce qu'on appelle la danse nuptiale, à savoir, la natation dans des cercles de plus en plus petits tout en émettant les produits génitaux, qui a été bien décrite chez *Nereis succinea* par Hardege *et al* (1997).

L'observation des données sur les populations de *P. cultrifera* qui ont été étudiées sur le littoral Algérien, montre que le mode de reproduction et la durée de vie diffèrent selon la localisation géographique, à Alger la durée de vie des individus ne dépasse pas probablement deux ans, et se

reproduisent par atoquie, (Rouabah et *al.*, 2008) ; tandis qu'à Annaba, Rouabah et Scaps (2003) indiquent qu'ils ont une durée de vie de trois ans, et se reproduisent par épitoquie.

## **2.8. Développement des Polychètes**

Chez les polychètes, la reproduction et le développement, deux modes qui sont sensiblement variables même parmi les espèces congénère morphologiquement semblables (À Kesson, 1973; Grassle et Grassle, 1976; Levin et Bridges, 1995). Le cycle de vie de certaines espèces d'Annélides Polychètes est caractérisé par des transitions écologiques qui s'opèrent à deux niveaux (Porchet, 1996), une transition liée au développement et à la croissance des adultes et, une autre liée à la reproduction (dissémination de l'espèce).

La plupart des polychètes néréide sont strictement sémelpare. Les stades de développement larvaire et juvénile sont suivis par une période prolongée, période de prolifération gamétogonale qui en résultent, des femelles, en présence d'ovocytes à des stades divers de développement (Olive et *al.*, 1981). Les dernières étapes de l'ovogenèse impliquent un processus de «formation de cohorte», au cours de laquelle des petits ovocytes disparaissent et tous les gamètes atteignent leur taille normale, ce qui entraîne par un processus de transformation cytoplasmique à la production des ovocytes matures et fertiles.

La représentation schématique du cycle de vie de *P. cultrifera* donnée dans la figure 12, montre qu'il est marqué par deux phases, semi-pélagique brève, et benthique ; les œufs sont de grande taille (diamètre des œufs 350 µm), lecitotrophe et démersales ; La segmentation est spirale aboutit à une larve ciliée, la trochophore qui présente une couronne ciliaire peu développée, et souvent rompue sur le fond qui se développe en métatrochophore, l'éclosion a lieu au stade erpochète de 3 sétigères, à la fin de la phase semi-pélagique la larve devient sédentaire, au stade erpochète de 4 sétigères, elle perd la couronne ciliaire et acquiert des habitudes benthiques, le jeune ver benthique de 10 à 11 segments a le même style de vie que les adultes, migre vers le bas durant la phase de croissance, et de différenciation sexuelle, où il accomplit les modifications morphologiques de l'épitoquie.

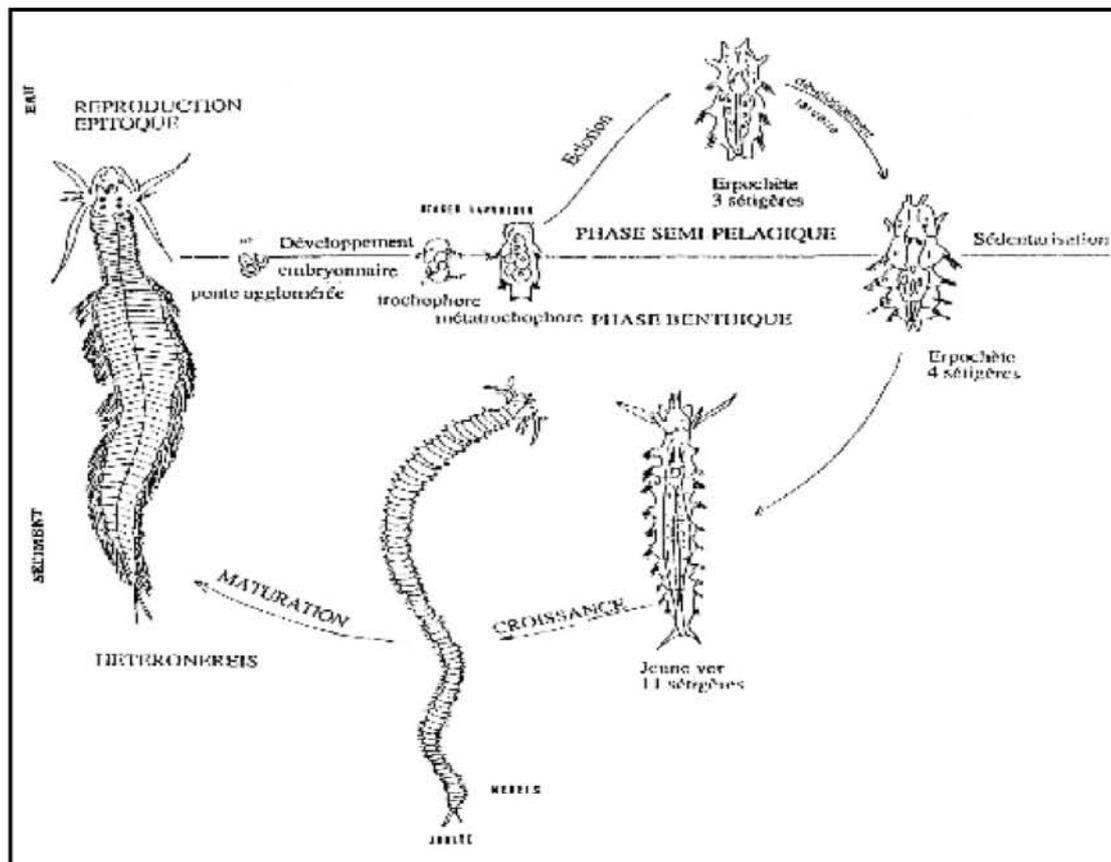


Figure 12. Cycle de vie du modèle biologique *P. cultrifera* (in Rouabah., 2003).

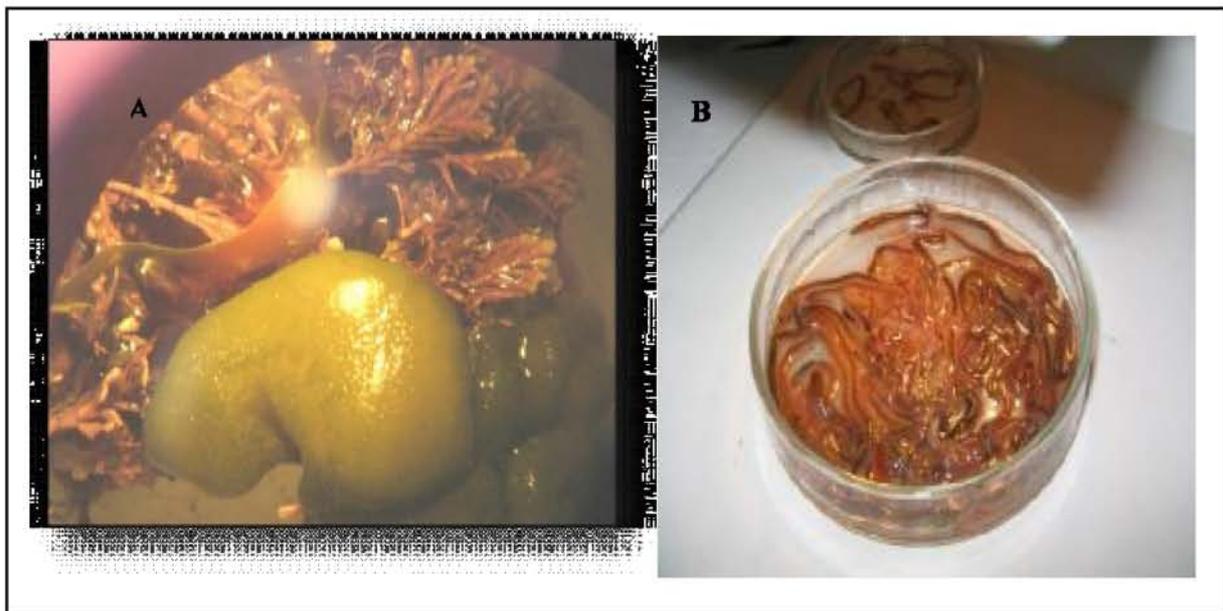
## 2.9. Sex- ratio

L'analyse du contenu cœlomique requis l'utilisation de ciseaux à iris, principalement pour les individus plus petits. Les animaux sans produits sexuels ne sont pas considérés dans l'analyse. Les mâles ont été identifiés par la visualisation des plaques du sperme ou du sperme libre. Pour chaque femelle de *P.cultrifera* et de *N.falsa* un maximum de 36 ovocytes (pour les spécimens dans les derniers stades de maturation) et un minimum de 14 ovocytes (pour les petits spécimens), ont été mesurés. Cette procédure suit celle utilisée par d'autres auteurs dans des études similaires (Mettam, 1979 ; Olive et Garwood, 1981; Mettam, Santhanam et Havard, 1982; Möller, 1985;

Hefferman et Keegan, 1988; Francés Salinas Zubillaga et Saiz Salinas, 1997, Abrantes *et al.*, 1999).

### **2.10. Tri et identification du macro-benthos**

Au laboratoire, les prélèvements du macro-benthos ont été triés à l'œil nu sous une lampe forte. Tous les animaux trouvés sont extraits des algues et des sédiments dérivants, triés par groupe zoologique, ensuite ils ont été transférés dans du formol à 8% en eau de mer. Ils ont été examinés sous une loupe binoculaire (ZEISS STEMI DV4) au plus bas taxon possible (fig. 13).



**Figure 13.**Tri de la récolte : (A) : Flore, (B) : Faune.

#### **2.10.1. Inventaire du macro-benthos et clés d'identification**

Les Annélides sont principalement représentés dans les écosystèmes marins par les vers de la classe des polychètes qui comptent souvent jusqu'à un tiers des espèces macro-benthiques rencontrées et jusqu'à 80% de l'abondance totale en plus de présenter de fortes valeurs de richesse, de diversité, de biomasse et de densité (Guerra-García et García-Gómez, 2004; Licciano *et al.*, 2007).

La tête des polychètes porte les organes sensoriels (antennes, cirres, palpes, yeux) contient un cerveau simple ; derrière la bouche, un pharynx pouvant se dérouler à l'extérieur en trompe. Cette trompe est munie de petites dents épineuses et d'une mâchoire très dure. La queue (dernier anneau) porte l'orifice de l'anous (ornée de cirres) et absence de cœur. Les muscles sont nombreux et puissants pour assurer la contraction ou la locomotion (Bertrand, 2005).

Le Néréidé est le plus diversifier parmi les familles de Polychètes, comprenant plus de 540 espèces et 43 genres (Hutchings *et al.*, 2000). Les Néréidés sont les plus communs en eau peu profonde dans les estuaires, courants d'eau douce et flaques d'eau de pluie et même temporairement dans les environnements terrestres humides (Wilson, 2000).

Les polychètes ont été identifiés à l'aide des ouvrages de Day (1967), d'Arnold et Birtles (1989) et de Glasby (1996). Les bivalves avec l'aide des ouvrages d'Abbott et Dance (1986) et de Lamprell et Whitehead (1992). Les crustacés ont été identifiés par le guide de Jones et Morgan (1994).

### **2.11. Prélèvement des échantillons**

Les ovocytes prélevées correspondent à des animaux femelles adultes, un échantillon de cinq femelles a été enlevé immédiatement pour les préparer aux analyses biochimiques.

Chaque femelle a été placé dans une boîte de pétri rempli de paraffine, coincée par des épingles, et ouverte à l'aide d'un micro ciseau le long de la ligne médio-ventral depuis l'extrémité antérieure jusqu'à l'extrémité postérieure.

Après dissection, les sexes sont déterminés par la présence d'amas spermatique chez les mâles et par la présence d'ovocytes chez les femelles.

Les ovocytes ont été prélevés par aspiration à l'aide d'une pipette pasteur puis ils ont été pesés et additionnés de 1 ml d'acide trichloracétique (20 %) puis conservés au congélateur jusqu'au (-20°) pour le dosage et l'analyse des métabolites.

Les corps entiers ont été pesés et stockés à (-20°) dans 1 ml de solution détergente pour effectuer le dosage enzymatique de l'acétylcholinestérase.

## **2.12. Analyse biochimique**

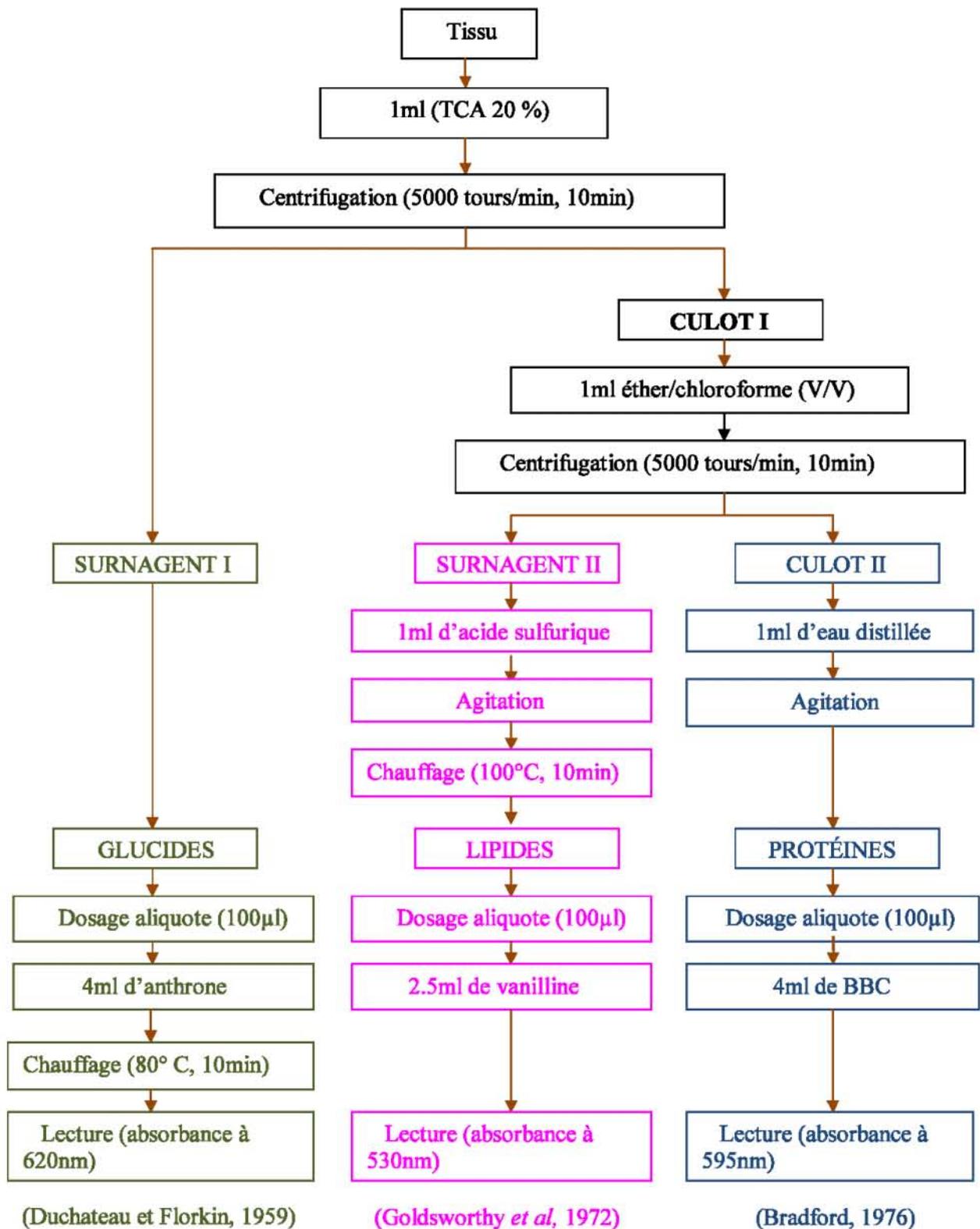
### **2.12.1. Extraction des métabolites**

L'extraction des métabolites d'ovocytes a été réalisée selon le procédé de Shibko *et al.*, (1966) (fig. 14).

Les ovocytes ont été placés dans des tubes eppendorf contenant 01 ml d'acide trichloracétique (TCA) à 20% sont broyés à l'aide d'un homogénéiseur à ultrason (Sonifer B-30) après un broyage mécanique (Heidolph RER 2100) les broyats subissent une première centrifugation (5000 tours /min, pendant 10min) et le surnageant I obtenu sert au dosage des glucides totaux.

Au culot I on ajoute 01ml du mélange éther/chloroforme (1V/1V), après une seconde centrifugation (5000 tours/ min, pendant 10min), on obtient le surnageant II et le culot II. Le surnagent II va servir ou dosage des lipides.

Le culot II est repris dans 1ml d'NaOH (0,1N) pour l'estimation des protéines totales.



**Figure 14.** Principales étapes d'extraction des métabolites : protéines, glucides et lipides, selon Shibko *et al.*, 1966 .

### 2.12.1.1. Dosage des protéines totales

Les protéines ont été dosées selon la méthode de Bradford (1976) qui utilise le bleu brillant de Coomassie comme réactif (100mg BBC+ 50ml d'éthanol absolu + 100ml d'acide ortho phosphorique complété à 1000ml avec de l'eau distillée) et le sérum d'albumine de bœuf (BSA, Sigma) comme protéine standard.

Les absorbances ont été lues dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm contre un blanc de gamme. La gamme d'étalonnage a été réalisée à partir d'une solution mère BSA (1mg/ml) (Tableau1).

**Tableau1** : Dosage des protéines : Réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	
B.S.A (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

### 2.12.1.2. Dosage des glucides totaux

Le dosage des glucides a été effectué selon la méthode de (Duchateau et Florkim, 1959). Cette méthode utilise l'anthrone comme réactif (150 d'anthrone, 75 ml d'acide sulfurique et 25 ml d'eau distillée) et une solution mère de glucose (1 g/l). La méthode consiste à additionner à une fraction aliquote de 100ul de surnageant, 4 ml de réactif d'anthrone et après chauffage du mélange dans bain marie (80°C pendant 10min) une coloration verte se développe, dont l'intensité est mesurée à une longueur d'onde de 620 nm est proportionnelle à la concentration des glucides présente dans l'échantillon (Tableau2).

**Tableau2** : Dosage des glucides : Réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Glucose ( $\mu$ l)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée ( $\mu$ l)	100	80	60	40	20	0
Anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4

### 2.12.1.3. Dosage des lipides totaux

La concentration des lipides totaux a été estimée selon (Goldsworthy *et al.*, 1972) utilisant le réactif Sulfophosphovanillinique (0.38g de vanilline, 55 ml d'eau distillée et 195 ml d'acide orthophosphorique à 85%).

La solution mère des lipides est préparée en utilisant l'huile de table (Cevital) selon la procédure suivante : 25 mg d'huile de table pesée dans un tube eppendorf : cette quantité est ensuite reprise dans 10ml du mélange (éther/chloroforme) (1V/1V).

Après évaporation des prises aliquotes de 100  $\mu$ l de surnageant II dans un bain à sec à 60°C, on additionne 1 ml d'acide sulfurique concentré (96%), les tubes fermés sont agités et chauffés dans un bain à sec à 100°C pendant 10 minutes. Après refroidissement, on prélève 200  $\mu$ l de chaque tube aux quels on ajoute 2,5 ml de réactif sulfophosphovanillinique et on agite; après 30 minutes à l'obscurité, le complexe se colore en rose. La densité optique est lue dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 530 nm (Tableau3).

**Tableau3** : Dosage des lipides : Réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de lipides ( $\mu$ l)	0	20	40	60	80	100
Solvant Ether/Chloroforme ( $\mu$ l)	100	80	60	40	20	0
Vanilline (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

### 2.13. Analyse enzymatique

#### 2.13.1. Dosage de L'Acétylcholinestérase:

La méthode de dosage de l'Acétylcholinestérase (AChE) la plus courante (Ellman *et al.*, 1961) consiste à fournir à l'enzyme un substrat, l'acétylthiocholine (ASCh), dont l'hydrolyse libère de la thiocholine (Sch) et l'acide acétique la quantité de thiocholine obtenue est proportionnelle à l'activité enzymatique, on la révèle grâce à une méthode colorimétrique faisant intervenir un ion ( le dithiobisnitrobenzoate ou DTNB) qui se lie avec thiocholine pour former un complexe de couleur jaune que l'on dose à 412 nm.

Les échantillons sont homogénéisés pendant quelque secondes dans 1 ml de solution détergente (38,03 mg éthylène glycol tris-beta- amionoétyl éther N N N' N' ou EGTA, 1ml triton x 100% , 5,845g NaCl, 80ml tampon tris 10 mM) à l'aide d'un homogénéisateur à ultrasons ( Sonifer B-30) puis centrifugés à 5000 Tours/min pendant 5 minutes. Le surnageant est utilisé immédiatement pour la mesure de l'activité Ache. L'activité spécifique de l'AChe est déterminée comme suit : 100ul de surnageant sont additionnées à 100ul de DTNB (0,1M, PH 8) (39,6 mg de DTNB, 15 mg CO<sub>3</sub>Na, dans 10ml tris 0,1 M PH 7) et 1ml du tampon tris (0,1M PH 7).

Après 3 à 5 minutes de repos nécessaire pour épuiser la réaction spontanée, 100µl de substrat acétylthiocholine iodide (Sigma R) 5118 mg ASCh dans 5 ml d'eau distillée) sont ajoutés.

La lecture des densités optiques s'effectue à 412 nm toutes les 4 minutes pendant 20 minutes contre un blanc ou le surnageant a été remplacé par un volume équivalent de solution détergente (50µl).

L'activité spécifique de l'ACHE est déterminée par la formule suivante :

$$\text{ACHE (nM/min/mg de protéines)} = \frac{\Delta D_0 \times V_t}{13.6 \times V_s \times \text{Prot}}$$

$\Delta D_0$  : Densité optique.

$V_t$  : Volume total des solutions (0.1 ml surnageant +0.1 ml du DTNB + 1 ml tris + 0.1 ml de substrat ASCh).

$V_s$  : Volume de surnageant.

13.6: Coefficient d'extinction (concernant le DTNB à 412 nm).

Prot : Les protéines en mg.

#### **2.14. Analyse statistique**

Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne ( $\pm$  l'écart type). L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel MINITAB version 13.31 Fr disponible au laboratoire de Biologie Animale Appliquée, différents tests ont été réalisés :

- Les moyennes obtenus pour chaque dosage et pour les deux sites ont été comparées en utilisant le test « t » de Student.
  
- La comparaison des effets mois, site a été effectué par l'analyse de la variance (ANOVA) à deux critères de classification, La quantification des différentes constitutions (protéines, glucides et lipides) et de l'activité enzymatique de l'acétylcholinestérase ont été déterminés à partir des équations de la droite de régression des différents courbes qui ont été également déterminés à partir des équations de régression.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Les Paramètres physico-chimiques

Les variations mensuelles des paramètres physico-chimiques mesurés à la plage El-Mordjène (El-Kala) et la plage Miramar à Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009) sont représentées par les tableaux 4, 5, 6, 7 et par les figures 15, 16, 17 et 18.

D'après l'examen des différents paramètres physico-chimiques on constate que :

Les températures varient dans les deux sites de prélèvement, elles sont légèrement plus élevées dans les eaux de Skikda par rapport à El-Kala, les températures les plus basses sont enregistrées au mois de janvier avec 13.9° C à El-Kala et 14.6° C au mois de décembre à Skikda. Cependant la valeur maximale de la température est enregistrée en période estivale et elle atteint 28.8°C au mois de juillet à El-Kala contre 29.3° C au mois d'août à Skikda.

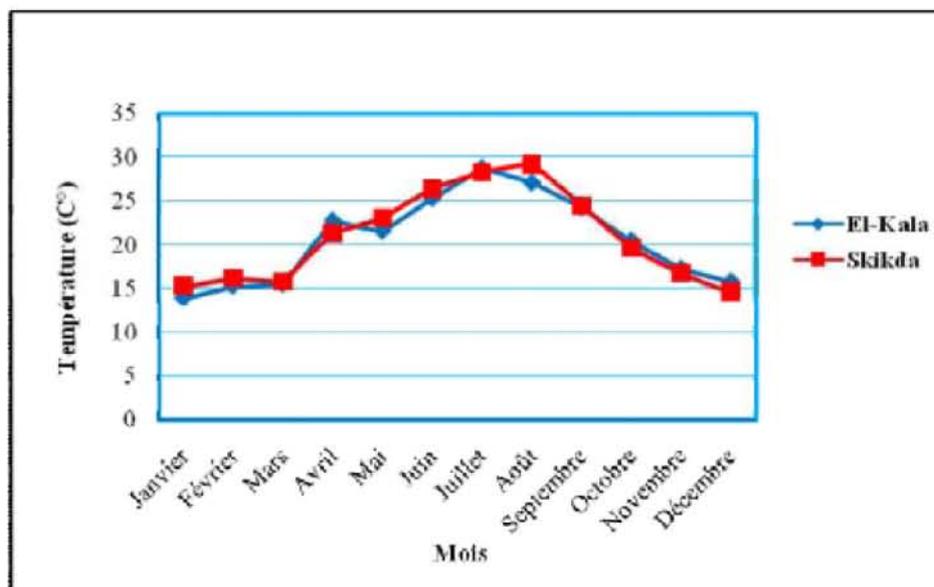
Le pH est relativement constant et alcalin avec une valeur minimale de 7.1 enregistrée au mois de septembre à El-Kala et 7.2 enregistrée au mois de février à Skikda. Aussi, la valeur maximale du pH est de 8.6 enregistrée au mois de janvier à El-Kala et 8.3 aux mois de janvier et juillet à Skikda.

L'évolution de la salinité durant la période d'étude nous a permis de relever des valeurs minimales au mois de décembre avec 24.6g/l à El-Kala et 20.8 g/l à Skikda. Les valeurs les plus élevées sont observées durant la période estivale jusqu'au début de période automnale, avec une valeur maximale de 38.6g/l enregistrée au mois de septembre à El-Kala contre 33.4 g/l au mois d'août à Skikda.

Les teneurs en oxygène dissous varient tout le long de l'année dans les deux sites. Nous notons une valeur maximale de 19.51 mg/l enregistrée au mois de janvier à El-Kala et de 12.74 mg/l au mois de février à Skikda. Tandis que la valeur minimale est de 4.75 mg/l enregistrée au mois d'août à El-Kala et de 3.53 mg/l au mois d'octobre à Skikda.

**Tableau4** : Variation mensuelle de la température (C°) de l'eau de mer d'El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

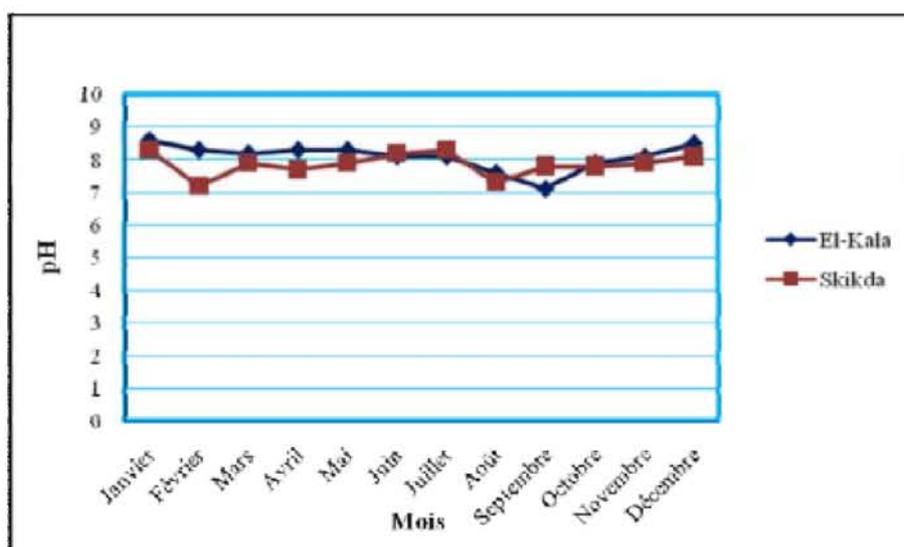
Mois	Température (C°)	
	El-Kala	Skikda
Janvier	13.9	15.3
Février	15.3	16.2
Mars	15.5	15.8
Avril	22.8	21.4
Mai	21.6	23.1
Juin	25.3	26.5
Juillet	28.8	28.4
Août	27.1	29.3
Septembre	24.3	24.5
Octobre	20.5	19.7
Novembre	17.3	16.8
Décembre	15.8	14.6



**Figure 15.** Variation mensuelle de la température (C°) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

**Tableau5** : Variation mensuelle du pH de l'eau de mer d'El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

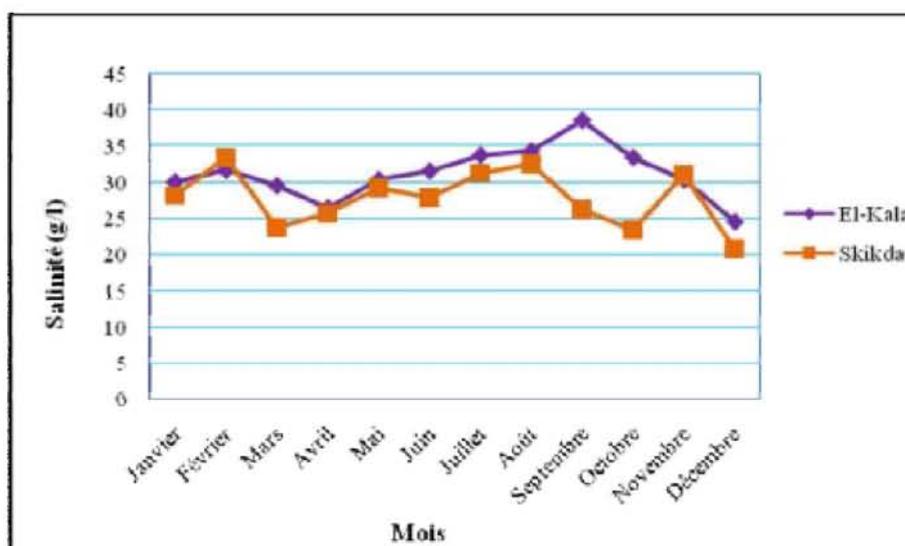
Mois	pH	
	El-Kala	Skikda
Janvier	8.6	8.3
Février	8.3	7.2
Mars	8.2	7.9
Avril	8.3	7.7
Mai	8.3	7.9
Juin	8.1	8.2
Juillet	8.1	8.3
Août	7.6	7.3
Septembre	7.1	7.8
Octobre	7.9	7.8
Novembre	8.1	7.9
Décembre	8.5	8.1



**Figure 16.** Variation mensuelle du pH de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

**Tableau6** : Variation mensuelle de la salinité (g/l) de l'eau de mer d'El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

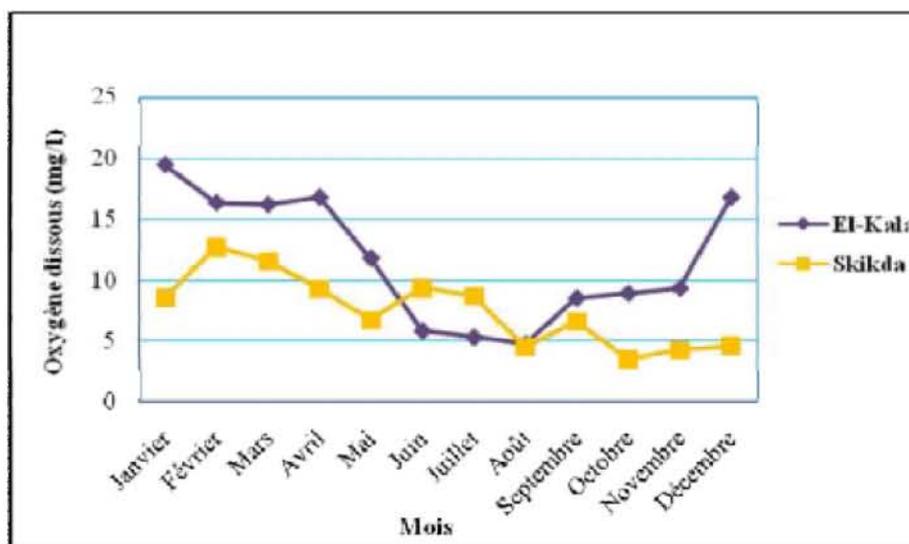
Mois	Salinité (g/l)	
	El-Kala	Skikda
Janvier	30.1	28.2
Février	31.7	23.4
Mars	29.6	23.8
Avril	26.5	25.7
Mai	30.4	29.2
Juin	31.6	27.9
Juillet	33.8	31.3
Août	34.4	33.4
Septembre	38.6	26.3
Octobre	33.5	23.5
Novembre	30.4	31.1
Décembre	24.6	20.8



**Figure 17.** Variation mensuelle de la salinité (g/l) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

**Tableau7** : Variation mensuelle de l’oxygène dissous (mg/l) de l’eau de mer d’El-Kala et Skikda durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

Mois	Oxygène dissous (mg/l)	
	El-Kala	Skikda
Janvier	19.51	8.57
Février	16.38	12.74
Mars	16.23	11.58
Avril	16.83	9.31
Mai	11.82	6.77
Juin	5.83	9.39
Juillet	5.3	8.74
Août	4.75	4.55
Septembre	8.53	6.65
Octobre	8.92	3.53
Novembre	9.34	4.29
Décembre	16.83	4.65



**Figure 18.** Variation mensuelle de l’oxygène dissous (mg/l) de l’eau de mer prélevée dans les deux sites d’étude El-Kala et Skikda, durant la période annuelle (janvier à décembre 2009).

### 3.2. Evolution de diamètre ovocytaire

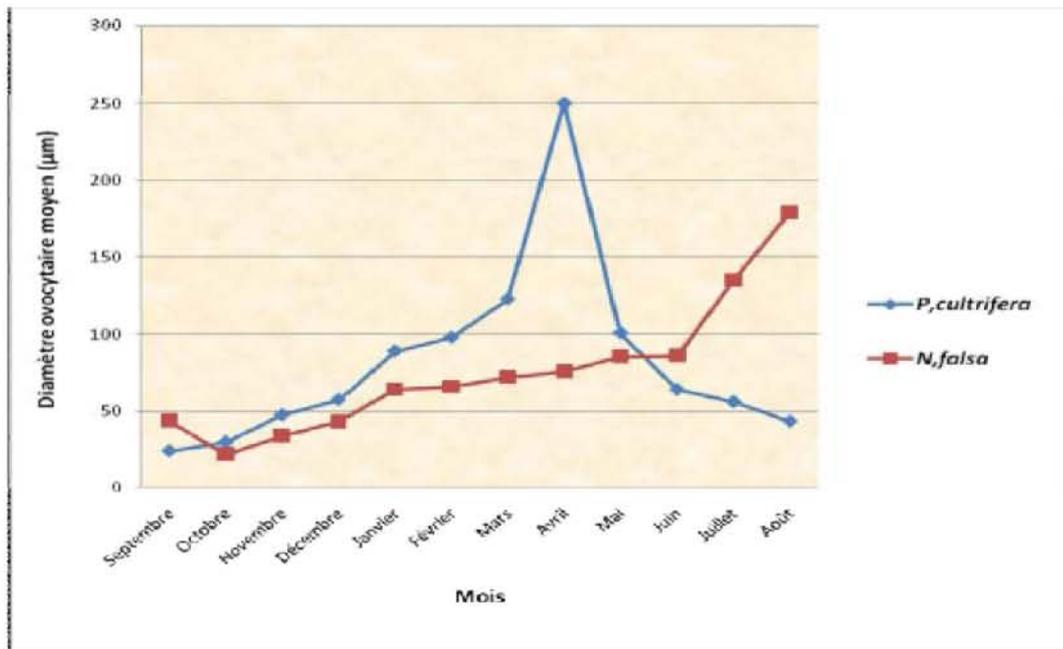
L'évolution du diamètre ovocytaire moyen des femelles de *P. cultrifera* et *N. falsa* a été étudié depuis les mois de septembre 2008 au mois d'août 2009 (Tableau 8, Fig. 19).

Notons qu'une évolution graduelle et continue est enregistrée à partir du mois de janvier jusqu'au mois d'avril chez *P. cultrifera*. À partir du mois de septembre de l'année 2008, deux groupes de femelles de *P. cultrifera* sont identifiés, un premier groupe contenant des ovocytes de petite taille (24.02 à 57.22 $\mu$ m) apparaissant au mois de septembre jusqu'à décembre puis qui disparaissent et réapparaissent au mois de juin (63.93 $\mu$ m). Le second groupe contient des ovocytes de diamètre nettement plus important apparaissant au mois de janvier avec 88.84 $\mu$ m. À partir de mois de janvier les ovocytes entament la phase de maturité, pour atteindre des tailles de plus en plus grandes, avec un maximum de 250 $\mu$ m enregistré au mois d'avril.

Concernant le diamètre ovocytaire moyen des femelles de *N. falsa*, l'évolution montre aussi l'existence de deux groupes de femelles, un premier groupe dont le diamètre ovocytaire moyen est inférieur à 50 $\mu$ m qui apparaissent au mois d'octobre (21.82 $\mu$ m) et un second groupe dont le diamètre ovocytaire devient important au mois de janvier (63.90 $\mu$ m). À partir de ce mois ci, la taille des ovocytes devient de plus en plus grande atteignant un maximum de 178.92 $\mu$ m au mois d'août.

**Tableau8:** Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez deux populations de Néréidés : *N. falsa* et *P.cultrifera* récoltées à El- Kala au cours du cycle annuel (septembre 2008 à août 2009) (n=10).

Mois	Population	Diamètre ovocytaire moyen (µm)
Septembre	<i>P.cultrifera</i>	24.02 ± 2.14
	<i>N. falsa</i>	43.57 ± 1.04
Octobre	<i>P.cultrifera</i>	29.74 ± 1.98
	<i>N. falsa</i>	21.82 ± 1.43
Novembre	<i>P.cultrifera</i>	47.33 ± 2.16
	<i>N. falsa</i>	33.80 ± 3.05
Décembre	<i>P.cultrifera</i>	57.22 ± 1.8
	<i>N. falsa</i>	43.26 ± 2.02
Janvier	<i>P.cultrifera</i>	88.84 ± 3.35
	<i>N. falsa</i>	63.9 ± 2.98
Février	<i>P.cultrifera</i>	97.87 ± 1.25
	<i>N. falsa</i>	65.85 ± 2.55
Mars	<i>P.cultrifera</i>	122.70 ± 3.15
	<i>N. falsa</i>	72.14 ± 1.47
Avril	<i>P.cultrifera</i>	250 ± 1.25
	<i>N. falsa</i>	75.68 ± 2.16
Mai	<i>P.cultrifera</i>	100.70 ± 1.29
	<i>N. falsa</i>	85.32 ± 3.02
Juin	<i>P.cultrifera</i>	63.93 ± 1.96
	<i>N. falsa</i>	86.02 ± 1.13
Juillet	<i>P.cultrifera</i>	55.85 ± 2.21
	<i>N. falsa</i>	134.9 ± 2.43
Août	<i>P.cultrifera</i>	43.26 ± 1.79
	<i>N. falsa</i>	178.92 ± 1.68



**Figure 19.** Evolution de diamètre ovocytaire moyen chez deux populations de Néréidés : *P. cultrifera* et *N. falsa* récoltées à El-Kala au cours du cycle annuel (septembre 2008 à août 2009) (n=10).

### 3.3. Sex- ratio

L'analyse des résultats montre un nombre plus élevé de femelles récoltées durant la période estivale qui atteint son maximum au mois d'août avec 55 femelles de *N. falsa*, et en mars avec 27 femelles de *P. cultrifera*. Cependant le nombre de mâles enregistrés de la récolte annuelle est en générale faible comparé aux femelles avec 19 mâles de *N. falsa* au mois d'août et 4 mâles de *P. cultrifera* au mois de mars (Tableau 9, Fig. 20, 21).

**Tableau 9** : Nombre de mâles et femelles de *P. cultrifera* et *N. falsa* récoltées à El-Kala durant la période annuelle : janvier à décembre 2009.

Mois	Population	Sexe			Nombre total des individus	Pourcentage	
		Mâle	Femelle	Indifférencie		Mâle	Femelle
Janvier	<i>P. cultrifera</i>	6	18	8	32	18.75	56.25
	<i>N. falsa</i>	1	4	18	23	4.35	17.39
Février	<i>P. cultrifera</i>	7	13	3	23	30.43	56.52
	<i>N. falsa</i>	10	8	31	49	20.41	16.33
Mars	<i>P. cultrifera</i>	4	27	00	31	13.33	90
	<i>N. falsa</i>	5	2	9	16	31.25	12.15
Avril	<i>P. cultrifera</i>	2	18	2	22	9.09	81.81
	<i>N. falsa</i>	2	4	11	17	11.76	23.53
Mai	<i>P. cultrifera</i>	5	20	00	25	20	80
	<i>N. falsa</i>	4	11	11	26	15.38	42.38
Juin	<i>P. cultrifera</i>	7	18	10	35	20	51.42
	<i>N. falsa</i>	6	18	21	45	13.33	40
Juillet	<i>P. cultrifera</i>	2	5	8	15	13.33	33.33
	<i>N. falsa</i>	20	47	1	68	29.41	69.11
Août	<i>P. cultrifera</i>	1	3	8	12	8.33	25
	<i>N. falsa</i>	19	55	00	74	25.67	74.32
Septembre	<i>P. cultrifera</i>	2	6	9	17	11.76	35.29
	<i>N. falsa</i>	5	2	29	36	13.89	5.55
Octobre	<i>P. cultrifera</i>	4	5	3	12	33.33	41.66
	<i>N. falsa</i>	2	1	14	17	11.76	5.88
Novembre	<i>P. cultrifera</i>	6	2	8	16	3.75	1.25
	<i>N. falsa</i>	8	1	39	48	16.67	2.08
Décembre	<i>P. cultrifera</i>	2	5	5	12	16.66	41.66
	<i>N. falsa</i>	1	3	5	9	11.11	33.33

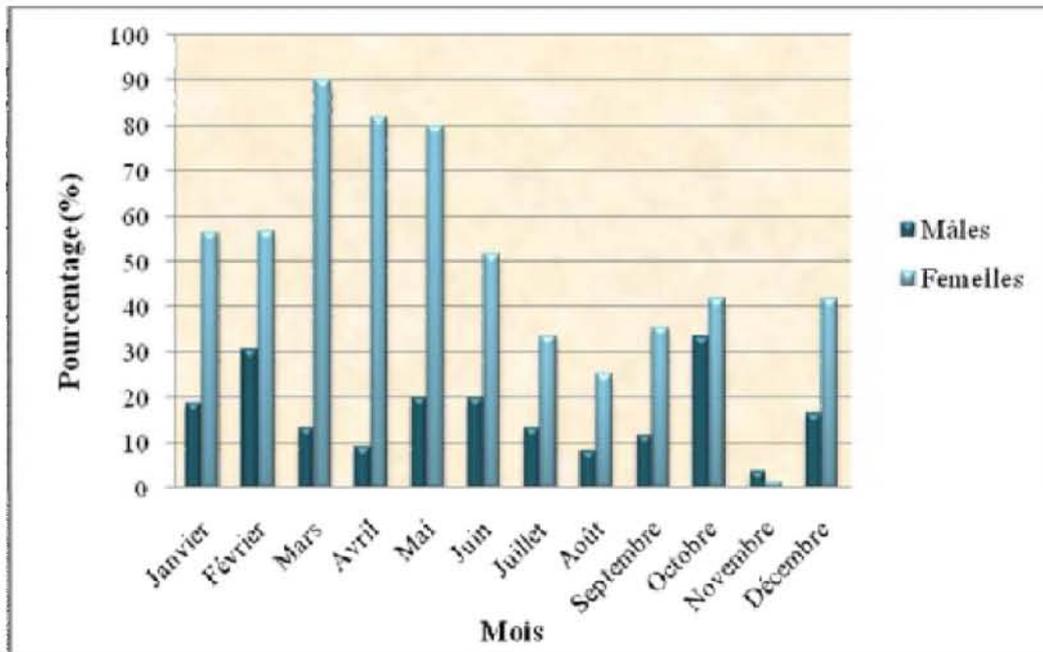


Figure 20. Pourcentage des mâles et femelles de *P. cultrifera* récoltées à El-Kala durant la période annuelle : janvier à décembre 2009.

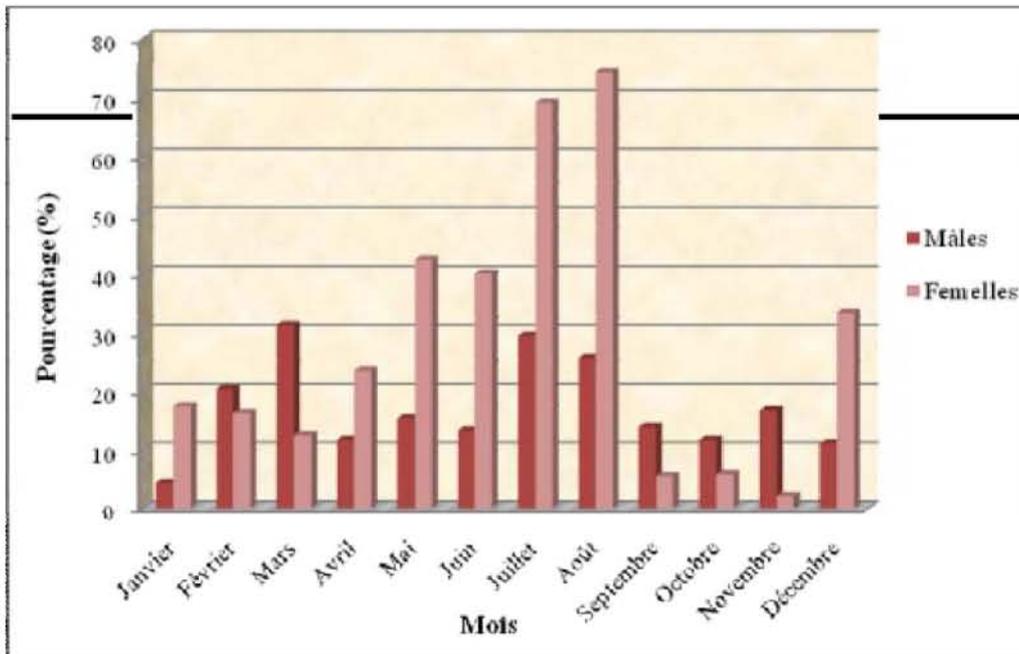


Figure 21. Pourcentage des mâles et femelles de *N. falsa* récoltées à El-Kala durant la période annuelle : janvier à décembre 2009.

### 3.4. Inventaire du macro-benthos

Le tableau 10 et les figures 22, 23, et 24 représentent les résultats de l'inventaire du macro-benthos au niveau de deux sites, El-Kala et Skikda.

L'inventaire de la faune associée à *N. falsa* et *P. cultrifera* comporte 3 Embranchements : Les Annélides (Classe des Polychètes), les Arthropodes (Classe des Crustacés) et les Mollusques (Classe des Gastéropodes). Parmi les 10 taxons recensés, les Polychètes dominent nettement (59 %) suivis des Mollusques (25%) et des Arthropodes (16 %) à El-Kala. Cependant à Skikda, les résultats révèlent une dominance des Annélides Polychètes (42 %), suivi par les Arthropodes (39 %) et les Mollusques (19 %).

**Tableau 10** : Liste faunistique établie selon la récolte de l'année 2009.

Embranchement	Classe	Famille	Espèces malacologiques	El-Kala	Skikda
Annélides	Polychètes	Néroididae	<i>Nereis falsa</i>	224	00
			<i>Perinereis cultrifera</i>	166	132
			<i>Platynereis dumerilli</i>	138	00
Arthropodes	Crustacés	Malacostraca	<i>Isopode</i>	45	15
			<i>Amphipoda sp</i>	100	60
			<i>Phascolosoma granulatum</i>	50	35
			<i>Eriphia verrucosa</i>	30	15
Mollusques	Gastéropodes	Tricoliidae	<i>Tricolia speciosa</i>	100	02
		Mytilidae	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	100	35
		Fissurellidae	<i>Diadora graeca</i>	35	21

**Annélides Polychètes**



*Perinereis cultrifera*



*Nerets falsa*

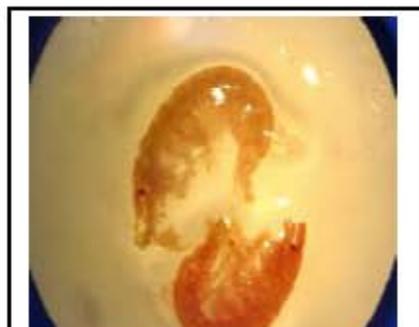


*Platynereis dumerilii*

**Faune associée**



*Isopode*



*Amphipoda sp*



*Phascolosoma granulatum*



*Eriphia verrucosa*



*Tricolia speciosa*



*Mitylus galloprovincialis*



*Diadoru graeca*

**Figure 22.** Liste faunistique établie selon la récolte de l'année 2009.

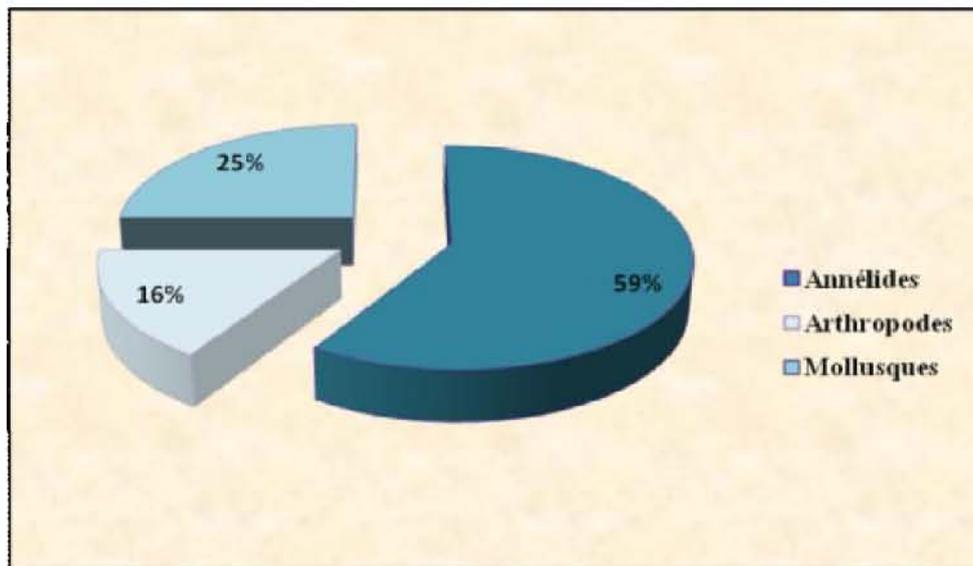


Figure 23. Pourcentage des groupes zoologiques de la plage El-Mordjène à El- Kala.

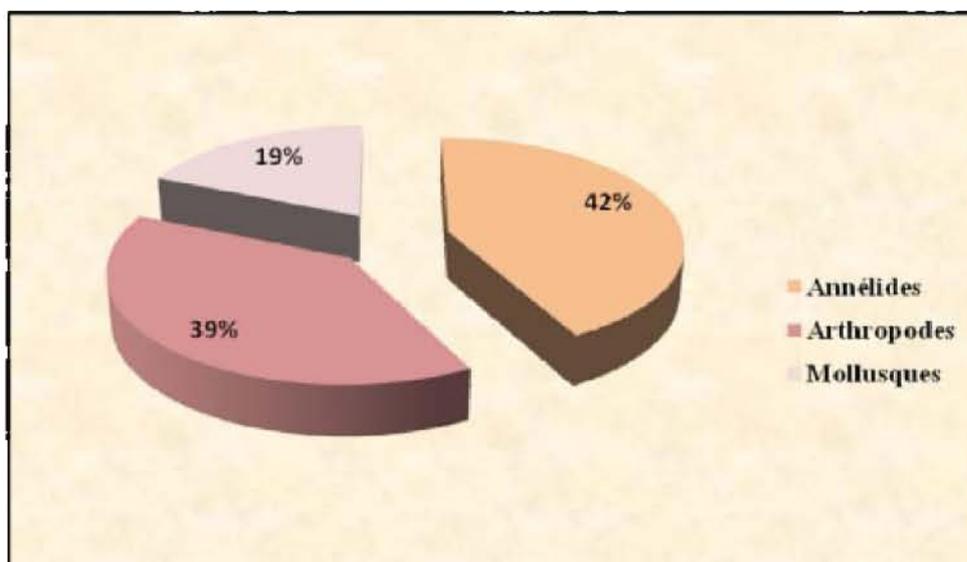


Figure 24. Pourcentage des groupes zoologiques de la plage Miramar à Skikda.

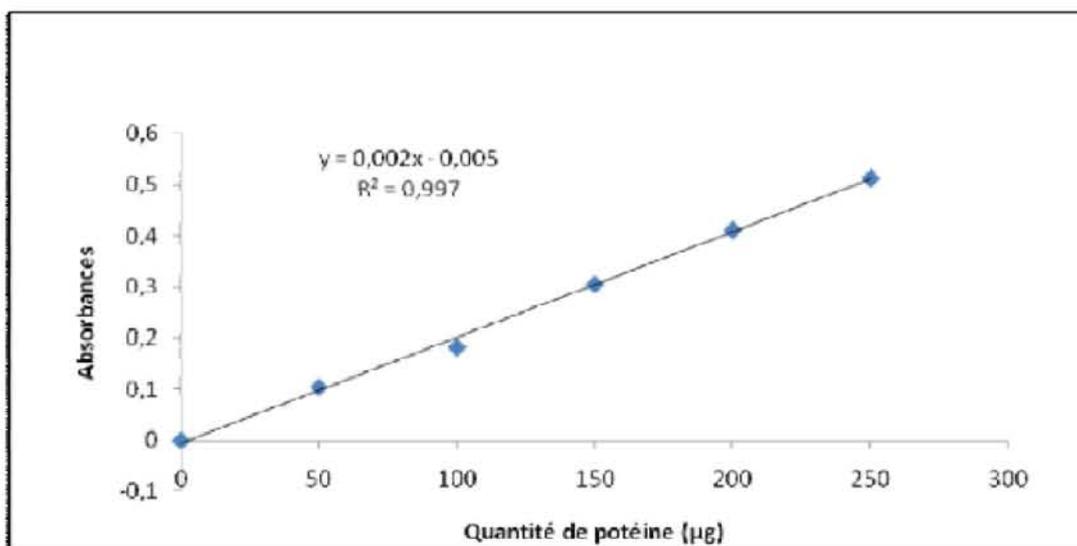
### 3.5. Dosage des métabolites dans les ovocytes

La teneur en protéines, glucides et lipides a été déterminée mensuellement durant la période de février à juillet 2009 dans les ovocytes de deux espèces de Néréidés : *P. cultrifera* récoltée dans deux sites différents (El-Kala, Skikda) et *N.falsa* récoltée à El-Kala. La quantification de ces métabolites a été effectuée à partir d'une courbe de référence correspondant à chaque métabolite (Figures 25, 28 et 31).

#### 3.5.1. Dosage quantitatif des protéines

**Tableau11:** Dosage des protéines : Réalisation de la gamme d'étalonnage ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ).

Quantité de protéine ( $\mu\text{g}$ )	Absorbances
20	$0.229 \pm 0.117$
40	$0.397 \pm 104$
60	$0.639 \pm 0.149$
80	$0.911 \pm 0.217$
100	$1.095 \pm 0.289$



**Figure 25.** Dosage des protéines : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$  coefficient de détermination).

Le Tableau 12 montre les quantités en moyenne des protéines enregistrées dans les ovocytes des individus de *P.cultrifera* récoltées dans deux sites différents : El-Kala et Skikda.

La comparaison des moyennes des concentrations mensuelles en protéines (test t de student), au niveau des deux sites montre que la plus grande concentration est de  $18.54 \pm 2.45$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu, a été enregistrée en février chez les femelles d'El-Kala, contre une plus faible concentration de  $2.26 \pm 0.566$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu, chez les femelles de Skikda au mois de juillet. Ceci indique des différences significatives et très hautement significatives observées durant la période d'étude mise en part les mois de juin et juillet ( $P > 0,05$ ) (Tableau 12 ; Fig. 26).

L'analyse de la variance à deux critères de classification (site/mois) montre deux effets, site et mois très hautement significatif ( $P < 0,001$ ), une interaction site/mois hautement significative ( $p < 0.01$ ) (Tableau 13).

**Tableau 12** : Variation mensuelle des concentrations en protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes les individus de *P. cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Mois	El-Kala	Skikda	Test t de Student
Février	$18.54 \pm 1.45$	$9.97 \pm 1.32$	0.000***
Mars	$9.61 \pm 1.98$	$6.02 \pm 0.582$	0.026*
Avril	$11.70 \pm 0.594$	$3.58 \pm 0.511$	0.000***
Mai	$5.41 \pm 0.134$	$2.74 \pm 0.194$	0.023*
Juin	$3.10 \pm 0.183$	$2.37 \pm 0.211$	0.733 NS
Juillet	$3.72 \pm 1.90$	$2.26 \pm 0.556$	0.113 NS

NS : Différence non significative ( $p > 0.05$ ).

(\*) : Différence significative ( $p < 0.05$ ).

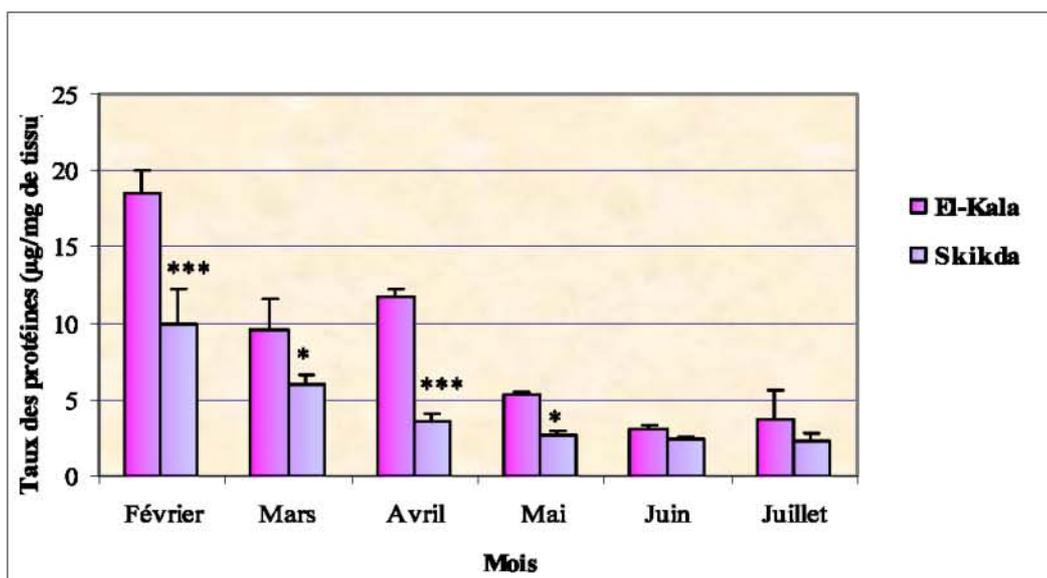
(\*\*) : Différences hautement significative ( $p < 0.01$ ).

(\*\*\*) : Différences très hautement significative ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 13** : Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux des protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
Site	1	171.31	171.31	14.73	0.000***
Mois	5	609.30	121.86	10.48	0.000***
Interaction : Site/Mois	5	227.53	45.51	3.91	0.009**
Erreur résiduelle	24	279.09	11.63	-	-
Totale	35	1287.23	-	-	-

ddl : degré de liberté ; SCE : somme des carrés des écarts ; CM : carré moyen ;  $F_{obs}$  : test de Fisher ; P : seuil de signification.

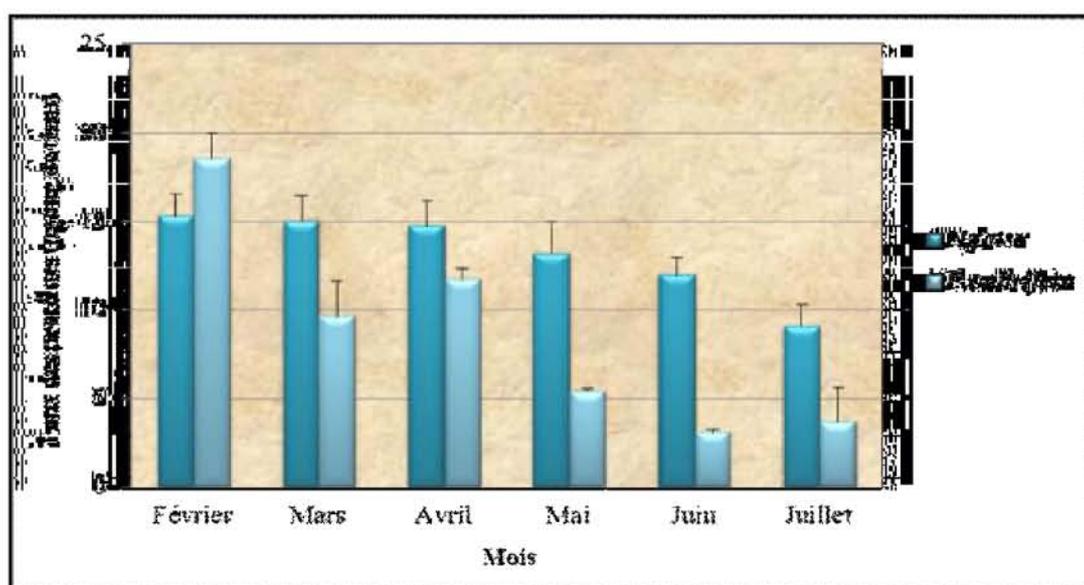


**Figure 26.** Variation mensuelle des concentrations en protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ).

Le suivi de la variation du taux des protéines pendant la période de février à juillet 2009 dans les ovocytes de *N.falsa* et *P.cultrifera*, montre des différences entre les mois. La valeur maximale a été enregistrée au mois de février est de  $15.32 \pm 1.21 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu, contre une valeur minimale de  $9.06 \pm 1.25 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu a été enregistrée au mois de juillet chez *N.falsa*, cependant chez *P.cultrifera*, la valeur la plus élevée est de  $18.54 \pm 1.45 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu a été enregistrée au mois de février contre la plus faible enregistrée au mois de juin, elle est de  $3.10 \pm 0.183 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu (Tableau 14).

**Tableau 14 :** Variation mensuelle des concentrations en protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *N. falsa* et *P.cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ).

Mois	Taux des protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu)	
	<i>N.falsa</i>	<i>P.cultrifera</i>
Février	$15.32 \pm 1.21$	$18.54 \pm 1.45$
Mars	$15.01 \pm 1.45$	$9.61 \pm 1.98$
Avril	$14.75 \pm 1.43$	$11.70 \pm 0.594$
Mai	$13.21 \pm 1.75$	$5.41 \pm 0.134$
Juin	$11.96 \pm 0.97$	$3.10 \pm 0.183$
Juillet	$9.06 \pm 1.25$	$3.72 \pm 1.90$

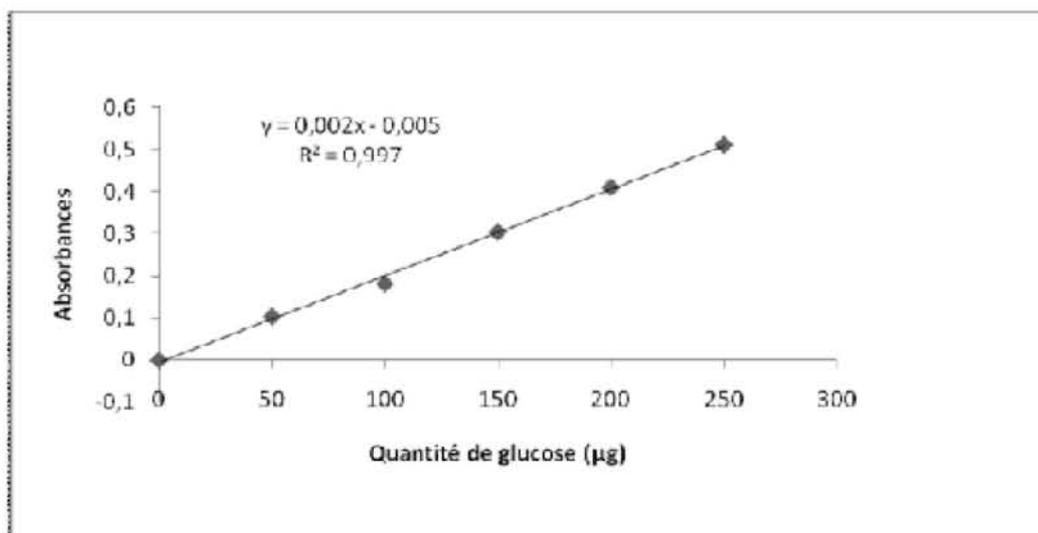


**Figure 27.** Variation mensuelle des concentrations en protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *N.falsa* et *P.cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ).

3.5.2. Dosage quantitatif des glucides

**Tableau15:** Dosage des glucides : Réalisation de la gamme d'étalonnage ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ).

Quantité de glucose ( $\mu\text{g}$ )	Absorbances
20	$0.332 \pm 0.114$
40	$0.709 \pm 0.217$
60	$0.942 \pm 0.210$
80	$1.148 \pm 0.214$
100	$1.679 \pm 0.639$



**Figure 28.** Dosage des glucides : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité de glucose ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$  coefficient de détermination).

Les résultats présentés dans le tableau 16 montrent que les teneurs en glucides chez les femelles de Skikda présentent un accroissement rapide et continu à partir du mois de février jusqu'au les mois qui suivent par rapport à celles enregistrées chez les femelles d'El-Kala. Les valeurs moyennes des glucides montrent que la concentration  $9.7 \pm 1.70 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistrée en avril est la plus élevée pour les femelles d'El-Mordjène, alors que la concentration  $1.27 \pm 0.250 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu, enregistrée en mars est la plus faible chez les femelles de Miramar.

La comparaison des moyennes entre les femelles des deux stations révèle une différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) au mois de mars et avril, une différence hautement significative ( $p < 0.01$ ) enregistrée au mois de mai, alors qu'aucune différence significative n'a été observée durant les mois de février, juin et juillet ( $p > 0.05$ ) (Tableau 16 ; Fig. 29).

D'après l'analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois), il ressort deux effets site, mois très hautement significatif ( $p < 0.001$ ), une interaction site/mois hautement significative ( $p < 0.01$ ) (Tableau 17).

**Tableau 16** : Variation mensuelle des concentrations en glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Mois	El-Kala	Skikda	Test t de Student
Février	$4.89 \pm 0.482$	$3.11 \pm 0.760$	0.109 NS
Mars	$5.53 \pm 0.460$	$1.27 \pm 0.250$	0.000***
Avril	$9.7 \pm 1.80$	$4.33 \pm 0.577$	0.000***
Mai	$6.07 \pm 0.542$	$2.23 \pm 0.252$	0.002**
Juin	$2.121 \pm 0.125$	$1.50 \pm 0.66$	0.316 NS
Juillet	$2.71 \pm 1.08$	$1.53 \pm 0.252$	0.208 NS

NS : Différence non significative ( $p > 0.05$ ).

(\*) : Différence significative ( $p < 0.05$ ).

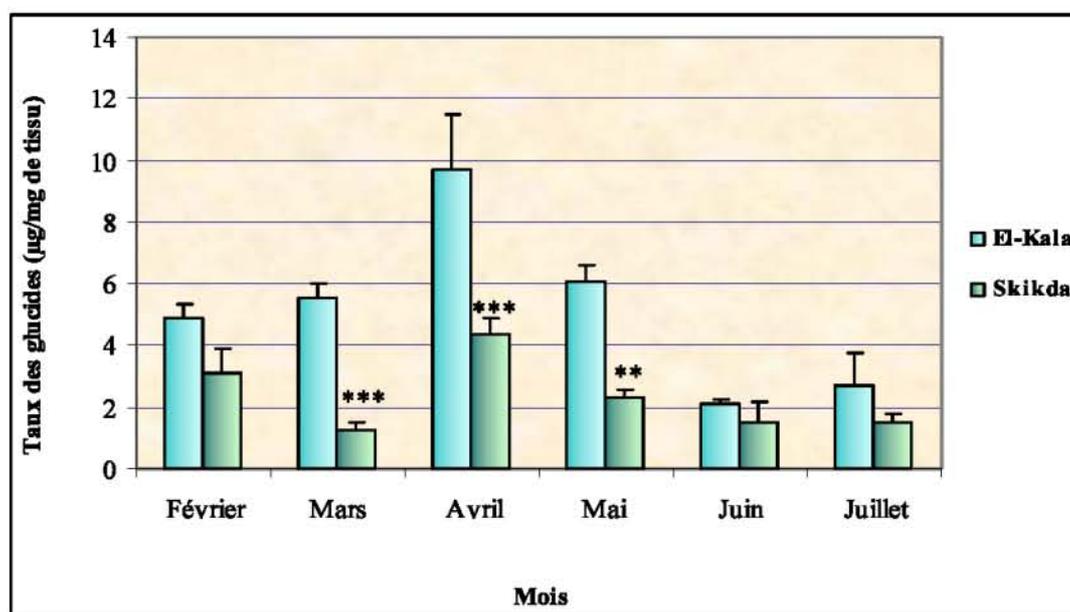
(\*\*) : Différences hautement significative ( $p < 0.01$ ).

(\*\*\*) : Différences très hautement significative ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 17 :** Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux des glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P.cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
Site	5	134.87	26.97	7.86	0.000***
Mois	1	1207.91	1207.91	351.85	0.000***
Interaction					
Site/Mois	5	38.77	7.75	2.26	0.002**
Erreur résiduelle	24	82.39	3.43	-	-
Totale	35	1463.94	-	-	-

*ddl* : degré de liberté ; *SCE* : somme des carrés des écarts ; *CM* : carré moyen ; *F<sub>obs</sub>* : test de Fisher ; *P* : seuil de signification.

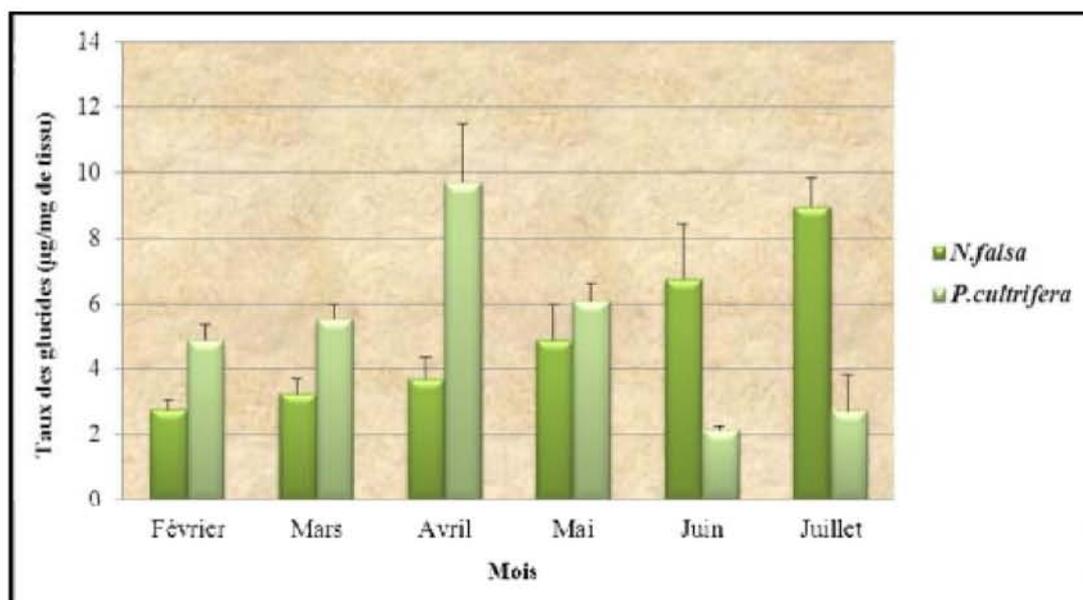


**Figure 29.** Variation mensuelle des concentrations en glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P.cultrifera* récoltés à niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ).

L'évolution du taux des glucides des ovocytes chez les individus de *N.falsa* et *P.cultrifera* montre des variations importantes au cours de la période de reproduction avec une valeur maximale de  $8.97 \pm 0.86$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistrée au mois de juillet et une valeur minimale de  $2.75 \pm 0.287$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu a été enregistrée au mois de février chez *N.falsa*. Par ailleurs chez *P.cultrifera*, la plus grande valeur est de  $9.7 \pm 1.80$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistrée au mois d'avril et la plus faible est de  $2.121 \pm 0.125$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistrée au mois de juin. (Tableau 18).

**Tableau 18** : Variation des concentrations mensuelles en glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *N. falsa* et *P.cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ).

Mois	Taux des protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu)	
	<i>N.falsa</i>	<i>P.cultrifera</i>
Février	$2.75 \pm 0.287$	$4.89 \pm 0.482$
Mars	$3.23 \pm 0.46$	$5.53 \pm 0.460$
Avril	$3.69 \pm 0.667$	$9.7 \pm 1.80$
Mai	$4.87 \pm 1.12$	$6.07 \pm 0.542$
Juin	$6.75 \pm 1.7$	$2.121 \pm 0.125$
Juillet	$8.97 \pm 0.86$	$2.71 \pm 1.08$

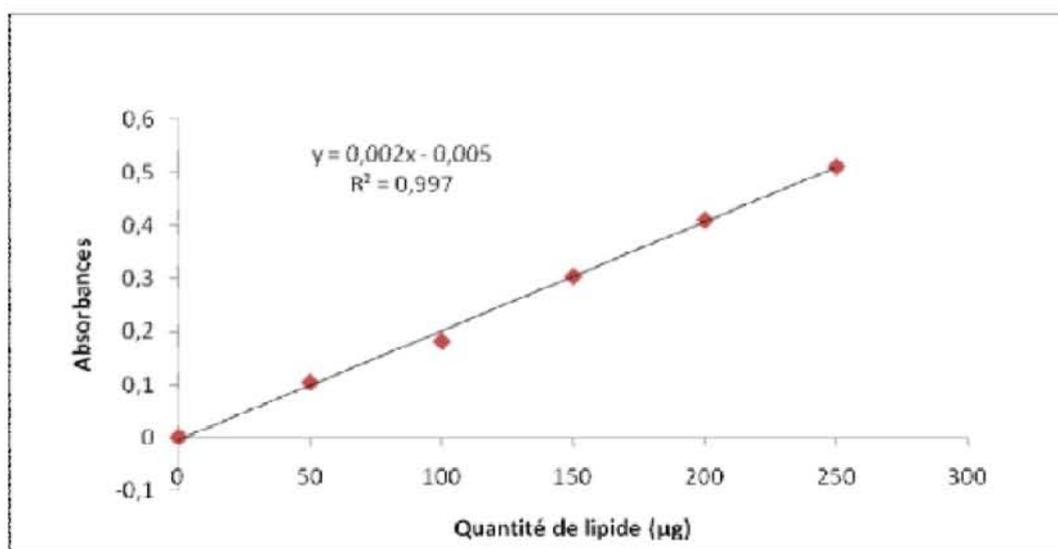


**Figure 30.** Variation mensuelle des concentrations en glucides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *N.falsa* et *P.cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ).

**3.5.3. Dosage quantitatif des lipides**

**Tableau 19:** Dosage des lipides : Réalisation de la gamme d'étalonnage ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ).

Quantité de lipide ( $\mu\text{g}$ )	Absorbances
50	$0.104 \pm 0.0042$
100	$0.182 \pm 0.033$
150	$0.305 \pm 0.017$
200	$0.411 \pm 0.031$
250	$0.512 \pm 0.033$



**Figure 31.** Dosage des lipides: droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la solution mère de lipide ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$  coefficient de détermination).

L'évolution du taux des lipides montre une valeur maximale de  $16.98 \pm 1.96 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu, en avril chez les femelles d'El-Mordjène contre une plus faible valeur de  $2.23 \pm 0.813 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu, à été enregistrée au mois de mars pour les femelles de Miramar (Tableau 20).

L'analyse statistique révèle deux différences très hautement significative ( $p < 0.001$ ) et une différence significative ( $p < 0.05$ ), enregistrées respectivement durant les mois de mars, avril et mai (Tableau 20 ; Fig. 32).

L'analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois), révèle un effet site, très hautement significatif ( $P < 0,001$ ), un effet mois hautement significatif ( $p < 0.01$ ) et une interaction site/mois significative ( $p < 0.05$ ) (Tableau 21).

**Tableau 20:** Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Mois	El-Kala	Skikda	Test t de Student
Février	$8.82 \pm 1.44$	$8.07 \pm 1.21$	0.387 NS
Mars	$9.18 \pm 2.72$	$2.23 \pm 0.813$	0.000***
Avril	$16.98 \pm 1.96$	$7.256 \pm 0.326$	0.000***
Mai	$6.80 \pm 2.16$	$3.252 \pm 0.128$	0.035*
Juin	$7.157 \pm 0.538$	$6.80 \pm 2.05$	0.797 NS
Juillet	$6.374 \pm 0.266$	$7.38 \pm 1.14$	0.635 NS

**Tableau 21 :** Analyse de la variance à deux critère de classification ( mois, site) du taux de lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
Site	1	214.979	214.979	29.76	0.000***
Mois	5	125.555	25.111	3.48	0.0027**
Interaction : Site/Mois	5	301.363	60.273	8.34	0.03*
Erreur résiduelle	24	173.377	7.224	-	-
Totale	35	815.274	-	-	-

*ddl* : degré de liberté ; *SCE* : somme des carrés des écarts ; *CM* : carré moyen ; *Fobs* : test de Fisher ; *P* : seuil de signification.

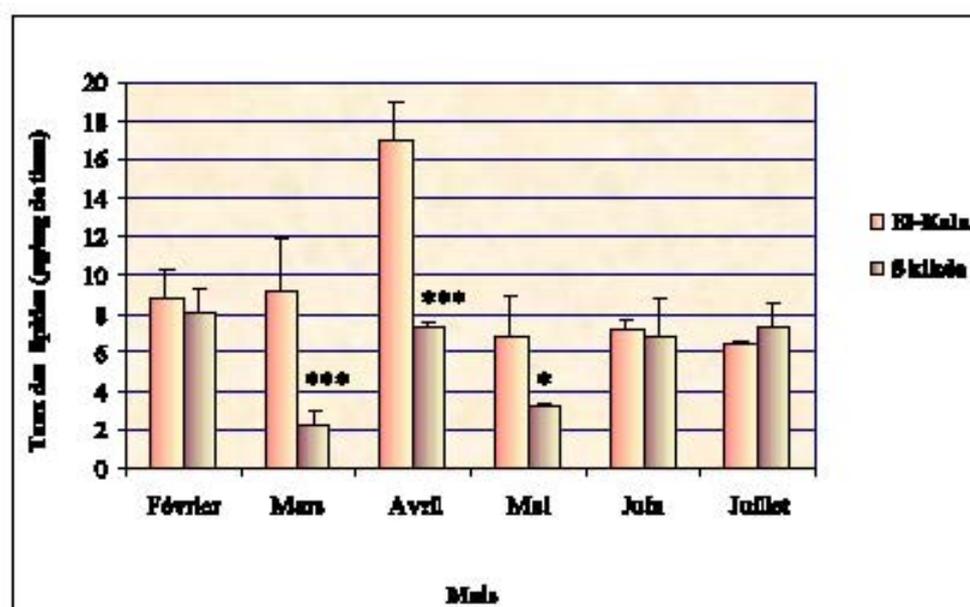
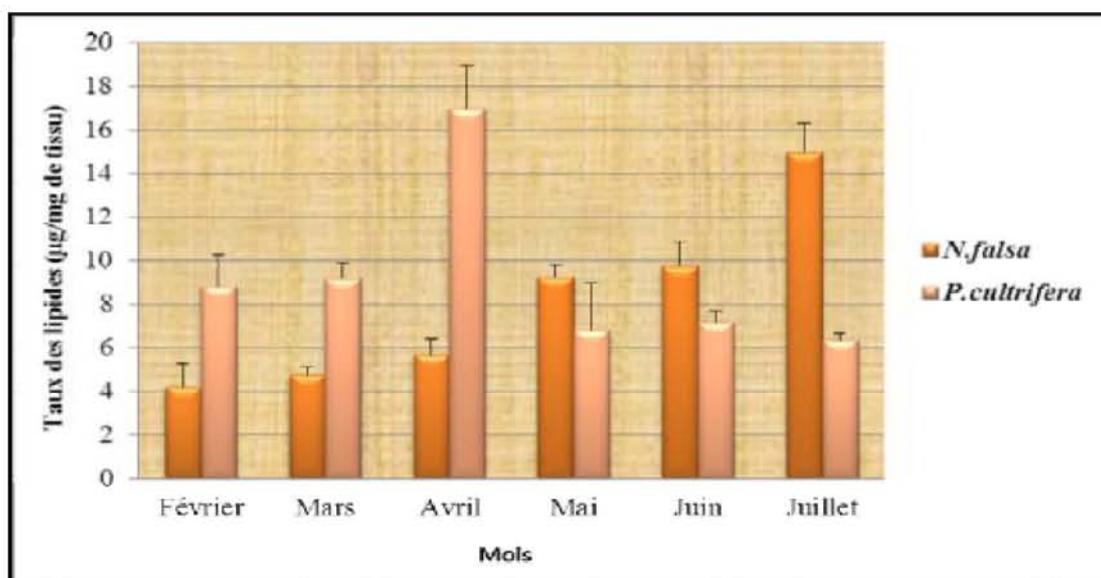


Figure 32. Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ;  $n = 4$ ).

L'analyse de la variation mensuelle des concentrations en lipides chez *N. falsa* et *P. cultrifera*, révèle des fluctuations importantes avec une forte valeur de  $14.95 \pm 1.34 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistré au mois de juillet, contre une faible valeur de  $4.21 \pm 1.07 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistré au mois de février chez *N. falsa*. Cependant chez *P. cultrifera* la valeur maximale est de  $16.98$  (Tableau 22).

Tableau 22 : Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *N. falsa* et *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ;  $n = 4$ ).

Mois	Taux des protéines ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu)	
	<i>N. falsa</i>	<i>P. cultrifera</i>
Février	$4.21 \pm 1.07$	$8.82 \pm 1.44$
Mars	$4.75 \pm 0.378$	$9.18 \pm 2.72$
Avril	$5.67 \pm 0.732$	$16.98 \pm 1.96$
Mai	$9.23 \pm 0.538$	$6.80 \pm 2.16$
Juin	$9.75 \pm 1.09$	$7.157 \pm 0.538$
Juillet	$14.95 \pm 1.34$	$6.374 \pm 0.266$



**Figure 33.** Variation mensuelle des concentrations en lipides ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu) au niveau des ovocytes chez les individus de *N.falsa* et *P.cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ;  $n = 4$ ).

### 3.6. Analyse enzymatique

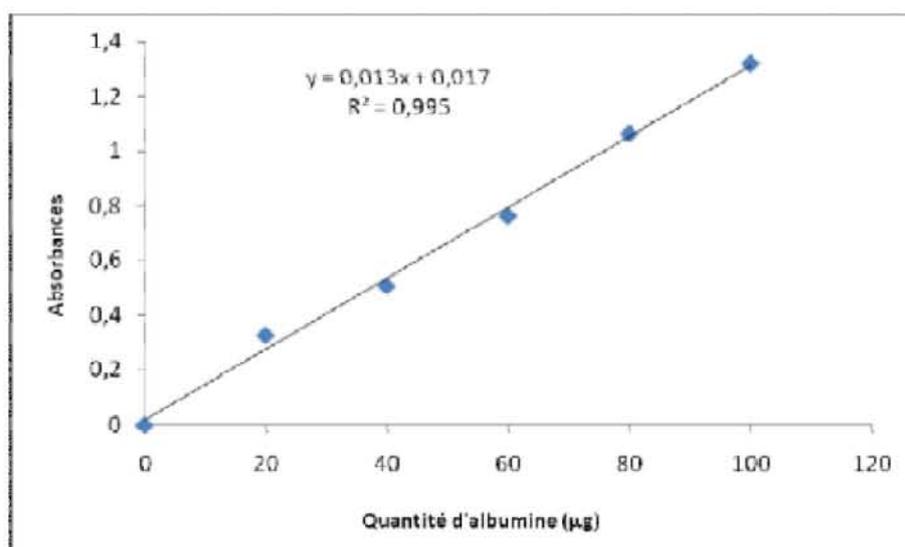
#### 3.6.1. Dosage de l'Acétylcholinestérase

Le taux de l'Acétylcholinestérase ( $\text{nM}/\text{min}/\text{mg}$  de protéine) a été calculé chez les deux espèces par application de la formule d'Ellman et al (1961) en utilisant des droites de régression exprimant l'absorbance en fonction du temps.

La quantification des protéines a été mesurée mensuellement durant cette période à partir d'une courbe de références le tableau 23 et la figure 34, représentent les droites utilisées pour le calcul de taux des protéines.

**Tableau23:** Dosage des protéines : Réalisation de la gamme d'étalonnage ( $m \pm s$  ;  $n=4$ ).

Quantité de protéine ( $\mu\text{g}$ )	Absorbances
20	$0.310 \pm 0.02$
40	$0.510 \pm 0.04$
60	$0.667 \pm 0.03$
80	$1.066 \pm 0.05$
100	$1.323 \pm 0.06$



**Figure 34.** Dosage des protéines : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine ( $\mu\text{g}$ ) ( $R^2$  coefficient de détermination).

À partir des résultats obtenus dans le tableau 24, Le plus haut niveau de l'activité de l'acétylcholinestérase avec  $34,8 \pm 1,11$  nM/mn/mg de protéines a été enregistrée en avril chez les femelles provenant d'El-Mordjène, tandis qu'une importante inhibition a été observée chez les femelles prélevées de Miramar avec  $17,28 \pm 1,3$  nM/mn/mg de protéines.

L'analyse statistique des moyennes révèle que l'inhibition de l'activité de l'ACHé a été très hautement significative ( $p < 0,001$ ), durant toute la période d'étude, à l'exception du mois de février, la différence est hautement significative ( $p < 0,01$ ) (Tableau 24 ; Fig. 35).

L'analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois) réalisée sur les données relatives aux deux sites révèle des effets site, mois très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) et une interaction site/mois hautement significative ( $p < 0,01$ ) (Tableau 25).

**Tableau 24** : Variation mensuelle de l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase (nM/min/mg de protéines) chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Mois	El-Kala	Skikda	Test t de Student
Février	$30.23 \pm 1.44$	$23.71 \pm 2.16$	0.002**
Mars	$31.38 \pm 1.18$	$19.48 \pm 1.47$	0.000***
Avril	$34.8 \pm 1.11$	$25.2 \pm 1.8$	0.000***
Mai	$31.05 \pm 0.88$	$21.43 \pm 1.79$	0.000***
Juin	$29.63 \pm 1.33$	$17.28 \pm 1.3$	0.000***
Juillet	$31.74 \pm 1.7$	$19.57 \pm 1.25$	0.000***

NS : Différence non significative ( $p > 0.05$ ).

(\*) : Différence significative ( $p < 0.05$ ).

(\*\*) : Différences hautement significative ( $p < 0.01$ ).

(\*\*\*) : Différences très hautement significative ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 25** : Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de l'acétylcholinestérase (nm/min/mg de protéines) chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$  ;  $n = 4$ ) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
Site	1	1288.06	1288.06	573.99	0.000***
Mois	5	187.61	37.52	16.72	0.000***
Interaction : Site/Mois	5	51.11	10.22	4.56	0.003**
Erreur résiduelle	36	80.79	2.24	-	-
Totale	47	1607.57	-	-	-

ddl : degré de liberté ; SCE : somme des carrés des écarts ; CM : carré moyen ; Fobs : test de Fisher ; P : seuil de signification.

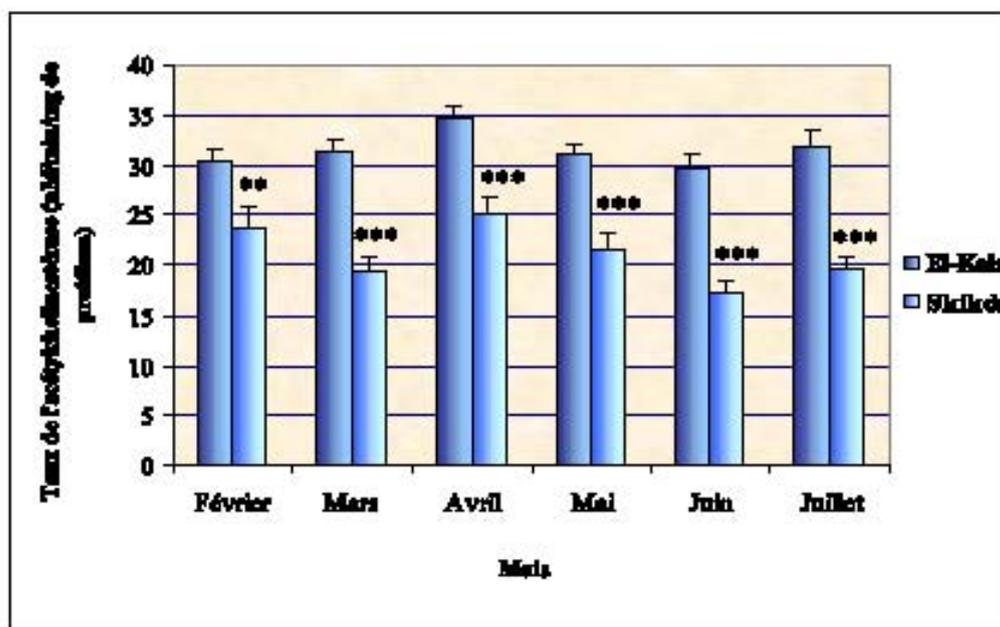


Figure 35. Variation mensuelle de l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase (nm/min/mg de protéines) au niveau des corps de *P. cultrifera* récoltés au niveau d'El-Kala et Sikkia durant la période de février à juillet 2009 ( $m \pm s$ ;  $n = 4$ ).

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Les paramètres physico-chimiques

L'évaluation de la qualité des écosystèmes marins pourrait être faite par l'étude des éléments biotiques et abiotiques (Pai, 2007). Le fonctionnement d'un plan d'eau est sous l'étroite dépendance du climat, plus particulièrement de la température de l'aire et des radiations solaires dont les variations saisonnières conditionnent les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux (Neveu *et al.*, 2001). Chez les Nereidae, la reproduction est sous le control de facteurs environnementaux, tels que la température, la photopériode et le cycle lunaire (Hadege *et al.*, 1990 ; Olive *et al.*, 1997 ; Andries., 2001 ; Lawrence et Soame., 2010).

La température est un facteur écologique important, elle joue un rôle fondamentale dans la répartition des espèces et la limitation de certaines activités biologiques (Rodier, 1996). Elle contrôle la reproduction chez les Nereidae, notamment la gamétogénèse (Olive *et al.*, 1998 ; Rouabah et Scaps., 2003) ; elle contrôle aussi la croissance (Arias et Darke., 1995) et l'alimentation (Olive *et al.*, 1997).

Les résultats de la température obtenus dans les deux sites d'étude montrent des variations mensuelles qui représentent des variations thermiques homogènes avec un maximum de 28.8°C au mois de juillet à El-Kala et 29.3°C au mois d'août à Skikda. Ces fluctuations sont en relation avec les conditions climatiques, notamment la température de l'air. D'après Vincke (1982) les températures les plus basses sont observées en hiver et les plus élevées en été.

Le pH est un facteur écologique essentiel qui conditionne la vie aquatique. Le pH se situe généralement autour de 8. Le pH est très fortement influencé par la photosynthèse, et influence lui-même un grand nombre de processus biologique et chimique. Les valeurs du pH ont révélé un milieu neutre à légèrement alcalin.

La salinité détermine en grande partie les processus biologiques, mais également les processus chimiques de l'eau, elle influence la biodisponibilité des métaux (Mouneyrac *et al.*, 2006). Il est un fait connu qu'aux grandes profondeurs, il n'y a aucun changement brusque de température ou de salinité, qui pourrait influencer la distribution des peuplements comme cela se passe dans les peuplements des étages supérieurs. Aucune variation saisonnière des peuplements n'existe dans un tel milieu (Picard, 1965). Les valeurs de la salinité ont été minimales en hiver dans les deux sites et maximales en été.

En ce qui concerne l'oxygène dissous dans l'eau d'El-Kala et de Skikda ; les relevés de ce paramètre abiotique mettent en évidence l'existence de fortes teneurs en oxygène en période printanière et hivernale, et les faibles teneurs sont enregistrées en période estivale et automnale. Ces fluctuations de la teneur en oxygène dissous sont liées aux variations saisonnières de la température qui agit directement sur le processus de solubilité de l'oxygène dans l'eau, cette hypothèse est confirmée par l'étude de Tarsila et *al.*, (2006), qui ont rapporté que lorsque l'eau de mer est froide, elle présente une solubilité plus élevée en oxygène.

Selon Rodier (1996), la cause de toute variation des teneurs en oxygène dissout peuvent être en fonction de la présence des végétaux, des matières oxydables, des organismes et des germes aérobies ; en tenant compte de ces normes, il s'avère que les teneurs moyennes obtenues en oxygène dissous dans les prélèvements sont normales. La baisse de la teneur en oxygène dissous enregistrée en période estivale serait liée non seulement à la forte élévation de la température qui limite la solubilité de l'oxygène mais aussi à la respiration des organismes aquatiques vivant et au calme hydrodynamique, illustré par la baisse des débits des échanges.

#### 4.2. Évolution de diamètre ovocytaire

Il n'existe pas de gonade ni de cellules folliculaires chez les Néréidés. Les gamètes sont libres dans le liquide coelomique. Il est donc aisé de prélever des ovocytes sur le vivant. L'état génital d'un individu est déterminé par l'étude biométrique du diamètre ovocytaire moyen.

Il est possible de distinguer deux phases successives dans le métabolisme ovocytaire :

- De 30 à 120 $\mu$ m de diamètre, l'ovocyte élabore des substances de réserves d'abord lipidique puis protéique («vitellus protéique»).
- De 130 $\mu$ m à la maturité (diamètre ovocytaire de 250 $\mu$ m).L'ovocyte synthétise des réserves essentiellement glucidiques (Porchet et Dhainaut, 1973).

L'étude du cycle de reproduction de *P. cultrifera*, menée entre septembre 2008 et juillet 2009 à El-Kala, montre que la période de reproduction de *P. cultrifera* est étalée du mois de janvier au mois de juin 2009. La maturité sexuelle commence au mois de mars et s'achève en avril, durant ce dernier mois, on note la présence du plus grand diamètre moyen des ovocytes, qui est de l'ordre de 250 $\mu$ m. Le pic observé en avril est suivi d'une chute rapide au cours du mois suivant. Cette réduction permet de supposer que la ponte aura lieu en pleine d'eau vers la fin d'avril jusqu'au la fin du mois de mai. Ces observations sont en accord avec ceux de Zribi et *al.*, (2007) chez *P. macropus*, ils rapportent aussi que

la maturation des ovocytes commence en mars et s'achève en avril et que la ponte se déroulerait à la fin d'avril et s'étalerait sur le mois de mai.

Au cours du mois de juin 2009 les femelles de grand diamètre ovocytaire disparaissent ; cela ne peut être expliqué que par la mort des géniteurs, ceci a été confirmé par les études de (Herpin, 1925 ; Fage et Legendre 1927 ; Durchon 1951 ; Cazau 1965) chez *P. cultrifera*, ils rapportent que la ponte est suivie par la mort des géniteurs ce qui explique l'absence des ovocytes de grandes tailles en juin. Nos résultats s'accordent avec ceux de Rouabah et Scaps (2003) chez *P. cultrifera*.

Fisher et Dorresteijn (2004) ont observés des résultats similaires chez *Platynereis dumerili*, ils rapportent aussi que la maturation sexuelle de cette espèce s'effectue durant la période de mars à avril.

La reproduction de *N. falsa* au niveau du site d'El- Kala suit le type atoque. Les données sur le mode de reproduction de l'espèce sont très rares et basées sur des observations anciennes et incomplètes (Daas *et al.*, 2010).

Chez *N. falsa*, les premiers petits ovocytes apparaissent dans le coelome au mois d'octobre. La taille moyenne des ovocytes croît progressivement jusqu'au mois d'août et atteint 178.92  $\mu\text{m}$  avant la ponte, leur distribution de taille prouve qu'ils sont produits en continu. La période de reproduction se déroulera entre avril et septembre. En octobre, la plupart des individus contenaient des gamètes en cours de résorption.

#### 4.3. Sex -ratio

Le sex-ratio désigne la proportion entre les mâles et les femelles des individus échantillonnés. Il peut s'exprimer par le pourcentage du nombre de mâles ou de femelles par rapport à la population échantillonnée (c'est à dire le taux de masculinité ou de féminité de la population considérée) ou par le nombre de femelles sur le nombre de mâles (ou inversement) de la population considérée.

La proportion des sexes est, comme la fécondité, une caractéristique de l'espèce et dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. Par des mécanismes divers d'ajustement en réponse aux conditions variables du milieu, ces paramètres contribuent au maintien dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce, voire de sa pérennité. Dans le cadre de l'étude dynamique des populations, la connaissance de la proportion des sexes d'une population permet, en liaison avec d'autres facteurs, d'évaluer la fécondité potentielle de la population (Kartas et Guinard, 1984).

Les résultats obtenus concernant le sexe ratio montre des modifications du sexe ratio au moment de la maturation sexuelle (mars, avril) chez *P. cultrifera*, avec un pourcentage plus important de femelles (

90%, 81.81%) que de mâles ( 13.33%, 9.09%), les mêmes résultats ont été observé chez *N. falsa* avec un pourcentage plus élevé de femelles (69.11%, 74.32%) signalé durant la maturation sexuelle (juillet, août), contre un pourcentage faible de mâles (29.41% , 25.67%) signalé durant la même période, ceci peut être expliqué que chez les populations de *P. cultrifera* et *N. falsa* et au moment de la reproduction intense (maturité), un mâle peut féconder plusieurs femelles.

Forget *et al.*, (2002) ont marqués les mêmes observations chez *Eurytemora affinis*, ils rapportent qu’au moment de la reproduction, la féminisation de la population s’explique qu’un mâle pourrait féconder plusieurs femelles.

Nos résultats vont dans le même sens que ceux de plusieurs auteurs (Fidalgo & Costa, 2003 ; Durou *et al.*, 2007 ; Durou *et al.*, 2008 ; Mouneyrac *et al.*, 2009 ; Zheng *et al.*, 2010), qui démontrent qu’il existe un déséquilibre entre les deux sexes en faveur des femelles chez d’autres espèces de Nereidae.

Rouabah et Scaps (2003) ; Rouabah *et al* (2008) rapportent que la féminisation chez la population de *P. cultrifera* est probablement dû du fait qu’il est très difficile d’identifier les plaques spermatiques ; cependant notre résultat est en contradiction avec ceux de Prevedelli et Simonini (2003) qui ont rapporté que le sexe ratio chez une population de *P. cultrifera* prélevée au niveau d’un habitat saumâtre (lagune de Venise) est en équilibre.

L’échantillonnage mensuel, montre que le nombre de mâles et de femelles chez les deux populations est faible pendant la période printanière et la période hivernale, ceci peut être expliqué par les modifications des paramètres physico-chimiques de la plage. Il est aujourd’hui reconnu que les effets des changements climatiques se feront sentir à tous les niveaux : santé humaine, santé animale, ressources en eau, ressources biologiques, qualité de l’environnement et activités économiques (agriculture, industrie, transport, assurances, etc.) (Parry 2000).

#### 4.4. Inventaire du macro-benthos

Depuis quelques décennies, les études de suivi temporel des communautés benthiques se développent de plus en plus. Elles sont indispensables pour comprendre les changements profonds que subissent actuellement les écosystèmes marins et aussi pour tracer l’évolution temporelle générale de ces zones soumises à plusieurs contraintes environnementale (Zaabi et Afli, 2005).

La macrofaune benthique représente une fraction importante de la richesse, de la diversité et de l'abondance dans les communautés marines. De plus, la majorité de ces organismes possèdent un certain nombre de caractéristiques qui en font d'excellents bioindicateurs de la qualité du milieu marin et leur importance a déjà été soulignée par de nombreux travaux de recherche (Fresi *et al.*, 2005; Hyland, 2005; Liehr *et al.*, 2005; Occhipinti-Ambrogi, 2005; Rumohr, 2005).

La diversité des écosystèmes marins littoraux est remarquable en méditerranée (Boudouresque, 1997; Ramos-Espla et Sanchez-Lizaso, 2002; Ballesteros, 2003). Cette diversité ainsi que la richesse de ces écosystèmes permet le foisonnement de la faune et de la flore associée.

La plage El Mordjène dispose d'une riche macrofaune. Les polychètes y dominent, mais les bivalves et crustacés y sont aussi très communs, l'association entre ces trois embranchements est assez classique (Ayari et Afli, 2003). La domination des Polychètes est tout à fait normale compte tenu de la texture sédimentaire fine de la plage El-Mordjène, la biodiversité semble moins riche au niveau de Miramar, du fait l'absence de plusieurs espèces d'Annélides polychètes, cela peut être attribué à l'effet de la pollution au niveau de Skikda, ou bien à la dynamique de ces espèces ; de même selon Rossi et al (2001), la répartition et la diversité de la macrofaune benthique sont déterminées par un ensemble de facteurs physiques, ainsi que par la valeur nutritionnelle des sédiments. La structure de la biocénose benthique peut être influencée aussi par de nombreux facteurs environnementaux, comme la température, la profondeur, le type de sédiment et les apports de matière organique. Ces facteurs peuvent être étroitement liés entre eux et difficiles à distinguer (Weisshappel et Svavarsson, 1998).

Une étude sur les Annélides polychètes utilisés comme appât de pêche, au niveau du littoral d'Annaba a permis l'identification en plus de *P. cultrifera*, deux espèces vivant dans le sable *Hediste diversicolor* et *Scolelepis squamata* (Younsi *et al.*, 2009).

#### 4.5. Composition biochimique

Les protéines jouent un rôle fondamental dans l'organisme biologique. Elles peuvent assurer la catalyse biochimique, la régulation hormonale et s'intégrer dans la cellule en tant que constituants structuraux en même temps que les lipides et les glucides (Jacob et Monod, 1961). À côté des protéines, les glucides et les lipides jouent un rôle important dans la constitution des réserves destinées au développement de l'embryon chez les Annélides (Rouabah-Sadaoui et Marcel, 1995).

Les Annélides Polychètes ont fait l'objet de plusieurs études écotoxicologiques tels que *Nereis diversicolor*, *Nereis virens*, *Neanthes succina*, considérant ces organismes comme bioindicateurs de la

pollution (Demuynck *et al.*, 2004, Douhri *et al.*, 2009, Durou *et al.*, 2006, Gillet *et al.*, 2008, Rewitz *et al.*, 2004, Rhee *et al.*, 2007...etc.).

L'évolution mensuelle des trois principaux constituants : protéines, glucides et lipides chez *P. cultrifera* montre des différences entre les deux sites El-Kala et Skikda, les individus récoltés dans le site de Skikda semblent afficher des quantités de protéines, glucides et lipides plus faibles par rapport à ceux récoltés à El-Kala. Ces différences peuvent être traduites comme étant une réaction aux polluants déversés à Skikda. Cet appauvrissement en énergie a été aussi indiqué par Durou *et al* (2005, 2007) chez les vers *N. diversicolor* en corrélation avec les taux des contaminants présents ; de même Mouneyrac *et al* (2006, 2009) ont confirmé l'épuisement des glucides et lipides suivant le degré de la pression anthropique.

Nos résultats sont en accord avec d'autres études sur d'autres invertébrés marins, tel que *D. trunculus* où Les taux de ces réserves au niveau du manteau, chez les individus en provenance du site sain (El-battah) sont plus élevés que celles chez les individus des eaux polluées (Sidi Salem) (Sifi, 2009), chez la même espèce en provenance des mêmes localités, les individus affectés par la pollution ont montré une réduction des teneurs en protéines (Hamdani, 2007 ; Beldi, 2007) ; des protéines et glucides (Aouadène, 2003) ; des glucides et lipides (Amira, 2007) ; sur *P. perna* (Chaoui, 1993), sur *Ruditapes decussatus* traité par le malathion (Amrani, 2009) ; et sur *Penaeus kerathurus* au niveau des gonades de femelles traitées par le RH-0345 ou halofénozide (Cheid, 2006 ; Sansri, 2008). D'après Freitas *et al.* (2002a) et dans le cas de *Mytilus galloprovincialis*, il existe des variations notables dans les proportions des différents constituants biochimiques pour la même espèce provenant de localités différentes. Ces fluctuations sont dues aux capacités nutritives plus ou moins grandes des eaux. La qualité de nourriture disponible intervient également (Pérez-Camacho *et al.*, 1995 ; Fernández-Reiriz *et al.*, 1998 ; Albentosa *et al.*, 1999), il existe en effet de grandes différences dans les compositions biochimiques des espèces du plancton, et donc dans leurs capacités nutritives (Ackman *et al.*, 1968 ; Webb & Chu, 1983 ; Delaunay *et al.*, 1993).

Il ne faut pas ignorer que la disponibilité alimentaire pourrait aussi influencer sur le niveau des réserves d'énergie, il est bien établi que le principal facteur qui influence la composition en acides gras chez les organismes marins est le régime alimentaire (Luis et Passos, 1995), qui chez les Nereidae semble adapté à la disponibilité et la qualité des aliments, la présence de prédateurs, la hauteur de la marée et la saison (Masson *et al.*, 1995). Ainsi ces espèces sont capables de satisfaire leur besoin énergétique en utilisant différents types de régime alimentaire (Meziane & Retière, 2002 ; Olivier *et al.*, 1995).

Les résultats obtenus concernant l'évolution du taux des protéines chez les individus de *N. falsa* révèle des différences qui varient avec la période de reproduction surtout au moi de février où on affiche un pic avec un taux plus élevé de  $15.32 \pm 1.2 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu, suivi d'une chute durant les mois qui suivent avec une valeur minimale de  $9.06 \pm 1.25 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistrée au mois de juillet (maturation sexuelle). Ces résultats s'accordent avec ceux de Porchet (1974) chez *P. cultrifera*, il rapporte que la teneur en protéines totales diminue progressivement pendant la maturation sexuelle. L'étroite relation entre le cycle reproductif et le taux des protéines est due au fait que ces dernières interviennent dans la formation des gamètes (Holland, 1978 ; Ansell *et al.*, 1980) et sont également utilisées comme source d'énergie en particulier pendant la gamétogénèse (Mann et Glomb, 1978 ; Barber et Blace, 1981). Rouabah-Sadaoui et Marcel (1995) ont montré que la teneur en protéines totales diminue progressivement pendant la maturation de clitellum chez *Eisenia fetida*.

Le suivi de l'évolution des taux des glucides et des lipides chez *N. falsa* pendant la période de février à juillet 2009, présente un croisement rapide et continue à partir du mois de février jusqu'au les mois qui suivent avec respectivement des valeurs maximales de  $8.97 \pm 0.86 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu et  $14.95 \pm 1.34 \mu\text{g}/\text{mg}$  de tissu enregistrées au mois de juillet (maturation sexuelle). Nos résultats sont en accord avec ceux de Rouabah-Sadaoui et Marcel (1995) chez *Eisenia fetida*, ils rapportent que la teneur en glucides augmente considérablement au cours de la maturation du clitellum, en particulier le galactose, le mannose et les hexosamines.

Notre résultats s'accordent avec ceux de (Garcia-Alonso *et al.*, 2006), rapportant que chez *N. virens* la maturation des ovocytes se traduit par la présence des gouttelettes lipidiques près de noyau de chaque ovocyte.

Nos résultats ne concordent pas avec ceux de Caner (1981) chez *P. cultrifera*, il rapporte que le taux des lipides diminue durant la maturation des ovocytes.

Fontaine (1982) dose chez *P. cultrifera* les lipides totaux du liquide coelomique, des cœlomocytes et des ovocytes en fonction de l'âge des vers. Il trouve que les lipides constituent 12.5 à 26.6% du poids sec.

Les même résultats ont été rapportés chez les Bivalves : *Tapes decussatus* et *T. philipinarum* (Beninger & Stephan G, 1985), ainsi que chez *Dreissena polymorpha* (Nalepa *et al.*, 1993) et chez l'huître *Crassostrea gigas* (Gabbot, 1975 ; Pazos *et al.*, 1996), ces auteurs rapportent que la teneur en lipides augmente au cours de la maturation sexuelle et diminue vers la fin de l'activité de reproduction.

#### 4.6. Aspects enzymatiques

Les cholinestérases (ChE) ont été découverts en 1906 (Hunt et Taveaux, 1906). Parmi les annélides, ChEs ont été caractérisés dans le *N. diversicolor* marine polychètes (Scaps *et al.*, 1996), chez deux espèces d'oligochètes terrestres, *A. caliginosa* (Principato *et al.*, 1978, 1979, 1989; Kaloustian 1981) et *E. fetida* (Andersen *et al.*, 1978; Stenersen 1980a, 1980b; Scaps *et al.*, 1996), et dans l'eau douce hirudinean *H. medicinalis* (Principato *et al.*, 1981, 1983; Talesa *et al.*, 1995).

L'acétylcholinestérase est une enzyme impliquée dans les mécanismes de transmission de l'influx nerveux à travers l'organisme. Dans les jonctions interneuronales et neuromusculaires, la terminaison nerveuse libère un médiateur chimique, l'acétylcholine (ACh), qui permet la transmission du message nerveux d'une cellule à l'autre. Une fois l'information transmise, l'acétylcholine est rapidement inactivée par l'inhibition de l'enzyme par de nombreux toxines entraînant une accumulation du médiateur chimique dans l'espace synaptique, qui maintien de ce fait une transmission permanente de l'influx nerveux, laquelle conduit généralement à la tétanie musculaire et à la mort (Bocquéné, 1996 ; Bairy, 2000). L'étude des biomarqueurs est un outil très sensible, spécifique et précoce, mais leurs résultats sont encore souvent difficiles à corrélés avec les changements écologiques (Luoma & Ho, 1993).

L'AChE est principalement inhibée par deux classes d'insecticides, les organochlorés et les carbamates (Toutant, 1989 ; Fournier & Mutero, 1994 ; Ecobichon, 1996 ; Tomita *et al.*, 2000). Cependant certaines études ont mis en évidence l'inhibition de l'activité de l'AChE par d'autres contaminants environnementaux incluant certains agents tensioactifs, les hydrocarbures combustibles et les métaux lourds (Herbert *et al.*, 1995 ; Bocquéné *et al.*, 1997 ; Forget *et al.*, 1999 ; Kammenga *et al.*, 2000 ; Dellali *et al.*, 2001). l'inhibition de l'activité de l'AChE peut avoir des conséquences sur le comportement des êtres vivants : la recherche de la nourriture, la recherche de partenaire sexuel et le soin des jeunes (Little, 1990 ; Richmonds & Dutta, 1992 ; Hart, 1993 ; Saglio *et al.*, 1996 ; Khessiba *et al.*, 2001).

Les mesures de l'inhibition de l'acétylcholinestérase dans les organismes aquatiques a déjà été utilisé comme un biomarqueur des effets des contaminants neurotoxiques (Habig et Di Giulio, 1988; Galgani et Bocquene, 1990; Payne *et al.*, 1996; Mc Henery *et al.*, 1997; Kirby *et al.*, 2000; Soli *et al.*, 2000). l'analyse de l'activité de l'AChE dans les différents tissus de l'organisme aquatique est considérée comme biomarqueur de la contamination des milieux aquatiques par les pesticides anticholinestérasiques (Zinkl *et al.*, 1991 ; Fernandez-Vega *et al.*, 1999 ; Dutta & Arend, 2003).

La détermination mensuelle de l'activité de l'AChE chez les femelles *P. cultrifera* présentes dans les deux sites révèle une forte inhibition de l'activité de cette enzyme chez les individus de Skikda surtout au mois de mars et juin. Ce résultat est cohérent avec d'autres études sur *N. diversicolor*, cette enzyme a été appliquée avec succès en tant que biomarqueur d'exposition aux métaux (zinc et cuivre) (Aït Alla *et al.*, 2006), ainsi qu'aux plusieurs groupes de contaminants présents dans leur milieu de vie (Durou *et al.*, 2007 ; Douhri & Sayah, 2009 ; Solé *et al.*, 2009), celle sur la même espèce exposée à 1 µM de cadmium et de benzo [a] pyrene (Banni *et al.*, 2009), et celle de *Perinereis aubihitensis* exposée à des métaux (cadmium et cuivre) (Sun *et al.*, 2009) ; également avec d'autres organismes marins celles sur *D. trunculus* (Aoudane, 2003 ; Beldi, 2007 ; Sifi, 2009) ; celle sur *R. decussatus* après 24 h de traitement par le malathion (Amrani, 2009).

Le niveau de contamination n'est pas le seul facteur qui influence la teneur en Acétylcholinestérase. Les biomarqueurs dépendent également de plusieurs facteurs abiotiques notamment les variations saisonnières (Benson *et al.*, 1988, 1992; Baudrimont *et al.*, 1997; Lagadic *et al.*, 1997), par exemple l'activité des biomarqueurs l'acétylcholinestérase (AChE) qui diminue significativement quand la salinité augmente chez les larves de *Crossostera gigas* (Damiens *et al.*, 2000).

Moulton *et al.* (1996) ont étudié les effets de température sur la toxicité de deux inhibiteurs de la cholinestérase ; pesticides aldicarbe ([méthylthio] 2-méthyl-2-propionaldéhyde O-oxime [méthylcarbamoyl]) et acéphate (O, S acetylphosphoramido-diméthyl-thioate) sur les moules d'eau douce *Elliptio complanatus*. Après une exposition de 96 heures, ces auteurs ont montré que l'augmentation de la température expérimentale 21 à 30 ° C, provoque l'inhibition de l'AChE, avec la mortalité de moules d'eau douce à des concentrations d'aldicarbe ou acéphate de seulement de 5mg/l. Selon Bocquené *et al.* (1997) l'activité de l'AChE n'est pas directement liée à l'âge, au sexe et à la période de reproduction chez la plupart des organismes marins adultes.

## 5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude a pour objectif de déterminer les points suivants :

- Déterminer le cycle de reproduction de deux espèces *P. cultrifera* et *N. falsa* au niveau de la plage El-Mordjène à El-Kala à travers une collecte mensuelle durant la période de janvier à décembre 2009.
- Le sex-ratio de deux espèces.
- Établissement d'un inventaire des espèces d'Annélides Polychètes dans les deux sites (El-Kala, Skikda) durant l'année 2009.
- L'impact de la pollution sur l'écologie et la biochimie de *P. cultrifera*.

Les résultats des paramètres physico-chimiques dans les deux plages, El-Mordjène et Miramar, ont montré des différences légères du point de vue température, salinité, ainsi qu'une évolution presque similaire de ces paramètres entre les deux sites, par contre les deux autres paramètres représentés par l'oxygène dissous et le pH affichent des valeurs à Skikda inférieures à celle d'El-Kala.

L'étude de cycle de reproduction montre que la période de reproduction de *P. cultrifera* s'étale de mars à avril, alors celle de *N. falsa* s'étale de juillet à août.

Les valeurs de sex-ratio de *N. falsa* et *P. cultrifera* montre que le nombre des femelles collectées est environ 2 fois plus important que celui des mâles et que le nombre des femelles augmente au cours de la maturation sexuelle.

L'inventaire du macro-benthos révèle que la plage El-Mordjène est riche en espèces benthiques, mais surtout plus riche en Annélides Polychètes que la plage Miramar.

Sur le point écotoxicologique, l'analyse des différentes réserves métaboliques : protéines, glucides et lipides au niveau des ovocytes de *P. cultrifera*, montre des niveaux inférieurs chez les femelles de Skikda, qui pourrait être une réponse physiologique, suite à une résistance aux polluants présents dans le milieu, ainsi que l'évaluation de l'activité enzymatique de l'ACHé. Une forte inhibition de l'ACHé chez ces femelles explique bien la présence des polluants dans le milieu.

L'analyse des métabolites : protéines, glucides et lipides montre des fluctuations mensuelles qui varient avec la période de reproduction chez *N.falsa* et *P.cultrifera* où en remarque la diminution du taux des protéines et l'augmentation des taux de glucides et lipides.

Al' avenir, il serait intéressant de :

- Faire un inventaire et l'étendue sur tout le littoral Algérien.
- Prolonger la période d'étude sur toute l'année.
- Faire un suivi continu de la qualité de l'environnement marin de nos sites d'étude en dosant les métaux lourds pour une utilisation de biomarqueurs plus spécifiques à la nature des polluants présents dans notre littoral.

## 6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbot, R.T. & S.P. Dance ., 1986.** Compendium of Seashells. American Malacologists, Inc. Melbourne, Florida. 411 pp.
- Abrantes, A. J. C., F. Pinto and M. H. Moreira., 1999.** Ecology of the polychaete *Nereis diversicolor* in the Canal de Mira (Ria de Aveiro, Portugal): Population dynamics, production and oogenic cycle. *Acta Oecologica* **20**: 267-283.
- Ackman R. G., Tocher C. S. , & McLachlan T., 1968.** Marine phytoplankter fatty acids. *J. Fish. Res. Board Can.*, **25**: 1603-1620.
- Ahn IY, Kang YC, Choi JW., 1995.** The influence of industrialeffluents on intertidal benthic communities in Panweol, KyeonggiBay (Yellow Sea) on the west coast of Korea. *Mar Poll Bull* **30**:200–206
- Åkesson, B., 1973.** Reproduction and larval morphology of five *Ophryotrocha* species (Polychaeta, Dorvilleidae). *Zool. Scr.* **2**: 145–155.
- Albentosa M., Fernandez-Reiriz J. M., Labarta U., & Pérez-Camacho A., 1999.** Effect of microalgal and inert diets on the growth performance and biochemical composition of *Ruditapes decussatus* seed : wheatgerm diets. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **232**: 23-37.
- Ait AissaS., Palluel O & PorcherJ.M., 2003.** Biomarqueurs précoces d'écotoxicité INRIS, Rapport final DRC00-02: 79p.
- Ait –Alla A., Mouneyrac C., Durou C., Moukrim A & Pellerin J., 2006.** Tolerance and biomarkers as useful tools for assessing environmental quality in the Oued Souss estuary (Bay of Agadir, Morocco). *Comp. Biochem. Physiol.*, **143 C** : 23-29.
- Amira, A., 2007.** Evaluation du stress environnementale chez *Donax trunculus* : Mesure de biomarqueurs (GSH et MDA) et corrélation avec le métabolisme lipido- glucidique durant la

période de reproduction au niveau du Golf d'Annaba. Thèse de Magister en Biologie et physiologie animale, option : Reproduction et développement. Université d'Annaba. 77p.

**Amrani, A., 2009.** Effet de la pollution industrielle sur la biologie de la palourde *Ruditapes decussatus* pêchée au niveau du Lac El- Mellah. Tèse de Magister en biologie et physiologie animale, option : Toxicologie fondamentale et appliquée. Université d'Annaba. 73p.

**Andersen, R. A., T. Aune, and J. A. B. Barstad., 1978.** Characteristics of cholinesterase of the earthworm *Eisenia foetida*. *Camp. Biochem. Physiol* **61C**: 81-87.

**Andries, J.C., 2001.** Endocrine and environmental control of reproduction in Polychaeta. *Can.J.Zool.*, **79**: 254-270.

**Ansell A.D. & Lagardère F., 1980.** Observation on the biology of *Donax trunculus* and *Donax vittatus* at ile d'Oleron (French Atlantic Coast). *Mar. Biol.*, **57**: 287-300.

**Ansaloni I., Pellizzato M., Predivelli D. & Zunarelli-Vandini R. 1986 .** Policheti di interesse economico nella laguna di Venezia. *Nova Thalassia.*, **8** : 641-642.

**Aouadane, A., 2003.** Evaluation spatio-temporelle de quelques paramètres biométriques et biochimiques chez *Donax trunculus* (Mollusca, Bivalvia) dans un environnement pollué (Golf d'Annaba). These de Magister en Biologie et physiologie animale, option : Ecologie animale appliquée. Université d'Annaba. 82p.

**Arias, A. M. and P. Drake., 1995.** Distribution and production of the polychaete *Nereis diversicolor* in a shallow coastal lagoon in the Bay of Cádiz (SW Spain). *Cahiers de Biologie Marine* **36**: 201-210.

**Arnold, P.W. & R.A. Birtles ., 1989.** Soft-sediment marine invertebrates of Southeast Asia and Australia : a guide to identification. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 272 pp.

**Athalye RP, Gokhale KS., 1991.** Heavy metals in the polychaete *Lycastis ouanaryensis* from Thane Creek, India. *Mar Pollut Bull* **22**:233–236.

**Ayari, R & Afli, A., 2003.** Bionomie benthique du petit golf de Tunis. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech.*, **30**: 79-90.

**Bainy A. C. D., 2000.** Biochemical responses in penaeids caused by contaminants. *Aquaculture*, **191**: 163-168.

**Ballesteros. E., 2003.** The coralligenous in the Mediterranean. RAC-SPA editor, Tunisia, 104p. (*under press*).

**Banni, M., M., Bouraoui, Z., Clerandeu, C., Narbonne, J.F & Boussetta. H., 2009.** Mixture toxicity assesment od cadmium and benzo[a]pyrene in the sea worm Hediste diversicolor. *Chemosphere.*, 5pp.

**Barber B. J. et Blace N. J., 1981.** Energy storage and utilisation in relation to gamétogenesesis in *Argopecten irradians Concentricus* (say). *J. Exp. Mar. Biol.Ecol.*, **52** :121-134.

**Barnes R.D., 1980.** Invertebrate Zoology, Saunders College, Philadelphia, PA, États-Unis.

**Bauchot-Boutin M.L. & Bobin G., 1954.** Modifications hétéronéréidiennes des parapodes, des soies et des bulbes sétigères chez *Perinereis cultrifera* (Grübe) (Annélide Polychète). *Arch. Anat. Micr. Morph. Exp.*, **43** : 137-162.

**Baudrimont M., Lemaine-Gony L., Ribeyre F., Métivaud J., & Boudou A., 1997.** Seasonal variations of metallothionein concentrations in asiatic clam (*Corbicula fluminea*) after experimental exposure to cadmium and inorganic mercury. *Environ. Toxicol. Chem.*, **16**: 2096-2106.

**Beldi, H., 2007.** Etude de *Gambusia affinis* (Poisson, Téléostéen) et *Donax trunculus* (Mollusque, Pélécypode): Ecologie, physiologie et impacts de quelques altéragènes. Thèse de Doctorat d'état en science de la mer, option: Biologie et ecologie marine. Université d'Annaba. 105p.

**Beninger P. G. & Stephan G., 1985.** Seasonal variations in fatty acids of the triacylglycerol and phospholipids of two populations of adult clam (*Tapes decussatus* L. and *T. philippinarum*) reared in a common habitat. *Comp. Biochem. Physiol.* **B81**: 591-601.

- Benson W. H., & Di Giulio R. T., 1992.** Biomarkers in hazard assessments of contaminated sediments. *In* Sediment toxicity assessment. *Edited by GA Burton Jr. Lewis Publishers, Chelsea, Mitch.*, pp. 241-266.
- Benson W. H., Waston CF., Baer K. N., & Stackhouse R. A., 1988.** Response of Hematological and Biochemical Parameters to Heavy Metal Exposure: Implications in Environmental Monitoring. *Mar. Environ. Res.*, **24**: 219-222.
- Bertrand M., 2005.** Les Vers. Commission départementale de Biologie départementale de l'Oise.
- Bocquené G., 1996.** L'acétylcholinestérase, marqueur de neurotoxicité. Application à la surveillance des effets biologiques des polluants chez les organismes marins. Thèse Doct., Ecole Pratique des Hautes Etudes : 250p.
- Bocquene G., & Galgani F., 1991.** Acetylcholinesterase activity in the common prawn (*Palaemon serratus*) contaminated by carbaryl and Phosalone. *Ecotox. Environ. Safety.*, **22**: 337 - 345.
- Bocquene G., Galgani F., & Truquet P., 1990.** Characterization and assay conditions for use of AChE activity from several marine species in pollution monitoring. *Mar. Environ. Res.*, **30**: 75-89.
- Bocquené, G., Galgani, F., Walker, C.H., 1997.** Les cholinesterases, biomarqueurs de neurotoxicité'. *In*: Biomarqueurs en Ecotoxicologie: Aspects Fondamentaux. Masson, Paris, pp. 209- 240.
- Boudouresque. C. F., 1997.** Situation de la biodiversité marine et lagunaire en Tunisie (Partie2). *In*: La diversité biologique marine et lagunaire en Tunisie. Etat des connaissances actuelles, recommandations pour une stratégie nationale de conservation et de gestion durable. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire (Tunisie), UNEP (RAC/SPA). 154p.
- Bradford M., 1976.** A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, **72**: 248-254.

**Caner F., 1981.** Contribution à l'étude biochimique de l'ovogenèse de *Perinereis cultrifera* (Annélide Polychète). Mémoire, Université de Lille, N° 906.

**Cazaux C., 1965.** Evolution de *Perinereis cultrifera* (Grübe) au cours d'un cycle annuel à Arcachon. *P. V. Soc. Linn. Bordeaux.*, 101 : 1-18.

**Cazaux, C., 1970.** Recherche sur l'écologie et le développement larvaire des Polychètes de la région d'Arcachon. Thèse Doctorat d'Etat, Université de Bordeaux, 1-2: 355 pp and 180 pp.

**Chapin F. S., Zavaleta E. S., Eviner V. T., Naylor R. L., Vitousek P. M., Reynolds H. L., Hooper D. U., Sala O. E., Hobbie S. E., Mack M. C., Díaz S., 2000.** Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405 : 234 – 242.

**Chaoui L., 1993.** Etude de la reproduction de *Perna perna* (L) (Mytilidae) dans le Golf d'Annaba. Aspects écologiques, histologiques et biochimiques. Thèse de Magister. Université d'Annaba. 89p.

**Clarck R.B, Olive P.J.W., 1973.** Recent advances in polychaete endocrinology and reproductive biology, *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 11 (1973) 175–226.

**Cross FA, Duke TW, Willis JS., 1970.** Biogeochemistry of traceelements in a coastal plain estuary: Distribution of manganese, iron and zinc in sediments, water and polychaetous worms. *ChesapeakeScience* 11:221–234.

**Daas T., Younsi M., Daas MO. , Gillet P., Scaps P., 2010.** Reproduction, population dynamics and production of *Nereis falsa* (Nereididae: Polychaeta) on the rocky coast of El Kala National Park, Algeria. *Helgol Mar Res* DOI 10.1007/s10152-010-0212-5.

**Dakhama A., Dhainaut A., 1985.** Dégénérescence cellulaire intestinale chez l'Annélide Polychète *Perinereis cultrifera* au cours de l'épitoquie et après ablation du cerveau. *Reprod. Nutr. Dévelop* ; 25 (3), 555-566.

**Damiens G., His E., Gnassia-Barelli M., Quiniou F., Romeo M., 2000.** Influence de la température et de la salinité sur la mesure de biomarqueurs chez des bivalves de *Crassostrea*

*gigas*.

**Davis W.R., 1993.** The role of bioturbation in sediment resuspension and its interaction with physical shearing. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **171** : 187-200.

**Day, J., 1967.** A monograph of the Polychaeta of Southern Africa. Br. Mus. (nat. Hist.) Publ. 656, London. 878 pp.

**Dean, H.K., 2008.** The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution : a review. *Rev. Biol. Trop.*, **56** (4) : 11-38.

**Dellali M., Gnassia-Barelli M., Romeo M., & Aissa P., 2001.** The use of acetylcholinesterase activity in *Ruditapes decussatus* and *Mytilus galloprovincialis* in the biomonitoring of Bizerta lagoon. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part C.*, **130**: 227-235.

**Delauney F., Marty J., Moal J., & Samain J. F., 1993.** The effect of monoespecific algal diets on growth and fatty acid composition of *Pecten maximus* (L) larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **173**: 163-179.

**Demuyneck S., Bocquet-Muchembled B., Deloffre L., Grumiaux F et Leprêtre A., 2004.** Stimulation by cadmium of myohemerythrin-like cells in the gut of the annelid *Nereis diversicolor*. *The Journal of Experimental Biology* **207**, 1101-1111

**Depledge MH, Rainbow PS., 1990.** Models of regulation and accumulation of trace metals in marine invertebrates. *Comp BiochemPhysiol* **97C** : 1-7.

**Djellal. D., Lounis, B & Belhadj-Aissa, A., 2009.** Cartographie de la concentration des sédiments côtiers par imagerie satellite et étude des lidars bathymétrique. *Journées d'animation scientifique (Jas 09) de l'AUE Alger*. 1-7.

**Douhri H., Sayah F., 2009.** The use of enzymatic biomarkers in two marine invertebrates *Nereis diversicolor* and *Patella vulgata* for the biomonitoring of Tangier's bay (Morocco). *Ecotoxicology and Environmental Safety* **72** : 394-399.

**Driscoll SK, McElroy AE., 1996.** Bioaccumulation and metabolism of benzo(a)pyrene in three species of polychaete worms. *Environ Toxicol Chem* **15**:1401–1410.

**Duchateau G., & Florkin M., 1959.** Sur la tréhalosémie des insectes et sa signification. *Arch. Insect. Physiol. Biochem.*, **67**: 306-314.

**Durchon M., 1951.** Les modalités de l'essaimage de *Perinereis cultrifera* Grube (Annélide Polychète) à Luc-sur-mer (Calvados). *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **88** : 1-6.

**Durchon M., 1957.** Problèmes posés par le comportement des néréidiens au moment de leur reproduction. *Ann. Biol.*, **33** : 31-42.

**Durchon M., 1967.** L'endocrinologie des Vers et Mollusques. Ed. Masson, Paris.

**Dutta, H.M. & Arends D.A., 2003.** Effects of endosulfan on brain acetylcholinesterase activity in juvenile blue gill sun fish. *Environmental Research*, **91** :157-162.

**Durou, C & Mouneyrac C & Amiard-Triquet C., 2005.** Tolerance to metals and assessment of energy reserves in the Polychaetes *Nereis diversicolor* in clean and contaminated estuaries. *Environmental Toxicologie .*, **2** : 23-31.

**Durou, C., Mouneyrac, C & Amiard-Triquet, C., 2008.** Environmental quality assessment in estuarine ecosystems : Use of biometric measurements and fecundity of the ragworm *Nereis diversicolor* (Polychaeta, Nereididae). *Water Research.*, **42** : 2157-2165.

**Durou, C., Poirier, L., Amiard, J.C., Budzinski, H., Gnassia-Barelli, M & Lemenach, K., 2007.** Biomonitoring in a clean and multi-contaminated estuary based on biomarkers and chemical analyses in the endobenthic worm *Nereis diversicolor*. *Environ. Pollut.*, **148** : 445-458.

**Durou, C., Smith, B.D., Rome' o, M., Rainbow, P.S., Mouneyrac, C., Mouloud, M., Gnassia-Barelli, M., Gillet, P., Deutch, B., Amiard-Triquet, C., 2006.** From biomarkers to population responses in *Nereis diversicolor*: assessment of stress in estuarine ecosystems. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **66**, 402–411.

**Ecobichon D. J., 1996.** toxic effects of pesticides. In : Klaassen C. D (ed.). Casarett and Doull's toxicology ; the basic science of poisons Mc Grauw-Hill, New Yorck : 643-689.

**Ellman G. L., Courtney K. D., Andres V., & Featherstone R. M., 1961.** A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology and Physiology*, **38**: 84-90.

**Eriksen KDH, Daae HL, Andersen RA., 1988.** Evidence of presence of heavy metal-binding proteins in Polychaeta species. *Comp. Biochem. Physiol.* **91C**: 377-384.

**Fage L. & Legendre R., 1927.** Pêches planctoniques à la lumière effectuées à Banuyls-sur-Mer et à Concarneau. *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **67**: 23-222.

**Fauchald K., Bellan G., 2009.** *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840). In: **Fauchald K.** (Ed) (2009). World Polychaeta database. Accessed through: **Costello M.J., Bouchet P., Boxshall, G., Arvantiadis C., Appeltans W., (2009)** European Register of Marine Species.

**Fauvel P., 1923.** Polychètes errantes. Faune de France. Paul Lechevalier ed, Paris **5** : 488p.

**Fernandez-Reiriz M. J., Labarta U., Albentosa M., & Pérez-Camacho A., 1998.** Effect of microalgal diet and commercial wheatgerm flours on the lipid profile of *Ruditapes decussatus* spat. *Comp. Biochem. Physiol.*, **119B**: 369-377.

**Fernandez-Vega, C., Sancho, E., Ferando, M.D, & Andreu-Mliner, E., 1999.** Thiobencarb toxicity and plasma AchE inhibition in the euppen eel. *Jour. Environ. Sci. Health.* **B34**, 64.

**Fischer A., Dorresteyn A., 2004.** The polychaete *Platynereis dumerilii* (Annelida): a laboratory animal with spiralian cleavage, lifelong segment proliferation and a mixed benthic/pelagic life cycle, *Bio Essays* **26** :314-325.

**Fidalgo e. P Costa., 2003.** The oogenic cycle of *Nereis diversicolor* (O. F. Müller, 1776) (Annelida: Polychaeta) in shallow water environments in southwestern Portugal *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* **19** (1-4): 17-29.

**Fontaine F., 1982.** Les lipides coelomiques chez *Perinereis cultrifera* Grube. Thèse doctorat 3ème cycle, Lille-I, 130p.

**Forget J., Pavillon J. F., Beliaeff B., & Bocquené G., 1999.** Joint action of pollutants combinations (pesticides and metals) on survival (LC50 value) and acetylcholinesterase activity of *Tigriopus brevicornis* (Copepoda, Harpacticoida). *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol 18., 5: 912-918.

**Forget J., Bocquené G., François L., 2002.** Impact des contaminant présents en estuaire de Seine sur les fonctions neuromusculaires et reproductrices du copépode *Eurytemora affinis*. Laboratoire d'Ecotoxicologie UPRES-EA3222. Faculté des Sciences et Techniques, Université du Harve. Thème I: 1-11.

**Fournier D & Mutero A., 1994.** Modification of acetylcholinesterase as a mechanism of resistance to insecticides. *Comp. Biochem. Physiol.*, **108C**:1-9.

**Francés Zubillaga, G. and J. I. Saiz Salinas., 1997.** Ciclo de vida de *Nereis diversicolor* O. F. Müller (Annelida, Polychaeta) en dos estuarios de norte de España con diferente carga de contaminación. En: *Investigaciones sobre el bentos marino. IX Simposio ibérico de estudios del bentos marino* (19-23 de febrero, 1996. Alcalá de Henares, Madrid, España). J. M. Viéitez and J. Junoy (eds.) *Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía* 23: 207-215.

**Freites L., Fernandez-Reiriz M. J., & Labarta U., 2002a.** Fatty acid profiles of *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) mussel of subtidal and rocky shore origin. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B.*, **132**: 453-461.

**Fresi, E., Scardi, M. et Penna, M., 2005.** Assessing environmental quality in benthic ecosystems : the role of community structure models. Indicators of stress in the marine benthos, IOC workshop report No. 195, p. 45.

**Gabbott P.A., 1976.** Energy metabolism, in: Bayne B.L.ed., marine mussels. Their ecology and physiology. *Cambridge Univ. Press.*

**Galgani, F., Bocquené, G., 1990.** In vitro inhibition of acetylcholinesterase from for marine species by organophosphates and carbamates. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **45**, 243- 249.

**Garcia-Alonso, J, Hoeger, U, Rebscher, N., 2006.** Regulation of vitellogenesis in *Nereis virens* (Annelida: Polychaeta): Effect of estradiol-17 $\beta$  on leucocytes, *Comp. Biochem. Physiol. A: Mol. Integr. Physiol.* **143** (1) : 55–61.

**Garcia-Alonso, J., Müller, C.T & Hardege, J.D., 2008.** Influence of food regimes and seasonality on fatty acid composition in the ragworm. *Aquatic Biologie.*, **4** : 7-13.

**Glasby, C. 1996.** [c.glasby@niwa.cri.nz] "Glossary of Polychaete Technical Terms and Synonyms" [<http://muse.bio.cornell/-worms/glos-int.html>].

**Gillet P., Mouloud M., Durou C., Deutsch B., 2008.** Response of *Nereis diversicolor* population (Polychaeta, Nereididae) to the pollution impact e Authie and Seine estuaries (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **76**. 201-210.

**Golding D.W, Yuwono E., 1994.** Latent capacities for gametogenic cycling in the semelparous invertebrate *Nereis*, *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **91** ;11777–11781.

**Goldsworthy G. J., Mordue W., & Guthkelch J., 1972.** Studies on Insect adipokinetic hormones. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **18**(3): 545.

**Gösler, A.M. , Agirbas, E & Sahin, C., 2009.** Spatial and Temporal Distribution Of Nereididae (Polychaeta : Annelida) along the coast of the Turkish Eastern Black Sea in the Upper-Infralittoral Zone. *Journal of Animal and Veterinary Advances.*, **8**(2) : 229-234.

**Grassle, J. P. & J. F. Grassle., 1976.** Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science* **192**: 567–569.

**Gravier, CH., 1923.** Les Annélides Polychètes. *Ann. Sei. Natur., Zoologie*, 2<sup>ème</sup> série **6**, 153-247, Paris.

**Grube A.E., 1840.** Actinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeeres nach Eigenen Sammlungen Beschrieben. Königsberg: J.H.Bon.

**Grube A.E., 1850.** Die familien der Anneliden. Archiv Für Natur-geschichte, Berlin, 16, 249-364.

**Guerra-García, J.M. et García-Gómez, J.C., 2004.** Polychaete assemblages and sediment pollution in a harbour with two opposing entrances. Helgoland marine research 58, 183-191.

**Habig, C., Di Giulio, R.T., 1988.** The anticholinesterase effectsof the cotton defoliant S,S,S,-tri-n-butyl phosphorotrithioate(DEF) on channel catfish. Mar. Environ. Res. 24, 193- 197.

**Hamdani, A., 2007.** Caractérisation biochimiques des populations de *Donax trunculus* vivant dans deux sites du Golf d'Annaba : Analyse quantitative des acides nucléiques et qualitative et quantitative des protéines. Thèse de Magister en Biologie et physiologie animale, option : Protection de l'environnement. Université d'Annaba.66p.

**Hardege, J.D., Barttels-Hardege, H.D., Zeeck, E., & Grimm, F.T., 1990.** Induction of swarming of *Nereis succinea* (Annélide, Polychaeta). Marine biology., 104 : 291-295.

**Hardege, J.D., Müller, C & Beckmann., 1997.** Awaterbone femele sexpheromone in the ragworm *Nereis succina* (Annelida, Polychaeta). *Polychaete Res.*17: 18-21.

**Hart A. D. M., 1993.** Relationship between behaviour and the inhibition of acetylcholinesterase in birds exposed to organophosphorus pesticides. *Environ. Toxicol. Chem.*12,321-336.

**Hartman, O., 1944.** *Polychataetous annelids.Pt.5. Eunicea. Allan Hancock Pacific Exped.,Vol 10., 1 :1-238.*

**Hartmann O., 1945.** The marine annelid of North Carolina. Bulletin of Duke University Marine Station 2: 1-51.

**Hauenschild C., 1966.** Der hormonale Einfluss des Gehirns auf die sexuelle Entwicklung bei dem Polychaeten *Platynereis dumerllin*, Gen. Comp. Endocrinol. 6 : 26-73.

**Hefferman, P. and B. F. Keegan., 1988.** Quantitative ultrastructural studies on the reproductive biology of the polychaete *Pholoe minuta* in Galway Bay. *Marine Biology* 99: 203-214.

**Herbert A., Guilhermino L., Assis H.C.S & Hansen P. D., 1995.** Acetylcholinesterase activity in aquatic organisms as pollution biomarker. *Zeitschrift Angewandte Zoologie*, 3: 1-5.

**Herpin L., 1925.** Recherches biologiques sur la reproduction et le développement de quelques annélides polychètes. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest. Fr.*, 4 : 1-250.

**Herpin R., 1925.** Recherches biologiques sur la reproduction et le développement de quelques Annélides Polychètes. *Bull. Soc. Nat. ouest Fr.*, 5., 4<sup>e</sup> série.

**Hébert Chatelain E., Breton S., Lemieux H., Blier P.U., 2008.** Epitoky in *Nereis* (*Neanthes*) *virens* (Polychaeta: Nereididae): A story about sex and death. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part B 149:202–208.

**Holland D. L., 1978.** Lipid reserves and energy metabolism in the larvae of benthic marine invertebrates, In: *Biochemical perspective in marine biology* .ed. Marlin D.C. et Sargent J.R ,Academic Press. London, 85-123.

**Hunt, R., Taveaux, R., 1906.** On the physiological action of certain choline derivatives and new methods for detecting choline. *Br. Med. J.* 11: 1788–1791.

**Hutchings P., 1998.** Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity and conservation.*, 7 : 1133-1145.

**Hutchings, P. A., Wilson, R. S., Glasby, C. J., Paxton, H. & Watson Russell, C. 2000.** Appendix 1. In P. L. Beesley, G. J. B. Ross & C. J. Glasby (Eds) *Polychaetes and Allies: the Southern Synthesis* (pp. 242–243). Melbourne: CSIRO Publishing.

**Hyland, J., 2005.** Developing indicators of stress in the marine benthos : the UNESCO/IOC ad-hoc benthic indicator group. Indicators of stress in the marine benthos, IOC workshop report No. 195, 8.

- Ishii T, Otake T, Okoshi K, Nakahara M, Nakamura R., 1994.** Intracellular localization of vanadium in the fan worm *Pseudopotamillaoccelata*. *Mar. Biol.* 121:143–151.
- Izuka, A., 1908.** On the breeding habit and development of *Nereis japonica* n. sp. *Annot. Zool. Jap.* 6: 295–305.
- Jacob F & Monod J., 1961.** Genetic regulatory mechanism in the synthesis of proteins. *J. Biol. Med.*, 3:318-321.
- Joan M . Uebelacker and Paul G., Johnson, 1984.** Taxonomic guide of the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Volume V. MMS 84-0049.
- Jones, D.S. & G.J. Morgan., 1994.** A field guide to Crustaceans of Australian waters. Western Australian Museum. 216 pp.
- Kagawa, Y., 1955.** Note on the optimum salinities, studied in the adult and larva of the brackish-water polychaete worm, *Nereis japonica*. *J. Gakugei Coll. Tokushima Univ. nat. Sci.* 6: 11–16 (in Japanese, English summary).
- Kaloustian, K.V., 1981.** Changes in acetylcholinesterase isozyme pattern in estivating *Allobophora caliginosa* (Savigny). *Comp. Biochem. Physiol. B*, 70: 157–160.
- Kammenga J. E, Dllinger R., Donker H. M., Koheler H.R., Smonsen V., Triebkorm R. & Weeks M.J, 2000.** Biomarkers in terrestrial invertebrates for ecotoxicological soil risk assesment. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 164: 93-147.
- Kartas, F. et J. P. Guinard., 1984.** La fécondité des poissons téléostéens. Masson, *Collection de biologie des milieux marins.* 5:121 p.
- Khessiba, U.N., Hoarau, P., Magnassia, B., Aissa, P., & Roméo, M., 2001.** Reponse biochimique de la moule *Mytilus galloprovincialis* de Binzerte (Tunisie) à exposition du polluant chimique. *Environ. Toxicol. Chem.* 40: 222-229.

**Kinberg P., 1866.** A variation in another anthropochorous species of the oriental earthworm genus *Bull. Tall Timbers Res. Stn.*, No. 13: 18-44.

**Kirby, M.F., Morris, S., Hurst, M., Kirby, S.J., Neall, P., Tylor, T., Fagg, A., 2000.** The use of cholinesterase activity in flounder (*Platichthys flesus*) muscle tissue as a biomarker of neurotoxic contamination in UK estuaries. *Mar. Pollut. Bull.* 40, 780\_ 791.

**Lagadic L., Caquet T., & Amiard J. C., 1997.** Biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions. *In* : Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C., Ramade F., (eds). Biomarqueurs en écotoxicologie. Aspects fondamentaux. *Masson*. Paris, 1-9.

**Lamprell, K. & T. Whitehead.1992.** Bivalves of Australia. Crawford House Press Pty Ltd Bathurst, Australia. 182 pp.

**Lawrence. A.J., Soame, J.M., 2010.** The endocrine control of reproduction in Nereidae : a new role in a changing environment multi-hormonal model with implications for their functional. *Phil. Trans. R. Soc.*, **364B** : 3363-3376.

**Levin, L. A. & T. S Bridges, 1995.** Pattern and diversity in reproduction and development. In McEdward, L. (ed.), *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*. CRC Press, Boca Raton: 79–122.

**Licciano, M., Stabili, L., Giangrande, A. et Cavallo, R.A. 2007.** Bacterial accumulation by *Branchiomma luctuosum* (Annelida: Polychaeta): a tool for biomonitoring marine systems and restoring polluted waters. *Marine Environmental Research* **63**, 291-302.

**Liehr, G.A., Zettler, M.L., Leipe, T. et Wilt, G. 2005.** The ocean quahog *Arctica islandica* L. : a bioindicator for contaminated sediments. *Marine biology* **147**, 671-679.

**Little, E.E., Archeski, R.D., & Koslovskay, V.L, 1990.** Behavioural indicators of sublethal toxicity in the aquatic environment. *Arch, Environ, Contam, Toxicol.* **19** :380-385.

**Luis , O.J & Passos, A.M., 1995.** Seasonal changes in lipid content and composition of polychaete *Nereis (Hediste) diversicolor*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **I IIB (4)** : 579-586.

**Lopez G.R. & Levinton J.S., 1987 .** Ecology of deposit-feeding animals in marine sediments. *Quart. Rev. Biol.*, **62** : 235-259.

**Luoma S. N., & Ho K., T., 1993.** Appropriate uses of marine and estuarine sediment bioassays. *In : Handbook of Ecotoxicology*, 1: 193-226, P Calows (ed.), *Blackwell, Oxford*.

**Mackie G.L. et Schloesser D.W., 1996.** Comparative biology of zebra mussels in Europe and North America: An overview. *Am. Zool.*, **36**, 244-258.

**Maltagliati F., Peru A.P., Casu M., Rossi F., Lardicci C., Curini-Galletti M. & Castelli A. (2000) -** Is *Syllis gracilis* (Polychaeta : Syllidae) a species complex . An allozyme perspective. *Mar. Biol.*, **136** : 871-879.

**Mann et Glomb., 1978.** The effect of temperature on growth and ammonia excretion of the Manila clam *Tapes japonica*. *Estuaris and Coastal Marine Science*, **6**: 335-339.

**Mason AZ, Storms SD., 1993.** Applications of directly coupled SEHPLC/ICP-MS in environmental toxicology studies: A study of metal-ligand interactions in cytoplasmic samples. *Mar. Environ.Res.* **35**:19–23.

**Masson, S., Desrosiers, G & Retière, C., 1995.** Périodicité d'alimentation du polychète *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) selon les changements de la marée. *Écoscience.*, **2** : 20-27.

**Mc Henery, J.G., Linley-Adams, G.E., Moore, D.C., Rodger, G.K., Davies, I.M., 1997.** Experimental field studies of effects of dichlorvos exposure on acetylcholinesterase activity in the gills of the mussel, *Mytilus edulis* L. *Aquat. Toxicol.* **38**, 125-143.

**McKinney M. L., 1998.** On predicting biotic homogenization: species-area patterns in marine biota. *Global Ecology and Biogeography Letters*, **7** (4): 297 – 301.

**Méndez N, Pàez-Osuna F., 1998.** Trace metals in two populations of the fireworm *Eurithoe complanata* from Mazatlán Bay: Effect of body size on concentrations. *Environ. Poll.* **102**:279–285.

**Mettam, C., 1979.** Seasonal changes in populations of *Nereis diversicolor* O. F. Müller from Severn Estuary, U.K. In: *Cyclic phenomena in marine plants and animals. Proceedings of the 13th European Marine Biology Symposium* (1978. Isle of Man, U. K.) E. Naylor and R. G. Hartnoll (eds.). 123- 130. Pergamon Press. Oxford, UK.

**Mettam, C., V. Santhanam and M. S. Havard., 1982.** The oogenic cycle of *Nereis diversicolor* under natural conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 62: 637-645.

**Meziane, T & Retière, C., 2002.** Croissance de juvéniles de *Nereis diversicolor* nourris avec des détritrus d'halophytes. *Oceanol. Acta.*, 25: 119-124.

**Minitab Inc., 2003.** MINITAB Statistical Software, Release 14 for Windows, State College, Pennsylvania.

**Moore D, Dillon TM., 1993.** Chronic sublethal effects of San Francisco Bay sediments on *Nereis (Neanthes) arenaceodentata*. Bioaccumulation from bedded sediments. Final report. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS (USA). Environmental Lab Report WESMPELD933, pp 38.

**Mouneyrac, C., Pellerin, J., Moukrim, A., Ait Alla, A., Durou, C., Viault, N., 2006.** In situ relationship between energy reserves and steroid hormone levels in *Nereis diversicolor* (O. F. Müller) from clean and contaminated sites. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 65 : 181-187.

**Mouneyrac, C., Durou, C., Gillet, P., Hummel, H & Amiard-Triquet, C., 2009.** Linking Energy Metabolism, Reproduction, Abundance, and Structure of *Nereis diversicolor* Populations. In : Amiard-Triquet, C & Rainbow, P. S., 2009. Environmental Assessment of Estuarine Ecosystems A case Study., Taylor & Francis Group, LLC CRC Press., 370p.

**Möller, P., 1985.** Production and abundance of juvenile *Nereis diversicolor* and oogenic cycle of adults in shallow waters of western Sweden. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 65: 603-616.

**Nalepa T. F., Cavaletto J. F., Ford M., Gordon W. M., & Wimmer M., 1993.** Seasonal and annual variation in weight and biochemical content of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in lake St. Clair. *J. Great Lakes Res.*, **19(3)**: 541-552.

**Neveu A., Riou C., Bonhomme., Chassin P. & Papy F., 2001.** L'eau dans l'espace rurale, vie et milieux aquatiques. Cedex. Paris., pp : 3, 15, 24, 61, 62.

**Occhipinti-Ambrogi, A., Forni, G. et Marchini, A., 2005.** Testing different approaches for quality assessment using the benthic community : examples from the northern adriatic sea. Indicators of stress in the marine benthos, IOC Workshop Report No. 195, pp. 23-26.

**Olive, P.J.W. ; 1973.** The regulation of ovary function in *Cirratulus cirratus* (Polychaeta), Gen. Comp. Endocrinol. **20** :1-15.

**Olive, P. J. W. & P. R. Garwood., 1981.** Gametogenic cycle and population structure of *Nereis (Hediste) diversicolor* and *Nereis (Nereis) pelagica* from North East England. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **61**: 193-213.

**Olive, P.J.W., 1994.** Polychaeta as a world resource: a review of patterns of exploitation as sea angling baits and the potential for aquaculture based production. Actes de la 4e<sup>me</sup> Conférence internationale des Polychètes (ed. J.-C. Dauvin et al.). Mémoires Muséum d'Histoire Naturel, **162**, 603-610.

**Olive, P.J.W., Fletcher, J., Rees, S & Desrosiers, G., 1997.** Interactions of environmental temperature with photoperiod in determining age at maturity in a semelparous Polychaete *Nereis (Neanthe) virens* sars. *J. Therm. Biol.*, **22(6)** : 489-497.

**Olive, P.J.W., Rees, S.W & Djunaedi. A., 1998.** Influence of photoperiod and temperature on oocyte growth in the semelparous Polychaete *Nereis (Neanthe) virens*. *Marine Ecology Progress Series.*, **172** : 169-183.

**Olivier, M., G. Desrosiers, A. Caron, C. Retière, & A. Caillou., 1995.** Réponses comportementales des polychètes *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) et *Nereis virens* (Sars) aux

stimuli d'ordre alimentaire: utilisation de la matière organique particulaire (algues et halophytes). *Canadian Journal of Zoology*, 73: 2307–2317.

**Pai, I., 2007.** Ecology of Andaman Sea: past, present and future. *J. Cell Anim. Biol.* 1(1), 011–014.

**Parry M.L., 2000.** *Assesment of potential effects and adaptations for climate change in Europe: the Europe ACACIA project.* Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, 320 pp.

**Payne, J., Mathieu, A., Melvin, W., Fancey, L.L., 1996.** Acetylcholinesterase, an old biomarker with a new future? Field trials in association with two urban rivers and a paper mill in Newfoundland. *Mar. Pollut. Bull.* 32, 225\_ 231.

**Pazos J. A., Ruiz C., Garcia-Martin O., Abad M., & Sanchez J. L., 1996.** Seasonal variation of the lipid content and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* cultured in el Grove, Galicia, N. W. Spain. *Comp. Biochem. Physiol.* 114B: 171-179.

**Pérez-Camacho A., Labarta U., & Beiras R., 1995.** Growth of mussels (*Mytilus edulis galloprovincialis*) on cultivation rafts: influence of seed source, cultivation site and phytoplankton availability. *Aquaculture.*, 138: 349-362.

**Pesch CE, Hansen DJ, Boothman WS, Berry WJ, Mahony JD., 1995.** The role of acid-volatile sulfide and interstitial water metal concentrations in determining bioavailability of cadmium and nickel from contaminated sediments to the marine polychaete *Neanthes arenaceodentata*. *Environ. Toxicol. Chem.* 14:129–141

**Pettibone M.H., 1963.** Marine polychaete worms of the New England region. Part I. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 227 : 1-356.

**Picard., 1965.** Recherches qualitatives sur les Biocoenoses marines des substrats dragables de la région marseillaise. *Ibid*, (52) : 1-160, 10 fig.

**Porchet M and A. Dhainaut., 1973.** Effet de l'activité endocrine cérébrale sur la maturation de l'ovocyte des Néréidiens (Annélides Polychètes). Aspects cytologiques et biochimiques .Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.13 :31-49.

**Porchet M., 1974.** Activité endocrine cérébrale chez les Néréidaes. Thèse doc ès-sci, Lille.

**Porchet M., 1996.** Transitions écologiques chez les annélides. *Bull. Soc. Zool., Fr.*, **121 (2)** : 223-229.

**Prevedelli, D & Simonini, R., 2003.** Life cycles in brackish habitats : adaptive strategies of some Polychaetes from the Venice lagoon. *Oceanologica Acta.*, **26** : 77-84.

**Principato, G.B., Ambrosini, M.V., Menghini, A., Giovannini, E., et Dell'Agata, M., 1978.** Multiple forms of acetylcholinesterase in *Allolobophora caliginosa*: purification and partial characterization. *Comp. Biochem. Physiol. C*, **61**: 147–151.

**Principato, G.B., Ambrosini, M.V., and Giovannini, E., 1979.** Kinetic studies on the acetylcholinesterase (AChE) from *Allolobophora caliginosa*. *Comp. Biochem. Physiol. C*, **62**: 173–180.

**Principato, G.B., M.V. Ambrosini, F.S.Liotti, and E. Giovannini., 1981.** Propionylcholinesterase in *Hirudo medicinalis*: purification, partial characterization and comparative study with a mammalian acetylcholinesterase. *Camp. Biochem. Physiol.* **70C**: 209-213.

**Principato, G.B., Contenti, S., Talesa, V., Mangiabene, G., Pascolini, R., and Rosi, G., 1989.** Propionylcholinesterase from *Allolobophora caliginosa*. *Comp. Biochem. Physiol. C*, **94**: 23–27.

**Principato, G. B., G. Rosi, M. Biagioni, and E. Giovannini., 1983.** Kinetic studies on the reaction mechanism of the propionylcholinesterase from *Hirudo medicinalis*. *Camp. Biochem. Physiol.* **75C**: 185-192.

**Quatrefages, Armand., 1866.** Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce. Annélides et Géphyriens. **Volume 1.** 1-588. Librairie Encyclopédique de Roret. Paris.

**Ramos-Espla. A et Sanchez-Lizaso. J.L., 2002.** Impacto del arrastre sobre comunidades circalitorales de fondos blandos dominadas por coralináceas. ACTAS, Septima Reunion del Foro Cientifico Para la Pesca Espanola en el Mediterraneo. pp: 103.

**Reish DJ, Le May JA., 1991.** Toxicity, bioconcentration of metals and organics compounds by polychaeta. *Ophelia Suppl* 5:653–660.

**Rewitz K.F., Kjellerup C, Jørgensen A, Petersen C, Andersen O., 2004.** Identification of two *Nereis virens* (Annelida: Polychaeta) cytochromes P450 and induction by xenobiotics. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 138, 89–96.

**Rhee J-S., Lee Y-M ., Hwang D-S., Won E-J., Raisuddin S., Shin K-H., Lee J-S., 2007.** Molecular cloning, expression, biochemical characteristics, and biomarker potential of theta class glutathione *S*-transferase (GST-T) from the polychaete *Neanthes succinea*. *Aquatic Toxicology* 83 104–115.

**Richmonds C., & Dutta H. M., 1992.** Effect of malathion on optomotor behaviour of bluegill sunfish. *Lepomis macrochirus. Comp. Biochem. Physiol.*, 102: 523-526.

**Rodier., 1996.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8<sup>ème</sup> Ed. Dunod. Paris.

**Rossi, F., Como, S., Corti, S & Lardicci C., 2001.** Seasonal variation of a deposit- feeder assemblage and sedimentary organic matter in a brackish basin mudflat (Western Mediterranean, Italy). *Eстуarine, Coastal and Shelf Science.*, 53 : 181-191.

**Rouabah A., 2003 .** Comparaison au plan biochimique et génétique de population de l'annélide polychète *Perinereis cultrifera* du littoral français et algérien : précision des lien de parenté. *Thèse de doctorat, Université de Mentouri Constantine*

**Rouabah-Sadaoui L, Marcel R., 1995.** Les glucides et les lipides du clitellum et de l'albumen du cocon chez *Eisenia fetida Sav* (Annélides Oligochètes). *Reprod Nutr Develop* 35, 537-548.

**Rouabah-Sadaoui L, Marcel R., 1995.** Analyse des réserves nutritives protéiques dans le clitellum et dans l'albumen du cocon chez *Eisenia fetida Sav* (Annélides Oligochètes). Mise en

évidence d'une glycolipoprotéine comparable à une vitellogénine. *Reprod Nutr Dévelop* **35**, 491-501.

**Rouabah A., Scaps P., 2003.** Life cycle and population dynamics of the Polychaete *Perinereis cultrifera* from Algerian Mediterranean Coast, *Mar. Ecol.* **24 (2)** :85–99.

**Rouabah, L., Rouabah. A., Ferroudj, S & Scaps, P., 2008.** Comparaison of the life cycles of two populations of the Polychaete *Perinereis cf. cultrifera* from the Bay of Algiers (Mediterranean Sea). *Scientia Marina.*, **72(4)** : 769-778.

**Rumohr, H., 2005.** A 5-step succession model for the Baltic – a future management tool, Indicators of stress in the marine benthos. IOC workshop report No. 195, pp. 12-14.

**Saglio P., Trijasse S., & Azam D., 1996.** Behavioural effects of water-born carbofuron in goldfish. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **31**: 232-238.

**Sato, M., M. Tsuchiya & M. Nishihira., 1982.** Ecological aspect of the development of the polychaete, *Lumbrineris latreilli* (Audouin et Milne-Edwards): Signification of direct development and non-simultaneous emergence of the young from the jelly mass. *Bull. mar. biol. Stn Asamushi, Tohoku Univ.* **17**: 71–85

**Sarkar S., Ray D., Schrivastava A.N., 2006.** Molecular biomarkers: Their significance and application in marine pollution monitoring. *Ecotoxicol.*, **15**:333-340.

**Scaps P., Retière C., Desrosiers G. & Miron G., 1992.** Dynamique d'une population de *Perinereis cultrifera* de la côte nord bretagne. *Cah. Biol. Mar.*, **33** : 477-494.

**Scaps P, Demuynck S, Descamps M, Dhainaut A., 1996.** Biochemical and enzymatic characterization of an acetylcholinesterase from *Nereis diversicolor* (Annelida, Polychaeta): Comparison with the cholinesterases of *Eisenia fetida* (Annelida, Oligochaeta). *Biol Bull* **190**:396–402.

**Selck H, Decho AW, Forbes VE., 1999.** Effects of chronic metalexposure and sediment organic matter on digestive absorptive efficiency of cadmium by the deposit-feeding polychaete *Capitella* species I. *Environ. Toxicol. Chem.* 18:1289–1297.

**Shibko S., Koivistoinen P., Tratnyek C., New Hall A. & Freidman L., 1966.** A method for the sequential quantitative separation of glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. *Analyt. Biochem.*, 19: 415-428.

**Sifi, K., 2009.** Biosurveillance de la qualité des eaux du Golf d'Annaba : croissance, composition biochimique et dosage de biomarqueurs de stress environnemental chez *Donax trunculus* (Mollusque, Bivalve). Thèse de Doctorat en Biologie et physiologie animale, option : Ecotoxicologie. Université d'Annaba. 195p.

**Solé, M., Porte, C., Barcelo, D., Albaiges, G., 2000.** Bivalves residue analysis for assessment of coastal pollution in the Ebro delta (NW Mediterranean Sea). *Mar. Pollut. Bull.* 40, 746-753.

**Solé, M., Kopecka-Pilarczyk, J& Blasco, J., 2009.** Pollution biomarkers in two estuarine invertebrates, *Nereis diversicolor* and *Scrobicularia plana*, from a Marsh ecosystem in SW Spain. *Environment International.*, 35 : 523-531.

**Smith R.L., 1958.** On reproductive pattern as specific characteristic among nereid polychaetes. *Syst Zool.*, 7 : 60-73.

**Stenersen, J., 1980a.** Esterases of earthworms. Part I: characterization of the cholinesterases in *Eisenia fetida* (Savigny) by substrates and inhibitors. *Comp. Biochem. Physiol.* 66C: 37-44.

**Stenersen, J., 1980b.** Esterases of earthworms. Part II: characterization of the cholinesterases in *Eisenia fetida* (Savigny) by ion exchange chromatography and electrophoresis. *Comp. Biochem Physiol.* 66C: 45-51.

**Stephens G.C., 1975.** Uptake of naturally occurring primary amines by marine annelids. *Biol. Bull.*, 149 : 397-407.

**Sun, R., B. Wu & D. Yang., 1980.** Study of the morphology and larval development of the *Neanthes japonica* (Izuka) from the China Sea. *J. Shandong Coll. Ocean.* 10: 100–110 (in Chinese, English summary).

**Sun, F., Zhou, Q., Wang, M & An, J., 2009.** Joint stress of copper and petroleum hydrocarbons on the polychaete *Perinereis aibuhitensis* at biochemical levels. *Ecotoxicology and Environmental Safety.*, 72 : 1887-1892.

**Taleb, M.Z.& Boutiba, Z., 2007.** La moule *Mytilus galloprovincialis* : Bioindicateur de pollution marine- cas du port d'Oran. *Sciences & Technologie.*, 25C : 59-64.

**Tarsila B. Moraes, Josencler L. Ribas Ferreira, Carlos E. da Rosa, Juliana Z. Sandrini, Ana P. Votto, Gilma S. Trindade, Laura A. Geracitano, Paulo C. Abreu, José M. Monserrat.. 2006.** Antioxidant properties of the mucus secreted by *Laeonereis acuta* (Polychaeta, Nereididae): A defense against environmental pro-oxidants. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 142 :293–300.

**Talesa V, M. Grauso, E. Giovannini, G. Rosi, J.P. Toutant., 1995.** Solubilization, molecular forms, purification and substrate specificity of two acetylcholinesterases in the medicinal leech (*Hirudo medicinalis*), *Biochem. J.* 306 : 687–692.

**Tomita T. Hidoh O. & Kono Y., 2000.** Absence of protein polymorphism attributable to insecticide-insensitivity of acetylcholinesterase in the green rice leafhopper, *Nephotellix cincticeps*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 3g:325-333.

**Toutant J. P., 1989.** Insect acetylcholinesterase: Catalytic properties, tissue distribution and molecular forms. *Prog. Neurobiol.*, 32:719-734

**Vincke J. F., 1982.** Projet regional de développement de l'aquaculture en Méditerranée.

**Walther G. R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T. J. C., Fromentin J. M., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F., 2002.** Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389 – 39.

**Webb K. L. & Chu F.E., 1983.** Phytoplankton as a food source for bivalve larvae. *In*: Freitas L., Labarta U., & Fernandez-Reiriz M. J., 2002c. Evolution of fatty acid profiles of subtidal and rocky shore mussel seed (*Mytillus galloprovincialis*, Lmk.). Influence of environmental parameters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **268**: 185-204.

**Weisshappel, J.B.F. & J. Svavarsson., 1998.** Benthic amphipods (Crustacea: Malacostraca) in Icelandic waters: diversity in relation to faunal patterns from shallow to intermediate deep Arctic and North Atlantic Oceans. *Mar. Biol.* **131**: 133-143.

**Wen-Xiong W, Stupakoff I, Fisher NS., 1999.** Bioavailability of dissolved and sediment-bound metals to a marine deposit-feeding polychaete. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **178**:281– 293.

**Wilson, R. S 2000.** Family Nereididae. *In* P. L. Beesley & G. J. B. Ross & C. J. Glasby (Eds) *Polychaetes and Allies: The Southern Synthesis* (pp. 138–141). Melbourne: CSIRO Publishing.

**Wu, B. L., R. Sun & D. Yang., 1985.** The Nereidae (Polychaetous Annelids) of the Chinese Coast. China Ocean Press, Beijing, 234 pp.

**Ying W, Batley GE, Ahsanullah M ., 1992.** The ability of sediment extractants to measure the bioavailability of metals to three marine invertebrates. *Trace Metals Aquat Environ* **125**:67–84.

**Younsi, M., Daas, T., Daas, O. & Scaps P., 2010.** Polychaetes of commercial interest from the Mediterranean East Coast of Algeria. *Medit. Mar. Sci.*, **11**(1) : 185-188.

**Zaabi S et Afli A., 2005.** Structure générale des peuplements d'Annélides Polychètes dans le secteur N-E du golf de Tunis. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, **Vol. 32**.

**Zheng S., Chen B., Wang Z., Qiu X., Yu X., Freestone D., Liu Z., Huang H., Yu W., Xu X., 2010.** Reproductive toxic effects of sublethal cadmium on the marine Polychaete *Perinereis nuntia*. *Ecotoxicolog and Environmental Safety*, 6pp.

**Zribi, S, Zghal, F, Tekaya, S., 2007.** Ovogenèse de *Perinereis macropus* Claparède 1870 (Annélide, Polychète) dans le golfe de Gabès (Tunisie). *C. R. Biologies* **330** : 199–204.

**Zinkl, J.G., Lockhart, W.L., Kenny, S.A., & Ward, F.J., 1991.** The effects of cholinesterase inhibiting insecticides on fish. *In* "Chemicals in Agriculture" (P. Mineau, Ed), **Vol.2**, 233-253.

## 7. RÉSUMÉ

Les Polychètes sont une composante importante de la faune de la méditerranée. Des prélèvements mensuels ont été effectués entre janvier 2009 et décembre 2009 au niveau de deux sites de l'Est Algérien (El-Kala, Skikda).

Le but de cette étude est d'une part de déterminer le cycle de reproduction de deux espèces : *P.cultrifera* et *N.falsa*, ainsi que le sex-ratio et d'autre part vérifier l'impact de la pollution sur la reproduction d'une espèce considérée comme indicatrice de la pollution *P. cultrifera*, au niveau des deux sites précédemment cités. Des ponctions coelomiques ont permis de décrire l'évolution des ovocytes de *P. cultrifera* et *N. falsa*.

L'étude des paramètres physico-chimiques révèle des fluctuations temporelles liées aux variations saisonnières et environnementales dans les deux sites.

Les résultats montrent que la période de reproduction de *P.cultrifera* se situe entre mars et avril et celle de *N.falsa* se situe entre juillet et août avec respectivement des diamètres ovocytaires en maturation de 250 $\mu$ m et 178.98 $\mu$ m.

Du point de vue sex-ratio, le nombre des femelles de *N.falsa* et *P.cultrifera* augmente durant la maturité sexuelle et environ 2 fois plus que le nombre des mâles.

Concernant l'effet de la pollution sur la biochimie de *P. cultrifera*, l'étude biochimique montre des teneurs faibles en protéines, glucides et lipides au niveau de Skikda comparativement à El-Kala.

L'analyse des constituants biochimiques (protéines, glucides et lipides) chez *N.falsa* et *P.cultrifera* révèle des variations importantes durant la période de reproduction surtout pendant la maturité sexuelle.

L'analyse de l'activité spécifique de l'ACHé révèle une forte inhibition de cette enzyme, qui témoigne d'une neurotoxicité chez les individus récoltés au niveau du site de Skikda.

**Mots clés :** *Perinereis cultrifera*, *Nereis falsa*, El-Kala, Skikda, cycle de reproduction, inventaire, biomarqueur, bioindicateur, protéines, glucides lipides, AChE.

## ABSTRACT

Polychaetes are an important component of the fauna of the Mediterranean. Monthly samples were carried out between January 2009 and December 2009 at the two sites in eastern Algeria (El-Kala, Skikda).

The purpose of this study is firstly to determine the reproductive cycle of two species: *P.cultrifera* and *N.falsa* and the sex ratio and also check the impact of pollution on the reproduction a species considered to indicate pollution *P. cultrifera*, at the two sites mentioned above. Coelomic punctures are used to describe the evolution of the oocytes of *P. cultrifera* and *N. falsa*.

The results show that the breeding season of *P.cultrifera* is between March and April and that of *N.falsa* is between July and August, respectively, with diameters in oocyte maturation 250  $\mu\text{m}$  and 178.98  $\mu\text{m}$ .

The number of females *N.falsa* and *P.cultrifera* increases during sexual maturity and about 2 times the number of males.

The study of the physicochemical parameters reveals temporal fluctuations related to seasonal and environmental in two sites.

On the effect of pollution on the ecology and biochemistry of *P. cultrifera*, the biochemical study shows low levels of protein, carbohydrate and fat at Skikda compared to El-Kala.

The analysis of biochemical constituents (proteins, carbohydrates and lipids) in *N.falsa* reveals significant variations during the breeding season especially during sexual maturity. The analysis of the specific activity of AChE revealed a strong inhibition of this enzyme, indicating neurotoxicity in specimens collected at the site of Skikda.

الشوكيات تعتبر عنصرا هاما من حيوانات البحر الأبيض المتوسط. وأجريت في الفترة ما بين شهري عينات يناير 2009 وديسمبر 2009 في موقعين في شرق الجزائر (القالمة، سكيكدة).  
الغرض من هذه الدراسة هو أولا لتحديد دورة التكاثر عند نوعين : *N.falsa* و *P.cultrifera* ونسبة الجنس ، وأيضا التحقق من تأثير التلوث على فترة التكاثر عند *P.cultrifera*، في الموقعين المذكورين أعلاه. عينات ثقب الجوف العام سمحت بمعرفة تطور البويضات عند *P.cultrifera* و *N.falsa* .

أظهرت النتائج أن موسم التكاثر عند *P.cultrifera* ما بين شهري آذار ونيسان وعند *N.falsa* بين شهري يوليو وأغسطس، مع نضوج البويضة في أقطار على التوالي  $250\mu\text{m}$  و  $178.98\mu\text{m}$ .  
عدد الإناث عند *P.cultrifera* و *N.falsa* يزداد خلال مرحلة النضج الجنسي و هو حوالي 2 ضعف عدد الذكور.

دراسة المعلومات الفيزيائية الزمنية ذات الصلة بالمواقع الموسمية و البيئية تكشف عن تقلبات في المنطقتين .  
عن تأثير التلوث على البيئة والكيمياء الحيوية عند *P.cultrifera*، دراسة الكيمياء الحيوية تبين مستويات منخفضة من الكربوهيدرات والبروتين والدهون في سكيكدة مقارنة بالقالمة.

تحليل المكونات الكيميائية الحيوية (البروتينات والكربوهيدرات والدهون) عند *N.falsa* يكشف عن اختلافات كبيرة خلال موسم التكاثر خصوصا خلال مرحلة النضج الجنسي.

كشفت تحليل نشاط معين عند AChE يكشف عن تعطل قوي لهذا الإنزيم، مما يدل على وجود العصبية في العينات التي تم جمعها في موقع سكيكدة.