



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار-عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
LABORATOIRE DE BIOLOGIE ANIMALE APPLIQUEE

Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat

Option : Biologie Animale

Intitulé

Etude de la biologie et de la biochimie des néréidés (Annélides, polychètes) du Littoral Est Algérien

Présentée par

M^{me} DJOUAD-HAMDI Leila

Devant un jury composé de :

| | | |
|------------------------------|---------------------------|--|
| Pr. D. HABES | Président | Université Badji Mokhtar -Annaba |
| Pr. T. DAAS | Directeur de thèse | Université Badji Mokhtar - Annaba |
| Pr. A. TADJINE | Examineur | Université El-Taref |
| Dr. C. BOUALLEG (MCA) | Examineur | Université MCM - Souk Ahras |

Année universitaire : 2015/2016

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes parents, pour leur aide morale et affective durant toutes les années de mes études. Que dieu les préserve et leur accorde santé et bonheur. Qu'ils trouvent dans ce mémoire le fruit de mes années d'études, le témoignage de mes reconnaissances et mon amour éternel.

A mon mari Soufiane pour ses encouragements et sa disponibilité m'ont été précieux pour accomplir ce travail.

A les fleurs de ma vie ABEDLJALIL et IYED.

A mes sœurs et mes frères.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance à ceux ou celles qui, d'une manière ou d'une autre, ont permis d'entreprendre, de réaliser et d'achever cette thèse.

*Je suis très honorée que M^{me} **Dehbia Habes** (Professeur, Université d'Annaba), ai accepté de présider ce jury. Je la prie d'accepter l'expression de mon respect et de ma profonde considération.*

*Ma profonde et sincère gratitude et reconnaissance s'adresse à mon directeur de thèse M. **Tarek DAAS** (Professeur, Université d'Annaba) d'une part, pour avoir dirigé cette thèse, et d'autre part, il m'a guidé dans mes recherches. Ses compétences scientifiques, son dévouement total pour la recherche, ses qualités humaines, ses précieux conseils ont été pour moi une source de réconfort et d'encouragement dans la réalisation de ce travail. Qu'il trouve dans ce mémoire la modeste expression de ma reconnaissance et de mon éternelle gratitude. Merci d'avoir accompagné ma carrière scientifique et de m'avoir fait prendre goût à la recherche.*

*Je remercie M^{me} **Chahinez BOUALLEG**, Maitre de conférences à l'université Mohamed Cherif Messaadia Souk-Ahras, M^{me} **Aicha TADJINE**, Professeur, Université d'El Tarf d'avoir bien voulu me faire l'honneur de juger cette thèse en dépit de leurs nombreuses obligations et responsabilités. Leurs compétences professionnelles et commentaires avisés seront certainement d'un apport considérable à ce travail.*

*M^{me} **Ouided DAAS** (Professeur, Université d'Annaba) dont le sourire et les compliments à mon égard m'ont toujours donnés confiance en moi. Je remercie tous mes amies : Samra, salima, Chahira, Assai. Je remercie également tout spécialement M^{me} Amel Hamdani .*

Enfin je ne peux pas oublier Meriem Snani et Hind Gasmí pour ses encouragements et leurs aides .

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction..... | 1 |
| 2 .Matériels et Méthodes..... | 9 |
| 2.1. Etude écologique..... | 9 |
| 2. 1.1.Présentation des sites d'échantillonnage..... | 9 |
| 2. 1.2. Paramètres physico-chimiques de l'eau de mer..... | 11 |
| 2. 1.3. Mode de récolte et traitement des individus..... | 11 |
| 2. 1.4. Inventaire et biodiversité..... | 12 |
| 2.1.5. Sexe ratio..... | 13 |
| 2.1.6. Analyse biométrique..... | 14 |
| 2.2. Matériel biologique..... | 14 |
| 2.2.1. Présentation de <i>Perinereis cultrifera</i>..... | 14 |
| 2.2.2. Structure générale..... | 15 |
| 2. 2.3. Traits taxonomique..... | 17 |
| 2.2.4. Reproduction et Maturité..... | 19 |
| 2.2.5. Cycle de développement..... | 21 |
| 2. 3. Etude biochimique..... | 23 |
| 2. 3.1. Prélèvement des tissus..... | 23 |
| 2.3.2. Dosage quantitatif des métabolites..... | 23 |
| 2.3-3.Dosage qualitatif des Protéines..... | 27 |

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 2.3.4. Activités enzymatiques..... | 32 |
| 2.3.4.1. Dosage de l'acétylcholinestérase..... | 32 |
| 2.3.4.2. Dosage du glutathion S-transférase..... | 33 |
| 2.4. Traitement des données..... | 34 |
| 3. Résultats..... | 35 |
| 3.1. Etude écologique..... | 35 |
| 3.1.2. Inventaire et biodiversité..... | 39 |
| 3.2. Analyse Biologique..... | 47 |
| 3.2.1-Différentiation sexuelle..... | 47 |
| 3.2.2. Cycle de reproduction..... | 49 |
| 3.2.3. Paramètres morphométriques..... | 53 |
| 3.3. Etude biochimique..... | 62 |
| 3.3.1. Dosage quantitatif des métabolites (Protéine, lipide, glucide)..... | 62 |
| 3.3.2. Dosage des biomarqueurs..... | 72 |
| 3.3.2.1. Dosage de l'acétylcholinestérase (AChE)..... | 72 |
| 3.3.2.2. Dosage de Glutathion S-transférase..... | 75 |
| 3.4. Dosage qualitatif des protéines..... | 78 |
| 3.4.1. Dosage qualitatif des protéines ovocytaires..... | 78 |
| 3.4.2. Dosage qualitatif des protéines au niveau du corps entier..... | 81 |
| 4. Discussion..... | 85 |

SOMMAIRE

| | |
|--|------------|
| 4.1. Variation des paramètres physicochimiques..... | 85 |
| 4.2. Biodiversité..... | 88 |
| 4.3. Biométrie ovocytaire..... | 92 |
| 4.4. Différenciation sexuelle..... | 93 |
| 4.5. Dosage des différents métabolites..... | 94 |
| 4.6. Dosage qualitatif des protéines..... | 97 |
| 4.7. Activité enzymatiques..... | 97 |
| - Dosage de l'AchE..... | 98 |
| - Dosage de la glutathion S-transférase..... | 100 |
| 5. Conclusion et Perspectives..... | 103 |
| 6. Résumés..... | 105 |
| 7. Références bibliographiques..... | 108 |

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des tableaux

| Tableau N° | Titre | Page N° |
|------------|---|---------|
| 1 | Dosage des glucides de de <i>P.cultrifera</i> : réalisation de la gamme d'étalonnage. | 25 |
| 2 | Dosage des lipides de de <i>P.cultrifera</i> : réalisation de la gamme d'étalonnage. | 26 |
| 3 | Dosage des protéines, réalisation de la gamme d'étalonnage. | 27 |
| 4 | Composition des gels (running gel, staking gel). | 29 |
| 5 | Composition du tampon de migration (running buffer). | 30 |
| 6 | Composition de sample buffer (Tampon d'échantillons). | 30 |
| 7 | Composition de la solution de la coloration. | 31 |
| 8 | Composition de la solution de rinçage. | 31 |
| 9 | Variation mensuelle des paramètres physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissous, et pH) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études El-kala (A) et Skikda (B), de janvier à décembre 2009. | 36 |
| 10 | Identification des espèces d'Annélides et de la faune associée recensées au niveau de deux sites d'étude : El-Kala et Skikda (+ : présents, - : Absents) | 40 |
| 11 | Espèces identifiées au niveau des deux sites d'étude El-Kala, et Skikda (flore) (+ : présents, - : Absents) | 41 |
| 12 | Nombre d'individus (ni) des différentes espèces récoltés de janvier à décembre 2009. | 44 |
| 13 | Nombre de mâles et de femelles de <i>P.cultrifera</i> récoltés à EL-Kala et à Skikda durant la période annuelle de Janvier à Décembre 2009. | 47 |
| 14 | Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles de <i>Perinereis cultrifera</i> échantillonnées à El-Kala au cours d'un cycle annuel (janvier au décembre 2009) (m ± s). | 50 |
| 15 | Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles de <i>Perinereis cultrifera</i> échantillonnées à Skikda au cours d'un cycle annuel (janvier au décembre 2009) (m ± s). | 51 |
| 16 | Variation mensuelle de la longueur totale du corps (mm) des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> (m ± s ; n = 7), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 54 |
| 17 | Analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois) de la | 55 |

Liste des tableaux

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | longueur totale du corps (mm) des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | |
| 18 | Variation mensuelle du nombre de sétigères des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 57 |
| 19 | Analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois) du nombre de sétigères des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 58 |
| 20 | Variation mensuelle du poids frais total (g) des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 60 |
| 21 | Analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois) du poids frais total (g) des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 61 |
| 22 | Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage. | 62 |
| 23 | Taux des protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 64 |
| 24 | Analyse de la variance à deux critère de classification (mois, site) du taux de protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 65 |
| 25 | Dosage des glucides : réalisation de la gamme d'étalonnage. | 66 |
| 26 | Taux de glucides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 67 |
| 27 | Taux de glucides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites | 68 |

Liste des tableaux

| | | |
|-----------|--|-----------|
| | différents. | |
| 28 | Dosage des lipides : réalisation de la gamme d'étalonnage. | 69 |
| 29 | Taux de lipides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 70 |
| 30 | Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de lipides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 71 |
| 31 | Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage | 72 |
| 32 | Variations mensuelles de l'activité enzymatique de l'AchE ($\text{nm}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récolté au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents | 74 |
| 33 | Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de l'acétylcholinestérase ($\text{nm}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 75 |
| 34 | Variation mensuelle de l'activité enzymatique de la GST exprimée en $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récolté au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 76 |
| 35 | Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de GST ($\text{nm}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents. | 77 |
| 36 | Les protéines standard et le rayon frontal correspondant. | 80 |
| 37 | Mobilité relative (R_f) et Poids moléculaire (PM, K Da) des différentes fractions protéiques des ovocytes de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltés dans deux sites d'étude d'El-Kala et Skikda durant les mois de Février, Mars, Avril et Mai de l'année 2015. | 81 |
| 38 | Les protéines standard et le rayon frontal correspondant. | 83 |

Liste des tableaux

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 39 | Mobilité relative (Rf) et Poids moléculaire (PM, K Da) des différentes fractions protéiques du corps entier de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltés dans deux sites d'étude d'El-Kala et Skikda durant les mois de Février, Mars, Avril et Mai de l'année 2015. | 84 |
|-----------|--|-----------|

Liste des figures

Liste des figures

| Figure N° | Titre | Page N° |
|-----------|--|---------|
| 1 | Représentation graphique de l'ordre séquentiel des réponses à un stress au sein d'un système biologique (modifié d'après Van Der Oost <i>et al.</i> , 2003). | 3 |
| 2 | Localisation des sites d'échantillonnage de <i>Perinereis cultrifera</i> Sur le littoral Nord Est Algérien à Skikda et Elkala. | 9 |
| 3 | Station d'étude « plage El-Mordjène » (El-Kala) | 10 |
| 4 | Station d'étude « plage Stora » (Skikda) | 11 |
| 5 | Produit de la récolte (faune, flore, sédiments) (A), ensemble de vers séparés des autres invertébrés (B). | 12 |
| 6 | Différentiation des sexes chez <i>Perinereis cultrifera</i> par visualisation des ovocytes (A), amas spermatiques (B) contenus dans le liquide cœlomique. | 13 |
| 7 | <i>Perinereis cultrifera</i> récolté au niveau du littoral Est Algérien (Vue dorsale; taille réelle). | 15 |
| 8 | Structure générale de <i>Perinereis cultrifera</i> | 16 |
| 9 | Coupe transversale d'un segment moyen du corps de <i>Perinereis cultrifera</i> (Rouabah, 2003) | 16 |
| 10 | Détails de la partie antérieure dorsale de <i>Perinereis cultrifera</i> . | 17 |
| 11 | Les différents critères d'identification de <i>Perinereis cultrifera</i> (Fauvel, 1923). 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. | 18 |
| 12 | tête et trompe extroversée de <i>Néroididae</i> . Les chiffres romains indiquent l'ordre des groupes de paragnathes (d'après Fauvel, 1923). | 18 |

Liste des figures

Liste des figures

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 13 | Mode de reproduction chez les Néréidiens (d'après Durchon, 1967). | 20 |
| 14 | Transformations morphologiques des parapodes chez un mâle mature de <i>Perinereis cultrifera</i> (Durchon, 1955). | 21 |
| 15 | Cycle de vie de <i>Perineries cultrifera</i> (Rouabah, 2003) | 22 |
| 16 | Extraction des métabolites selon Schibko <i>et al</i> (1966). | 24 |
| 17 | Dosage des protéines : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (μg). | 27 |
| 18 | Appareil Eléctrophorétique. | 29 |
| 19 | Variation mensuelle de la température ($^{\circ}\text{C}$) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 37 |
| 20 | Variation mensuelle de la salinité (%) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 37 |
| 21 | Variation mensuelle de la concentration en oxygène dissous (g/l) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à décembre 2009. | 38 |
| 22 | Variation mensuelle du pH de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009. | 38 |
| 23 | Espèces de Néréidés identifiées. | 41 |
| 24 | Espèces identifiées da la faune associée au niveau des deux sites d'étude Skikda et El-Kala. | 42 |
| 25 | Espèces identifiées de la flore au niveau de deux sites d'étude Skikda, et El-Kala. | 43 |
| 26 | Pourcentage des différents embranchements recensés à El-Kala de janvier à décembre 2009. | 45 |
| 27 | Pourcentage des différents embranchements recensés à Skikda de janvier à décembre 2009 | 46 |
| 28 | pourcentage des mâles et des femelles de <i>P.cultrifera</i> récoltés à EL-Kala durant la période annuelle : Janvier à Décembre 2009. | 48 |
| 29 | pourcentage des mâles et des femelles de <i>P.cultrifera</i> récoltés à Skikda durant la période annuelle : Janvier à Décembre 2009. | 48 |

Liste des figures

Liste des figures

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 23 | Structure d'une ponction cœlomique chez une femelle <i>Perinereis cultrifera</i> , montrant des ovocytes immatures (ovi), et des ovocytes en cours de maturation (ovm) (a), ovocytes sphériques matures (b). | 50 |
| 31 | Evolution du diamètre ovocytaire moyen de la population <i>Perinereis cultrifera</i> en fonction du temps au niveau d'El-Kala | 52 |
| 32 | Evolution du diamètre ovocytaire moyen de la population <i>Perinereis cultrifera</i> en fonction du temps au niveau de Skikda | 52 |
| 33 | Variation mensuelle de la longueur totale du corps (mm) des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda de Janvier à Décembre 2009. | 55 |
| 34 | Variation mensuelle du nombre de sétigères des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda de Janvier à Décembre 2009. | 58 |
| 35 | Variation mensuelle du poids frais total (g) des femelles <i>Perinereis cultrifera</i> ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études El-kala et Skikda de Janvier à Décembre 2009. | 61 |
| 36 | Dosage des protéines dans le corps entier de <i>Perinereis cultrifera</i> : droite de régression exprimant l'absorbance à 595 nm, en fonction de la quantité d'albumine (μg). | 62 |
| 37 | Variation mensuelle des concentrations en protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Perinereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$). | 65 |
| 38 | Dosage des glucides dans les ovocytes de <i>Perinereis cultrifera</i> : droite de régression exprimant l'absorbance à 620 nm en fonction de la quantité glucose (μg). | 66 |
| 39 | Variation mensuelle des concentrations en glucides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de <i>Perinereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$). | 68 |
| 40 | Dosage des lipides dans le corps entier de <i>Perinereis cultrifera</i> : droite de régression exprimant l'absorbance à 530 nm en fonction de la quantité de la solution mère de lipides (μg). | 69 |
| 41 | Variation mensuelle des concentrations en lipides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau | 71 |

Liste des figures

Liste des figures

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | des du corps entier chez deux populations de <i>Périnereis cultrifera</i> récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$). | |
| 42 | droite de régression exprimant l'absorbance à 595 nm, en fonction de la quantité d'albumine (μg). | 72 |
| 43 | Variations mensuelles de l'activité enzymatique de l'AchE (nM /min/mg de protéines) chez les populations de <i>Perinereis cultrifera</i> récoltées au niveau des deux sites Skikda et El-Kala durant la période de janvier à décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$). | 73 |
| 44 | variations mensuelles de l'activité enzymatique de la GST exprimée en $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines chez les femelles de <i>Périnereis cultrifera</i> provenant d'EL-kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009. | 77 |
| 45 | Profil SDS-PAGE des protéines des ovocytes dans les deux sites (A: protéines standards ; E : EL-Kala, S: Skikda, 1:Février, 2 : Mars, 3 : Avril ,4 : Mai) | 79 |
| 46 | Courbe d'étalonnage exprimant le rayon frontal (Rf) en fonction du Poids moléculaire des protéines (PM en kilodalton) | 80 |
| 47 | Profil SDS-PAGE des protéines des ovocytes dans les deux sites (A: protéines standards ; E : EL-KALA, S: SKIKDA 1:Février, 2 : Mars, 3 : Avril ,4 : Mai) | 82 |
| 48 | Courbe d'étalonnage exprimant le rayon frontal (Rf) en fonction du Poids moléculaire des protéines (PM en kilodalton). | 83 |

INTRODUCTION

1.INTRODUCTION

Le développement industriel, agricole et urbain est accompagné inévitablement par des problèmes de pollution de l'environnement aquatique. En effet, du fait de l'activité humaine, plusieurs milliers de substances chimiques arrivent à la mer via l'atmosphère ou par les eaux continentales exoréiques. Quelques-unes de celles-ci, comme les pesticides, les métaux lourds et les hydrocarbures, sont étrangères au milieu marin; d'autres existent déjà naturellement mais leurs concentrations augmentent par l'intervention humaine.

Les enjeux environnementaux et sanitaires, liés aux polluants toxiques dans les milieux aquatiques, sont actuellement au cœur de nombreux débats de société et de prise de conscience de la nécessité de réduire la pollution toxique de l'eau (Binelli & Provini, 2003 ; Sarkar *et al.*, 2006). La préservation de l'environnement est donc devenue une des priorités des scientifiques et des gestionnaires de la mer. C'est ainsi que l'étude des polluants et de leurs effets sur les écosystèmes a donné naissance à une discipline récente qu'est l'écotoxicologie dont le développement est consécutif à l'augmentation des rejets et des accidents dus à l'intensification des activités anthropogéniques (Valavanidis *et al.*, 2006).

De nombreuses études scientifiques ont été développées ces deux dernières décennies en Algérie pour l'évaluation quantitative et qualitative des différents agents polluants minéraux et organiques bioaccumulés chez certains organismes marins (notamment les Moules, Oursins, Crustacés, Poissons et Cétacés) provenant de plusieurs sites de la côte occidentale algérienne, et ont révélé des concentrations extrêmement élevées en métaux lourds (Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, Mn, Ni, Mg), composés organochlorés (PCB et Pesticides chlorés) et hydrocarbures polyaromatiques (chrysène, phénanthrène), dépassant souvent les normes tolérées et les seuils références (Beldi *et al.*, 2006 ; Boutiba *et al.*, 2003 ; Dermeche, 1998 ; Bouderbala *et al.*, 1996 ; Aoudjit, 2001 ; Taleb & Boutiba., 2007). En réalité, si de telles études nous renseignent et nous indiquent sur la présence d'un agent polluant donné dans le milieu aquatique et appréhendent son évolution dans l'environnement, elles ne donnent aucune indication sur le danger et l'impact réel de ce xénobiotique sur ses cibles finales ou de ses

effets sur l'ensemble de la biocénose. Il apparaît donc clairement que les investigations au sujet de la qualité du milieu aquatique par l'observation de paramètres distincts des toxiques sur leurs cibles ne sont pas complètes et restent insuffisantes pour diagnostiquer l'état de santé global de l'environnement marin, côtier, surtout en tenant compte de la complexité et des différentes interactions entre les multiples agents toxiques disponibles et leurs effets sur les organismes.

L'écotoxicologie a été introduite par Truhaut en 1969 dérivant de l'interaction de deux disciplines l'écologie et la toxicologie nécessitant de bonnes connaissances dans diverses disciplines dont la chimie et la physiologie (Fig. 1). Cette discipline étudie l'impact des agents polluants physiques et/ou chimiques sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes et des organismes vivants qui les peuplent (Van der Oost *et al.*, 2003). L'évaluation des conséquences toxicologiques de la présence d'un xénobiotique au sein d'un écosystème aquatique est complexe. Cette démarche suppose une approche intégrative de différents paramètres. Des liens doivent être établis entre les niveaux externes d'exposition, les niveaux internes de contamination tissulaire et les effets biologiques induits. Ainsi, l'exposition, la transformation et les effets des polluants au sein des écosystèmes aquatiques nécessitent une étude écotoxicologique multiparamétrique.

Contrairement au domaine de la toxicologie humaine, l'unité biologique visant à être préservée en écotoxicologie n'est pas l'individu mais la population. Cependant, les effets préjudiciables au niveau des populations exposées sont souvent difficiles à détecter. En effet, la plupart des effets induits à ce niveau d'organisation biologique, ne tendent à se manifester que dans des situations d'exposition extrême. Ainsi, quand l'effet devient finalement identifiable au niveau populationnel, le processus toxicologique peut avoir des proportions telles que des actions de remédiation ou de réduction du risque. Le défi de l'écotoxicologie réside donc dans le fait qu'il s'agira de repérer des dommages préjudiciables aux populations bien en amont de leur apparition.

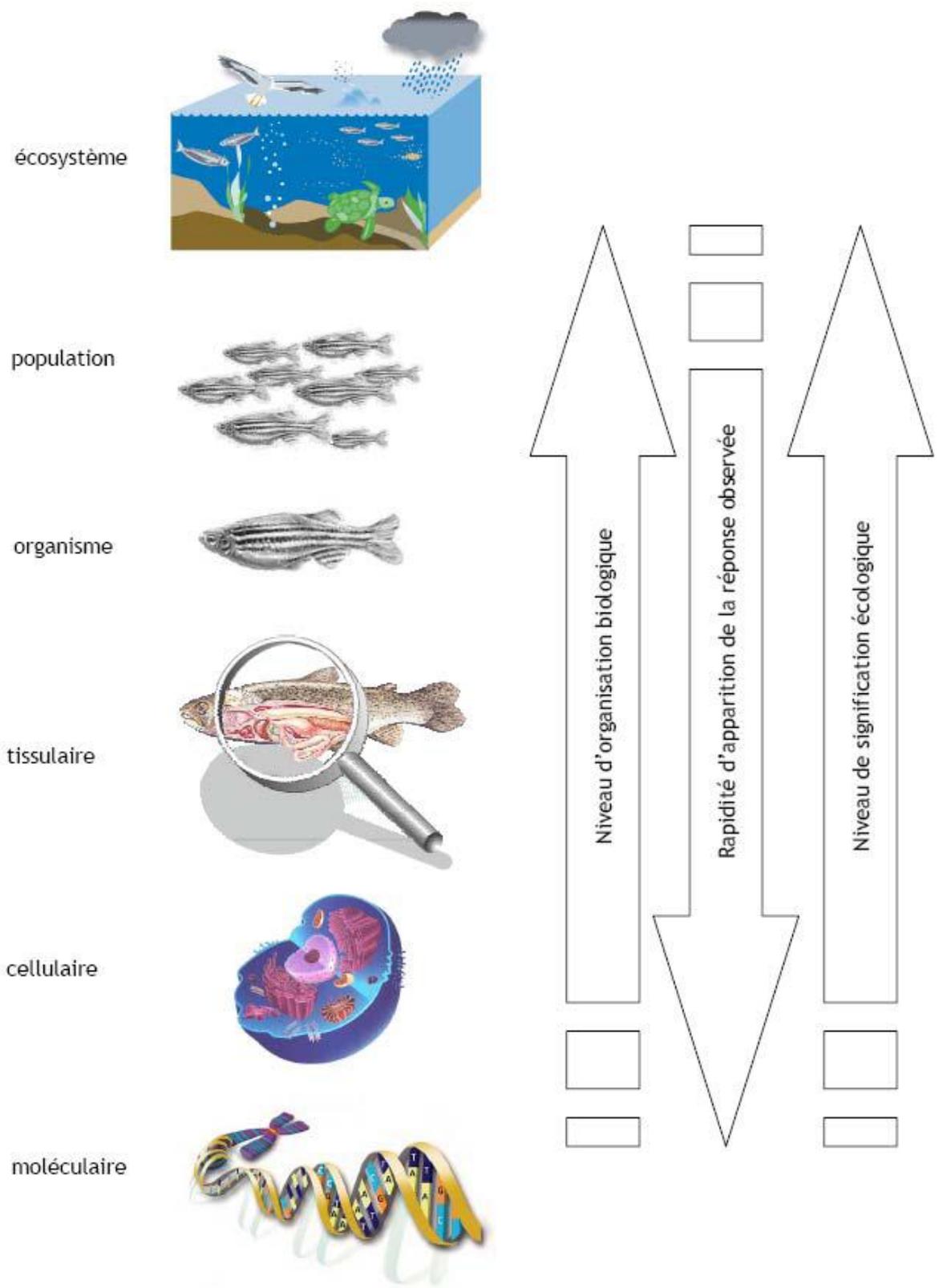


Figure 1. Représentation graphique de l'ordre séquentiel des réponses à un stress au sein d'un système biologique (modifié d'après Van Der Oost *et al.*, 2003).

Actuellement la collaboration entre les scientifiques et les gestionnaires de l'environnement marin a permis le développement d'outils d'évaluation écotoxicologique plus spécifique basé sur deux approches complémentaires, les bioindicateurs et les biomarqueurs (Viarengo *et al.*, 2007).

La bioindication donc désigne l'évaluation de la qualité des milieux à l'aide de bioindicateur c'est à dire d'organismes vivants connus pour leurs capacités à refléter l'état des écosystèmes et à identifier les problèmes et les risques encourus par ceux-ci. Un bioindicateur peut être un individu ou une partie d'individu ou même une communauté d'individus renfermant de l'information sur la qualité du milieu. Étant donné la non-spécificité des réactions de la plupart des organismes en présence d'un stress environnemental,

L'utilisation de bioindicateurs en écotoxicologie permet ainsi d'estimer la qualité du milieu aquatique et d'évaluer toute pression exercée par une pollution sur la santé et la structure des organismes vivants avant que toute la population ou l'écosystème ne soient perturbés (Walsh & O'Halloran, 1998 ; Narbonne *et al.*, 1999 ; Solé *et al.*, 2000 ; Stecke & Bendell-Young, 2000 ; Dellali *et al.*, 2001). Cette utilisation a été proposée comme une méthodologie qui pourrait fournir des données utiles pour la surveillance (Saiz- Salinas *et al.*, 1996 ; Liang *et al.*, 2004 ; Ugolini *et al.*, 2004 ; Rome'o *et al.*, 2005) ; ce sont des organismes qui répondent à la pollution de l'environnement en changeant leurs fonctions vitales ou en accumulant les toxines dans leurs corps (Yarsan et Yipel, 2013). Plusieurs caractéristiques contribuent à faire de certaines espèces de meilleurs indicateurs que d'autres, telle que l'abondance, l'accessibilité, la longévité ainsi que la taille facilitant aussi les manipulations (Kaiser, 2001 ; Burger *et al.*, 2006). Dans le milieu marin, les organismes constituant le macrobenthos remplissent la plupart de ces critères .En raison de leurs caractéristiques générales et de diversité de leurs formes et de leurs habitats , les macroinvertébrés benthiques sont considérés comme d'excellents indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques (Usseglio-Polatera *et al.*, 2000) ; Liehr *et al.*, 2005 ; Rumohr, 2005). Ce sont, dans la plupart des cas, des organismes abondants, faciles à collecter (Kaiser, 2001) et dont les caractéristiques physiologiques les rendent particulièrement sensibles aux perturbations extérieures affectant le milieu dans lequel ils vivent (Franzel, 2003). De plus ,de nombreuses espèces d'invertébrés benthiques présentent des qualités recherchées d' un bon bioindicateur, soit par la sédentarité, soit par une résistance aux polluants, soit une large répartition, soit par une grande abondance et une certaine taille facilitant leur collecte (Chainho *et al.*, 2006). Dans le macrobenthos, les

organismes les plus largement utilisés par les chercheurs jusqu'à présent sont les porifères, les échinodermes, les coraux, les mollusques et les vers marins.

Le choix d'un biomarqueur est surtout déterminé par sa pertinence et par son efficacité à apporter une réponse claire et mesurable. Les différents travaux scientifiques réalisés ont permis de classer les biomarqueurs suivant la spécificité de leur réponse à certaines molécules polluantes ou à un type d'effet. Ainsi, et classiquement, les auteurs distinguent les biomarqueurs d'exposition, les biomarqueurs d'effets et les biomarqueurs de sensibilité (Lagadic *et al.*, 1997 ; Kammenga *et al.*, 2000).

Les biomarqueurs d'exposition sont induits par un type spécifique de polluants et, de ce fait, leurs variations sont indicatrices d'exposition de l'organisme à cette classe de polluants. Ces biomarqueurs sont dits spécifiques, tels que les enzymes biomarqueurs de la neurotoxicité comme l'**acétylcholinestérase** (AChE) et les enzymes de détoxification qui prennent en charge les polluants organiques qui vont subir grâce à ces enzymes des transformations métaboliques après leurs pénétrations dans l'organisme. Ces derniers augmentent l'hydrosolubilité des molécules qu'ils prennent en charge afin d'en faciliter l'élimination dans l'organisme. Les réactions de biotransformation sont divisées en trois réactions; phase I, phase II et phase III.

- La phase I est assurée par des enzymes qui catalysent l'oxydation et la fonctionnalisation d'un xénobiotique par une réaction de monooxygénation (introduction d'un atome d'oxygène) de manière à le rendre plus réactif, ce qui facilite la suite du métabolisme. Cette phase fait intervenir essentiellement les monooxygénases à cytochrome P450 (CYP).

-La phase II est réalisée par des enzymes qui catalysent la conjugaison des molécules fonctionnalisées à des substrats endogènes rendant le xénobiotique plus soluble en formant un composé hydroxyle ayant une propriété hydrosoluble par ajout de composés endogènes hydrophiles (glutathion, acétate, sulfate...). Ces enzymes interviennent à la fois sur des xénobiotiques entrant dans la cellule et sur des molécules préalablement modifiées par ceux de la phase I. Parmi ces enzymes la plus sollicitée est la **glutathion S-transférases** (GST).

-la phase III est assurée par des enzymes d'excrétion regroupant les protéines membranaires capables d'expulser hors de la cellule un xénobiotique modifié par les enzymes de phases précédentes (I et/ou de phase II) (Parant, 1998 ; Aït-Aïssa *et al.*, 2003).

Les polychètes sont probablement le groupe les plus abondant et le plus divers dans les sédiments marins. Ils colonisent une grande diversité d'habitats marins, des substrats meubles aux substrats durs, depuis la zone intertidale à la zone hadale. Cette immobilité relative assure l'exposition chronique à toutes matières toxiques dans l'environnement (Papageorgiou *et al.*, 2006).

De nombreuses espèces d'annélides polychètes ont été largement utilisées pour apprécier le degré de contamination des écosystèmes marins et estuariens. Quarante-huit espèces appartenant à vingt familles différentes ont servi de modèle pour estimer les effets des polluants métalliques et/ou organiques (Reish & Gerlinger, 1997).

La famille des Nereididae est l'une des familles les plus diverses avec 43 genres et 535 espèces (Hutchings *et al.*, 2000). Ils présentent une large répartition géographique et écologique, dans presque tous les habitats marins côtiers, estuariens et d'eau douce (Wilson, 2000; Gözler *et al.*, 2009) ; sédentaires ou bien errantes, ils vivent habituellement dans les sédiments ou à des substrats durs, ce qui garantit une exposition chronique aux polluants.

Les Nereididae ainsi que d'autres familles de polychètes, de par leur forte biomasse, jouent un rôle fondamental dans l'écologie et le fonctionnement des communautés benthiques (Hutchings, 1998; Giangrande *et al.*, 2005) et des systèmes qui y' habitent (Gillet *et al.*, 2008). Les polychètes constituent également la source alimentaire importante pour de nombreux oiseaux et poissons benthiques (Scaps *et al.*, 2002), et sont largement utilisés en tant qu'appât pour la pêche sportive et professionnelle (Fidalgo & Costa, 1999; Batista *et al.*, 2003) et aliment pour l'aquaculture (Olive, 1999).

La forte biomasse des vers marins dans les sédiments et leur faible capacité à se défendre et surtout leur grande valeur nutritive expliquent leur place dans les chaînes alimentaires. Ils servent de proie à de nombreux invertébrés ou vertébrés exemples : oiseaux qui cherchent leur nourriture sur les vasières découvertes à marée basse, et les poissons plats. Ils sont un bon outil biologique pour étudier les effets écologiques de divers contaminants et pour évaluer les flux de ceux-ci dans les chaînes alimentaires (Scaps, 1992).

Ces vers rencontrés dans les écosystèmes littoraux et côtiers vivent souvent dans des milieux enrichis en matière organique et elles sont fréquemment en contact avec des substances possédant des propriétés toxiques (effluents, déchets industriels et domestiques, lessives et détergents, pesticides, herbicides). Elles 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 (Lagadic *et al.*, 1997). 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 (Reish et Gerlinger, 1997). Les travaux de Luoma & Bryan (1982) ont rapporté que des vers marins présentent des concentrations en cuivre directement liées à celles des sédiments. D'autres études confirment la facilité à accumuler des contaminants comme le cadmium, le zinc (Ghirardini *et al.*, 1999) et l'arsenic (Waring & Maher., 2005).

L'annélide polychète *Perinereis cultrifera* (Grübe, 1840) appartenant à la famille des Nereididae, est une espèce à large répartition géographique. Ainsi, on la trouve en Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée, en mer Rouge, dans l'océan Indien, aux Philippines, sur les côtes chinoises, dans le Pacifique Nord (Japon) et le Pacifique Sud (Nouvelle-Calédonie) (Fauvel, 1923 ; Durchon, 1957 ; Wu *et al.*, 1985). Elle est présente sur l'ensemble du littoral algérien où elle est exploitée en tant qu'appât pour la pêche récréative (Younsi *et al.*, 2010). Cette espèce sédentaire vit sous les pierres ensablées ou dans les cavités et les fissures de roches parmi les algues (Scaps *et al.*, 1992 ; Rouabah & Scaps, 2003 ; Younsi, 2006). Selon la localisation géographique des populations, elle se reproduit soit à l'état épitoque [Manche, côte Atlantique française (Herpin, 1925 ; Fage & Legendre, 1927 ; Durchon, 1951 ; Cazaux, 1965 ; Scaps Et Al., 1992), lagune de Venise (Ansaloni *et al.*, 1986), région de Tunis (Zghal & Ben Amor, 1989) et côte Est algérienne (Rouabah & Scaps, 2003)] soit à l'état atoque [côte Atlantique marocaine (Rouhi *et al.*, 2008), golfe de Marseille (Peres & Rancurel, 1948), baie d'Alger (Marcel, 1962 ; Rouabah *et al.*, 2008)]. Quel que soit le mode de reproduction (atoque ou épitoque) de ce ver, le cycle de vie est de type « benthopélagique » à phase semi-pélagique brève. Les oeufs sont lécitotrophes et benthiques. Le zygote subit un développement embryonnaire qui conduit à une larve trocophore lécitotrophe. L'éclosion a lieu au stade erpochète. Les larves, dont les couronnes ciliaires peu développées limitent fortement leur entraînement en pleine eau rampent le plus souvent sur le fond (phase « semi-pélagique ») (Scaps, 1992).

De par sa large répartition géographique, sa forte abondance, sa disponibilité toute l'année, sa récolte aisée et sa faible mobilité, cette espèce apparaît être un bon candidat potentiel afin de servir en tant qu'espèce sentinelle dans le but de prédire l'action de substances xénobiotiques sur le vivant en milieu littoral.

Afin de tester cette hypothèse, nous avons étudié l'effet d'une pollution environnementale sur l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE) en tant que marqueur de pollution neurotoxique et celle du glutathion S-transférase (GST) en tant qu'enzyme intervenant dans le processus de détoxification des xénobiotiques et dans la défense contre le stress oxydant. Par ailleurs, nous avons également étudié des indicateurs de l'état physiologique (contenu en glucides, lipides et protéines) et reproducteur (poids frais essuyé moyen et diamètre ovocytaire moyen) des femelles et évaluer l'impact de la pollution sur la qualité des protéines ovocytaires et corporelles.

*MATÉRIEL ET
MÉTHODES*

2. Matériels et Méthodes

2.1. Etude écologique

2.1.1. Présentation des sites d'échantillonnage

Dans le cadre d'étude comparative des populations de *Perinereis cultrifera* Présentes respectivement sur le littoral Est Algérien en Méditerranée, nous avons choisi deux sites localisés dans le littoral algérien en Méditerranée : El Kala (Plage El-Mordjène), et Skikda (Plage Stora). Cette étude a été réalisée pendant la période qui s'étend de Janvier à Décembre de l'année 2009. (Fig.2).

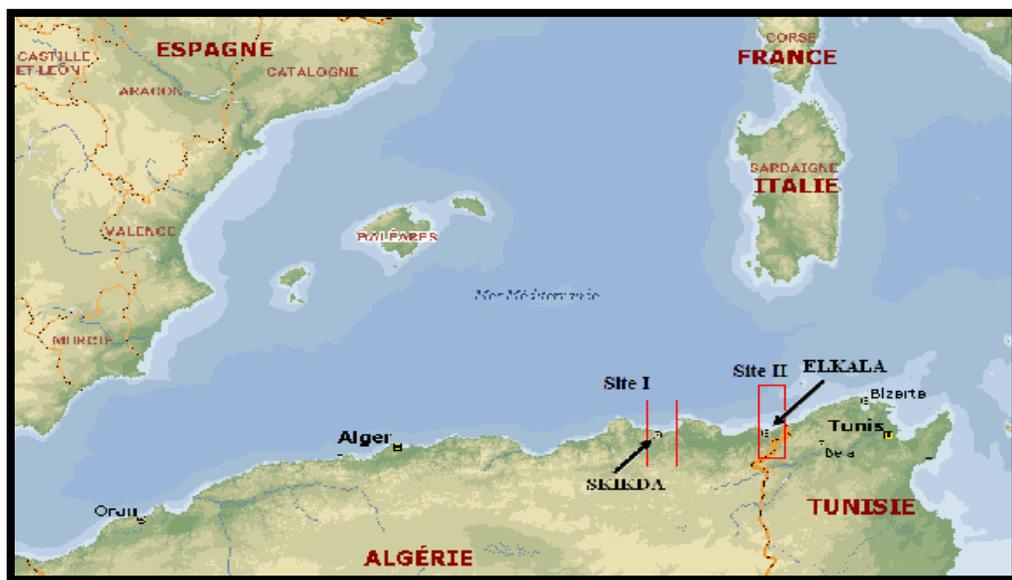


Figure2 : Localisation des sites d'échantillonnage de *Perinereis cultrifera* Sur le littoral Est Algérien : Skikda et El kala.

❖ Site d'El-Kala

El-Kala est une commune de la Wilaya d'El Tarf proche de la frontière Algéro-Tunisienne située à 20 km au Nord-Est d'El Tarf et 77 km à l'Est d'Annaba, se trouve à l'extrême Nord-Est d'Algérie sur une Latitude $36^{\circ}53'53.33''N$ et une longitude $8^{\circ}27'3.28''E$ (Figure 1).

Le prélèvement des échantillons s'est effectué au niveau du site d'El-Kala « plage El-Mordjène» (Figure 3) qui est éloignée des sources de pollution et donc a servi comme référence. Le site d'El-Kala comprend une belle mosaïque d'habitats, 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 riches en termes de biodiversité.



Figure 3. Station d'étude « plage El-Mordjène » (El-Kala)

❖ Site de Skikda

Skikda se situe à l'Est du littoral Algérien; sur une altitude $36^{\circ}52'18.86''N$ et une longitude $6^{\circ}54'3.28''E$, se trouve à 105 km à l'Est de Jijel, à 65 km au Nord-Est de Constantine et à 72km à l'Ouest d'Annaba (Figure 1). La Station choisie pour cette étude est la plage « Stora » (Figure 4) qui est considérée comme polluée du fait qu'elle soit quotidiennement exposée aux divers rejets de polluants toxiques d'origine industrielle et urbaine.

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



Figure 4. Station d'étude « plage Stora » (Skikda)

2.1.2. Paramètres physico-chimiques de l'eau de mer

Afin de mieux interpréter nos résultats, il nous a paru essentiel de se pencher et connaître les facteurs naturels environnementaux qui peuvent influencer la dynamique des espèces étudiées. Ainsi, durant la période d'échantillonnage qui s'étale de janvier à décembre 2009, les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer ont été enregistrés sur terrain, à l'aide d'un multiparamètre (CONSORT C535). Cette procédure est réalisée durant chaque récolte. La température est exprimée en degré Celsius (C°), la salinité en gramme par litre (g/l), l'oxygène dissous en milligramme par litre (mg/l), et le pH, sont les quatre paramètres à déterminer.

2.1.3. Mode de récolte et traitement des individus

Une récolte mensuelle a été effectuée sur une période d'une année de janvier à décembre 2009. L'échantillonnage a été réalisé en zone intertidale et en zone subtidale peu profonde. La méthode de récolte est la même sur les deux sites. Elle consiste à récupérer les algues à l'aide d'un grattoir. Ce mode de récolte est difficile, fatiguant 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 et 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 KMnO₄ en solution diluée de 0,5% à 1% dans l'eau de mer).

Cependant, ce type de procédés entraîne des destructions dramatiques de l'environnement et des ressources biotiques.

Les vers destinés à l'étude biologique et biochimique ont été collectés en douceur à la main, afin de ne pas les blesser, ces vers peuvent perdre accidentellement une partie de leur corps, et ont également la capacité d'autotomie suite à un stress comme la manipulation ; alors que les vers destinés à l'étude écologique ont été collectés par raclage des algues y compris la faune associée, soigneusement à l'aide d'un grattoir. Les récoltes (algues, animaux, sédiments) ont été gardées dans l'eau de mer du site d'origine, dans des sacs en plastique étiquetés, et transportés immédiatement dans une glacière au laboratoire. (figure5)



(A)

(B)

Figure 5 : Produit de la récolte (faune, flore, sédiments) (A), ensemble de vers séparés des autres invertébrés (B)

2.1.4. Inventaire et biodiversité

Afin de définir la faune associée aux annélides ainsi que la biodiversité des deux stations d'étude, nous avons effectué une étude qualitative et quantitative des organismes échantillonnés. Les individus récoltés ont été identifiés et classés par groupes zoologiques, ce qui nous a permis de dresser une liste taxonomique, particulièrement les Annélides polychètes en s'appuyant sur les traits taxonomiques de Fauvel en 1923 et 1927, qui se basent sur des mesures morphométriques (la taille, le poids, le nombre de sétigère), la couleur et le sexe des

individus récoltés. Ensuite, le nombre d'individus a été comptabilisé et exprimé par m² à la fois par récolte et par station.

2.1.5. Sex-ratio

Le sexe de tous les spécimens de *Perinereis cultrifera* échantillonnés a été déterminé par l'examen macroscopique du contenu cœlomique à l'aide d'une binoculaire. Une courte incision à l'aide d'une épingle aux environs du 30^{ème} sétigère derrière la tête, de 3 à 4 mm de long, a été effectué au niveau de la ligne médio-ventral du corps. Selon l'absence, ou bien le type de gamètes présents dans le liquide cœlomique, trois catégories d'individus ont été identifiées :

- **les femelles** sont identifiées par la présence de gamètes sphériques de couleur jaune clair, les ovocytes. Chez ces dernières, qui sont le plus souvent matures et ayant une grande taille, les ovocytes sont clairement visibles à travers la paroi du corps (Figure 6A).

- **les mâles** sont identifiés par la visualisation des amas spermatiques, ou celles de spermatozoïdes, de couleur blanc laiteux. Le sperme est mieux observé lorsque les vers sont placés sur un fond noir (Figure 6B).

-**Les vers sont dits indifférenciés**, ou bien asexués par l'absence d'ovocytes ou de spermatozoïdes. Toutefois, cette classe correspond aux individus de petite taille qui n'ont pas encore acquis la maturité sexuelle. Cette procédure est conforme à celle utilisée par d'autres auteurs dans des études similaires (Mettam, 1979 ; Olive et Garwood, 1981 ; Mettam *et al.*, 1982 ; Moller, 1985 ; Hefferman et Keegan, 1988 ; Francés *et al.*, 1997, Abrantes *et al.*, 1999).

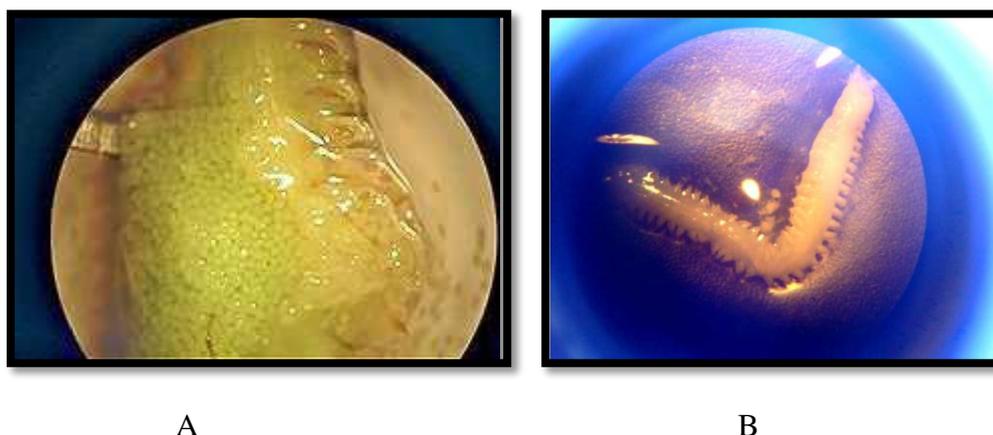


Figure 6 : Différentiation des sexes chez *Perinereis cultrifera* par visualisation des ovocytes (A), amas spermatiques (B) contenus dans le liquide cœlomique.

2.1.5. Analyse biométrique

Pour toutes les femelles de *P. cultrifera*, récoltées dans les deux sites, nous avons effectué des mesures morphométriques dont le poids corporel (g), la taille (mm), et le nombre des sétigères.

- Le poids frais essuyé est déterminé après avoir placé le ver sur un papier absorbant, puis le peser à l'aide d'une balance de précision ($\pm 0,001$ g) (Sartorius H110).

- La longueur totale du corps (taille) est réalisée sur un papier millimétré.

- Le nombre des sétigères des vers complets a été effectué sous une loupe binoculaire

2.2. Matériel biologique

2.2.1. Présentation de *Perinereis cultrifera*

Perinereis cultrifera (Grübe, 1840), est un Annélide Polychète appartenant à la famille des Nereidae, de couleur bronze vert avec un rouge clair dorsal, a une longueur de 10 à 25 cm (Fauvel, 1923) (Figure 07). C'est une espèce benthique caractérisée par une large répartition géographique (Rouhi *et al.*, 2008), occupant la méditerranée, le Nord-Ouest de l'Europe, l'océan Atlantique, l'océan Indien, et le Pacifique (Fauvel, 1923; Durchon, 1957; Cazeaux, 1965; Wu *et al.*, 1985).

En Algérie, elle est communément appelée « ver vert de roche » ou « ver à antennes et à pattes », elle est largement exploitée sur le littoral Est Algérien, On la trouve parmi les Rhodophycées, algues rouges meublant les trottoirs et banquettes. Elle est utilisée pour la pêche à la daurade (*Dicentrarchus labrax*) et la sole (*Solea solea*) et d'autres variétés de poissons tels que le pageot, le petit loup et le marbré. Cette espèce est essentiellement utilisée en tant qu'appât pour la pêche sportive à la ligne et pour la pêche récréative (Rouabah *et al.*, 2008; Younsi *et al.*, 2010).

Selon le registre européen des espèces marines ERMS; sa position systématique citée dans Fauchald & Bellan (2009) est la suivante:

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Règne: | Animale |
| Embranchement : | Annélides |
| Classe: | Polychètes |
| Sous classe: | Aciculata |
| Ordre: | Phyllodocida |
| Famille : | Nereidae |
| Genre: | <i>Perinereis</i> (Kinberg, 1865) |
| Espèce: | <i>cultrifera</i> (Grübe, 1840) |



Figure 7. *Perinereis cultrifera* récolté au niveau du littoral Est Algérien (Vue dorsale; taille réelle).

2.2.2. Structure générale

L'appellation *Perinereis cultrifera* vient de la capacité du ver à creuser des galeries dans la roche. Du latin *Perinereis* qui désigne le genre qui ressemble aux annélides, car c'est un ver annelé doté de pattes et *cultrifera* c'est un mot qui vient de couteau ou couper la roche.

Perinereis cultrifera (Grübe, 1840), annélide polychète de la famille des *Nereididae*, est un ver qui mesure quelques centimètres de long et 4 à 5 mm de large. Le corps est divisé en une centaine de métamères, tous semblables, à l'exception des deux segments les plus antérieurs constituant la tête, et du dernier segment ou pygidium.

A la tête font suite un grand nombre de segments munis latéralement de parapodes portant des faisceaux de soies chitineuses (Fig. 8).

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. 9). Dans l'espace laissé libre par la masse musculaire, chaque segment comporte une paire de sacs coelomiques. Le tube digestif s'étend en ligne droite dans l'axe longitudinal du corps et se différencie dans sa partie antérieure en une trompe garnie de denticules cornés ou paragnathes et portant deux mâchoires. Le système circulatoire est entièrement clos. Il est constitué d'un vaisseau ventral et d'un vaisseau dorsal reliés entre eux au niveau de chaque segment par une paire dense vasculaire se ramifiant dans les parapodes. Les produits génitaux sont situés dans le coelome et flottent librement dans le liquide coelomique où ils poursuivent leur développement. Arrivés à maturité, les produits génitaux seront libérés dans l'eau de mer où s'effectuera la fécondation. Les animaux ne survivent pas à l'émission des produits sexuels.

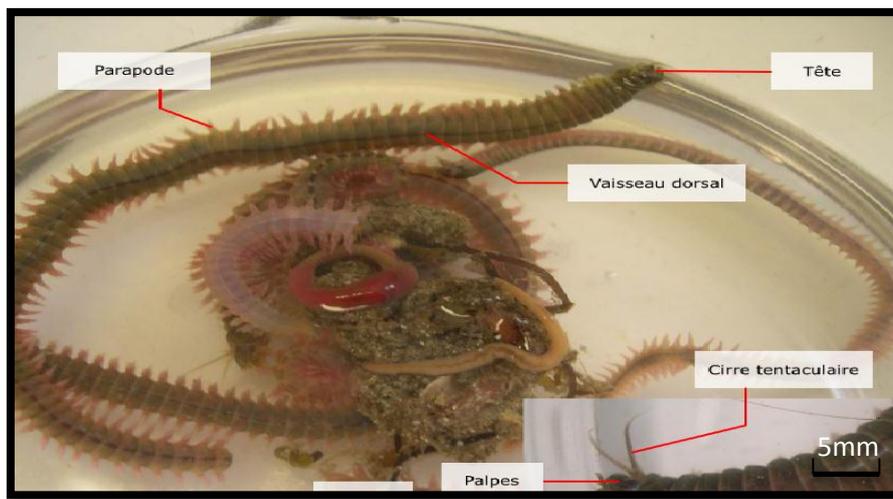


Figure 08 : Structure générale de *Perinereis cultrifera*

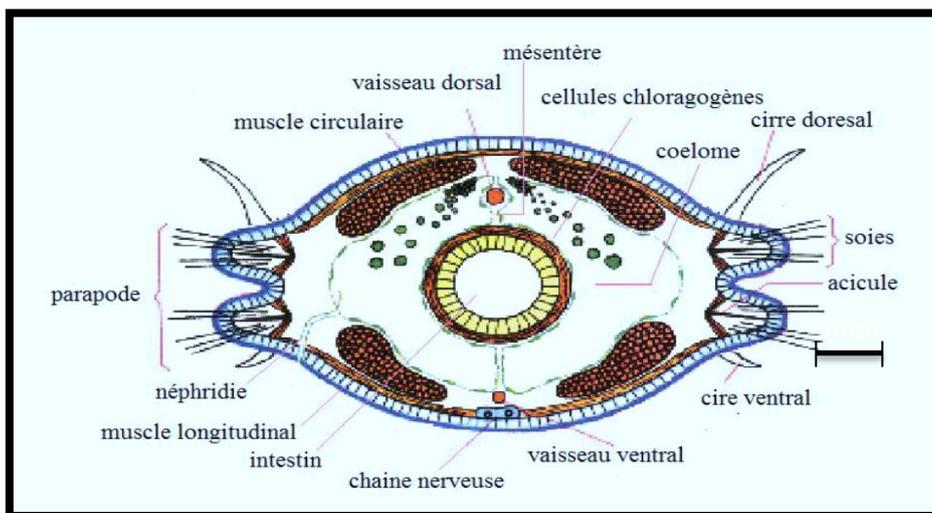


Figure. 9 : Coupe transversale d'un segment moyen du corps de *Perinereis cultrifera* (Rouabah, 2003).

2.2.3. Traits taxonomiques

A l'intérieur de la vaste famille des *Nereididae*, les diagnoses sont complexes et les caractères génériques et spécifiques sont basés essentiellement sur la forme et la répartition des denticules cornées « paragnathes » de la trompe dévaginée (Fauvel, 1923).

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).

Perinereis 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.10 et 11). On reconnaît classiquement dans la trompe extroversée deux parties : un anneau basal ou oral et un anneau terminal ou maxillaire à l'extrémité antérieure (Fauvel, 1923). Chacun de ces anneaux est divisé en six aires distinguées par des chiffres romains (Fig.12). Le groupe I occupe le milieu de la face dorsale de l'anneau maxillaire ; les groupes II les côtés de la même face ; le groupe III le milieu de la face inférieure, les groupes IV les côtés de la même face ; le groupe V le milieu de la face dorsale de l'anneau oral, les groupes VI les côtés de la même face ; le groupe VII le milieu de la face ventrale et les groupes VIII les côtés de cette face.

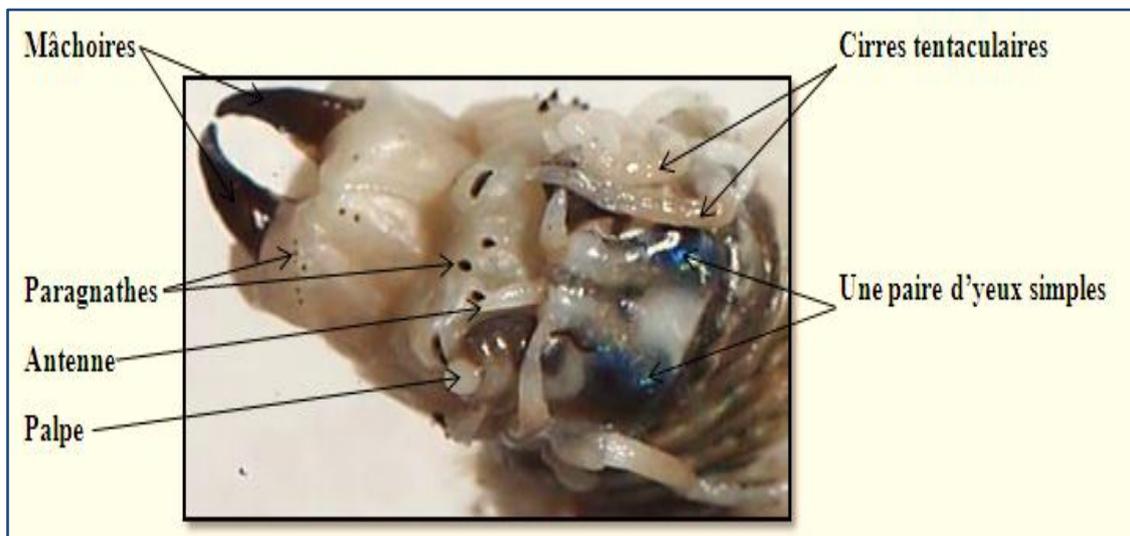


Figure 10: Détails de la partie antérieure dorsale de *Perinereis cultrifera*. (x 10)

(Guemouda, 2015)

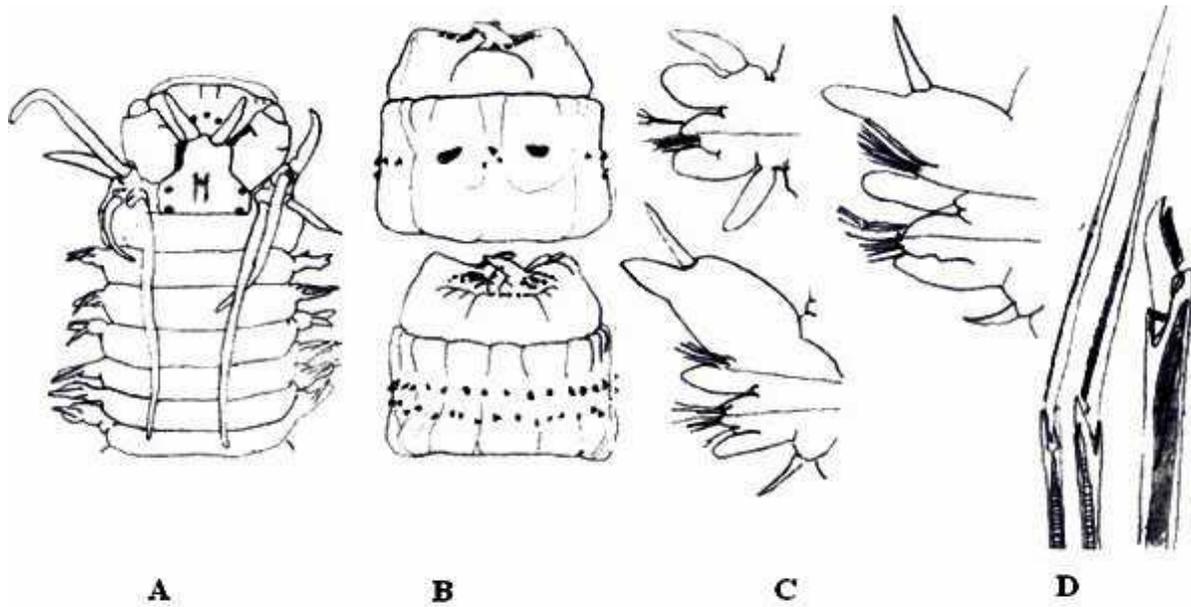


Figure 11 : Les différents critères d'identification de *Perinereis cultrifera* (Fauvel, 1923).

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.

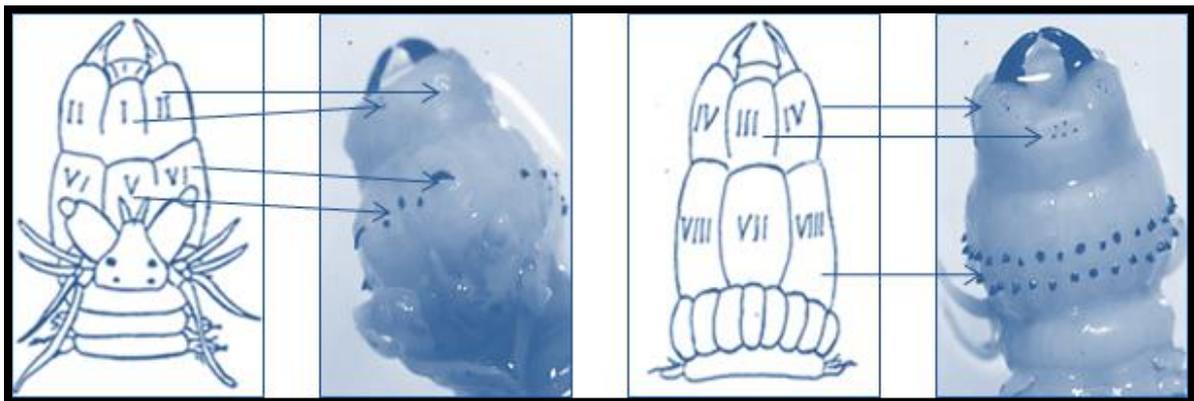


Figure.12 : tête et trompe extroversée de *Nereididae*. Les chiffres romains indiquent l'ordre des groupes de paragnathes (d'après Fauvel, 1923).

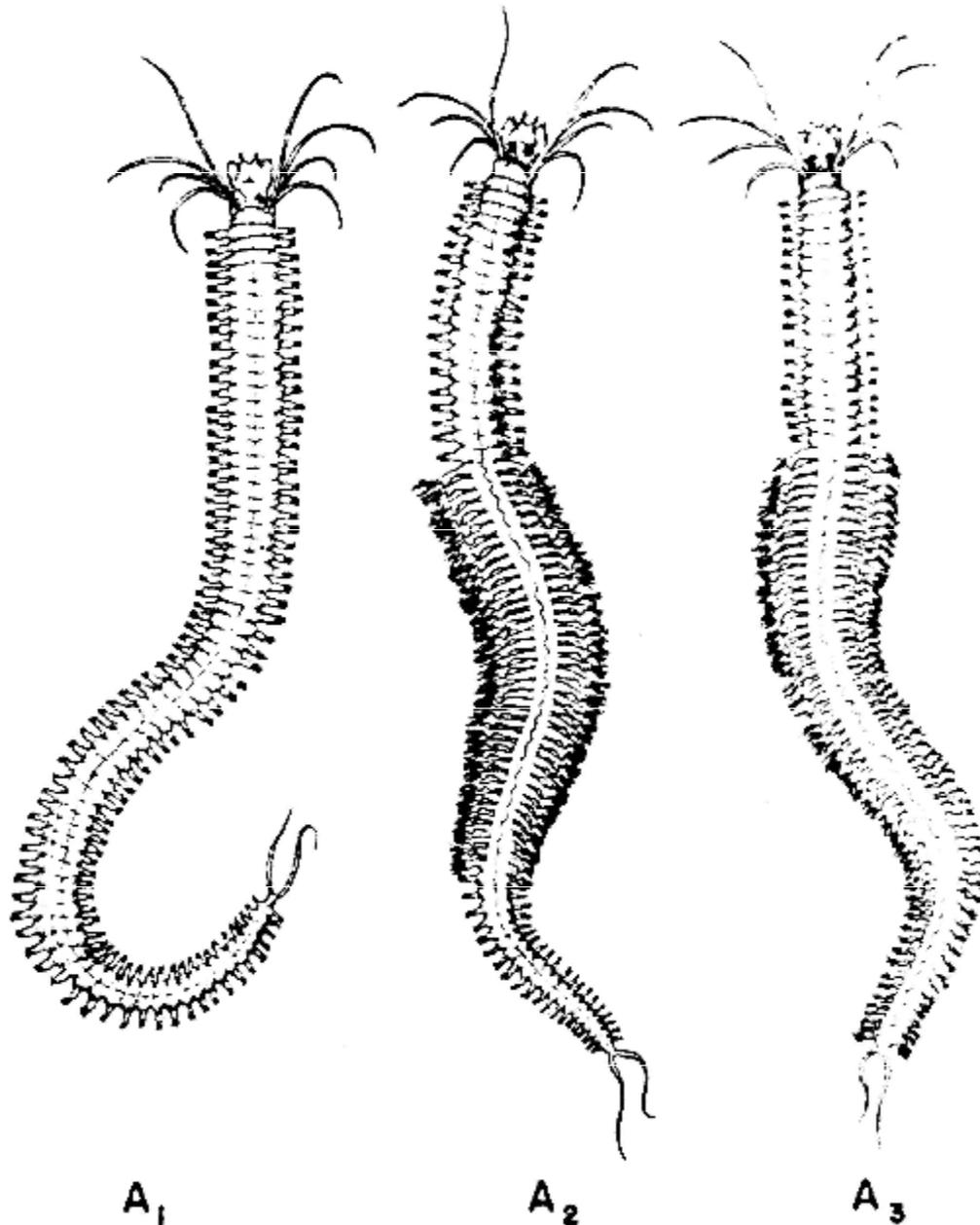
2.2.4. Reproduction et Maturité

Perinereis cultrifera est une espèce gonochorique. Selon la localisation géographique des populations, la reproduction s'effectue sans modifications morphologiques « atoquie » où elle s'accompagne de transformations somatiques appelées « épitoquie » (Durchon, 1967).

La reproduction de *Perinereis cultrifera* est de type épitoque en Manche et en Atlantique, la ponte a lieu en pleine eau à partir du mois d'avril jusqu'au juillet. La naissance de ces individus est généralement suivie de la mort des géniteurs (Herpin, 1925 ; Fage et Legendre, 1927 ; Durchon, 1951 ; Cazaux, 1965). La durée de vie de cette espèce est de 3 ans (Scaps et al., 1992). En Méditerranée, sur la baie d'Alger le mode de reproduction est de type atoque (Marcel, 1962), l'épitoquie n'a été observée que très rarement et a été par conséquent considérée comme étant un phénomène accidentel. Cependant, des travaux plus récents rapportent qu'en Méditerranée, la reproduction de *Perinereis cultrifera* peut être de type épitoque dans la lagune de Venise en Italie (Ansaloni et al., 1986), et à Annaba sur le littoral Est Algérien, (Younsi.,2006 ; Meghlaoui.,2015 ; Snani.,2016) et à Salammbô sur les côtes de Tunisie (Zghal et Ben-Amor 1986 & 1989).

Les périodes d'essaimage se situent respectivement en mars et en mai. D'après Durchon (1957), selon les localités il pourrait y avoir présence simultanée des deux formes de reproduction avec une prédominance plus ou moins marquée de l'une ou de l'autre. *Perinereis cultrifera* serait une espèce monotélique en Manche et polytélique en Méditerranée. Ces modifications sont profondes et affectent la morphologie et l'anatomie si bien que les premiers auteurs avaient créé le genre *Heteronereis* pour ces stades sexués. Les *Heteronereis* présentent une région où les segments sont tassés les uns contre les autres de telle manière que l'animal devient plus court, plus large et aplati (Fig. 13).

La femelle prend la couleur vert bouteille et le mâle la couleur blanchâtre. La tête des *Heteronereis* porte des yeux hypertrophiés. Les 19 ou 20^{ème} segment antérieur ne subit pas de transformation.

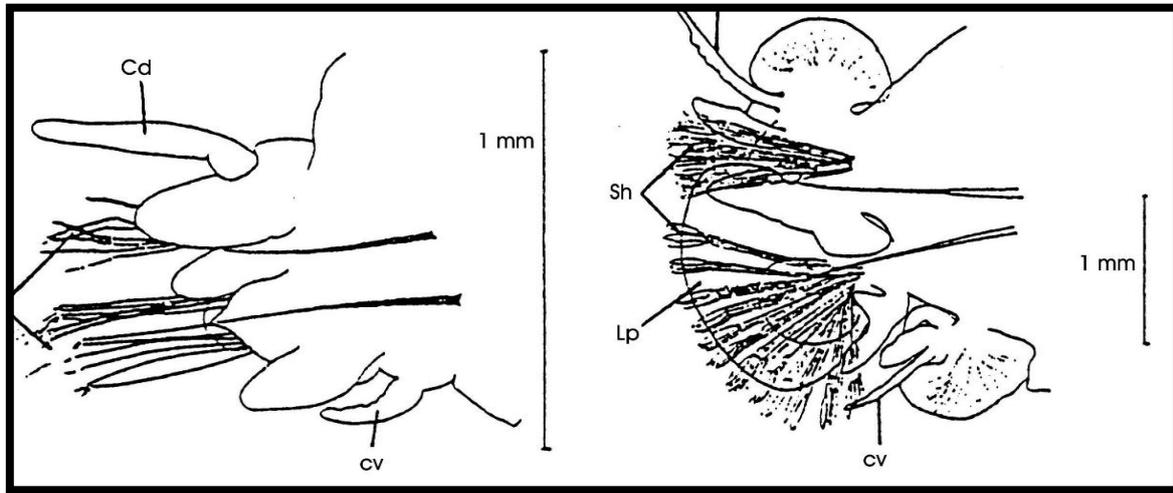


- A1 – Reproduction sans épitoque
- A2 – Reproduction avec épitoque médiane
- A3 – Reproduction avec épitoque médiane et postérieure

Figure. 13 : Mode de reproduction chez les Néréidiens (d'après Durchon, 1967)

Selon le niveau où s'étend la zone modifiée, on distingue les *Heteronereis* à épitoque médiane ou à épitoque médiane et postérieure (Durchon, 1967) (Fig.13). *Perinereis cultrifera* appartient à cette dernière catégorie. Bouchot-Boutin et Bobin ont étudié en détail les modifications des parapodes et ont montré que les rames dorsales et ventrales des parapodes développent des lamelles foliacées richement vascularisées tandis que les soies néréidiennes

sont remplacées par des soies hétéronéréidiennes disposées en éventail et composées d'une hampe striée portant en son extrémité une mince palette ovale, transparente finement denticulée (Fig. 14).



32^{ème} parapode d'un mâle mature
épitoque (forme hétéronéréidienne).

30^{ème} parapode d'un mâle mature
atoque (forme néréidienne).

Figure 14 : Transformations morphologiques des parapodes chez un mâle mature de *Perinereis cultrifera* (Durchon, 1955).

Cd : cirre dorsal ; **Lp** : lamelle parapodiale; **Sh** : Soies hétéronéréidiennes ;
Cv : cirre ventrale ; **Sn** : soies néréidiennes.

2.2.5. Cycle de développement

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). Chez *Perinereis cultrifera*, la structure dimensionnelle de la population a été mise en évidence grâce aux travaux de Scaps (1992) (Fig. 15). Les vers juvéniles, localisés principalement dans le haut de la zone à *Fucus serratus*, migrent au cours de la phase de croissance et de différenciation sexuelle vers le bas de cette même zone où s'accomplissent les transformations morpho-anatomiques liées à l'épitoquie. Les adultes benthiques quittent leur galerie et montent dans la colonne d'eau la nuit pour libérer leurs gamètes. Cette libération des gamètes est synchrone. La fécondation se fait dans la colonne d'eau (fécondation externe), le zygote se dépose et adhère au substrat (blocs où galets). La

libération des gamètes se fait par éclatement de la paroi du corps et entraîne la mort des individus, il s'agit donc d'une espèce semelpare.

Cazaux a parfaitement décrit le cycle de vie de cette espèce dans le bassin d'Arcachon et a souligné son caractère « benthopélagique » à phase semi-pélagique brève (Fig.15). La fécondation est externe et a lieu dans l'eau de mer. L'œuf fécondé subit un développement embryonnaire qui conduit à une larve trochophore lécitotrophe qui se métamérise en métatrochophore. L'éclosion a lieu au stade erpochète (3 sétigères, 10 jours). Les larves dont les couronnes ciliaires peu développées limitent l'entraînement en pleine eau, rampent le plus souvent sur le fond « phase semi-pélagique » ou demeurent dans le tube parental dans le cas de la forme atoque. Au terme de la phase semi pélagique, la sédentarisation a lieu au stade erpochète 4 sétigères (obtenu après 19 jours sous conditions expérimentales dans une eau à 12°C.

Les erpochètes perdent leur ciliature et deviennent totalement benthiques. Le juvénile, jeune ver de 10 à 11 sétigères, adopte le mode de vie de l'adulte. D'après Scaps (2000), le comportement des larves de *Perinereis cultrifera*, dont les couronnes ciliaires extrêmement peu développées limitent leur entraînement en pleine eau, favorise l'isolement géographique des individus présents d'une part en Manche-Atlantique et d'autre part en Méditerranée, ce qui aurait mené à terme à une spéciation allopatrique.

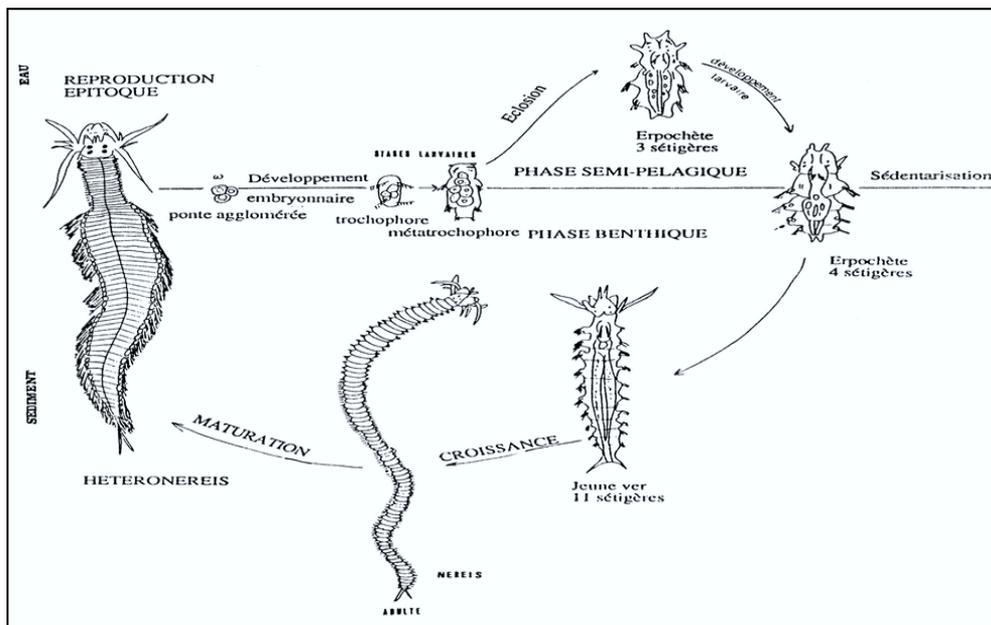


Figure15 : Cycle de vie de *Perinereis cultrifera* (Rouabah, 2003)

2.3. Etude biochimique

2.3.1. Prélèvement des tissus

Pour chaque groupe d'individus de *P. cultrifera* et après la mesure de la taille, du poids et l'identification du sexe, un échantillon de douze femelles à poids similaire a été récupéré qui servira aux analyses biochimiques (trois pour le dosage des métabolites et les autres pour le dosage enzymatique au niveau du corps entier).

2.3.2. Dosage quantitatif des métabolites

L'extraction des différents constituants (protéines, glucides, lipides) a été effectuée selon la méthode de SHIBKO *et al.* (1966) (Figure 16).

Les femelles ont été homogénéisées individuellement dans 1 ml d'acide trichloracétique à 20 %. Les homogénats ainsi obtenus ont été centrifugés pendant 10 mn à 5000 trs/mn. Les surnageants ont été utilisés afin de doser **les glucides** selon la méthode de Duchateau & Florkin (1959) tandis que les culots ont été remis en suspension dans un mélange éther/chloroforme (V/V) puis soumis à une seconde centrifugation à 5000 trs/mn pendant 10 mn. Les surnageants ainsi obtenus ont été utilisés afin de doser **les lipides** selon la méthode de Goldsworthy *et al.* (1972), tandis que les culots remis en suspension dans une solution de NaOH (0,1N) ont été utilisés afin de doser **les protéines** selon la méthode Bradford (1976).

Les concentrations en glucides, lipides et protéines ont été exprimées en $\mu\text{g}/\text{mg}$ de poids corporel. Le dosage biochimique a été réalisé par des méthodes colorimétriques en utilisant un spectrophotomètre (SHIMADZU-UV-1700).

Les taux des différents métabolites exprimés en $\mu\text{g}/\text{mg}$ ont été quantifiés grâce aux équations des droites de régressions, à partir des courbes de références.

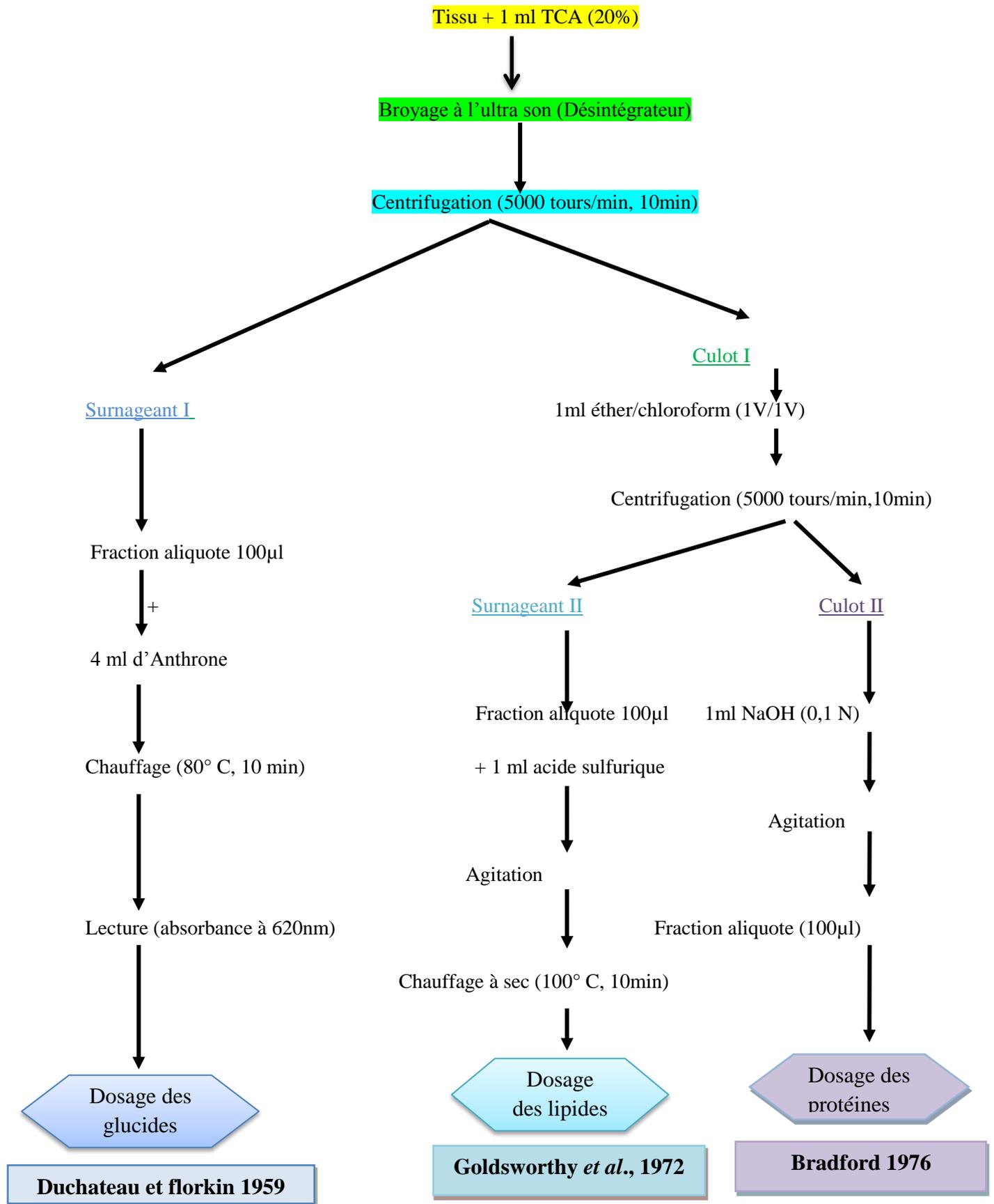


Figure.16 : Extraction des métabolites selon Schibko *et al.* (1966).

2.3.2.1. Dosage des glucides

Les glucides ont été dosés selon la méthode de Duchateau &florkin (1959), en utilisant l'anthrone comme réactif, et le glucose (1g/l) comme standard (tableau). [150mg d'anthrone +75ml d'acide sulfurique (très doucement par petite quantité) +25 ml d'eau distillée ajoutées doucement].Solution verte laissée d'abord à l'obscurité pendant 04h, conservation à4c° 2-3 semaines au max.

Tableau01 : Dosage des glucides de *P .cultrifera* : réalisation de la gamme d'étalonnage.

| Tubes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Glucose (µl) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Eau distillée (µl) | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 0 |
| Anthrone (ml) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Les étapes du dosage sont les suivantes :

Dans des tubes à essai ; on additionne à une fraction aliquote de 100 µl du surnageant I de chaque échantillon ,4 ml du réactif. Après chauffage du mélange au bain marie à 80C° pendant 10mm ; une coloration verte se développe, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides dans l'échantillon. La lecture des absorbances est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre contre une gamme d'onde de 620nm.

2.3.2.2. Dosage des lipides

La teneur en lipides a été mesurée selon la méthode de Goldsworthy et al (1970), en utilisant la vanilline(1) comme réactif, et une solution mère de lipides(2) (2.5 mg/ml) comme standard (tableau3).

1-[0.38g de vanilline +55ml d'eau distillée + 195 ml d'acide ortho phosphorique à 85 %]. Conservation à l'obscurité, 3semaines au max.

2-[25 mg d'huile de table + 10 ml de solvant éther/chloroforme (1v/1v)]

Tableau 02 : Dosage des lipides de *P. cultrifera* : réalisation de la gamme d'étalonnage.

| Tubes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Solution mère de lipides (µl) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Solvant Ether/ Chloroforme (µl) | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 0 |
| Vanilline (ml) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |

La manipulation est comme suit :

Un prélèvement d'une aliquote de 100 µl du surnageant II (placée dans des tubes eppendorfs ouverts) est évaporisée à sec à 100C° pendant 10 mn ; après refroidissement on additionne 1 ml d'acide sulfurique concentré 96° ; les tubes (fermés) sont agités puis chauffés dans un bain à sec à 100° pendant 10mn. Après refroidissement, on prélève une aliquote de 200 µl de chaque tube, auxquelles on ajoute 2.5 ml de réactif, et on agite. Les lipides forment alors un complexe rose, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des lipides dans chaque échantillon. La mesure des absorbances est faite à une longueur d'onde de 530 nm après l'apparition de la coloration on la laisse à l'obscurité pendant 25 min pour la stabiliser.

2.3.2.3. Dosage des protéines

La quantification des protéines a été faite selon Bradford(1976) sur une fraction aliquote de 0,1ml de l'homogénat, avec le bleu brillant de comassie, (G25, Merck) comme réactif (50mg de bleu brillant de comassie, 25ml d'éthanol (95%) ,50ml d'acide orthophosphorique (85%) et complété à 500ml avec l'eau distillé).L'albumine de sérum de bœuf (Sigma, France) a été utilisé comme standard. Les absorbances ont été lues à une longueur d'onde de 595 nm, et la gamme d'étalonnage a été réalisée à partir d'une solution d'albumine à 1mg/ml selon le tableau ci-dessous.

Tableau03 : Dosage des protéines, réalisation de la gamme d'étalonnage.

| Tube | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------|-----|----|----|----|----|-----|
| Solution d'albumine (µl) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Eau distillée (µl) | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 0 |
| Réactif BBC (ml) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

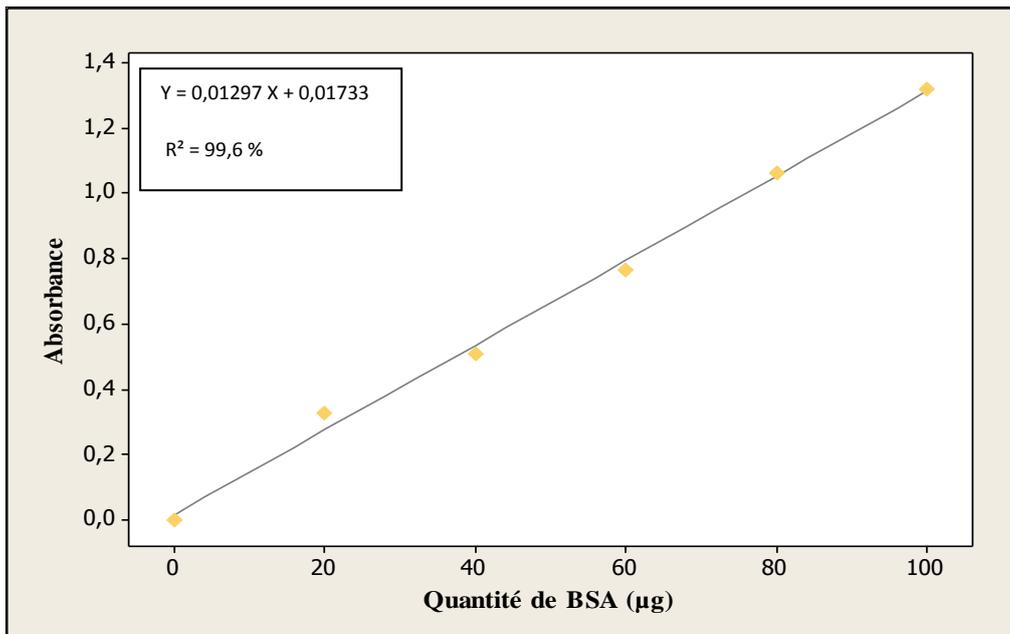


Figure.17 : Dosage des protéines : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (µg).

(R^2 : Coefficient de détermination)

2.3.3. Dosage qualitatif des Protéines

2.3.3.1. Extraction et dosage des protéines

L'extraction et le dosage des protéines ont été réalisés afin de connaître la quantité de protéines à mettre dans le dépôt. Le corps entier et les ovocytes sont prélevés et mis dans une solution 500 µl d'eau distillée additionnée de 2 µl phénylméthylsilfonylfluoride (PMSF). Le PMSF est utilisé à raison de 45 mg / 1ml d'éthanol puis stockage au congélateur à -20°C jusqu'au jour du dosage.

L'extraction est effectuée à 4°C sous agitation pendant 24 heures. L'homogénat est centrifugé à 5000 tours/ min pendant 15 minutes. Le surnageant est alors récupéré et une fraction aliquote (10µl) est destinée à la quantification des protéines et l'autre fraction est

lyophilisée et servira à l'étude électrophorétique. Les extraits secs sont repris dans un tampon d'échantillon.

2.3.3.2. Principe de l'électrophorèse

L'électrophorèse est une technique de séparation fondée sur le fait que les molécules portant des charges électriques différentes migrent à des vitesses différentes lorsqu'elles sont placées dans un champ électrique. La vitesse de migration dépend également du poids moléculaire, de la configuration, ainsi que des propriétés amphotères de la protéine (Lemoine, 1980; .Mauer, 1991).

2.3.3.3. Séparation électrophorétique

La séparation électrophorétique des protéines est réalisée selon la technique de Laemmli, (1970). Il s'agit d'une électrophorèse verticale sur gel de polyacrilamide (PAGE) à 30 % qui joue le rôle d'un tamis moléculaire additionné de SDS à 10% (sodium dodécyl sulfate). Le SDS est un détergent anionique qui dénature les protéines et leur donne une charge négative ce qui donne une densité de charge équivalente par unité de longueur de polypeptide. Par conséquent, les protéines vont migrer dans le gel et la distance parcourue sera en corrélation avec leur poids moléculaire (Kaufman, 1995).

2.3.3.4. Montage de l'appareil

L'appareil est composé d'une mini cuve de 7 x 8 cm avec deux faces identiques comportant deux plaques d'alumine, deux plaques de verre, deux espaceurs d'une épaisseur de 1,5 mm, 4 pinces, 2 peignes, un chapeau avec électrodes et une cuve à tampon de migration (fig. 18).

Avant de couler le gel, on met de l'agarose à 2% préalablement chauffée au bain marie sur une plaque de verre afin de boucher le vide entre la plaque d'alumine et la plaque de verre.

Les gels sont préparés extemporanément. On coule d'abord le gel de séparation ou running gel (12,5%) entre la plaque d'alumine et la plaque de verre et on laisse polymériser pendant 30 mn (Tableau 4).

On prépare ensuite le gel de concentration (4,5%) ou stacking gel, que l'on fait couler jusqu'aux bords des plaques. On place enfin les peignes qui serviront de moulage des dix chambres de dépôt, puis on laisse polymériser pendant 30 mn (Tableau 5).

Après polymérisation du gel de concentration, on remplit la cuve de tampon de migration ou running buffer. On enlève délicatement le peigne, les puits sont prêts pour le dépôt des échantillons.

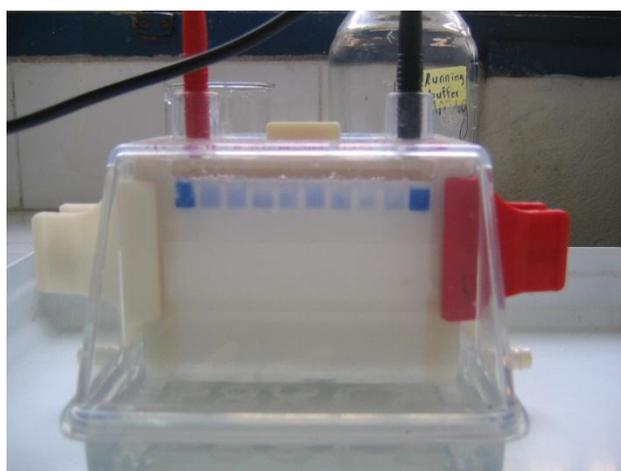


Figure 18 : Appareil Électrophorétique.

Tableau 4: Composition des gels (running gel, staking gel).

| Produits | | Stacking gel | Running gel |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Acrylamide 30% | (ml) | 1,5 | 5,3 |
| Eau distillée | (ml) | 5,7 | 6,8 |
| Upper buffer | (ml) | 1,2 | - |
| SDS 10% | (ml) | - | 0,2 |
| Sucrose 55% | (ml) | - | 2,5 |
| Lower buffer | (ml) | - | 5,0 |
| Ammonium persulfate | (ml) | 0,3 | 0,2 |
| TEMED | (ml) | 0,01 | 0,025 |

Tableau 5 : Composition du tampon de migration (running buffer).

| Produits | | Running buffer |
|-----------------|--------------|----------------|
| Tris bas | (g) | 6,00 |
| Glycine | (g) | 28,80 |
| SDS | (g) | 1,00 |
| H2O | (ml) | 1000 |
| | q.s.p | |

q.s.p. Quantité suffisante pour

2.3.3.5. Dépôt des échantillons et migration

Les échantillons lyophilisés sont dissous dans une solution tampon ou sample buffer (Tableau 6). La détermination du volume de l'échantillon a été obtenue à partir du dosage des échantillons protéiques. Au niveau de chaque chambre de dépôt, on introduit 10 à 15 µl d'échantillon biologique à l'aide d'une microseringue.

L'appareil est branché à un générateur à un voltage de 50 volts pendant 30min ; puis à 100 volts pendant deux heures. Une fois la migration finie, on procède à la coloration.

Tableau 6 : Composition de sample buffer (Tampon d'échantillons).

| Produits | | Sample buffer |
|-------------------------------------|-------------|---------------|
| Upper gel buffer | (ml) | 6,25 |
| Mercaptoethanol | (ml) | 2,50 |
| SDS 10 % | (ml) | 7,14 |
| Bleu de bromophénol à 0,05 % | (ml) | 5,00 |
| Glycérol | (ml) | 5,00 |
| EDTA | (mg) | 18,60 |

2.3.3.6 Coloration

A la fin de la migration, les gels sont placés dans la solution de coloration (Tableau 7) pendant 24 heures sous agitation. Elle permet la révélation des bandes protéiques.

Les gels subissent ensuite 2 à 3 bains successifs d'acide acétique à 10% afin d'éliminer l'excès de colorant. Un dernier bain est effectué dans une solution de rinçage pour obtenir une meilleure visualisation des bandes protéiques.

Tableau 7 : Composition de la solution de la coloration.

| Produits | | Quantité |
|-------------------------------|-------------|-----------------|
| Propanol 2 | (ml) | 250 |
| Acide acétique 10% | (ml) | 100 |
| Bleu de coomassie R250 | (mg) | 250 |
| H2O | (ml) | qsp 1000 |

q.s.p. Quantité suffisante pour

2.3.3.7. Décoloration

La décoloration du fond du gel est effectuée avec deux bains d'acide acétique à 10%(1heure chacun).La procédure prend fin lorsque l'acide devient clair. Le gel est alors fixé pendant 15 min dans la solution de rinçage (Tableau 8)

Tableau 8 : Composition de la solution de rinçage.

| Produits | | Quantité |
|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Méthanol | (4,5%) (ml) | 45 |
| Acide acétique | (10%) (ml) | 100 |
| Glycérol | (2,5%) (ml) | 25 |
| Ethanol | (10%) (ml) | 100 |
| H2O | (ml) | qsp 1000 |

q.s.p. Quantité suffisante pour

2.3.4. Activités enzymatiques

2.3.4.1. Dosage de l'acétylcholinestérase

Le dosage de l'acétylcholinestérase est effectué au niveau du corps entier des femelles de *P. cultrifera* récoltées au niveau de deux sites d'étude ; ce dosage est réalisé selon la méthode d'Ellman *et al.* (1961) qui consiste à fournir à l'enzyme un substrat, l'acétylcholine (Asch) dont l'hydrolyse libère de la thiocholine (Sch) et de l'acide acétique. La thiocholine en présence de DTNB (acide 5,5-dithio-bis-2-nitrobenzoïque) forme un complexe de couleur jaune dont l'intensité est lue à une longueur d'onde de 412 nm. Les corps sont homogénéisés dans 1ml de solution détergente (solution D) [38.03mg EGTA (acide éthylène glycol-bis-, β -aminoéthyléther NNN'N' tétra-acétique), 1ml triton X100% ,5.845g NaCl(chlorure de sodium), 80ml tampon tris(10Mm ,Ph7)], puis centrifugés (5000trs/mn, 5mn). le surnageant récupéré servira comme source d'enzyme .

Le dosage de l'activité acétylcholinestérase est réalisé sur une fraction aliquote de 100 μ l de DTNB préparé extemporanément (39,6mg DTNB ,15mg CO₃HNa (bicarbonate de sodium) ,10ml tampon tris (0,1M, pH 7) et 1ml de tampon tris (0,1M, pH 7). après 3 à 5 minutes ,100 μ l de substrat acétylthiocholine préparé extemporanément (23,6 mg Asch, 1ml eau distillée) sont ajoutés. La lecture des absorbances s'effectue toutes les 4mn pendant 20mn à une longueur d'onde de 412nm contre un blanc où 100 μ l de la solution détergente qui remplace les 100 μ l du surnageant.

L'activité spécifique est calculée selon la formule suivante :

$$X = (\Delta DO \times Vt / 1,36 \times 10^4 \times Vs) / \text{mg de protéine}$$

X : nanomole de substrat hydrolysé par minute et par mg de protéine (Nm/mm/mg de protéine).

ΔDO : pente de la droite de régression obtenue après hydrolyse du substrat en fonction du temps.

$1,36 \times 10^4$: coefficient d'extinction molaire du DTNB ($M^{-1} \text{ cm}^{-1}$).

Vt : volume total dans la cuve : 1,3ml [0,1 ml surnageant + 0,1 ml DTNB + 1ml tampon tris (0,1 M, pH 7) + 0,1 ml acétylthiocholine].

Vs : volume du surnageant dans la cuve : 0,1 ml.

mg de protéine : quantité de protéine exprimée en mg.

2.3.4.2. Dosage du glutathion S-transférase

La mesure de l'activité de la glutathion S- transférase (GST) est déterminée selon la méthode de Habig *et al.* (1974). Elle est basée sur la réaction de conjugaison entre la GST et un substrat, le CDNB (1-chloro2, 4dinitrobenzène) en présence d'un cofacteur le Glutathion (GSH) et mesurée à une longueur d'onde de 340nm dans un spectrophotomètre visible /UV (GENESYSTEM8).les échantillons sont homogénéisés dans 1ml de tampon phosphate (0.1M, pH6). L'homogénat est centrifugé à 14000trs/mn pendant 30mn et le surnageant récupéré servira comme source d'enzyme.

Le dosage consiste à faire réagir 200 µl du surnageant avec 1.2ml du mélange CDNB (1Mm/GSH (5mM) [20.26mg CDNB ,153.65mg GSH, 1ml éthanol, 100ml tampon phosphate (0.1M, pH)]. La lecture des absorbances est effectuée toutes les 1mn pendant 5minutes à une longueur d'onde de 340 nm contre un blanc contenant 200 µl d'eau distillée remplaçant la quantité du surnageant.

L'activité spécifique est déterminée d'après la formule suivante :

$$\mathbf{X = (\Delta DO \times Vt / 9,6 \times Vs) / mg \text{ de protéine}}$$

X : micromole de substrat hydrolysé par minute et par mg de protéines (µM/mm/mg des protéines).

Δ DO : pente de la droite de régression obtenue après hydrolyse du substrat en fonction du temps.

9.6: coefficient d'extinction molaire du CDNB (mM⁻¹ cm⁻¹).

Vt : volume total dans la cuve : 1,4ml [0,2 ml surnageant + 1,2 ml du mélange CDNB/GSH].

Vs : volume du surnageant dans la cuve : 0 ,2 ml.

mg de protéine : quantité de protéine exprimée en mg.

2.4. Traitement des données

Les résultats obtenus sont exprimés par la moyenne arithmétique (\bar{x}), qui est un paramètre de position et de tendance centrale, l'écart type(s) qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne.

Les moyennes obtenues pour chaque dosage et pour les deux sites ont été comparées deux à deux en utilisant le test (t) de student.

La comparaison des effets mois et site a été effectuée par l'analyse de la variance (ANOVA) à deux critères de classification.

La régression linéaire, le test t de student, ainsi que l'analyse de la variance à deux critères de classification ont été réalisées grâce au logiciel MINITAB d'analyse et de traitement statistique des données, version 17 française, disponible au sein du laboratoire de Biologie Animale Appliquée à l'université d'Annaba.

RÉSULTATS

3.1. Etude écologique :

3.1.1. Données physico-chimiques et climatiques :

D'après l'examen des différents paramètres physico-chimiques mesurés in situ au niveau des stations d'étude El-morjane (El-kala) et à stora (Skikda), durant une année, s'étalant de Janvier jusqu'à Décembre 2009 on remarque que :

- Les **températures** des deux sites suivent la même tendance avec des variations saisonnières. En hiver la température la plus basse est enregistrée à El-Kala avec 13.9°C au mois de décembre et 15.8 °C à Skikda au mois de janvier. En été, les températures les plus élevées sont enregistrées à Skikda avec 29.3 °C au mois d'aout suivies d'El-Kala avec 28.8°C au mois de juillet (figure19).

- Les valeurs de la **salinité** varient entre 24,6% en décembre, et 38.6% en septembre pour la station El-morjane, et entre 20,8% en décembre, et 33,4% en Février au niveau de la station stora (figure20).

- Les concentrations en **oxygène dissous** sont inférieures à 16,83g/l observées en Avril (5,3g/l et 16,83g/l) au niveau d'El-kala, et à 12,74g/l en Février (3,53g/l et 12,74g/l) à Skikda. Les variations de ces valeurs entre les deux sites montrent que : pendant les mois d'Avril et de Juillet les concentrations à El-kala ont tendance à augmenter bien que celles observées à Skikda diminuaient, alors que durant le mois de Juin on a enregistré l'inverse (figure21).

- Les valeurs du **pH** présentent des variations relativement constantes au niveau des deux sites, avec un pH légèrement alcalin compris entre 8,1et 8,3 à El-kala, dont la valeur maximale a été enregistrée en Février, en Avril, et en Mai ; tandis que celle observée à Skikda a atteint 8,3 en Juillet, avec d'autres valeurs supérieures à 7,2(figure22) .

Résultats

Tableau 09 : Variation mensuelle des paramètres physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissous, et pH) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études El-kala (A) et Skikda (B), de janvier à décembre 2009.

| | Température (C°) | | Salinité (%) | | Oxygène dissous (g/l) | | pH | |
|------------------|------------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------|--------------|------------|------------|
| | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Janvier | 14.16 | 15.3 | 30.1 | 28.2 | 19.51 | 8.57 | 7.6 | 7.3 |
| Février | 15,3 | 16,2 | 31,7 | 33,4 | 16,38 | 12,74 | 8,3 | 7,2 |
| Mars | 15,5 | 15,8 | 29,6 | 23,8 | 16,23 | 11,58 | 8,2 | 7,9 |
| Avril | 22,8 | 21,4 | 26,5 | 25,7 | 16,83 | 9,31 | 8,3 | 7,7 |
| Mai | 21,6 | 23,1 | 30,4 | 29,2 | 11,82 | 6,77 | 8,3 | 7,9 |
| Juin | 25,3 | 26,5 | 31,6 | 27,9 | 8,53 | 9,39 | 8,1 | 8,2 |
| Juillet | 28,8 | 28,4 | 33,8 | 31,3 | 8,92 | 8,74 | 8,1 | 8,3 |
| Aout | 27.1 | 29.3 | 34.4 | 32.5 | 5.3 | 4.55 | 7.6 | 7.3 |
| Septembre | 24.3 | 24.5 | 38.6 | 26.3 | 9.34 | 6.65 | 7.1 | 7.6 |
| Octobre | 20.5 | 19.7 | 33.5 | 23.5 | 4.75 | 3.53 | 7.9 | 7.6 |
| Novembre | 17.3 | 16.8 | 30.4 | 31.1 | 5.83 | 4.29 | 8.1 | 7.9 |
| Décembre | 13.9 | 15.8 | 24.6 | 20.8 | 7.23 | 4.65 | 7.5 | 8.1 |

Résultats

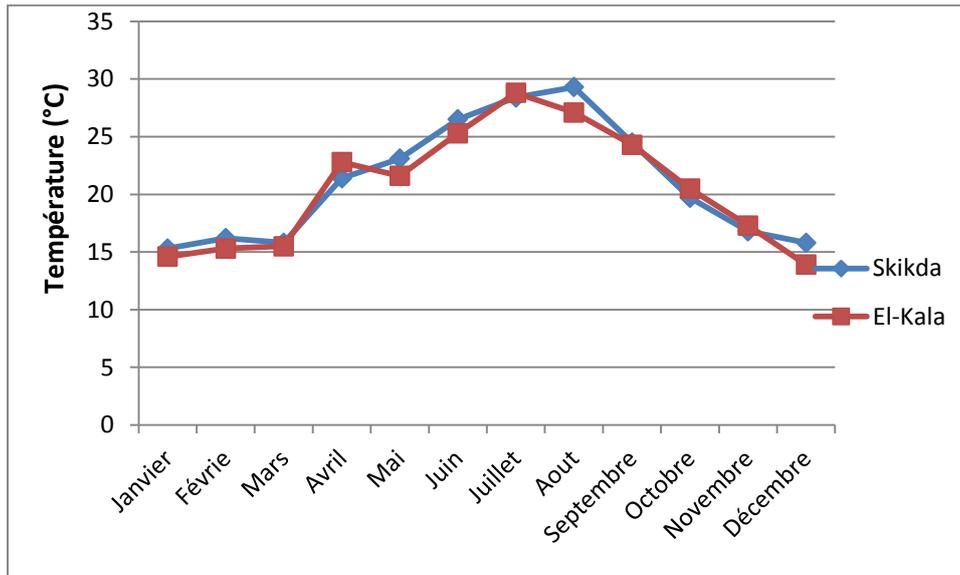


Figure 19 : Variations mensuelles de la température (C°) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

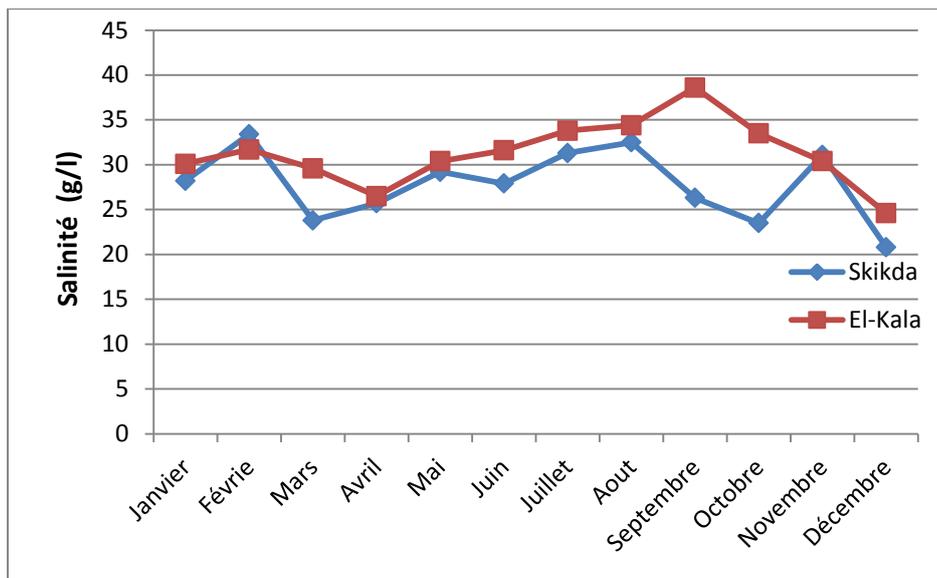


Figure 20 : Variations mensuelles de la salinité (%) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

Résultats

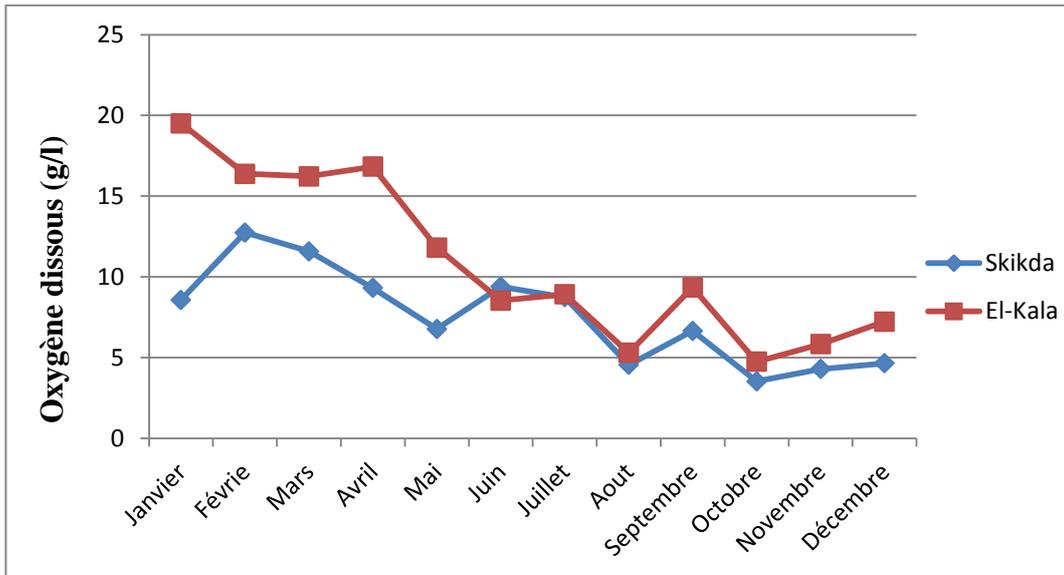


Figure 21: Variations mensuelles de la concentration en oxygène dissous (g/l) de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études (El-kala et Skikda) de Janvier à décembre 2009.

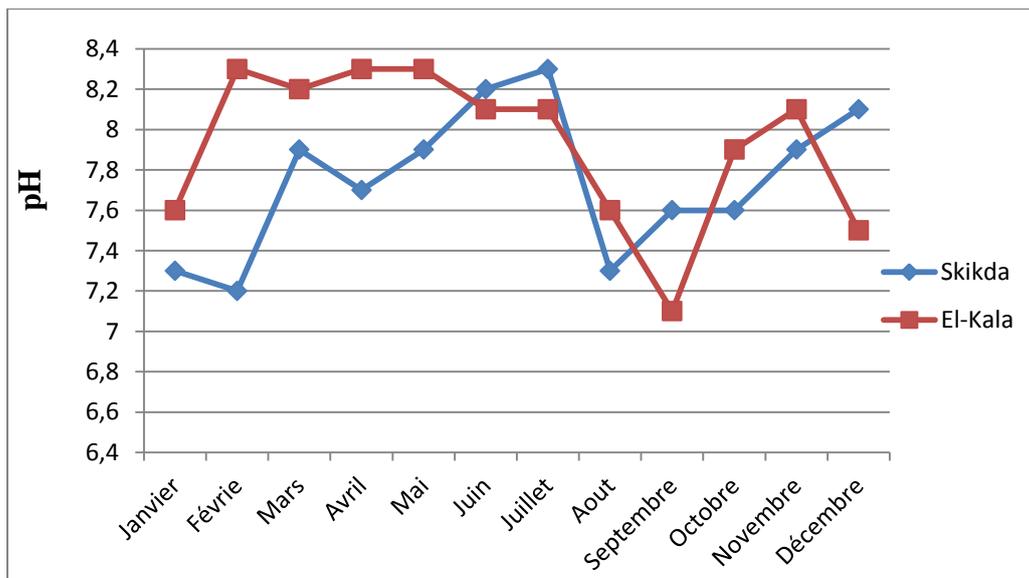


Figure 22: Variations mensuelles du pH de l'eau de mer prélevée dans les deux sites d'études (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

3.1.2. Inventaire et biodiversité :

Afin de réaliser l'inventaire faunistique des deux sites d'étude, nous avons identifié les différents groupes zoologiques récoltés durant la période d'étude de janvier à décembre 2009. Il a été enregistré une diversification plus importante et une abondance numérique au niveau du site d'El-Kala contrairement à celui de Skikda. Nous avons pu recenser plusieurs espèces de macro-invertébrés au niveau de deux sites (Tableau 10, figure 23,24).

Aussi, par la même occasion nous avons établi un inventaire de la flore partageant le même habitat de cette espèce étudiée. Trois espèces d'Algue appartenant à trois embranchements différents ont été recensées au niveau des différents sites d'études (Tableau 11, figure 25).

Résultats

Tableau 10 : Identification des espèces d'Annélides et de la faune associée recensées au niveau de deux sites d'étude : El-Kala (A) et Skikda (B) (+ : présents, - : Absents)

| Embranchement | Classe | Famille | Espèce | Sites | |
|---------------|--------------|---------------|---------------------------------|-------|---|
| | | | | A | B |
| Annélides | Polychètes | Nereididae | <i>Perinereis cultrifera</i> | + | + |
| | | | <i>Nereis falsa</i> | + | - |
| | | | <i>Platynereis dumerilli</i> | + | - |
| | | | <i>Terebelidae sp</i> | + | - |
| | | | <i>Lumbrineris sp</i> | + | - |
| Arthropode | Crustacés | Malacostraca | <i>Isopoda sp</i> | + | + |
| | | | <i>Amphipoda sp</i> | + | + |
| | | | <i>Phascolosoma granulatum</i> | + | + |
| | | | <i>Eriphia verrucosa</i> | + | + |
| Mollusques | Gastéropodes | Tricoliidae | <i>Tricolia speciosa</i> | + | + |
| | | Mytilidae | <i>Mitylusgalloprovincialis</i> | + | + |
| | | Fissurellidae | <i>Diadora graeca</i> | + | + |

Résultats

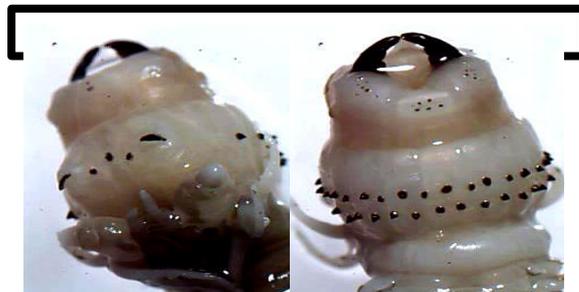
Tableau 11 : Espèces identifiées au niveau des deux sites d'étude El-Kala (A), et Skikda(B) (flore) (+ : présents, - : Absents)

| Embranchement | Classe | Famille | Espèce | Sites | |
|--------------------|-----------------|------------------|---------------------------|-------|---|
| | | | | A | B |
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Ulvaceae | <i>Ulva Lactuc</i> | + | - |
| Rhodophyta | Florideophyceae | Corallinaceae | <i>Corallina elongata</i> | + | + |
| Rhodophyta | Phaeophyceae | Scytosiphonaceae | <i>Colpomenia sinuosa</i> | + | + |

Le tri des récoltes échantillonnées au niveau des deux sites d'études nous a permis d'identifier les espèces suivantes :



Nereis falsa (A et B) (1cm=5mm)



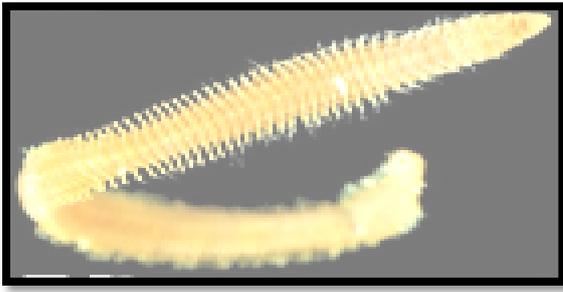
Perinereis cultrifera (A et B) (1cm=4.2mm)



Platynereis dumerilii (A et B) (1cm=2.7mm)

Figure 23 : Espèces de Néréidés identifiées.

Résultats



Lumbrinereis sp (1cm=7mm)



Terebélidae sp (1cm=8.6mm)



Diodorus graeca



Tricolia speciosa



Mytilus galloprovincialis



Eriphia verrucosa (1cm=9mm)



Amphipoda sp (1cm=7.2mm)



Isopoda sp (1cm=6.3mm)



Phascolosoma granulatum
(1cm=9.3mm)

Figure 24 : Espèces identifiées da la faune associée au niveau des deux sites d'étude Skikda et El-Kala.

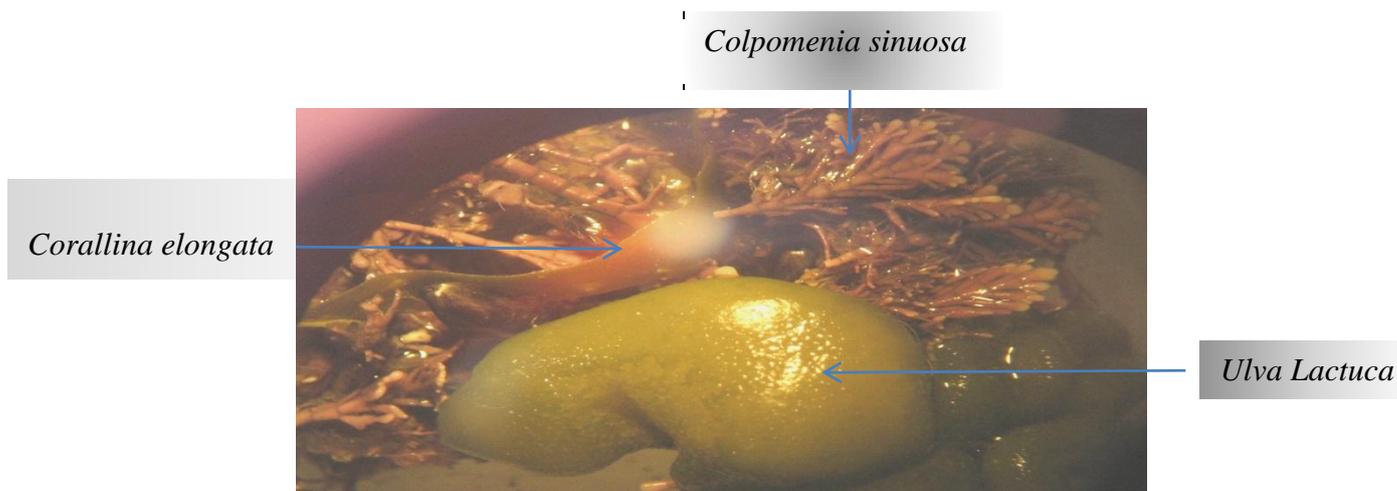


Figure 25: Flore associée au niveau de deux sites d'étude de Skikda, et d'El-Kala.

Le nombre d'individus des différentes espèces est très variable. Les espèces retrouvées en grand nombre dans tous les sites sont *Perinereis cultrifera* et *Mitylus galloprovincialis*. Par contre, quatre espèces n'existent qu'à El-Kala : *Nereis falsa*, *Platynereis dumerillii*, *Terebelidae sp*, *Lumbrinereis sp* (Tableau 12).

Les pourcentages des différents taxons, représentés dans les figures 26 et 27 révèlent une dominance chez les annélides polychètes de *Perinereis cultrifera* au niveau des deux sites avec une abondance de 100% à Skikda. Contrairement à El-Kala, où cette espèce ne représente que 43.49% et partage son milieu avec quatre autres annélides, dont 32.23% *Nereis falsa*, 1.55% *Platynereis dumerillii*, 0.97% *Térébélidae sp* et 2.33% *Lumbrineris sp*.

Pour les Mollusques, les deux espèces *Mitylus galloprovincialis* et *Diadora graeca* présente 42.55% pour chacune d'entre elle au niveau d'EL-Kala et *Tricolia speciosa* présentent 14.89%, sur le site de Skikda espèce *Mitylus galloprovincialis* représente la majorité de la faune associée avec plus de 60% suivie par *Diadora graeca* avec 36.2% et *Tricolia speciosa* avec 3.4%.

Les arthropodes présentent une structure de population spécifique à chaque site. À El-Kala, *Amphipoda sp* est présente avec 44.44% suivie des *Phascolosoma granulatum* et, *isopode* 22% et *Eriphia verrucosa* 13.33%. Cette répartition sera modifiée au niveau du site de Skikda

Résultats

où nous avons enregistré 48% d'*Amphipoda sp*, 28% de *Phascolosoma granulatum* et 12% d'*Isopoda sp*, et d'*Eriphia verrucos*.

Tableau 12 : Nombre d'individus (ni) des différentes espèces récoltés de janvier à décembre 2009.

| Embranchement | espèce | El-kala | Skikda |
|----------------------|----------------------------------|----------------|---------------|
| Annelides | <i>Perinereis cultrifera</i> | 224 | 138 |
| | <i>Nereis falsa</i> | 166 | 00 |
| | <i>Platynereis dumerilli</i> | 08 | 00 |
| | <i>Terebelidae sp</i> | 05 | 00 |
| | <i>Lumbrinereis sp</i> | 12 | 00 |
| Arthropodes | <i>Eriphia verrucosa</i> | 30 | 15 |
| | <i>Amphipoda sp</i> | 100 | 60 |
| | <i>Phascolosoma granulatum</i> | 50 | 35 |
| | <i>Isopoda sp</i> | 45 | 15 |
| Mollusques | <i>Diodora graeca</i> | 35 | 21 |
| | <i>Mitylus galloprovincialis</i> | 100 | 35 |
| | <i>Tricolia speciosa</i> | 100 | 02 |

Résultats

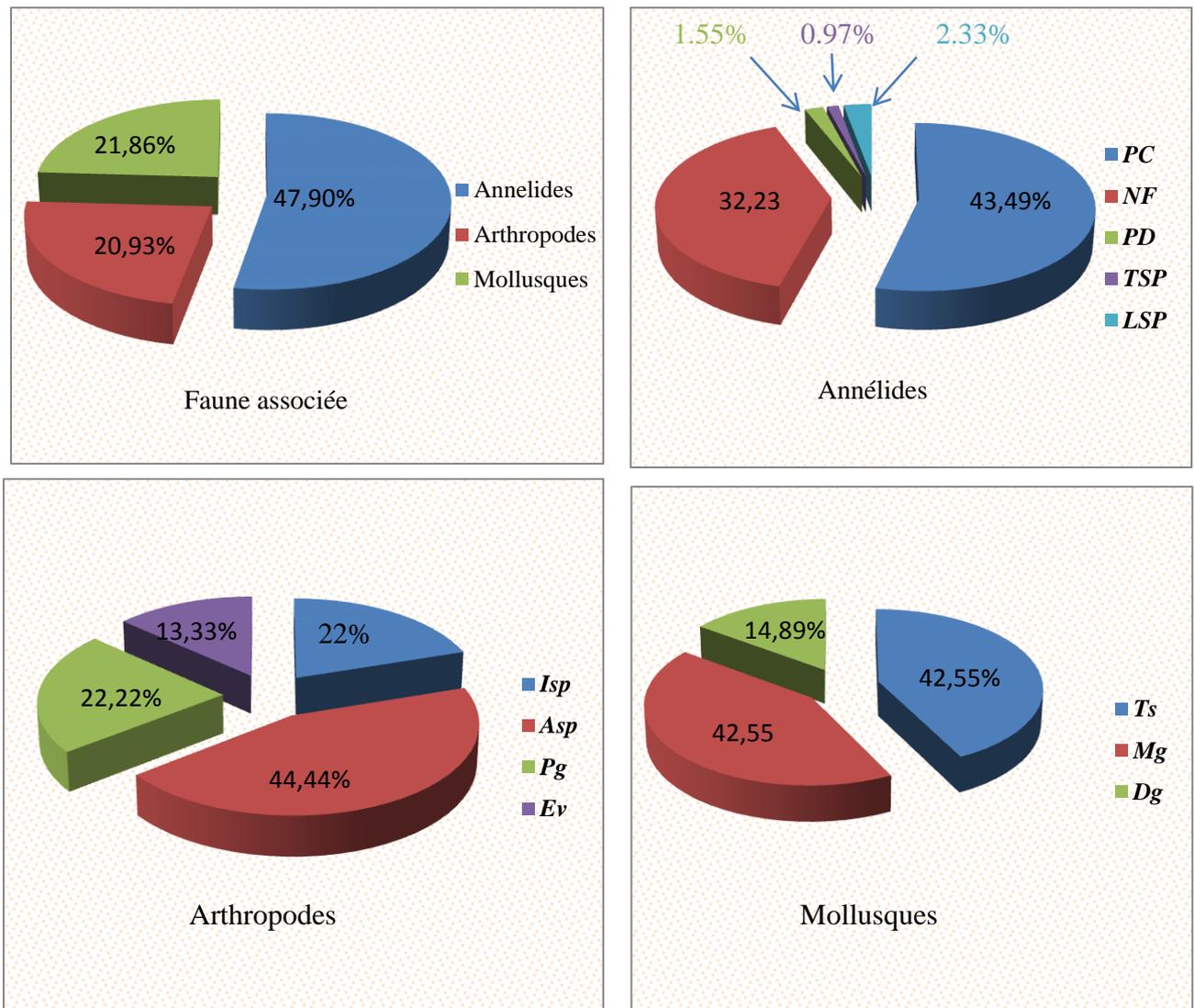


Figure 26 : Pourcentage des différents embranchements recensés à El-Kala de janvier à décembre 2009.

Pc: *Perinereis cultrifera*. *Nf*: *Nereis falsa*. *Pd*: *Platynereis dumerilli*. *Tsp*: *Terebelidae sp*
Isp: *Lumbrinereis sp* *Ev*: *Eriphia verrucosa*; *Asp*: *Amphipoda sp*; *Pg*: *Phascolosoma granulatum*; *Isp*: *Isopoda sp* *Dg*: *Diodora graeca*; *Mg*: *Mitylus galloprovincialis*; *Ts*: *Tricolia speciosa*

Résultats

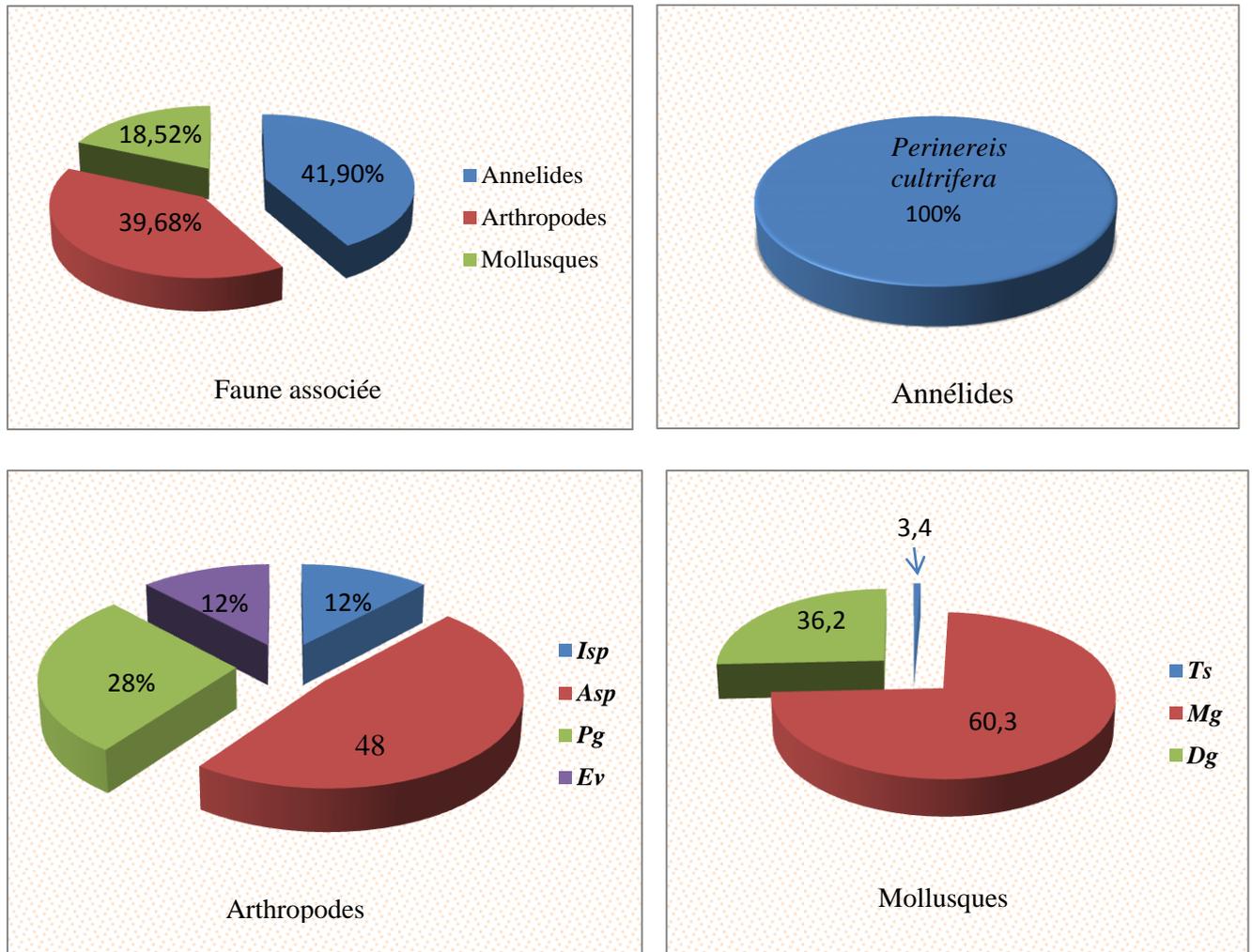


Figure 27 : Pourcentage des différents embranchements recensés à Skikda de janvier à décembre 2009.

Pc: *Perinereis cultrifera*. *Nf:* *Nereis falsa*. *Pd:* *Platynereis dumerilli*. *Tsp:* *Terebelidae sp*
Isp: *Lumbrinereis sp* *Ev:* *Eriphia verrucosa*; *Asp:* *Amphipoda sp*; *Pg:* *Phascolosoma granulatum*; *Isp:* *Isopoda sp* *Dg:* *Diodora graeca*; *Mg:* *Mitylus galloprovincialis*; *Ts:* *Tricolia speciosa*

3.2. Analyse Biologique :

3.2.1-Différentiation sexuelle:

Le sexe ratio pour l'espèce *P.cultrifera* montre une proportion plus élevée des femelles durant toute la période de récolte au niveau de deux sites d'étude EL-Kala et de Skikda tableau (13) (Figure 28,29).

Tableau : Nombre de mâles et de femelles de *P.cultrifera* récoltés à EL-Kala et à Skikda durant la période d'étude de Janvier à Décembre 2009.

| Sites | EL-Kala | | | Skikda | | |
|------------------|---------|---------|----------------|--------|---------|----------------|
| | male | femelle | indifférenciés | male | femelle | indifférenciés |
| Janvier | 06 | 12 | 04 | 04 | 08 | 03 |
| Février | 06 | 10 | 05 | 05 | 13 | 02 |
| Mars | 10 | 18 | 02 | 03 | 15 | 02 |
| Avril | 07 | 23 | 04 | 04 | 19 | 02 |
| Mai | 09 | 22 | 02 | 03 | 15 | 03 |
| Juin | 05 | 15 | 07 | 05 | 18 | 01 |
| Juillet | 08 | 14 | 04 | 06 | 14 | 03 |
| Aout | 06 | 13 | 02 | 04 | 09 | 04 |
| Septembre | 03 | 09 | 06 | 03 | 07 | 06 |
| Octobre | 04 | 10 | 06 | 02 | 08 | 04 |
| Novembre | 02 | 05 | 04 | 02 | 07 | 04 |
| Décembre | 03 | 04 | 04 | 01 | 07 | 05 |

Résultats

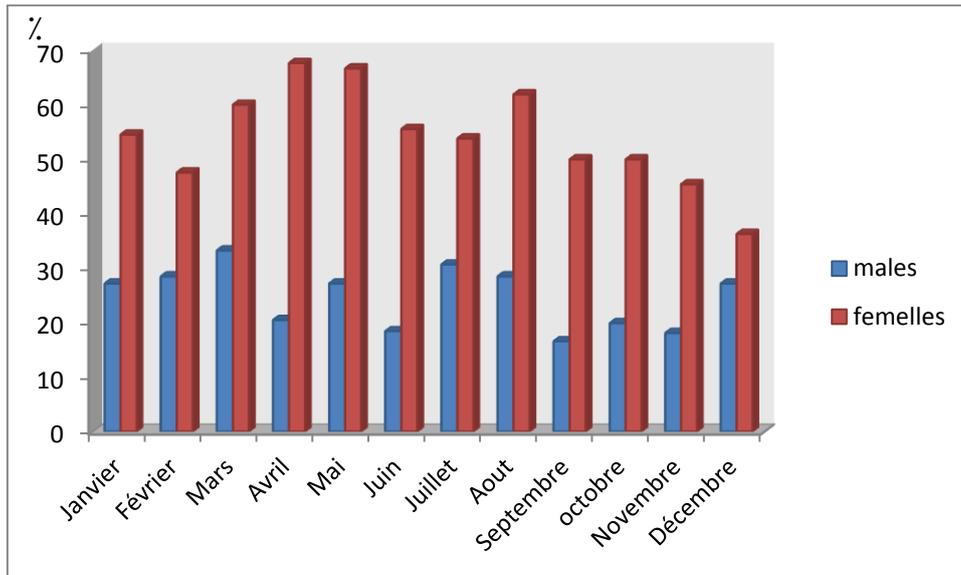


Figure 28 : pourcentage des mâles et des femelles de *P.cultrifera* récoltés à EL-Kala durant la période d'étude : Janvier à Décembre 2009.

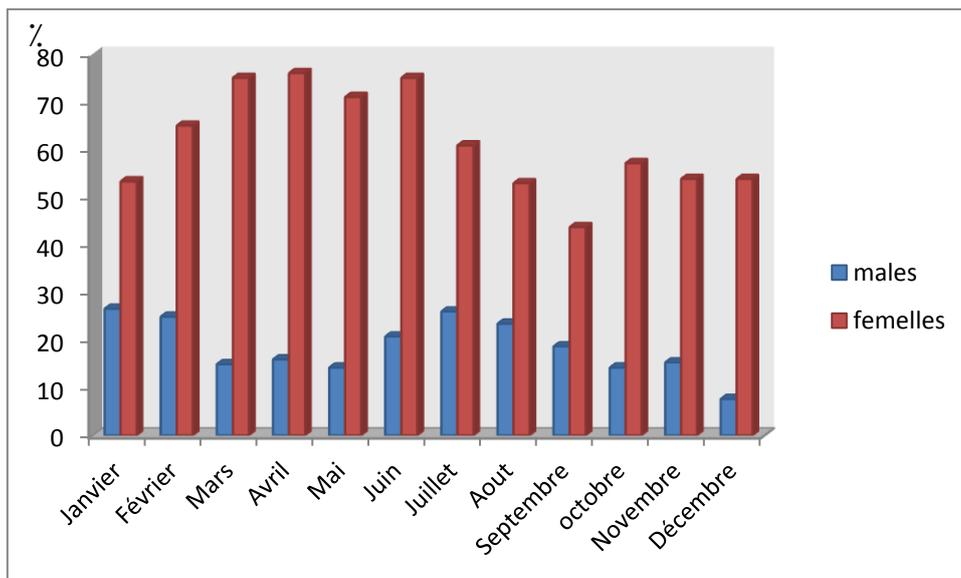


Figure 29 : pourcentage des mâles et des femelles de *P.cultrifera* récoltés à Skikda durant la période d'étude : Janvier à Décembre 2009.

3.2.2. Cycle de reproduction :

L'examen des ponctions cœlomiques de chaque individu femelle a montré un aspect homogène (Figure 30) où les ovocytes sont de diamètres sensiblement égaux, la croissance ovocytaire est donc synchrone. Afin de déterminer la période de reproduction avec plus de précision, nous avons mené une étude sur l'évolution du diamètre moyen des ovocytes des femelles de *Perinereis cultrifera* durant la période d'étude au niveau du site d'El-Kala et de Skikda de l'année 2009.

L'évolution du diamètre ovocytaire moyen des femelles pendant la période d'étude est représentée par la figure 32 pour la population échantillonnée à Skikda et la figure 31 pour celle échantillonnée à El-kala. Ces courbes d'évolution relatives aux deux sites étudiés affichent pratiquement la même tendance. Nous notons une évolution graduelle et continue à partir du mois de janvier jusqu'au mois de mai. A partir du mois de mars de l'année 2009, deux groupes de femelles sont identifiés ; un premier groupe de femelles contenant des ovocytes de petite taille et un second contenant des ovocytes de diamètre nettement plus important (Tableaux 14 et 15).

Le groupe de femelles de diamètre ovocytaire moyen inférieur à 50 μm commence à apparaître au mois de mars puis disparaît graduellement, au fur et à mesure que les ovocytes évoluent vers la maturité, pour atteindre des tailles de plus en plus grandes. Au cours de la période allant de mars à mai, la taille des ovocytes atteint son maximum. Le diamètre moyen des ovocytes mature est de l'ordre de 200 à 250 μm . 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 femelles épitoques matures, du mois de mai. La courbe d'évolution du diamètre ovocytaire moyen en fonction du temps, montre que le développement ovocytaire s'étale sur une période de 16 mois.

Chez les femelles de stora , nous notons une évolution rapide et continue à partir du mois de Février, au fur et à mesure que les ovocytes évoluent vers la maturité, pour atteindre des tailles de plus en plus importants (168.63 \pm 26.63, μm 232.00 \pm 20.05 μm et 239.35 \pm 13.35 μm) jusqu'au mois de Mai où le diamètre moyen atteint son maximum 249.23 \pm 28.54 μm . Ce pic observé est suivi d'une chute très rapide au cours des mois suivants.

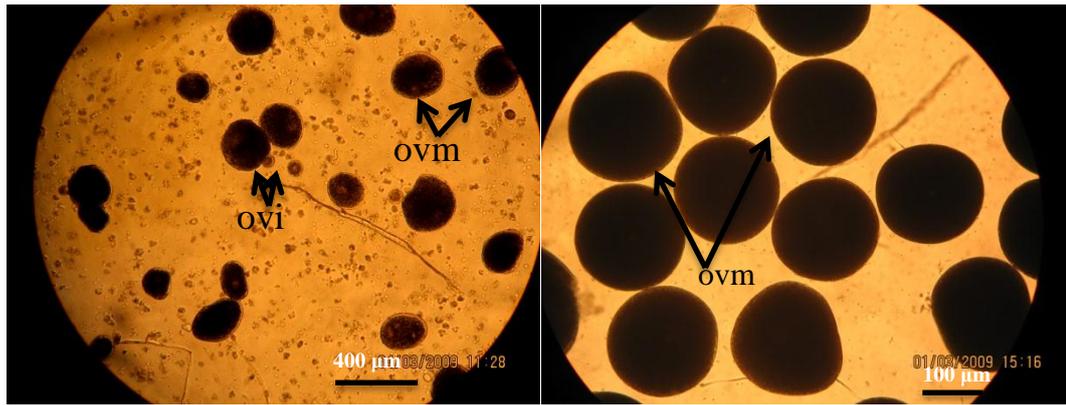


Figure 30: Structure d'une ponction cœlomique chez une femelle *Perinereis cultrifera*, montrant des ovocytes immatures (ovi), et des ovocytes en cours de maturation (ovm) (a), ovocytes sphériques matures (b).

Tableau 14 : Variations du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles de *Perinereis cultrifera* récoltées à El-Kala au cours d'un cycle annuel (janvier au décembre 2009) (m ± s).

| MOIS | Diamètre ovocytaire 1 <i>P. cultrifera</i> | Diamètre ovocytaire 2 <i>P. cultrifera</i> |
|-----------|---|---|
| Janvier | | |
| Février | 187,014 ± 24,02 | 210,00 ± 35 |
| Mars | 198,32 ± 19,28 | 47,33 ± 10,32 |
| Avril | 244,407 ± 4,97 | 57,22 ± 15,22 |
| Mai | 235,51 ± 15,06 | 71,68 ± 13,45 |
| Juin | 237,58 ± 17,78 | 75,68 ± 3,59 |
| Juillet | 149,81 ± 2,84 | 101,73 ± 10,92 |
| Aout | | 119,22 ± 16,59 |
| Septembre | | 121,51 ± 16,25 |
| Octobre | | 125,4 ± 11,07 |
| Novembre | | 113,55 ± 15,07 |
| Décembre | | 117,72 ± 10,6 |

Résultats

Tableau 15 : Variations du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles de *Perinereis cultrifera* récoltées à Skikda au cours d'un cycle annuel (janvier au décembre 2009) ($m \pm s$).

| MOIS | Diamètre ovocytaire 1 <i>P. cultrifera</i> | Diamètre ovocytaire 2 <i>P. cultrifera</i> |
|-----------|---|---|
| Janvier | | |
| Février | 168,63±26,63 | 43,93 ± 8,93 |
| Mars | 232,00 ± 20,05 | 65,85 ±4,39 |
| Avril | 239,35 ± 13,35 | 72,22 ± 10,22 |
| Mai | 249,23 ± 28,54 | 97,88 ± 11,05 |
| Juin | 155,86 ± 27,86 | 88,84 ± 10,59 |
| Juillet | 076,03 ± 8,51 | 100,43 ± 10,52 |
| Aout | | 097,22 ± 16,59 |
| Septembre | | 104,39 ± 16,25 |
| Octobre | | 110,47 ± 13,17 |
| Novembre | | 115,95 ± 11,07 |
| Décembre | | 124,32 ± 13,64 |

Résultats

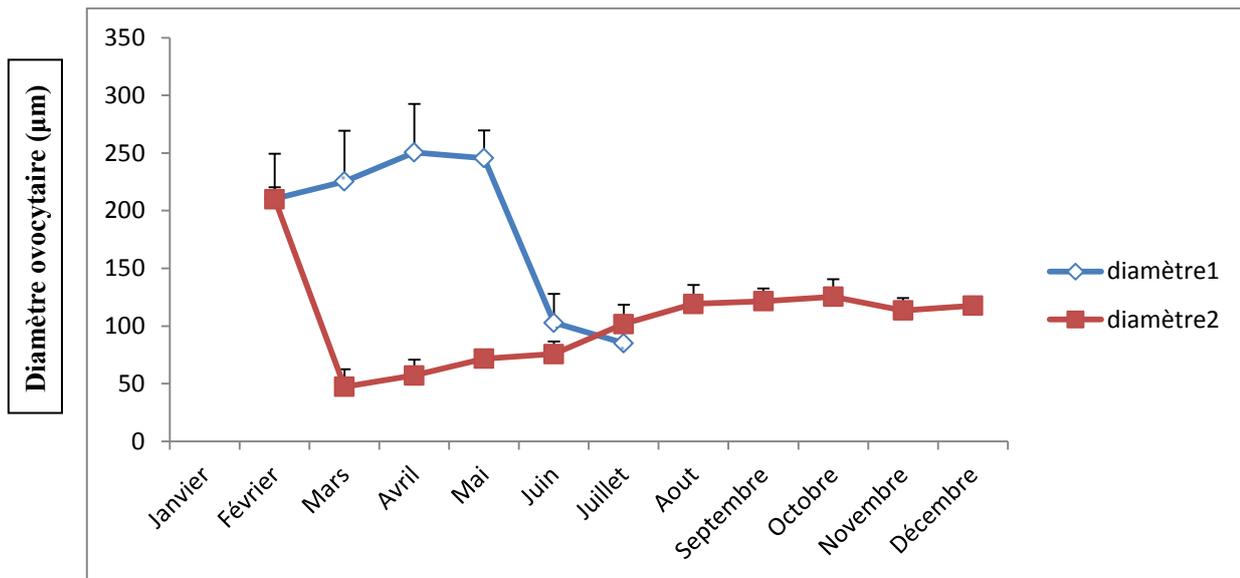


Figure 31 : Evolution annuelle du diamètre ovocytaire moyen de la population de *Perinereis cultrifera* au niveau d'El-Kala

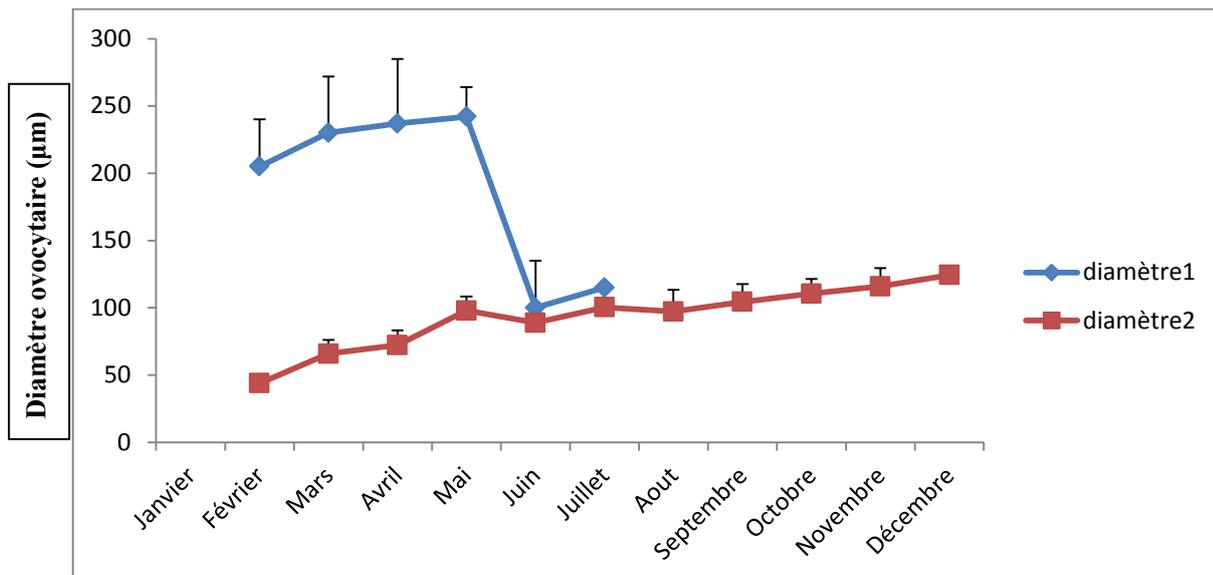


Figure 32 : Evolution annuelle du diamètre ovocytaire moyen de la population de *Perinereis cultrifera* au niveau de Skikda

3.2.3. Paramètres morphométriques :

L'évolution mensuelle des différentes tailles (longueur totale du corps, nombre de sétigères), et poids (poids frais) chez les femelles complètes de *Perinereis cultrifera* échantillonnées des deux stations d'étude El-morjane et Stora, durant la période d'étude de Janvier à Décembre 2009, montre que la longueur totale du corps présente une variation similaire chez les femelles prélevées des deux stations avec un pic plus élevé chez les femelles d'El-morjane récoltées en Mai avec des valeurs variant entre 32.48 ± 4.00 mm et 50.29 ± 3.04 mm à El-morjane, contre 31.14 ± 2.48 mm et 46.71 ± 4.01 mm de Stora (Tableau 16,18,20 et Figures 33,34,35)

La comparaison des moyennes mensuelles de la longueur totale des femelles (test t de Student), entre les deux stations montre que la plus grande valeur a été enregistrée en Mai pour les femelles récoltées d'El-morjane, tandis que la plus faible a été observée en Février pour les femelles prélevées à Stora. Ceci révèle des différences hautement significatives ($P \leq 0,01$) depuis le mois de Février à Mai, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée durant les mois de Juin, Juillet et Septembre (Tableau 16 ; Figure 33).

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre un effet site, et un effet mois très hautement significatif ($P < 0,001$), et un effet interaction site/mois non significatif ($P > 0,05$) (Tableau 17).

Résultats

Tableau 16 : Variations mensuelles de la longueur totale du corps (mm) des femelles de *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'étude (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

| | El-kala | Skikda | P |
|------------------|------------------|------------------|----------|
| Janvier | 36.54 \pm 4.8 | 50.60 \pm 6.02 | ** |
| Février | 38.57 \pm 5.97 | 31.14 \pm 2.48 | ** |
| Mars | 44.86 \pm 8.19 | 32.86 \pm 5.49 | ** |
| Avril | 46.43 \pm 3.78 | 40.00 \pm 3.87 | ** |
| Mai | 50.29 \pm 3.04 | 43.57 \pm 4.43 | ** |
| Juin | 40.71 \pm 5.59 | 39 \pm 4.47 | NS |
| Juillet | 37.14 \pm 2.79 | 34.57 \pm 2.3 | NS |
| Aout | 38.77 \pm 3.82 | 46.71 \pm 4.2 | ** |
| septembre | 32.48 \pm 4.0 | 35.03 \pm 3.02 | NS |
| Octobre | 32.68 \pm 3.75 | 46.71 \pm 4.01 | ** |
| novembre | 32.97 \pm 3.6 | 38.92 \pm 5.2 | ** |
| décembre | 38.59 \pm 2.92 | 35.03 \pm 4.2 | ** |

NS : non significative ; ** : hautement significative ($P < 0,01$).

Résultats

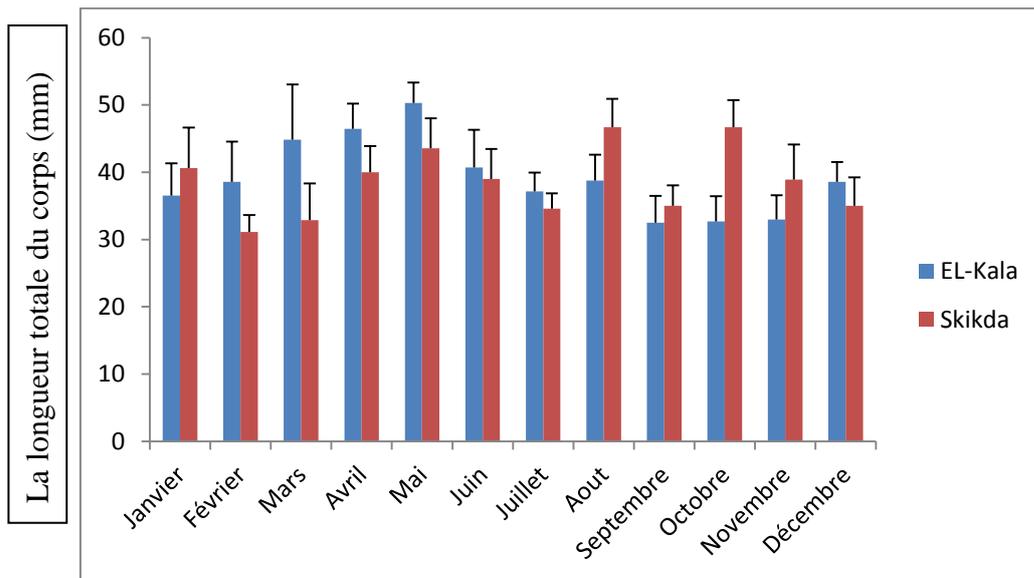


Figure 33: Variation mensuelle de la longueur totale du corps (mm) des femelles de *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

Tableau 17 : Analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois) de la longueur totale du corps (mm) des femelles de *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'études (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

| Sources de variation | ddl | SCE | CM | F _{obs} | P |
|-----------------------|-----|---------|---------|------------------|----------|
| Site | 1 | 792,43 | 792,429 | 36,22 | 0,000*** |
| Mois | 11 | 1445,43 | 289,086 | 13,21 | 0,000*** |
| Interaction site/mois | 11 | 240,57 | 48,114 | 2,20 | 0,064 NS |
| Erreur résiduelle | 72 | 1575,14 | 21,877 | - | - |
| Totale | 95 | 4053,57 | - | - | - |

Résultats

Les histogrammes relatifs aux variations mensuelles du nombre de sétigères chez les femelles prélevées des deux stations, montrent qu'à El-morjane les valeurs sont très proches pendant les mois de Janvier jusqu'à Mai et d'Août jusqu'à Décembre en variant de 60 à 62 sétigères, puis augmentent de Juin à Juillet avec respectivement 68 et 77 sétigères chez les femelles de Stora on constate que le nombre de sétigères est presque constant au cours des mois de Février, de Mars, d'Avril et de Mai et varie de 52 à 51 en atteignant 66 sétigères au mois de Juin, et 68 sétigères en Juillet.

La comparaison des moyennes du nombre de sétigères entre les deux stations montre que la valeur la plus élevée a été enregistrée en Juillet pour les femelles récoltées à El-morjane, tandis que la plus faible a été observée en Mars et en Avril pour les femelles prélevées de Stora. Celle-ci révèle des différences hautement significatives ($P < 0,01$) pendant les mois de Février, Avril, et Mai, ainsi que des différences très hautement significatives ($P < 0,001$) au cours de Mars, et aucune différence significative n'a été constatée en mois de Juin et Juillet ($P > 0,05$) (Tableau 18 ; Figure 34).

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre un effet site, et un effet mois, très hautement significatif ($P < 0,001$), et un effet d'interaction site/mois non significatif ($P > 0,05$) (Tableau 19).

Résultats

Tableau 18 : Variations mensuelles du nombre de sétigères des femelles *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'étude (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

| | El-kala | Skikda | P |
|-----------|---------|--------|-----|
| Janvier | 64 ± 4 | 47 ± 6 | *** |
| Février | 64 ± 6 | 52 ± 8 | ** |
| Mars | 62 ± 4 | 51 ± 3 | *** |
| Avril | 60 ± 6 | 51 ± 2 | ** |
| Mai | 62 ± 6 | 52 ± 6 | ** |
| Juin | 68 ± 9 | 66 ± 6 | NS |
| Juillet | 77 ± 4 | 74 ± 3 | NS |
| Aout | 63 ± 4 | 54 ± 5 | ** |
| septembre | 62 ± 3 | 59 ± 7 | NS |
| Octobre | 63 ± 7 | 59 ± 4 | NS |
| novembre | 64 ± 4 | 60 ± 2 | NS |
| décembre | 62 ± 5 | 54 ± 3 | *** |

NS : non significative ; ** : hautement significative ($P < 0,01$) ; *** : très hautement significative ($P < 0,001$).

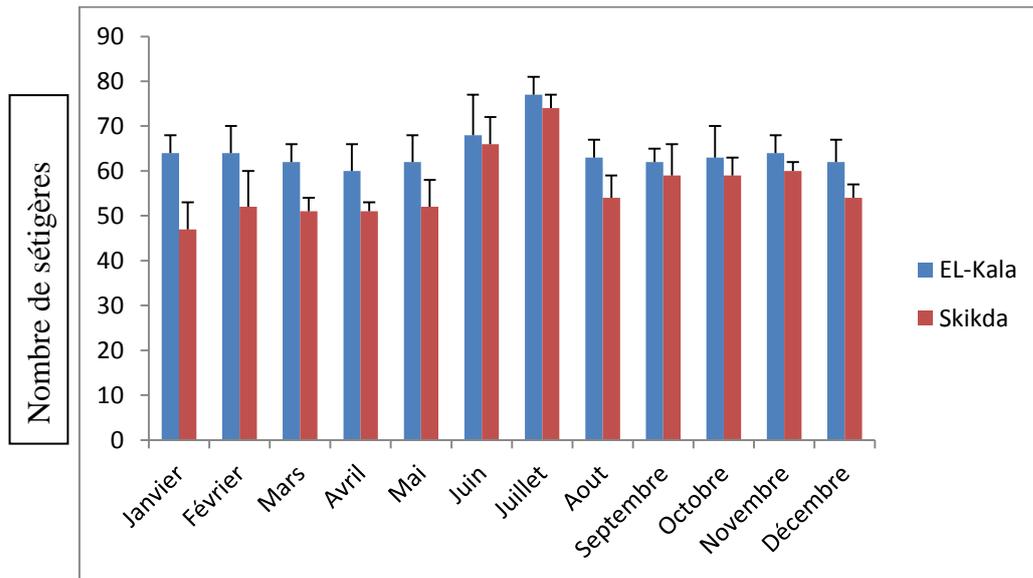


Figure 34: Variations mensuelles du nombre de sítigères des femelles de *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'étude (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

Tableau 19 : Analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois) du nombre de sítigères des femelles de *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'étude (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

| Sources de variation | ddl | SCE | CM | F _{obs} | P |
|-----------------------|-----|---------|---------|------------------|----------|
| Site | 1 | 1257,44 | 1257,44 | 37,61 | 0,000*** |
| Mois | 11 | 4269,63 | 853,93 | 25,54 | 0,000*** |
| Intéraction site/mois | 11 | 344,20 | 68,84 | 2,06 | 0,081 NS |
| Erreur résiduelle | 72 | 2407,14 | 33,43 | - | - |
| Totale | 95 | 8278,42 | - | - | - |

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

Résultats

Le suivi mensuel du poids frais essuyé de la population totale au cours du cycle annuel de Janvier à Décembre 2009 correspondant aux deux sites étudiés, montrent que le poids des individus varie de 0.2 à 0.34g pour la population d'EL-Kala et de 0.17 à 0.25g pour la population de Skikda. Au mois de Février les individus atteignent leur poids maximal avec 0.345g pour le site d'EL-Kala et 0.247g pour les femelles du site de Skikda. Une diminution du poids continue jusqu'au mois de septembre avec 0.209g pour le site d'EL-Kala et de 0.17g pour le site de Skikda .

La comparaison des moyennes du poids total frais mensuel des femelles (test t de Student), entre les deux stations montre que la plus grande valeur a été enregistrée en Février pour les femelles récoltées à El-morjane, tandis que la plus faible a été observée en Septembre pour les femelles prélevées à Stora. Celle à révèle des différences significatives ($P < 0,05$) pendant les mois d'Avril, de Juin et de Juillet. Aussi, certaines différences sont hautement significatives ($P < 0,01$), et très hautement significatives ($P < 0,001$) respectivement au cours du mois de Mars et du mois de Mai. (Tableau 20 ; Figure 35).

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

Résultats

Tableau 20 : Variations mensuelles du poids frais total (g) des femelles *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), échantillonnées des deux sites d'étude (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

| | El-kala | Skikda | P |
|------------------|----------------|---------------|----------|
| janvier | 0.332 ± 0.051 | 0.245 ± 0.081 | *** |
| février | 0.345 ± 0.042 | 0.247 ± 0.077 | *** |
| Mars | 0.317 ± 0.087 | 0.245 ± 0.053 | ** |
| Avril | 0.298 ± 0.054 | 0.267 ± 0.092 | * |
| Mai | 0.323 ± 0.062 | 0.253 ± 0.084 | *** |
| Juin | 0.264 ± 0.078 | 0.228 ± 0.095 | * |
| juillet | 0.265 ± 0.056 | 0.214 ± 0.069 | * |
| Aout | 0.234 ± 0.042 | 0.190 ± 0.043 | *** |
| septembre | 0.223 ± 0.036 | 0.17 ± 0.058 | *** |
| octobre | 0.209 ± 0.017 | 0.213 ± 0.061 | NS |
| novembre | 0.298 ± 0.032 | 0.227 ± 0.064 | * |
| décembre | 0.308 ± 0.061 | 0.227 ± 0.081 | ** |

* : significative ($P < 0,05$) ; ** : hautement significative ($P < 0,01$) ; *** : très : hautement significative ($P < 0,001$).

Résultats

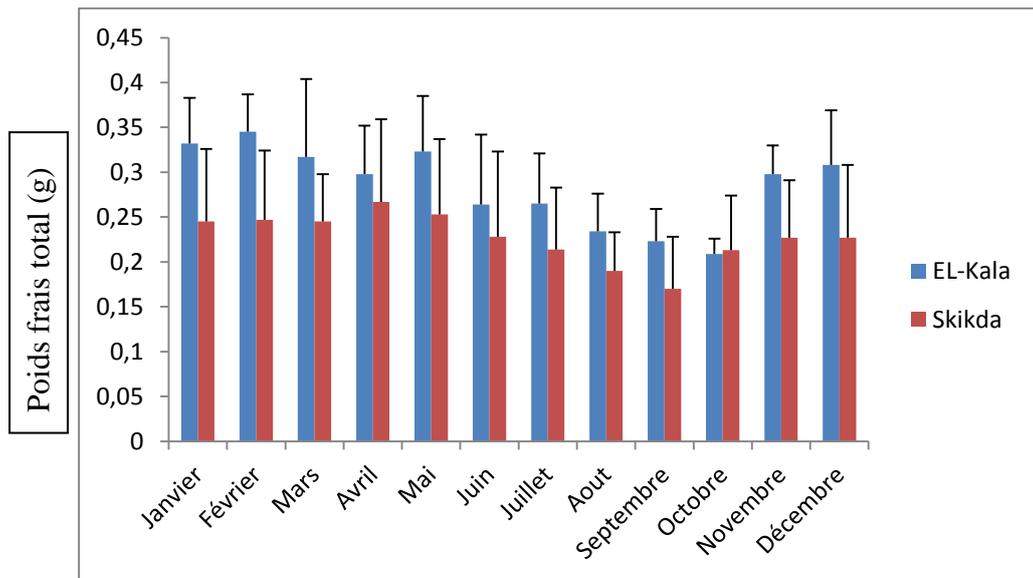


Figure 35 : Variations mensuelles du poids frais total (g) des femelles de *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), récoltées des deux sites d'étude (El-kala et Skikda) de Janvier à Décembre 2009.

Tableau 21 : Analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois) du poids frais total (g) des femelles de *Perinereis cultrifera* ($m \pm s$; $n = 7$), récoltées des deux sites d'études El-kala et Skikda, de Janvier à Décembre 2009.

| Sources de variation | ddl | SCE | CM | F _{obs} | P |
|-----------------------|-----|----------|----------|------------------|-----------|
| Site | 1 | 0,103601 | 0,103601 | 76,97 | 0,000 *** |
| Mois | 11 | 0,358592 | 0,071718 | 53,28 | 0,000 *** |
| Intéraction site/mois | 11 | 0,034649 | 0,006930 | 5,15 | 0,000 *** |
| Erreur résiduelle | 95 | 0,096914 | 0,001346 | - | - |
| Totale | 118 | 0,593756 | - | - | - |

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

3.3. Etude biochimique :

3.3.1. Dosage quantitatif des métabolites (protéine, lipides, glucides) :

La quantification des teneurs en réserves énergétiques protéines, glucides, et lipides a été déterminée mensuellement, pendant la période d'étude qui s'étale de Janvier à Décembre 2009, dans le corps entier des femelles *Perinereis cultrifera*, échantillonnées au niveau des deux stations du littoral Algérien : El-morjane (El-kala) et Stora (Skikda).

Après réalisation de la gamme d'étalonnage, la lecture des densités optiques obtenue en fonction de la quantité des solutions mères (albumine, glucose, et solution mère de lipides) (Tableau 22, 25,28), nous a permis d'établir les courbes de références (Figures 36, 38, 40) à partir desquelles les concentrations de chaque métabolite correspondant ont été quantifiées, et exprimées en microgramme par milligramme de tissu ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu).

3.3.1.1. Taux des protéines :

Tableau 22 : Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage.

| Quantité de BSA (μg) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Absorbance (DO) | 0 | 0,100 | 0,303 | 0,474 | 0,663 | 0,770 |

La droite de régression est la suivante :

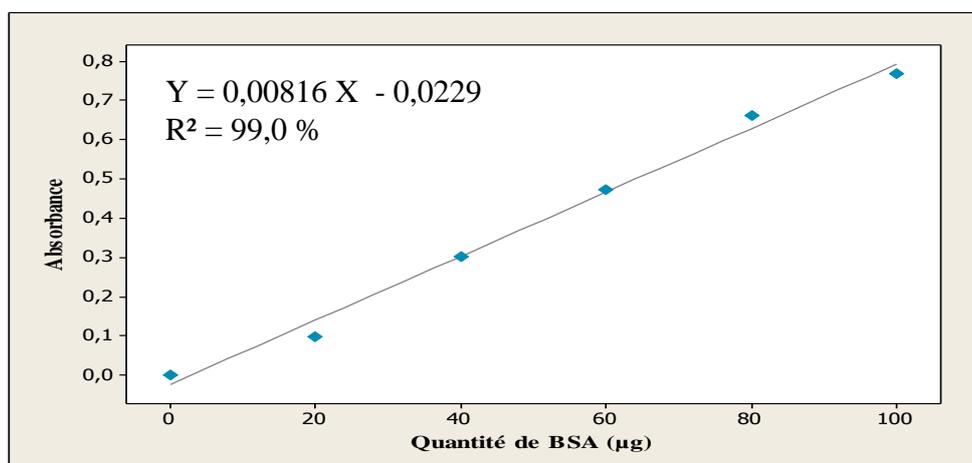


Figure 36 : Dosage des protéines dans le corps entier de *Perinereis cultrifera* : droite de régression exprimant l'absorbance à 595 nm, en fonction de la quantité d'albumine (μg).

Résultats

Les concentrations en protéines sont fortes chez les femelles des deux stations, et ce durant toute la période d'étude. On observe des valeurs qui augmentent rapidement au mois de Mars et Avril suivi par une diminution dans les mois suivants, à l'exception du mois de Juillet, où elles marquent une légère augmentation chez les femelles provenant de Stora.

La comparaison des moyennes des concentrations mensuelles en protéines (test t de student), au niveau des deux stations montre que quantité la plus élevée est de $25 \pm 1,74$ $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu, qui a été enregistrée en Avril chez les femelles échantillonnés à El-kala, tandis que la plus faible concentration est de $9,01 \pm 1,33$ $\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu enregistrée chez les femelles prélevées de Skikda. Celle-ci indique qu'aucune différence significative n'a été observée durant les mois de Février, de Juin, et de Juillet ($P > 0,05$) ; alors que des différences hautement significatives ($P < 0,01$), et significatives ($P < 0,05$) ont été respectivement enregistrées de Mars à Avril puis en Mai (Tableau 23 ; Figure 37).

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre un effet site, et un effet mois et interaction site/mois très hautement significatif ($P < 0,001$) (Tableau 24).

Résultats

Tableau 23 : Taux des protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| | EL-Kala | Skikda | P |
|------------------|------------------|------------------|------------|
| Janvier | 13.22 \pm 1.03 | 14.14 \pm 0.92 | *** |
| Février | 13,92 \pm 2,84 | 12,35 \pm 1,22 | NS |
| Mars | 23,87 \pm 1,68 | 16,52 \pm 2,77 | ** |
| Avril | 25 \pm 1,74 | 16,95 \pm 2,69 | ** |
| Mai | 12,9 \pm 2,23 | 9,52 \pm 1,8 | * |
| Juin | 11,27 \pm 1,72 | 10 \pm 1,4 | NS |
| Juillet | 9,77 \pm 1,55 | 10,72 \pm 1,37 | NS |
| Aout | 9.15 \pm 1.3 | 9.27 \pm 1.45 | ** |
| Septembre | 8.04 \pm 0.43 | 9.01 \pm 1.33 | *** |
| Octobre | 6.12 \pm 0.42 | 11.18 \pm 0.21 | *** |
| Novembre | 13.01 \pm 1.35 | 10.64 \pm 1.15 | *** |
| Décembre | 15.53 \pm 1.03 | 9.31 \pm 1.05 | *** |

NS : non significative ; * : significative ($P < 0,05$) ; ** : hautement significative ($P < 0,01$).

Résultats

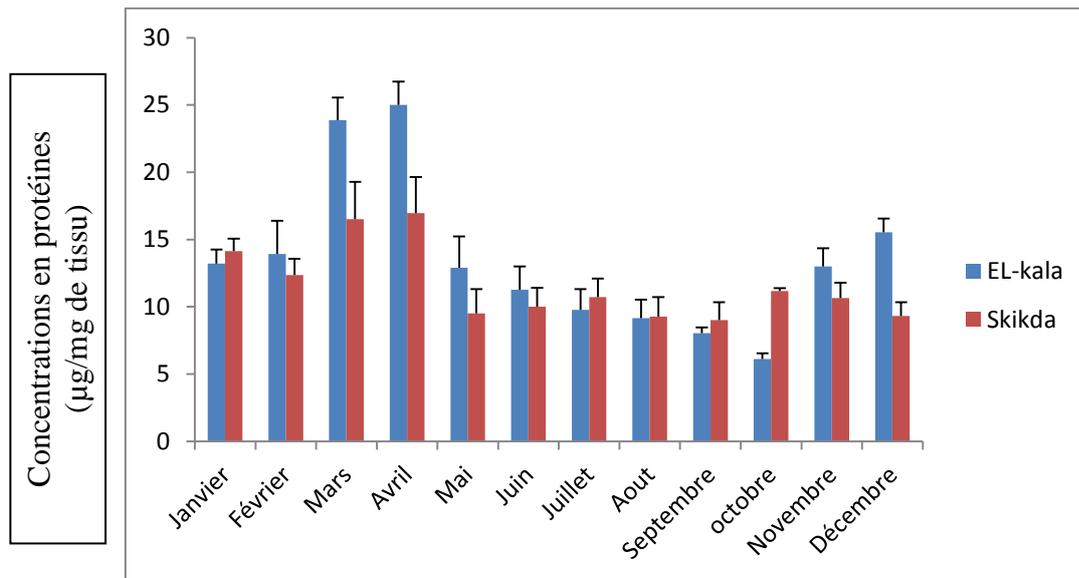


Figure 37 : Variations mensuelles des concentrations en protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$).

Tableau 24 : Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| Sources de variation | ddl | SCE | CM | F_{obs} | P |
|-----------------------|-----|---------|---------|------------------|-----------|
| Site | 1 | 150,17 | 150,167 | 40,24 | 0,000 *** |
| Mois | 11 | 943,56 | 188,713 | 50,57 | 0,000 *** |
| Interaction site/mois | 11 | 122,55 | 24,510 | 6,57 | 0,000 *** |
| Erreur résiduelle | 36 | 134,34 | 3,732 | - | - |
| Totale | 59 | 1350,62 | - | - | - |

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

3.3.1.2. Taux des glucides :

Tableau 25: Dosage des glucides : réalisation de la gamme d'étalonnage.

| Quantité de glucose (μg) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|---------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Absorbance (DO) | 0 | 0,272 | 0,465 | 0,763 | 0,997 | 1,273 |

La droite de régression est la suivante :

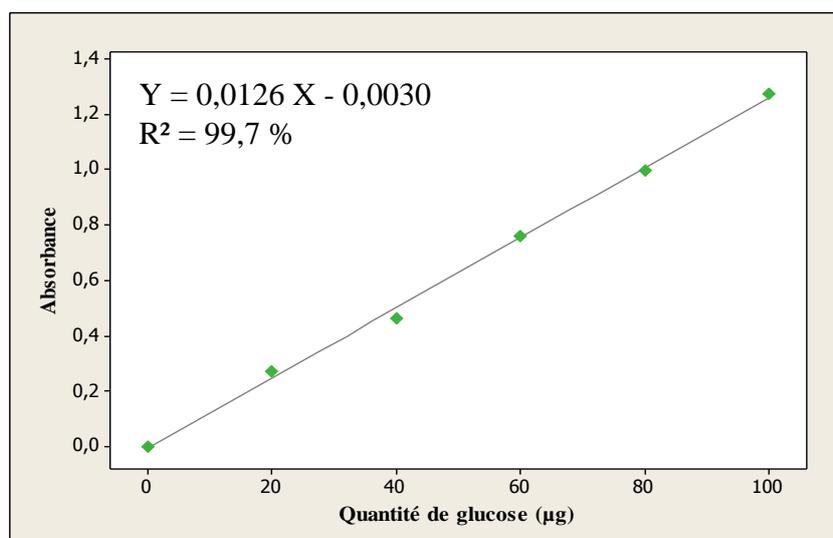


Figure 38 : Dosage des glucides dans les ovocytes de *Perinereis cultrifera* : droite de régression exprimant l'absorbance à 620 nm en fonction de la quantité glucose (μg).

L'évolution des teneurs en glucides présente chez les femelles d'El-morjane un accroissement rapide à partir du mois de Février, pour atteindre une valeur maximale au mois de Mars, suivi par une légère diminution au mois d'Avril, qui continue à baisser au mois de Mai, en se maintenant les mois suivants. La même constatation a été observée chez les femelles de Stora, où l'augmentation des concentrations en glucides est progressive de Février à Avril, pour atteindre une valeur maximale en Mai, et qui va diminuer durant les mois suivants.

Les valeurs moyennes des glucides montrent que la plus forte concentration est de $16,7 \pm 0,36 \mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu, en Mars pour les femelles prélevées à El-morjane, contre une plus faible concentration de $6,84 \pm 0,78 \mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu, a été observée en Octobre chez les femelles de Stora.

Résultats

La comparaison des moyennes entre les femelles des deux stations révèle une différence très hautement significative ($P < 0,001$) au mois de mars, et une différence hautement significative ($P < 0,01$) au mois d'Avril ; alors qu'aucune différence significative n'a été observée durant les mois suivant : Février, Mars, juin, et Juillet (Tableau 26 ; Figures 39). D'après l'analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois), il ressort un effet site, un effet mois, et un effet d'interaction site/mois très hautement significatif ($P < 0,001$) (Tableau 27).

Tableau 26 : Taux de glucides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| | EL-Kala | Skikda | P |
|------------------|----------------|---------------|------------|
| Janvier | 14.86±0.27 | 12.35±0.9 | NS |
| Février | 11,07±0,37 | 10,35±1.01 | NS |
| Mars | 16,75±0,36 | 12,82±0,91 | *** |
| Avril | 16,3±1,38 | 12,8±0 ?8 | ** |
| Mai | 12,35±0,7 | 13,3±0,78 | NS |
| Juin | 11,85±1,07 | 11.00±0,59 | NS |
| Juillet | 11,77±1,26 | 10,07±1,13 | NS |
| Aout | 11,07±0,37 | 10,35±1.01 | *** |
| Septembre | 8.75±1.58 | 7.05±1.81 | NS |
| Octobre | 9.39±1.68 | 6.84±0.78 | NS |
| Novembre | 11.78±1.95 | 8.09±0.41 | * |
| Décembre | 13.84±1.98 | 10.46±1.25 | NS |

NS : non significative ; **** : hautement significative ($P < 0,01$) ; ***** : très : hautement significative ($P < 0,001$).

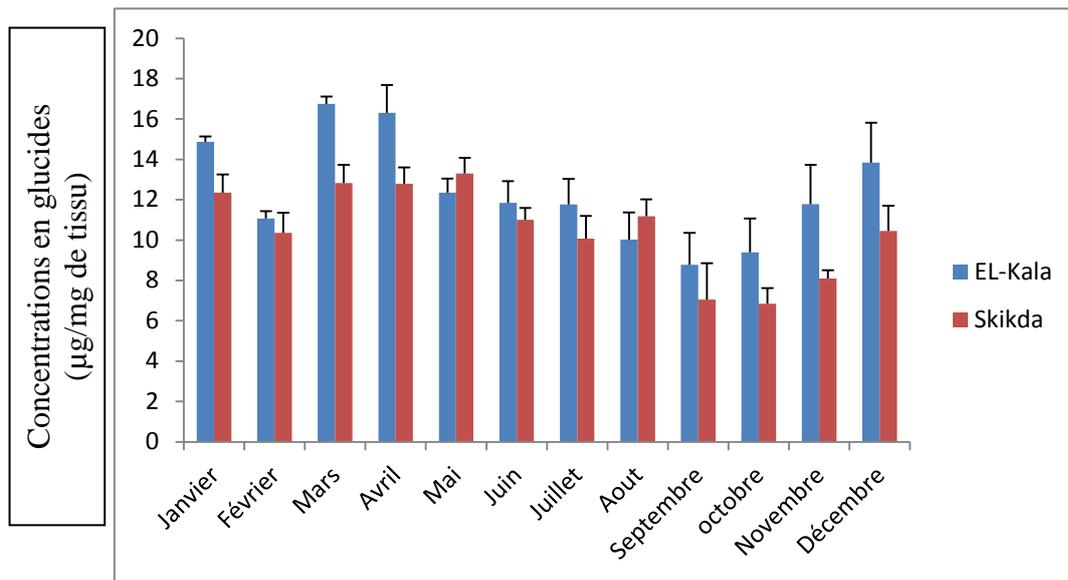


Figure 39 : Variation mensuelle des concentrations en glucides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$).

Tableau 27 : Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de glucides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| Sources de variation | ddl | SCE | CM | F_{obs} | P |
|-----------------------|-----|---------|---------|------------------|-----------|
| Site | 1 | 31,688 | 31,6875 | 37,17 | 0,000 *** |
| Mois | 11 | 130,910 | 26,1820 | 30,71 | 0,000 *** |
| Intéraction site/mois | 22 | 68,705 | 6,7410 | 7,91 | 0,000 *** |
| Erreur résiduelle | 242 | 30,690 | 0,8525 | - | - |
| Totale | 171 | 256,992 | - | - | - |

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

Résultats

3.3.1.3. Taux des lipides :

Tableau 28 : Dosage des lipides : réalisation de la gamme d'étalonnage.

| Quantité de la solution mère de lipide (μg) | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Absorbance (DO) | 0 | 0,107 | 0,206 | 0,318 | 0,433 | 0,536 |

La droite de régression est la suivante :

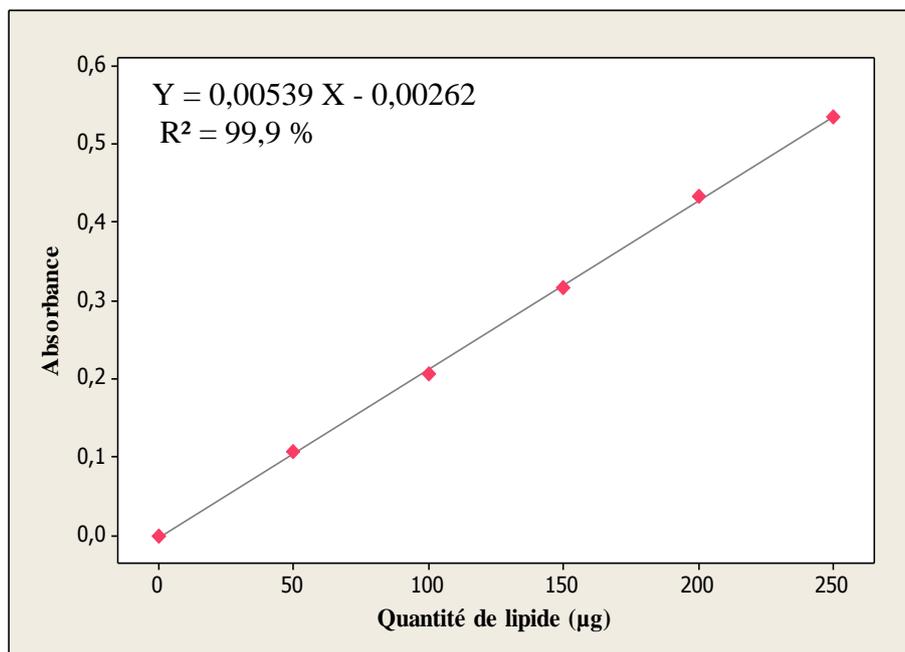


Figure 40 : Dosage des lipides dans le corps entier de *Perinereis cultrifera* : droite de régression exprimant l'absorbance à 530 nm en fonction de la quantité de la solution mère de lipides (μg).

L'évolution des taux de lipides présente une valeur maximale de $13,3 \pm 1,48 \mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu enregistrée en Avril chez les femelles d'El-morjane, alors que la plus faible valeur a été enregistrée en Juin avec $4,05 \pm 0,43 \mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu chez les femelles de Stora.

L'analyse statistique révèle une différence significative pendant les mois de Février, de Mars, d'Avril et de Juin (Tableau 29 ; Figures 41).

Résultats

L'analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois), révèle un effet site, et un effet mois, très hautement significatif ($P < 0,001$), et un effet d'interaction site/mois non significatif ($P = 0,424$) (Tableau 22).

Tableau 29: Taux de lipides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| | EL-Kala | Skikda | P |
|------------------|----------------|---------------|------------|
| Janvier | 10.89±0.92 | 8.08± 1.05 | NS |
| Février | 11.25±0.31 | 10.42± 1.4 | *** |
| Mars | 11.87±0.86 | 10.85± 1.36 | *** |
| Avril | 13.3± 1.48 | 11.8± 0.95 | ** |
| Mai | 13.0± 0.87 | 11.25± 0.78 | NS |
| Juin | 10.57± 0.8 | 9.75± 1.15 | *** |
| Juillet | 10.25± 0.92 | 7.45± 1.44 | NS |
| Aout | 4.98± 0.5 | 4.05± 0.43 | NS |
| Septembre | 6.52± 1.38 | 4.78± 0.11 | NS |
| Octobre | 8.98± 0.64 | 7.84± 0.6 | NS |
| Novembre | 9.08± 0.93 | 6.34± 0.81 | NS |
| Décembre | 10.87± 0.79 | 7.35± 0.66 | NS |

NS : non significative ; * : significative ($P < 0,05$)

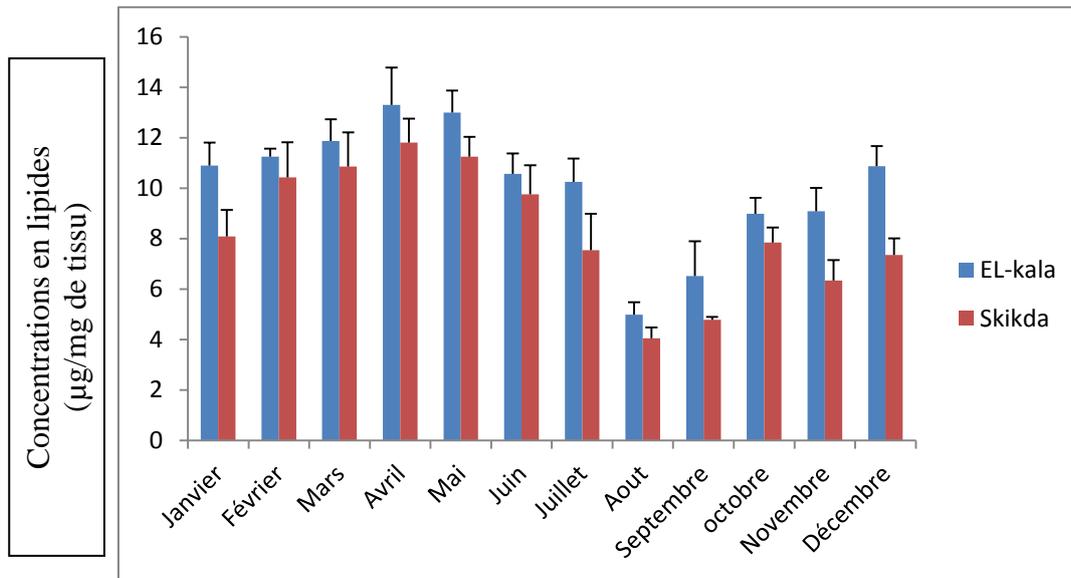


Figure 41 : Variations mensuelles des concentrations en lipides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d’El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$).

Tableau 30: Analyse de la variance à deux critère de classification (mois, site) du taux de lipides ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau du corps entier chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d’El-Kala et de Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 3$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| Sources de variation | ddl | SCE | CM | F _{obs} | P |
|-----------------------|-----|---------|---------|------------------|-----------|
| Site | 1 | 26,403 | 26,4033 | 22,24 | 0,000 *** |
| Mois | 11 | 71,632 | 14,3263 | 12,07 | 0,000 *** |
| Intéraction site/mois | 11 | 6,012 | 1,2023 | 1,01 | 0,424 NS |
| Erreur résiduelle | 36 | 42,740 | 1,1872 | - | - |
| Totale | 59 | 146,787 | - | - | - |

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

3.3.2. Dosage des biomarqueurs :

3.3.2.1. Dosage de l'acétylcholinestérase (AChE) :

L'activité spécifique de l'Acétylcholinestérase a été déterminée mensuellement au niveau du corps des femelles *Perinereis cultrifera* récoltées au niveau des deux stations du littoral Algérien : El-morjane (El-kala) et Stora (Skikda), durant la période d'étude de Janvier à Décembre 2009. Cette activité a été calculée par application de la formule d'Ellman *et al* (1961), en utilisant les pentes des droites de régression (Figure 39), exprimant l'absorbance en fonction du temps. Les résultats sont exprimés en nano moles par minutes par milligramme de protéines (nM/mn/mg de protéines). La quantification des protéines a été mesurée à partir d'une courbe de référence (Figure 42).

Tableau 31 : Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage

| Quantité de BSA (μg) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Absorbance (DO) | 0 | 0,330 | 0,510 | 0,766 | 1,066 | 1,323 |

La droite de régression est la suivante :

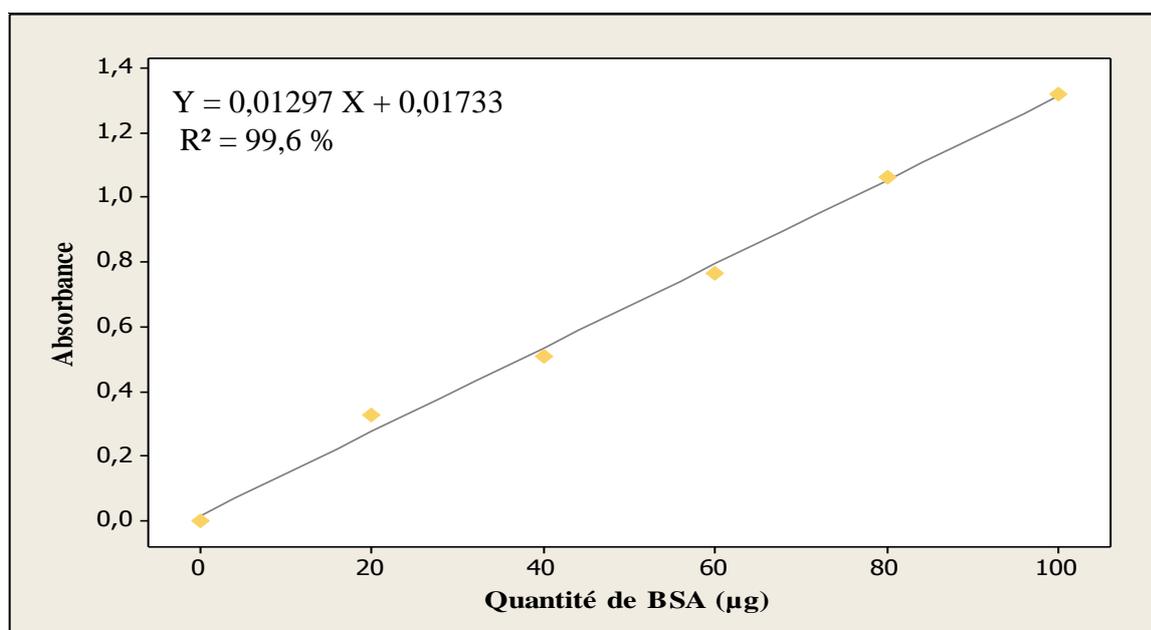


Figure 42 : Droite de régression exprimant l'absorbance à 595 nm, en fonction de la quantité d'albumine (μg).

Résultats

Le suivi mensuel de l'activité moyenne de l'acétylcholinestérase (nM/mn/mg de protéines) chez les femelles de *P.cultrifera*, au niveau des deux sites ; Skikda et El-Kala durant la période d'étude (janvier à décembre 2009), montre que l'inhibition de l'activité de l'AChE est plus importante au niveau des sites de Skikda par rapport au site d'El-Kala.

les valeurs les plus élevées de l'activité moyenne de l'acétylcholinestérase sont enregistrées au niveau d'El-Kala avec un maximum de $34,8 \pm 1,11$ (nM/mn/mg de protéines) au mois d'avril et un minimum au mois de janvier avec $28,33 \pm 1,03$ (nM/mn/mg de protéines). Le site de Skikda affiche les valeurs les plus faibles entre les deux sites avec un minimum enregistré au mois de juin avec $17,28 \pm 1,3$ (nM/mn/mg de protéines) et un maximum observé durant le mois d'avril avec une valeur de $25,22 \pm 1,8$ (nM/mn/mg de protéines) (Tableau 32, figure 43).

L'analyse de la variance à deux critères de classification (site, mois), révèle un effet site, et un effet mois, très hautement significatif ($P < 0,001$), et un effet interaction site/mois hautement significatif ($P < 0,01$) (Tableau 33).

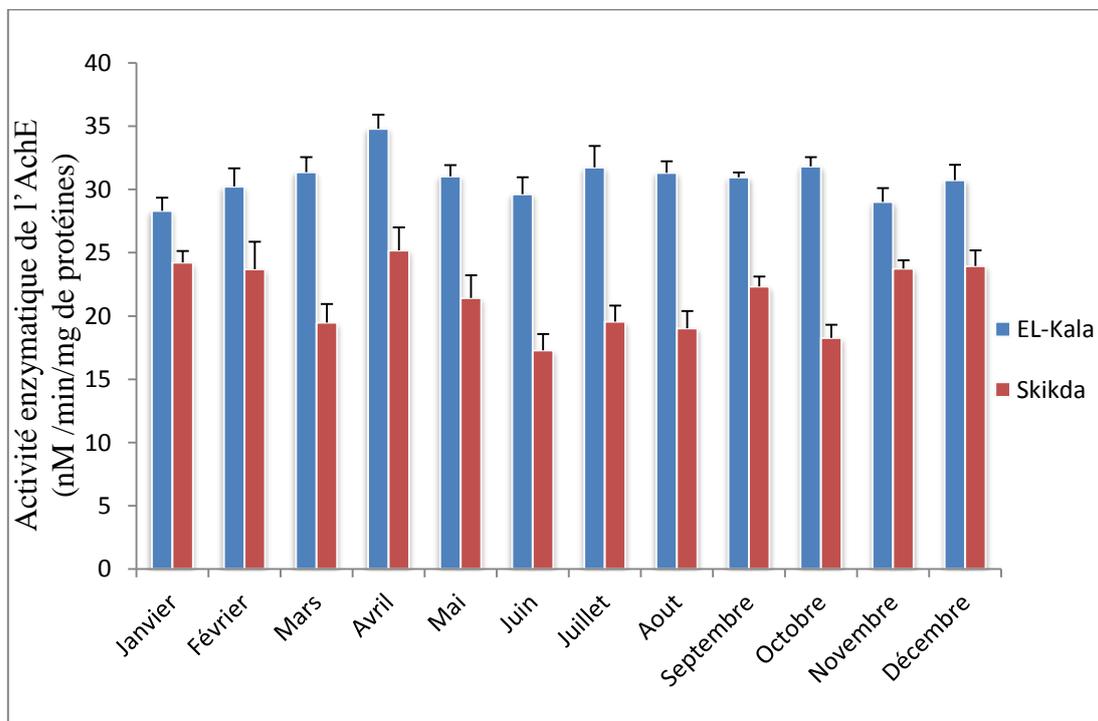


Figure 43 : Variations mensuelles de l'activité enzymatique de l'AChE (nM /min/mg de protéines) chez les populations de *Perinereis cultrifera* récoltées au niveau des deux sites Skikda et El-Kala durant la période de janvier à décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$).

Résultats

Tableau32: Variations mensuelles de l'activité enzymatique de l'AchE (nm/min/mg de protéines) chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récolté au niveau d'El-Kala et Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| | EL-Kala | Skikda | P |
|------------------|----------------|---------------|----------|
| Janvier | 28.33±1.03 | 24.22± 0.92 | *** |
| Février | 30.23±1.44 | 23.71± 2.16 | ** |
| Mars | 31.38±1.18 | 19.48± 1.47 | *** |
| Avril | 34.8± 1.11 | 25.2± 1.8 | *** |
| Mai | 31.05 ±0.88 | 21.43± 1.79 | *** |
| Juin | 29.63± 1.33 | 17.28± 1.3 | *** |
| Juillet | 31.74± 1.7 | 19.57± 1.25 | *** |
| Aout | 31.32± 0.92 | 19.03± 1.37 | *** |
| Septembre | 30.97± 0.38 | 22.33± 0.78 | *** |
| Octobre | 31.82± 0.75 | 18.28± 1.03 | *** |
| Novembre | 29.02± 1.1 | 23.75± 0.65 | *** |
| Décembre | 30.75± 1.2 | 23.95± 1.23 | *** |

** : hautement significative ($P < 0,01$) ; *** : très : hautement significative ($P < 0,001$).

Résultats

Tableau 33 : Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de l'acétylcholinestérase (nm/min/mg de protéines) chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| Sources de variation | ddl | SCE | CM | F _{obs} | P |
|-----------------------|-----|---------|---------|------------------|-----------|
| Site | 1 | 1288,06 | 1288,06 | 573,99 | 0,000 *** |
| Mois | 11 | 187,61 | 37,52 | 16,72 | 0,000 *** |
| Intéraction site/mois | 11 | 51,11 | 10,22 | 4,56 | 0,003 ** |
| Erreur résiduelle | 136 | 80,79 | 2,24 | - | - |
| Totale | 159 | 1607,57 | - | - | - |

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

3.3.2.2. Dosage de Glutathion S-transférase :

L'activité spécifique de la GST ($\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) est estimée par application de la formule de Habig *et al.*, (1974) en utilisant les pentes des droites de régression exprimant les absorbances en fonction du temps. Un dosage mensuel est effectué au niveau du corps entier de *Périnereis cultrifera* provenant de deux sites d'étude EL-Kala et Skikda au cours de la période de Janvier à Décembre 2009.

L'activité GST au niveau des deux sites varie en atteignant un maximum au mois de mai avec $8.96+0.56 \mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines à EL-Kala et au mois d'avril avec $8.96+0.65 \mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines à Skikda, alors que l'activité la plus faible a été enregistrée au mois de Décembre avec $4.99+0.66 \mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines à EL-Kala et au mois de Septembre et de Décembre à Skikda ($7.67+0.67 \mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines, $7.67+0.49 \mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines).(figure44, tableau 34).

Résultats

Tableau 34 : Variation mensuelle de l'activité enzymatique de la GST exprimée en $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récolté au niveau d'El-Kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| | EL-Kala | Skikda | P |
|------------------|-----------------|-----------------|----------|
| Janvier | 5.8 \pm 0.31 | 7.85 \pm 0.46 | *** |
| Février | 5.91 \pm 0.83 | 7.9 \pm 0.71 | *** |
| Mars | 5.99 \pm 0.64 | 8.9 \pm 0.83 | *** |
| Avril | 6.05 \pm 0.77 | 8.96 \pm 0.65 | *** |
| Mai | 6.85 \pm 0.56 | 8.00 \pm 0.70 | *** |
| Juin | 6.5 \pm 0.49 | 8.12 \pm 0.39 | *** |
| Juillet | 6.7 \pm 0.41 | 7.8 \pm 0.41 | *** |
| Aout | 6.75 \pm 0.84 | 7.87 \pm 0.53 | *** |
| Septembre | 6.65 \pm 0.93 | 7.67 \pm 0.67 | *** |
| Octobre | 5.98 \pm 0.79 | 7.83 \pm 0.39 | *** |
| Novembre | 5.6 \pm 0.58 | 7.89 \pm 0.91 | *** |
| Décembre | 4.99 \pm 0.66 | 7.67 \pm 0.49 | *** |

*** : très : hautement significative ($P < 0,001$).

Résultats

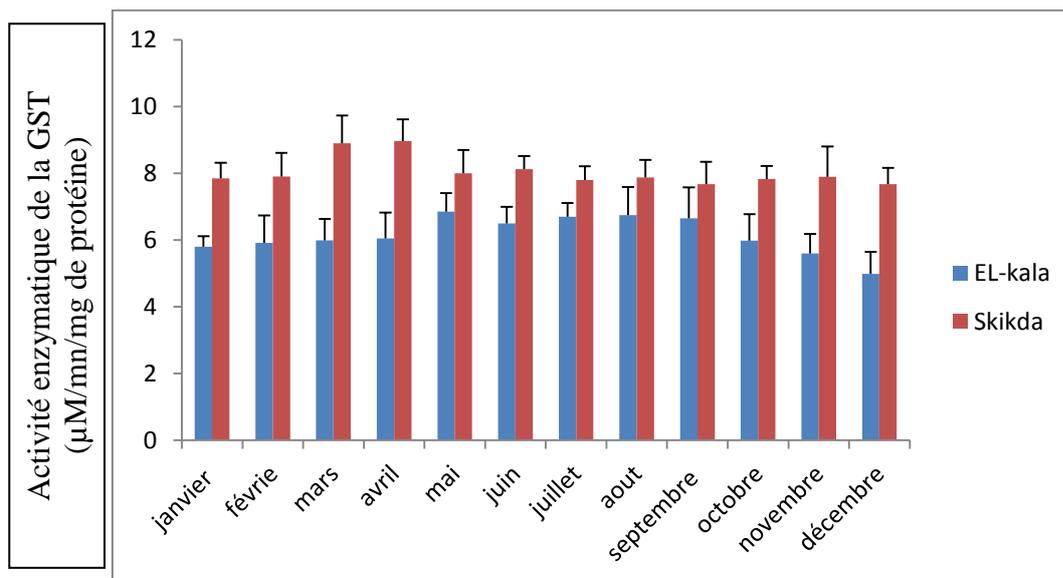


Figure 44 : variations mensuelles de l'activité enzymatique de la GST exprimée en $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines chez les femelles de *Périnereis cultrifera* provenant d'EL-kala et de Skikda durant la période de Janvier au Décembre 2009.

Tableau 35 : Analyse de la variance à deux critères de classification (mois, site) du taux de GST ($\text{nm}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez deux populations de *Périnereis cultrifera* récoltées au niveau d'El-Kala et de Skikda, durant la période de Janvier au Décembre 2009 ($m \pm s$; $n = 4$) : comparaison des moyennes pour un même sexe entre deux sites différents.

| Source de variation | DDL | SCE | CM | F obs. | P |
|---------------------------|-----|---------|---------|--------|----------|
| Mois | 11 | 15,4361 | 3,3215 | 3,63 | 0,006** |
| Stations | 1 | 85,0302 | 26,0072 | 33,49 | 0,000*** |
| Interaction stations/mois | 11 | 8,0431 | 0,7028 | 0,70 | 0,774 NS |
| Erreur résiduelle | 23 | 42,6005 | 0,8563 | | |
| Totale | 46 | | | | |

DDL: Degré de liberté; **SCE**: Sommes des carrés des écarts; **CM**: Carré moyen; **F obs.:** Test de Fisher; **P**: Seuil de signification.

3.4. Dosage qualitatif des protéines :

L'étude électrophorétique sur PAGE-SDS 12,5% a été menée mensuellement sur les protéines du corps entier et les protéines ovocytaires des femelles de *Périnereis cultrifera* récoltées dans les deux sites d'étude d'El-Kala et de Skikda depuis le moins de Février au mois de Mai de l'année.

3.4.1-Dosage qualitatif des protéines au niveau des ovocytes :

Les courbes de référence expriment les logarithmes décimaux du poids moléculaire (PM) des protéines standards en fonction du rayon frontal (R_f = distance parcourue par la protéine /longueur du gel de séparation) ; cinq protéines standards ont été utilisées, (Tableau 36 ; Figure 46).

La séparation électrophorétique des protéines met en évidence :

En Février : 5 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 37.10 à 242.45 KDa à EL-Kala et de 35.15 à 252.91 KDa à Skikda (Tableau 37, figure 45).

En Mars: 5 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 37.10 à 242.45 KDa à EL-Kala et de 35.15 à 252.91 KDa à Skikda (Tableau 37, figure 45).

En Avril : 5 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 37.10 à 242.45 KDa à EL-Kala et de 35.15 à 252.91 KDa à Skikda (Tableau 37, figure 45).

En Mai : 5 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 37.10 à 252.91 KDa à EL-Kala et de 35.15 à 242.45 KDa à Skikda (Tableau 37, figure 45).

Résultats

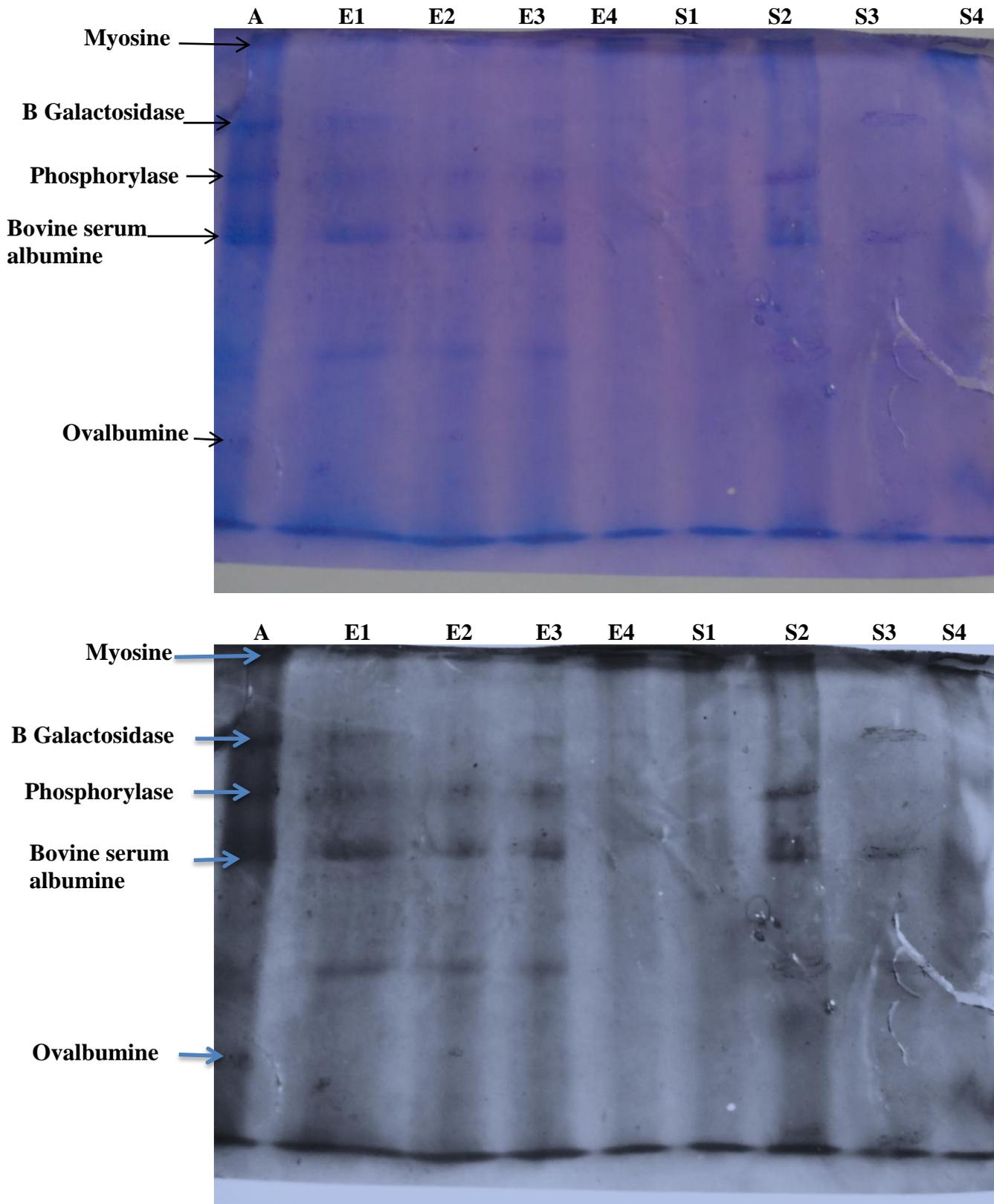


Figure 45 : Profil SDS-PAGE des protéines ovocytaires dans les deux sites (A: protéines standards ; E : EL-Kala , S: Skikda , 1:Février, 2 : Mars , 3 :Avril ,4 : Mai)

Résultats

Tableau 36 : Les protéines standards et le rayon frontal correspondant.

| Protéines standard | Myosine | B Galactosidase | Phosphorylase | Bovine serum albumine | Ovalbumine |
|--------------------------|---------|-----------------|---------------|-----------------------|------------|
| Poids moléculaire (K Da) | 200.00 | 116.250 | 97.400 | 66.200 | 45.000 |
| Rayon frontal (mm) | 0.181 | 0.431 | 0.659 | 0.704 | 0.840 |

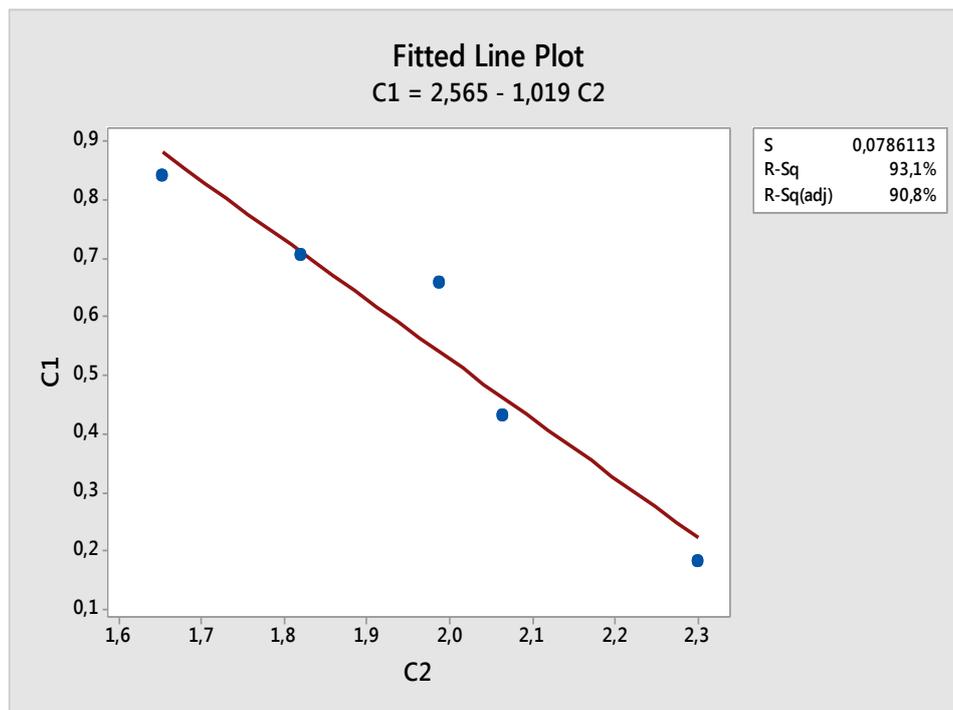


Figure 46 : Courbe d'étalonnage exprimant le rayon frontal (Rf) en fonction du Poids moléculaire des protéines (PM en kilodalton)

Résultats

Tableau 37: Mobilité relative (Rf) et Poids moléculaire (PM, K Da) des différentes fractions protéiques des ovocytes de *Périnereis cultrifera* récoltés dans deux sites d'étude d'El-Kala et Skikda durant le mois de Février au mois de Mai de l'année d'étude.

| Fraction N° | Rf | PM correspondants (EL-Kala) | Rf | PM correspondants (Skikda) |
|-------------|------|-----------------------------|------|----------------------------|
| 1 | 0.15 | 252,91 | 0.17 | 242,45 |
| 2 | 0.28 | 186,86 | 0.31 | 174,16 |
| 3 | 0.42 | 136,45 | 0.45 | 126,58 |
| 4 | 0.66 | 76,97 | 0.97 | 37,10 |
| 5 | 0.97 | 37,10 | 1.0 | 35,15 |

Rf : Rayon frontal; *PM* : Poids moléculaire

3.4.2. Dosage qualitatif des protéines au niveau du corps entier:

Les courbes de référence expriment les logarithmes décimaux du poids moléculaire (PM) des protéines standards en fonction du rayon frontal (Rf = distance parcourue par la protéine /longueur du gel de séparation) ; cinq protéines standards ont été utilisées, (Tableau 38 ; Figure 48).

La séparation électrophorétique des protéines met en évidence :

En Février : 7 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 46.86 à 173.76KDa à EL-Kala et de 44.91 à 163.26KDa à Skikda (Tableau39, figure47).

En Mars: 7 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 46.86 à 173.76 KDa à EL-Kala et de 44.91 à 163.26 KDa à Skikda (Tableau39, figure 47).

En Avril : 7 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 46.86 à 173.76 KDa à EL-Kala et de 44.91 à 163.26 KDa à Skikda (Tableau39, figure 47).

En Mai : 7 fractions protéiques au niveau des deux sites. Les poids moléculaires varient entre 46.86 à 173.76 KDa à EL-Kala et de 44.91 à 163.26 KDa à Skikda (Tableau39, figure 47).

Résultats

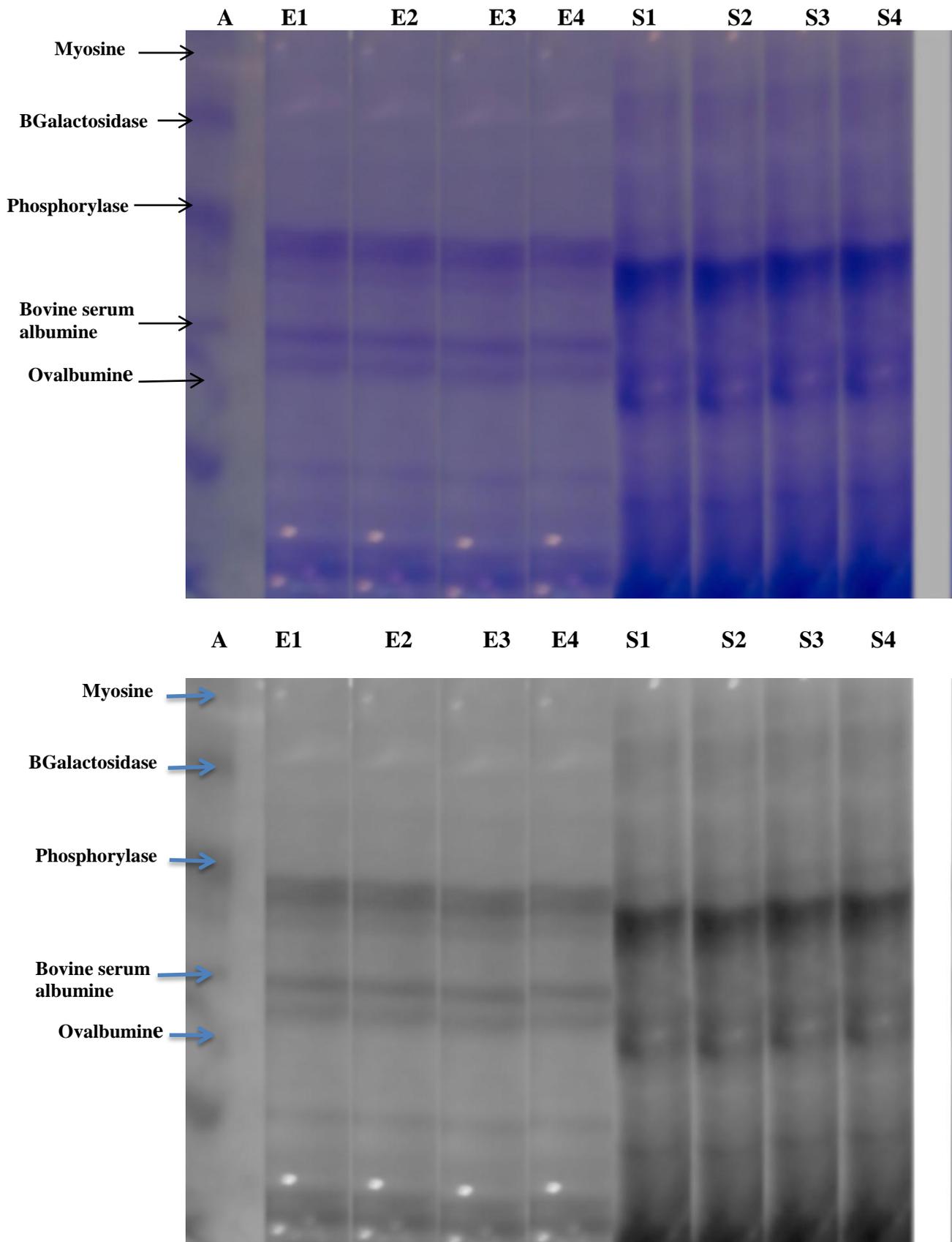


Figure 47 : Profil SDS-PAGE des protéines corporelles dans les deux sites
(A: protéines standards ; E : EL-KALA , S: SKIKDA 1:Février, 2 : Mars , 3 :Avril ,4 : Mai)

Résultats

Tableau 38 : Les protéines standards et le rayon frontal correspondant.

| Protéines standard | Myosine | B Galactosidase | Phosphorylase | Bovine serum albumine | ovalbumine |
|---------------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Poids moléculaire (K Da) | 200.00 | 116.250 | 97.400 | 66.200 | 45.000 |
| Rayon frontal (mm) | 0.211 | 0.543 | 0.614 | 0.789 | 0.964 |

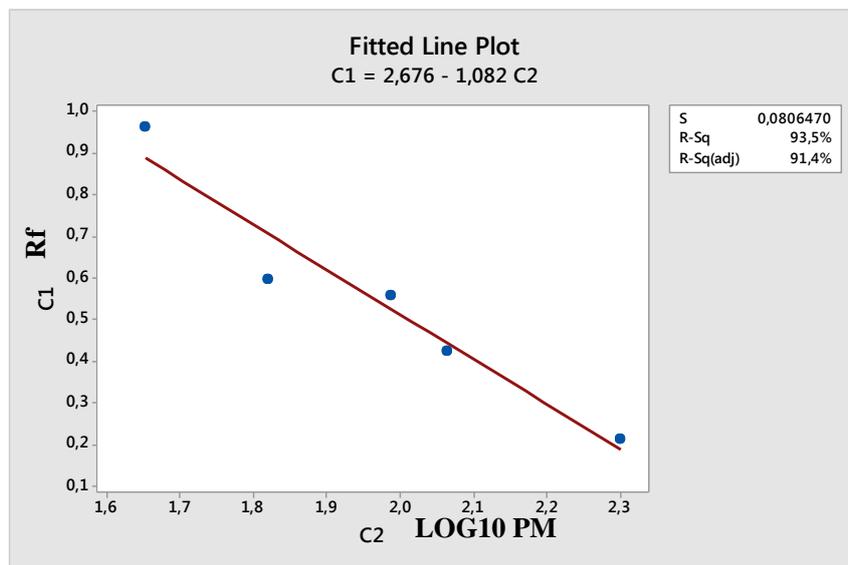


Figure 48 : Courbe d'étalonnage exprimant le rayon frontal (Rf) en fonction du Poids moléculaire des protéines (PM en kilodalton).

Résultats

Tableau 39 : Mobilité relative (Rf) et Poids moléculaire (PM, K Da) des différentes fractions protéiques du corps entier de *Périnereis cultrifera* récoltés dans deux sites d'étude d'El-Kala et Skikda du mois de Février au mois de Mai de l'année d'étude.

| Fraction N° | Rf | PM correspondants (EL-Kala) | Rf | PM correspondants (Skikda) |
|-------------|------|-----------------------------|------|----------------------------|
| 1 | 0.40 | 173,76 | 0.42 | 163,26 |
| 2 | 0.42 | 166,14 | 0.57 | 114,33 |
| 3 | 0.56 | 117,21 | 0.64 | 95,79 |
| 4 | 0.61 | 102,71 | 0.71 | 80,06 |
| 5 | 0.75 | 72,47 | 0.78 | 67,08 |
| 6 | 0.87 | 53,34 | 0.89 | 51,38 |
| 7 | 0.92 | 46,86 | 0.94 | 44,91 |

Rf : Rayon frontal; *PM* : Poids moléculaire

DISCUSSION

4. DISCUSSION

Les problèmes posés par la dispersion des polluants dans l'environnement ont suscité l'intérêt de la communauté scientifique depuis maintenant de nombreuses décennies. La prise de conscience de la nécessité de préserver les écosystèmes terrestres et aquatiques a ainsi fait poser certaines questions, notamment la transformation de ces polluants dans l'environnement ainsi que de leurs effets sur les communautés animales et végétales.

Cependant, la compréhension de l'impact de cette pollution est limitée par la complexité de nombreux états (eau, sédiment, paramètre physicochimique de l'eau, les mouvements d'air). Afin de mieux comprendre les réponses biologiques en particulier biochimique des organismes marins vis-à-vis des polluants, on a besoin de mettre en évidence les variations des facteurs environnementaux qui agissent de façon certaine sur la dynamique de ces espèces (Salvat, 1967).

4.1. Variation des paramètres physicochimiques :

- **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 l'intensité de la reproduction (la quantité des gamètes produits) (Mackie et Scolesse 1996) et stimule le processus de la gamétogenèse (Tran *et al.*, 2001 ; Tran *et al.*, 2002).

Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987). Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci ; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (Hceflcd, 2006).

De plus, la variation de la température a des effets sur tous les autres paramètres mesurés comme le pH, la conductivité électrique, le taux des sels dissous comme elle aura un effet sur toutes les réactions de dégradation, de minéralisation des matières organiques et le développement des micro-organismes responsables ou non de ces transformations.

L'augmentation de la température favorise avec d'autres facteurs la productivité primaire et donc une augmentation de nourriture pour la faune aquatique (Bremond & Vuichard, 1973).

Dans les deux sites d'étude, les résultats obtenus montrent que la température ne présente pas de grandes variations au niveau de deux stations, et la température moyenne à El Morjane est supérieure à celle de Skikda. Les résultats obtenus correspondent aux travaux réalisés au niveau du littoral Algérois par Rouibah *et al.* (2005), où ils ont enregistré une moyenne au niveau de la station contaminée inférieure à celle de la station de référence. Les valeurs obtenues lors de notre étude sont inférieures à celles trouvées lors des études réalisées au niveau de site de Skikda (Gueddah, 2003; Kara, 2007; Bordjiba, 2009), au niveau de la baie d'Alger (Bachari-Houma, 2011), et par Allouti (2011) au niveau d'El Kala et de Skikda, cette dernière a montré que la température en Mai dans le site d'El Kala est inférieure à celle du site de Skikda, et l'inverse a été enregistré au mois de Juillet correspondant à nos résultats. 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. Aussi, les températures les plus basses sont observées en général en profondeur et les plus élevées en surface en relation avec les températures de l'air. Cependant, la température de surface peut être inférieure à celle du fond à cause de la circulation générale et l'influence des apports continentaux et les conditions météorologiques. Les conditions météorologiques sont très défavorables avec les fortes précipitations ce qui justifient que la température est très faible dans les deux stations pendant le mois de Mai.

- **La salinité** désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, il ne faut pas confondre ce paramètre avec la dureté de l'eau qui est relative à son dosage en calcium et en magnésium. Le chlorure de sodium (NaCl) n'est qu'un des très nombreux sels composant la solution. C'est le caractère essentiel de l'eau de mer, mais il existe, à l'intérieur des terres, des masses d'eau et des sols totalement indépendants de la mer actuelle, qui tirent leur salinité directement du substratum lithologique (Lamotte, 1971). Les résultats obtenus à partir des mesures de la salinité effectués pendant la période d'étude montre une diminution de la salinité durant le mois d'octobre et de décembre au niveau du site de Skikda. Cette variation obtenue entre la période hivernale et estivale est due à l'action conjuguée des fortes températures, qui engendrent de fortes évaporations et une baisse des précipitations (Soucek, 2007).

Dans ce travail les résultats obtenus à partir des mesures du taux de la salinité effectués pendant la période d'étude, sont supérieurs à ceux déterminés par Allouti (2011), dans les

sites d'El-Mordjène (El Kala) et de Stora (Skikda) au mois de Février. En comparant les résultats obtenus, il nous a été confirmé l'inexistence d'une différence entre les stations étudiées, malgré la différence enregistrée entre les périodes d'étude, où la diminution de la salinité durant l'hiver et le printemps peut être due à l'effet de la dilution par les eaux de pluies, par contre son augmentation en période estivale est due à l'augmentation de la température et à la nature du substrat. Ces observations sont en accord avec les travaux réalisés au niveau de la côte Oranaise par Rouane-Hacene (2013), du site de Skikda par Gueddah (2003), et de la baie d'Alger (Bachari-Houma, 2011).

- **L'oxygène dissous** est consommé lors de l'oxydation hétérotrophe de la matière organique et de la respiration par la faune, et la flore aquatiques. Les fluctuations des teneurs en oxygène dissous dans les eaux des sites étudiés mettent en évidence l'existence de fortes teneurs en oxygène en période printanière et hivernale (16,83 mg/l et 12,74 mg/l pour El-Kala et Skikda respectivement) et une baisse importante de ces teneurs en période estivale ; 3,53 mg/l et 4,75 mg/l à Skikda et El-Kala. 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 souligne que lorsque l'eau de mer est froide, elle présente une solubilité plus élevée en oxygène. Toutefois et selon Rodier (1996), la cause de toute variation des teneurs en oxygène dissous peut être la présence des végétaux, des matières oxydables, des organismes et des germes aérobies.

- **Le pH** ou l'expression de l'acidité du milieu, compte parmi les paramètres physicochimiques qui conditionne le milieu aquatique, et influence un grand nombre de processus biologiques et chimiques (Pezo *et al.*, 1985). Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (Ezzaouaq, 1991; El Blidi *et al.*, 2003; Himmi *et al.*, 2003). Il est lié aux variations de la température, de la salinité, de l'oxygène dissous, du taux de CO₂ et des terrains traversés (Ben Bouih, 2000). Le pH est compris habituellement entre 6 et 8,5 alors que dans les eaux tièdes, celui-ci est compris entre 5 et 9 (Hceflcd, 2007). Les données collectées ne montrent pas une variation importante entre les deux sites, et présente généralement des valeurs similaires, l'alcalinité des différents sites d'étude enseigne une bonne qualité du milieu pour la biodiversité et la production de la faune et de la flore

aquatiques. Les observations ont été signalées au niveau du site de Skikda (Gueddah, 2003 ; Gueddah, 2006 ; Kara, 2007; Bentayeb et Mechtouf, 2007, Allouti, 2011), au niveau d'El Kala (Benchikh, 2009; Allouti, 2011), au niveau du golfe d'Annaba (Sifi, 2009), du littoral Algérois (Rouibah *et al.*, 2005; Bachari-Houma, 2011), et à Oran (Rouane-Hacene, 2013). Ces résultats ont aussi été mis en évidence par d'autres auteurs, ayant auparavant étudié cette zone (Kaimoussi *et al.* 2001, Sif *et al.* 2002, Ferssiwi 2007).

4.2. Biodiversité

Le monde vivant peut être considéré comme une suite de niveaux d'organisation de complexité croissante. Le premier niveau, le plus bas, est représenté par les molécules essentielles à la vie à savoir, le matériel héréditaire : porteur de l'information génétique qui contrôle le déroulement de l'horloge du cycle de vie ainsi que le développement de l'individu, le plus complexe correspond aux écosystèmes. La diversité biologique est présente dans chacun de ces niveaux. La notion de biodiversité recouvre donc un grand nombre de concepts à des échelles et à des niveaux différents qu'il est impossible de la réduire en une seule unité de mesure.

La biodiversité et les problèmes de conservation des espèces vivantes comme patrimoine et ressources pour l'humanité sont des thèmes d'actualité par excellence surtout dans le monde marin. Les connaissances actuelles des fonds côtiers (0 à 200 m de profondeur) reflètent la présence d'une macrofaune dont la diversité est très appréciable. Contribuant avec un grand pourcentage à cette diversité, les vers marins sont un groupe zoologique fortement dominant. Les annélides polychètes sont bien représentées dans la plupart des milieux marins et estuariens, à la fois en nombre d'individus et d'espèces et constituent un pourcentage significatif de la diversité totale de la macrofaune benthique (*in* Hutchings, 1998). Ainsi, selon Knox (1977), les polychètes constituent 35 à 50% des espèces macrobenthiques. De par la diversité des milieux marins qu'ils ont colonisés, la variété de leur régime alimentaire et leur forte biomasse, les polychètes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement des communautés benthiques.

Les annélides participent de façon importante dans l'équilibre et le recyclage des matières organiques 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 marin et sur les populations qui y vivent.

De plus, leur faible capacité à se défendre et surtout leur grande valeur nutritive est la conséquence d'un corps mou facilement assimilable par d'autres organismes, les Annélides Polychètes servent de proies à une grande variété d'espèces animales, pélagiques ou présentes dans ou à la surface des sédiments, mais aussi, en milieu intertidal, aux oiseaux limicoles.

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 & 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. Les inventaires effectués, nous ont permis de mettre en évidence les différentes espèces qui sont associées à notre espèce (*P. cultrifera*). Une espèce appartenant à l'embranchement sipuncula et la famille de phascolosomatidés a été identifiée; *Phascolosoma granulatum* (Leuckart, 1828); cette espèce est distribuée dans les deux stations étudiées au niveau de la zone intertidale. C'est une espèce qui habite le sable vaseux / gravier de la rive inférieure à 90 m de profondeur, elle se reproduit sous les pierres, dans les crevasses. L'espèce s'étend au niveau des eaux côtières de la Norvège et la France aux îles du Cap-Vert et dans la Méditerranée. Il y a une distribution restreinte dans les mers britanniques, mais seulement quelques spécimens ont été enregistrés à Shetland, en Orcades et à Hébrides. Il est également signalé des localités dispersées dans la région Indo-Ouest Pacifique. En Plus de cette espèce, une autre espèce de Mollusque polyplacophore a été retrouvée *Diodora graeca*, et une espèce d'Arthropodes *Eriphia verrucosa*, ainsi que deux espèces de mollusque gastéropode, une espèce de mollusque bivalve, et une espèce d'Arthropode non identifiée, mais surtout trois espèces de néréidés parmi les Annélides Polychètes identifiées:

-*Perinereis cultrifera* (Grübe, 1840), espèce connue en Algérie sous l'appellation vernaculaire de « ver vert de roche », exploitée de façon régulière, de par sa répartition géographique intéresse les pays de la façade atlantique (France; Grande Bretagne; Portugal) et du pourtour méditerranéen (Algérie; Espagne; France; Italie; Tunisie) (Younsi, 2006; 2014, Rouabah A. & Rouabah L., 2007). Cette espèce a été trouvée depuis 1957 par MBA au

Plymouth, au Baie seine par Bellan en (1961), au Roscoff par Cabioch *et al.* (1968), au Golfe normano-breton par Retière en (1979), en Manche (Dauvin *et al.*, 2003), dans la côte Tunisienne par Glaoui Chakroun (2004) et Ayari (2009). Lors de notre travail, elle a été trouvée dans la station d'El Morjane (El Kala) et de stora (Skikda).

-*Platynereis dumerilii* (Audouin & Milne-Edwards, 1833), c'est une espèce identifiée depuis 1968 au Roscoff par Cabioch et ses collaborateurs, au Plymouth par MBA (1957), au Golfe normano-breton par Retière (1979), au Baie de seine par Bellan (1961). Elle se trouve au niveau dragages côtiers et en mer basse parmi les Algues, dans un tube muqueux ou membraneux, en Mer du Nord, en Manche, en Atlantique (Fauvel, 1923), en Manche (Dauvin *et al.*, 2003), dans la côte Tunisienne par Ayari (2009) dans les sédiments de sable fin, à 2.5 m de profondeur par Zaabi-Sendi (2013). Au cours de notre travail, elle a été signalée dans la station d'El Morjane (El Kala).

-*Nereis falsa* (Quatrefages, 1865), selon Fauvel (1923), elle est distribuée dans la Manche (Guernesey); l'Atlantique (Maroc); la Méditerranée (Naples, Monaco); et l'Adriatique, au cours de notre travail, cette espèce a été signalée dans la station d'El Morjane. Younsi en 2006 a noté que cette espèce existe uniquement dans le site d'El Kala en cohabitant avec une autre espèce moins abondante, *P. cultrifera*.

Nos résultats correspondent aussi avec ceux obtenus sur les Annélides polychètes au niveau du littoral d'Annaba qui a permis d'identifier en plus de *P. cultrifera*, deux espèces vivant dans le sable, *Hediste diversicolor* et *Scolelepis squamata* (Younsi *et al.*, 2010), quant à *Lumbrinereis sp.*, *Platynereis dumerilii*, *Lepidonotus clava*, *Nereis falsa* et les vers de sable *Hediste diversicolor* et *Scolelepis squamata*, elles sont considérées comme des espèces spécifiques à la région d'El-Kala (Younsi, 2014).

D'autres études ont été réalisées par Gasmi (2010) dans le littoral de Skikda et d'El Kala, dont les résultats ont permis de déterminer la faune associée à notre espèce (*P. cultrifera*), qui présente 47,90 % d'Annélides Polychètes à El Morjane (El Kala) et 41,90 à stora (Skikda), suivi par les Arthropodes de 20,93 % à El Morjane et de 39,68 % à stora, et les Mollusques de 21,86 % à El Morjane et de 18,52 à stora. Parmi ces embranchements, et selon leur répartition géographique les différentes espèces d'Annélides Polychètes se présentent comme suit : *Perinereis cultrifera* (El Morjane et stora), *Nereis falsa* (El Morjane), *Platynereis dumerilii* (El Morjane), *Lumbricus sp.* (El Morjane), et d'autres espèces de sipuncula; *Phascolosoma granulatum* (El Morjane et stora), des espèces d'Arthropodes ; *Eriphia*

verrucosa (El Morjane et stora) et *Amphipoda sp.* (El Morjane et stora), et une espèce de Mollusque *Diodora graeca* (El Morjane et stora).

Le site d'El Kala est considéré comme site de référence en raison de sa richesse en espèces par rapport à l'autre site d'étude. Ces résultats sont en accord avec les résultats de Weisshappel et Svavarsson (1998), qui ont notés que 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 en matière organique. L'analyse taxonomique de la faune associée montre que la répartition des différents embranchements n'est pas homogène car elle révèle une dominance des annélides suivis par les arthropodes et les mollusques. Les polychètes y dominant, mais les bivalves et les crustacés y sont aussi très communs, l'association entre ces trois embranchements est assez classique (Ayari & Afli, 2003; Bigot & Amoureux, 2008). La côte Tunisienne confère une biodiversité particulière (Afli *et al.*, 2005), avec 27 % de Mollusques, 15 % de Crustacés, 13 % de poissons, 10 % d'Annélides Polychètes, 8 % de Bryozoaires, 8 % Foraminifères, de 5 % Plathelminthes, 4 % de Spongiaires, 3 % de Nématodes, et de 3 % d'Echinodermes et 4 % pour d'autres espèces.

Le nombre d'espèce de polychètes signalées pour toute la côte Algérienne, paraît trop faible en comparaison avec d'autres régions Méditerranéennes, telles que la côte Tunisienne (375 espèces in Zaabi-Sendi, 2013), les côtes françaises (Méditerranée occidentale) qui comptent 641 espèces (Dauvin *et al.*, 2006) et l'Italie (Méditerranée centrale) avec 876 espèces (Castelli *et al.*, 2008), et pour les côtes Marocaines Méditerranéennes qui listent 80 espèces (Dakki, 2004).

La flore marine, dans son sens le plus commun, regroupe les algues et les Phanérogames. Les unes comme les autres exigent, pour se développer une quantité de lumière suffisante aux exigences de leur assimilation chlorophylliennes. Les algues (à quelques exceptions près) empruntent à l'eau de mer tous les éléments minéraux qui leur sont nécessaires pour leur survie et leur développement et ne demandent au substrat qu'un point de fixation. Nous avons pu recenser trois sortes d'algues au niveau de deux sites d'étude (El-Kala et Skikda). *Ulva lactuca* (Linné, 1753), pousse généralement au niveau de l'étage médio littoral supérieur à l'infra littoral, jusqu'à 10 mètres de profondeur. Elle a une grande tolérance à la pollution et aux apports anthropiques, d'où une présence dans les ports, dans les zones de ruissellement d'eau douce, et les flaques (Julien, 2010). Les algues rouges ou Rhodophytes sont représentés par *C. elongata* (Linné, 1758). Les Corallines sont des Rhodophycées, eucaryotes, en majorité

des algues marines, avec plus de 564 espèces qui se trouvent sur les bords de mer à travers le monde. *Corallina elongata* est une algue calcifiée qui pousse dans les zones basses et moyennes littorales et sur les côtes rocheuses. *Corallina elongata* fournit un habitat pour de nombreux petits animaux qui se nourrissent de micro-organismes logés dans ses touffes denses. Cette algue ne tolère pas l'effet desséchant de l'air et devient blanche en s'exposant au soleil (Gayral, 1975). Enfin, *Colpomenia sinuosa* a réellement une très large distribution qui englobe toutes les mers du monde, tropicales à tempérées. Pour les côtes françaises, des observations fiables ont été faites à la Réunion, en Polynésie, en Corse, en Provence, à l'étang de Thau, sur les côtes atlantiques, et aux Caraïbes (Linné, 1758).

4.3. Biométrie ovocytaire

Au cours du suivi annuel d'une population de *Perinereis cultrifera*, sur le littoral Nord Est Algérien à Skikda et Elkala, nous avons noté que tous les individus matures sont épitoques. Ce résultat est en contradiction avec celui rapporté par Marcel (1962), à Alger, mais confirme les observations ponctuelles conduites par Zghal et Ben Amor (1989) sur le littoral tunisien et les travaux plus récents de Snani *et al.*, 2015; Meghlaoui *et al.*, 2015 ; Guemouda *et al.*, 2014 ; Younsi *et al.*, 2010 ; Gasmi, 2010 et Rouabah ,2003 sur les côtes d'Annaba en Algérie.

Le cycle de vie de *Perinereis cultrifera*, sur le littoral Nord-Est Algérien, au niveau de Skikda et Elkala, est donc très proche de celui de l'espèce rencontrée à Annaba (Rouabah, 2003) mais diffère complètement de celui rapporté par Marcel (1962) à Alger. Malheureusement, les observations ponctuelles menées par Zghal et Ben Amor (1986 & 1989) à Salammbô près de Tunis et par Ansaloni *et al.*, (1986) dans la lagune de Venise en Italie, où *Perinereis cultrifera* se reproduit par épitoquie, ne donnent aucune précision sur la longévité de cette espèce.

A une échelle spatiale plus réduite, la variabilité des caractéristiques biométriques, poids et nombre de segments, est importante. Les individus de provenance d'Elkala sont plus gros que ceux de Skikda où ils peuvent atteindre 0.35g pour 100-110 segments. Par contre, à Skikda les individus ne dépassent pas 0.25g pour 86-95 segments. Sur le littoral d'Annaba Rouabah (2003) rapporte que le poids des adultes est compris entre 0,40 et 0,846g avant les transformations épitoques et que le nombre maximal des segments chez les adultes est de 125.

A Alger, le nombre de segment de cette espèce est de 80 (Marcel, 1962). A une échelle géographique plus large on remarque que les individus adultes provenant de la Manche et l'Océan Atlantique sont plus gros que ceux de la Méditerranée.

Cazaux (1965) indique que le poids des adultes à Arcachon atteint couramment 3 g pour 115 à 120 segments. Sur la côte Nord Bretagne, Scaps *et al.* (1992) ont observé de gros individus pesant entre 3 et 6,6 g avant que ne se manifestent les modifications caractéristiques de l'épitoque. A Salammbô Zghal et Ben Amor (1989) rapportent que les individus matures épitoques ont un poids moyen de 0,25 g et un nombre moyen de segments de 97. Scaps *et al.*, (1992) ont indiqué que cette variabilité des caractéristiques biométriques se retrouve aussi à petite échelle spatiale sur la côte Nord Bretagne.

4.4. Différenciation sexuelle

L'évaluation de la qualité des écosystèmes marins pourrait être faite par l'étude des éléments abiotiques et biotiques (Pai, 2007). Le fonctionnement d'un plan d'eau est sous l'étroite dépendance du climat, plus particulièrement de la température de l'air et des radiations solaires, dont les variations saisonnières conditionnent les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux (Neveu *et al.*, 2001).

La température est un facteur écologique important. Elle contrôle la reproduction chez les Néréidés, notamment la gamétogénèse (Olive *et al.*, 1998 ; Rouabah & Scaps., 2003), et aussi la croissance (Arias & Darke., 1995) et l'alimentation (Olive *et al.*, 1997).

Chez les Nereidae, la reproduction est sous le contrôle de facteurs environnementaux, tels que la température, la photopériode, et le cycle lunaire (Hadege *et al.*, 1990; Olive *et al.*, 1997; Andreis, 2001; Lawrence & Soame, 2010). Les résultats obtenus concernant la différenciation sexuelle montrent des variations entre les individus matures et les individus en cours de maturation pendant la période d'étude de Janvier à Décembre 2009.

Une augmentation du pourcentage des individus sexués depuis le mois de Mars jusqu'au mois de Mai désignant un pic. Au niveau de la station de stora et celle d'El Morjane. Selon (Younsi, 2014 ; Allouti, 2011), la maturité sexuelle chez *P. cultrifera* 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 250µm. En effet, dans notre travail le pic enregistré en Mai est suivi d'une chute rapide au cours du mois suivant, cette réduction permet de supposer que la ponte aura lieu de la fin d'Avril à la fin de Mai. Ces observations sont en

accord avec ceux de Zribi *et al.* (2007); chez *P. macropus* 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 jusqu'au mois de Mai. Fisher et Dorresteijn (2004) ont observé des résultats similaires chez *Platynereis dumerili* en rapportant que la maturation sexuelle de cette espèce s'effectue durant la période mars - avril.

La diminution du pourcentage des individus sexués au mois de Juin coïncide avec la période de la fécondité, où les femelles éclatent pendant l'évacuation des ovocytes, cela peut être expliqué par la mort des géniteurs. Ceci a été confirmé par les études de (Herpin, 1925; Fage & Legendre, 1927; Durchon, 1951; Cazau, 1965) chez *P. cultrifera*, en rapportant que la ponte est suivi de la mort des géniteurs, et l'augmentation de leur nombre au mois de Juillet serait due à la maturation de nouveaux individus.

Selon notre travail, aucune différence n'a été enregistrée entre les stations concernant l'évolution de la maturité sexuelle chez les populations de *P. cultrifera*, mais le taux de la maturation par mois chez les populations de la station d'El Morjane est plus élevé que celui de la station de stora. Ces observations concordent avec d'autres travaux, qui montrent que les changements des conditions du milieu agissent sur les fonctions biologiques des organismes comme la respiration, la croissance ou le régime alimentaire (Abarnou *et al.*, 1984; Claisse *et al.*, 1992; Alami, 1991).

Chez les populations de *Perinereis cultrifera* trois groupes de reproduction d'individus sont rencontrés. L'un comporte de petits individus indifférenciés, l'autre de grands individus différenciés et les épitoques (Rouabah et Scaps., 2003 ; Rouabah *et al.*, 2008 ; Rouhi *et al.*, 2008). Les fluctuations du poids sont alors directement liées au stade de maturité sexuelle. Une diminution du poids au niveau de la population correspond d'une part au recrutement d'une nouvelle génération d'individus qui entament progressivement le processus de croissance, et de la gamétogenèse avec une augmentation de leurs tailles ainsi que de leurs poids et d'autre part elle est due à la mort des géniteurs après reproduction.

4.5. Dosage des métabolites

Les organismes vivants ont la capacité unique d'extraire de l'énergie à partir de leur environnement et de la transformer pour construire leurs propres matières. Chez les animaux, quand la nourriture prise excède la demande en énergie pour les processus physiologique cet excès d'énergie sera stocké sous forme de glycogène et lipides (Ware., 2011 ; Durou &

Mouneyrac., 2007) pour être utilisé plus tard pour survivre à la carence alimentaire, répondre aux exigences de maintenance, croissance, et reproduction, et dans les mécanismes de défense contre les facteurs de stress (Durou *et al.*, 2007a et b).

Au moment de l'augmentation de la demande en énergie tel qu'au moment de la reproduction ou bien du stress, ses réserves emmagasinées sont alors mobilisées. Les lipides et les glucides fournissent les sources d'énergie essentielles et facilement disponibles pour la plupart des invertébrés aquatiques, bien que leur importance comme sources primaires ou secondaires de l'énergie varie au sein des espèces (Taghon *et al.*, 1994) ; en fonction des saisons et du statut de reproduction de l'organisme et de la durée de l'état de stress. Lorsque ces réserves d'énergie atteignent un seuil critique, les protéines peuvent être aussi une source importante d'énergie, bien qu'ils ne soient pas synthétisés et stockés dans ce but (Le Gal *et al.*, 1997).

Faire face à un stress environnemental peut induire un ajustement physiologique compensatoire en terme de changement dans le métabolisme énergétique qui lui-même demande la majorité de la dépense en énergie de l'organisme (Durou *et al.*, 2008). Une telle altération se traduit par l'ensemble des réponses de l'individu au niveau de la croissance, du taux de mortalité, de la période et du succès de la reproduction (Postma *et al.*, 1995 ; Marchand *et al.*, 2004 ; Xie & Klerks., 2004). Mayer *et al* (2002) ont suggéré l'utilisation des niveaux des réserves métaboliques afin d'examiner les perturbations du métabolisme énergétique. De même que Smolders *et al* (2004) ont signalé que ce paramètre est le plus sensible et le plus rapide à évaluer dans les conditions sous optimales de l'environnement.

Parmi les réserves énergétiques, 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 & Monod, 1961). A 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 & Marcel, 1995).

Beaucoup d'auteurs se sont intéressés par ailleurs à l'étude de l'impact de la pollution sur la biochimie des organismes polychètes (Daas *et al.*, 2010). Ils ont utilisé beaucoup d'espèces comme bioindicateurs de la pollution : *Nereis diversicolor*, *Nereis virens*, *Neanthes succina*,... etc. (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.). Cependant moins sont ceux qui ont basés leurs études sur la relation entre la reproduction et la biochimie de ces organismes.

Les résultats obtenus concernant l'évolution des taux de protéines révèle des différences qui varient avec la période d'activité sexuelle surtout au mois d'avril où l'on constate un pic avec un taux plus élevé chez *P.cultrifera* suivi d'une diminution après la période de maturation sexuelle (mai et juin). Ces résultats s'accordent avec ceux de Porchet (1974) chez *P.cultrifera*. Il rapporte que la teneur en protéines totales augmente progressivement pendant la maturation sexuelle.

L'étroite relation entre les taux de protéines et le cycle reproductif est due au fait que ces derniers interviennent dans la formation des gamètes (Holland, 1978 ; Ansell *et ai*, 1980) et sont également utilisés 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 augmente progressivement pendant la maturation de clitellum chez *Eisenia fetida*.

L'évolution du taux de glucides chez *P. cultrifera* pendant le mois de février montre que les quantités de glucides sont dans l'ensemble relativement faibles. Cependant, on note une augmentation considérable de ces taux au cours de la maturation des ovocytes (mars et avril). Ces résultats s'accordent avec ceux de Porchet (1974) chez *Perinereis cultrifera*, où la teneur en glucides augmente considérablement au cours de la maturation sexuelle.

Nos résultats sont également en accord avec ceux de Rouabah-Sadaoui et Marcel (1995) sur *Eisenia fédita*, où 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. D'après Freitas *et al.*, (2002a) et dans le cas de *Mytillus galloprovincialis*, il existe des variations considérables 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 capacité nutritives (Ackman *et al.*, 1968 ; Webb & Chu, 1983 ; Delaunay *et al.*, 1993).

L'analyse quantitative des lipides montre que les quantités de lipides sont fortes avec un taux élevé durant la période de maturation des ovocytes (mars à avril). Ces résultats s'accordent avec ceux de Garcia-Alonso *et al.*, 2006 où chez *Nereis virens* et pendant la

maturation des ovocytes, les gouttelettes lipidiques se concentrent près de noyau de chaque ovocyte. Ces observations ne correspondent pas à ceux de Rouabah-Sadaoui et Marcel (1995). Chez *Eisenia fetida* où les taux de lipidiques sont relativement faibles et marquant une légère augmentation au cours de la maturation du clitellum. Ces résultats ne concordent pas avec ceux de Caner (1981) chez *Perinereis cultrifera*. Il rapporte que le taux des lipides diminue durant la maturation des ovocytes. Fontaine (1982) dose chez *Perinereis cultrifera* les lipides totaux du liquide coelomique, des coelomocytes et des ovocytes en fonction de l'âge des vers. Il trouve que les lipides constituent 12,5 à 26,6 % du poids sec. Rouabah-Sadaoui et Marcel (1995) ont rapporté par ailleurs que les polychètes sont plus riches en lipides que les lombriciens.

Les mêmes 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), où les teneurs en lipides augmentent au cours de la maturation sexuelle et diminuent vers la fin de l'activité de la reproduction.

4.6. Dosage qualitatif des protéines

La séparation électrophorétique des protéines du corps entier et des ovocytes sur PAGE - SDS nous permet de relever le même nombre de fractions protéiques au niveau des deux sites d'étude, La séparation électrophorétique des protéines met en évidence 5 fractions protéiques au niveau des ovocytes et set fractions protéiques au niveau du corps entiers pour les deux sites. Nos résultats correspondent avec les travaux de Rouabah *et al.*,2007 qui sont trouvés 07 fractions pour la population de St-cloud.

Concernant le poids moléculaire des protéines nos résultats montrent une variation du poids (corporel et ovocytaire) entre les deux sites d'étude, cela pourrait être expliqué par le degré de pollution à skikda.

Ces différences nous permettent de mettre l'accent sur un facteur essentiel à savoir la qualité de nourriture disponible. Cette dernière est sous l'influence des facteurs environnementaux, du régime alimentaire et de l'état du milieu.

Les changements saisonniers des conditions du milieu agissent sur les fonctions biologiques des organismes comme la respiration, la croissance ou le régime alimentaire (Abarnou *et al.*,

1984 ;Claisse *et al.*, 1992 ; Alami M,1991). Ils déterminent en grande partie l'intensité des rapports avec le milieu et la qualité d'eau filtrée.

4.7. Activité enzymatiques:

La surveillance de la qualité des écosystèmes repose en grande partie sur l'évaluation de l'impact toxicologique des polluants grâce à des méthodes simples et fiables, spécifiquement adaptées à l'étude des effets des xénobiotiques sur les organismes vivants et sur leur environnement (Bouraoui *et al.*, 2009). Dans ce contexte, au début des années 80, la notion de biomarqueur est apparue ; c'est un paramètre biologique observable à un niveau inférieur à celui de l'organisme entier et qui permet d'obtenir des informations quant au degré d'exposition présent ou passé et à l'effet d'un contaminant sur un organisme (Stagg, 1998 ; Key *et al.*, 2006). Il peut s'agir de paramètres génétiques, enzymatiques, physiologiques, morphologiques, moléculaires, cellulaires, biochimiques (Kaiser, 2001; Markert *et al.*, 2003). Les biomarqueurs ont été largement utilisés dans le cadre des programmes de surveillance de la qualité de l'environnement (McCarthy & Shugart, 1990 ; Peakall, 1992) ; leur utilisation permettrait vraisemblablement une évaluation réaliste et fiable des effets des polluants sur les écosystèmes (Lagadic *et al.*, 1997). Le choix d'un biomarqueur est surtout déterminé par sa pertinence et par son efficacité à apporter une réponse claire et mesurable. Les différents travaux scientifiques réalisés ont permis de classer les biomarqueurs en trois catégories selon les événements toxicologiques : les biomarqueurs d'exposition, d'effets et de sensibilité/susceptibilité (Lagadic *et al.*, 1997 ; Van der Oost *et al.*, 2003).

4.7.1. Activité enzymatique de l'AChE

Plusieurs travaux ont porté sur l'utilisation de la mesure de l'activité des enzymes impliqués dans la dégradation de certains neurotransmetteurs tel que l'acétylcholinestérase (AChE) pour la mise en évidence de l'exposition d'organisme à des produits toxiques (Bocquené *et al.*, 1997 ; Rickwood & Galloway, 2004 ; Sarkar *et al.*, 2010). L'AChE est impliquée dans les mécanismes de transmission de l'influx nerveux à travers l'organisme chez chacun des vertébrés et invertébrés. Dans les jonctions interneurales et neurotransmetteuses, la transmission 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'ACh est rapidement inactivé par l'AChE, ce qui permet au système de revenir à son état de repos.

L'acétylcholinestérase (EC : 3.1.1.7) est une enzyme clé du système nerveux central, elle est responsable de l'hydrolyse du neurotransmetteur acétylcholine en choline et acétate au niveau des synapses (Eldafrawi, 1985). En effet, l'influx nerveux arrivant dans la terminaison pré-synaptique entraîne une libération d'acétylcholine qui se fixe sur des récepteurs membranaires post-synaptiques. Cette fixation permet l'ouverture des canaux sodium et potassium qui entraîne la dépolarisation de l'élément post-synaptique. L'hydrolyse de l'acétylcholine par l'AChE permet la fermeture des canaux associés aux récepteurs du neurotransmetteur. Si l'action de cette enzyme est bloquée, la membrane post-synaptique reste continuellement excitée ce qui conduit à l'accumulation de l'acétylcholine dans la région synaptique provoquant une hyperexcitation pouvant causer la mort de l'organisme (Haubruge & Amichot, 1998). L'AChE constitue en effet la cible privilégiée de certains insecticides (organophosphorés, carbamates), herbicides (triazines, paraquat) et autres molécules neurotoxiques (incluant les métaux lourds) ; surtout utilisée en milieu marin (Galgani & Bocquéné, 1998), l'inhibition de l'activité de l'AChE s'est également révélée intéressante dans le cadre d'étude de la qualité des milieux aquatiques continentaux (Payne *et al.*, 1996 ; Flammarion *et al.*, 1998; Sturm *et al.*, 1999 ; Barra *et al.*, 2001). Par conséquent, ces troubles peuvent affecter la locomotion et l'équilibre des organismes exposés (Little *et al.*, 1990 ; Richmonds & Dutta, 1992 ; Hart, 1993 ; Saglio *et al.*, 1996), qui conduisent généralement à la tétanie musculaire et à la mort de l'organisme (badila, 1995 ; bocquene, 1996 ; bainy, 2000). Selon certains auteurs, une inhibition de l'AChE peut être un indicateur d'une pollution métallique (Devi & Fingerman, 1995 ; Labrot *et al.*, 1996 ; Amiard-Triquet *et al.*, 1998).

Cependant, certaines études ont mis en évidence l'inhibition de l'activité de l'AChE par d'autres contaminants environnementaux incluant certains agents surfactants, les hydrocarbures combustibles et les métaux lourds (Herbert *et al.*, 1995 ; Bocquéné *et al.*, 1997 ; Forget *et al.*, 2003 ; 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 soin des jeunes (Little *et al.*, 1990 ; Richmonds & Dutta, 1992 ; Hart, 1993 ; Saglio *et al.*, 1996 ; Khessiba *et al.*, 2001).

L'analyse de l'activité de l'AChE dans les différents tissus des organismes aquatiques est considérée comme biomarqueur de la contamination des milieux aquatiques par les pesticides

anticholinestérasiques (Zinkl *et al.*, 1991 ; Fernandez-Vega *et al.*, 1999 ; Dutta & Arends, 2003). Selon Abdullah *et al.* (1994) la dégradation des insecticides dans l'environnement aquatique réduit leur effet toxique et permet aux organismes de rétablir leur activité enzymatique. Le rétablissement de l'activité de l'AChE dépend de plusieurs facteurs : l'espèce, le type de pesticide et l'inhibition de l'AChE.

On a constaté une forte inhibition de l'activité enzymatique de l'AChE chez les individus de *P. cultrifera* récoltés au niveau des sites de Stora (Skikda) comparativement à ceux récoltés à El-Mordjène (El-Kala). Cela témoigne l'exposition de ces organismes aux polluants tels que : les métaux lourds et les hydrocarbures. Nos résultats confirment cette inhibition, où des études ont déjà mis en évidence l'inhibition de l'activité de l'AChE par des contaminants incluant certains agents surfactants, les hydrocarbures combustibles et les métaux lourds (Herbert *et al.*, 1995; Bocquéné *et al.*, 1997; Forget *et al.*, 2003; Kammenga *et al.*, 2000; Dellali *et al.*, 2001). D'autres études ont montré que les éléments métalliques comme le mercure, le cadmium, le cuivre ou le zinc inhibent l'activité de l'acétylcholinestérase (Frasco *et al.*, 2005; Varo *et al.*, 2012; Tu *et al.*, 2012). L'activité de l'AChE augmente au printemps, et diminue en été puis devient plus ou moins stable en automne et en hiver. La valeur maximale de l'activité de l'AChE a été enregistrée au mois d'Avril au niveau de deux sites. Moulton *et al.* (1996) ont étudié les effets de température sur la toxicité de deux inhibiteurs du cholinestérase pesticides aldicarbe ([méthylthio] 2-méthyl-2- propionaldéhyde oxime[méthylcarbamoyle]) et acéphate (O, S acetylphosphoramidodiméthyl- thioate) sur les moules d'eau douce *Elliptio complanatus*. Après une exposition de 96 h, ces auteurs ont montré que l'augmentation de la température expérimentale de 21 à 30 °C, provoque l'inhibition de l'AChE. Par ailleurs, Scaps et Borot (2000) expliquent que la salinité et la température peut également affecter l'activité de l'acétylcholinestérase chez *Nereis diversicolor*. En outre, les études effectuées sur *D. trunculus* au niveau du golfe d'Annaba ont montré une diminution de l'activité de l'AChE en rapport avec la pollution métallique (Abbes *et al.*, 2003; Abdennour *et al.*, 2004; Beldi *et al.*, 2006; Sifi *et al.*, 2007; Amira *et al.*, 2011; Soltani *et al.*, 2012). Hamza-Chaffai *et al.* (1998) ont également constaté que des niveaux élevés de cuivre ou de métaux lourds peuvent également affecter l'acétylcholinestérase chez les bivalves.

4.7.2. Activité de la glutathion S-transférase

Le processus de métabolisation des xénobiotiques implique une activation des systèmes enzymatiques de la phase I ainsi que les enzymes de la phase II tels que les glutathion-S transférases (GST). De ce fait, ces réponses biochimiques sont couramment utilisées comme

biomarqueurs de pollution du milieu aquatique (Livingstone *et al.*, 1993 ; Bouraoui *et al.*, 2008). Les glutathions S-transférases (GST : E.C.2.5.1.18) sont des enzymes qui catalysent la conjugaison du glutathion (possède un groupement nucléophile-SH) à une grande variété de composés (porteurs de groupements électrophiles) et également impliquée dans le transport et l'élimination de composés réactifs qui effectuent d'autres fonctions antioxydantes (Sies, 1993 ; Livingstone, 2003). Ce sont des isoenzymes de la phase II du processus de détoxification cellulaire (Elia *et al.*, 2003). Pendant cette phase II (phase de conjugaison), les métabolites des xénobiotiques, déjà rendus moins hydrophobes par les réactions d'oxydation ou d'hydroxylation de la phase I, sont transformés en substances encore plus hydrosolubles. Les composés ainsi conjugués au GSH sont souvent moins toxiques et peuvent ensuite être expulsés plus facilement de la cellule (Salinas & Wong, 1999). Ces enzymes sont généralement solubles (cytosoliques) et présentes sous plusieurs isoformes, dont certaines sont inductibles par les contaminants qu'elles rendent moins toxiques. Les GST ont été mises en évidence dans la plupart des êtres vivants tels que la levure (Foley & Sheehan, 1998), les mollusques (Fitzpatrick & Sheehan, 1993; Fitzpatrick *et al.*, 1995; Blanchette & Singh, 1999), les vers de terre (Stenersen *et al.*, 1979, Borgeraas *et al.*, 1996), les crustacés (Keeran & Lee, 1987; Leblanc & Cochrane, 1987), les insectes (Stenersen *et al.*, 1987; Prapanthadara *et al.*, 1996), les poissons (George & Young, 1988; Martínez-Lara *et al.*, 1997; Pérez-López *et al.*, 2000), les mammifères (Habig *et al.*, 1974; Kamisaka *et al.*, 1975; Rouimi *et al.*, 1996; Bolton & Ahokas, 1997) et les plantes (Pascal *et al.*, 1998; Hong *et al.*, 1999). L'activité de la GST a également été largement utilisée comme un biomarqueur de stress (Fitzpatrick *et al.*, 1997 ; Shailaja & D'Silva, 2003; Cunha *et al.*, 2007).

Les résultats obtenus montrent une activité enzymatique de la GST maximale au mois de mai et minimale au mois de décembre au niveau du site d'El-Kala. Au mois d'Avril, elle était maximale et minimale au mois de décembre au niveau du site de Skikda, avec une induction de l'activité au niveau du site pollué (Skikda) par rapport au site d'El-Kala. De plus, la stimulation de l'activité de la GST a été observée par Won *et al.* (2011) chez l'Annélide polychète *Perinereis nuntia* après exposition au Cd, et aussi chez *Laonereis acuta* qui a subi le même traitement (Sandrini *et al.*, 2008). Concernant les polluants organiques, on note également une induction de la GST avec le flucycloxuron (pesticide) chez *G. affinis* (Zaidi & Soltani, 2011). *P. cultrifera* a fait l'objet d'une étude où une induction de la GST chez les femelles récoltées d'Annaba a été enregistrée par rapport à celles d'El Kala (Snani *et al.*, 2015; Meghlaoui *et al.*, 2015 ; Guemouda *et al.*, 2014 ; Younsi . 2014 ; Gasmi, 2010). Des

études similaires ont révélé une induction de la GST chez les Mollusques Bivalves tels que *Ruditapes decussatus* suite à une exposition à différents HAP (Hoarau *et al.*, 2001). Nos résultats sont cohérents avec d'autres études, où l'induction de la GST a eu lieu chez *Montastraea faveolata* exposée au benzo(a)pyrene (Ramos et Garcia, 2007) et chez *Montastraea annularis* (Downs *et al.*, 2005). Aussi, des études présentent des résultats similaires et indiquent une augmentation de l'activité de la GST chez les individus *D. trunculus* récoltés au niveau d'un site pollué (Amira *et al.*, 2011 ; Soltani *et al.*, 2012).

CONCLUSION

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude de la réponse biologique des organismes vivants avec les polluants chimiques présents dans l'environnement marin représente un nouvel outil qui n'est pas destiné à dupliquer ou remplacer la surveillance chimique, mais qui doit être intégré dans les programmes de la surveillance de l'environnement. En plus des analyses physicochimiques, les indicateurs biologiques peuvent jouer le rôle de systèmes d'alarme précoces d'une contamination dont les effets sont encore réversibles. Cette étude porte sur une espèce d'Annélide Polychète appartenant à la famille des Néréidiens: *Perinereis cultrifera* (Grübe, 1840).

Notre travail a été réalisé sur deux sites (El Kala, Skikda) du littoral Est d'Algérie. Le choix des sites a été établi en fonction de la source de pollution pour permettre l'obtention de certaines informations sur la qualité des milieux étudiés. Cependant, plusieurs points ont marqué notre recherche parmi lesquels on cite la biodiversité, les paramètres morphométriques et le dosage des biomarqueurs chez les individus récoltés.

L'inventaire des Annélides Polychètes récoltés et de la faune et de la flore associés a permis de démontrer que le site d'El Kala est plus riche en diversité biologique par rapport au site de Skikda où il a été révélé l'existence de plusieurs espèces partageant le même biotope de notre matériel biologique telles que: *Platynereis dumerilii*, *Terebelidae sp*, *Nereis falsa*, *Lumbrineris sp*, *Isopoda sp*, *Amphipoda sp*, *Diodora graeca*, *Eriphia verrucosa*, *Phascolosoma granulatum*, *Tricolia speciosa*, *Mitylus galloprovincialis*, ainsi que trois espèces d'algues: *Corallina elongata*, *Ulva lactuca*, *Colpomenia sinuosa*.

Le suivi de la différenciation sexuelle présente un retard de la maturité sexuelle chez les individus de site de Skikda avec l'enregistrement de valeurs très faibles du poids corporel, de la taille et du nombre de sétigères au niveau de même site, contrairement au site d'EL-Kala où l'analyse des moyennes révèle une différence très hautement significative. Cependant, ces résultats montrent qu'il n'existe pas de corrélation entre l'augmentation du nombre de sétigères, le poids corporel et la taille.

L'analyse physico-chimique de l'eau de mer indique l'absence de différence significative entre les deux sites.

Les paramètres liés à la maturité sexuelle et la reproduction ont montré un sex ratio en faveur des femelles chez les deux populations. Le diamètre ovocytaire chez les femelles du site pollué (Skikda) est inférieur à celui des femelles d'El-kala, et la période de reproduction de cette espèce se situe entre les deux mois : Avril et Mai.

Une approche biochimique a été consacrée à l'analyse de différentes réserves métaboliques (protéines, glucides et lipides) au niveau des corps entiers, où les fluctuations mensuelles enregistrées varient selon la période de reproduction.

Le dosage des biomarqueurs a permis de mettre en évidence une inhibition de l'activité enzymatique de l'AchE et une induction de l'activité de la GST chez les femelles du site de Skikda par rapport au site d'EL-Kala avec une différence très hautement significative

L'analyse électrophorétique montre des différences entre les deux sites d'étude concernant le poids moléculaire des protéines corporelles et ovocytaires. Le poids moléculaire des protéines du site pollué (Skikda) est inférieur à celui de site d'EL-Kala.

A l'avenir, il serait intéressant de mener des recherches supplémentaires approfondies comme :

- ✓ D'étendre les sites d'étude de l'Est à Ouest (Jijel et Bejaia...).
- ✓ D'approfondir l'étude par l'endocrinologie (dosage hormonal) en fonction de la saison de reproduction.
- ✓ L'effet des métaux lourds et des hydrocarbures totaux sur la biologie, la biochimie et la physiologie de cette espèce.
- ✓ L'impact de la pollution sur l'immunité de *Perinereis cultrifera* et des polluants sur l'expression génique de la métallothionéine.
- ✓ L'utilisation d'une approche «multimarqueurs» en milieux marins, afin de mieux cerner les réponses biologiques à des contaminations chimiques.
- ✓ L'analyse moléculaire phylogénétique des espèces d'Annélides Polychètes du littoral Est Algérien.

RÉSUMÉS

Résumé Français

La présente étude a pour but de déterminer d'une part l'impact du stress environnemental sur la biodiversité des annélides polychètes du littoral Est-algérien et de se renseigner sur la qualité de l'écosystème marin par l'utilisation d'une espèce bioindicatrice de la pollution *Perinereis cultrifera* connue localement sous l'appellation vernaculaire de ver de roche dans deux sites différents : EL-Kala et Skikda.

L'analyse des paramètres physicochimiques de l'eau de mer a permis d'enregistrer de faibles variations de température entre les deux sites. Cependant la salinité, l'oxygène dissous et le pH sont sensiblement inférieurs au niveau de Skikda qu'à El-kala. Lors de l'étude de la diversité biologique et de l'identification de la faune des macroinvertébrés ainsi que de la flore associée, on a pu identifier douze espèces de macro-invertébrés au niveau des deux sites d'études.

L'évaluation mensuelle de la différenciation sexuelle, des paramètres morphométriques (taille, poids, nombre de sétigères) et biologiques a révélé un impact de la pollution environnementale sur la croissance et sur le diamètre ovocytaire chez les femelles de Skikda, et que la période de reproduction de *P. cultrifera* est courte : elle dure du mois d'Avril jusqu'au mois de Mai. Les données morphométriques montrent une diminution du poids corporel, de la taille et du nombre de sétigères, et un retard de maturité sexuelle d'une manière considérable chez les femelles récoltées à Skikda. L'évaluation des réserves des différents métabolites (protéiques, glucidiques et lipidiques), montre des fluctuations mensuelles variables pendant la période de reproduction. Le taux des protéines augmente au cours de la maturation ovocytaire, celui des glucides et des lipides est beaucoup plus élevé. Concernant l'aspect biochimique, il y a une induction de l'activité enzymatique de la GST et une inhibition de l'activité enzymatique de l'AchE enregistrées chez les femelles de *P. cultrifera* au niveau du site contaminé de Skikda par rapport à celles du site d'El-Kala.

La séparation électrophorétique des protéines révèle un effet site qui traduit également l'influence de la pollution et le changement des facteurs environnementaux (nutritionnels et climatiques).

Mots clés : *Perinereis cultrifera*, Dosage biochimique, Acétylcholinestérase, Glutathion S-transférase, séparation électrophorétique.

Abstract

The aim of the present study is to determine the impact of the environmental stress on the biodiversity of the polychaete annelids of the east-Algerian littoral and to get information about the quality of the marine ecosystem using bio-indicator species of pollution; *Perinereis cultrifera* known locally by the vernacular name of rock worm in two different sites: EL-Kala and Skikda.

The analysis of physical and chemical parameters of sea water allowed to record weak variations in temperature between the two sites. However, the salinity, dissolved oxygen and the pH recorded in Skikda site are slightly lower than those of El-kala site. At the time of the study of biological diversity and identification of fauna of macro-invertebrates and its associated flora, twelve species of macro-invertebrates were identified in the two sites of the study.

The monthly evaluation of sexual differentiation, the morphometric (size, weights, setigerous number) and biological parameters revealed an impact of environmental pollution on the growth and the female oocyte diameter in Skikda site, and the period of reproduction of *P. cultrifera* was short: it lasts from April until May. The morphometrics data showed a reduction in the body weight, size and setigerous number, and a considerable delay of sexual maturity in the collected females from Skikda. The evaluation of different metabolites reserves (proteins, glucids and lipids), showed variable monthly fluctuations during the reproduction period. The proteins level increased during oocyte maturation, whereas glucids and lipids contents were much higher. Concerning the biochemical aspect, there is an induction of the enzymatic activity of GST and an inhibition of the enzymatic activity of the AchE recorded in the *P. cultrifera* females in the contaminated site of Skikda compared to those of El-Kala site. The electrophoretic separation of proteins revealed a site effect which also indicated the pollution influence and the change of the environmental factors (nutritional and climatic factors).

Key words: *Perinereis cultrifera* , biochemical analysis, Acetylcholinesterase, Glutathion S-transferase, electrophoretic separation.

RESUMES

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أولا تأثير الإجهاد البيئي على التنوع البيولوجي في الحلقيات المتعددة الأشواك على الساحل الجزائري المعروف محليا *Perinereis cultrifera* وللتعرف على نوعية النظام البيئي البحري باستخدام الأنواع مؤشرات بيولوجية التلوث بدودة الصخور في موقعين مختلفين: القالة وسكيدة

تحليل المعلمات الفيزيائية لمياه البحر سمح بتسجيل التغيرات الصغيرة في درجة الحرارة بين الموقعين. ومع ذلك، الملوحة، الأكسجين المذاب والرقم الهيدروجيني أقل بكثير من مستوى سكيدة في القالة. في دراسة التنوع البيولوجي والحياة البرية تحديد اللاقريات والنباتات المرتبطة تم تحديد اثني عشر نوعا من اللافقريات في مواقع الدراسة

كشفت التقييم الشهري للتمايز الجنس والمعلومات المورفومترية (الطول، الوزن، وعدد الأشواك) والبيولوجية تأثير التلوث البيئي على النمو وقطر البويضة عند الإناث سكيدة، وفترة استنساخ *P. cultrifera* هو باختصار: أنها تستمر من افريل الى ماي. وتشير البيانات المظهرية انخفاض في وزن الجسم، وحجم وعدد الأشواك، ومرحلة النضج الجنسي في وقت متأخر بطريقة ضخمة في الإناث التي تحصد في سكيدة. تقييم احتياطي من نواتج الأيض المختلفة (البروتين، والكربوهيدرات والدهون) يظهر تقلبات المتغيرات الشهرية خلال موسم التكاثر. زيادة مستويات كل من البروتين أثناء نضوج البويضة، الكربوهيدرات والدهون. وفيما يتعلق بالجانب الكيمياء الحيوية، هناك تحريض على النشاط الأنزيمي GST وتثبيط النشاط الأنزيمي AchE المسجلة في *P. cultrifera* الأنثى في موقع الملوثة سكيدة مقارنة بموقع القالة

الفصل الكهربائي للبروتينات يكشف عن تأثير الموقع يعكس أيضا تأثير التلوث والعوامل البيئية المتغيرة (التغذية والمناخية)

كلمات المفتاح: فحص الكيمياء الحيوية، وأستيلكولين استراز ، الجلوتاثيون-ترانسفيراز، الفصل الكهربائي
Perinereis cultrifera

7. Références bibliographiques

A

- Abarnou A. & Loizeau V., 1984.** La bioaccumulation : l'exemple des PCB. *Océanis*, **20** : 29-45.
- Abbes A., Chouahda S. & Soltani N., 2003.** *Bult. Inst. Nat. Sc. Tec. Mer.* Actes des 6^{ème} journées de l'INSTM N° 8. Tunisie, 2003.
- Abdenmour C., Khelili K., Boulakoud M. S. & Rainbow P. S., 2004.** Trace metals in marine, brackish and freshwater prawns (Crustacea, Decapoda) from north-east Algeria. *Hydrobiologia*, **432**: 217-227.
- Abdullah et al, 1994.
- 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,GS. and McLahanJ., (1968)** - Marine phytoplankter fatty acids./ *Fish. Res. Board Can.*, 25, 1603-1620.
- Afli A., Ben Mustapha K., Jarboui O., Bradai M. N., Hattour A., Langar H., Sadok S., 2005.** La biodiversité marine en tunis. Ministère de l'environnement et du développement durable, ministère de la recherche scientifique, de la technologie et du développement des compétences, *Amsterdam*, **12**: 173-177.
- Arias A. M. & Darke P., 1995.** Distribution and production of the polychaete *Nereis diversicolor* in a shallow coastal lagoon in the Bay of Cadiz (SW Spain). *Cahiers de Biologie Marine.*, **36** : 201-210.
- Arzel et al., 1992.
- Aït-Aïssa S., Palluel O. & Porcher J.M., 2003.** Biomarqueurs précoces d'écotoxicité. INERIS, rapport final DRC 00-102. 49p.
- Alami M., 1991.**Toxicité des pesticides organochlorés chez les organismes aquatiques : aspects environnementaux et expérimentaux. *Thèse de 3 ème cycle. Rabat, Fac, Sci.*, 173 P.
- Albentosa M., Fernandez-Reiriz M.1., Perez-Camacho A., Labarta U., 1999.** Growth performance and biochemical composition of *Ruditapes decussatus* (L.) spat fed on microalgal and wheatgerm flour diets. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **232**: 23-37.
- Allouti N., 2011.** Etude biologique de deux néreidés : *Pernereis cultrifera* et *Nereis falsa* (Annélides, Polychètes) dans l'est algérien (El-kala) : cycle de reproduction, activité biochimique et enzymatique. Mémoire de magister. Option : Ecotoxicologie. Université d'Annaba. 87p.

- Amiard-Triquet C., Altamann S., Amiard J. C., Ballan-Dufvancais C., Baumard P., Budzinski H., Crouzet C., Guarrigue J. P., His E., Jeautet A. Y., Menasira R., Mouneyrac C., Narboume J. F. & Pavillon J. F., 1998.** Fate and effects of micropolluants in the Girond estuary, France: a multixiplinary approach. *Hydrobiol.*, **374**: 259-279.
- Amira A., Sifi K., Soltani N., 2011.** Measure of environmental stress biomarkers in *Donax trunculus* (Mollusca, Bivalvia) from the gulf of Annaba (Algeria). *European Journal of Experimental Biology*, **1(2)**:7-16.
- Ansell A.D., Frenkiel L. Moueza M., 1980.** Seasonal changes in tissue weight and biochemical composition for the Bivalve *Donax trunculus* L. on the Algerian Coast. *J. Exp. Mar. Bio/. Ecol.*, **45**: 105-116.
- Andreis J. C., 2001.** Endocrine and environmental control of reproduction in Polychaeta. *Can. J. Zool.*, **79**: 254-270.
- Aoudjit N., 2001.** Etude de certains facteurs biologiques de la contamination du bouge (*boops boups*) par les métaux lourds provenant de la baie d'Oran. *Thèse de Magister, Univ. Oran.* 120p.
- Audouin J.V., Milne Edwards H., 1833.** Classification des Annélides, et description de celles qui habitent les côtes de la France. *Annales des Sciences Naturelles*, **29**: 195-269.
- Ayari R., Afli A., 2003.** Bionomie benthique du petit golfe de Tunis. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer de Salammbô*, **30**: 79-87.
- Ayari R., Muir A., Aissa P., Paterson G., Afli A., 2009.** An updated list of Polychaetous annelids from Tunisian coasts (Western Mediterranean Sea). *Cahier de Biologie Marine*, **50**: 1-13.

B

- Bachari-Houma F., 2011.** Monitoring et étude de la pollution dans les eaux marines et les sédiments superficiels de la côte algéroise: modélisation et impact sur l'environnement. *Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral*, 23p.
- Badila S., 1995.** Regulation and research issues related to cholinesterase inhibition. *Toxicol.*, **102**: 105.
- Bainy A. C. D., 2000.** Biochemical responses in peneids caused by contaminants. *Aquaculture*, **191**: 163-168.
- Ballesteros E., 2003.** The coralligenous in the Mediterranean. RAC-SPA editor, Tunisia, *under press*, 104 p.
- Barber B.J., Blake N.L., 1981.** Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **52**:121-134.

- Barra R., Notarianni V. & Gentili G., 2001.** Biochemical biomarker responses and chlorinate compounds in the fish *Leuciscus cephalus* along a contaminant gradient in a polluted river. *Bulletin of Environ.contam. and Toxicol.*, **66**: 582-590.
- Batista F. M., Fidalgo e Costa P., Ramos A., Passos A. M., Pousão Ferreira P. & Cancela da Fonseca L., 2003.** Production of the ragworm *Nereis diversicolor* (O. F. Müller, 1776), fed with a diet for gilthead seabream *Sparus auratus* L., 1758: survival, growth, feed utilization and oogenesis. *Bol. Inst. Esp.Oceanogr.*, **19 (1-4)**: 447-451.
- Beldi H., Gimbert F., Maas S., Scheiffler R. & Soltani N., 2006.** Seasonal variations of Cd, Cu, Pb and Zn in the edible mollusc *Donax trunculus* (Mollusca, Bivalvia) from gulf of Annaba, Algeria. *Afric. J. Agricul. Res.*, **1(4)**: 85-90.
- Bellan G., 1961.** Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la région de Luc-surmer. *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, **10**: 87–100.
- Ben Bouih H., 2000.** Contribution à l'évaluation de la pollution métallique des zones humides de la région du Gharb, cas du lac Fouarat. Thèse de Doctorat, Université Ibn Tofaïl, kénitra, 200p.
- Benchikh N., 2009.** Etude de la croissance et cycle de reproduction de la moule *Perna perna* dans le golf d'Annaba et le littoral d'El Kala. Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar-Annaba-, 99p.
- Beninger G., Stephan G., 1985.** Seasonal variations in the fatty acids of the triacylglycerols and phospholipids of two populations of adult clam (*Tapes decussatus*L. and *T. philippinarum*) reared in a common habitat. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 81B, No. 3, pp. 591-601.
- Bentayeb I., Mechtouf M., 2007.** Evaluation du niveau de pollution des effluents du complexe de raffinage de Skikda (RA1K). *Mémoire d'ingénieur d'état en Ecologie et Environnement. Université de Constantine*, 125p.
- Bigot L. Amoureux J.M., 2008.** Définition de l'état de référence et contrôle de surveillance des masses d'eau de transition (MET)-*Directive Cadre sur l'Eau-Martinique 2008. Analyse de la macrofaune de substrat meuble. Rapport Equilibre/LOBB pour le compte d'Impact –Mer*, 22p.
- Binelli A. & Provini A., 2003.** POPs in edible clams from different Italian and European markets and possible human health risk. *Mar. Pollut. Bull.*, **46**: 879-886.
- Blanchette B. N. & Singh B. R., 1999.** Purification and characterization of the glutathion S-transferases from the northern quahog *Mercinaria mercinaria*. *Marine Biotechnology.*, **1** : 74-80.
- 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.

- Bocquené G., Galgani F., Walker C.H., 1997.** Les cholinesterases, biomarqueurs de neurotoxicité In Biomarqueurs en Ecotoxicologie: *Aspects Fondamentaux*. Masson, Paris, pp. 209-240
- Bolton R. M., Ahokas J. T., 1997.** Purification and characterization of hepatic glutathione transferases from an insectivorous marsupial, the brown antechinus *Antechinus stuartii*. *Xenobiotica*, **27(6)**: 573-586.
- Bordjiba O., Bekhouche F., Hassaine A., Djenidi R., 2009.** Impact de la Pollution Par Les Hydrocarbures Sur la Qualité des Eaux Usées Dans la Région de Skikda (Nord-Est Algérien). *European Journal of Scientific Research*, **26(1)**: 87-97.
- Borgeraas J., Nilsen K., Stenersen J., 1996.** Methods for purification of glutathione transferases in the earthworm genus *Eisenia*, and their characterization. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **114(2)**: 129-140.
- Boudouresque C.F., 1996.** Impact de l'homme et conservation du milieu marin en Méditerranée. *GIS Posidonie publ.*, 2^{ème} édit., Marseille, 1-243.
- Bouderbala M., Boutiba Z. & Abdelghani F., 1996.** La pollution par les métaux lourds des Cétacés des cotes ouest algériennes. *Actes du colloque national Climat Environnement (ARCE)* ; Oran, Algérie.
- Bouraoui *et al*, 2009
- Boutiba Z., Taleb M. Z., & Abi Ayad S.M., 2003.** Etat de la pollution marine de la côte oranaise, *Dar El Gharb, Oran.*, 69 p.
- Bradford M.M., 1976.** A rapid and sensitive methods for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principe of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, **72**: 278-254.
- Bremond R., Vuichard R., 1973.** Paramètres de la qualité des eaux, *Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, SPEPE*, Paris, 179 p.

C

- Cabioch L., L'Hardy J.P., Rulier F., 1968.** Inventaire de la faune marine de Roscoff - Annélides. Editions de la station marine de Roscoff, 1-98pp.
- Caner François., (1981)** - Contribution à l'étude biochimique de l'ovogénèse de *Perinereis cultrifera* (Annélide Polychète). 92 pages.
- Castelli A., Bianchi C.N., Cantone G., Çinar M.E., Gambi M.C., 2008.** Annelida Polychaeta. *Biologia Marina Mediterranea*, **15 (1)** : 323-373.
- Cazaux C., 1965.** Evolution de *Perinereis cultrifera* (Grübe) au cours d'un cycle annuel à *Procès-Verbaux de la Société Linnéenne de Bordeaux*, **101** : 1-18.

Chaino P., Costa J.L., Chaves M.L., Lane M.F., Daver D.M., Costa M.J., 2006. Seasonal and spacial patterns of distribution of subtidal benthic invertebrate communities in the Mondego River , Portugal-a poikilohaline estuary. *Hydrobiologia*, **555**:59-74.

Claisse D., Joonny M. & Quintion D. Y., 1992. Le réseau national de l'observation de la qualité du milieu marin (RNO), *Anal. Magaz.*, **20** : 19-22.

Cunha I., Mangas-Ramirez E. & Guilhermino L. 2007. Effects of copper and cadmium on cholinesterase and glutathione S-transferase activities of two marine gastropods (*Monodonta lineata* and *Nucella lapillus*). *Comp. Biochem. and Physiol.*, **145**: 648-657.

D

Daas T, Younsi M, Daas-Maamcha O, Gillet P & Scaps P., (2010a) - Reproduction, population dynamics and production of *Nereis falsa* (Nereididae: Polychaeta) on the rocky coast of El Kala National Park, Algeria. *Helgol. Mar. Res.* Springer.

Dakki M., 2004. Programme d'Aménagement Côtière en Méditerranée marocaine : Etude de faisabilité. *Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement. Royaume du Maroc*, 85 pp.

Dauvin J.C., Bachelet G., Bellan G., 2006. Biodiversity and biogeographic relationships of the polychaete fauna in the Atlantic and Mediterranean French waters. *Scientia Marina*, **70(S3)**: 259-267.

Dauvin J.C., Dewarumez J.M., Gentil F., 2003. Liste actualisée des espèces d'Annélides Polychètes présentes en Manche. *Cahiers de Biologie Marine*, **44**: 67-95.

Demuynck S., Bocquet-Muchembled B., Deloffre L., Grumiaux F. & 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.

Dermeche S., 1998. Teneurs en métaux lourds (Cd,Pb,Cu, Zn et Ni) chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck,1816) pêché dans le golfe d'Arzew. *Thèse de Magister. Sci.Env. Univ.Oran.*, 125p

Devi M. & Fingerman M., 1995. Inhibition of Acetylcholinesterase Activity in the Central Nervous System of the Red Swam Crayfish, *Procambarus clarkii*, by Mercury, Cadmium, and Lead. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **55**:746-750.

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

Downs C.A., Fauth J.E., Robinson C.E., Curry R., Lazendorf B., Halas J.C., Halas J., Woodley C. M., 2005. Cellular diagnostics and coral health : declining coral health in the Florida keys. *Mar. Pollut. Bull.*, **51**: 558-569.

- Duchateau G. & Florkin M., 1959.** Sur la tréahalosémie des insectes et sa signification. *Arch. Insect. Physiol. Biochem.*, **67**: 306-314.
- Durchon M., 1967.** L'endocrinologie des Vers et Mollusques. *Ed. Masson, Paris.*
- Durchon M., 1951.** Les modalités de l'essaimage de *Perinereis cultrifera* Grube (Annélide, Polychète) à Luc-sur-mer (Calvados). *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale.*, **88** : 1-6.
- Durchon M., 1957.** Problèmes posés par le comportement des néréidiens au moment de leur reproduction. *Année Biologique.*, **33** : 31-42.
- Durou C., Mouneyrac C., 2007.** Linking steroid hormone levels to sexual maturity index and energy reserves in *Nereis diversicolor* from clean and polluted estuaries. *General and Comparative Endocrinology*, **150** : 106-113.
- 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., Roméo 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.
- Durou C., Smith B.D., Roméo M., Rainbow P.S., Mouneyrac C., Mouloud M., Gnassia-Barelli M., Gillet P., Deutch B., Amiard-Triquet C., 2007b.** From biomarkers to population responses in *Nereis diversicolor* : Assessment of stress in estuarine ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **66**, 402-411.
- 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.

E

- El Blidi S. & Fekhaoui M. 2003.** Hydrologie et dynamique marégraphique de l'estuaire du Sebou (Gharb, Maroc), *Bull. Inst. Sci. Rabat, section Sciences de la Vie*, **25** : 57-65.
- Eldafrawi A.T., 1985.** Acetylcholinesterase and anticholinesterase. *In*: Kerkut, G.A. & Gilbert, L.I. (Eds.). *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. New York, Pergamon press., **12**: 115-130.
- Elia, A.C., Galarini, R., Taticchi., M.I., Dorr, A.J.M., Mantilacci, L., 2003.** Antioxidant responses and bioaccumulation in *Ictalurus melas* under mercury exposure. *Ecotoxicol. Environ. Safety.*, **55**:162-167.

Ellman G.L., Courtney K.D., Andreas V., Featherstone R.M., 1961. A new and rapid colorimetric determination of AChE activity. *Biochemical Pharmacology*, 7: 88-95.

Ezzaouaq M. 1991. Caractérisation hydrodynamique, physicochimique et bactériologique des eaux superficielles de l'estuaire du Bouregreg (Maroc) soumis aux rejets des villes de Rabat-Salé. *Thèse D.E.S. Univ. Mohammed V, Fac. Sci. Rabat*, 140 p.

F

F.A.O, 1987.

Fage L. & Legendre R., 1927. Pêches planctoniques à la lumière effectuées à Banuyls-sur-Mer et à Concarneau. *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **67**: 213-222.

Fauchald K & Bellan G., 2009. Perinereis cultrifera (Grube, 1840). In : Fauchald, K. (Ed) (2009). World Polychaeta database. Accessed through : Costollo, M.J., Bouchets, P., Boxshall, G Arvantidis, C & Appeltans w., 2009. *European Register of Marine Species*.

Fauvel P., 1923. Polychètes errantes. In : Faune de France 4. *Lechevaliers, Paris* ; 488 pp.

Fauvel P., 1927. Polychètes sédentaires. Faune de France, 16 :1-412.

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.

Fernandez-Reiriz M.J., Labarta, M., Albentosa A., Perezcamacho A., 1998. Effectomicroalgal diets and commercial wheatgermflours on the lipid profile of *Ruditapes decussatus spat*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **119A**: 369-377.

Fidalgo E., Costa P., 1999. Reproduction and growth in captivity of the Polychaeta *Nereis diversicolor* (O. F. Müller, 1776), using two different kinds of sediment: Preliminary assays. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **15 (1-4)**: 351-355.

Fischer A., Dorresteijs 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.

Fitzpatrick P.J., Sheehan D., 1993. Separation of multiple forms of glutathione S-transferases from the blue mussel. *Mytilus edulis.*, *Xenobiotic*, **23**: 851-861.

Fitzpatrick P.J., Krag T.O.B., Hojrup P., Sheehan D., 1995. Characterization of a glutathione S-transferases and a related glutathione-binding protein from gill of the blue mussel, *Mytilus edulis*. *Biochemical Journal*, **305**: 145-150.

Flammarion P., Garric J. & Monod G., 1998. Utilisation de l'activité enzymatique EROD chez les poissons des hydrosystèmes continentaux. In : Lagadic L., Caquet T., Amiard J.

C. & Ramade F., Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement. *Tec & Doc Lavoisier, Paris*, 57-75.

Francés Zubillaga, G. and J. I. Saiz Salinas., (1997) - Cyclo de vida de *Nereis diversicolor* O. F. Müller (Annelida, Polychaeta) en dos estuarios de norte de Espanâ con diferente carga de contaminaciôn. En : Investigaciones sobre el bentos marino. IX Simposio ibérico d'estudios delbentos marino (19-23 de febrero, 1996 Alcalâ de Henares, Madrid, Espana). J. M. Viéitez and J.Junoy (eds.) *Publicaciones Especiales. Instituto Espanol d'Oceanografia* 23: 207-215.

Franzle, O., 2003.Bioindicators and environmental stress assessment .Bioandicators and biomonitors: principals, concepts and application, B.A. Market, A.M. Breure, H.G. Zechmeister, editors(Amsterdam: Elsevier Science Ltd.),41-84.

Frasco, M.F., Guilhermino,L., 2002. Effects of dimethoate and betanaphthoflavone on selected biomarkers of *Poecilia reticulata*. *Fish. Physiol.Biochem.*,**26**:149-156.

Foley V., Sheehan D., 1998. Glutathione S-transferases of the yeast *Yarrowia lipolytica* have unusually large molecular mass. *J Biochem*, **333**: 839–845.

Fontaine F., 1982. Les lipides coelomiques chez *Perinereis cultrifera* Grûbe.Thèse. 3ème cycle : Biol. du développ. et de la reprod. : Lille 1 ; 958.

Forget J., Beliaeff B. & Bocquené G., 2003. Acetylcholinesterase activity in copepods (*Tigriopus brevicornis*) from the Vilaine River estuary, France, as a biomarker of neurotoxic contaminants. *Aquatic Toxicology.*, **62(3)**: 195-204.

Freites L., Labarta U.y., Fernández-Reiriz M.J., 2002a. Evolution of acid profiles of subtidal and rocky shore mussel seed (*Mytilus galloprovincialis*, Lmk.). Influence of environmental parameters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*, 268: 185-204.

Fresi E., Scardi M. & 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.

G

Gabbot, P. A., (1975) - Storage cycle in marine bivalve molluscs: a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. In: H. Barnes, editor. Proceedings of the 9th European Marine Biology Symposium, Aberdeen University Press. pp. 191–211.

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

Galaoui chakroun, 2004

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

- Gasmi H., 2010.** Effet du stress environnemental sur la biodiversité et la physiologie d'un bioindicateur de pollution *Perinereis cultrifera* (Annélide, Polychète), Aspects biologie, morphométrique, et biochimique. Thèse de Magistère en biologie et physiologie animale option Ecotoxicologie Université d'Annaba, 99p.
- George S., Young., 1988.** Turbulence Structure of the Convective Boundary Layer. Part II. Phenomena of Aircraft Observations of Thermals and Their Environment. *J. Atmos. Sci.*, 45, 727–735.
- Ghirardini Volpi, A., Birkemeyer, T., Arizzi Novelli, A., Delaney, E., Pavoni, B., Ghetti, P.F., (1999)** - An integrated approach to sediment quality assessment: the Venetian lagoon as a case study. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 2, 435–447.
- Giangrande A., Licciano M. & Musco L., 2005.** Polychaeta as environmental indicators revisited. *Mar. Pollut. Bull.*, 50: 1153-1162.
- Gillet P., Mouloud M., Durou C., Deutsch B., 2008.** Response of *Nereis diversicolor* population (Polychaeta: Nereididae) to the pollution impact, Authie and Seine estuaries (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76: 201-210.
- Goldsworthy G.J., Mordue W., Guthkelch J., 1972.** Studies on Insect adipokinetic hormones. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 18(3): 545 pp.
- Gözler 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.
- Greene *et al.*, 2000.
- Grübe E., 1840.** Actinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeers. *J.H. Bon, Königsberg*, 92 p.
- Gueddah D., Djebbar A.B., 2006.** Pollution par les métaux lourds du sédiment marin dans la région de Skikda (Algérie). *N° Spécial : 2^{ème} Colloque euro-méditerranéen de biologie de l'environnement*.
- Gueddah D., 2003.** Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda: impact sur l'écosystème marin côtier. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences de la Mer, Université Badji Mokhtar-Annaba-, 145p.
- Guemouda M., Meghlaoui Z., Daas T., Daas-Maamcha O., Scaps P., 2014.** Monitoring pollution in East Algerian coasts using biochemical markers in the polychaete annelid *Perinereis cultrifera*. *Annals of Biological Research*, 5 (2), p31
- Guemouda M., 2015.** Impact de la pollution par les hydrocarbures sur *Perinereis cultrifera* (Annélides, Polychètes) dans le littoral Est-Algérien. *Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie, Université Badji Mokhtar-Annaba-*, 282 p.

H

- Habig W.H., Pabst M.J., Jakoby W.B., 1974.** The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of Biological Chemistry*, **249**: 7130-7139.
- Hadege *et al*, 1990.
- Hamza-Chaffai A., Roméo M., Gnassia-Barelli M., El abed A., 1998.** Effect of copper and lindane on some biomarkers measured in the clam *Ruditapes decussatus*. *B. Environ. Contam. Tox.*, **61**: 397-404.
- 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.
- Hartmann O., (1945)** - The marine annelid of North Carolina. Bulletin of Duke University Marine Station 2: 1-51.
- Haubruge E. & Amichot M., 1998.** Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **2(3)**: 161-174.
- Hceflcd (Haut Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification), 2006.** Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, 201p.
- Hceflcd A., 2007.** Haut Commissariat Aux Eaux Forêt et la Lutte Contre la Désertification, étude diagnostique de la zone humide AL Massira- Fajja, cercle d'EL Brouj et Cercle de Settat (Maroc), 242p.
- 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 Angewandt Zoologie*, **3**: 1-5.
- Herpin R., 1925.** Recherches biologiques sur la reproduction et le développement de quelques annélides polychètes. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest. Fr.*, **4**: xxx-250.
- Himmi N., Fekhaoui M., Foutlane A., Bouchich H., El Maroufy M., Benazzou T. & Hasnaoui M. 2003.** Relation planctondescripteurs physique et chimique dans un bassin de maturation (Lagunage Mixte Ben Slimane - Maroc), *Riv. Idrobiol., Perugia*, **42(1-3)** : 107-129.
- Hoarau P., Gnassia-Barelli M., Roméo M., Girard J.P., 2001.** Differential induction of Gluthatione S-Transferases in the clam *Ruditapes decussates* exposed to organic compounds. *Environ. Toxicol. Chem.*, **20**: 523-529.
- Holland D.L., 1978.** Lipid reserves and energy metabolism in the larvae of benthic marine invertebrates. In : Malins. D.C.. Sargent. J.R, *Biochemical and biophysical perspectives in marine biology*. Academic Press, London, 85-123.

Hong S.H., Park H.J., Kong K.H., 1999. Purification and biochemical properties of glutathione S-transferase from *Oryza sativa*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **122**: 21-27.

Hutching P. A., Wilson R. S., Glasby C. J., Paxton H. & Watson- Russell C., 2000. Appendix 1. In : Bessly P.L., Ross G.J.B 1 Glasby C.J.(Eds), Polychaetes and Allies : the Southern Synthesis Meelbourn : CSIRO Publishing : 242-243.

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

Hyland, J., (2005). - Developping 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.

J

Jacob F., Monod J., 1961. Genetic regulatry mechanisms in the synthesis of proteins. *J.Mol.Biol*, 318 -356.

Julien, 2010.

K

Kaimoussi A., Chafik A., Mouzdahir A., Bakkas S., 2001. The impact of industrial pollution on the Jorf Lasfar coastal zone (Morocco atlantic ocean) : the mussel as an indicator of metal contamination. *Les Comptes Rendus de l'Académie des sciences de Paris*, **333** : 337-341.

Kaiser, J., 2001. Bioindicators and Biomarkers of Environmental Pollution and Risk Assessment (Enfield: Sciences publishers inc.).

Kamisaka K., Habig W. H., Ketley J. N., Arias M. & Jakoby W. B., 1975. Multiple forms of human glutathione S-transferase and their affinity for bilirubin. *European Journal of Biochemistry.*, **60(1)** :153-161.

Kammenga J. E, Dllinger R., Donker H. M., Koheler H. R., Smonsén V., Triebkorm R. & Weeks M. J., 2000. Biomarkers in terrestrial invertebrates for ecotoxicological soil risk assesement. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, **164**: 93-147.

Kane Driscoll & McElroy, 1996.

Kara L., 2007. Contribution à l'étude de l'évaluation de la quantité physico-chimique des eaux de baignade de la côte larbi ben m'hidi (w. skikda). Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie, Université de Constantine, 97p.

Kaufman P. B., Wu W., Kim D., Cseke L. J., 1995. Handbook of molecular and cellular methods in biology and medicine. In CRC press INC, 109.

Keeran W. S. & Lee R. F., 1987. The purification and characterization of glutathione S-transferase from the hepatopancreas of the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Arch. Biochem. Biophys.*, **255**: 233-243.

Key *et al*, 2006.

Khessiba U. N., Hoarau P., Magnassia B., Aissa P., & Roméo M., 2001. Réponse biochimique de la moule *Mytilus galloprovincialis* de Binzerte (Tunisie) à exposition du polluant chimique. *Environ. Toxicol. Chem.*, **40**: 222-229.

Kinberg, 1865.

Knox G. (1977). - The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. In *Essays on Polychaetous Annelids in memory of Dr Olga Hartman* (D.J Reish and K. Faulchald eds). Pp. 547-604. Allan Hancock Foundation, University of Southern California.

L

Labrot F., Ribera D., Saint-Denis M. & Narbonne J. F., 1996. In vitro and in vivo studies of potential biomarkers of lead and uranium contamination: lipid peroxydation, acetylcholinesterase and glutathione peroxydase activities in three non-mammalian species. *Biomarkers*, **1**: 21-28.

Laemmli V. K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of head of bacteriophage T4. *Nature* **227**: 680-685.

Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C., 1997. Intérêt d'une approche multiparamétrique pour le suivi de la qualité de l'environnement. In : Lagadic L., Caquet T., Amiard J. C. & Ramade F. (Eds.), *Biomarqueurs en écotoxicologie. Aspects Fondamentaux*. Masson, Paris, 393-401 p.

Lamotte M., 1971. Ecologie animale organismes et milieu. *Doin* Editeurs, sixième édition française.

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 implication for their functional. *Phil.Trans. R. Soc.*, **364(B)**: 3363-3376.

Leblanc G. A. & Cochrane B. J., 1987. Identification of multiple glutathione S-transferases from *Daphnia magna*. *Comp. Biochem and Physiol.*, **88B(1)**: 39-45.

Le Gal Y., Lagadic L., Le Bras S., Caquet T., 1997. Charge énergétique en adénylates (CEA) et autres biomarqueurs associés au métabolisme énergétique. Lagadic L., Caquet T., Amiard J. C., Ramade F (Eds). *Biomarqueurs en écotoxicologie : aspects fondamentaux*. Paris, Masson, 241-286.

Lemoine A., 1980. Ces protéines cuticulaires de *T.molitor* quelque méthodes de quantification et d'identification. Rapport DEA et entomologie Université de Dijon. Leuckrat, 1828.

Liang, L.N., He,B., Jiang,G.B., Chen,D.Y.,Yao,Z.W.,2004. Evaluation of molluscus as biomonitors to investigate heavy metal contamination along the Chinese Bohai Sea. *Scie.Total.Environ.*, **324**:105-113.

Liehr G. A., Zettler M. L., Leipe T. & Wilt G. 2005. The ocean quahog *Arctica islandica* L. : a bioindicator for contaminated sediments. *Marine biology*, **147**: 671-679.
Linné, 1753.
Linné, 1758.

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

Livingstone D.R., 1993. Biotechnology and pollution monitoring: use of molecular biomarker in the aquatic environment. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **57**: 195-211.

Livingstone D.R., 2001. Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms. *Mar. Pollut. Bull.*, **42**: 656-666.

Luoma S. N. & Bryan G. W., (1982) - A statistical study of environmental factors controlling concentrations of heavy metals in the burrowing bivalve *Scrobicularia plana* and the polychaete *Nereis diversicolor*, *Estuarine Coastal and Shelf Science* 15, 95-108.

M

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

Mann R., Glomb S.J., 1978. The effect of temperature on growth and ammoniac excretion of the *manila clam Tapes japonicus*. *Estu. Coast. Mar. Sc*, **6**: 335-339.

Marcel R., 1962. Cycle annuel de *Perinereis cultrifera* Grube (Annélide Polychète) à Alger. *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg.*, **19**: 39-54.

Marchand, M.N., Levaitis J.A., 2004. Effects of habitat features and landscape composition on the population structure of a common aquatic turtle in a region undergoing rapid development. *Conservation Biology*, **18**:758-767
Marine Pollution Bulletin 39:48-53.

Martinez-Lara E., Leaver M., George S., 2002. Evidence from heterologous expression of glutathione S-transferases A and A1 of the plaice (*Pleuronectes platessa*) that their endogenous role is in detoxification of lipid peroxidation products. *Mar. Environ. Res.* **54**, 263-266.

Mauer, 1991.

Mayer J.D., Salovey P., Caruso DR., 2002. Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test (MSCEIT) Item Booklet. *Toronto*: MHS Publ.

Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G., 2003. Definitions, strategies and principles for bioindication /biomonitoring of the environment. *Bioindicators and biomonitors: principles, concepts and applications*, B.A Markert, A.M. Breure, H.G. Zechmeister, editors. (Oxford: Elsevier Science Limited), 3-39.

MBA (Marine Biological Association), 1957. Plymouth Marine Fauna (3rd Edition). Plymouth, 457p.

McCarthy, J.F.; Shugart, L.R., 1990. Biomarkers environmental contamination. Boca Raton Floride, Lewis (Eds.).

Meghlaoui Z, Guemouda M, Snani M, Daas T, Maamcha O, Scaps P., 2015. Effect of oil pollution on polychaete annelids in the Algerian East coast. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 3(3): 339-343

Meghlaoui Z ., 2015. Stress environnemental et biodiversité des Polychètes dans le littoral Est algérien : Analyse phylogénétique. *Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie, Université Badji Mokhtar-Annaba-*, 218 p.

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 theist European Marine Biology Symposium* (1978. Isle of Man, U. K.) E. Naylor and R. G. Hartnool (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.

Moller, 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.
Moulton et al, 1996.

N

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.

Narbonne J.F., Daubèze M., Clérandeau C. & Garrigues P., 1999. Scale of classification based on biochemical markers in mussels: application to pollution monitoring in European coasts. *Biomarkers.*, **6**: 415-424.

Narbonne J. F., Garrigues P., Ribera D., Raoux C., Mathieu A., Lemaire P., Salaun, J. P. & Lafaurie M., 1991. Mixed function oxygenase enzymes as tools for pollution monitoring: Field studies on the French coast of the Mediterranean Sea. *Comparative Biochemistry and Physiology.*, **100(C)**: 37-42.

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. NODC : Taxonomic Code, database (version 8.0) 1996.

O

Occhipinti-Ambrogi A., Forni G. & 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. & Garwood. P. R., (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., Fletcher J., Rees S. & Desrosiers G., 1997. Interactions of environmental temperature with photoperiod in determining age at maturity in a semelparous polychaete nereis (neanthes) virens sars. *J. Therm. Biol.*, **22(6)** : 4x9-497.

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.

P

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

Papageorgiou N., Arvanitidis C., Eleftheriou A., 2006. Multicausal environmental severity: a flexible framework for microtidal sandy beaches and the role of polychaetes as an indicator taxon. *Estuarine Coastal Shelf Science*, **70**: 643-653.

Parant M., 1998. Le métabolisme des xénobiotiques chez les Bivalves. *Sci. Life.*, **321** : 485-494.

Pascal S., Debrauwer L., Ferte M.P., Anglade P., Rouimi P., Scalla R., 1998. Analysis and characterization of glutathione S-transferase subunits from wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Science*, **134**: 217-226.

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. *Marine Pollution Bulletin*, **32**: 225-231.

Pazos A.J., Ruiz C., Garcia-Martin O., Abad M., Sanchez J.L., 1996. Seasonal variations of the lipid content and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* cultured in El Grove, Galicia, NW Spain. *Comp. Biochem. Physiol., Part B Biochem. Mol. Biol.* 114, 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

Pérès J.M., & Rancurel P., (1948) - Observation sur la ponte de *Perinereis cultrifera* Grube dans le golf de Marseille. *Bull. Soc. Zool.*, **73**: 97-100.

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

Perez-López M., Nóvoa-Valiñas M.C., Melgar Riol M.J., 2002. Glutathione S-transferase cytosolic isoforms as biomarkers of polychlorinated biphenyl Arochlor-1254) experimental contamination in rainbow trout. *Toxicol. Lett.* 136, 97–106

Pezo R., Maco J. et Canepa J., 1985. Cambial por actividades petroleras en los ríos pastaza, Tigre, Corrientes, Samiria y Amazonas. Instituto de investigaciones de la Amazonia peruana (IIAP), Iquitos, Peru, 59p. in: Loayza-Muro, R. et Elias -letts, R.,

2007. Responses of the mussel *Anodonta trapesialis* (Unionia) to environmental stressors: Effects of pH, temperature and metals on filtration rate. *Environmental Pollution*, **149**: 209-215.

Porchet M., (1974) - Activité endocrine cérébrale chez les Nereidae. Thèse doct. ès-sci, Lille.

Porchet M., 1976. Données actuelles sur le contrôle endocrine de la maturation génitale des Néréidiens (Annelides Polychètes). *Ann. Biol.*, **7-8** : 329-377 pp

Postma J.F., Kleunen A., Admiraal W., 1995. Alterations in life-history traits of *Chironomus riparius* (diptera) obtained from metal contaminated rivers. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1995;29:469-475

Prapanthadara L.A., Koottathep S., Promtet N., Hemingway J., Ketterman A.J., 1996. Purification and characterization of a major glutathione S-transferase from the mosquito *Anopheles dirus* (species B). *insect Biochemistry and Molecular Biology.*, **26(3)**: 277-285.

Q

Quatrefages Abmand D.B., 1865. Histoire naturelle des annelés marins et d'eau douce. Annelides et géphyriens, *Paris, Librairie Encyclopédie de Rôret*, **1** :688.

R

Ramos R. & Garcia E., 2007. Induction of mixed-function oxygenase system and antioxidant enzymatiques in the coral *Montastraea faveolata* on acute exposure to benzo(a)pyrene. *Comparative Biochemistry and Physiology*. **144(C)**: 348-355.

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

Reish D. J. & Gerlinger T. V., 1997. A review of the toxicological studies with polychaetous annelids. *Bull. Mar. Sci.*, **60**: 584-607.

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*, **138 (C)**: 89-96.

Retière C., 1979. Contribution à l'étude des peuplements benthiques du golfe normano-breton. *Thèse Doctorat Etat, Sciences Naturelles, Université de Rennes*, 370pp.

Rhee J.S., Lee Y.M., Hwang D.S., Lee K.W., Kim, I.C., Shin K.H., Raisuddin S., Lee J.S., 2007. Molecular cloning and characterization of omega class glutathione S-transferase (GST-O) from the polychaete *Neanthessuccinea*: Biochemical comparison with theta class glutathione S-transferase (GST-T). *Comp. Biochem. Physiol. C*. doi:10.1016/j.cbpc. 2007.05.003.

- Richmonds C., & Dutta H. M., 1992.** Effect of malathion on optomotor behaviour of bluegill sunfish. *Lepomis macrochirus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **102**: 523-526.
- Rickwood C. J. & Galloway T. S., 2004.** Acetylcholinesterase inhibition as a biomarker of adverse effect. A study of *Mytilus edulis* exposed to the priority pollutant chorfenvinphos. *Aquat. Toxicol.*, **67** :45-56.
- Rodier J., 1996.** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. *Chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie*. 8^{ème} Ed. Dunod Bordas, Paris, 1135p.
- Rome'o, M., Frasila, C., Gnassia-Barelli, M., Damiens, G., Micu, D., Mustata, G., 2005.** Biomonitoring of trace metals in the Black Sea (Romania) usingmussels *Mytilus galloprovincialis*. *Water.Res.* , 39: 596-604.
- Rouabah A., Rouabah L., 2007.** Biodiversité et complexe d'espèces *Perinereis cultrifera*: un exemple de spéciation. *Sciences et Technologies*, **25**, 79–87.
- Rouabah A., Scaps P., 2003.** Lefe Cycle and Population Dynamics of the Polychaete *Perinereis cultrifera* from the Algerian Mediteranean Coast. P.S.Z.N. : *Marine Ecology.*, **24(2)** : 85-99.
- Rouabah A., 2003.** Comparaison au plan biochimique et génétique de populations de l'annélide polychète *Perinereis cultrifera* du littoral français et algérien : précision des liens de parenté.
- Rouabah L., Rouabah A., Ferroudj S., Scaps P., 2008.** Comparaison of the life cycles of two populations of the polychaete *Perinereis of.cultrifera* from the Bay of Algiers (Mediterranean Sea). *Scientia Marina.*, **72(4)** : 769-778.
- Rouabah-Sadaoui L, Marcel R., 1995.** Sugars and lipids of the clitellum and cocoon albumin in *Eisenia fetida* Sav (Annelida Oligochaeta). *Reprod Nutr Dev* 35:537–548
- Rouane-Hacene O., 2013.** Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*. *Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie, Université d'Oran*, 295p
- Rouhi A., Sifi J., Gillet P., Deutsch B., 2008.** Reproduction and population dynamics of *Perinereis cultrifera* (Polychaeta : Nereididae) of the Atlantic coast, El Jadida, Marocco. *Cah. Biol. Mar.*, **49**: 151-160.
- Rouibah M., Boulahdid M., Boudjellal B., Eddalia N., Ounadi F., 2005.** Etude de la pollution du littoral Algérois et du lac de Reghaia. *Par l'APPL, ISMAL*, 73p.
- Rouimi P., Anglade P., Debrauwer L., Tulliez J., 1996.** Characterization of pig liver glutathione S-transferases using HPLC-electrospray-ionization mass spectrometry. *Biochemical Journal.*, **317**: 879-884.
- Rumohr H. 2005.** A 5-7 successions model for the Baltic a future management tool, Indicators of stress in the marine benthos. IOC workshop report No. 195, pp. 12-14.

S

- Saglio P., Trijasse S., & Azam D., 1996.** Behavioural effects of water-born carbofuron in goldfish. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **31**: 232-238.
- Salinas et Wong, 1999.
- Salvat B., 1967.** La macrofaune carcinologique endogée des sédiments intertidaux (Tanaïdacs, Isopodes, Amipodes), Ethologie, Bionomie et cycle biologique, *Thèse de Doctorat en sciences naturelles. Faculté des sciences. Université de Paris* : 275p.
- Saiz-Salinas, J.I., Ruiz, J.M., Frances-Zubillaga, G., 1996.** Heavy metal levels in intertidal sediments and biota from the Bidasoa estuary. *Mar. Poll. Bull.*, **32**:69-71.
- Sandrini J. Z., Ventura Lima J., Regoli F., Fattorinic D., Nottic A., Marinsa L. F. & Monserrat J. M., 2008.** Antioxidant responses in the nereidid *Laeonereis acuta* (Annelida, Polychaeta) after cadmium exposure. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **70**: 115–120.
- Sarkar A., Holkar P.K.R., Patil S.S., 2010.** Application of Acetylcholinesterase Activity in Marine Organisms as a Biomarker of Coastal Pollution. National Conference on Emerging Trends in Engineering, *Technology and Management, MS2K.*, **10** : 383-386.
- Scaps P., Descamps M. & Demuyneck S., 2002.** Biochemical and physiological responses induced by toxics in Annelida: Utilisation as biomarkers. *Comp. Biochem. Physiol.*, **9**: 165-173.
- Scaps P., 1992.** Bases biologiques de l'élevage de deux espèces d'annélides polychètes *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) et *Perinereis cultrifera* (Grube). *Thèse de l'Université de Rennes I*, 171 p.
- Scaps P., 2002.** A review of the biology, ecology and potential use of the ragworm *Hediste diversicolor* (O.F. Müller) (Annelida : Polychaeta). *Hydrobiologia.* **470**, 203-218
- Sif *et al.* 2002.
- Shibko *et al.*, 1966.
- Sies, H., 1999.** Glutathion and its role in cellular functions. *Free.Radical.Biol.Med.* **27**:916-921.
- Sifi K., 2009.** Biosurveillance de la qualité des eaux du golfe d'Annaba: croissance, composition biochimique et dosage de biomarqueurs du stress environnemental chez *Donax trunculus* (Mollusque, Bivalve). *These de Doctorat en Ecotoxicologie. Université d'Annaba*, 140pp.
- Sifi K., Chouahda S., Soltani N., 2007.** Biosurveillance de l'environnement par mesure de biomarqueurs chez *Donax trunculus* (L., 1758) dans le golfe d'Annaba (Algerie). *Mésogé*, **63** : 11-18.
- Smith R.L., (1958)** - On reproductive pattern as specific characteristic among nereid polychaetes. *Syst Zool.*, **7** : 60-73.

- Smolders, R., De Coen W., Blust R., 2004.** An ecologically relevant exposure assessment for a polluted river using an integrated multivariate PLS approach. *Environmental Pollution*, **132**, 245-263.
- Snani M., Meghlaoui Z, Daas-Maamcha O., Daas T., Scaps P., 2015.** Laying period and biomarkers of the polychaete *Perinereis cultrifera*. From the eastern coast of Algeria subjected to marine pollution. *Journal of Entomology and Zoology studies*, **3(3)**:211-212.
- Snani M., 2016.** Etude comparative de la reproduction d'un bioindicateur de pollution, *Perinereis cultrifera* (Annelide, Polychète) du littoral nord-est algérien et des côtes de la manche française « aspects morpho-anatomiques, génétiques, immunologiques et activités enzymatiques. ». *Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie, Université Badji Mokhtar-Annaba-*, 218 p.
- Solé M., Nasci C. & Livingstone D.R., 2000.** Study of the biological impact of organic contaminants on mussels (*Mytilus galloprovincialis* L.) from the Venice Lagoon, Italy: responses of CYPIA-immunopositive protein and benzo[a]pyrene hydroxylase activity. *Biomarkers.*, **5**: 129-140.
- Soltani N., Amira A., Sifi K., Beldi H., 2012.** Environmental monitoring of the Annaba gulf (Algeria): measurement of biomarkers in *Donax trunculus* and metallic pollution. *Bull. Soc. Zool.*, **137** (1-4): 47-56.
- Soucek D.J., 2007.** Sodium sulfate impacts feeding specific dynamic action, and growth rate in the fresh water bivalve *Corbicula fluminea*. *Aquatic Toxicology*, **83**: 315-322.
- Stecke J.R.P. & Bendell-Young L.I., 2000.** Uptake of ¹⁰⁹Cd from sediments by the bivalves *Macoma balthica* and *Protothaca staminea*. *Aqua. Toxicol.*, **147**: 147-159.
- Stenersen J., Guthenberg C., Mannervik B., 1979.** Glutathione S-transferases in earthworms (Lumbricidae). *Biochemical Journal.*, **181**: 47-50.
- Stenersen J., Kobro S., Bjerke M., Arend U., 1987.** Glutathione transferases in aquatic and terrestrial animals from nine phyla. *Comp. Biochem and Physiol.*, **86C(1)** :73-82.
- Sturm A., Wogram J., Hansen P. D. & Liess M., 1999.** Potential use of cholinesterase in monitoring (*Gasterosteus aculeatus*) and relation to pollution. *Environmental Toxicology and Chemistry.*, **18**: 194-200.

T

- Taghon G.L., Prahl M., Sparrow C.M., Fuller K., 1994.** Lipid class and glycogen content of the lugworm *Abarenicola pacifica* in relation to age, growth rate, and reproductive condition. *Marine Biology* **120**:287-295.
- Taleb Z.M., Boutiba Z., 2007.** La moule *Mytilus galloprovincialis*: bioindicateur de pollution marine-cas du port d'Oran. *Sciences et Technologie.*, **25C**: 59-64 pp.
- Tarsila M. A., João M. & de Matos N., 2006.** Two new *Terebellid* polychaetes (Polychaeta : Terebellidae) from the state of Sao Paulo, southeastern Brazil. *Zootaxa*, **1205**: 31-54.

Tayebi A., Malaoui M., 2012. Impact de la pollution marine chez *Perinereis cultrifera* (Annélides, Polychètes) dans le littoral Est Algérien: Aspects morphométriques et activité enzymatique de la glutathion S-transférase. *Mémoire de Master en Ecotoxicologie. Université Annaba.*, 25p.

Tran D., Boudou A., Massabuau J., 2001. How water oxygenation level influences cadmium, accumulation pattern in the asiatic clam *Corbicula fluminea*: a laboratory and field study. *Environ toxicol Chem*, **20**: 2073-2080.

Tran D., Boudou A., Massabuau J., 2002. Relationship between feeding-induced ventilatory activity and bioaccumulation of dissolved and algal-bound cadmium in the asiatic clam *Corbicula fluminea*. *Environ Toxicol Chem*, **21**: 327-333.

Truhaut, R., 1977. Ecotoxicology: objectives, principles, and perspectives. *Ecotox. Envir .Saf.*, **1**:151-173.

Tu T.H., Silvestre F., Meulder D.B., Thome J.P., Phuong N.T., Kestemont P., 2012. Combined effects of deltamethrin, temperature and salinity on oxidative stress biomarkers and acetylcholinesterase activity in the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Chemosphere*, **86**: 83–91.

U

Ugolini, A., Borghini, F., Calosi, P., Bazzicalupo, M., Chelazzi, G., Focardi, S., 2004. Mediterranean *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda) as a biomonitor of heavy metals contamination. *Mar. Poll. Bull.*, **48**:526-532.

Usseglio-Polatera, P., Bournaud, M., Richoux, P., Tachet, H., 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait database? *Hydrobio.*, **422/423**:153-162.

UNESCO, 1990.

V

Valavanidis A., Vlahogianni T., Dassenakis M. & Scoullou M., 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **64**: 178-189.

Van der Oost R., Beyer J., Vermeulen N.P.E., 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment a review. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, **13** : 57-149.

Varo I., Pastor A., Ramo J., Torreblanca A., 2012. Long-term effect of temperature on bioaccumulation of dietary metals and metallothionein induction in *Sparus aurata*. *Chemosphere*, **87**: 1215–1221.

Viarengo A., Lowe D., Bolognesi C., Fabbri E. & Koehler A., 2007. The use of biomarkers in biomonitoring: a 2-tier approach assessing the level of pollutant-induced stress syndrome in sentinel organisms. *Comp. Biochem. Physiol.*, **146 C**: 281-300.

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

W

- Ware D.M., 2011.** Growth, Metabolism, and Optimal Swimming Speed of a Pelagic Fish
journal de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada, 1975, **32(1)**: 33-41,
10.1139/f75-005.
- Walsh A.R. & O'Halloran J., 1998.** Accumulation of chromium by a population of mussels
(*Mytilus edulis* L.) exposed to leather tannery effluent. *Environ. Toxicol. Chem.*, **17**:
1429-1438.
- Waring J., Maher W. (2005)** - Arsenic bioaccumulation and species in marine
Polychaeta. *Applied Organometallic Chemistry*, 19, 917–929.
- Webbe 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
shor mussel seed (*Mytilus galloprovincialis*, LmK.). Influence of environmental parameters .
Journal Of Mar. Biol.Ecol., **268** : 185-204.
- Weisshappel J.B.F., Svavarsson J., 1998.** Benthic amphipods (Crustacea: Malacostraca) in
Icelandic waters: diversity in relation to faunal patterns from shallow to intermediate
deep Arctic and North Atlantic Oceans. *Marine Biology*, **131**: 133-143.
W.H.O, 1987.
- Wilson R. S., 2000.** Family Nereididae. In Beesley P.L., Ross G. J. B. & Glasby C. J. (Eds.),
Polychaeta and Allies: the Southern Synthesis Melbourne: CSIRO Publishing, p. 138-
141.
- Won E. J., Kim R. O., Rhee J. S., Park G. S., Lee J., Shin K. H., Lee Y. M., Lee J.
S., 2011.** Response of glutathione S-transferase (GST) genes to cadmium exposure in the
marine pollution indicator worm, *Perinereis nuntia*. *Comparative Biochemistry and
Physiology, Part C*, **154**: 82–92.
- Wu B. L., Sun R. P. & Yang D. J., 1985.** *Nereididae* (Polychaetous Annelids) of the Chinese
coast. *China Ocean press Beijing Springer Verlag Berlin*. 234 pp.

X

- Xie L. and P. L. Klerks., 2004.** Changes in cadmium accumulation as a mechanism for
cadmium resistance in the least killifish *Heterandria formosa* . *Aquat Toxicol* 66:73-81.

Y

- Yarsan, E., Yipeli, M., 2013.** The Important Terms of Marine Pollution “Biomarkers and
Biomonitoring, Bioaccumulation, Bioconcentration, Biomagnification”. *J.Mol.Biomark. Diagn*, S1-
003.
- Younsi M., 2006.** Contribution à l'étude de la position taxonomique de *Perinereis cultrifera* au
niveau du bassin méditerranéen -Littoral Nord Est Algérien-. *Mémoire en vue de
l'obtention du diplôme: Magistère en Biologie Moléculaire et Cellulaire Université
Mentouri Constantine*. p139.

Younsi M., 2014. Etude biologique de deux espèces de Polychètes Nereididae du littoral Est Algérien et analyse comparative: biogéographique, morphométrique et biochimique. *Thèse présentée pour l'obtention du grade de doctorat en biologie, Université Badji Mokhtar-Annaba-*, 171p. +annexes.

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

Z

Zaabi-Sendi S., 2013. Etude faunistique et écologique des Annélides Polychètes de la côte nord-est de la Tunisie (Peninsule du Cap Bon, Méditerranée Ouest). *Thèse de doctorat, Université de Carthage, Faculté des Sciences de Bizerte*, 493p.

Zaidi N., Soltani N., 2011. Environmental risks of two chitin synthesis inhibitors on *Gambusia affinis*: Chronic effects on growth and recovery of biological responses. *Biological Control.*, **59**: 106-113.

Zghal F. & Ben Amor Z., (1986) - Polymorphism in *Perinereis cultrifera* (Annelida Polychaeta). *Adv. Invert. Reprod.*, **4** : 554.

Zghal F., Ben Amor Z., 1989. Sur la présence en Méditerranée de la race épitoque de *Perinereis cultrifera* (Polychète). *Archives de l'Institut de Pasteur Tunis*, **66** : 293-301.

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), **2** : 233-253.

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.