

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mentouri Constantine

Faculté des Sciences de la Nature & de la Vie

Département des Sciences de la Nature & de la Vie

N° d'Ordre 218/Mag/2006

N° de Série : 017/SN/2006

MEMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME :

Magistère en Biologie Moléculaire et Cellulaire

Option : Génétique

THEME

Contribution à l'étude de la position taxonomique de *Perinereis cultrifera*
au niveau du bassin méditerranéen
- Littoral Nord Est Algérien -

Présenté par YOUNSI Mourad

Soutenu le :

devant la commission d'examen

Mr. ROUABAH A. Maître de Conférences, Université de Constantine Président

Mme ROUABAH L. Maître de Conférences, Université de Constantine Rapporteur

Mr. TAHAR A. Professeur, Université de Annaba Examineur

Mme SATTI D. Professeur, Université de Constantine Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2005 – 2006

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature & de la Vie
Département des Sciences de la Nature & de la Vie

N° d'Ordre :.....

N° de Série :.....

MEMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME :

Magistère en Biologie Moléculaire et Cellulaire

Option : Génétique

THEME

Contribution à l'étude de la position taxonomique de *Perinereis cultrifera*
au niveau du bassin méditerranéen
- Littoral Nord Est Algérien -

Présenté par YOUNSI Mourad

Soutenu le :

devant la commission d'examen

| | |
|--|-------------------|
| Mr. ROUABAH A. Maître de Conférences, Université de Constantine | Président |
| Mme ROUABAH L. Maître de Conférences, Université de Constantine | Rapporteur |
| Mr. TAHAR A. Professeur, Université de Annaba | Examineur |
| Mme SATTI D. Professeur, Université de Constantine | Examineur |

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2005 – 2006

- REMERCIEMENTS -

Ce travail a été réalisé sous la direction du Docteur Rouabah Laila, Maître de Conférences à l'Université Mentouri de Constantine. Je tiens à la remercier vivement pour m'avoir accueilli au sein de son équipe et avec une inlassable patience m'a orienté le long de mon travail. Qu'elle veuille bien accepter l'expression de ma respectueuse gratitude.

Que le Docteur Rouabah A, soit assuré de ma reconnaissance pour la confiance qu'il m'a accordée et pour son soutien permanent. Il ne m'a jamais ménagé ses conseils et son temps durant ma formation. La réalisation de ce travail doit aussi à l'aide précieuse qui m'a été apportée par le Professeur Tahar A. et le Professeur Soltani N. Je tiens à leurs exprimer ma profonde gratitude.

Je tiens également à exprimer toute ma reconnaissance au Docteur Rouabah A, de la Faculté des Sciences, Université de Constantine, qui me fait l'honneur de présider ce jury et ce en dépit de ses charges.

Mes remerciements s'adressent également à tous les membres qui m'honorent de leur participation au jury et de l'intérêt qu'ils portent à ce travail. Le Professeur Tahar A. de la Faculté des Sciences, Université d'Annaba, ainsi que le Professeur Satta D. de la Faculté des Sciences, Université de Constantine.

Je tiens également à remercier tous ceux qui au Laboratoire de Biologie et de Physiologie Animale de l'Université d'Annaba et ceux qui à l'Institut des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Constantine, ont participé à la préparation matérielle de ce travail.

Je dédie ce travail à mes parents en particulier, ma famille et à mes collègues, M^d Larbi, Sana, Hadia, Sana, Razika, Salima, ma grande sœur Cherifa, mon chère ami Billel et à tous mes amis pour leur soutien. Qu'ils veuillent trouver ici l'expression de mon amitié sincère.

- SOMMAIRE -

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| <u>CHAPITRE 1 : Généralités</u> | 10 |
| INTRODUCTION | 11 |
| 1. STRUCTURE GENERALE DE L'ESPECE | 12 |
| 2. TAXONOMIE DE L'ESPECE | 12 |
| 3. MODE DE REPRODUCTION ET AGE DE MATURITE | 17 |
| 4. CYCLE DE DEVELOPPEMENT | 21 |
| 5. DISRIBUTION GEOGRAPHIQUE | 24 |
| 6. NATURE DU BIOTOPE OCCUPE | 24 |
| | |
| <u>CHAPITRE 2 : Cycle de vie et dynamique de populations du Polychète <i>Perinereis cultrifera</i> sur le littoral Nord Est Algérien</u> | 26 |
| I. INTRODUCTION | 27 |
| II. MATERIELS ET METHODES | 28 |
| 1. Les espèces à valeur commerciale | 28 |
| 2. Présentation des sites | 28 |
| 3. Mode de récolte et traitement des individus | 29 |
| 4. Mesure de la densité | 30 |
| 5. Relation entre poids frais essuyé et poids partiel formolé | 31 |
| 6. Distribution de fréquence de taille | 31 |
| 7. Cycle de reproduction | 33 |
| III. RESULTATS | 34 |
| 1. Les espèces à valeur commerciale en Algérie | 34 |
| 2. Variation de la densité | 36 |

| | |
|---|--------|
| 3. Variation de la température dans la région d'étude | 37 |
| 4. Cycle de reproduction | 40 |
| 4.1. Evolution du diamètre ovocytaire | 40 |
| 4.2. Mode de reproduction | 40 |
| 5. Dynamique de la population | 45 |
| 5.1. Evolution annuelle de l'état sexuel | 45 |
| 5.2. Evolution du poids frais moyen essuyé | 49 |
| 5.3. Evolution des classes de poids | 53 |
| IV. DISCUSSION | 59 |

| | |
|---|-----------|
| <u>CHAPITRE 3 : Etude morphologique des formes épitoques présentes en Méditerranée sur le littoral Nord-Est Algérien et en Manche Atlantique</u> | 64 |
| I. INTRODUCTION | 65 |
| II. MATERIELS ET METHODES | 66 |
| 1. Matériels | 66 |
| 2. Méthodes | 66 |
| 3. Traitement statistique | 68 |
| 3.1. Collecte des données | 68 |
| III. RESULTATS | 69 |
| 1. Relation d'allométrie entre le nombre de paragnathes et la taille des individus | 69 |
| 2. Analyse statistique de données | 72 |
| 2.1. Analyse statistique univariée | 72 |
| 2.1.1. Calcul de paramètres statistiques de base | 72 |
| 2.1.2. Comparaison des moyennes de chaque lobe | 72 |
| 2.1.3. Comparaisons multiples de moyennes | 75 |

| | |
|--|-----|
| 2.2. Analyse statistique bivariée | 77 |
| 2.2.1 Coefficient de corrélation | 77 |
| 2.3. Analyse statistique multivariée | 83 |
| 2.3.1. Comparaison des vecteurs des moyennes entre les quatre populations | 83 |
| 2.3.2. Classification des quatre groupes de populations | 84 |
| IV. DISCUSSION | 87 |
| CONCLUSION – DISCUSSION GENERALE | 89 |
| PLANCHES | 97 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 104 |
| LISTE DES FIGURES | 114 |
| LISTE DES TABLEAUX | 117 |
| LISTE DES PLANCHES | 119 |

INTRODUCTION GENERALE

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 à 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 à 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 (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 galéicole 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, 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.

L'extension récente de la pêche récréative, le développement de l'aquariologie et la nécessité de trouver une nourriture d'appoint pour les stades larvaires des espèces de Poissons et de Crustacés ayant une valeur économique, entraînent à l'heure actuelle une demande de plus en plus importante des annélides polychètes, ce qui explique leur place prépondérante dans les chaînes alimentaires (Scaps, 1992).

D'après Olive (1994), les besoins du marché européen excèderaient certainement 600 tonnes par an, pour une valeur commerciale, estimée à 200 millions de euros. La vente d'annélides polychètes en France, toutes espèces confondues représentait en 1983 un chiffre d'affaire évalué à 36 millions de francs dont 16 millions relatifs à la côte méditerranéenne (Creaser *et al.*, 1983). En période de pointe, les ventes atteignent jusqu'à 100 000 individus par jour. A Taiwan, environ 25 tonnes de *Perinereis nuntia var brevicirrus* sont produites annuellement afin d'être exportées vers le Japon. En Corée, 900 tonnes de vers marins ont été exportées principalement à destination du Japon et 27,4 tonnes vers la France en 1979 (n Rouabah 2003). (Fig.1).

Sur la base des critères commerciaux, l'élevage d'annélides polychètes semble prometteur et permettrait de disposer de matériel homogène indispensable au développement de recherches expérimentales approfondies (Hofman, 1979) d'ordre biologique, physiologique, génétique (Guérin, 1987). En outre, des possibilités d'extractions de substances organiques et leur application aux industries pharmaceutiques et agro-alimentaires peuvent être dès à présent envisagées (Scaps, 1992).

Les annélides polychètes 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. Récemment, des études sur la tolérance et le stockage des métaux lourds et des hydrocarbures chez les annélides polychètes ont été entreprises dans le but de surveiller la qualité des eaux portuaires.

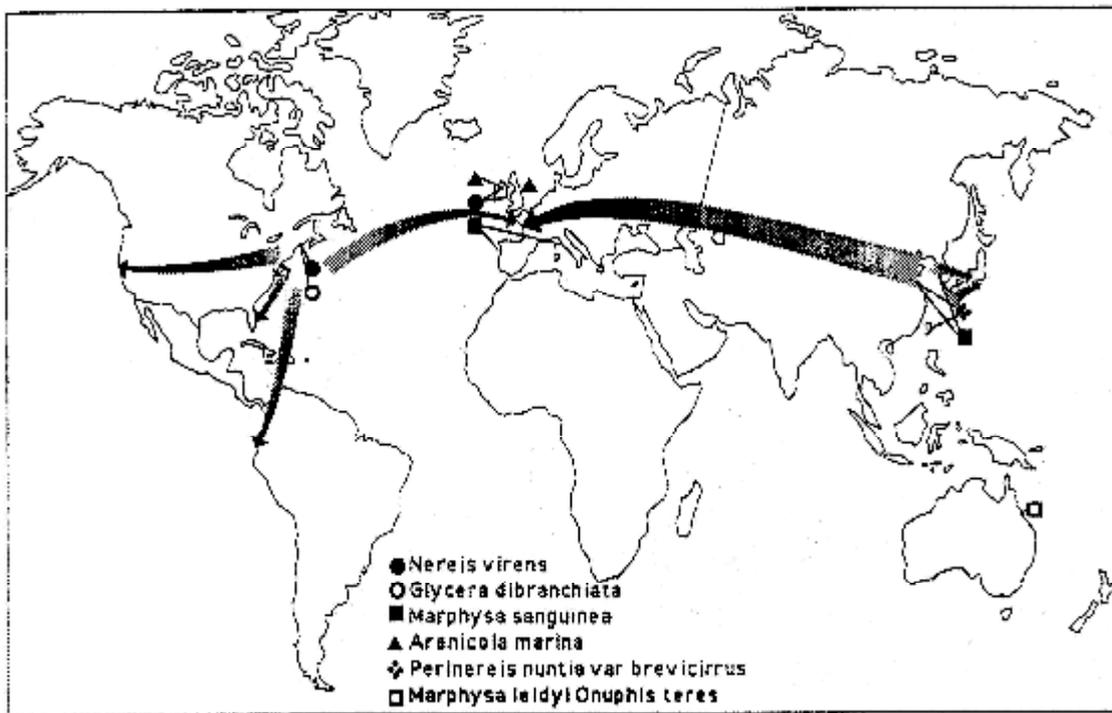


Figure. 1 : Carte mondiale représentant les principaux centres d'exploitation commerciale de vers marins ainsi que les principales voies d'exportation (d'après Olive, 1994)

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

La connaissance du niveau de contamination de l'écosystème constitue une condition nécessaire mais non suffisante pour évaluer l'impact des polluants sur l'environnement. Le développement de la biosurveillance ou « biomonitoring » qui repose sur l'étude de la réponse biologique des organismes aux polluants permet, en effet, de détecter plus rapidement

les changements produits par la contamination des écosystèmes afin de prévenir des conséquences écologiquement et économiquement désastreuses. Etant donné que de nombreuses espèces d'annélides polychètes sont sédentaires et représentatives des écosystèmes littoraux et côtiers, elles peuvent remplir le rôle d'espèces sentinelles afin d'estimer l'exposition chronique aux polluants des populations dans leur environnement (Lagadic et *al.*, 1997). Le monitoring des polluants dans l'environnement fait notamment largement appel à l'usage d'espèces bioaccumulatrices comme indicateur biologique de contamination (Ramade, 1992). Il est reconnu que les Annélides Polychètes sont de bons indicateurs de bioaccumulation, notamment des contaminants organiques et des métaux lourds (Tableau. 1).

Tableau. 1 : Principaux contaminants accumulés chez quelques espèces d'annélides polychètes. Données d'après Pocklington et Wells (1992)

| Espèces | Contaminants |
|---------------------------------|--|
| <i>Hediste diversicolor</i> | Pb, As, Cd |
| <i>Glycera convoluta</i> | Métaux lourds |
| <i>Milinna palmata</i> | Cu |
| <i>Neanthes arenaceodentata</i> | Cu |
| <i>Neanthes succinea</i> | Pb, As, Cd |
| <i>Neanthes virens</i> | Hydrocarbures aromatiques polycycliques |
| <i>Neanthes caeca</i> | Ag, Co, Cu, Fe, Pb, Zn, Cd |
| <i>Nephtys cirrosa</i> | Ag, Co, Cu, Fe, Pb, Zn, Cd |
| <i>Nephtys Hombergii</i> | Ag, Co, Cu, Fe, Pb, Zn, Cd |
| <i>Nephtys incisa</i> | Polychlorobiphényles et Hexachlobiphényles |
| <i>Pectinaria belgica</i> | Métaux lourds |

L'accroissement des prélèvements d'annélides polychètes sur le littoral, l'emploi de produits tel que le sulfate de cuivre utilisé en Sicile pour *Perinereis cultrifera* (Gambi et al., 1994) incitant ces vers à quitter leurs galeries et la mécanisation récente des méthodes de récolte provoquent un impact écologique non négligeable. Ainsi les données de terrain obtenues à partir de suivi de populations de *Glycera dibranchiata* exploitées sur les côtes de l'état du Maine aux USA mettent en évidence une diminution des prises, un mauvais recrutement larvaire ainsi qu'un appauvrissement génétique des populations (Brown, 1993). La récolte de l'arénicole des pêcheurs (*Arenicola marina*) par bêchage sur les côtes du Norfolk en Grande Bretagne cause une mortalité massive des coques (*Cerastoderma edule*) (Jackson et James, 1979). Par ailleurs, Ambrose et al., (1998) ont montré que le prélèvement à la fourche de la glycère américaine (*Glycera dibranchiata*) sur les côtes du Maine réduit la survie de la mye des sables (*Mya arenaria*) en endommageant leur coquille et en les exposant à l'air libre ce qui augmente les risques de prédation. Beukema (1995) signale que le prélèvement à la drague de l'arénicole des pêcheurs au niveau des vasières de la mer de Wadden aux Pays-Bas s'accompagne à long terme d'un déclin local des stocks d'arénicoles ainsi que d'une nette diminution de la biomasse du zoobenthos allant presque jusqu'à la disparition complète de la mye des sables ; la récupération de la biomasse benthique nécessitant plusieurs années. Etant donné les dangers encourus par de telles pratiques, certaines résolutions commencent à être adoptées de façon à gérer cette collecte et à conserver cette ressource. Ainsi, Olive (1994) signale qu'en Grande-Bretagne des mesures faisant appel à la désignation d'aires de collecte spécifiques ont été prises par les autorités locales et les agences de conservation de la faune afin de réguler l'accès à l'estran. De même, en Corée, les vasières sont divisées en surfaces rectangulaires pour être exploitées en jachère ce qui assure le renouvellement des populations exploitées.

L'annélide polychète *Perinereis cultrifera* (Grube) fait partie de la famille des *Nereididae*. C'est un ver de couleur bronze vert avec un rouge clair dorsal (Grube, 1840), on le trouve parmi les Rhodophycées, algues rouges meublant les trottoirs et banquettes. Ce dernier est essentiellement utilisé en tant qu'appât pour la pêche sportive à la ligne et pour la pêche récréative. *Perinereis cultrifera* est largement exploité sur le littoral Nord Est-Algerien et il est employé 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. (Rouabah, 2003)

Les quelques études entreprises sur *Perinereis cultrifera* ont surtout été d'ordre écologique et éthologique (Marcel, 1962 ; Boisseau, 1962) et moins d'ordre génétique. Or, comme l'ont déjà signalé de nombreux auteurs, il est fondamental de bien préciser le statut taxonomique des espèces d'importance commerciale et/ou écologique.

Les données de la littérature indiquent que *Perinereis cultrifera* peut être considérée comme une espèce à répartition cosmopolite. Cependant, le statut taxonomique de nombreuses espèces d'annélides polychètes demeure à ce jour peu développé et celui de certaines espèces n'est toujours pas résolu. Ainsi, le grand nombre d'espèces à répartition cosmopolite reflète en partie nos lacunes dans ce domaine plutôt qu'une réelle tendance à une large répartition géographique. Fréquemment une révision attentionnée révèle qu'une espèce cosmopolite est souvent composée d'un certain nombre d'espèces possédant une aire de répartition géographique limitée (Hartley, 1984 ; Williams, 1984 ; Kupriyanova et Badyaev, 1998).

Selon Scaps et Rouabah (2001), *Perinereis cultrifera* est un annélide polychète à large répartition géographique. Selon la localisation géographique des populations, le mode de reproduction, l'âge de maturité et les caractéristiques biométriques varient fortement. A l'échelle géographique plus restreinte de la Manche-Atlantique et de la Méditerranée, la congruence des données d'ordre écologique, morphologique et biochimique indique que sous l'appellation de *Perinereis cultrifera* se dissimule un complexe d'espèce.

Les mêmes auteurs rapportent qu'à une échelle géographique plus restreinte de la Manche-Atlantique et de la Méditerranée et dans l'état actuel de nos connaissances, on peut donc émettre l'hypothèse que l'existence de deux stratégies de reproduction et de morphes distincts est l'aboutissement d'un mécanisme de spéciation reflétant l'histoire évolutive des populations. Cette hypothèse semble particulièrement bien étayée par les résultats d'ordre morphologique et biochimique que les auteurs ont obtenus lors de la comparaison des deux formes épitoques présentes en Manche et en Méditerranée. En effet, ils ont constaté d'importantes différences dans la morphologie et dans le nombre de paragnathes à la surface du proboscis. De plus, l'étude des patrons de distribution de bandes de protéines montre que les deux formes épitoques ne partagent qu'un nombre faible de bandes protéiques et se distinguent nettement par la présence de bandes exclusives. D'autre part, l'étude des

isoenzymes révèle que ces deux formes épitoques n'ont en commun aucun allèle. Par ailleurs, ces deux formes occupent des biotopes bien distincts, strates calcaires pour l'une, épaisseur des *Rhodophyceae* pour l'autre.

La congruence des données d'ordre écologique, morphologique et biochimique indique donc clairement que jusqu'à une révision plus poussée du complexe d'espèces *Perinereis cultrifera*, ce nom spécifique devrait être utilisé avec précautions de façon à éviter des comparaisons non justifiées d'études à caractère écologique ou biochimique conduites à partir d'individus issus de différentes régions géographiques, notamment si l'on cherche à développer l'élevage de ces individus.

La synthèse des données portant sur *Perinereis cultrifera*, révèle que la période et le mode de reproduction (atoquie ou épitoquie), l'âge à maturité et les paramètres biométriques varient fortement selon la localisation géographique des populations (Rouabah, 2003). Ainsi, l'ensemble de ces constatations permet de soulever la question suivante : est-ce que l'existence de deux stratégies de reproduction et de différents morphotypes est le résultat de conditions écologiques différentes agissant sur les modalités de reproduction et de la croissance ou est-elle d'ordre génétique ?

Afin de répondre à cette question, il est important de comparer au plan morphologique, biochimique et génétique les différents morphotypes présents sur l'ensemble de l'aire de répartition géographique. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail qui porte sur l'étude du cycle de vie et la comparaison morphologique de deux populations de l'annélide polychète *Perinereis cultrifera* du littoral Nord Est Algérien. Cette étude a été menée conjointement au département des sciences de la nature, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Constantine et au laboratoire de biologie animale et biochimie appliquée, département de biologie, Université d'Annaba.

Dans cette étude comparative de populations de *Perinereis cultrifera* présentes respectivement sur le littoral Nord Est Algérien en Méditerranée et en Manche Atlantique, nous avons inclus des données provenant des travaux récents de Rouabah (2003), qui ont porté sur la comparaison biochimique et génétique de population de *Perinereis cultrifera* du littoral Français et Algérien. Ce présent travail a pour but de définir d'une part, les paramètres de la dynamique des deux populations échantillonnées sur les sites d'Elkala et de Skikda afin

de caractériser le cycle de vie de l'espèce et d'autre part, évaluer les niveaux de variation morphologique des populations.

Nous nous sommes attachés dans un premier temps, à travers une enquête réalisée dans les régions de Skikda et Elkala, à identifier les différentes espèces à valeur commerciale ainsi que les méthodes de récolte utilisées. Nous avons également caractérisé, à travers un suivi s'étalant sur une année complète (décembre 2004 à décembre 2005), le cycle de vie de *Perinereis cultrifera*. Le deuxième chapitre a porté sur l'étude comparative des paramètres biométriques des deux populations de *Perinereis cultrifera* récoltées sur le littoral Nord Est Algérien. Le troisième chapitre a été réservé à une étude comparative sur le plan morphologique de quatre populations provenant respectivement du littoral Nord Est Algérien en Méditerranée (Elkala, Annaba, Skikda) et de la Manche Atlantique (Saint-Aubin-sur-Mer).

مساهمة في الدراسة التصنيفية لعشيرة الديدان الحلقية كثيرات الأشواك
Perinereis cultrifera في البحر الأبيض المتوسط
-الساحل الشمالي الشرقي-

ملخص:

استغلال الديدان الحلقية كثيرات الأشواك و أهميتها في الدراسات لعلم السموم البيئي يشمل حاليا عدد كبير من مجالات البحث. لقد تم إحصاء ثلاثة أنواع من الديدان كثيرات الأشواك في الجزائر تستعمل كغذاء لاصطياد الأسماك، لذلك فإن جمع و طرق استغلال هذه الديدان يمثل خطرا على البيئة و ما تشمله من حيوانات و نباتات.

من بين الأنواع التي لها قيمة تجارية يوجد نوع كثيرات الأشواك *Perinereis cultrifera* المعروفة محليا تحت اسم دودة الصخر، و هو النوع المطلوب بكثرة لأنه مقاوم لظروف التخزين و كذلك يتمسك جيدا بالآلة المستعملة في الصيد. و من حيث توزيعه الجغرافي لوحظ الإهتمام به في الدول المطلة على المحيط الأطلسي (فرنسا، البرتغال) و كذلك الدول المطلة على البحر الأبيض المتوسط (فرنسا، الجزائر، إيطاليا، تونس).

و حسب الموقع الجغرافي فإن طريقة التكاثر و العمر عند البلوغ و الخصائص الطبيعية تكون ذات إختلاف متباين و ذلك على السلم الجغرافي الضيق للمحيط الأطلسي- بحر المانش و البحر الأبيض المتوسط، فالإختلافات في المعطيات الترتيبية و المورفولوجية و البيوكيميائية تدل بأن تحت التسمية *Perinereis cultrifera* يختفي نوع معقد.

في هذا المضمون فإن الغرض من العمل هو المشاركة في الدراسة البيولوجية للنوع المحلي الذي تم جمعه من منطقة سكيكدة و القالة بهدف تشخيص دورة الحياة و ذلك اعتمادا على متابعة سنوية امتدت ما بين (ديسمبر 2004 حتى ديسمبر 2005)، و التأكيد من خلال دراسة مقارنة على الصعيد المورفولوجي للعشيرة التي تم جمعها من الساحل الشمالي الشرقي للبحر الأبيض المتوسط مع العشيرة التي تم جمعها على سواحل المحيط الأطلسي.

الكلمات المفاتيح: الحلقيات، كثيرات الأشواك، نوع تجاري، دورة حياة، حركية العشيرة، التكاثر، النمو، استغلال.

| | lobe I | lobe II D | lobe II G | lobe III | lobe IV D | lobe IV G | lobe V | lobe VII VIII | IIId -IIg I | IVd-IVg I | TOTALE | N |
|--------------------|--------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|---------------|-------------|-----------|-----------|----|
| Moyenne | | | | | | | | | | | | |
| <i>Skikda</i> | 1,43 | 11,4 | 11,9 | 5,1 | 14,4 | 14,83 | 2,8 | 38,26 | 0,15 | 0,41 | 100,13 | 30 |
| <i>Elkala</i> | 1,36 | 11,43 | 11,6 | 5,9 | 15,56 | 15,86 | 2,76 | 38,03 | 0,54 | 0,28 | 102,53 | 30 |
| <i>St-Cloud</i> | 2,37 | 15,8 | 15,4 | 9,33 | 15,9 | 15,43 | 2,53 | 63,87 | 1,56 | 1,2 | 141,1 | 30 |
| <i>St-Aubin</i> | 1,73 | 10,17 | 10,37 | 7,93 | 16,17 | 16,03 | 3,1 | 38,83 | 1,13 | 1,73 | 105,7 | 30 |
| Ecart-types | | | | | | | | | | | | |
| <i>Skikda</i> | 0,77 | 2,19 | 2,46 | 1,78 | 2,19 | 2,21 | 0,61 | 3,26 | 2,32 | 2,19 | 10,72 | 30 |
| <i>Elkala</i> | 0,61 | 2,19 | 2,25 | 2,02 | 2,43 | 2,67 | 0,72 | 3,49 | 2,2 | 2,53 | 10,27 | 30 |
| <i>St-Cloud</i> | 0,61 | 2,14 | 2,51 | 2,09 | 2,35 | 2,19 | 0,86 | 3,73 | 0,17 | 0,18 | 8,11 | 30 |
| <i>St-Aubin</i> | 0,45 | 1,7 | 2,39 | 1,46 | 2,89 | 2,93 | 0,3 | 2,48 | 0,26 | 0,27 | 8,82 | 30 |
| Classes | | | | | | | | | | | | |
| <i>Skikda</i> | 1 - 4 | 7 - 15 | 7 - 16 | 4 - 10 | 10 - 19 | 11 - 21 | 1 - 3 | 33 - 43 | 0 - 2 | 0 - 3 | 84 - 127 | 30 |
| <i>Elkala</i> | 1 - 3 | 6 - 14 | 7 - 15 | 3 - 11 | 11 - 21 | 11 - 21 | 1 - 4 | 33 - 45 | 0 - 3 | 0 - 2 | 90 - 131 | 30 |
| <i>St-Cloud</i> | 1 - 3 | 12 - 19 | 11 - 21 | 6 - 14 | 11 - 19 | 11 - 21 | 1 - 3 | 55 - 72 | 0 - 4 | 0 - 3 | 127 - 160 | 30 |
| <i>St-Aubin</i> | 1 - 2 | 7 - 14 | 7 - 18 | 3 - 11 | 10 - 21 | 10 - 21 | 3 - 4 | 33 - 43 | 0 - 6 | 0 - 6 | 81 - 116 | 30 |

Tableau. 15 : Valeurs des moyennes, des écart-types et des gammes de distribution du nombre de paragnathes composant les différents groupes et du nombre total de paragnathes chez les deux populations de *P. cultrifera* étudiées.

Mesures d'asymétrie ($| \text{IIId} - \text{IIg} |$ et $| \text{IVd} - \text{IVg} |$)

- PLANCHES -

PLANCHE.1

Les espèces à potentiel commercial dans les régions du littoral Nord Est Algérien

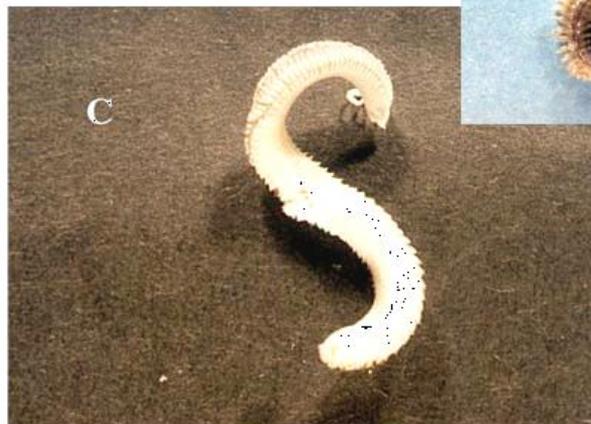


Planche. 2 : Individus épitoques récoltés lors de la période de reproduction
sur le littoral Nord Est Algérien .



Planche. 3 :

Perinereis cultrifera: Individus récoltés sur le littoral Nord Est Algérien.
Paragnathes des différents groupes

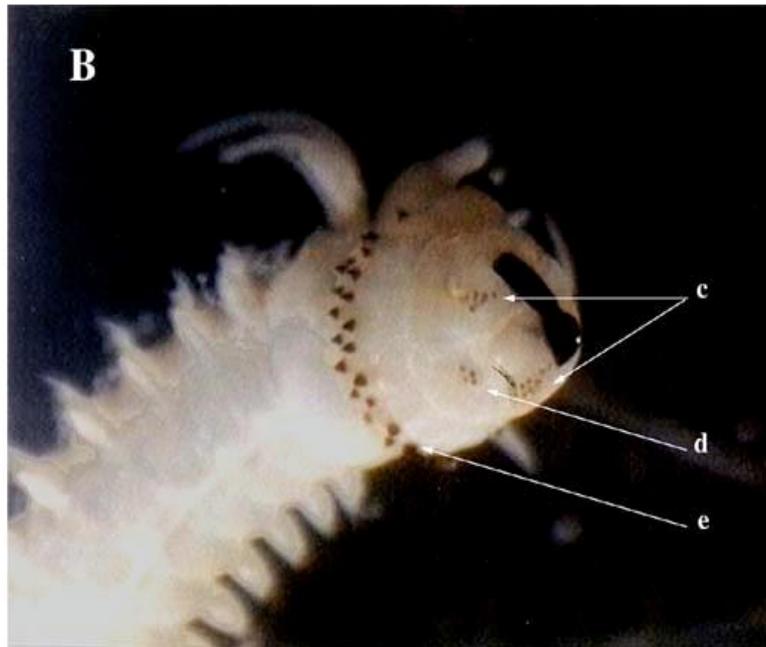
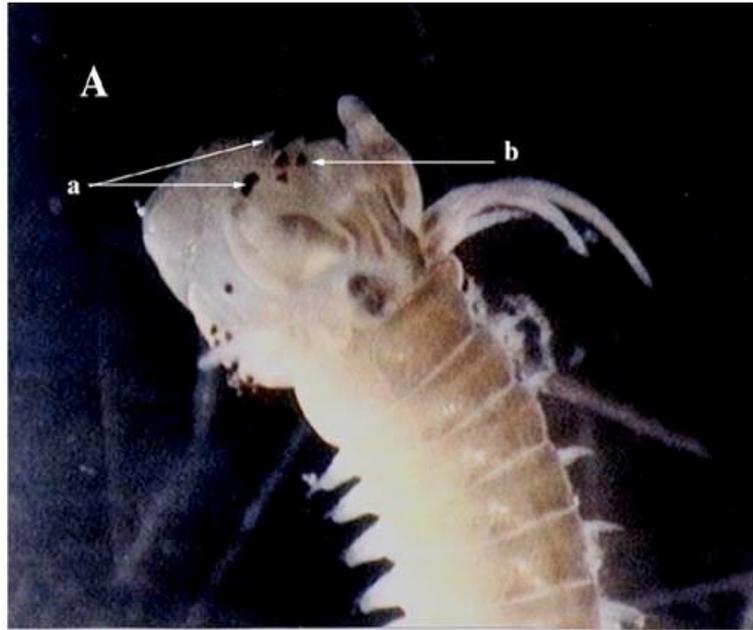


Planche. 1 : Les espèces à potentiel commercial sur le littoral Nord Est Algérien dans les régions de Skikda et Elkala. (in Rouabah, 2003)

A - *Perinereis cultrifera* (*Nereididae*): connu sous le nom de « ver de rocher ».

B - *Hediste diversicolor* (*Nereididae*): connu sous le nom de « ver de vase ».

C - *Scolelepis squamata* (*Spionidae*): connu sous le nom de « ver de sable ».

Planche. 2 : Individus épitoques récoltés lors de la période de reproduction sur le littoral Nord Est Algérien. (in Rouabah, 2003)

A – Individu épitoque vue en face dorsale :

Heteronereis à épitoque médiane et postérieure.

Transformation des parapodes avec apparition de lamelles foliacées.

B – Individu épitoque vue en face ventrale :

Transformations somatiques à partir du 15^{ème} sétigère.

Tassement des segments de la partie médiane et postérieure.

Planche. 3 : Individus récoltés sur le littoral Nord Est Algérien.
Paragnathes des différents groupes

A – Tête et trompe extroversées vue en face dorsale :

a – Paragnathes du groupe VI : un seul paragnathe transversal de chaque côté.

b – Paragnathes du groupe V : 3 paragnathes cornés en triangle.

B – Tête et trompe extroversées vue en face ventrale :

c – Paragnathes du groupe IV : amas triangulaire de chaque côté.

d – Paragnathes du groupe III : amas rectangulaire à 2 rangs.

e – Paragnathes du groupe VII et VIII : double rangée transversale.

- LISTE DES FIGURES -

- Figure. 1 – Carte mondiale représentant les principaux centres d'exploitation commerciale de vers marins ainsi que les principales voies d'exportation (d'après Olive, 1994).....4
- Figure. 2 – Structure générale de *Perinereis cultrifera* (in Maltagliati, 2005).....13
- Figure. 3 – Coupe transversale d'un segment moyen du corps de *Perinereis cultrifera* (in Rouabah, 2003).....13
- Figure. 4 - Les différentes parties taxonomiques (*Perinereis* Browse, Grube, 1840).....15
- Figure. 5 - Détail de la partie antérieure de *Perinereis cultrifera*.....15
- Figure. 6 - Tête et trompe extroversées de *Nereididae*. Ordre des groupes de paragnathes (d'après Fauvel, 1923).....16
- Figure. 7 - Mode de reproduction chez les Néréidiens (d'après Durchon, 1967).....18
- Figure. 8 - Transformations morphologiques des parapodes chez *Perinereis cultrifera* mâle mature (d'après Durchon, 1955).....19
- Figure. 9 - Modifications hétéronéréidiennes des parapodes de *Perinereis cultrifera* (d'après Bauchot-Botin et Bobin, 1954).....20
- Figure. 10 - Schéma proposé pour expliquer la distribution spatio-temporelle des individus de *Perinereis cultrifera* (d'après Scaps et al., 1992).....22
- Figure. 11 – Cycle de vie de *P. cultrifera* réalisé d'après les données de Cazaux (1970).....23
- Figure. 12 - Représentation schématique d'un réseau de galeries de *Perinereis cultrifera* (d'après Scaps et al., 1998).....25

| | |
|---|----|
| Figure. 13 - localisations des sites d'échantillonnage de <i>Perinereis cultrifera</i> Sur le littoral nord est algérien à Skikda et Elkala..... | 29 |
| Figure. 14 - Représentation schématique de la surface d'échantillonnage avec les cinq zones de récolte..... | 30 |
| Figure. 15 - Relation entre poids partiel formolé essuyé et poids frais essuyé..... | 32 |
| Figure. 16 - Histogramme de distribution de fréquence du rang de cassure..... | 32 |
| Figure. 17 - Histogramme de densité saisonnière en vers <i>Perinereis cultrifera</i> (hiver, été), sur les deux régions d'étude..... | 36 |
| Figure. 18 - Variations mensuelles de la température de l'eau de mer à marée basse et de la température ambiante diurne et nocturne à Skikda..... | 38 |
| Figure. 19 - Variations mensuelles de la température de l'eau de mer à marée basse et de la température ambiante diurne et nocturne à Elkala..... | 39 |
| Figure. 20 - Evolution du diamètre ovocytaire moyen de la population <i>Perinereis cultrifera</i> en fonction du temps. (A) : Skikda (B) : Elkala..... | 41 |
| Figure. 21 - Evolution de la sexualité de <i>P. cultrifera</i> en fonction du temps (A): Skikda (B) : Elkala..... | 46 |
| Figure. 22 - Evolution des poids frais essuyé moyens chez la population échantillonnée à Skikda mensuels au cours de la période (Décembre 2004-décembre 2005). (A): population totale (B) : Sexués et indifférenciés..... | 50 |
| Figure. 23 - Evolution des poids frais essuyé moyens chez la population échantillonnée à Elkala mensuels au cours de la période (Décembre 2004-décembre 2005). (A): population totale (B) : Sexués et indifférenciés..... | 51 |

| | |
|---|----|
| Figure. 24A - Histogramme de fréquence pondérale de la population de <i>P.cultrifra</i> issue de Skikda au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005..... | 54 |
| Figure. 24B - Histogramme de fréquence pondérale de la population de <i>P.cultrifra</i> issue de Skikda au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005..... | 55 |
| Figure. 25A - Histogramme de fréquence pondérale de la population de <i>P.cultrifra</i> issue d'Elkala au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005..... | 56 |
| Figure. 25B - Histogramme de fréquence pondérale de la population de <i>P.cultrifra</i> issue de Skikda au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005..... | 58 |
| Figure. 26 - Carte des côtes Nord-Ouest de l'Europe et des côtes méditerranéennes localisant les sites où le mode de reproduction de <i>P. cultrifera</i> a été étudié..... | 61 |
| Figure. 27 – Carte de l'Europe Occidentale et de l'Afrique du nord montrant la localisation des sites des récoltes..... | 66 |
| Figure. 28 - Histogramme de distribution de fréquence du nombre de segments et du rang de cassure..... | 68 |
| Figure. 29 - Courbes de corrélation entre le nombre de paragnathes et la taille des individus. (A) Skikda ; (B) Elkala..... | 70 |
| Figure. 30 - Courbes de corrélation entre le nombre de paragnathes et la taille des individus. (C) Saint-Aubin-sur-mer ; (D) Saint-Cloud Annaba..... | 71 |
| Figure. 31 - Schéma résumant les résultats de la (p.p.d.s)..... | 76 |
| Figure. 32 - dendrogramme de distances entre les quatre formes épitoque de <i>Perinereis</i> <i>cultrifera</i> construit sur la base de l'indice de similarité obtenu à partir des huit paramètres morphométriques..... | 85 |

Figure. 33 - : Histogrammes de distribution de fréquence du nombre totale de paragnathes et du nombre de paragnathes des groupes : I ; II ; III ; V ; VII-VIII des individus provenant des sites de : Skikda, Annaba, Elkala et Saint-Aubin.....86

- **LISTE DES TABLEAUX** -

| | |
|--|----|
| Tableau. 1 – Principaux contaminants accumulés chez quelques espèces dannélides polychètes. Données d’après Pocklington et Wells (1992)..... | 5 |
| Tableau. 2 – Valeurs de densité saisonnière en <i>Perinereis cultrifera</i> (hiver, été) sur les deux sites..... | 37 |
| Tableau. 3 – Température ambiante et température de l’eau à marée basse enregistrées sur le littoral de Skikda au cours de la période décembre 2004-décembre 2005..... | 38 |
| Tableau. 4 – Température ambiante et température de l’eau à marée basse enregistrées sur le littoral de Elkala au cours de la période décembre 2004-décembre 2005..... | 39 |
| Tableau. 5 – Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles échantillonnées à Skikda au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005)..... | 42 |
| Tableau. 6 – Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles échantillonnées à Elkala au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005)..... | 42 |
| Tableau. 7 – Différentes proportions des individus épitoques mâles et femelles au cours du cycle de reproduction (Décembre 2004- Décembre 2005) population échantillonnée à Skikda..... | 43 |
| Tableau. 8 – Différentes proportions des individus épitoques mâles et femelles au cours du cycle de reproduction (Décembre 2004- Décembre 2005) population échantillonnée à Elkala)..... | 44 |
| Tableau. 9 – Proportions des individus sexués par rapport a la population totale et des mâles et femelle par rapport a la population sexuée au cours du cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005). site de Skikda..... | 47 |

| | |
|---|----|
| Tableau. 10 – Proportions des individus sexués par rapport a la population totale et des mâles et femelle par rapport a la population sexuée au cours du cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005). site d'Elkala..... | 47 |
| Tableau. 11 – Evolution de la maturation sexuelle de <i>Perinereis cultrifera</i> au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005). population échantillonnées à Skikda..... | 48 |
| Tableau. 12 – Evolution de la maturation sexuelle de <i>Perinereis cultrifera</i> au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005). population échantillonnées à Elkala..... | 48 |
| Tableau. 13 – Variation du poids frais essuyé moyens de la population totale, des individus sexués et indifférenciés au cours dun cycle annuel Décembre 2004 – Décembre 2005 Skikda..... | 52 |
| Tableau. 14 – Variation du poids frais essuyé moyens de la population totale, des individus sexués et indifférenciés au cours dun cycle annuel Décembre 2004 – Décembre 2005 Elkala..... | 52 |
| Tableau. 15 – Valeurs des moyennes, des écart-types et des gammes de distribution du nombre de paragnathes composant les différents groupes et du nombre total de paragnathes chez les deux populations de <i>P. cultrifera</i> étudiées Mesure d'asymétrie ($ IId - IIg $ et $ IVd - IV $)..... | 73 |
| Tableau. 16 – Comparaison des moyennes de chaque lobe pour les quatre populations analysées sur la base de critères morphométriques..... | 74 |
| Tableau. 17 – Coefficient de corrélation de Pearson entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de <i>Perinereis cultrifera</i> récolté à Skikda..... | 79 |
| Tableau. 18 – Coefficient de corrélation de Pearson entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de <i>Perinereis cultrifera</i> récolté à Elkala..... | 80 |

| | |
|---|----|
| Tableau. 19 – Coefficient de corrélation de Pearson entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de <i>Perinereis cultrifera</i> récolté à St-Aubin..... | 81 |
| Tableau. 20 – Coefficient de corrélation de Pearson entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de <i>Perinereis cultrifera</i> récolté à Annaba..... | 82 |
| Tableau. 21 – Résultats des tests de l'analyse de la variance multivariée à un critère de classification..... | 83 |

- **LISTE DES PLANCHES** -

Planche. 1 – Les espèces à potentiel commercial dans les régions du littoral
Nord Est Algérien.....99

Planche. 2 – Individus épitoques récoltés lors de la période de reproduction
sur le littoral Nord Est Algérien.....101

Planche. 3 – *Perinereis cultrifera*: Individus récoltés sur le littoral Nord Est Algérien.
Paragnathes des différents groupes.....103

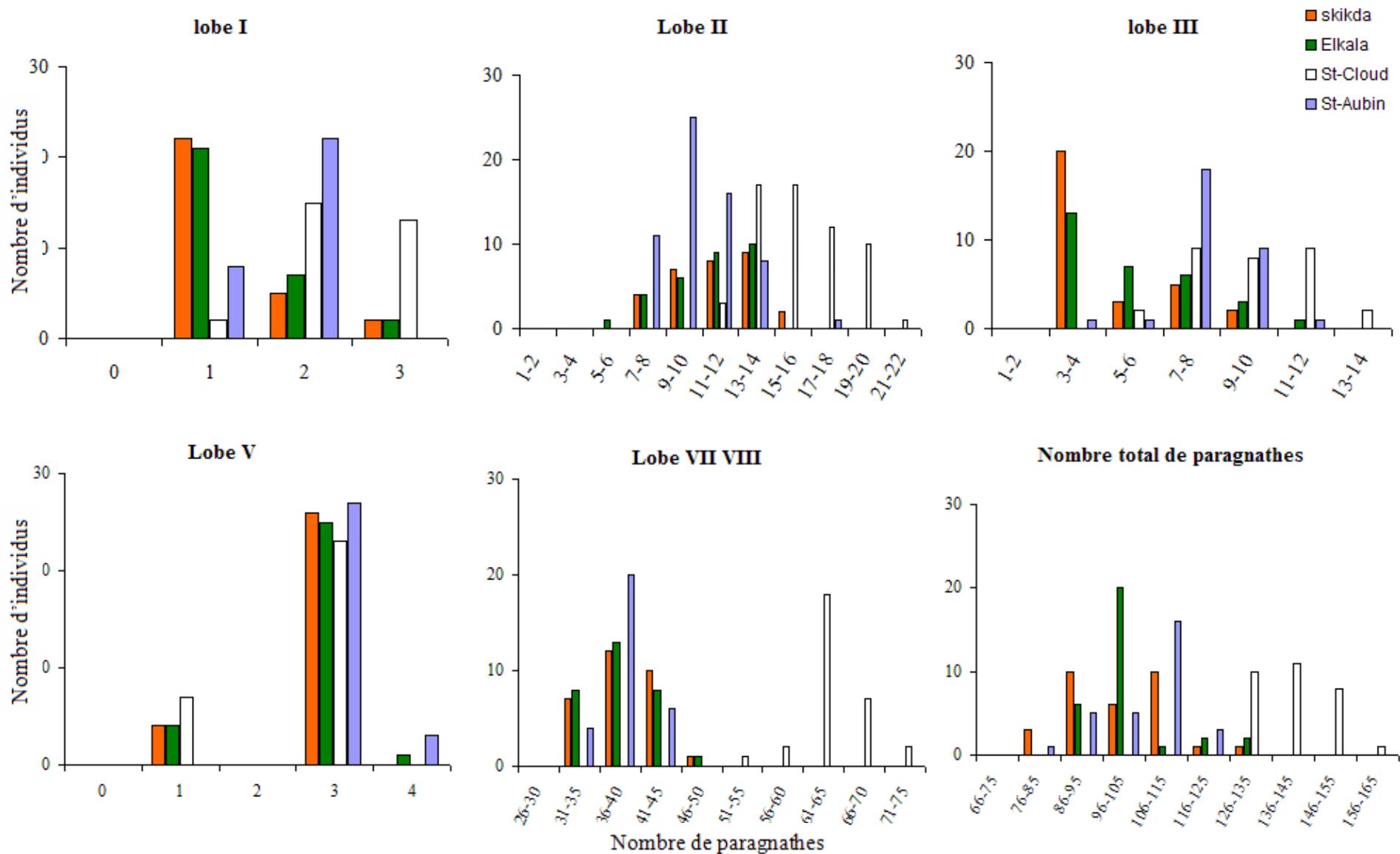


Figure.30 : Histogrammes de distribution de fréquence du nombre totale de paragnathes et du nombre de paragnathes des groupes : I ; II ; III ; V ; VII-VIII des individus provenant des sites de : Skikda, Annaba, Elkala et Saint-Aubin.

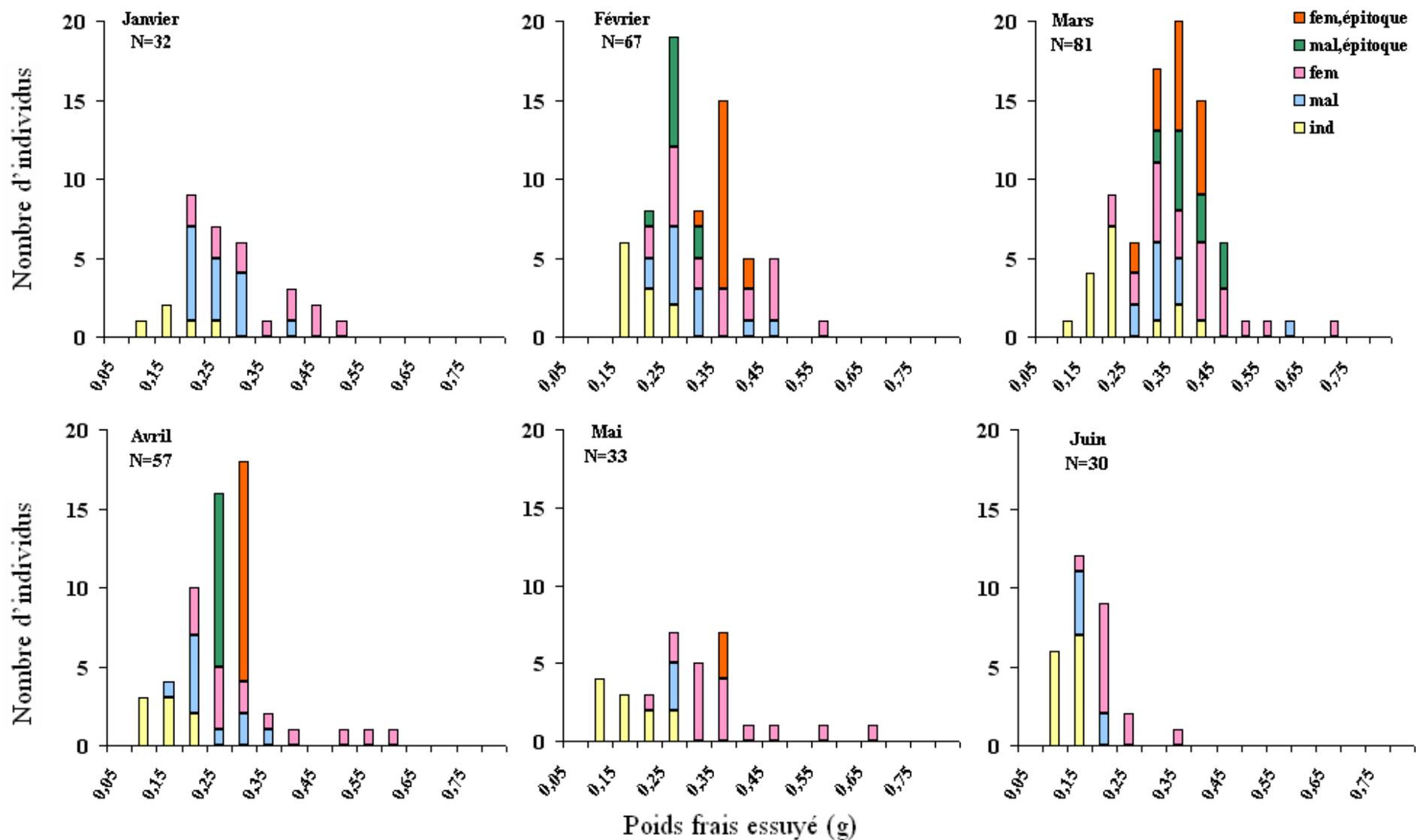


Figure. 24A : Histogrammes de fréquence pondérale de la population de *P.cultrifera* issue de Skikda au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005

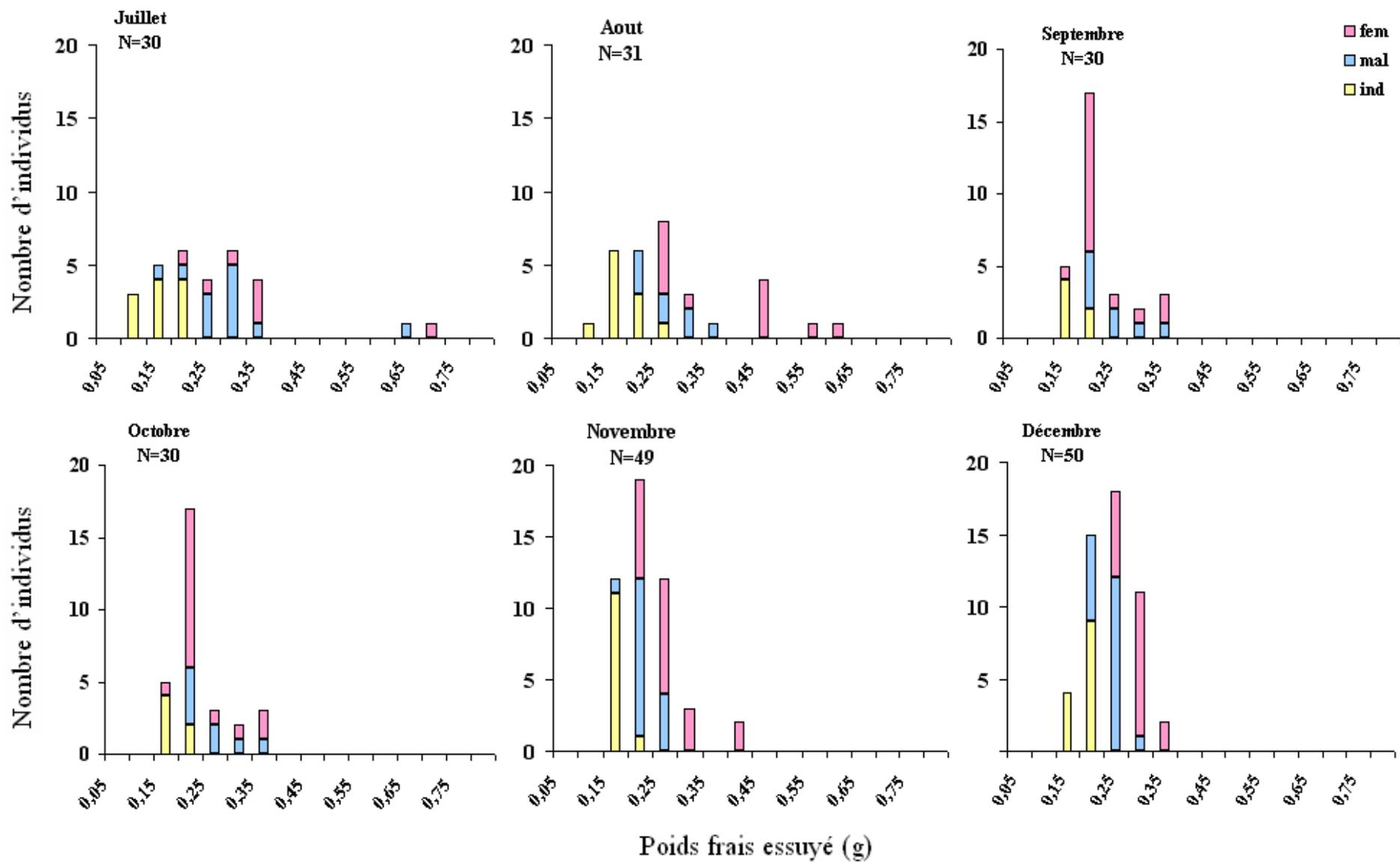


Figure. 24B : Histogrammes de fréquence pondérale de la population de *P. cultrifera* issue de Skikda au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005

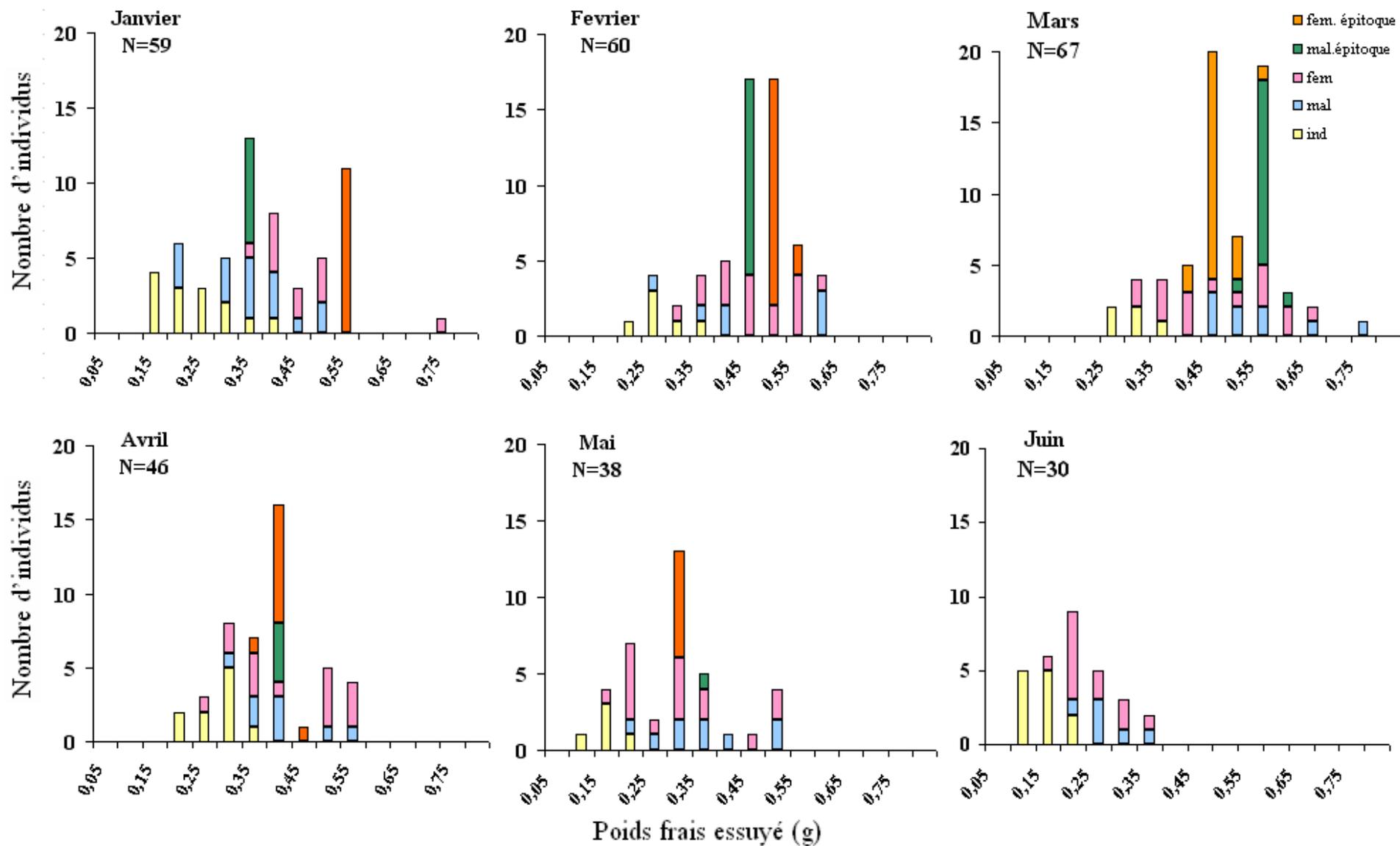


Figure. 25A : Histogrammes de fréquence pondérale de la population de *P. cultrifera* issue d' Elkala au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005

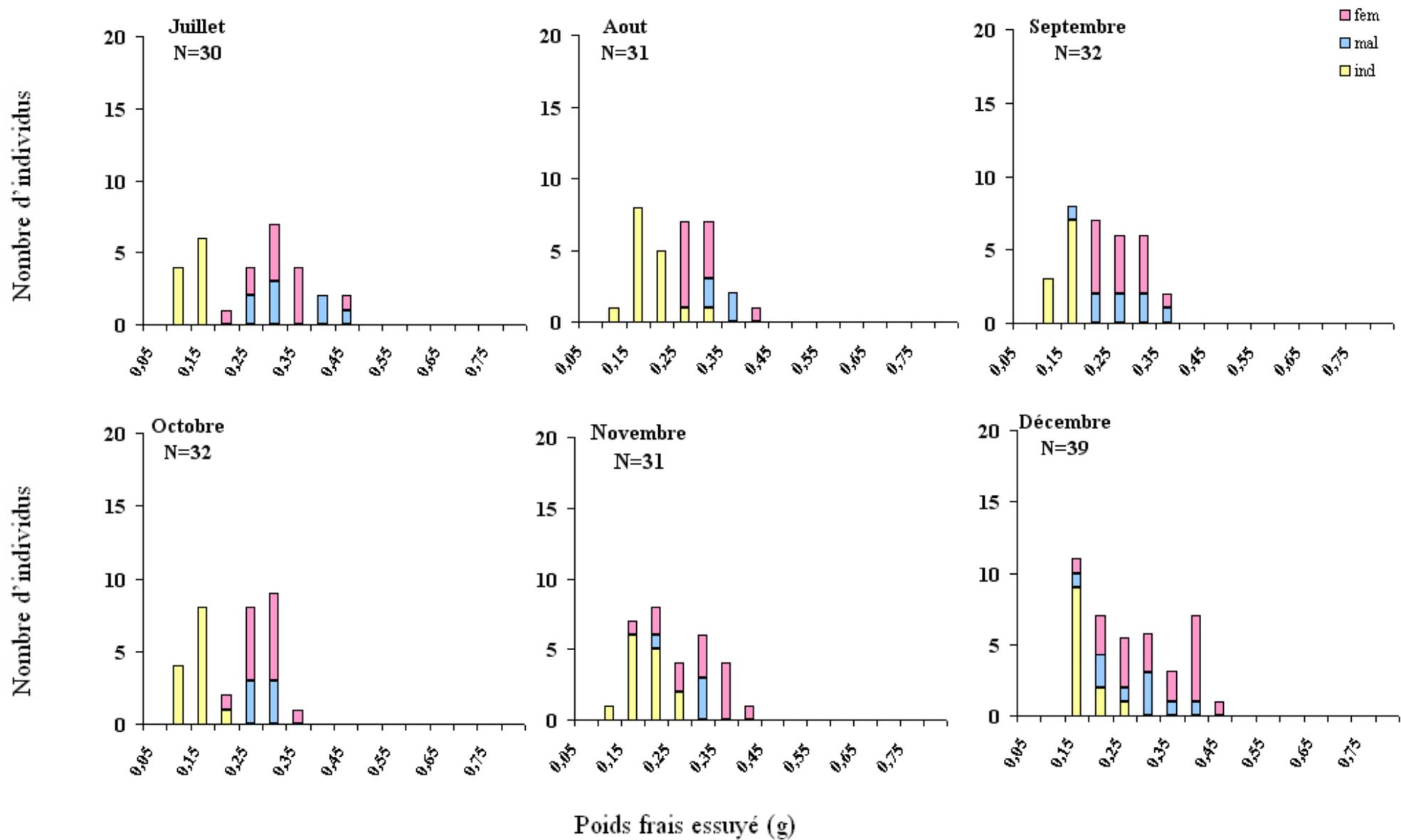


Figure. 25A : Histogrammes de fréquence pondérale de la population de *P. cultrifera* issue d' Elkala au cours d'un cycle annuel décembre 2004 - décembre 2005

CHAPITRE 1

- GENERALITES -

INTRODUCTION

La biodiversité varie beaucoup d'un écosystème à un autre et d'une région à une autre. Dans le milieu terrestre, elle a une valeur élevée dans les forêts équatoriales. Dans le milieu marin, ce sont les récifs coralliens qui ont la diversité la plus élevée, suivi par les vers marins qui participent d'une façon non négligeable à cette biodiversité des écosystèmes marins, dont les annélides représentent une forte proportion.

Les annélides, embranchement groupant les vers annelés, et renfermant environ 9000 espèces. Ils doivent leur nom à la segmentation bien visible de leur corps.

Les trois principales classes de cet embranchement sont :

- les polychètes (le néréis, l'arénicole) environ 5300 espèces, pour la plupart marins et souvent luminescents, ils portent de nombreuses soies sur chaque segment.
- les oligochètes (vers de terre ou lombrics) environ 3000 espèces, avec une majorité d'espèces vivant dans les eaux douces ou dans le sol comme le lombric, ils n'ont que quelques soies par segment.
- les achètes (sangsues) environ 300 espèces, majoritairement dulcicoles comme les sangsues, mais dont certaines formes sont marines ou terrestres, ils n'ont pas de soies.

L'annélide polychète *Perinereis cultrifera* (Grübe) fait partie de la famille des *Nereididae*. Elle est connue en France sous l'appellation vernaculaire de « ver de roche » ou « esque semi-dure ». Ses populations naturelles sont déjà exploitées de façon régulière sur le littoral italien. De par sa répartition géographique, elle intéresse les pays de la façade atlantique (France, Grande-Bretagne, Portugal) et du pourtour méditerranéen (Algérie, Espagne, France, Italie, Tunisie) ; de plus, elle résiste très bien au conditionnement et tient parfaitement à l'hameçon. Compte tenu de sa taille, elle pourrait être substituée aux autres espèces appartenant au genre *Perinereis* qui sont importées en Europe. L'élevage industriel de cette espèce en cycle complet semble donc prometteur et doit être sérieusement envisagé (Scaps, 1992).

1. STRUCTURE GENERALE DE L'ESPECE

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* qui vient de couteau ou couper dans 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. 2).

Une coupe transversale pratiquée dans un segment moyen permet de situer les différents organes. Sous l'épiderme se trouve une couche de muscles circulaires transversaux et quatre muscles longitudinaux (Fig. 3). Dans l'espace laissé libre par la masse musculaire, chaque segment comporte une paire de sacs cœlomiques. 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 et est constitué d'un vaisseau ventral et d'un vaisseau dorsal reliés entre eux au niveau de chaque segment par une paire de dens vasculaires se ramifiant dans les parapodes. Les produits génitaux sont situés dans le cœlome et flottent librement dans le liquide cœlomique 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.

2. TAXONOMIE DE L'ESPECE

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

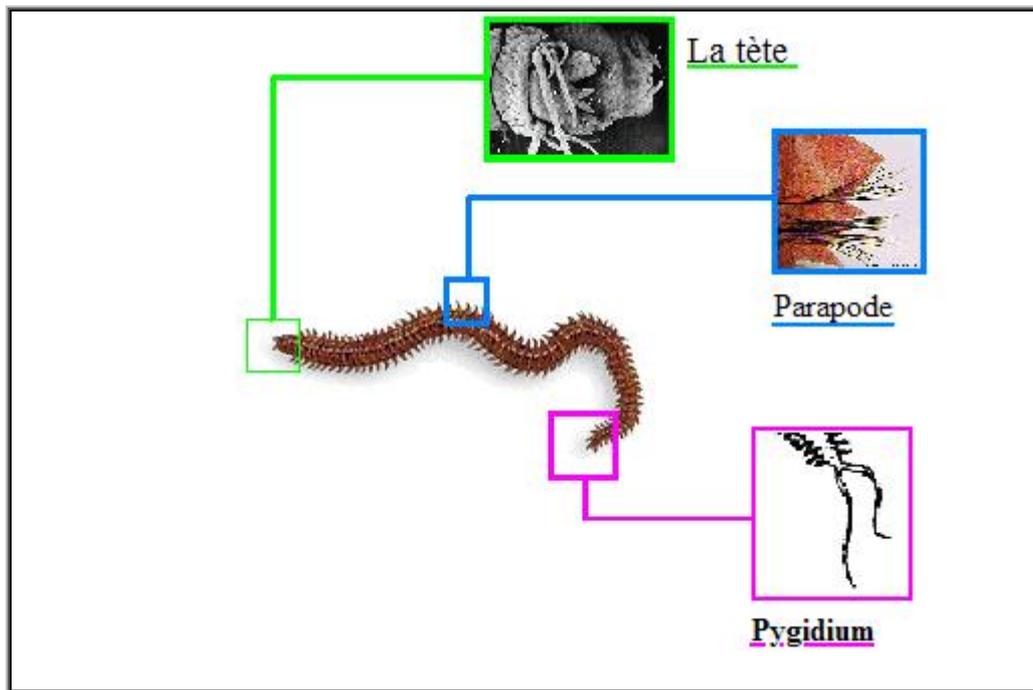


Figure. 2 : Structure générale de *Perinereis cultrifera* (in Maltagliati, 2005).

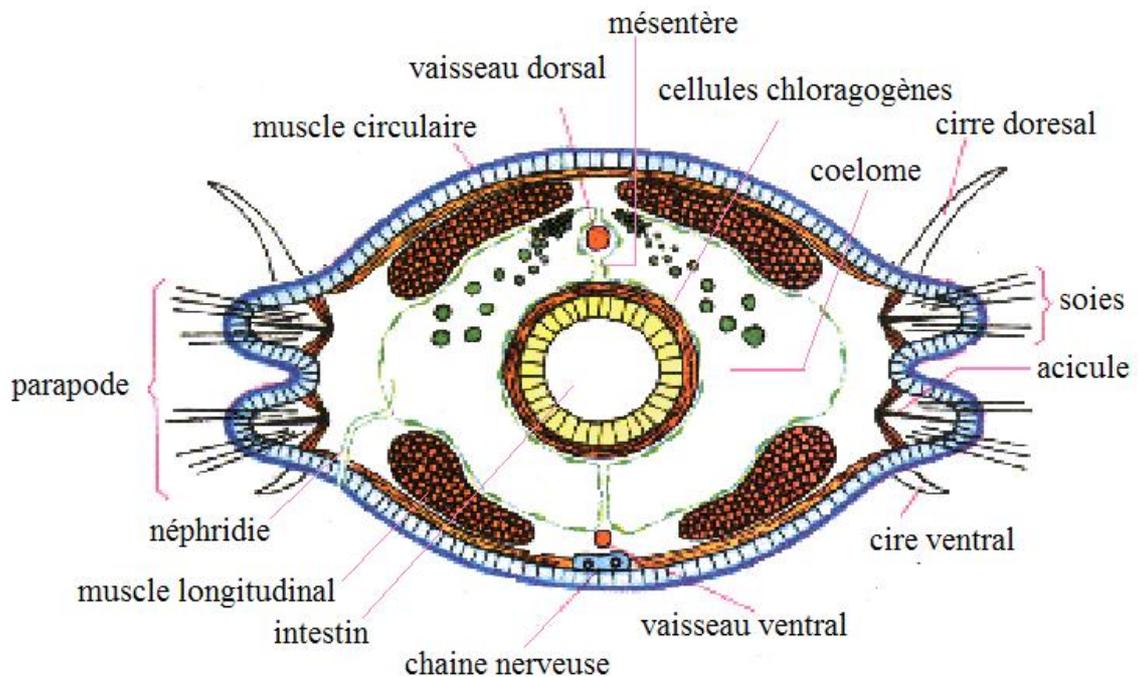


Figure. 3 : Coupe transversale d'un segment moyen du corps de *Perinereis cultrifera*. (in Rouabah, 2003).

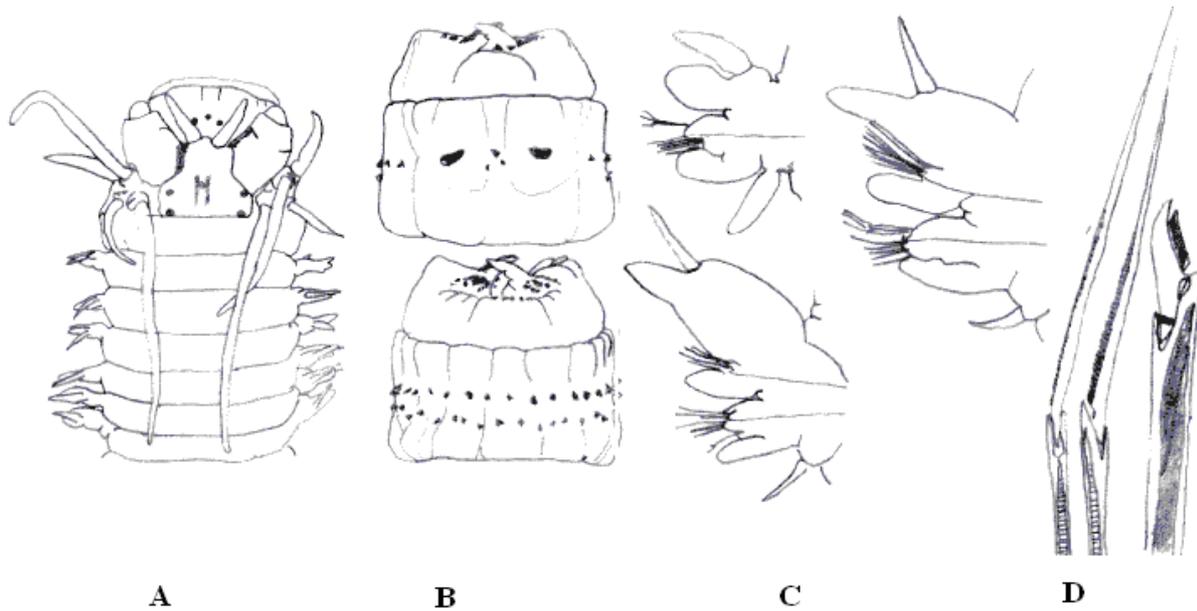
2.1. Taxonomie : (NODC, 1996)

Royaume : Animalia (animaux)
Règne : Annelida (annélides)
Classe : Polychaeta (polychètes)
Sous classe : Palpata
Ordre : Aciculata
Sous ordre : Phyllodocida
Famille: Nereididae Johnston, 1865
Genre: Perinereis Kinberg, 1866
Espèce : Perinereis cultrifera, Grube 1840

2.2. Traits taxonomique

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. 4 et 5).

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. 6). 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 côtes de la même face ; le groupe VII le milieu de la face ventrale et les groupes VIII les côtés de cette face.



- A : segments Antérieurs constituant la tête.
- B : Répartition des paragnathes sur la face dorsale et la face ventrale.
- C : Parapodes vue face dorsale et face ventrale.
- D : Soie chinatineuse.

Figure. 4 : les différentes parties taxonomiques.

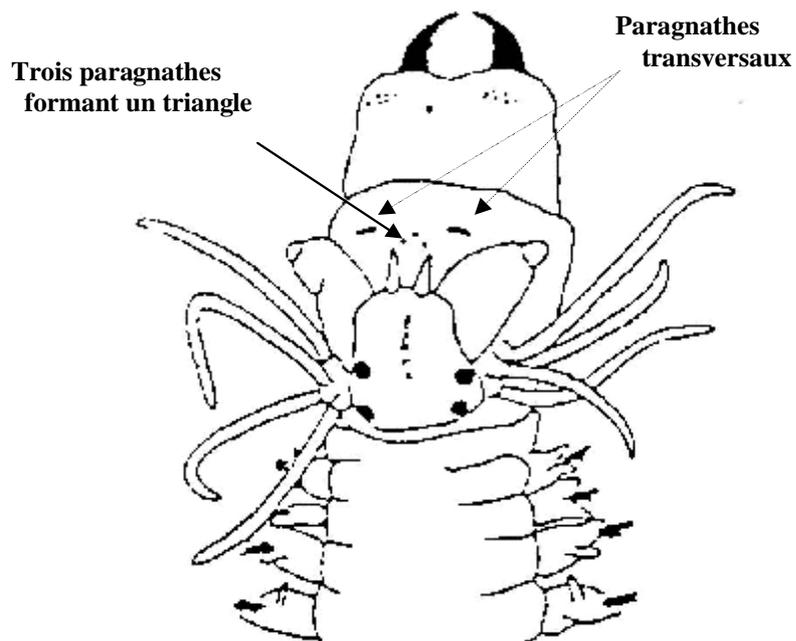


Figure. 5: Détail de la partie antérieure de *Perinereis cultrifera*.

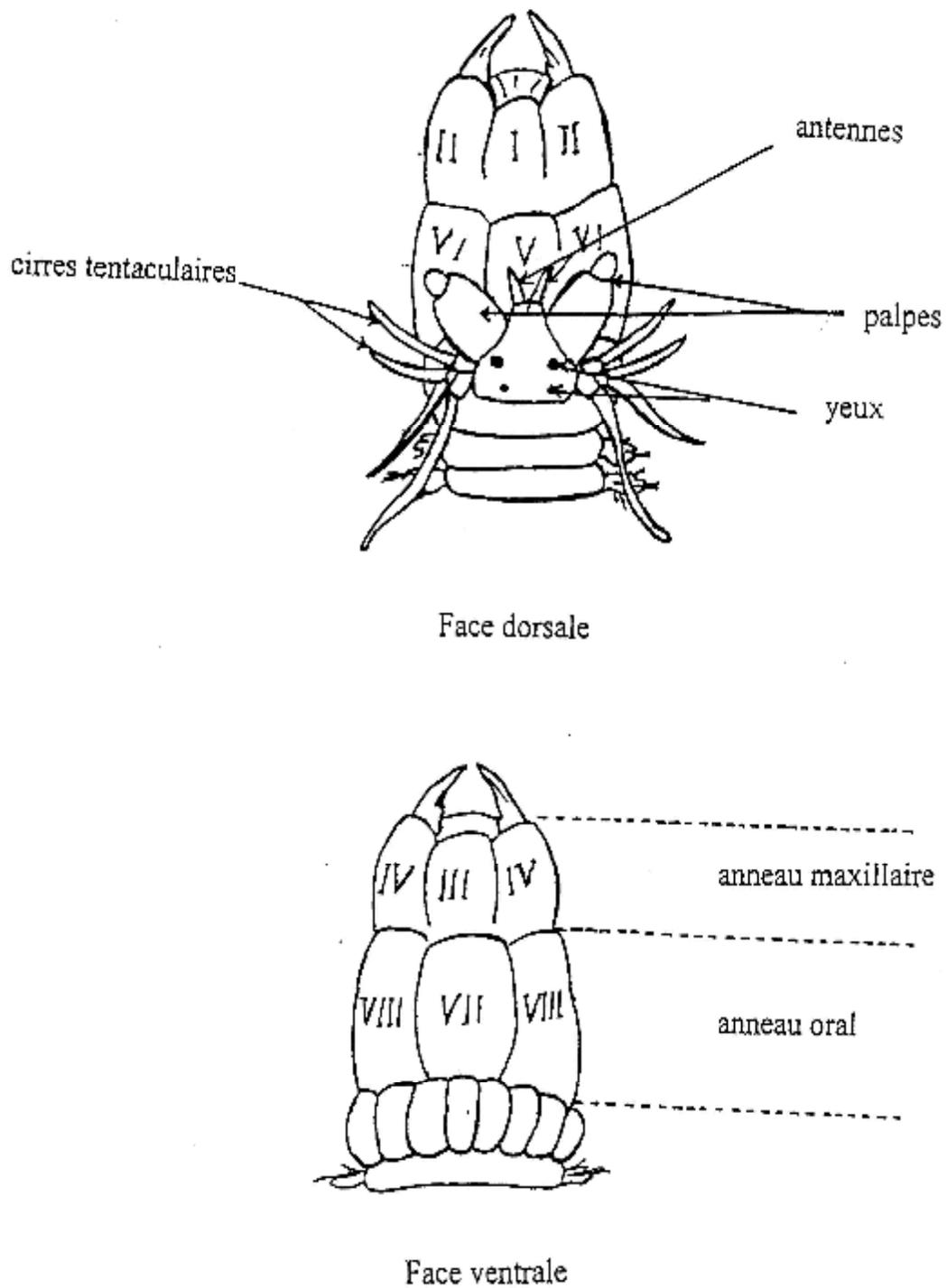


Figure. 6 : Tête et trompe extroversée de *Nereididae*. Les chiffres romains indiquent l'ordre des groupes de paragnathes (d'après Fauvel, 1923).

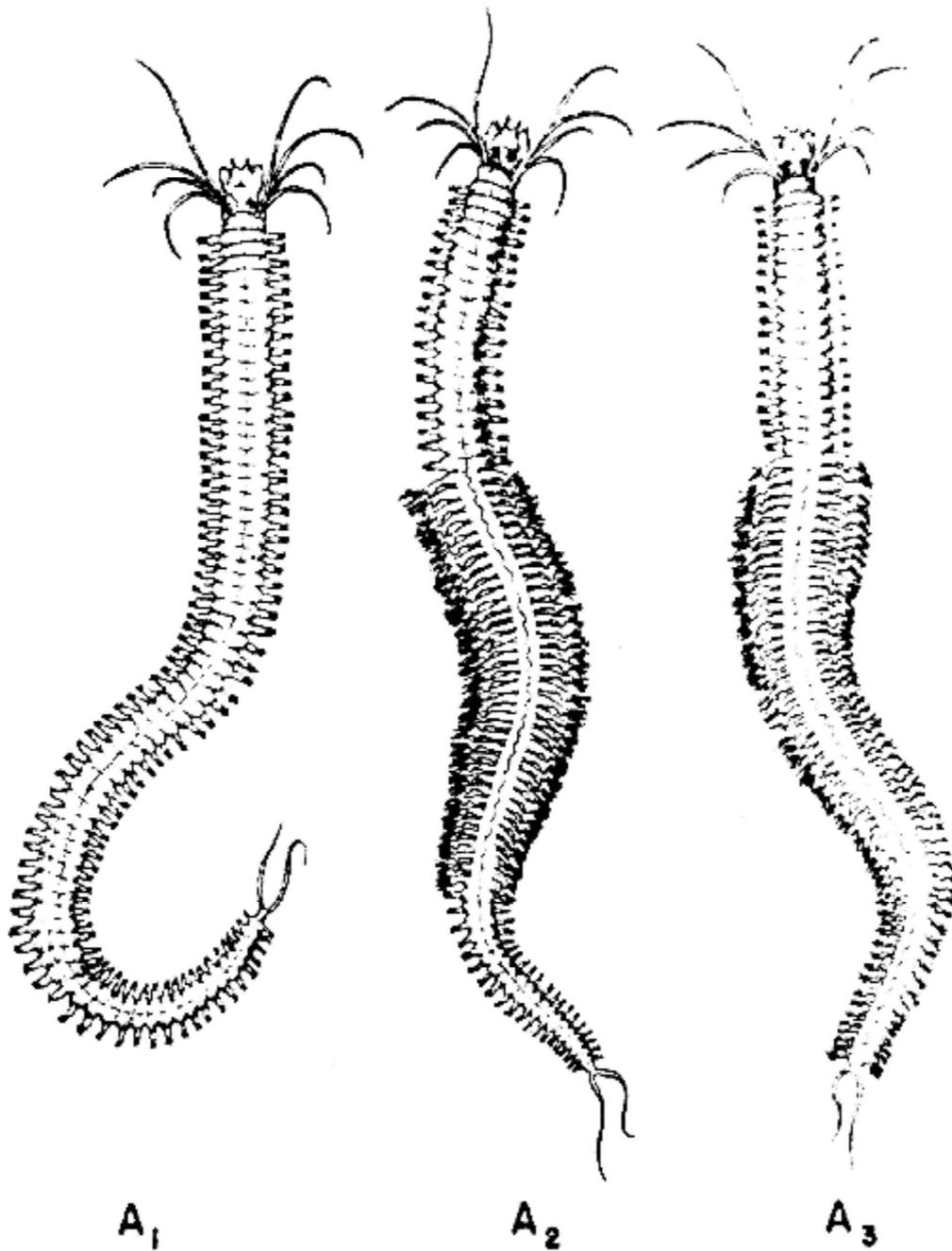
3. MODE DE REPRODUCTION ET AGE DE MATURITE

Perinereis cultrifera est une espèce gonochorique. Selon la localisation géographique des populations, la reproduction s'effectue sans modifications morphologiques « atoque » où elle s'accompagne de transformations somatiques appelées « épitoque » (Durchon, 1967). La reproduction de *Perinereis cultrifera* est de type épitoque en Manche et en Atlantique, la ponte a lieu en pleine eau d'avril à juillet selon la provenance des individus et est 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'épitoque 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), à Annaba sur le littoral Nord Est Algérien, (Rouabah, 2003) 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 lune 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. 7). 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. 7 : 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. 7). *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. 8).

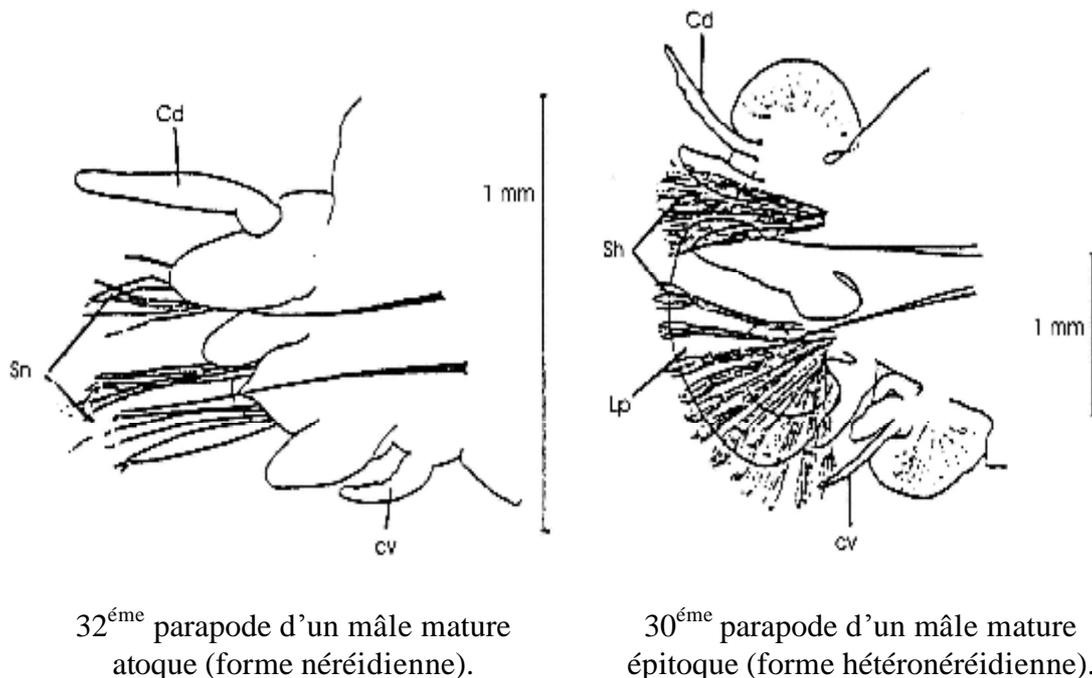
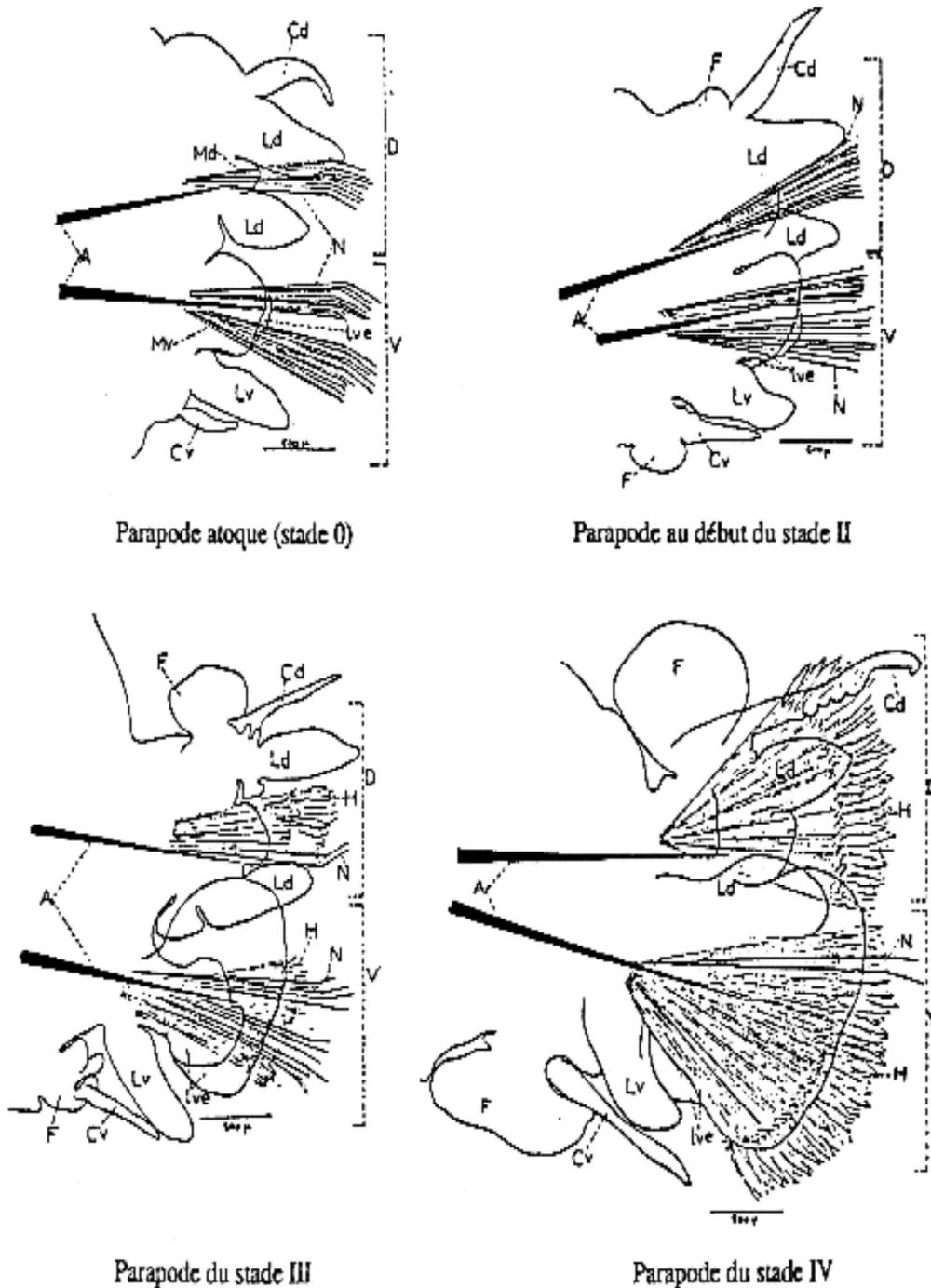


Figure. 8 : Transformations morphologiques des parapodes chez *Perinereis cultrifera* mâle mature (d'après Durchon, 1955)

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

Ces mêmes auteurs ont mis en évidence l'existence de quatre stades (Fig. 9), entre l'état atoque qui correspond au « stade 0 » et l'état parfaitement épitoque qui correspond au « stade IV » en passant par des stades intermédiaires d'épitoque « stade II » et « stade III ».



A : acicules ; **Cd** : cirre dorsal ; **Cv** : cirre ventral ; **D** : rame dorsale ; **F** : lobes foliacés des cirres dorsal et ventral ; **H** : soies hétéronériennes ; **Ld** : languette dorsale ; **Lv** : languette ventrale ; **Lve** : Lèvre du mamelon sétigère ventral ; **Md** : mamelon sétigère dorsal ; **Mv** : mamelon sétigère ventral ; **N** : soies nériennes ; **V** : rame ventrale

Figure. 9 : Modifications hétéronériennes des parapodes de *Perinereis cultrifera* (d'après Bauchot-Botin et Bobin, 1954)

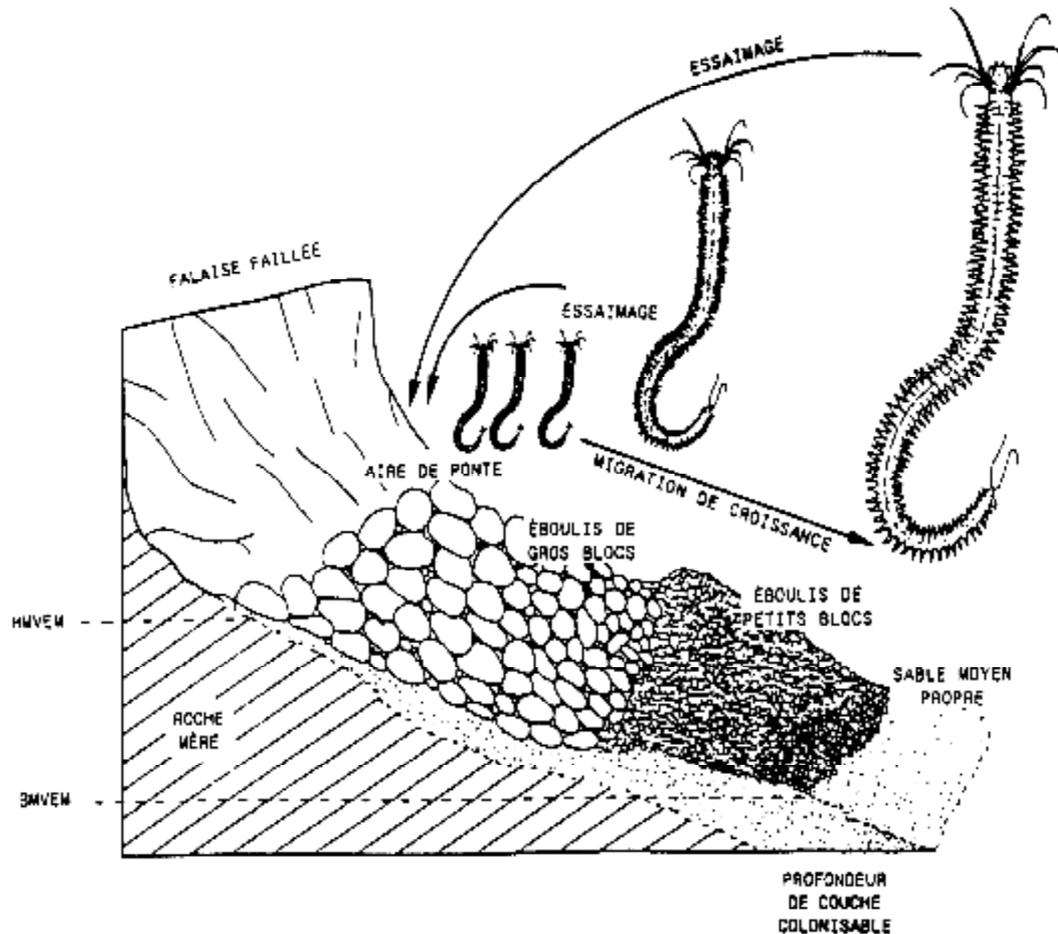
Les modifications anatomiques consistent en une histolyse musculaire et du tube digestif qui cesse d'être fonctionnel. Chez *Perinereis cultrifera* les modifications sont plus accentuées chez les mâles que chez les femelles. Les individus touchés par l'épitoquie passent d'une vie sédentaire à une vie pélagique. Cette phase reproductive très brève s'effectue au cours d'essaimage et s'accompagne de la mort des géniteurs après l'émission des produits sexuels.

4. CYCLE DE DEVELOPPEMENT

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. 10). 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 leur 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. 11). La fécondation est externe et a lieu dans l'eau de mer. L'œuf fécondé subit un développement embryonnaire qui conduit à une larve trocophore lécitotrophe qui se métamérise en métatrocophore. 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.



HMVEM : hautes mers de vives eaux moyennes
BMVEM : basses mers de vives eaux moyennes

Figure. 10 : Schéma proposé pour expliquer la distribution spatio-temporelle des individus de *Perenereis cultrifera* (d'après Scaps et al., 1992)

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.

Zghal et Ben Amor (1989) rapportent que les caractéristiques biométriques permettent de distinguer trois types morphologiques :

- “ - la forme épitoque de la Manche et d’Atlantique caractérisée par son poids important et son grand nombre de sétigères (plus de 120).
- “ - la forme atoque de la baie d’Alger constituée d’un faible nombre de sétigères (moins de 80).
- “ - la forme épitoque de Salammbô en Tunisie, intermédiaire entre les deux formes précédemment décrites.

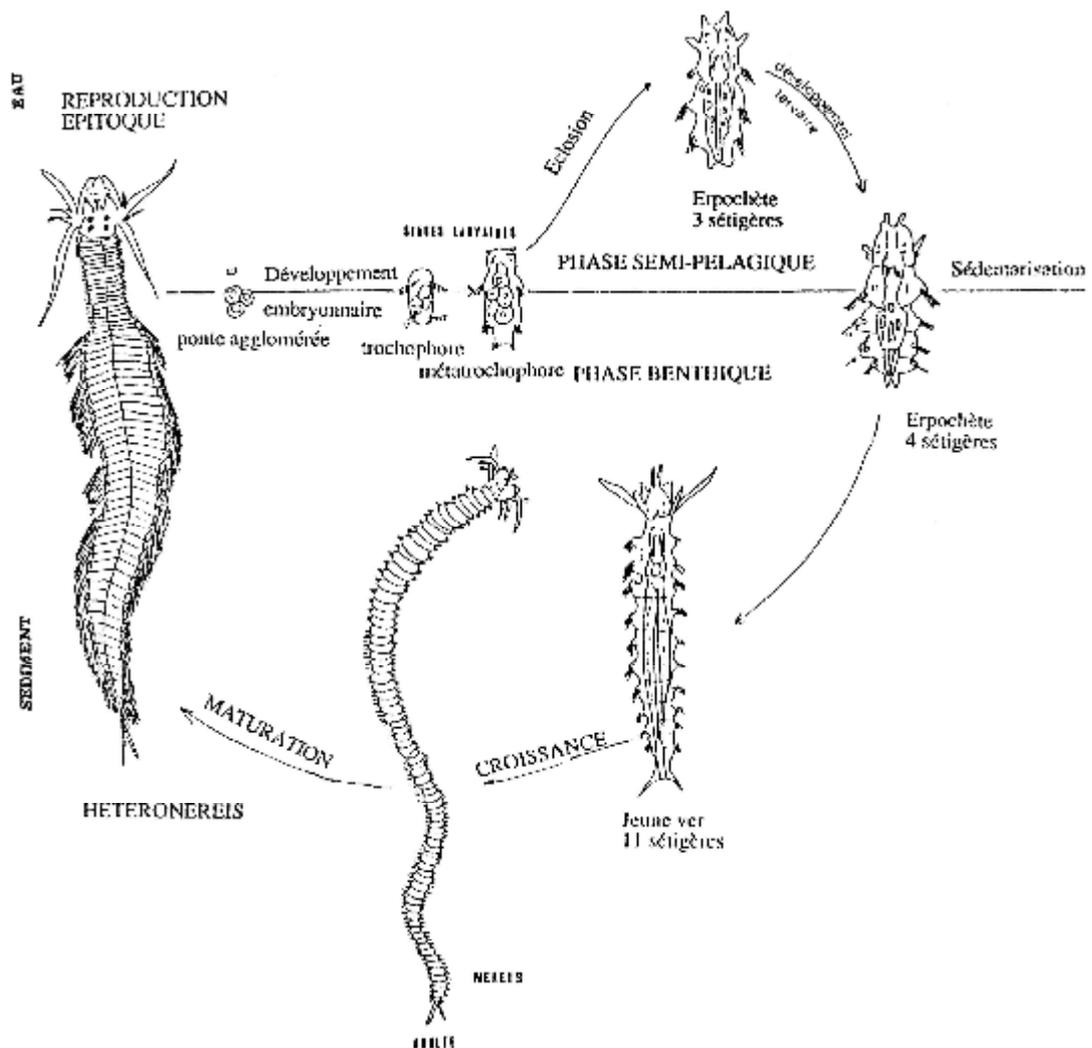


Figure. 11 : Cycle de vie de *Perinereis cultrifera*
(in Rouabah, 2003)

5. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE

Décrite d'abord dans les eaux tempérées de la mer Méditerranée par Grube en 1840, *Perinereis cultrifera* a ensuite été reportée en divers endroits notamment dans les eaux tropicales et subtropicales. Fauvel (1923), signale sa présence en Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée ainsi que dans l'Océan Indien. Pour sa part, Durchon (1957) mentionne également son existence dans la baie de Suez, en Mer rouge, dans le Golfe Persique, dans l'Océan Indien, aux Philippines, dans le Pacifique Nord au Japon et le Pacifique Sud en Nouvelle - Calédonie. Plus récemment, Wu *et al.*, (1985) témoignent de son existence sur les côtes chinoises.

D'après Dhainaut 1992, cette espèce s'est nettement raréfiée sur les côtes de la Mer du Nord suite à l'hiver rigoureux de 1962/1963. La Mer du Nord représente donc certainement la limite septentrionale de son aire de répartition géographique.

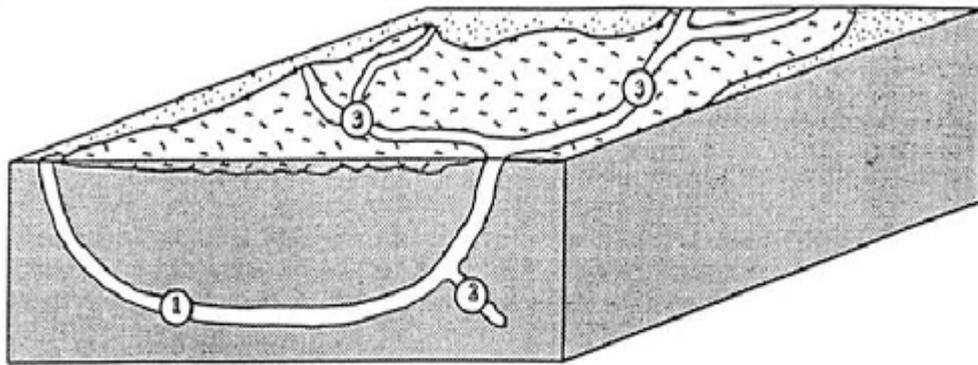
6. NATURE DU BIOTOPE OCCUPE

Perinereis cultrifera vit dans un environnement intertidal sélectif et hostile en raison de l'alternance des immersions et des émergences, des variations de température et de salinité ; elle doit donc faire preuve de fortes capacités d'adaptation physiologique. De plus, en raison de la variabilité spatiale des facteurs physiques, de la disponibilité des ressources et des autres espèces agissant en qualité de compétiteurs, prédateurs ou parasites (Futuyma, 1986), la distribution des espèces benthiques et intertidales est de type discontinue. Selon les exigences écologiques et le niveau d'hétérogénéité du milieu, les isolats qui constituent leurs populations sont alors plus ou moins vastes et éloignés les uns des autres (Rouabah, 2003)

En Manche et en Atlantique, *Perinereis cultrifera* est rencontrée dans les cavités et les fissures de roches ou sous les pierres de la zone intertidale. Sa densité est maximale au niveau de la zone à *Fucus*, elle est également rencontrée dans la vase à *Zostera*. Toutefois dans la région de Roscoff, Cabioch *et al.*, (1968) signalent sa présence en domaine subtidal, notamment parmi les *Rhodophyceae* et les *Lithotamnium*.

Scaps *et al.*, (1998) indiquent qu'en Manche et en Atlantique, *Perinereis cultrifera* construit, dans les sédiments hétérogènes, des galeries en forme de U ou de Y en relation avec un réseau de gouttières de surface auquel un bloc tient lieu de toit (Fig. 12). En Méditerranée, cette espèce est récoltée aux « Anciens Ports Puniques » de Salammbô, près de Tunis, dans un

substrat sablo-vaseux de salinité variable où elle vit sous les pierres ensablées ou carrément dans la vase (Zghal et Ben Amor, 1989). Près d'Alger, à la « Pointe Pescade », on la rencontre dans les schistes et calcaires cristallins (Marcel, 1962).



-  Surface du substrat
-  Empreinte d'un bloc recouvrant le réseau de gouttière de surface
- 1 – galerie en forme de U
- 2 – ramification latérale
- 3 – réseau de gouttières de surface

Figure. 12 : Représentation schématique d'un réseau de galeries de *Perinereis cultrifera*
(d'après Scaps *et al.*, 1998)

CHAPITRE 2

**Cycle de vie et dynamique de populations
du Polychète *Perinereis cultrifera* sur le littoral
Nord Est Algérien**

I. INTRODUCTION

La répartition géographique de *Perinereis cultrifera* est très vaste et s'étend de la Mer du Nord à la Manche, de l'Atlantique à la Méditerranée. On rencontre également cette espèce dans l'Océan Indien et l'Océan Pacifique (Fauvel, 1923 ; Durchon, 1957). Les biotopes occupés, le mode et la période de reproduction, la taille des individus ainsi que la durée de vie varient selon la localisation géographique des populations. Selon Durchon (1955), le polymorphisme observé chez cette espèce pourrait avoir deux origines, soit externe (température, alimentation) soit interne (génétique ou humorale).

La reproduction de *Perinereis cultrifera* est de type épitoque en Manche et en Atlantique, la ponte a lieu en pleine eau d'avril à juillet selon la provenance des individus et est 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).

Compte tenu du fait que la description de cette espèce est ancienne et uniquement fondée sur le nombre et la distribution des paragnathes à la surface du proboscis, qu'elle présente de fortes variabilités selon la localisation géographique des populations, nous sommes en droit de se demander si sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce, les populations sont génétiquement identiques.

Afin de porter une contribution aux différentes études menées sur cette espèce, nous avons effectué un suivi sur une année, de décembre 2004 à décembre 2005, de deux populations de *Perinereis cultrifera* échantillonnées respectivement sur le site de Stora dans la ville de Skikda et le site d'Elmordjène sur les côtes d'Elkala ; littoral Nord Est Algérien.

Etant donnée l'importance économique potentielle de cette espèce, nous avons jugé intéressant de réaliser une étude du marché afin d'identifier les différentes espèces à valeur commerciale et les méthodes couramment utilisées pour leur récolte.

II. MATERIELS ET METHODES

1. Les espèces à valeur commerciale

Afin d'identifier les différentes espèces utilisées en tant qu'appât de pêche en Algérie, nous avons procédé à des enquêtes auprès des pêcheurs amateurs et semi-professionnels d'une part, et des revendeurs au sein du marché local d'autre part.

2. Présentation des sites

Les individus de *Perinereis cultrifera* ont été récoltés sur deux sites du littoral Méditerranéen au Nord-Est d'Alger, le premier site d'échantillonnage est la plage de Stora située sur la côte de la ville de Skikda à 500 km d'Alger. Le deuxième site est situé à Elkala, plage Elmordjène à 200 km à l'Est du premier site. (Fig.13).

On trouve les vers parmi les Rhodophycées, algues rouges meublant les trottoirs et banquettes constitués de différents types de roches selon la région. A Skikda, les roches sont composées essentiellement de gneiss paléozoïque et protozoïque du socle kabyle. Le gneiss est une Roche métamorphique grenue de la mésozone constituée de Quartz, Feldspath, micas amphibole. Il a un aspect feuilleté avec alternance de cristaux clairs (quartz et feldspath) et noirâtres, riche en fer et manganèse (micas, amphibole hornblende). On y trouve aussi les gneiss rubanés à lit bien marqué, des gneiss granitoïdes (grains grossis) et des gneiss ocellés (à lentilles ovoïdes d'orthose). On distingue, selon son origine, le paragneiss dérivant de sédiments et l'orthogneiss dérivant de roches éruptives.

Le site Elmordjène (Elkala) est caractérisé par la dominance du granite dans la composition des roches de la zone intertidal et on trouve des grès numidien (grès : roche sédimentaire à gros grains composée de masses consolidées de sable déposé par le mouvement de l'eau ou du vent). Le granite est une roche magmatique de formation et de texture cristalline visible. Le granite se compose de feldspath (généralement potasse de feldspath et oligoclase), et de quartz, avec une petite quantité de mica (biotite ou muscovite) et de minéraux accessoires mineurs, tels que le zircon, l'apatite, la magnétite, l'ilménite et le sphène. Le granite est habituellement blanchâtre ou gris, avec des taches dues à des cristaux plus foncés. La potasse de feldspath donne à la roche une couleur rouge ou chair. (Baoult, 1974).



Figure. 13 : Localisation des sites d'échantillonnage de *Perinereis cultrifera* Sur le littoral Nord Est Algérien à Skikda et Elkala.

3. Mode de récolte et traitement des individus

Une récolte mensuelle a été effectuée sur une période d'un an de décembre 2004 à décembre 2005. 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 récolter les algues à la base à la main ou 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 par les récoltants et est remplacé par d'autres méthodes qui semblent être plus rentables car elles sont rapides et permettent surtout de prélever des individus entiers et en grande quantité. Ces méthodes consistent à forcer les vers à sortir de leur galerie par l'utilisation de produits chimiques (eau de Javel diluée à 10% ou du 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

La conservation se fait dans des bols avec des galeries de carton ou des algues naturelles à une des températures variant de 4 à 12°C, la durée de collecte des individus est comprise entre 3 et 5 heures, selon les conditions météorologiques et la densité des vers.

Au total 886 individus ont été collectés et examinés. Des relevés de la température ambiante pendant la nuit et le jour ainsi que la température de leau de mer ont été réalisés systématiquement au cours de chaque récolte.

Les récoltes sont triées au laboratoire et les individus ont été individuellement pesés au dixième de mg, après séchage sur papier filtre, afin de déterminer le poids frais essuyé. Le nombre de sétigères a été compté et les vers ont été par la suite fixés dans du formol à 8%.

4. Mesure de la densité

La mesure de la densité est réalisée sur site, en été et en hiver, à l'aide d'un gabarit de 40x40cm (Fig. 14). Les individus sont comptés à l'intérieur du cadre après les avoir forcés à sortir de leurs galeries par l'utilisation de l'eau de javel diluée à 10% dans l'eau de mer. La densité est estimée après cinq essais en moyenne réalisés sur le même site.

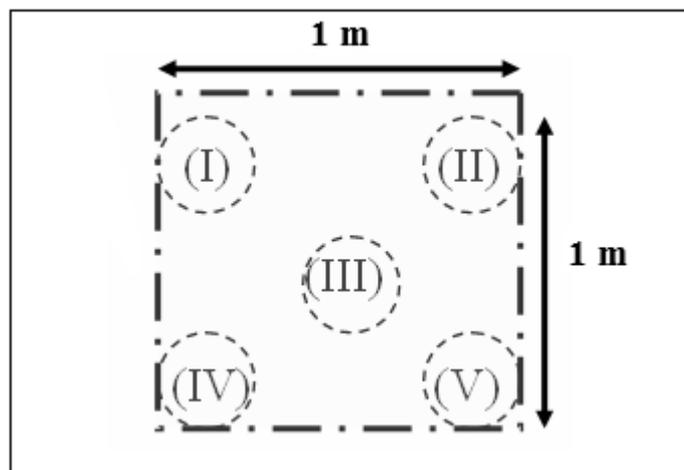


Figure. 14 : Représentation schématique de la méthode de mesure de la densité

5. Relation entre poids frais essuyé et poids partiel formolé

Lors des prélèvements et du tri, les individus sont souvent incomplets lors des prélèvements et du tri. En effet, au cours de la récolte, il est extrêmement difficile de récupérer des individus entiers sur le terrain, les vers s'enfouissent rapidement dans le sédiment et nombre d'entre eux sont sectionnés par bris mécaniques ou par autotomie. Ainsi, afin de pouvoir utiliser l'ensemble des individus récoltés et pour obtenir une meilleure représentation de la population, nous avons utilisé la méthode du poids partiel formolé essuyé. Cette méthode basée sur le poids d'un nombre déterminé de segments a été décrite par Desrosiers et *al.*, (1988) sur *Nereis virens*. Le rang de cassure a été ainsi déterminé à partir d'un histogramme de distribution de fréquence (Fig. 15) et la relation entre le poids partiel formolé essuyé, des individus sectionnés au 43^{ème} sétigère et le poids frais essuyé des individus entiers a été déterminé (Fig. 16) :

$$Y = 1.3147 x n + 0.0228$$
$$(n = 81 \quad r^2 = 0.836)$$

Y : Poids frais essuyé

x : Poids partiel formolé essuyé

n : Nombre d'individus

r² : Coefficient de détermination de la courbe

6. Distribution de fréquence de taille

Afin d'étudier la structure dimensionnelle de la population, nous avons retenu comme critère de taille le poids frais essuyé des individus. Pour tracer les histogrammes de distribution de fréquence, les vers ont été répartis dans un domaine de poids compris entre 0,15 et 0,750 g avec un intervalle de classe de 0,05 g. Le choix de l'intervalle de classe a été effectué selon les recommandations de Scherrer (1984).

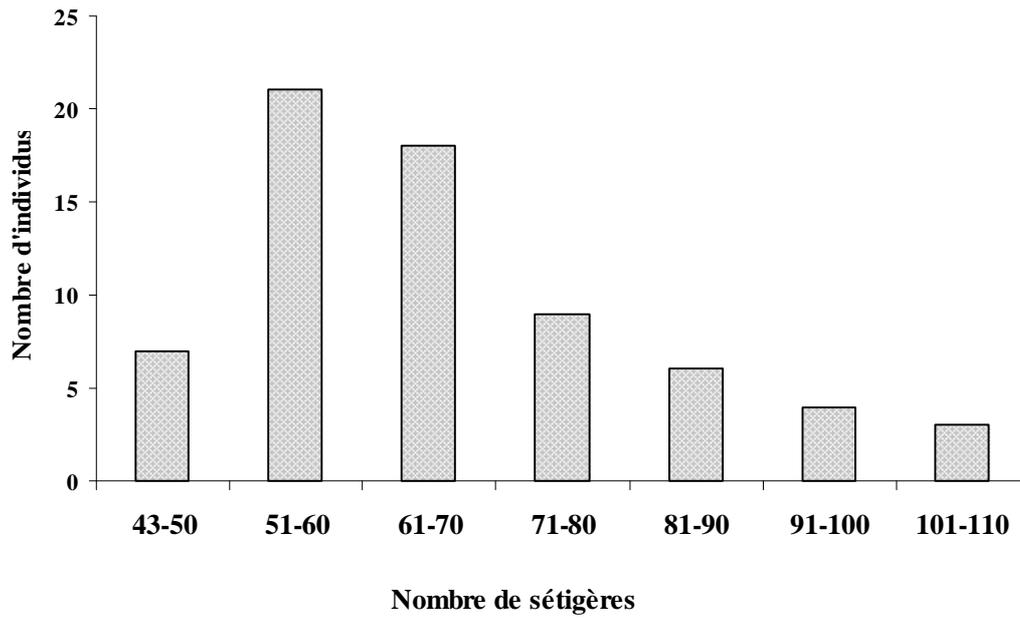


Figure. 15 : Histogramme de distribution de fréquence du rang de cassure

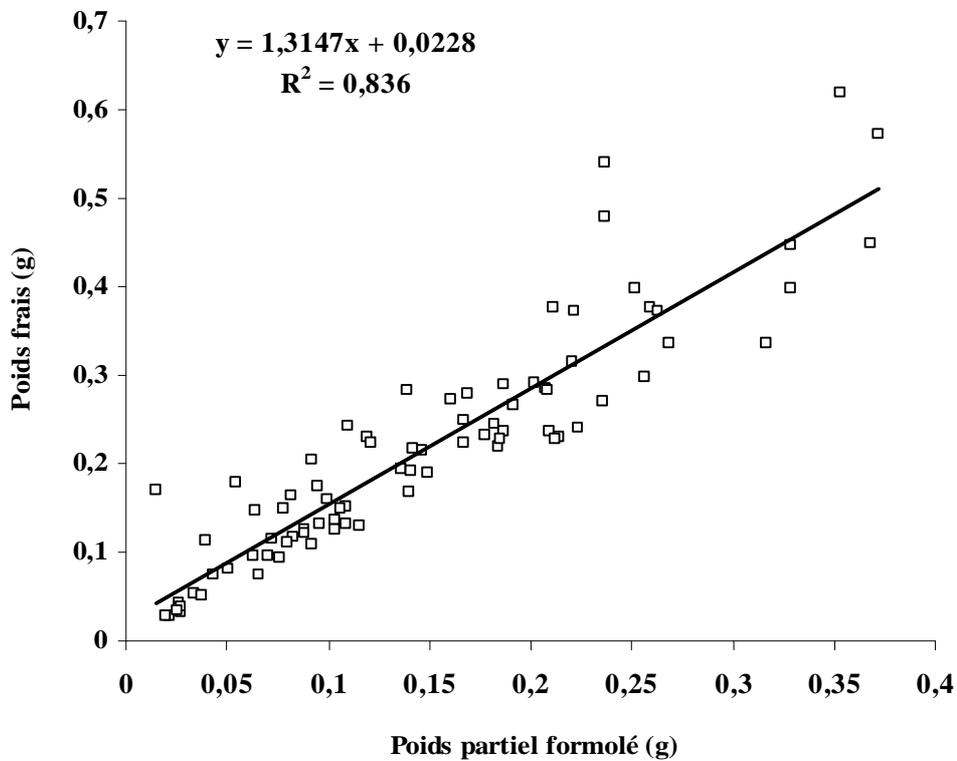


Figure. 16 : Relation entre poids partiel formolé essuyé et poids frais essuyé

7. Cycle de reproduction

Au laboratoire, les vers ont été fixés dans une solution de formol à 8%. Ils ont été ensuite soumis à un examen microscopique afin de noter la présence des modifications morphologiques caractéristiques de l'épitoquie. De plus, un examen microscopique du contenu coelomique de chaque individu a été effectué de manière à séparer les individus en trois catégories : mâles, femelles et indifférenciés.

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

Une incision a été réalisée au niveau du 20^{ème} sétigère et environ 1 ml de liquide coelomique a été prélevé à l'aide d'une pipette pasteur puis observé sur une lame sous microscope. Les mâles ont été identifiés par la présence de spermatozoïdes et les individus matures par celle de spermatozoïdes. Les femelles ont été identifiées par la présence d'ovocytes et les individus ne présentant pas de produits génitaux dans leur contenu coelomique, ont été considérés comme étant des individus sexuellement indifférenciés. Pour déterminer la période de reproduction et l'état de maturité, les diamètres de 40 ovocytes ont été mesurés pour chaque femelle à l'aide d'un oculaire gradué et calibré.

III. RESULTATS

1. Les espèces à valeur commerciale en Algérie

Les investigations réalisées sur le terrain font ressortir qu'en Algérie les polychètes sont utilisés essentiellement en tant qu'appât pour la pêche sportive à la ligne. Dans les régions de Skikda et Elkala, *Perinereis cultrifera* est commercialisée sous le nom de « ver à antennes et à pattes » ou « ver de rocher ». En plus de *Perinereis cultrifera*, deux autres espèces d'annélides polychètes sont proposées à la vente (Planche. 1). Il s'agit des polychètes *Scolelepis squamata* de la famille des *Spionidae*, d'une taille de 6 à 8 cm, localement connu sous le nom de « ver de sable » car on le retrouve enfoui dans le sable sur les plages et *Hediste diversicolor* de la famille des *Nereididae* appelé localement « ver de vase », vivant enfoui dans la vase à l'embouchure des oueds et sa taille est comprise entre 5 et 7 cm. Les deux espèces vivent enterrées dans le sédiment à une profondeur de 10 à 20 cm.

Des expéditions sont organisées régulièrement par les récoltants afin de localiser les sites où l'on trouve des vers en forte densité. Généralement les récoltes s'effectuent en fin de journée et essentiellement la veille des week-ends pour être écoulées le lendemain au marché local ; les revendeurs sont souvent les récolteurs. Les sites sont abandonnés sitôt que la densité des vers diminue. Le ver de sable et le ver de vase sont collectés en quantité beaucoup plus importante que celle du ver de rocher car leur récolte est plus facile et nécessite moins de temps et de moyens ; par conséquent, ce sont les individus qui sont les plus proposés à la vente. Les récolteurs creusent à l'aide d'une pelle ou à la main pour retourner le sable ou la vase, ensuite ils prélèvent les individus qui sont conservés à température ambiante, dans du sable humide pour le ver de sable ou dans la vase pour le ver de vase.

Pour le ver de rocher *Perinereis cultrifera*, que l'on trouve parmi les algues rouges recouvrant les rochers, les récoltes par raclage des algues à la main ou à l'aide de grattoirs sont difficiles, fatigantes et demandent souvent beaucoup de temps. En plus, ces méthodes sont moins rentables dans la mesure où un nombre important de vers sont sectionnés suite aux bris mécaniques et ne peuvent être proposés à la vente.

Par conséquent, ce mode de récolte est de plus en plus abandonné et est remplacé par d'autres méthodes qui semblent être plus rentables car elles sont rapides et permettent surtout de prélever des individus entiers et en grande quantité. Ces méthodes consistent à forcer les vers à sortir de leur galerie par l'utilisation de produits chimiques (eau de Javel diluée à 10% ou du KMnO_4 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 qui sont souvent ignorées par les récoltants. En effet, au cours de nos observations sur le terrain, nous avons relevé que la régénération de la couverture d'algues recouvrant la roche ne redémarre qu'après un mois et parfois plus sur les sites où les produits chimiques sont utilisés couramment pour la collecte. Après la récolte et le tri, le ver de rocher est conservé à température ambiante et à l'ombre dans des bocaux en présence d'algues ou dans des galeries fabriquées à partir de carton imbibé d'eau de mer. Cette espèce peut être conservée plus longtemps que les deux autres (jusqu'à 3 à 5 jours au frais).

En hiver, la récolte de *Perinereis cultrifera* devient difficile à cause des mauvaises conditions météorologiques : forte marée et mer agitée. Pendant cette période le marché est dominé par les deux autres espèces. Néanmoins, *Perinereis cultrifera* demeure l'espèce la plus demandée par les pêcheurs locaux car elle résiste très bien au conditionnement et tient parfaitement à l'hameçon alors que le ver de sable s'enroule autour de l'hameçon et le ver de vase éclate et libère du sang (Planche. 1).

Les vers sont conditionnés dans des boîtes en plastique contenant entre 100 à 150 individus, ce qui correspond globalement à un poids compris entre 50 et 100 g. Les prix pratiqués au courant de l'année 2004/2005, année de notre étude, varient entre 25 dinars (0,35 \$ US – 0,40 €) en hiver, correspondant à la basse saison de pêche à la ligne en raison des mauvaises conditions climatiques, et 40 dinars (0,56 \$ US – 0,61 €) en été, saison où la demande est la plus forte. C'est d'ailleurs au cours de cette saison que la vente de *Perinereis cultrifera* est plus importante que celle des autres espèces.

Les vers servent essentiellement d'appâts pour la pêche récréative. Ils sont récoltés par les pêcheurs amateurs ou des pêcheurs semi-professionnels et leur récolte constitue alors une activité d'appoint. Le ver de sable et le ver de vase sont utilisés pour la pêche au rouget (*Mullus surmuletus*) et au mullet (*Chelon labrosus*), alors que le ver de rocher est employé pour la pêche à la daurade (*Dicentrarchus labrax*) et la sole (*Solea solea*). D'autres variétés

de poissons tel que le pageot, le petit loup et le marbré sont appâtés avec les trois espèces de vers. Les prises sont généralement limitées à des pièces de 3 à 4 kg. Ainsi, la récolte des vers et leur utilisation dans la pêche représentent des revenus potentiels pour la population locale. (Rouabah, 2003).

2. Variation de la densité

La figure 17 représente la densité saisonnière en vers *Perinereis cultrifera* mesurée respectivement sur les deux sites d'échantillonnage. Nous remarquerons que la densité en vers varie en fonction de la saison. En effet cette dernière semble plus forte en période dhiver et diminue en été.

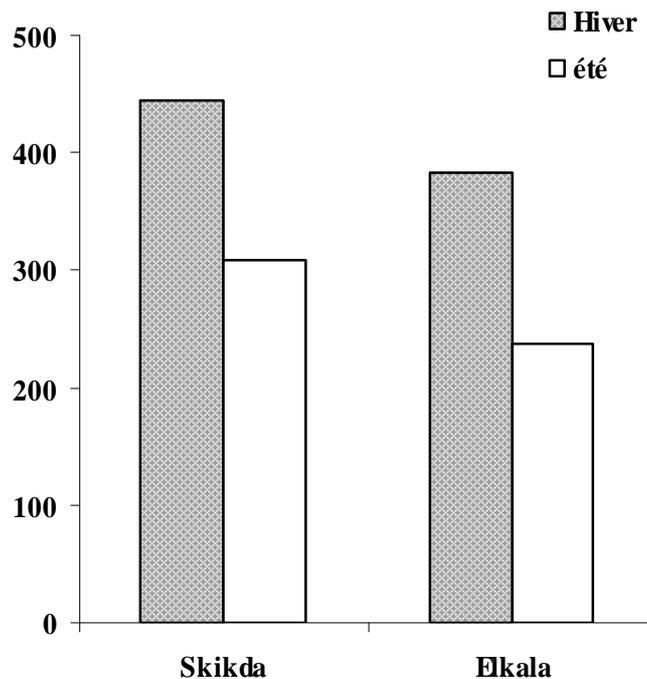


Figure. 17 : Histogramme de densité saisonnière en vers *Perinereis cultrifera* (hiver, été) sur les deux sites des deux régions d'étude.

D'après les résultats rapportés dans le Tableau 2, la densité en *Perinereis cultrifera* semble plus importante sur le site de Skikda. Elle est en moyenne de l'ordre de 445 individus au mètre carré en hiver et 308 ind/m² pendant la saison d'été. Sur le site de la région d'Elkala

la densité moyenne au cours des deux saisons n'est respectivement que de 384 ind/m² et 238 ind/m².

Tableau. 2 : Valeurs de la densité saisonnière en *Perinereis cultrifera*
(hiver, été) sur les deux sites.
(Exprimée en individus / m²)

| | Skikda | Elkala |
|-------|--------|--------|
| Hiver | 445 | 384 |
| été | 308 | 238 |

3. Variation de la température dans la région d'étude

La température ambiante enregistrée dans les régions de Skikda et d'Elkala, au cours de la période s'étalant de décembre 2004 à décembre 2005, varie en moyenne de 1°C en décembre à 38°C en août, pendant la journée et de 5°C en janvier à 24°C en août, au cours de la nuit. La température de l'eau à marée basse est de 8°C en janvier et 25°C entre juillet et août (Tableau. 3 et 4). Nous remarquerons d'une manière générale que les températures relevées à Elkala sont légèrement plus élevées que celles enregistrées à Skikda. Cependant, ces dernières évoluant d'une manière similaire sur toute l'année (Fig. 18 et 19).

L'amplitude de variation des températures sur le littoral de Skikda et d'Elkala est importante au cours de l'année (Fig. 18 et 19). La température augmente en été pour atteindre 40°C pendant la journée, puis elle chute en hiver à des valeurs relativement basses (1°C enregistré au mois de décembre). Les amplitudes de variation des températures au cours de la nuit et dans l'eau de mer sont presque similaires à celles observées au cours de la journée. Les températures varient en moyenne de 25°C en été à 5°C en hiver la nuit et de 25°C en été à 10°C en hiver dans l'eau de mer. Par ailleurs, si on compare nos courbes de températures avec celle observée lors des travaux de Rouabah (2003), on constate que la période décembre 2004-décembre 2005 est relativement plus fraîche.

Tableau. 3 : Température ambiante et température de l'eau à marée basse enregistrées sur le littoral de Skikda au cours de la période décembre 2004-décembre 2005

| Mois | T°C Jour | T°C Nuit | T°C Eau de Mer |
|-----------|----------|----------|----------------|
| Décembre | 11 | 7 | 10 |
| Janvier | 12 | 5 | 8 |
| Février | 15 | 6 | 11 |
| Mars | 18 | 8 | 13 |
| Avril | 18 | 12 | 15 |
| Mai | 20 | 15 | 17 |
| Juin | 27 | 18 | 20 |
| Juillet | 33 | 20 | 22 |
| Août | 37 | 23 | 23 |
| Septembre | 28 | 22 | 22 |
| Octobre | 25 | 20 | 20 |
| Novembre | 15 | 13 | 14 |
| Décembre | 12 | 9 | 11 |

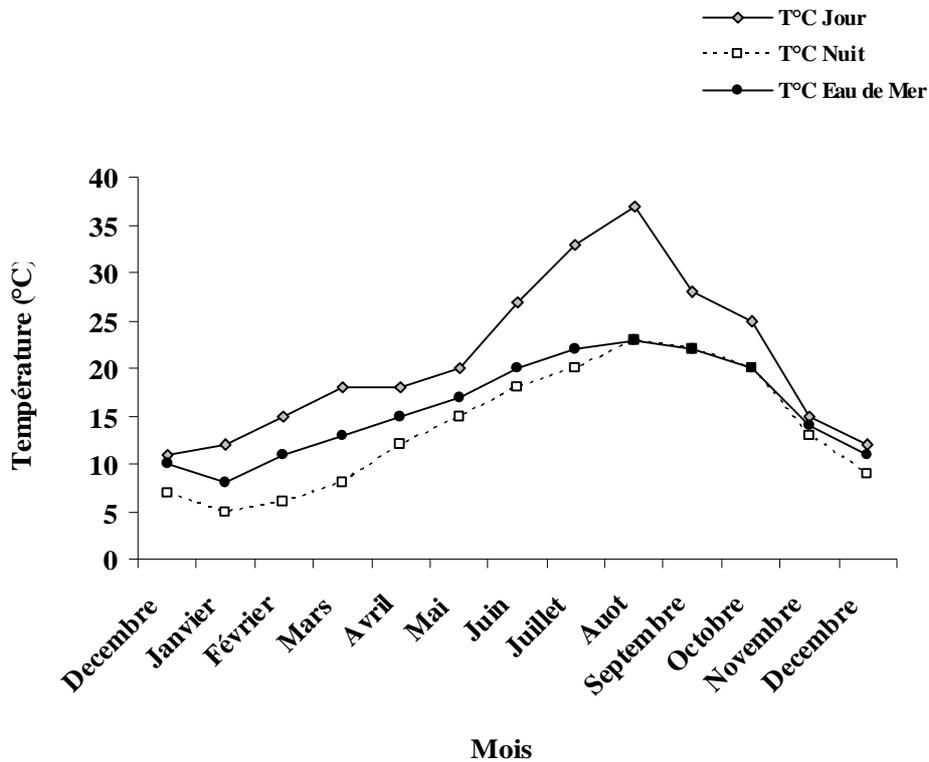


Figure. 18 : Variations mensuelles de la température de l'eau de mer à marée basse et de la température ambiante diurne et nocturne à Skikda (Période décembre 2004-décembre 2005)

Tableau. 4 : Température ambiante et température de l'eau à marée basse enregistrées sur le littoral de Elkala au cours de la période décembre 2004-décembre 2005

| Mois | T°C Jour | T°C Nuit | T°C Eau de Mer |
|-----------|----------|----------|----------------|
| Décembre | 12 | 7 | 12 |
| Janvier | 12 | 6 | 10 |
| Février | 16 | 8 | 10 |
| Mars | 20 | 10 | 13 |
| Avril | 22 | 13 | 15 |
| Mai | 22 | 16 | 18 |
| Juin | 27 | 18 | 22 |
| Juillet | 33 | 22 | 25 |
| Août | 38 | 24 | 25 |
| Septembre | 28 | 22 | 21 |
| Octobre | 24 | 20 | 19 |
| Novembre | 14 | 15 | 13 |
| Décembre | 11 | 10 | 10 |

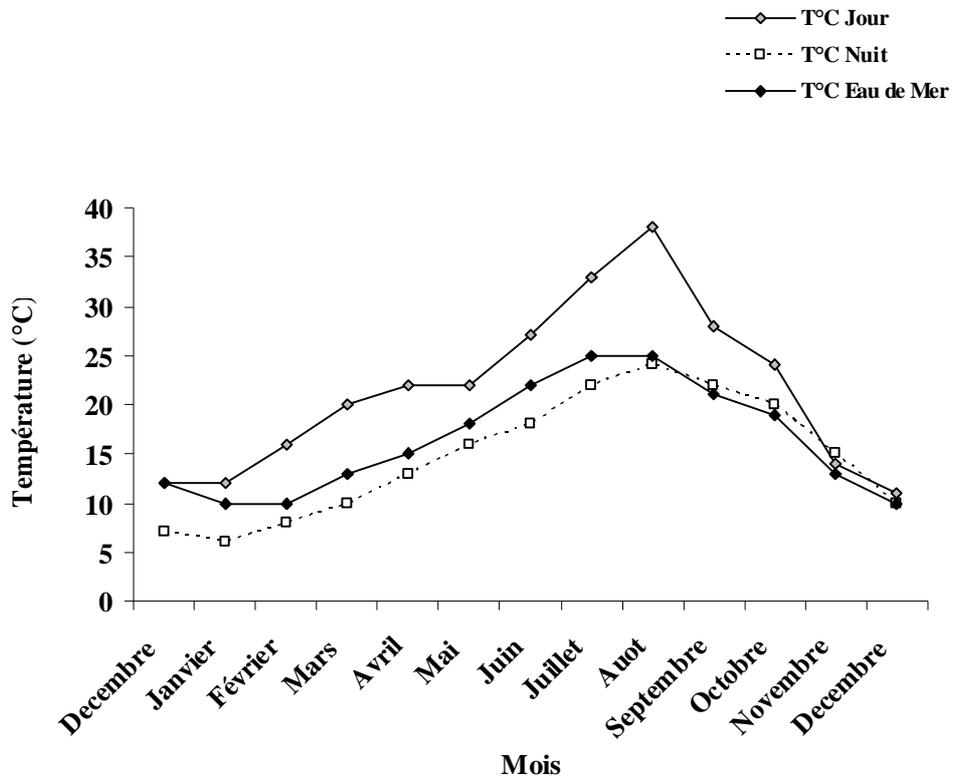


Figure. 19 : Variations mensuelles de la température de l'eau de mer à marée basse et de la température ambiante diurne et nocturne à Elkala (période décembre 2004-décembre 2005)

4. Cycle de reproduction

4.1. Evolution du diamètre ovocytaire

L'évolution du diamètre ovocytaire moyen des femelles pendant la période d'étude est représentée par figure 20A pour la population échantillonnée à Skikda et la figure 20B pour la population échantillonnée à Elkala. 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 décembre jusqu'au mois de mai. A partir du mois de mars de l'année 2005 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. 5 et 6).

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 2005, 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.

4.2. Mode de reproduction

Les modifications morphologiques caractéristiques de l'état épitoque commencent à se manifester chez les individus à la fois mâles et femelles, au mois de janvier pour le site de Skikda (Tableau. 7) et au mois de février pour le site d'Elkala (Tableau. 8). En avril 52,38% des individus mâles et 50% des individus femelles à Skikda et 33,33% d'individus mâles et 41,66% des individus femelles à Elkala sont parfaitement épitoques. Les femelles sont de couleur vert bouteille et présentent dans le liquide cœlomique des ovocytes libres de grande dimension. Chez les mâles, les spermatozoïdes sont bien séparés et très mobiles et les individus sont de couleur caractéristique blanc laiteux.

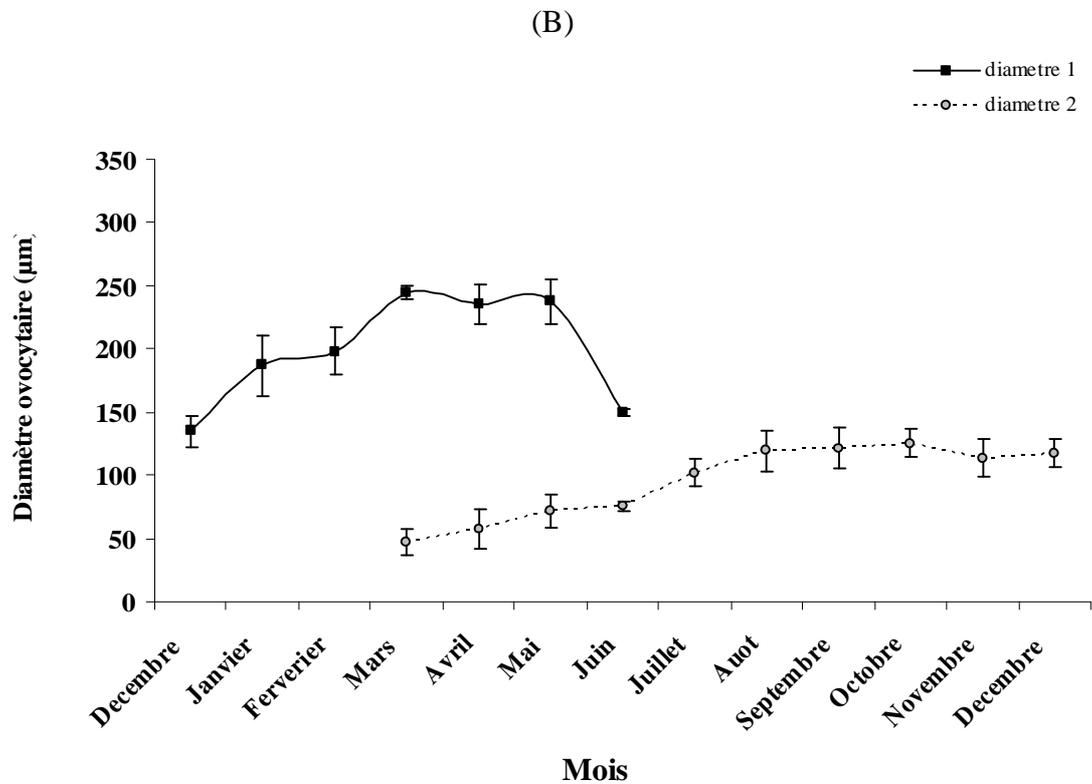
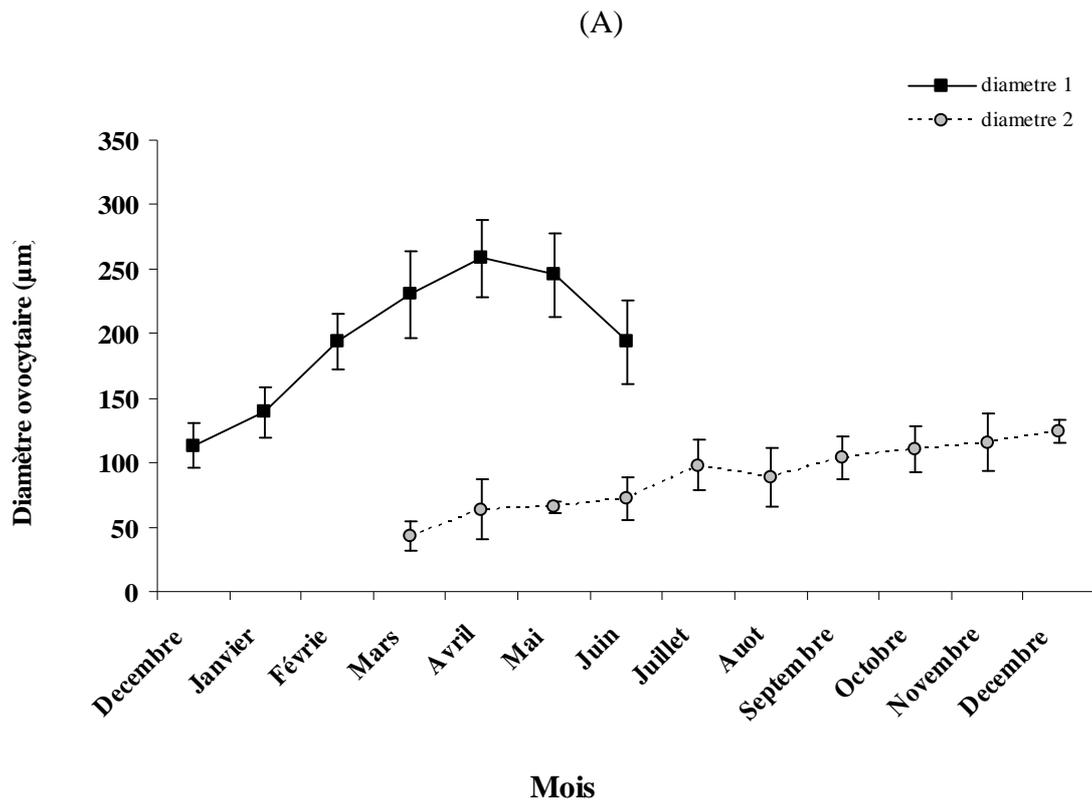


Figure. 20 : Evolution du diamètre ovocytaire moyen de la population *Perinereis cultrifera* en fonction du temps.
(A) : Skikda (B) : Elkala

Tableau. 5 : Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles échantillonnées à Skikda au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004 - Décembre 2005).

| Mois | diamètre 1 | S.e.m. 1 | diamètre 2 | S.e.m. 2 |
|-----------|------------|----------|------------|----------|
| Décembre | 113 | 17,12 | | |
| Janvier | 138,94 | 19,35 | | |
| Février | 193,69 | 21,82 | | |
| Mars | 230,52 | 33,8 | 43,26 | 11,35 |
| Avril | 258,22 | 30,17 | 63,93 | 23,55 |
| Mai | 245,73 | 32,21 | 65,85 | 4,43 |
| Juin | 193,88 | 32,27 | 72,143 | 16,39 |
| Juillet | | | 97,87 | 19,86 |
| Août | | | 88,84 | 23,15 |
| Septembre | | | 104,39 | 16,53 |
| Octobre | | | 110,37 | 17,36 |
| Novembre | | | 115,97 | 21,98 |
| Décembre | | | 124,32 | 9,46 |

Tableau. 6 : Evolution du diamètre ovocytaire moyen chez les femelles échantillonnées à Elkala au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004 - Décembre 2005).

| Mois | diamètre 1 | S.e.m. 1 | diamètre 2 | S.e.m. 2 |
|-----------|------------|----------|------------|----------|
| Décembre | 135,166 | 12,51 | | |
| Janvier | 187,014 | 24,02 | | |
| Février | 198,32 | 19,28 | | |
| Mars | 244,407 | 4,97 | 47,33 | 10,32 |
| Avril | 235,51 | 15,06 | 57,22 | 15,22 |
| Mai | 237,58 | 17,78 | 71,68 | 13,45 |
| Juin | 149,81 | 2,84 | 75,68 | 3,59 |
| Juillet | | | 101,73 | 10,92 |
| Août | | | 119,22 | 16,59 |
| Septembre | | | 121,51 | 16,25 |
| Octobre | | | 125,4 | 11,07 |
| Novembre | | | 113,55 | 15,07 |
| Décembre | | | 117,72 | 10,6 |

Tableau. 7 : Différentes proportions des individus épitoques mâles et femelles au cours du cycle de reproduction (Décembre 2004- Décembre 2005).
population échantillonnée à Skikda

| Mois | Sexe | Total | Nombre d'épitoque | Pourcentage (%) |
|---------|---------|-------|-------------------|-----------------|
| Février | Mâle | 22 | 10 | 45,45% |
| | Femelle | 34 | 15 | 44,11% |
| Mars | Mâle | 23 | 13 | 56,52% |
| | Femelle | 42 | 19 | 45,23% |
| Avril | Mâle | 21 | 11 | 52,38% |
| | Femelle | 28 | 14 | 50% |
| Mai | Mâle | 3 | 0 | - |
| | Femelle | 19 | 3 | 15,78% |

Au mois de mai, nous avons récolté uniquement trois femelles matures épitoques contenant des ovocytes de grande taille au niveau du site de Skikda et seulement huit individus épitoques à Elkala dont un seul mâle et le reste sont des femelles. La présence d'une forte proportion d'individus épitoques femelles de grand diamètre ovocyttaire lors de la récolte d'avril et leur faible pourcentage lors de la récolte de mai indique que la période de reproduction se situe fin avril - début mai (Tableaux. 7 et 8).

Une analyse comparative des courbes des variations de température (Figures. 18 et 19) avec celle de l'évolution du diamètre ovocyttaire au cours du cycle annuel (Figures. 20A et 20B), montre que la période de reproduction correspond à la période d'élévation de la température de l'eau de surface. En effet au cours de cette période, la température de l'eau de surface augmente sensiblement pour atteindre des valeurs de 18°C à 20°C parallèlement les diamètres ovocyttaires atteignent une taille maximale comprise entre 200 et 250µm.

Ainsi donc, sur les deux sites d'étude, *Perinereis cultrifera* se reproduit exclusivement par épitoque. Tous les individus matures sont affectés par les modifications somatiques caractéristiques de l'épitoque entre janvier et avril ; aucun de ces derniers ne semble survivre après la période de reproduction qui se situe fin avril début mai.

Tableau. 8 : Différentes proportions des individus épitoques mâles et femelles au cours du cycle de reproduction (Décembre 2004- Décembre 2005).
population échantillonnée à Elkala

| Mois | Sexe | Total | Nombre d'épitoques | Pourcentage (%) |
|---------|---------|-------|--------------------|-----------------|
| Janvier | Mâle | 23 | 7 | 30 |
| | Femelle | 22 | 11 | 50 |
| Février | Mâle | 20 | 13 | 65 |
| | Femelle | 34 | 17 | 50 |
| Mars | Mâle | 24 | 15 | 62,5 |
| | Femelle | 38 | 22 | 57,89 |
| Avril | Mâle | 12 | 4 | 33,33 |
| | Femelle | 24 | 10 | 41,66 |
| Mai | Mâle | 9 | 1 | 11,11 |
| | Femelle | 22 | 7 | 31,81 |

5. Dynamique de la population

5.1. Evolution annuelle de l'état sexuel

L'évolution de l'état sexuel de la population de *Perinereis cultrifera* sur les deux sites, au cours d'un cycle annuel décembre 2004– décembre 2005 est représentée sur la figure 21A et 21B. Nous remarquons que la proportion des individus mâles demeure au cours du temps faible, cela est à lier probablement au fait qu'il est plus aisé de différencier précocement les ovocytes que les amas de spermatogonies. La proportion de femelles varie fortement et l'évolution du pourcentage des individus sexués en fonction du temps reflète la variation du ratio des femelles dans la population totale.

La proportion des individus sexués est maximale de janvier à avril dans les populations échantillonnées à Skikda ; elle est en moyenne de 75% (Tableau. 9). Pour les populations échantillonnées à Elkala, la proportion des sexués est maximale de février à mai ; elle est en moyenne de l'ordre de 80% (Tableau. 10). A partir du mois de mai, la proportion des mâles et des femelles diminue dans la population récoltée, traduisant certainement la mort des individus matures épitoques, ce qui correspond à la fin de la période de reproduction. Nous notons une seconde diminution du pourcentage des individus sexués en août (48.38%) dans le cas des populations échantillonnées à Elkala et en septembre (60,00%) dans les populations récoltées à Skikda. Cela est la conséquence directe de l'apparition d'une nouvelle génération d'individus indifférenciés dans les populations échantillonnées au cours de cette période.

La proportion des mâles et des femelles épitoques, exprimée par rapport à la population totale, est maximale au mois d'avril pour Skikda, elle est de l'ordre de 22.44% pour les mâles et 28.57% pour les femelles (Tableau. 11). À Elkala au mois de mars, elle est de 24.19% pour les mâles et 35.48 % pour les femelles (Tableau. 12). Le pourcentage des individus épitoques exprimé respectivement par rapport aux populations mâles et femelles, apparaît plus élevé chez les mâles que chez les femelles, aussi bien sur le site de Skikda (52.38% de mâles et 50,00 % de femelles) que sur le site d'Elkala (62,50% de mâles et 57,89% de femelles) (Tableaux. 11 et 12).

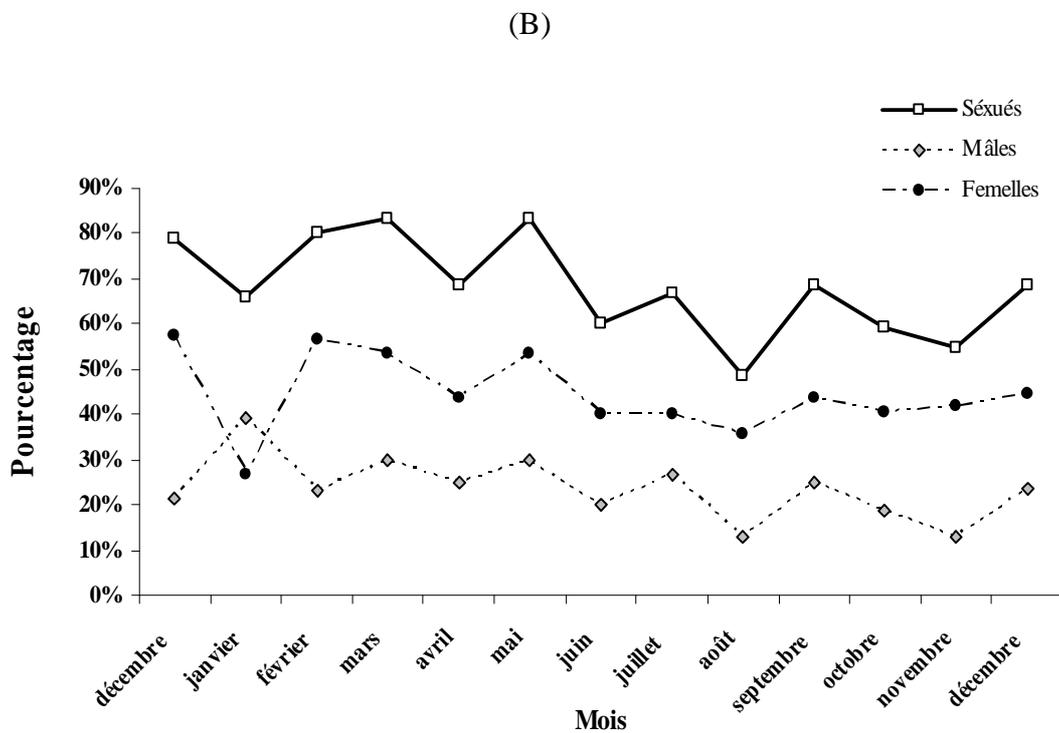
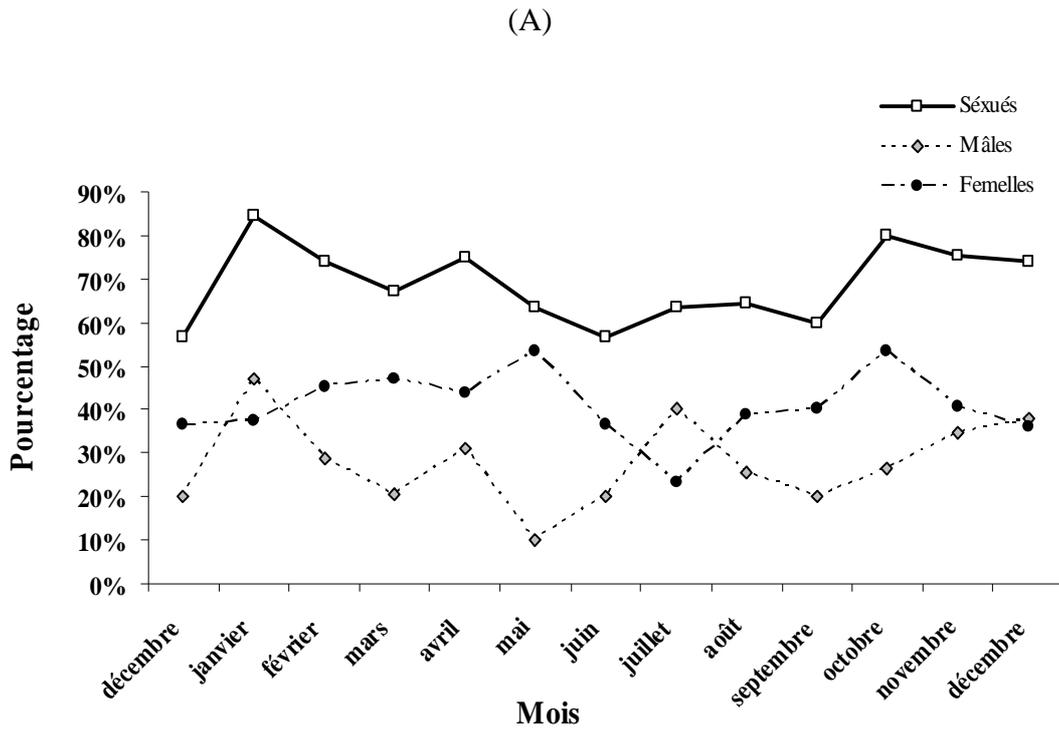


Figure. 21: Evolution de la sexualité de *P. cultrifera* en fonction du temps
(A): Skikda (B) : Elkala

Tableau 9 : Proportions des individus sexués par rapport à la population totale et des mâles et femelle par rapport a la population sexuée au cours du cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005).
Site de Skikda

| Mois | Sexués | Mâles | Femelles |
|-----------|--------|--------|----------|
| décembre | 56,66% | 20,00% | 36,66% |
| janvier | 84,37% | 46,87% | 37,50% |
| février | 73,80% | 28,57% | 45,23% |
| mars | 67,33% | 20,40% | 46,93% |
| avril | 75,00% | 31,25% | 43,75% |
| mai | 63,33% | 10,00% | 53,33% |
| juin | 57% | 20,00% | 36,66% |
| juillet | 63,33% | 40,00% | 23,33% |
| août | 64,50% | 25,80% | 38,70% |
| septembre | 60,00% | 20,00% | 40,00% |
| octobre | 79,99% | 26,66% | 53,33% |
| novembre | 75,50% | 34,69% | 40,81% |
| décembre | 74,00% | 38,00% | 36,00% |

Tableau 10 : Proportions des individus sexués par rapport à la population totale et des mâles et femelle par rapport a la population sexuée au cours du cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005).
site d'Elkala

| Mois | Sexués | Mâles | Femelles |
|-----------|--------|--------|----------|
| décembre | 78,78% | 21,21% | 57,57% |
| janvier | 65,84% | 39,02% | 26,82% |
| février | 80% | 23,33% | 56,66% |
| mars | 83,33% | 30,00% | 53,33% |
| avril | 68,75% | 25,00% | 43,75% |
| mai | 83,33% | 30,00% | 53,33% |
| juin | 60,00% | 20,00% | 40,00% |
| juillet | 66,66% | 26,66% | 40,00% |
| août | 48,38% | 12,90% | 35,48% |
| septembre | 68,75% | 25,00% | 43,75% |
| octobre | 59,37% | 18,75% | 40,62% |
| novembre | 54,83% | 12,90% | 41,93% |
| décembre | 68,41% | 23,68% | 44,73% |

Tableau. 11 : Evolution de la maturation sexuelle de *Perinereis cultrifera* au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005).
population échantillonnée à Skikda.

| Mois | % mâles épitoques | | % femelle épitoques | |
|---------|-------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| | population totale | population mâle | population totale | population femelle |
| Février | 17,85 | 45,45 | 26,78 | 44,11 |
| Mars | 20,00 | 56,52 | 29,23 | 45,23 |
| Avril | 22,44 | 52,38 | 28,57 | 50,00 |
| Mai | 0 | 00 | 13,63 | 15,78 |

Tableau. 12 : Evolution de la maturation sexuelle de *Perinereis cultrifera* au cours d'un cycle annuel (Décembre 2004- Décembre 2005).
population échantillonnée à Elkala.

| Mois | % mâles épitoques | | % femelles épitoques | |
|---------|-------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| | population totale | population mâle | population totale | population femelle |
| Janvier | 12,72 | 30 | 20 | 50 |
| Février | 24,07 | 65 | 31,48 | 50 |
| Mars | 24,19 | 62,5 | 35,48 | 57,89 |
| Avril | 11,11 | 33,33 | 27,77 | 41,66 |
| Mai | 3,22 | 11,11 | 22,58 | 31,81 |

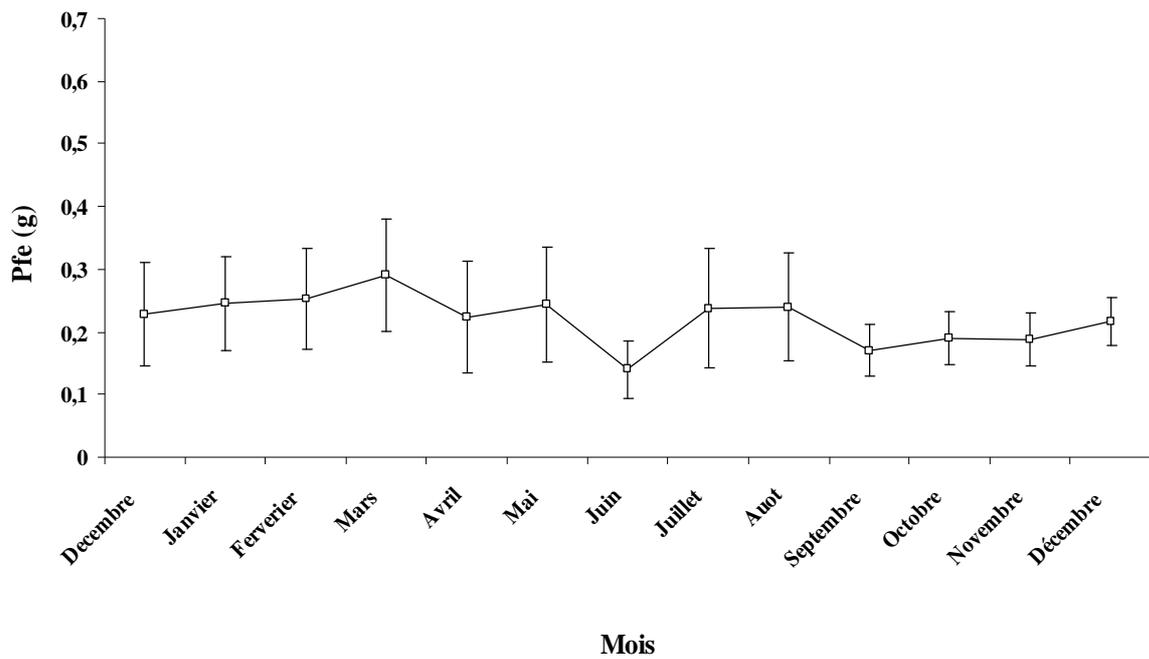
5.2. Evolution du poids frais essuvé moyen

Les courbes de variation du poids frais essuvé moyen de la population totale au cours du cycle annuel décembre 2004- décembre 2005 correspondant aux deux sites étudiés (Fig. 22A et Fig. 23A), montrent que le poids moyen des individus évolue de manière sensiblement identique. Ce dernier augmente graduellement de décembre à mars puis diminue progressivement jusqu'au mois de juin pour se stabiliser en été et en automne, correspondant à la période s'étalant du mois de juin jusqu'au mois de décembre.

D'après les figures 22B et 23B, nous remarquons que le poids frais moyen des individus sexuellement indifférenciés, appartenant successivement aux populations échantillonnées à Skikda et à Elkala, est stable durant presque tout le cycle de vie. Il est en moyenne de 0,15g à Skikda et de 0,20g à Elkala. A partir du mois de mars, le poids frais moyen des indifférenciés diminue pour atteindre des valeurs minimales de l'ordre de 0,10g traduisant un recrutement des individus de la nouvelle génération. Concernant l'évolution du poids chez les individus sexués, les courbes de variation du poids frais moyen des mâles et des femelles au cours du cycle présentent globalement la même allure.

Chez les populations provenant de Skikda, nous constatons une augmentation progressive du poids frais moyen des individus sexués du mois de décembre pour atteindre un maximum au mois de mars. Au cours de cette période le poids frais moyen des individus sexués passe respectivement de 0,23 g à 0,31g pour les mâles et de 0,29g à 0,35g pour les femelles (Tableaux. 13 et 14). Une forte diminution du poids frais moyen est signalée au mois de juin qui est précédée par une diminution progressive pendant les mois d'avril et mai. Au cours de cette période le poids frais moyen des individus sexués passe de 0,21 g à 0,14 g chez les mâles et de 0,29 g à 0,19 g chez les femelles. Cette chute est certainement liée à la mort des géniteurs épitoques représentés par de gros individus. A noter que cette dernière étape est moins marquée pour les femelles car elle coïncide avec la période de différenciation des femelles de la nouvelle génération ; femelles présentant dans leur contenu coelomique des ovocytes de petite taille (Fig. 20)

Pendant l'été et durant l'automne, période s'étalant de juillet à décembre, le poids frais moyen des individus sexués augmente pour atteindre des valeurs intermédiaires suivi par une période stable entre septembre et décembre.



(B)

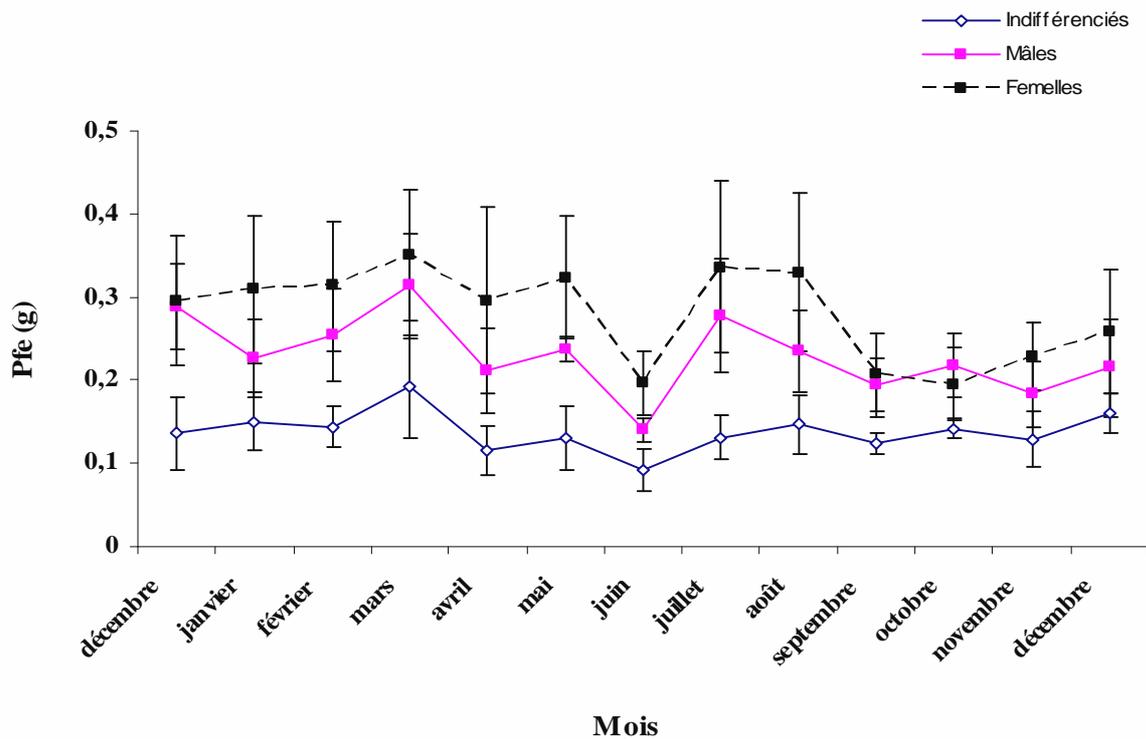


Figure. 22 : Evolution du poids frais essuyé (Pfe) moyen chez la population échantillonnée à Skikda au cours de la période (Décembre 2004-décembre 2005)

(A) Population Totale (B) Sexués et Indifférenciés.

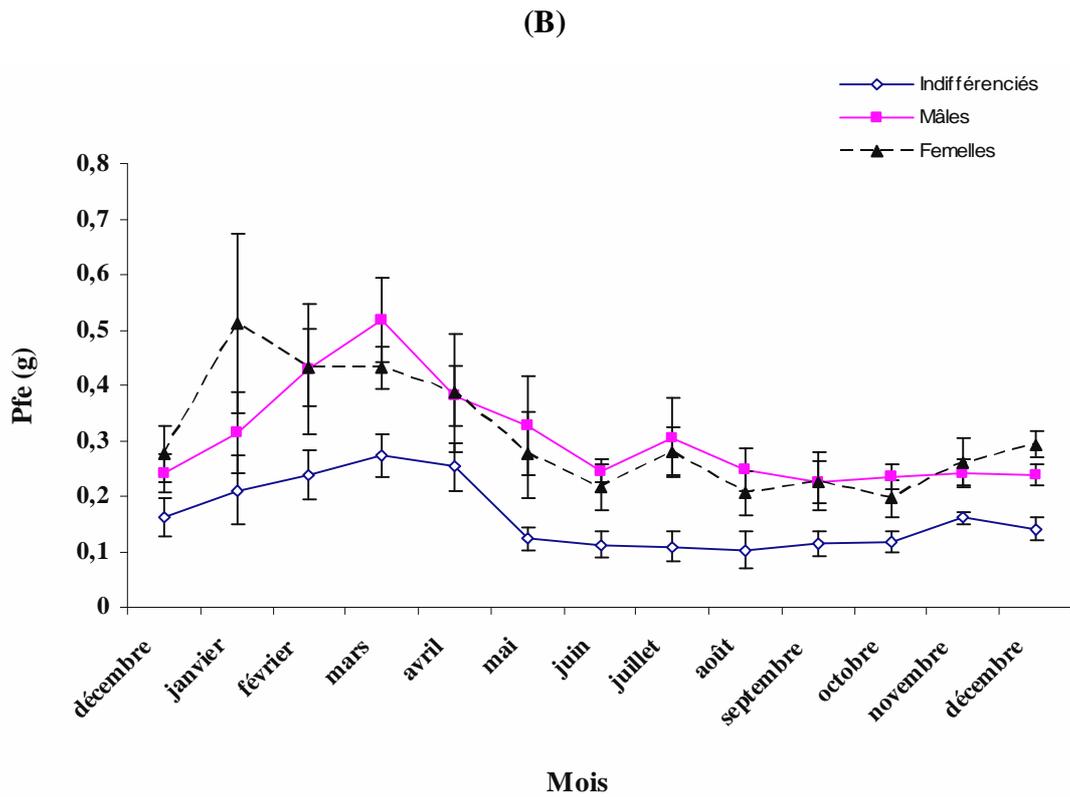
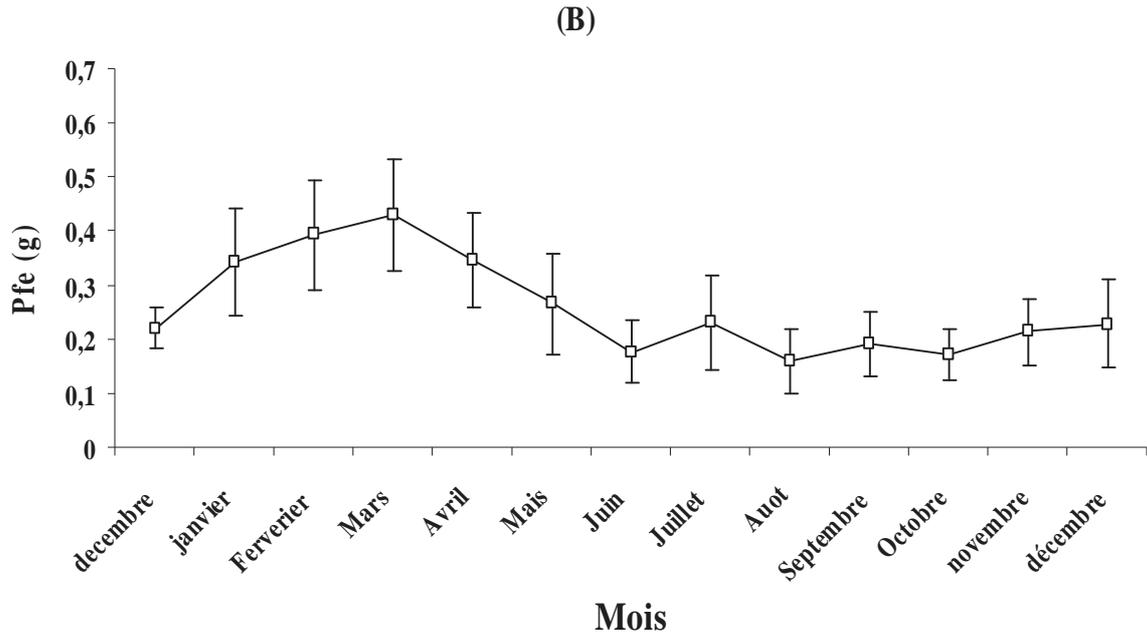


Figure. 23 : Evolution du poids frais essuyé (Pfe) moyen chez la population échantillonnée à Elkala au cours de la période (Décembre 2004-décembre 2005)
 (A) Population Totale (B) Sexués et Indifférenciés.

Tableau. 13 : Variation du poids frais essuyé moyen de la population totale, des individus sexués et indifférenciés au cours d'un cycle annuel Décembre 2004 - Décembre 2005
Skikda (**Poids exprimés en g**)

| Mois | Population totale | Indifférenciés | Mâles | Femelles |
|-----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Décembre | 0,2283 ± 0,063 | 0,1359 ± 0,043 | 0,2884 ± 0,051 | 0,2956 ± 0,078 |
| Janvier | 0,2459 ± 0,098 | 0,1504 ± 0,036 | 0,2274 ± 0,047 | 0,309 ± 0,089 |
| Février | 0,2524 ± 0,101 | 0,1442 ± 0,025 | 0,254 ± 0,056 | 0,3139 ± 0,078 |
| Mars | 0,2904 ± 0,103 | 0,1921 ± 0,062 | 0,3136 ± 0,063 | 0,35 ± 0,079 |
| Avril | 0,2241 ± 0,089 | 0,1151 ± 0,03 | 0,2112 ± 0,051 | 0,2957 ± 0,112 |
| Mai | 0,2441 ± 0,094 | 0,1305 ± 0,039 | 0,2363 ± 0,015 | 0,3237 ± 0,074 |
| Juin | 0,1398 ± 0,058 | 0,0912 ± 0,026 | 0,14 ± 0,014 | 0,1971 ± 0,038 |
| Juillet | 0,2376 ± 0,087 | 0,1311 ± 0,026 | 0,2778 ± 0,068 | 0,3359 ± 0,104 |
| Août | 0,2404 ± 0,06 | 0,1464 ± 0,035 | 0,2359 ± 0,049 | 0,3295 ± 0,095 |
| Septembre | 0,1709 ± 0,058 | 0,124 ± 0,012 | 0,1935 ± 0,032 | 0,2065 ± 0,05 |
| Octobre | 0,1906 ± 0,048 | 0,1418 ± 0,012 | 0,2183 ± 0,039 | 0,1952 ± 0,044 |
| Novembre | 0,2137 ± 0,061 | 0,1615 ± 0,033 | 0,2417 ± 0,039 | 0,2613 ± 0,04 |
| Décembre | 0,2273 ± 0,081 | 0,1403 ± 0,024 | 0,2375 ± 0,058 | 0,2935 ± 0,075 |

Tableau. 14 : Variation du poids frais essuyé moyen de la population totale, des individus sexués et indifférenciés au cours d'un cycle annuel Décembre 2004 - Décembre 2005
Elkala (**Poids exprimés en g**)

| Mois | Population totale | Indifférenciés | Mâles | Femelles |
|-----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Décembre | 0,2201 ± 0,063 | 0,1615 ± 0,035 | 0,2417 ± 0,036 | 0,2767 ± 0,05 |
| Janvier | 0,3424 ± 0,098 | 0,2108 ± 0,062 | 0,3156 ± 0,073 | 0,5123 ± 0,162 |
| Février | 0,3926 ± 0,101 | 0,238 ± 0,043 | 0,4296 ± 0,118 | 0,4319 ± 0,069 |
| Mars | 0,4309 ± 0,103 | 0,2716 ± 0,038 | 0,5173 ± 0,077 | 0,432 ± 0,039 |
| Avril | 0,3462 ± 0,089 | 0,2528 ± 0,043 | 0,3814 ± 0,055 | 0,3858 ± 0,107 |
| Mai | 0,2649 ± 0,094 | 0,1227 ± 0,021 | 0,3262 ± 0,089 | 0,2748 ± 0,079 |
| Juin | 0,1765 ± 0,058 | 0,1116 ± 0,024 | 0,2449 ± 0,021 | 0,2171 ± 0,041 |
| Juillet | 0,2301 ± 0,087 | 0,109 ± 0,027 | 0,3063 ± 0,072 | 0,2801 ± 0,043 |
| Août | 0,1579 ± 0,06 | 0,1023 ± 0,033 | 0,2483 ± 0,039 | 0,2059 ± 0,04 |
| Septembre | 0,1906 ± 0,058 | 0,1137 ± 0,022 | 0,2259 ± 0,052 | 0,2253 ± 0,037 |
| Octobre | 0,1716 ± 0,048 | 0,1182 ± 0,019 | 0,2357 ± 0,022 | 0,1954 ± 0,032 |
| Novembre | 0,1873 ± 0,042 | 0,1292 ± 0,011 | 0,1832 ± 0,025 | 0,2285 ± 0,042 |
| Décembre | 0,2174 ± 0,038 | 0,1604 ± 0,021 | 0,2148 ± 0,019 | 0,2588 ± 0,025 |

Alors que chez les populations échantillonnées à Elkala, le poids frais moyen des mâles et des femelles suit la même évolution d'une façon générale, nous notons une augmentation durant l'hiver, période s'étalant du mois de décembre jusqu'au mois de mars, pour atteindre une valeur maximale de 0,51g pour les mâles et les femelles. A la suite de cela nous enregistrons une diminution progressive du poids frais moyen jusqu'au mois de juin pour finalement se stabilise pendant l'automne.

A partir du mois d'octobre, le poids frais moyen des individus sexués augmente pour atteindre des valeurs intermédiaires.

5.3 Evolution des classes de poids

Sur le terrain, au cours des récoltes qui s'effectuent par raclage des algues à la main, un grand nombre de vers sont sectionnés par bris mécaniques à divers niveaux. Par conséquent, il est impossible de pouvoir mesurer le poids frais essuyé de la totalité des individus échantillonnés. Aussi, afin de prendre en considération, lors de l'exploitation des données, l'effectif total des individus analysés, le poids frais essuyé des vers sectionnés est estimé à partir de l'équation reliant le poids frais essuyé au poids partiel formolé essuyé, décrite dans la partie matériels et méthodes (Fig. 15 et 16).

L'analyse des histogrammes de distribution des fréquences pondérales de *P. cultrifera* échantillonné entre décembre 2004 - décembre 2005, rapportée sur figure 24 et 25, montre qu'au mois de février on distingue trois modes ; le premier relatif aux individus indifférenciés, le deuxième mode correspond à l'émergence d'individus nouvellement sexués à partir d'individus indifférenciés et un troisième mode regroupant les individus épitoques. A noter que chez la population issue d'Elkala, les trois modes commencent à apparaître au mois de janvier (Fig. 25A).

Pendant les mois de mars et avril, la décomposition des histogrammes de distribution des fréquences pondérales devient plus complexe et difficilement interprétable à cause de la perte de poids accompagnant l'épitoque et qui touche les gros individus. À l'exception de quelques individus épitoque qui commencent à disparaître au cours du mois de mai, on distingue à partir de ce mois, l'apparition de deux modes dont l'un correspond aux individus indifférenciés et l'autre aux gros individus sexués. Au cours de la période s'étalant du mois de juin jusqu'au mois de décembre, la population est composée seulement de deux modes, l'un correspondant au individus indifférenciés de petite taille qui évoluent progressivement vers la maturité et l'autre correspondant aux gros individus sexués formant les futur reproducteurs.

En juin et juillet, le nombre des individus de petite taille est plus élevé qu'au mois de mai. Ce constat pourrait être traduit par le début de l'apparition de la nouvelle génération d'individus indifférenciés. En septembre, on note une arrivée en masse d'individus des nouvelles recrues sexués. Pendant la période s'étalant d'octobre à janvier, les nouvelles recrues et les indifférenciés s'unissent et gagnent en poids.

Ainsi, d'après les différentes données de cette étude, on peut donc raisonnablement considérer que l'espèce *Perinereis cultrifera*, échantillonnée respectivement à Skikda et Elkala sur le littoral Nord Est Algérien, a une durée de vie de l'ordre de 3 ans.

IV. DISCUSSION

Les annélides polychètes ont une grande importance économique car elles sont utilisées en tant qu'appâts pour la pêche sportive et professionnelle et représentent une source d'aliments non négligeable pour l'aquaculture (Gambi et al, 1994 ; Olive, 1994). Sur le littoral Nord-Est Algérien et d'après les enquêtes que nous avons menées dans la localité de Skikda et d'Elkala, trois espèces sont commercialisées et utilisées essentiellement pour la pêche récréative et semi- professionnelle (Planche. 1). Il s'agit des polychètes *Perinereis cultrifera* connu sous le nom de « ver à antennes et à pattes » ou encore « ver vert de rocher », *Hediste diversicolor* et *Scolelepis squamata* commercialisés localement sous le nom de « ver de vase » et de « ver de sable ». Olive (1994) a recensé les principales espèces de polychètes utilisées pour la pêche à la ligne et Gambi et al., (1994) ont dressé une liste exhaustive des espèces utilisées en tant qu'appât pour la pêche récréative. Sur les trois espèces inventoriées au cours de notre étude, *Perinereis cultrifera* et *Hediste diversicolor* sont utilisées en Italie et en France en tant qu'appâts pour la pêche à la ligne.

D'après nos observations, l'annélide polychète *Scolelepis squamata* est l'espèce la plus couramment utilisée localement pour la pêche en raison de sa récolte facile et de sa disponibilité régulière sur le marché. Néanmoins l'espèce *Perinereis cultrifera* demeure la plus demandée car elle résiste mieux au conditionnement et tient parfaitement à l'hameçon.

Notre étude a également porté sur l'impact écologique de la récolte des vers. Sur le littoral Nord-Est Algérien les récoltants utilisent des produits chimiques (eau de Javel et KMnO_4) pour inciter les vers de sortir de leur galerie, ce qui permet une récolte de vers entiers et en grande quantité. L'introduction dans les biotopes de produits chimiques provoque une destruction de la couverture d'algues recouvrant la roche et dont la réapparition ne s'amorce qu'après une durée moyenne d'environ un mois. (Rouabah, 2003)

D'autres auteurs ont également signalé l'emploi de produits chimiques tel que le sulfate de cuivre (CuSO_4) en Italie sur les côtes de Sicile, pour inciter les vers à quitter leurs galeries (Gambi et al., 1994).

Outre les risques dévastateurs engendrés sur l'écosystème, la collecte des vers en Algérie ne se fait sans aucune législation limitant les périodes de récolte et sans aucune connaissance des caractéristiques populationnelles des espèces. Dans ces conditions, une destruction dramatique des sites est à redouter. Rouabah (2003) à noter que les récoltants passent plus de temps à prospector les sites où la densité en vers est importante. Les récoltes sont alors réalisées d'une façon irrationnelle et une fois que les sites s'appauvrissent ils sont vite abandonnés. Par conséquent, en tenant compte des observations préliminaires réalisées au cours de cette étude, il est nécessaire de mener une étude plus approfondie portant sur l'impact écologique des modes de récolte des vers sur les populations et leur habitat. Des informations sur les exigences écologiques et biologiques des espèces commercialisées s'avèrent très utiles pour pouvoir diriger l'optimisation des récoltes et minimiser les impacts engendrés par les collecteurs sur les biotopes et leur population.

L'étude du cycle de vie de *Perinereis cultrifera* conduite entre décembre 2004 et décembre 2005 à Skikda et Elkala sur le littoral Nord-Est Algérien, montre que *Perinereis cultrifera* a une longévité de 3 ans, que les individus se reproduisent exclusivement par épitoque et que la période de reproduction est courte et a lieu fin avril début mai. Il est à noter, comme le démontre les résultats obtenus sur les deux sites que la période de reproduction peut avoir lieu d'une manière précoce et se prolonger au delà du mois de juin et ce en fonction des conditions climatiques et du site géographique. La différenciation sexuelle des femelles débute au mois de février de la deuxième année, le développement ovocytaire s'étale sur une période de 16 mois et la taille des ovocytes à maturité est comprise entre 200 et 250 μ m.

Les différents sites géographiques où des observations relatives au mode de reproduction des populations naturelles de *Perinereis cultrifera* ont été réalisées sont représentés sur la figure 26. Le mode de reproduction de cette espèce dans la Manche [Normandie : Fauvel 1916 et Herpin 1925 à Cherbourg ; Durchon 1951 à Luc-sur-mer ; et sur la côte Nord Bretagne : Scaps et *al.*, 1992] et en Atlantique [Arcachon : Cazaux, 1965] est de type épitoque, de même qu'en Méditerranée sur les côtes de Tunisie à Salammbô (Zghal et Ben Amor, 1989) et dans la lagune de Venise en Italie (Ansaloni *etal.*, 1986) et à Annaba en Algérie (Rouabah 2003).



Figure. 26 : Carte des côtes du Nord-Ouest de l'Europe et des côtes méditerranéennes localisant les sites où le mode de reproduction de *Perinereis cultrifera* a été étudié.

1. Alger (Algérie). **2.** Annaba (Algérie). **3.** Salammbô (Tunisie). **4.** Venise (Italie). **5.** Marseille (France). **6.** Arcachon (France). **7.** Côte Nord Bretagne (France). **8.** Luc-sur-mer (Normandie, France). **9.** Cherbourg (Normandie, France)

En revanche, à Alger, sur les côtes de la Méditerranée, Gravier et Dantan (1928) ainsi que Durchon (1957) rapportent que la reproduction de cette espèce est de type atoque, la forme hétéronéréidienne (épitoque) existe mais elle est exceptionnelle. En effet, Gravier et Dantan (1928) au cours de nombreuses pêches nocturnes n'ont récolté que deux *Heteronereis*. Durchon (1957) en trois années de recherche n'a observé que deux individus épitoques. Par ailleurs, Pérès et Rancurel (1948) ont décrit la reproduction de *Perinereis cultrifera* comme étant atoque à Marseille et Bellan (1964) ne semble pas avoir rencontré de formes épitoques sur le littoral provençal. De plus Marcel (1962) lors d'un suivi annuel d'une population de *Perinereis cultrifera* à Alger n'a jamais rencontré de formes hétéronéréidiennes au cours de ses recherches. Dans ces conditions, on peut se demander si la reproduction à l'état épitoque existe réellement à Alger ; si c'est le cas, on doit alors considérer l'épitoque comme un phénomène mineur et accidentel dans cette localité.

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 (Planches. 2 et 3). 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 Rouabah (2003) sur les côtes de 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 0.55g pour 100-110 segments. Par contre, à Skikda les individus ne dépassent pas 0.35g pour 86-95 segments. Sur le littoral de 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'épitoquie. 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. Ainsi le poids des individus adultes, établis après migration au niveau de la zone à *Fucus serratus*, est

significativement plus élevé que celui des individus qui sont demeurés dans la frange supérieure de cette ceinture algale.

La grande variabilité du mode de reproduction et des caractéristiques biométriques conduit à débattre du problème de la variabilité de cette espèce. Dans ce contexte, un examen approfondi de la morphologie des individus provenant de l'ensemble de l'aire de distribution s'avère indispensable et nécessaire. Dans ce but, le dernier chapitre a été réservé à une étude comparative sur le plan morphologique des populations provenant des formes épitoques présentes sur le littoral Nord Est Algérien en associant les données provenant des travaux récents réalisés par Rouabah (2003), sur des populations échantillonnées respectivement sur le littoral Méditerranéen à Annaba et à Saint Aubin en Manche Atlantique.

CHAPITRE 3

**Etude morphologique des formes épitoques
présentes en Méditerranée sur le littoral Nord-Est
Algérien et en Manche Atlantique.**

I. INTRODUCTION

La synthèse des données portant sur la biologie de *Perinereis cultrifera* a mis en évidence que la période et le mode de reproduction, ainsi que l'âge à maturité et les paramètres biométriques varient selon la localité géographique des populations. Si l'on s'en tient aux populations qui ont été les mieux étudiées, c'est à dire celles présentes en Manche Atlantique d'une part et en Méditerranée d'autre part, on constate que l'on peut distinguer trois formes de *Perinereis cultrifera* :

- la forme épitoque des côtes de la Manche et de l'Océan Atlantique est caractérisée par son poids important et son grand nombre de segments (plus de 120),
- la forme atoque de la baie d'Alger nettement moins grosse et possédant moins de 80 segments,
- la forme épitoque de Salammbô en Tunisie, intermédiaire entre les deux formes.

La présence de deux stratégies de reproduction (atoque et épitoque) et de trois morphotypes selon les caractéristiques biométriques, résulte-elle seulement des différentes conditions écologiques ou bien est-elle en relation avec l'existence d'un complexe d'espèces ?

Dans le but d'apporter une contribution dans l'étude des différentes hypothèses, nous avons mené grâce à un traitement statistique approfondi, une étude comparative sur la distribution des paragnathes ou denticules cornées à la surface du proboscis des individus issus des formes épitoques provenant respectivement de la Méditerranée, littoral Nord Est Algérien et de la Manche Atlantique.

Nous avons choisi d'étudier les paragnathes car, à 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 (Fig. 5 et 6) et ils sont souvent utilisés pour distinguer les espèces (Hartman, 1945 ; Smith, 1958 ; Pettibone, 1963). Le genre *Perinereis* est caractérisé par la présence de paragnathes coniques transversaux à la surface du proboscis.

II. MATERIELS ET METHODES

1. Matériels

En plus des données rapportés dans les travaux de Rouabah (2003), relatives aux deux populations de *Perinereis cultrifera* échantillonnées respectivement à Saint-Cloud sur le littoral de Annaba et à Saint-Aubin-Sur-Mer en Manche Atlantique, deux autres populations ont été échantillonnées sur le littoral Nord-Est Algérien, sur la plage de Stora à Skikda et la plage d’Elmordjène à Elkala (Fig.27).



Figure 27 : Carte de l’Europe Occidentale et de l’Afrique du Nord montrant la localisation des sites de récoltes.

Les individus provenant des quatre sites occupent un habitat différent. A Saint-Aubin-Sur-Mer, les vers élaborent un réseau de galeries en forme de U ou de Y dans les strates de calcaire bathonien de la zone intertidale, essentiellement au niveau de la ceinture à *Fucus serratus*. Par contre, les populations de Skikda, Annaba et Elkala proviennent des trottoirs de *Rhodophyceae* dans lequel les vers élaborent des galeries. Le mode de reproduction des quatre populations est de type épitoque.

Une trentaine d'individus ont été récoltés par site. Les individus de Saint-Aubin ont été extraits des blocs de calcaire après avoir été délités *in situ* au marteau. Pour les populations de Saint-Cloud, Stora et Elmordjène, les individus ont été extraits des algues dans lesquelles vit *Perinereis cultrifera* et ils ont été ramenées puis triées au laboratoire afin de sélectionner seulement les adultes.

2. Méthodes

Les individus ont été fixés dans une solution déthanol à 95% pour maintenir la trompe extroversée. Pour les vers fixés et dont la trompe est restée totalement ou partiellement rétractée, une légère pression a été appliquée au niveau de la partie antérieure pour provoquer la dévagination du proboscis. Les segments ont été dénombrés et le nombre de paragnathes de chaque groupe défini par Fauvel (1923), ainsi que le nombre total des paragnathes de chaque individu ont été comptés sous une loupe binoculaire.

Une analyse des variations intra-individuelles a été réalisée afin de déterminer s'il existe des corrélations entre la taille des vers et le nombre de paragnathes de chaque groupe et/ou le nombre total des paragnathes répartis à la surface du proboscis. Cependant au cours de la récolte, les vers étaient souvent sectionnés à divers niveaux par autotomie ou par bris mécaniques.

Ainsi, afin de prendre en compte dans l'analyse des données l'ensemble des individus échantillonnés, la taille des vers a été exprimée en poids partiel formolé essuyé déterminé selon la méthode décrite par Desrosiers et *al.*, (1998) pour *Nereis virens*. Le rang de cassure a été localisé à l'aide d'un histogramme de distribution de fréquence (Fig. 28).

Ce dernier étant situé au 35^{ème} sétigère, le poids partiel pour l'ensemble des individus des populations étudiées a été mesuré sur des vers fixés dans du formol et sectionnés au 35^{ème} sétigère.

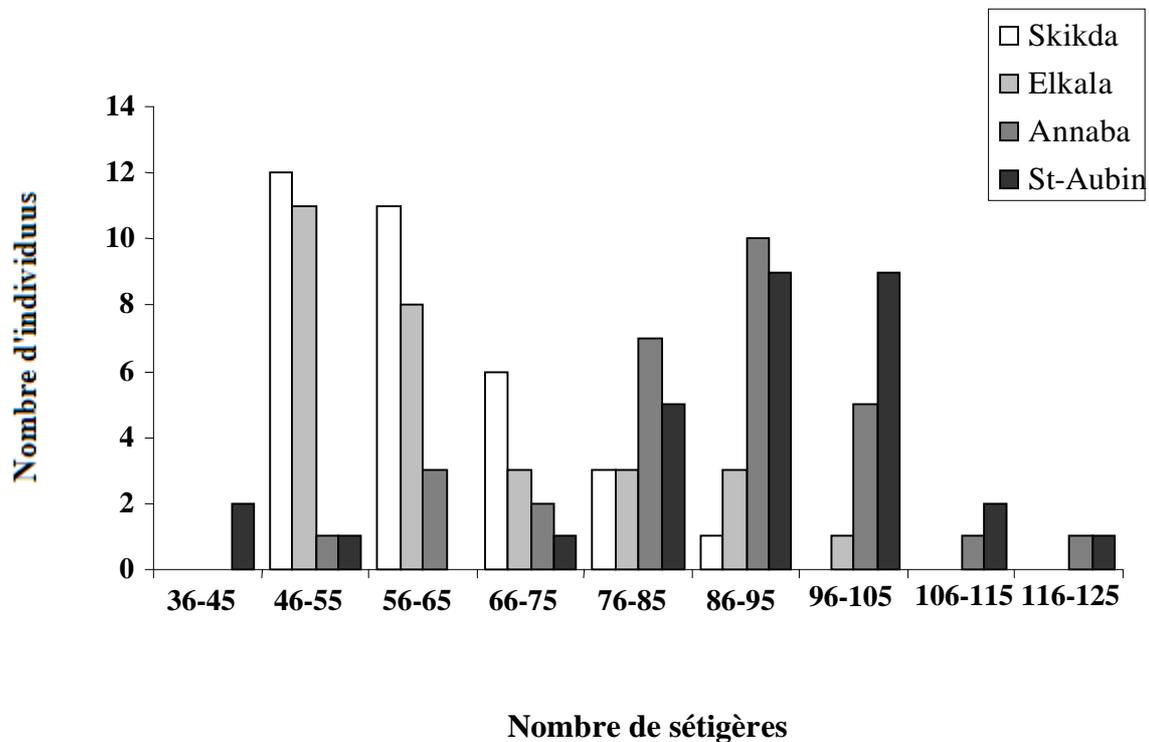


Figure. 28 : Histogramme de distribution de fréquence du nombre de segments et du rang de cassure

3. Traitement statistique

3.1. Collecte des données

La collecte des données porte sur quatre sites ; trois sites Méditerranéens situés sur le littoral Nord Est Algérien ; Skikda, Annaba et Elkala, le quatrième site est situé en Manche Atlantique Saint-Aubin-sur-mer (Figure. 27)

Un prélèvement aléatoire de 30 individus est réalisé sur chaque site et le nombre de paragnathes sur les différents lobes de chaque individu ont été comptés sous une loupe

binoculaire. Huit caractères ont été pris en considération dans l'étude statistique, il s'agit du Lobe I, Lobe IId, Lobe IIg, Lobe III, Lobe IVd, Lobe IVg, Lobe V, Lobe VII-VIII.

Soit une matrice de données de dimension 30x 8. Pour chaque site nous avons effectué une analyse statistique de ces données en utilisant des analyses statistiques univariées, bivariées et multivariées.

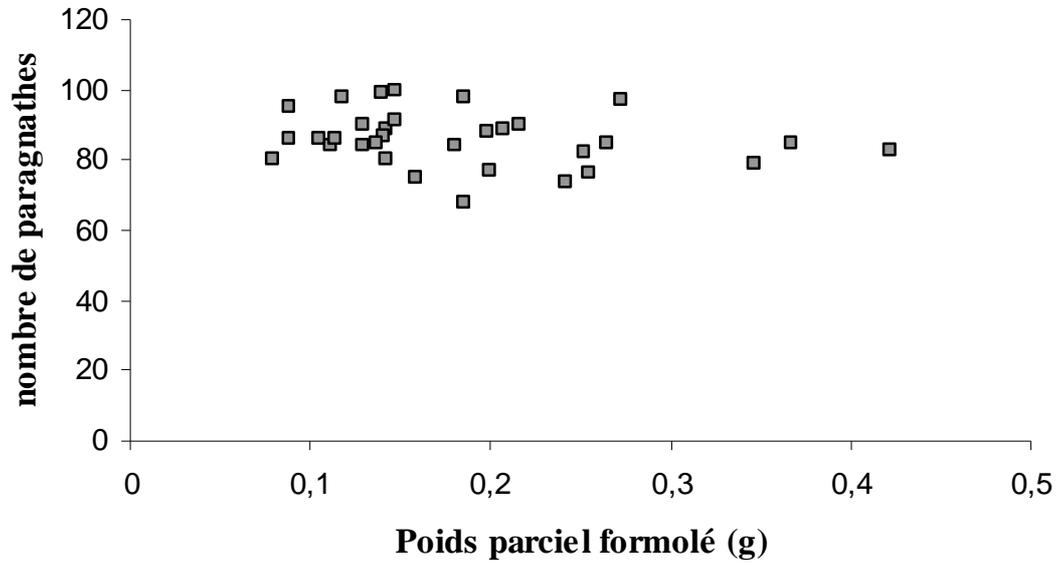
Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel MINITAB (X2000). Les relations inter-groupes du nombre de paragnathes chez *Perinereis cultrifera* et entre les différentes mesures ont été analysées par le coefficient de corrélation de Pearson. Le test **F** a été utilisé pour les comparaisons des variances et l'analyse multivariées a été réalisée avec le test de Wilk's, Lawley-hotteling et Pillai's. La recherche de groupes homogènes a été réalisée grâce aux tests de la plus petite différence significative, la distance Manhattan et la méthode de liaison simple. Le seuil de signification éprouvé a été $P < 0,01$.

III. RESULTATS

1. Relation d'allométrie entre le nombre de paragnathes et la taille des individus

Le nombre de segments des individus provenant des quatre populations est différent. Ce dernier est similaire pour les individus provenant respectivement de Annaba et de Saint-Aubin-sur-mer, il dépasse les 120 sétigères. Alors qu'il est de 105 sétigères pour les individus issus de la population de Skikda et seulement 95 sétigères pour ceux provenant d'Elkala (Fig. 28). Aucune relation d'allométrie entre le nombre de paragnathes et la taille des individus n'a été mise en évidence (Fig. 29 A et B et Fig.30 C et D). La taille des vers n'a donc aucune influence sur les variations intra-individuelles dans le nombre des paragnathes.

A : Perinereis cultrifera Skikda



B : Perinereis cultrifera Elkala

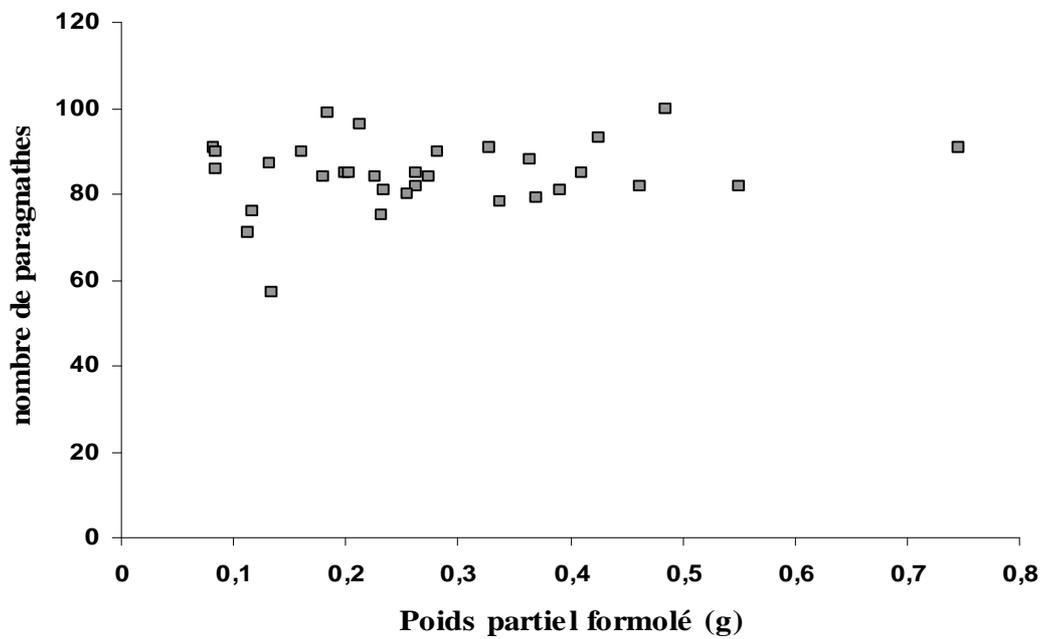
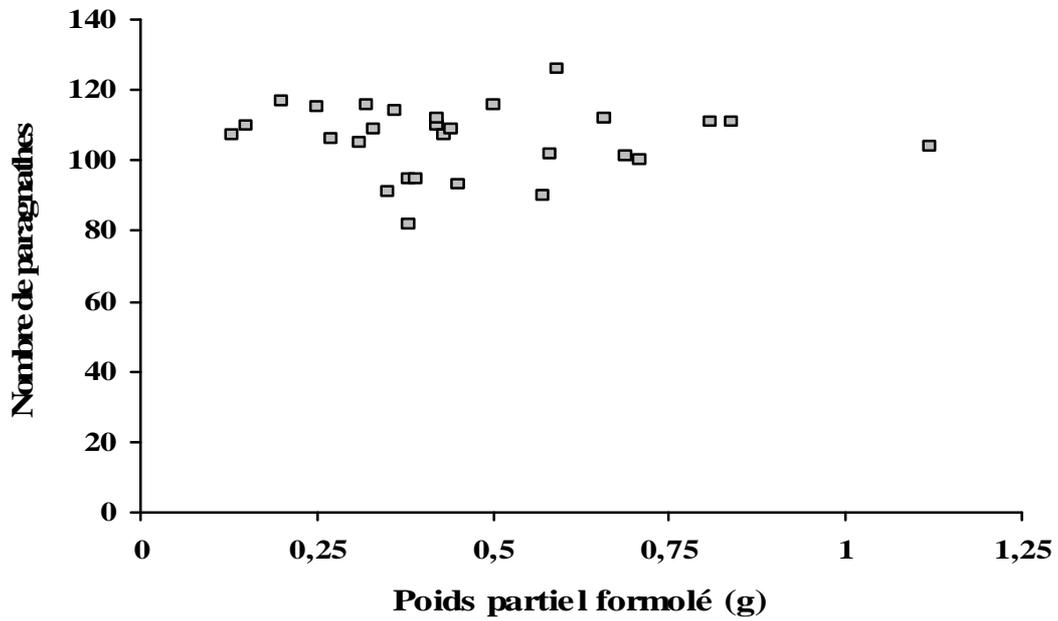


Figure. 29 : Courbes de corrélation entre le nombre de paragnathes et la taille des individus. (A) Skikda ; (B) Elkala.

C : *Perinereis cultrifera* Saint-Aubin-sur-Mer



D: *Perinereis cultrifera* Saint-Cloud Annaba

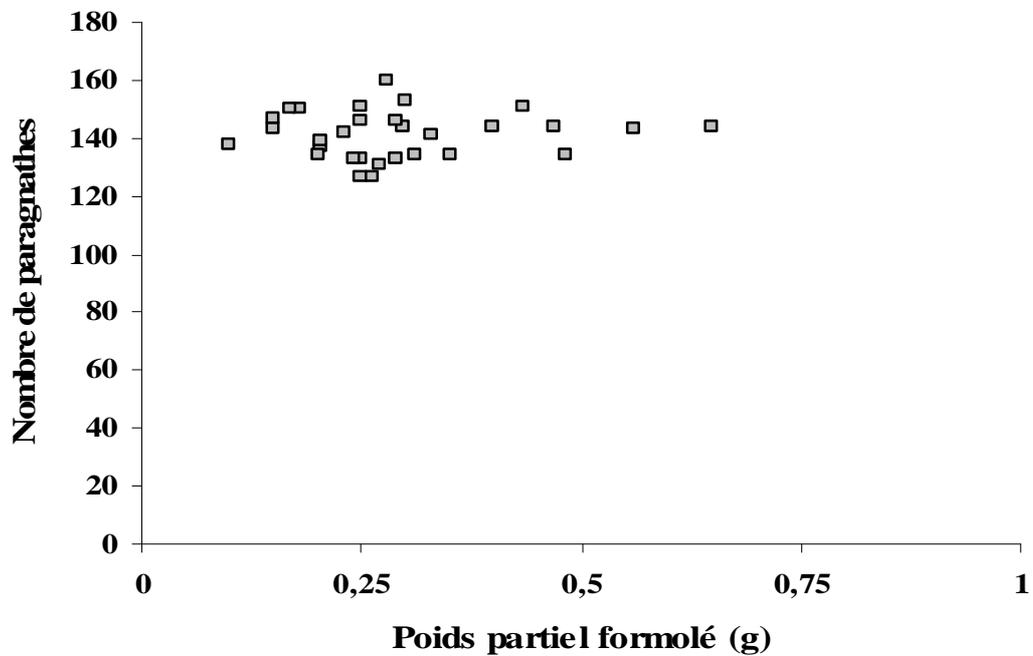


Figure. 30 : Courbes de corrélation entre le nombre de paragnathes et la taille des individus. (C) Saint-Aubin- sur mer ; (D) Saint-Cloud Annaba.

2. Analyse statistique des données

2.1. Analyse statistique univariée

2.1.1. Calcul de paramètres statistiques de base

Pour mieux décrire les différentes variables qui caractérisent les huit lobes pour les quatre populations, nous avons calculé certains paramètres statistiques de base tels que la moyenne arithmétique (\bar{x}), qui est un paramètre de position et de tendance centrale, l'écart type (s) qui mesure la disposition des données autour de la moyenne, les valeurs minimales (x_{\min}) et maximales (x_{\max}) qui donnent, toutes les deux une idée sur l'étendue des données, et enfin, l'effectif (n) qui nous renseigne sur l'importance des données traitées. Les résultats de la description des données pour chaque population, sont représentés dans le tableau 15.

2.1.2. Comparaison des moyennes de chaque lobe pour les différentes populations

La comparaison des moyennes de chaque lobe pour les différentes populations est réalisée à l'aide du test de l'analyse de la variance à un seul critère de classification. Cette dernière est basée sur le test **F**, qui permet de calculer la probabilité de mettre en évidence les différences significatives entre les différentes variables (p : seuil de signification). C'est un test d'analyse de la variance à un seul critère de classification modèle fixe (caractère morphométrie : Lobe) et effectif égaux si (n) est le même. Les résultats de cette analyse sont consignés dans le tableau 16.

Tableau. 16 : Comparaison des moyennes de chaque lobe pour les quatre populations analysées sur la base de critères morphométriques.

| | Sources de variation | ddl | SCE | CM | Fobs | p | Observation |
|-----------|-------------------------|-----|---------|--------|--------|-------|-------------|
| Lobe I | Différences entre sites | 3 | 20,0667 | 6,6889 | 17,09 | 0 | (***) |
| | Variation résiduelle | 116 | 45,4 | 0,3914 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |
| Lobe II d | Différences entre sites | 3 | 526,17 | 175,39 | 35,3 | 0 | (***) |
| | Variation résiduelle | 116 | 576,33 | 4,97 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |
| Lobe II g | Différences entre sites | 3 | 444,2 | 148,07 | 29,05 | 0 | (***) |
| | Variation résiduelle | 116 | 591,27 | 5,1 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |
| Lobe III | Différences entre sites | 3 | 342,7 | 114,23 | 33,94 | 0 | (***) |
| | Variation résiduelle | 116 | 390,47 | 3,37 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |
| Lobe VI d | Différences entre sites | 3 | 54,558 | 18,186 | 2,96 | 0,035 | (*) |
| | Variation résiduelle | 116 | 713,433 | 6,15 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |
| Lobe VI g | Différences entre sites | 3 | 25,825 | 8,608 | 1,35 | 0,261 | NS |
| | Variation résiduelle | 116 | 737,967 | 6,362 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |
| Lobe V | Différences entre sites | 3 | 4,8667 | 1,6222 | 3,74 | 0,013 | (*) |
| | Variation résiduelle | 116 | 50,3333 | 0,4339 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |
| Lobe VII | Différences entre sites | 3 | 14811,2 | 4937,1 | 459,27 | 0 | (***) |
| | Variation résiduelle | 116 | 1247 | 10,7 | | | |
| | Variation Totale | 119 | | - | - | - | |

si $p \geq \alpha = 0,05$ il n'existe pas de différence significatives entre les moyennes (du lobe) au niveau des différents sites (NS)

si $p \leq \alpha = 0,05$ il existe des différences significatives entre les moyennes (*)

si $p \leq \alpha = 0,01$ différence hautement significative entre les moyennes (**)

si $p \leq \alpha = 0,001$ différence très hautement significative (***)

ddl : degrés de liberté

SCE : sommes des carrés des écarts

CM : carré moyen = SCE/ddl

F_{obs} : valeurs de la variable de F de FISHER = CM diff entre sites / CM variation résiduelle

P : la probabilité de mettre en évidence des différences significatives

2.1.3. Comparaisons multiples des moyennes :

Lorsqu'à l'issue d'un test de l'analyse de la variance et pour des facteurs fixes on est amené à rejeter l'hypothèse d'égalité de plusieurs moyennes dans ces conditions la question de rechercher, et de localiser les inégalités se pose.

De nombreuses solutions ont été proposées pour répondre ou tenter de répondre à cette question (Dagnelie, 1999). Ces solutions sont regroupées sous l'appellation générale de méthodes de comparaison particulières et multiples de moyennes.

Le choix entre les différentes approches dépend de façon très large de la nature qualitative ou quantitative des facteurs considérés et de l'objectif qui a été fixé ou qui aurait dû être fixé au moment où la collecte des données à été décidée (Dagnelie, 1999).

En ce qui nous concerne, chaque fois que l'égalité de plusieurs moyennes a été rejetée par l'analyse de la variance pour un facteur fixe, nous avons alors utilisée la méthode de la plus petite différence significative (p.p.d.s) pour tenter de déterminer les groupes de moyennes qui sont identiques ou en d'autres termes les groupes de variantes du facteur qui sont aussi homogènes que possible (Dagnelie, 1999).

La méthode de la plus petite différence significative (p.p.d.s) est une méthode qui s'applique en une seule étape, et qui est, de ce fait, d'une utilisation très facile.

Dans le cas le plus simple, son principe est de calculer la quantité :

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{2CM / n} ,$$

appelée plus petite différence significative ou " p.p.d.s " et de considérer tous les couples de moyennes $(\bar{x}_i - \bar{x}_j)$, atteignant ou dépassant cette limite en valeur absolue comme significativement inégaux.

La valeur de $t_{1-\alpha/2}$ est relative à la distribution t de STUDENT, dont le nombre de degrés de liberté est celui du carré moyen (CM_r) qui a servi de base de comparaison lors de l'analyse de la variance, et n représente le nombre de données qui ont servi à calculer chacune des moyennes (Dagnelie, 1999).

| | | | | |
|---|----------------|-------------|----------------|----------------|
| Lobe I: | \bar{x}_k | \bar{x}_s | \bar{x}_{SA} | \bar{x}_{SC} |
| | 1.36 | 1.43 | 1.73 | 2.37 |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> | | | | |
| Lobe IIId: | \bar{x}_{SA} | \bar{x}_s | \bar{x}_k | \bar{x}_{SC} |
| | 10.17 | 11.4 | 11.43 | 15.8 |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> | | | | |
| Lobe IIg: | \bar{x}_{SA} | \bar{x}_k | \bar{x}_s | \bar{x}_{SC} |
| | 10.37 | 11.6 | 11.9 | 15.4 |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> | | | | |
| Lobe III: | \bar{x}_s | \bar{x}_k | \bar{x}_{SA} | \bar{x}_{SC} |
| | 5.1 | 5.9 | 7.93 | 9.33 |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> | | | | |
| Lobe VIId: | \bar{x}_s | \bar{x}_k | \bar{x}_{SC} | \bar{x}_{SA} |
| | 14.83 | 15.86 | 15.9 | 16.7 |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> | | | | |
| Lobe V: | \bar{x}_{SC} | \bar{x}_k | \bar{x}_s | \bar{x}_{SA} |
| | 2.53 | 2.76 | 2.8 | 3.10 |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> | | | | |
| Lobe VII-VIII: | \bar{x}_k | \bar{x}_s | \bar{x}_{SA} | \bar{x}_{SC} |
| | 38.08 | 38.26 | 38.83 | 63.87 |

\bar{x}_k : la moyenne des paragnathes dans un lobe défini pour la population dElkala

\bar{x}_s : la moyenne des paragnathes dans un lobe défini pour la population de Skikda

\bar{x}_{SA} : la moyenne des paragnathes dans un lobe défini pour la population de Saint Aubin

\bar{x}_{SC} : la moyenne des paragnathes dans un lobe défini pour la population dAnnaba

Figure.31 : Schéma résumant les résultats de la (p.p.d.s)

Les résultats obtenus sont généralement présentés sous la forme de moyennes soulignées. Les soulignements correspondent à des moyennes ou à des groupes de moyennes qui ne sont pas significativement différents les uns des autres.

2.2. Analyse statistique bivariée

2.2.1 Coefficient de corrélation

Pour mettre en évidence une quelconque relation entre les différentes variables obtenues sur les huit lobes, nous avons utilisé le coefficient de corrélation linéaire de "Bravais Pearson". Ce coefficient de corrélation (r), mesure l'intensité du lien qui existe entre deux caractéristiques ou variables quantitatives quelconques, pour autant que cette liaison soit linéaire ou approximativement linéaire. Par exemple, pour deux variables quelconques x et y , le coefficient de corrélation (r) est déterminé par la formule suivante :

$$r = \frac{\text{cov}(x,y)}{S_x S_y} ,$$

où $\text{cov}(x,y)$ représente la covariance de x et y , et S_x et S_y représentent les écart-types de x et y .

Ce coefficient est compris entre -1 et +1 ; il est en valeur absolue d'autant plus proche de 1 que la liaison est linéaire ou approximativement linéaire.

Au contraire, si le coefficient de corrélation est nul ou presque nul, cela signifie que les deux variables ne sont pas corrélées entre elles.

D'autre part, le signe du coefficient de corrélation indique si la relation est croissante ou décroissante. En effet, lorsque le coefficient de corrélation est positif, les valeurs élevées d'une variable correspondent dans l'ensemble aux valeurs élevées de l'autre variable. Par contre, lorsque la corrélation est négative, les valeurs élevées d'une variable correspondent dans l'ensemble aux valeurs faibles de l'autre variable et vice-versa.

Pour chaque valeur de " r " calculée, nous avons également déterminé la probabilité " p " à mettre en évidence une différence significative entre la valeur " r " et la valeur zéro.

Si la valeur de p est inférieure ou égale à la valeur critique $\alpha = 0,05$ ($p \leq \alpha = 0,05$), nous disons qu'il existe des différences significatives entre la valeur de r et la valeur zéro et par conséquent, il y a corrélation entre les deux caractéristiques étudiées en question. Dans le cas contraire ($p > \alpha = 0,05$), il n'y a pas de corrélation entre les deux caractéristiques (Dagnelie, 1999).

Les résultats relatifs aux quatre populations étudiées sont consignés dans les tableaux 17, 18, 19 et 20.

Tableaux 17 : Coefficients de corrélation de *Pearson* entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de *Perinereis cultrifer* récolté à Skikda. (valeurs du coefficient de corrélation en gras et valeurs de p entre parenthèses.).

| Variabes | Lobe I | Lobe IId | Lobe IIg | Lobe III | Lobe IVd | Lobe IVg | Lobe V | Lobe VII-VIII |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------|
| Lobe I | 1 | | | | | | | |
| Lobe IId | 0,443 (0,014) * | 1 | | | | | | |
| Lobe IIg | 0,421 (0,021) * | 0,907 (0,000) *** | 1 | | | | | |
| Lobe III | 0,491 (0,006) ** | 0,535 (0,002) ** | 0,456 (0,011) * | 1 | | | | |
| Lobe IVd | 0,382 (0,037) * | 0,619 (0,000) *** | 0,613 (0,000) *** | 0,403 (0,027) * | 1 | | | |
| Lobe IVg | 0,144 (0,447) | 0,448 (0,013) * | 0,464 (0,010) ** | 0,309 (0,096) | 0,775 (0,000) *** | 1 | | |
| Lobe V | 0,19 (0,315) | 0,423 (0,020) * | 0,398 (0,029) * | 0,209 (0,269) | 0,32 (0,085) | 0,383 (0,037) * | 1 | |
| Lobe VII-VIII | 0,075 (0,692) | 0,23 (0,221) | 0,354 (0,055) | 0,054 (0,776) | 0,124 (0,513) | 0,24 (0,202) | -0,007 (0,971) | 1 |

si $p \geq \alpha = 0,05$ il n'existe pas de corrélation entre lobe X_i et lobe X_j
 si $p \leq \alpha = 0,05$ il existe une corrélation significative entre lobe X_i et lobe X_j (*)
 si $p \leq \alpha = 0,01$ corrélation hautement significative entre lobe X_i et lobe X_j (**)
 si $p \leq \alpha = 0,001$ corrélation très hautement significative entre lobe X_i et lobe X_j (***)

Tableaux 18 : Coefficients de corrélation de *Pearson* entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de *Perinereis cultrifer* récolté à Elkala. (valeurs du coefficient de corrélation en gras et valeurs de p entre parenthèses.).

| Variables | Lobe I | Lobe II _d | Lobe II _g | Lobe III | Lobe IV _d | Lobe IV _g | Lobe V | Lobe VII-VIII |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Lobe I | 1 | | | | | | | |
| Lobe II _d | 0,313 (0,092) | 1 | | | | | | |
| Lobe II _g | 0,358 (0,052) | 0,881 (0,000) *** | 1 | | | | | |
| Lobe III | 0,419 (0,021) * | 0,243 (0,195) | 0,21 (0,265) | 1 | | | | |
| Lobe IV _d | 0,387 (0,035) * | 0,127 (0,503) | 0,112 (0,555) | 0,419 (0,021) * | 1 | | | |
| Lobe IV _g | 0,366 (0,047) * | -0,002 (0,993) | 0,008 (0,966) | 0,399 (0,029) * | 0,876 (0,000) *** | 1 | | |
| Lobe V | 0,044 (0,819) | -0,151 (0,427) | -0,038 (0,843) | -0,087 (0,649) | -0,118 (0,536) | -0,211 (0,262) | 1 | |
| Lobe VII-VIII | 0,411 (0,024) * | 0,106 (0,577) | 0,159 (0,401) | 0,278 (0,137) | 0,525 (0,003) ** | 0,55 (0,002) ** | -0,403 (0,027) * | 1 |

Tableaux 19 : Coefficients de corrélation de *Pearson* entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de *Perinereis cultrifer* récolté à St Aubin. (valeurs du coefficient de corrélation en gras et valeurs de p entre parenthèses.).

| Variables | Lobe I | Lobe IId | Lobe IIg | Lobe III | Lobe IVd | Lobe IVg | Lobe V | Lobe VII-VIII |
|----------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|
| Lobe I | 1 | | | | | | | |
| Lobe IId | -0,119 (0,530) | 1 | | | | | | |
| Lobe IIg | -0,106 (0,577) | 0,727 (0,000) *** | 1 | | | | | |
| Lobe III | 0,116 (0,542) | 0,139 (0,462) | 0,302 (0,105) | 1 | | | | |
| Lobe IVd | 0,075 (0,692) | 0,078 (0,682) | -0,063 (0,741) | 0,504 (0,004) ** | 1 | | | |
| Lobe IVg | 0,071 (0,710) | 0,137 (0,471) | 0,03 (0,875) | 0,507 (0,004) ** | 0,797 (0,000) *** | 1 | | |
| Lobe V | -0,284 (0,129) | 0,022 (0,906) | 0,026 (0,894) | -0,088 (0,645) | -0,16 (0,398) | -0,108 (0,568) | 1 | |
| Lobe VII-VIII | 0,098 (0,606) | 0,208 (0,269) | 0,05 (0,793) | -0,255 (0,174) | -0,21 (0,266) | -0,056 (0,769) | -0,149 (0,432) | 1 |

Tableaux 20 : Coefficients de corrélation de *Pearson* entre variables prises deux à deux des groupes de paragnathes dans l'échantillon total de *Perinereis cultriferar* récolté à Annba. (valeurs du coefficient de corrélation en gras et valeurs de p entre parenthèses.).

| Variables | Lobe I | Lobe II _d | Lobe II _g | Lobe III | Lobe IV _d | Lobe IV _g | Lobe V | Lobe VII-VIII |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Lobe I | 1 | | | | | | | |
| Lobe II_d | 0,159 (0,403) | 1 | | | | | | |
| Lobe II_g | 0,105 (0,581) | 0,646 (0,000) *** | 1 | | | | | |
| Lobe III | -0,028 (0,883) | 0,403 (0,027) * | 0,199 (0,293) | 1 | | | | |
| Lobe IV_d | 0,221 (0,240) | 0,081 (0,671) | 0,19 (0,314) | 0,223 (0,236) | 1 | | | |
| Lobe IV_g | 0,321 (0,084) | 0,205 (0,276) | 0,324 (0,081) | 0,395 (0,031) | 0,692 (0,000) *** | 1 | | |
| Lobe V | 0,201 (0,287) | -0,194 (0,304) | -0,1 (0,601) | 0,015 (0,935) | 0,098 (0,607) | 0,189 (0,317) | 1 | |
| Lobe VII-VIII | -0,227 (0,229) | 0,223 (0,236) | 0,207 (0,273) | 0,14 (0,462) | 0,127 (0,505) | 0,07 (0,715) | 0,046 (0,811) | 1 |

2.3. Analyse statistique multivariée :

2.3.1. Comparaison des vecteurs des moyennes entre les quatre populations

La comparaison des quatre populations entre elles pour l'ensemble des huit lobes a été effectuée à l'aide de l'analyse de la variance multivariée à un critère de classification. Le but est de comparer des vecteurs de moyennes, à l'aide de trois tests statistiques à savoir, le test de Wilk's, le test de Lawley-hotteling et le test de Pillai's.

Cette analyse permet la comparaison des différents paramètres morphométriques (lobe I à lobe VII-VIII) avec l'un des trois tests. La méthode consiste à regrouper les moyennes (\bar{x}) pour chaque lobe des différentes populations sur une même colonne ensuite comparer les variantes deux à deux afin de déterminer si la différence est significative entre les populations.

Les trois tests sont d'égales puissances et de ce fait aucun test ne peut être considéré comme uniformément le plus puissant et aucun test ne peut donc être recommandé de manière systématique de préférence aux autres. Cependant le test Wilk's est le plus utilisé. Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 21.

Tableaux 21 : Résultats des tests de l'analyse de la variance multivariée à un critère de classification.

| Tests | F _{obs} | P |
|-------------------------|------------------|------------------|
| Wilk's | 27,036 | 0,000 *** |
| Lawley-hotteling | 64,821 | 0,000 *** |
| Pillai's | 11,577 | 0,000 *** |

2.3.2. Classification des quatre groupes de populations

La classification des quatre groupes de population est réalisée à l'aide de la méthode du lien simple. Celle-ci permet de rechercher et/ou de déterminer les groupes de populations homogènes à partir des huit paramètres morphométriques (lobe I à lobe VII-VII). Nous avons utilisé la distance de Manhattan et la méthode de liaison simple. Le choix de la méthode de liaison détermine la manière de définir la distance entre deux groupes. A chaque étape, il existe une matrice de distance. En liaison simple, dite "voisin le plus proche", la distance entre deux groupes est égale à la distance minimum entre une observation d'un groupe et une observation de l'autre groupe. Cette méthode est un bon choix lorsque les groupes sont clairement séparés. Lorsque les observations sont proches, elle tend à identifier des groupes longs semblables à des chaînes pouvant présenter une distance relativement grande entre les observations à chaque extrémité de la chaîne (H. Harmon, 1976).

Nous avons normalisé toutes les variables en effectuant une soustraction des moyennes et une division par l'écart-type avant le calcul de la matrice de distance, où la variable x est remplacée par $(x - \bar{x}) / \text{écart-type}(x)$. Cette normalisation met toutes les variables à une échelle commune, de manière à éviter qu'une variable ait une influence disproportionnée sur la mesure de distance. La distance de Manhattan est donnée par l'expression suivante :

$$D_{(i,j)} = \sum | \bar{x}_{ij} - \bar{x}_{kj} |$$

où d(i, j) en ligne i et colonne j est la distance entre les observations i et j.

Les résultats obtenus à l'aide du logiciel MINITAB (X, 2000) sont exprimés sous forme d'un dendrogramme (Fig.32),

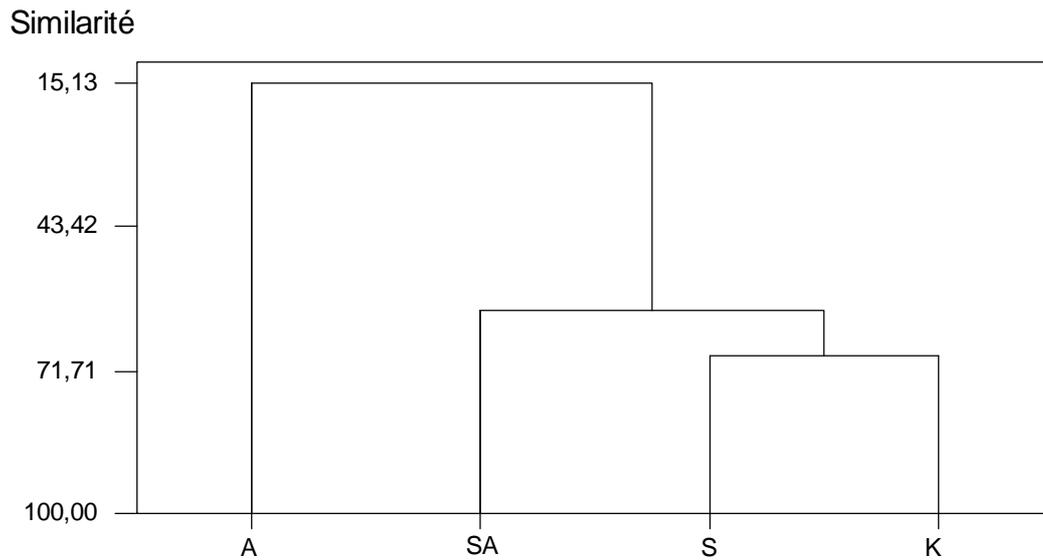


Figure 31 : Dendrogramme de distances entre les quatre formes épitoques de *Perinereis cultrifera* construit sur la base de l'indice de similarité obtenu à partir des huit paramètres morphométriques (lobe I à lobe VII-VIII) (A: site d'Annaba, S: site de Skikda, K: site d'Elkala) Méditerranée (SA: site de Saint Aubin) Normandie, Manche Atlantique.

IV. DISCUSSION

L'étude statistique sur les quatre formes épitoques de *Perinereis cultrifera* provenant de la Manche Atlantique et de la Méditerranée montre que le nombre de paragnathes est très variable d'un individu à un autre. Ainsi pour les groupes pairs II et IV, bien qu'il existe une forte corrélation entre le nombre de paragnathes situés sur le côté gauche et ceux localisés sur le côté droit, ils ne sont pas rigoureusement égaux (Tableau. 15).

Aussi les mesures moyennes d'asymétrie varient de 0,15 à 0,41 pour les individus provenant de Skikda ; de 0,28 à 0,54 pour ceux issus d'Elkala ; de 1,20 à 1,56 pour les individus provenant de Saint-Cloud et de 1,13 à 1,73 pour ceux de Saint-Aubin-sur-mer (Tableau. 15).

Les comparaisons multiples des moyennes par la méthode de la p.p.d.s. (figure. 31) font ressortir que les populations issues de Skikda et d'Elkala sont très proches et forment un même groupe pour l'ensemble des paramètres morphométriques (lobe I, II, III, IV, V et VII-VIII) alors que les populations provenant respectivement de Saint-Cloud et de Saint-Aubin-sur-mer forment des groupes distincts.

D'après les matrices de corrélations (Tableaux 17, 18, 19 et 20), les différences entre tous les lobes sont significatives à l'exception des lobes pairs IId-IIg et IVd-IVg où la corrélation est très hautement significative chez les quatre populations avec une probabilité $p \leq \alpha = 0,001$.

L'examen des résultats de l'analyse multivariée (Tableau. 21) montre que les trois tests conduisent à l'existence de différences très hautement significatives entre les quatre populations étudiées pour l'ensemble de huit caractères morphométriques.

Le dendrogramme obtenu à partir des distances de Manhattan (Figure. 31), montre qu'à partir d'un seuil de similitude supérieur à 70% les quatre populations forment trois groupes distincts. Un premier groupe rassemblant les populations issues de Skikda et d'Elkala, le second groupe est formé d'individus provenant de Saint-Aubin-sur-mer et un troisième groupe formé d'individus appartenant à la population de Saint-Cloud.

Les histogrammes de distribution de fréquence des différents groupes de paragnathes (Figure. 33), montre que les formes épitoques issus de Skikda et d'Elkala possèdent quasiment le même nombre de paragnathes répartis sur les différents lobes et un nombre total de paragnathes pratiquement similaire.

Par ailleurs, à l'exception du lobe I et du lobe V, le nombre de paragnathes des différents groupes ainsi que le nombre total de paragnathes est nettement plus faible chez les populations provenant de Skikda et d'Elkala par rapport aux populations issues de Annaba et de la Manche Atlantique, Saint-Aubin-sur-mer. Ces individus, formant la population échantillonnée à Saint-Cloud sur le littoral de Annaba, contient plus de paragnathes que les individus issus des populations échantillonnées à Skikda, Elkala et Saint-Aubin-sur-mer.

CONCLUSION - DISCUSSION GENERALE

Nous avons recensé trois espèces d'annélides polychètes qui sont couramment utilisées en tant qu'appâts pour la pêche récréative et semi-professionnelle en Algérie. Parmi ces trois espèces, deux font partie de la famille des *Nereididae* et une de la famille des *Spionidae*. De ces trois espèces, *Perinereis cultrifera* connue sous le nom de « ver de rocher », est celle qui est la plus convoitée car elle tient parfaitement à l'hameçon et peut être conservée plus longtemps. Néanmoins, *Hediste diversicolor* appelée « ver de vase » et *Scolelepis squamata* dénommée « ver de sable » sont les espèces que l'on trouve le plus facilement sur le marché car leur récolte est plus facile. *Perinereis cultrifera* et *Hediste diversicolor* sont connues pour être utilisées en tant qu'appâts pour la pêche récréative en France et en Italie ; par contre, c'est la première fois qu'un annélide polychète de la famille des *Spionidae* est recensé pour être employée dans ce but.

Le marché des polychètes représente certainement une source de revenus supplémentaires non négligeable pour les populations locales. Cependant la collecte et le mode d'exploitation se font sans aucune législation et sans aucune connaissance des caractéristiques populationnelles des espèces, ce qui peut engendrer à terme des effets dévastateurs et une destruction dramatique des sites comme cela a déjà été signalé sur les côtes de Sicile en Italie (Gambi et al., 1994), sur les côtes de l'état du Maine aux USA (Brown, 1993 ; Ambrose et al., 1998), sur les côtes du Norfolk en Grande-Bretagne (Jackson et James, 1979) ou encore au niveau des vasières de la mer de Wadden aux Pays-Bas (Beukema, 1995). Ainsi, des investigations supplémentaires sur les exigences écologiques et biologiques de ces espèces s'avèrent très utiles, afin de diriger l'optimisation des récoltes et de minimiser les impacts engendrés par la collecte sur les biotopes et leurs populations.

Compte tenu de l'intérêt biologique et de l'importance économique de *Perinereis cultrifera*, nous nous sommes attachés, au cours de ce travail, à étudier le cycle de vie de l'espèce présente sur le littoral Nord Est Algérien et à bien préciser son statut taxonomique, dans le but de savoir si, sous l'appellation de *Perinereis cultrifera*, il n'y aurait pas en fait plus d'une espèce.

En effet, de nombreux travaux ont montré l'existence de complexes d'espèces jumelles chez des annélides polychètes appartenant aux genres *Arenicola*, *Capitella*, *Eulalia*,

Glycera, *Hediste*, *Marenzelleria*, *Neanthes*, *Nephtys*, *Polydora* et *Syllis* (Grassle et Grassle, 1976 ; Nicklas et Hoffmann, 1979 ; Mustaquim, 1988 ; Pesch et *al.*, 1988 ; Cadman et Nelson-Smith, 1990 ; Weinberg et *al.*, 1990 ; Fong et Garthwaite, 1994 ; Schmidt et Westheide, 1994 ; Manchenko et Radashevsky, 1994 & 1998 ; Bastrop et *al.*, 1995 ; Bonse et *al.*, 1996 ; Röhner et *al.*, 1996 ; Sato et Masuda, 1997 ; Gamenick et *al.*, 1998 ; Sato, 1999 ; Maltagliati et *al.*, 2000).

Un suivi annuel nous a permis de caractériser la phase benthique du cycle de vie de *Perinereis cultrifera*, sur le littoral Nord Est Algérien à Stora sur les côtes de Skikda et à Elmordjène littoral d'Elkala. Les individus se reproduisent exclusivement par épitoquie, la période de reproduction est courte et a lieu fin avril - début juin. La différenciation sexuelle chez les femelles débute au mois de février de la seconde année et les ovocytes arrivent à maturité après à peu près une année après. Le diamètre ovocytaire à maturité est compris entre 250 et 300 μm . La longévité de l'espèce est de 3 ans et le cycle de vie est comparable à celui de l'espèce présente à Annaba (Rouabah, 2003) ; à Salammbô en Tunisie (Zghal et Ben Amor, 1989) et en Manche Atlantique (Scaps et Al, 1992). Mais complètement différent de celui rapporté par Marcel (1962) à Alger.

La densité est un facteur important dans le choix des sites de récolte qui sont abandonnés dès que la densité diminue. La variation de la densité est sous l'influence de plusieurs facteurs, tel que le cycle de vie de l'espèce. La densité est maximale pendant la période de reproduction et de maturation sexuelle où les individus passent aux strates supérieures de la roche pour se préparer à l'essaimage des produits génitaux. D'autre part, il faut noter l'implication du facteur humain souvent responsable de l'épuisement des ressources naturelles (récolte excessive, utilisation des produits chimiques, pollution).

Les données de la littérature indiquent que *Perinereis cultrifera* peut être considérée comme une espèce à répartition cosmopolite. Cependant, le statut taxonomique de nombreuses espèces d'annélides polychètes demeure à ce jour peu développé et celui de certaines espèces n'est toujours pas résolu. Une révision attentionnée révèle qu'une espèce cosmopolite est souvent composée d'un certain nombre d'espèces possédant une aire de répartition géographique limitée (Hartley, 1984 ; Williams, 1984 ; Kuprianova et Badyaev, 1998).

Les données portant sur l'étude morphologique permettent de distinguer trois groupes de population de *Perinereis cultrifera* répartis sur les quatre sites d'étude respectifs : Annaba, St-Aubin, Skikda et Elkala. Cette étude comparative a porté sur la distribution de groupe de paragnathes à la surface du proboscis. Les individus issus des populations de Skikda et d'Elkala semblent former un même groupe, alors que les individus provenant de Annaba et de la Manche Atlantique forment des groupes distincts.

Les caractéristiques biologiques de la reproduction de *Perinereis cultrifera* sont singulières. L'essaimage des adultes matures et la libération des gamètes ne représentent qu'une seule phase pélagique extrêmement brève du cycle de vie de l'espèce. Juste après la fécondation, le zygote se dépose sur le fond et adhère au substrat suite à cela les larves de type semi-pélagiques rampent à la surface du substrat. L'absence de dispersion larvaire ou sa faible amplitude (larves aux couronnes ciliaires peu développées limitant leur entraînement en pleine eau) favorise le maintien des larves dans le biotope propice aux adultes et entrave ainsi les possibilités de colonisation d'habitats nouveaux, ce qui semble promouvoir une isolation géographique des individus.

Par ailleurs, les biotopes occupés par les quatre populations sont différents. La population de Saint-Aubin-sur-mer demeure dans les cavités et les fissures des roches au niveau de la zone à *Fucus serratus* où elle creuse des galeries en forme de U ou de Y dans les strates de calcaire bathonien, tandis que la population de Saint-Cloud (Annaba), Stora (Skikda) et Elmordjène (Elkala) occupent les schistes et calcaires cristallins sur le littoral rocheux parmi les *Rhodophyceae*. Il est possible que les différences observées sur le plan morphologique et dans le nombre de paragnathes reflètent la variété du régime et/ou du mode dominant d'alimentation en relation avec les biotopes respectifs. (Rouabah 2003).

L'analyse des contenus stomacaux de *Perinereis cultrifera* provenant de la Manche a montré que le régime alimentaire de cette espèce est composé essentiellement de fragments d'algues, de diatomées et de débris organiques (Harley, 1956 ; Goerke, 1971). D'après Reish (1954), Goerke (1971) et Fauchald et Jumars (1979), ce polychète peut être classé parmi les omnivores. Ces observations ont été confirmées par Scaps (1992), qui a démontré que les adultes ingèrent préférentiellement, indépendamment de la nature ou du degré de décomposition, de nombreuses espèces d'algues vertes et brunes (*Fucus sp*, *Ulva lactuca*, *Ascophyllum nodosum*) rencontrées sur les côtes de la Manche. Concernant le

comportement alimentaire, les mêmes travaux signalent que la stratégie alimentaire de *Perinereis cultrifera* consiste à prospector la surface des sédiments puis, après la prise de nourriture avec les mâchoires, le ver se rétracte à l'intérieur de sa galerie pour consommer l'aliment. Il existe certainement des différences inter-sites majeures en ce qui concerne la disponibilité en ressources alimentaires. La population de Saint-Aubin-sur-mer localisée dans la zone à *Fucus serratus* bénéficie très probablement d'apports en matière organique particulièrement importants provenant de la décomposition du matériel végétal très abondant dans cette région. En revanche, ces apports sont certainement moindres pour les individus provenant respectivement de Annaba, Skikda et Elkala, qui occupent le trottoir à *Rhodophyceae*. Dans ces conditions, il est possible que les individus sont capables de passer à un autre mode d'alimentation telle que la capture d'aliments à l'aide de filaments de mucus comme cela a été démontré pour une autre espèce de neréidien *Hediste diversicolor* (Esnault et al., 1990). Les implications mécaniques des différentes stratégies utilisées dans la collecte des aliments peuvent vraisemblablement expliquer en grande partie les différences morphologiques rencontrées chez les deux populations étudiées. (Rouabah, 2003).

Les animaux qui présentent de fortes capacités de dispersion sont rares en milieu terrestre mais constituent la composante principale de la faune marine. Les invertébrés marins benthiques qui ont de fortes capacités de dispersion présentent des fécondités élevées, un cycle de vie benthopélagique avec des larves planctoniques qui peuvent dériver au gré des courants sur des centaines voire des milliers de kilomètres avant de se métamorphoser en adultes. Par contre, un grand nombre d'études réalisées en milieu marin a montré que les espèces qui présentent de faibles capacités de dispersion (cycle de vie holobenthique ou larves pélagiques à durée de vie brève) tendent à se structurer génétiquement différemment sur une petite échelle d'espace, à montrer de fortes capacités d'adaptation physiologique aux conditions locales et à avoir des taux de spéciation élevés (Palumbi, 1992). Chez l'annélide polychète *Hediste diversicolor*, qui colonise les estuaires comme, chez de nombreuses espèces vivant dans les eaux saumâtres, on observe un taux d'hétérozygotie faible et une grande diversité génétique entre les populations. On peut même dire que des variations génétiques basses dans un environnement spatial et temporel très incertain sont typiques des habitats saumâtres (Abbiati & Maltagliati, 1992). Ainsi, les adaptations aux environnements saumâtres entraînent souvent des modifications des stades de développement notamment une réduction des capacités de dispersion, ce qui se traduit par des valeurs basses d'hétérozygotie. Tous ces résultats acquis sur *Hediste diversicolor* peuvent être appliqués à *Perinereis cultrifera* car

cette espèce vit également dans un environnement intertidal hostile à des degrés divers et qui implique d'importantes capacités d'adaptation physiologique à un coût énergétique élevé (Scaps, 1992).

Dans l'état actuel de nos connaissances et jusqu'à une révision plus poussée du complexe d'espèces *Perinereis cultrifera*, ce nom spécifique devrait être utilisé avec précaution de façon à éviter des comparaisons non justifiées de certaines études à caractère écologique ou biochimique conduites à partir d'individus issus de différentes régions géographiques.

D'après les données extraites de la littérature, d'autres complexes d'espèces similaires existent chez les polychètes de la famille des *Nereididae*. Pesch et al., (1988) ont montré que le nombre de chromosomes diploïdes est de 18 pour une population californienne de *Neanthes arenaceodentata* alors qu'il est de 24 pour une population du Connecticut. En outre, la morphologie des chromosomes est différente ce qui a amené ces auteurs à suggérer que les deux populations représentent des espèces différentes. Weinberg et al., (1990) ont mis en évidence une isolation complète entre les populations de *Nereis acuminata* provenant respectivement de la côte Atlantique et de la côte Pacifique de l'Amérique du Nord et une différence de tolérance au froid. De plus, les populations de l'Atlantique possèdent un nombre de chromosomes diploïdes de 22 tandis qu'il est de 18 pour la population du Pacifique. Fong et Garthwaite (1994) ont comparé, par une étude biochimique portant sur 10 loci d'allozymes, trois espèces morphologiquement similaires de polychètes du genre *Hediste* (*H. limnicola* – *H. diversicolor* – *H. japonica*) provenant respectivement de la côte Ouest de l'Amérique du Nord, d'Europe et du Japon. Ces auteurs ont montré que ces trois taxons sont génétiquement distincts et constituent des espèces valides. Récemment, Sato et Masuda (1997) ont étudié, par des techniques électrophorétiques, la structuration génétique des populations de l'annélide polychète *Hediste japonica* dont les adultes émettent respectivement des œufs de petite et de grande taille. Ces auteurs ont mis en évidence le fait qu'il n'existe aucune hybridation génétique de sympatrie entre les deux populations et que ces dernières présentent une grande variabilité génétique. Ces données indiquent donc, que les deux formes se reproduisent isolément et représentent deux espèces différentes.

Au cours des différents épisodes géologiques qui ont bouleversé la mer Méditerranée, les spécialistes géologues conviennent pour affirmer de plusieurs périodes d'assèchement et de remplissage qui auraient eu lieu à la transition Miocène-Pliocène se sont succédées, il y a de cela environ 6 millions d'années. Ainsi, la majorité des auteurs s'accorde à reconnaître que le peuplement actuel de la Méditerranée est récent : il est au moins, pour l'essentiel, postérieur à l'ouverture du détroit Gibraltar (*in* Bellan-Santini *et al.*, 1994). Lors de la remise en eau de la Méditerranée, la recolonisation se serait effectuée à partir des apports d'espèces provenant du proche Atlantique. L'étude des peuplements actuels de la mer Méditerranée montre que ce sont des espèces à répartition Nord Atlantique qui sont les mieux représentées ensuite on retrouve les endémiques et enfin les espèces qui proviennent de la mer Rouge (espèces lessepsiennes). *Perinereis cultrifera* dont les adultes sont sédentaires et dont les larves ont une durée de vie pélagique, si elle existe, des plus courtes est un modèle propice afin d'étudier l'histoire évolutive des populations entre l'Atlantique et la Méditerranée. On peut émettre l'hypothèse que les quelques millions d'années qui se sont écoulés depuis que la communication entre la Méditerranée et l'Atlantique a été rétablie ont été suffisants pour que des individus en provenance du Nord Atlantique aient donné naissance à un complexe d'espèces jumelles étroitement apparentées, comprenant au moins une forme (la forme épitoque de Saint-Cloud et de Salammbô) sinon deux (la forme atoque de Marseille et d'Alger ?) espèces distinctes par un mécanisme récent de spéciation allopatrique par effet de fondatrice. Ce mécanisme aurait eu lieu grâce à l'isolement géographique et aux pressions de sélection propres aux conditions écologiques particulières de la Méditerranée mer presque complètement fermée.

Les limites de la présente étude résident pour l'essentiel aux modalités d'échantillonnage et de prospection. Les individus ont été prélevés sur une surface restreinte et de ce fait sont représentatifs d'un milieu localisé. Cette représentation ne reflète pas toutes les caractéristiques de l'espèce sur l'ensemble du littoral méditerranéen, d'autant plus que, seulement deux sites ont été prospectés. Ainsi, afin d'approfondir et de compléter ce travail, il faudrait étendre l'étude à plusieurs sites en Manche-Atlantique et en Méditerranée, notamment aux sites méditerranéens au niveau desquels les individus se reproduisent par atoque, afin de déterminer à plus faible échelle d'espace le rôle respectif des mécanismes d'isolement.

Cette étude a contribué à définir la biologie de l'espèce *Perinereis cultrifera* présente sur le littoral Nord Est Algérien et d'examiner si sous le même nom, il y aurait en fait plus d'une espèce. L'analyse de l'état actuel des connaissances relatives à cette espèce fait ressortir le phénomène de spéciation sur lequel il conviendra de focaliser les recherches futures. Ainsi, afin de bien séparer le complexe des espèces *Perinereis cultrifera*, un examen poussé de la biologie moléculaire des individus provenant de l'ensemble de l'aire de distribution géographique s'avère nécessaire.

**Contribution à l'étude de la position taxonomique de *Perinereis cultrifera*
au niveau du bassin méditerranéen
- Littoral Nord Est Algérien -**

Résumé :

L'exploitation des Annélides Polychètes et leur intérêt dans les études écotoxicologiques font actuellement l'objet d'un grand nombre de travaux de recherche. En Algérie, nous avons recensé trois types de polychètes utilisés en tant qu'appât dans la pêche récréative. Le mode de récoltes et les produits chimiques utilisés pour la collecte des vers représentent un impact écologique certain sur les biotopes et leur population.

Parmi les espèces représentant un intérêt commercial, le polychète *Perinereis cultrifera* connu localement sous l'appellation vernaculaire de ver de rocher est l'espèce la plus demandée car elle résiste bien au conditionnement et tient parfaitement à l'hameçon. De par sa répartition géographique, elle intéresse les pays de la façade atlantique (France, Portugal) et du pourtour méditerranéen (Algérie, France, Italie, Tunisie).

Selon la localisation géographique, le mode de reproduction, l'âge à maturité et les caractéristiques biométriques varient fortement. A l'échelle géographique plus restreinte de la Manche-Atlantique et de la Méditerranée, la congruence des données d'ordre écologique, morphologique et biochimique, indique que sous l'appellation *Perinereis cultrifera* se dissimule un complexe d'espèces.

Dans ce contexte, le présent travail se veut une contribution à l'étude de la biologie de l'espèce locale, récoltée à Skikda et Elkala. Il a pour but de caractériser le cycle de vie à partir d'un suivi annuel (Décembre 2004 – Décembre 2005) et de préciser à travers une étude comparative au plan morphologique à des populations provenant respectivement de la Méditerranée, littoral Nord Est Algérien et de la Manche Atlantique.

Mots - clefs : Annélides, Polychètes, Espèce commerciale, Exploitation, Cycle de vie, Dynamique de population, Reproduction, Croissance.

Contribution at study of taxonomic position of *Perinereis cultrifera*
from basin Mediterranean
- North East Algerian littoral -

Abstract:

The exploitation of Annelid Polychaetes and their importance in ecotoxicologic study are the object in many of investigations. In Algeria, we are inventorying three types of the polychaete of commercial importance, because of its use as bait for amateur fishing. However, the mode of harvesting and chemical products used for worms collection represented dramatic destruction for environmental and biotic resources.

Among the species of commercial importance, the polychaete *Perinereis cultrifera*, known locally as “rock worm” as required species, because of well resisting to packaging and keeping perfectly at fish-hook.

The geographic distribution is interested the façade Atlantic country (France, Portugal) and the Mediterranean front countries (Algeria, France, Italia and Tunisia). According to the location of the population, mode of the production, maturity age and biometric characteristics are differed largely. Due to the smaller spatial scale of the British Channel-Atlantic and Mediterranean Sea, the congruence of ecological, morphological and biochemical data indicated that the name *Perinereis cultrifera* is complex of species.

In the context, this study itself required contribution of the biological study at local species, collected from Skikda and Elkala coasts. The purpose is to objective to characterise the life cycle from annual steady (December 2004– December 2005) and to specify, from comparative study morphological levels at population's come respectively from Mediterranean sea, North East Algeria and the English Channel.

Key - words: Annelids, Polychaetes, Commercial species, Exploitation, Life cycle, Population dynamics, Reproduction, Growth.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abbiati M. & Maltagliati F. (1992) - Genetic population structure of *Neanthes succinea* (Polychaeta : Nereididae). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **72** : 511-517.

Abbiati M. & Maltagliati F. (1996) - Allozyme evidence of genetic differentiation between population of *Hediste diversicolor* (Polychaeta : Nereididae) from the western Mediterranean. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **76** : 637-647.

Ambrose W.G., Dawson M., Gailey C., Ledkovsky P., O'Lery S., Tassinari B., Vogel H. & Wilson C. (1998) - Effects of baitworm digging on the soft-shelled clam, *Mya arenaria*, in Maine : shell damage and exposure on the sediment surface. *J. Shellfish. Res.*, **17** : 1043-1049.

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

Bastrop R., Röhner M. & Jürss K. (1995) - Are there two species of the genus *Marenzelleria* in Europe? *Mar. Biol.*, **121** : 509-516.

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

Bellan-Santini, D., Lacaze, J.C. & Poizat, C., 1994 : *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives*. Collection Patrimoines Naturels. Volume n°19. Série patrimoine écologique. Muséum National d'Histoire Naturelle : 1-246.

Beukema J.J. (1995) - Long-term effects of mechanical harvesting of lugworms *Arenicola marina* on the zoobenthic community of atidal flat in the Wadden Sea. *Neth. J. Sea. Res.*, **33** : 219-227.

Boisseau J. (1962) - Contribution à la faune du bassin d'Arcachon. I. Annélides polychètes. *P.V. Soc. Linn. Bordeaux.*, **99** : 113-126.

Bonse S., Schmidt H., Eibye-Jacobsen D. & Westheide W. (1996) - *Eulalia viridis* (Polychaeta : Phyllodoceidae) is complex of two species in northern Europe : results from biochemical and morphological analyses *Cah. Biol. Mar.*, **37** : 33-48.

Brown B. (1993) - Maine's baitworm fisheries : ressource at risk ? *Amer. Zool.*, **33** : 568-577.

Cabioch L., L'Hardy J.P. & Rulier F. (1968) - Inventaire de la faune marine de Roscoff - Annélides. Editions de la station marine de Roscoff., pp. 1-98.

Cadman P.S. & Nelson-Smith A. (1990) - Genetic evidence for two species of lugworm (*Arenicola*) in South Wales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **64** : 107-112.

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

Cazaux C. (1970) - Recherche sur l'écologie et le développement larvaire des Polychètes de la région d'Arcachon. *Thèse doct. d'état, Univ. Bordeaux*, **1-2** : 355 p et 180 p.

Creaser E.P., Clifford D.A., Jr. Hogan M.J. & Sampson D.B. (1983) - A commercial sampling program for sandworms, *Nereis virens* Sars, and bloodworms, *Glycera dibranchiata* Ehlers, harvested along the Maine coast. NOAA technical report NMFS SSRF-767, pp. 1-56.

Dagnelie P. (1999) – Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux, pressers agronomique A.S.B.L. 362 p.

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

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

Durchon M. (1955) - Sur le polymorphisme présenté par quelques néréidiens (Annélides Polychètes) au moment de leur reproduction. *Bull. Soc. Hist. Nat. De l'Afrique du Nord*, **46** : 180-193.

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

Durchon M. (1967) - L'endocrinologie des Vers et Mollusques. Ed. Masson, Paris.

Esnault G., Retière C. & Lambert R. (1990) - Food resource partitioning in population of *Nereis diversicolor* (Annelida, Polychaeta) under natural experimental conditions. Proc. 24th Eur. Mar. Biol. Symp. pp. 453-467.

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

Fauchald K. & Jumars P.A. (1979) - The diet of worms a study of polychaetes feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **17** : 193-284.

Fauvel P. (1916) - Annélides polychètes pélagiques provenant des compagnes des yachts « l'Hirondelle » et « princesse Alice ». *Résultats Scientifiques des Compagnes du Prince Albert I de Monaco*. XLVIII : 1-48.

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

Fong P.P. & Garthwaite R.L. (1994) - Allozyme electrophoretic analysis of the *Hediste limnicola* – *H. diversicolor* – *H. japonica* species complex (Polychaeta : Nereidae). *Mar. Biol.*, **118** : 463-470.

Ferruccio Maltagliati, Laura Camilli et al (2001) Evidence for morphological and genetic divergence in *Perinereis cultrifera* (Polychaeta: Nereididae) from two habitat types at Elba Island

Futuyama D.J. (1986) - Evolutionary Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachussets : 1-590.

Gambi M.C., Castelli A., Giangrande A., Lanera P., Predevelli D. & Vandini R.Z. (1994) - Polychaetes of commercial and applied interest in Italy : an overview. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.*, **162** :593-603.

Goerke H. (1971) - Die Ernährungsweise der Nereis arten (Polychaeta Nereidae) der deutschen Küsten. *Veröff Int Mersforsch Bremerh.*, **13** : 1-50.

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

Grube E. (1840) - Actinien, Echinodermen und Würmer des Mittelmeeres. Königsberg.

Guérin J.P. (1987) - Elevage des Spionidés (Annélides, Polychètes) en cycle complet : 1. Techniques d'élevage de l'une des trois formes de *Malacoceros fuliginosus*. Des côtes françaises. *Aquaculture.*, **62** : 215-257.

Harley M.B. (1956) - The feeding habits of *Nereis diversicolor* and related polychaetes. Ph.D. Thesis University of London.

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

Hartley J.P. (1984) - Cosmopolitan polychaete species : the status of *Arecidea belgicae* (FAUVEL, 1936) and notes on the identity of *A. suecica* Eliason, 1920 (Polychaeta, Paraonidae). In P.A. Hutchings (ed) : Proc. First Int. Polychaete Conf., Sydney, pp 7-20. Linnean Soc. New South Wales, Sydney.

Hateley J., Grant A., Taylor S.M. & Jones N.V. (1992) - Morphological and other evidence on the degree of genetic differentiation between populations of *Nereis diversicolor*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **72** : 365-381.

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

Hofmann D.K. (1979) - Elevage d'annélides polychètes : résultats portant sur leur biologie et endocrinologie. *Annales de la Société Française de Biologie du Développement.*, 39-42.

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

Jackson M.J. & James R. (1979) - The influence of bait digging on cockle *Cerastoderma edule*, populations in North Norfolk. *J. Appl. Ecol.*, **16** : 671-679.

Jean François baoult. (1974) - L a thèse de villa

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.

Kupriyanova E.K. & Dadayev A.V. (1998) - Ecological correlates of arctic serpulidae (Annelida, Polychaeta) distributions. *Ophelia.*, **49** : 181-193.

Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C. & Ramade F. (1997) - Biomarqueurs en écotoxicologie : aspects fondamentaux. Masson, Paris.

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

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

Manchenko G.P. & Radashevsky V.I. (1998) - Genetic differences for two sibling species within *Polydora* cf. *ciliata* (Polychaeta : Spionidae) from the sea of japan. *Mar. Biol.*, **131** : 489-495.

Marcel R. (1962) - Cycle annuel de *Perinereis cultrifera* Grube (Annélide Polychète) à Alger. *Mém. Soc. Sci. Nat. Math. Cherbourg.*, **19** : 39-54.

MINITAB (X2000) - MINITAB release 13, Minitab Inc., State College, PA, USA.

Mustaquim J. (1988) - Isoenzyme variation in three *Nereis species* from five localities in the UK. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **68** : 549-553.

Nicklas N.L. & Hoffmann R.J. (1979) - Genetic similarity between two morphologically similar species of polychaetes. *Mar. Biol.*, **52** : 53-59.

Olive P.J.W. (1980) - Environmental control of reproduction in polychaeta : experimental studies of littoral species in N.E. England. In : *Clark WH, Adams TS (eds) Advance in Invertebrate Reproduction. Elsevier/North Holland, Amsterdam*, **2** : 37-51.

NODC: Taxonomic Code, database (version 8.0) 1996

Olive P.J.W. (1984) - Environmental control of reproduction in polychaeta. *Fortschr. Zool.*, **29** : 17-38.

Olive P.J.W. (1994) - Polychaeta as world resource : a review of patterns of exploitation as sea angling baits and the potential for aquaculture based production. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.*, **162** : 603-610.

Pesch G.C., Pesch C.E. & Mueller C. (1988) - Chromosome complement from two populations of the marine worm *Neanthes arenaceodentata* (Annelida : Polychaeta). *Ophelia.*, **28** : 163-167.

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

Pocklington P. & Wells P.G. (1992) - Polychaetes. Key taxa for marine environmental quality monitoring. *Mar. Poll. Bull.*, **24** : 593-598.

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

Ramade F. (1992) - Précis d'écotoxicologie. Masson. Collection d'Ecologie. n°22, Paris, Milan, Barcelone, Bonn.

Reish D.J. (1954) - The life history and ecology of the polychaetous annelid *Nereis grubei* (Kingberg). Allan Hancock Found Publ. Occas. Paper **14** : 1-75.

Reish D.J. (1980) - The effects of different pollutants on ecologically important polychaete worms. U.S. Environmental Protection Agency, Narransett, Rhode Sland, EPA-600/3-80-053, pp. 1-138.

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

Röhner M., Bastrop R. & Jürss K. (1996) - Genetic differences between tow allopatric populations (or sibling species) of the Polychaete genus *Marenzelleria* in Europe. *Comp. Biochem. Physiol. B.*, **114** : 185-192.

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

Rouabah A., Scaps, P. (2003) – Two-dimensional electrophoresis analysis of proteins from epitokous forms of the polychaete *Perinereis cultrifera* from English Channel and the Mediterranean Sea. *Cah. Biol. Mar.*, **44**: 227-236.

Rouabah A., Scaps, P. (2003) – life cycle and population dynamic of polychaete *Perinereis cultrifera* from the Algerian Mediterranean coast. *P.S.Z.N. Marine Ecology.*, **24(2)**: 58-99.

Sato M. & Masuda Y. (1997) - Genetic differentiation in two sibling species of the brackish-water polychaete *Hediste japonica* complex (Nereididae). *Mar. Biol.*, **130** : 163-170.

Sato M. (1999) - Divergence of reproductive and developmental characteristics in *Hediste* (Polychaeta : Nereididae). *Hydrobiologia.*, **402** : 129-143.

Scaps P., Rouabah A. (2001) – Le complexe d'espèces *Perinereis cultrifera*: un complexe de spécialisation entre l'Atlantique et la Méditerranée

Scaps P., Rouabah A., LEPRETRE, A., (2000) – Morphological and biochemical evidence that *Perinereis cultrifera* (Polychaeta Annelida) is a complex of species. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **80** : 735-736.

Scaps P. (1992) - Bases biologiques de l'élevage de deux espèces d'annélides polychètes *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) et *Perinereis cultrifera* (Grübe). *Thèse de l'Université de Rennes I*, 171 p.

Scaps P. (2000) – L'exploitation des annélides polychètes et leur intérêt dans les études écotoxicologiques. *Habilitation à Diriger des Recherches de l'Université de Lille I*, 54 p.

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

Scaps P., Demuynck S., Descamps M. & Dhainaut A. (1996) - Biochemical and enzymatic characterization of an acetylcholinesterase from *Nereis diversicolor* (Annelida, Polychaeta) : comparison with the cholinesterase of *Eisenia fetida* (Annelida Oligochaeta). *Biol. Bull.*, **190** : 296-402.

Scaps P., Brenot S., Retière C. & Desrosiers G. (1998) - Space occupation by the polychaetous annelid *Perinereis cultrifera*: influence of substratum heterogeneity and intraspecific interactions on burrow structure. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **78** : 435-449.

Schmidt H. & Westheide W. (1994) - Isozymes and general protein patterns as taxonomic markers in the taxon Nephthyidae (Annelida, Polychaeta) *Mar. Biol.*, **119** : 31-38.

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

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

Weinberg J.R., Starczak V.R., Mueller C., Pesch G.C. & Lindsay S.M. (1990)
- Divergence between populations of a monogamous polychaete with male parental care: premating isolation and chromosome variation. *Mar. Biol.*, **107** : 205-213.

Williams S.J. (1984) - The status of *Terebellides stroemi* (Polychaeta, Tricobranchidae) as cosmopolitan species. Based on a worldwide morphological survey, including description of new species. In P.A. Hutchings (ed) : Proc. First. Int. Polychaete Conf. Sydney, pp 118-142. Linnean Soc. New South Wales, Sydney.

Wu B.L., Sun R.P. & Yang D.J. (1985) - Nereidae (Polychaetous annelids) of the Chinese coast. China Ocean Press. Beijing, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, Tokyo, pp. 1-234.

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). *Arch. Inst. Pasteur Tunis.*, **66** : 293-301.