

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE & POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur & de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MÉMOIRE DE MAGISTER
OPTION : APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE DES PÊCHES

Présenté par: **M^{elle} HAMRI Fatiha**

Peuplements zooplanctoniques et ichthyologiques
(Clupéidae, Engraulidae) de la côte algéroise :
Interactions, Flux de matières et Conséquences sur les
stocks halieutiques

Soutenu en 2017 devant le jury composé de :

M. SEMROUD R.	PROFESSEUR -ENSSMAL	Président
M. HAFFERSSAS A.	PROFESSEUR- USTHB - FSB	Rapporteur
M. HARCHOUCHE K.	PROFESSEUR – USTHB - FSB	Examineur
M. HEMIDA F.	PROFESSEUR – ENSSMAL	Examineur

PROMOTION 2017

Remerciements

Au terme de cette étude, nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à tous ceux qui par leurs aides, leurs conseils, leurs compétences et leurs intérêts ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Que soient particulièrement remerciés:

Mr HAFFERSSAS A., Professeur à la Faculté des Sciences Biologiques de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, pour avoir proposé et d'encadrer ce travail. Pour sa confiance, sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils qu'il a tenu à nous prodiguer au cours de la réalisation de ce travail;

Mr SEMROUD R., Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Met et de l'Aménagement du Littoral, qui a l'amabilité de présider notre jury;

Mr HEMIDA F., Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Met et de l'Aménagement du Littoral qu'il nous a accordé un témoignage de confiance qui nous honore et pour lequel nous lui exprimons notre profonde gratitude. Monsieur HEMIDA n'a cessé de témoigner à notre égard une plus grande attention en nous prodiguant ses conseils très judicieux ;

Mr HARCHOUCHE K, Professeur à la Faculté des Sciences Biologiques de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne pour avoir accepté de juger ce manuscrit et de participer à ce jury.

Nous tenons à témoigner toute notre reconnaissance, aux équipes de recherches du laboratoire halieutique (ENSSMAL) et écosystème pélagique du Laboratoire de l'Océanographie Biologique et de l'Environnement Marin de l'USTHB.

Nous remercions nos très chers parents qui ont toujours été là pour nous. **Vous avez tout sacrifié pour vos enfants en n'épargnant ni santé ni efforts.** Vous nous avez donné un

magnifique modèle de labeur et de persévérance. Nous vous sommes redevables d'une éducation dont on est fier.

Nous remercions nos frères et nos sœurs pour leur encouragement. Je remercie très spécialement mon mari Yacine pour son soutien inconditionnel et son encouragement.

Enfin, nous remercions tous nos Ami(e)s que nous aimons tant, Djemaa.D, Fadhila.A, Chahinez.L, Hadjer., Nawel.T, Aldjia.KH, Bouchra.D, Lynda.Y, Hamza.S Mohamed.D, pour leurs sincères amitié et confiance, et à qui nous devons notre reconnaissance et notre attachement.

Sommaire

<i>Introduction.....</i>	<i>1</i>
<i>Chapitre I: Généralités</i>	<i>4</i>
<i>I.1. Espèces halieutiques étudiées.....</i>	<i>4</i>
<i>I.2. Peuplements zooplanctoniques de Copepodes.....</i>	<i>9</i>
<i>Chapitre II: Caractéristiques hydrodynamiques & hydrologiques des côtes Algériennes.....</i>	<i>15</i>
<i>II.1. Masses d'eau.....</i>	<i>15</i>
<i>II.2. Circulation de l'eau Atlantique modifiée (MAW).....</i>	<i>15</i>
<i>II.3. Conséquences hydrologiques.....</i>	<i>16</i>
<i>II.3.1. Tourbillons cycloniques et anticycloniques.....</i>	<i>16</i>
<i>II.3.2. Zone frontale.....</i>	<i>17</i>
<i>Chapitre III: Matériel et Méthodes</i>	<i>18</i>
<i>III.1. Zone d'échantillonnages.....</i>	<i>18</i>
<i>III.1.1. Caractéristiques de la baie de Bou-Ismaïl.....</i>	<i>18</i>
<i>III.1.2. Prélèvements des peuplements de Copépodes.....</i>	<i>18</i>
<i>III.1.3. Prélèvements des populations halieutiques.....</i>	<i>20</i>
<i>III.2. Méthodologie.....</i>	<i>21</i>
<i>III.2.1. Peuplements zooplanctoniques de Copépodes.....</i>	<i>22</i>
<i>III.2.1.1. Identification et dénombrement des peuplements de Copepodes.....</i>	<i>22</i>
<i>III.2.1.2. Fréquences d'occurrences.....</i>	<i>22</i>
<i>III.2.1.3. Abondances et Abondances relatives.....</i>	<i>23</i>
<i>III.2.1.4. Comportement trophique et interactions proies- prédateurs: modèle de Lotka-Volterra.....</i>	<i>23</i>
<i>III.2.1.5. Comparaison des Abondances et affinités quantitatives.....</i>	<i>24</i>
<i>III.2.2. Peuplements halieutiques.....</i>	<i>24</i>
<i>III.2.2.1. Prélèvements des proies et conservation.....</i>	<i>24</i>
<i>III.2.2.2. Composition du régime alimentaire des peuplements halieutiques.....</i>	<i>25</i>
<i>III.3. Similitudes et dissemblances entre les peuplements de Copépodes au sein de la colonne d'eau et ceux des bols alimentaires des clupéidés.....</i>	<i>28</i>
<i>III.3.1. Test Q de Cochran.....</i>	<i>28</i>

<i>III.3.2. Indice de Similitude de Jaccard.....</i>	<i>28</i>
<i>Chapitre IV: Résultats et Discussions.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1. Paramètres environnementaux, masees d'eau et peuplements</i>	<i>29</i>
<i>IV.1.1. Paramètres environnementaux.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1.1.1. Température.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1.1.2. Nitrates.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1.1.3. Nitrites.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1.1.4. Phosphates.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1.1.5. Silicates.....</i>	<i>30</i>
<i>IV.1.1.6. Chlorophylle a</i>	<i>30</i>
<i>IV.1.2. Masses d'eaux</i>	<i>31</i>
<i>IV.1.3. Peuplements de copépodes.....</i>	<i>32</i>
<i>IV. 1.3.1. Biodiversité taxonomique et fréquences d'occurrences.....</i>	<i>32</i>
<i>IV.1.3.2. Distribution des abondances et compositions faunistiques.....</i>	<i>34</i>
<i>IV.1.3.3. Comparaisons et affinités quantitatives.....</i>	<i>38</i>
<i>IV.1.3.4. Valeurs et significations écologiques de la faune de copépodes.....</i>	<i>39</i>
<i>IV.1.3.5. Comportement alimentaire des populations et interactions trophiques au sein de l'écosystème.....</i>	<i>42</i>
<i>IV.1.4. Etude du régime alimentaire des populations halieutiques de S. pilchardus et S. aurita.....</i>	<i>46</i>
<i>IV.1.4.1. Composition qualitative du bol alimentaire.....</i>	<i>46</i>
<i>IV.1.4.2. Composition quantitative du bol alimentaire.....</i>	<i>49</i>
<i>VI.1.4.3. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille des poissons.....</i>	<i>58</i>
<i>VI.1.4.4. Stratégie alimentaire chez S.pilchardus et S.aurita.....</i>	<i>60</i>
<i>V.1.4.5. Chevauchement des régimes alimentaires.....</i>	<i>60</i>
<i>IV.3. Etude comparative entre les peuplements de Copépodes de la colonne d'eau et ceux issus du bol alimentaire de S. pilchardus et S. aurita.....</i>	<i>61</i>
<i>IV.4. Discussions Générales.....</i>	<i>63</i>

<i>Conclusion.....</i>	<i>68</i>
<i>Références Bibliographiques.....</i>	<i>70</i>
<i>Annexes</i>	

Introduction

La pêche constitue une source alimentaire majeure pour l'Homme. Cette activité est créatrice de l'emploi pour les populations des zones côtières. Elle est à l'origine de divers avantages socio-économiques.

En Algérie, le nombre de pêcheurs recensé en 2009 est de 40615 (<http://www.mpeche.gov.dz>). Sur une décennie (1999 – 2009) la flottille de pêche a connu une croissance de 84% entre 1999 et 2009. Elle est passée de 2464 à 4532 unités (dont près de 65% sont des petits métiers). La production halieutique a connue deux phases durant la même période :

- Une phase d'accroissement (1999 – 2006) où la production est passée de 89818 tonnes à un maximum de 157021 tonnes (soit une hausse de 74.8%);
- Une phase de régression (2006 et 2009) où les rendements ont chuté de 17% (<http://www.mpeche.gov.dz>).

L'effondrement des stocks des espèces de petits pélagiques est dû à la gestion des pêches. Celle-ci recommande un grand taux d'exploitation des populations à vie courte et à grande productivité (Pinsky & *al.*, 2011). L'épuisement des stocks halieutiques a des répercussions sur les plans biologique (perte de la biodiversité) et économique (disparition de l'activité de pêche) et sociétale (augmentation du taux de chômage).

Afin de remédier aux raretés et de dépasser les limites des méthodes de gestion traditionnelles des ressources halieutiques, une nouvelle stratégie peut être fondée sur une approche écosystémique. Celle-ci décrit une organisation en termes de correspondance, d'adaptation, et de réponse appropriée aux conditions de l'environnement. Cette stratégie, dénommée Approche Écosystémique des Pêches (AEP), intègre deux concepts: la gestion des écosystèmes et la gestion des pêches. La finalité est de mettre en œuvre la durabilité dans le développement de la pêche (FAO, 2003) en reconnaissant l'interdépendance entre le bien-être humain et le bien-être de l'écosystème (Garcia et *al.*, 2003).

L'étude de l'écologie des espèces est essentielle pour déterminer les facteurs qui contrôlent leurs distributions et abondances au sein du réseau trophique pélagique. Les petits poissons y jouent un rôle important. Ils sont impliqués dans le transfert du flux de carbone du plancton vers les grands prédateurs (poissons, mammifères marins et oiseaux) (Cury & *al.*, 2000). Les peuplements zooplanctoniques jouent un rôle déterminant dans le transport des proies vers les prédateurs: plus de 60 % de la production primaire peut être transférée aux alevins de poissons par l'intermédiaire des zooplanctontes phytophages (Haberman, 1998). L'étude de leurs distributions quantitatives est nécessaire à l'établissement des modèles de fonctionnement des

écosystèmes afin de gérer les ressources halieutiques (Shiel, 1995).

Ainsi, l'organisation des écosystèmes est régie par les flux d'énergies qui existent entre les compartiments biologiques. Ces relations alimentaires sont des réseaux d'interactions qui forment les assises de la structure et du fonctionnement des écosystèmes. Les activités alimentaires permettent aux organismes d'assimiler de la matière et donc de l'énergie pour subvenir à leurs besoins vitaux et de permettre leur survie (Dessier, 2015).

De très nombreuses études tentent de comprendre les processus à l'origine des transferts de matières entre les organismes au sein des réseaux trophiques. Elles ont proposé des concepts tels que les régulations de type bottom-up (flux ascendant) ou top-down (flux descendant). Dans le cas de la première régulation, l'origine du contrôle dépend des premiers niveaux trophiques et des variables environnementales. Dans le cas du contrôle de type top-down, la régulation dépend des niveaux trophiques supérieurs (Blaxter & Hunter, 1982; Power, 1992).

Au sein de l'océan mondial (Méditerranée et Atlantique), de nombreuses études ont été dédiées aux régimes alimentaires des communautés halieutiques (Varela & al., 1988; Morote & al., 2010; Costalago & al., 2014). Sur les côtes algériennes les travaux se sont surtout intéressés à la biologie et à l'exploitation des Clupéidés et particulièrement l'allache et la sardine (Bouaziz, 2007; Belouahem, 2010; Benaldjia, 2014; Djemaa & al., 2015). Néanmoins, aucune étude n'a été réalisée sur la circulation des flux trophiques reliant les peuplements ichtyologiques et zooplanctoniques.

Ces études ont concernées uniquement le niveau des peuplements zooplanctoniques (Hafferssas, 1996 & 2010 ; Seridji & Hafferssas, 2000 ; Hafferssas & Seridji, 2010, Kherchouche, 2014).

Dans ce présent mémoire, on se propose d'identifier les composantes majeures liées à la circulation des flux de la matière entre les différentes composantes de la pyramide trophique du sommet (peuplements ichtyologiques) vers la base (peuplements zooplanctoniques).

Les peuplements de Copépodes et deux clupéidés (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*) ont été choisis comme modèles au sein de certaines régions de la côte algéroise.

A partir de cette contribution, on essaiera de répondre à deux questions :

1. Quelles sont les espèces qui composent la biodiversité des peuplements zooplanctoniques de Copépodes et leurs répartitions quantitatives au sein de la colonne d'eau épipélagique ?

2. Que représentent ces espèces (proies) au sein du bol alimentaire des prédateurs clupéidés (*S. pilchardus* et *S. aurita*) et est ce qu'elles sont soumises à une sélection préférentielle ?

L'approche suivie pour cette étude est basée sur :

- L'examination des contenus stomacaux des deux populations commerciales ;
- L'emploi des analyses statistiques reliant les Copépodes aux bols alimentaires des deux Clupéidés.

Ce travail s'intègre dans une des thématiques de recherches du projet de l'équipe Ecosystème Pélagique du Laboratoire d'Océanographie Biologique et de l'Environnement Marin de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène.

Chapitre I

Généralités

I.1. Espèces halieutiques étudiées

I.1.1. Les Clupéiformes

Les clupéiformes sont des poissons primitifs. Ils possèdent des nageoires sans rayons épineux. Leurs pectorales sont surbaissées. Les nageoires pelviennes abdominales sont insérées sur le ventre. Elles sont nettement en arrière de la tête. Enfin, les espèces ont une seule nageoire dorsale. Celle-ci est assez courte (Bauchot & *al.*,1980).

Deux familles appartiennent à cet ordre : les engraulidés et les clupéidés:

- **Engraulidés:** se caractérisent par une mâchoire supérieure nettement plus avancée que le mandibule. La bouche a une fente dépassant largement le bord postérieur de l'œil.
- **Clupéidés:** se distinguent de la famille précédente par une mâchoire subégale. La fente de la bouche n'atteignant pas le bord postérieur de l'œil (Bauchot & *al.*,1980).

Dans cette présente contribution, on a pris en considération que la famille des clupéidés. Deux espèces, à fort potentiel commercial, ont été sélectionnées: *Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*. Les populations de l'anchois étaient non disponibles durant la période d'échantillonnage.

I.1.1.1. S. pilchardus

La sardine appartient à un groupe taxonomique complexe qui regroupe les poissons pélagiques marins ou dulçaquicoles comme les aloses, les harengs (Lavoué & *al.*,2007).

a. Position systématique

Dans le genre *Sardina*, il n'existe qu'une seule espèce, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) ou sardine européenne. Cette position systématique est celle adoptée par Fischer & *al.*, (1987).

Règne	Eukaryota
Sous règne	Metazoa
Phylum	Chordata
Sous phylum	Craniata
Embranchement	Vertebrata
Super classe	Gnathostoma
Classe	Osteichthyes
Sous classe	Actinoptérygii
Super ordre	Teleostei
Ordre	Clupéiformes
Sous ordre	Clupéoidei
Famille	Clupéidae
Genre	<i>Sardina</i>
Espèce	<i>Pilchardus</i>

b. Morphologie

La sardine a un corps élancé et de section ovale (Figure 1). Une série de scutelles y existe sur le profil ventral, mais ne formant pas de carène très aigue. Les mâchoires sont subégales. La partie inférieure de l'opercule montre 3 à 5 stries rayonnantes très marquées. Le bord postérieur de la fente operculaire est sans excroissances charnues. Entre 44 à 68 branchiospines ont été dénombrées sur la partie inférieure du premier arc branchial (Fischer *&al.*, 1987).

La nageoire dorsale est un peu excentrée du corps. La nageoire anale a une position très en arrière par rapport à la nageoire dorsale. La nageoire pelvienne est à 8 rayons.

Le corps a une coloration verte olive. Les flancs sont dorés devenant blanc argenté sur le ventre. Une série de taches sombres y sont décelées sur le haut des flancs, avec parfois une deuxième ou même une troisième rangée au-dessous (Figure 1) (Fischer *&al.*, 1987).



Figure 1. Morphologie de *S. pilchardus* (Photo personnelle)

c. Biologie et Ecologie

La sardine est un poisson subtropical, erratique et grégaire. Elle est pélagique et vit dans les eaux côtières entre la surface et 120 m de profondeur. Elle est très abondante entre 25 et 55 mètres de profondeur, le jour, et entre 10 à 35 mètres durant la nuit (Michael, 2011).

Les populations de *S. pilchardus* sont planctonophages. Elles se nourrissent principalement de Copépodes, cladocères, larves de Crustacés, euphausiaces (krill) et du phytoplancton. Pour ce dernier, il s'agit surtout des Diatomées qui sont abondants dans les contenus stomacaux des larves et des jeunes individus (Varela & al., 1988; Garrido & al., 2006).

La maturité sexuelle aura lieu lorsque le poisson atteint une longueur de 10 – 20 cm. La période de reproduction est très étalée dans le temps. Elle atteint un maximum au printemps et décline en été pour reprendre en automne et en hiver (Monfort & Vallet, 2008). Les périodes de pontes varient selon la répartition géographique (Tableau 1).

Tableau 1. Variabilité des périodes de pontes en relation avec la répartition géographique (Muus & al., 2005)

Périodes de pontes	Régions
Juin à Août	Mer du Nord
Avril	Manche
Février à Avril	Mer ibérique
Mai à Septembre	Méditerranée

Le cycle de vie de la sardine se caractérise par une:

- croissance rapide;
- durée de vie courte;
- maturation rapide;
- grande fécondité;
- mortalité élevée surtout en phase larvaire (Rochet, 2000; Rose & al., 2001).

I.1.1.2. *S. aurita*

Le genre *Sardinella* a été décrit pour la première fois par Valenciennes (Cuvier & al., 1847). Ce genre a été décrit sous d'autres noms et selon sa provenance géographique : *Meletta*

mediterranea (Méditerranée sud); *Sardinella anchouia* (Amérique latine). Ces appellations sont mises en synonymie avec *S. aurita* (Whitehead, 1985).

Sardinella aurita fait partie des poissons pélagiques néritiques. Ce poisson est souvent confondu avec d'autres espèces (*Sardina pilchardus*, *Sardinella maderensis*, *Alosa alosa* et *Alosa falax*) qui partagent les mêmes niches écologiques.

a. Position systématique

Règne	Eukaryota
Sous règne	Metazoa
Phylum	Chordata
Sous phylum	Craniata
Embranchement	Vertebrata
Super classe	Gnathostoma
Classe	Osteichthyes
Sous classe	Actinopterygii
Super ordre	Teleostei
Ordre	Clupéiformes
Sous ordre	Clupeoidei
Famille	Clupeidae
Genre	<i>Sardinella</i>
Espèce	<i>Aurita</i>

b. Morphologie

La sardinelle présente un corps allongé, généralement de section sub-cylindrique, parfois plus comprimé; ventre arrondi, mais avec un alignement de scutelles formant une carène faible sur le profil ventral (Figure 2). Les opercules sont lisses. Le bord postérieur de la fente operculaire est à deux excroissances charnues.

L'œil est situé au sommet du crâne. Il porte de nombreuses stries (7 à 14) sur le front pariétal. La bouche à une position terminale dont la mâchoire supérieure arrondie, sans échancrures médianes. Le second supra maxillaire présente des bords supérieur et inférieur subégaux. Les branchiospines sont fines et nombreuses (plus de 80 sur la partie inférieure du premier arc branchial).

La nageoire dorsale est excentrée. La nageoire anale est insérée en arrière de la base de la nageoire dorsale. Les nageoires pelviennes sont localisées sous la nageoire dorsale.

Le dos du corps a une coloration bleu-vert. Les flancs sont argentés, avec à mi-hauteur une ligne dorée pâle précédée d'une tache dorée en arrière de l'opercule ; une tache noire distincte sur le bord postérieur de l'opercule (absence de pigment argenté sous-jacent) (Figure 2). La taille de *S. aurita* peut atteindre une taille maximale de 33 cm. Néanmoins, la taille moyenne varie entre 15 et 25 cm (Fisher & *al.*, 1987).



Figure 2. Morphologie de *S. aurita* (Photo personnelle)

c. Biologie et Ecologie

S. aurita est une espèce pélagique côtière. Son habitat s'étend de la surface jusqu'à 350 mètres de profondeur (au-delà du plateau continental). Elle a un comportement grégaire. Elle se déplace en bancs. Ces derniers effectuent des migrations saisonnières liées à la température et à la richesse planctonique des masses d'eaux. En outre, elle remonte en surface pendant la nuit (Whitehead, 1985). *Sardinella aurita* se rencontre en Atlantique sud – occidentale et en mer Méditerranéenne (Tableau 2).

S. aurita est un organisme qualifié de petit pélagique planctonophage. Il constitue un des maillons essentiels de la chaîne alimentaire pélagique. Les Copépodes constituent une part importante de leur ration alimentaire (Cury & Fontana, 1988). Par ailleurs, elle peut être détritivore (Nieland, 1980). Elle consomme une alimentation à base de détritus; telles que des particules de sables mélangées à des Diatomées. Ce comportement trophique est adopté en période de faibles abondances planctoniques.

Tableau 2. Variabilité des périodes de reproduction en relation avec la répartition géographique (Houde & Fore, 1973)

Périodes de pontes	Régions
Toute l'année	Afrique de l'Ouest
Mi -Juin - Fin Septembre	Méditerranée et au large Amérique du Nord
Mai et Octobre - Novembre	Large des côtes Sénégalaises
Juillet – Août	Large des côtes Mauritanienes
Juillet ou Août	Large des côtes Ivoiriennes et Ghanéennes
Septembre à Février	Golfe du Mexique

I.1.2. Productions annuelles

Les données de captures annuelles des trois espèces (sardine, sardinelle et anchois) représentent une variabilité significative au cours des trois dernières années (2013, 2014, 2015) (Figure 3).

En 2013, la sardinelle montre une production maximale de 6617.12 Tonnes. Les captures de l'anchois sont quasiment nulles au cours des trois années. Ce fait, justifie le manque des prélèvements de cette espèce durant notre période échantillonnage (2015).

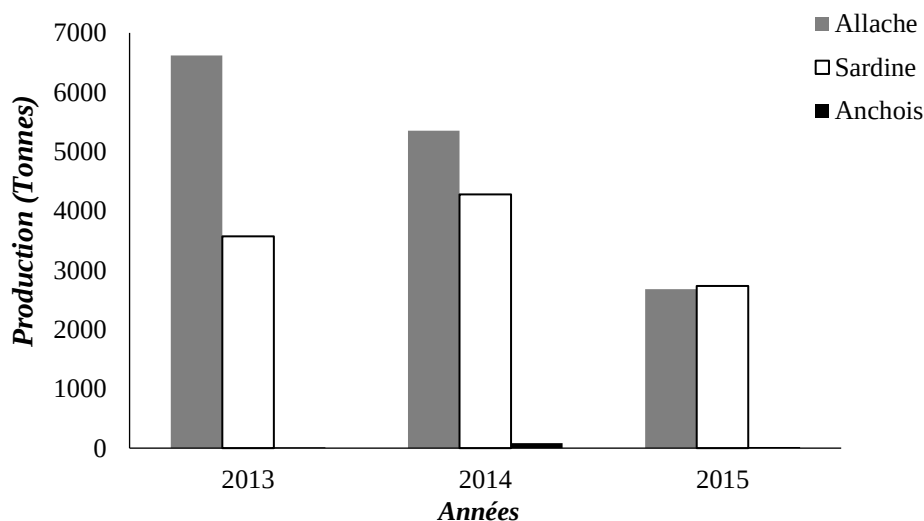


Figure 3. Répartition des captures de la sardine, sardinelle et anchois au niveau de la région algéroise au cours des années 2013, 2014 et 2015 (MPRH, 2015)

I.2. Peuplements zooplanctoniques de Copépodes

Les Copépodes pélagiques constituent un maillon de première importance dans la chaîne trophique. Ils transportent les flux de carbone organique des producteurs (phytoplancton) jusqu'aux consommateurs (poissons).

Ce sont des indicateurs hydrologiques (circulation de l'eau atlantique, remontées des eaux profondes en surface) (Hafferssas, 2010). Ils représentent plus de 70 % des abondances zooplanctoniques (Ara & Hiromi, 2007; Ben Hamadou & *al.*, 2008).

I.2.1. Morphologie

Le corps présente deux régions distinctes segmentées (Figure 4):

- Antérieure (CA) plus grande et plus large;
- Postérieure (CP) plus courte et plus étroite.

Le corps antérieur est constitué par six segments visibles. La tête (T) ou Céphalosome comportant cinq paires d'appendices: les antennules (A1); les antennes (A2); les mandibules (Md); les maxillules (Mx1); les maxilles (Mx2) et les maxillipèdes (Mxp).

Les cinq segments suivants (P1 à P5) sont thoraciques et constituent le Métasome. Sur le plan ventral ils présentent chacun une paire de pattes natatoires biramées (Figure 4).

Le corps postérieur appelé abdomen ou urosome (Urs) est composé de quatre segments chez la femelle et de cinq segments chez le mâle. Ils sont dépourvus d'appendices. Le premier segment est qualifié de génital (Sgn) est articulé au corps antérieur.

Le dernier segment est anal (San). Sur ce dernier s'insère les rames caudales (Furca = F) constituées de deux bâtonnets indépendants, parallèles et plus ou moins aplaties. Chaque bâtonnet porte six soies: quatre terminales (St), une apicale interne (Si) et une externe (Se).

1.2.3. Biologie et cycle de vie

La sous classe des Copépodes est caractérisée par des individus à sexes séparés. La femelle est souvent identifiée grâce aux œufs qu'elle porte. Chez certaines espèces mâles, la cinquième patte thoracique est fortement modifiée, en forme de pince, servant à maintenir la femelle lors de l'accouplement.

A partir de l'éclosion on distingue plusieurs phases (*cf.* photos 1):

- Phase nauplius (assez caractéristique mais très indifférenciée) qui passe par 5 ou 6 étapes et mues;
- Phase copépodite qui voit apparaître la segmentation du corps, avec 6 stades;
- Phase adulte.

1.2.4. Comportement alimentaire

Les peuplements de Copépodes ont des comportements alimentaires très variés (phytophagie, omnivorie et carnivorie) d'une espèce à une autre et d'un milieu à un autre.

Les Copépodes phytophages (herbivores) sont des filtreurs. Ils utilisent leurs appendices buccaux pour créer des courants qui convergent vers un système de soies. Ces dernières forment un tamis qui concentre la nourriture avant son ingestion par la bouche. Les proies ainsi capturées sont le plus souvent des organismes phytoplanctoniques de petite taille (5 à 50 μm) (Razouls & *al.*, 2016).

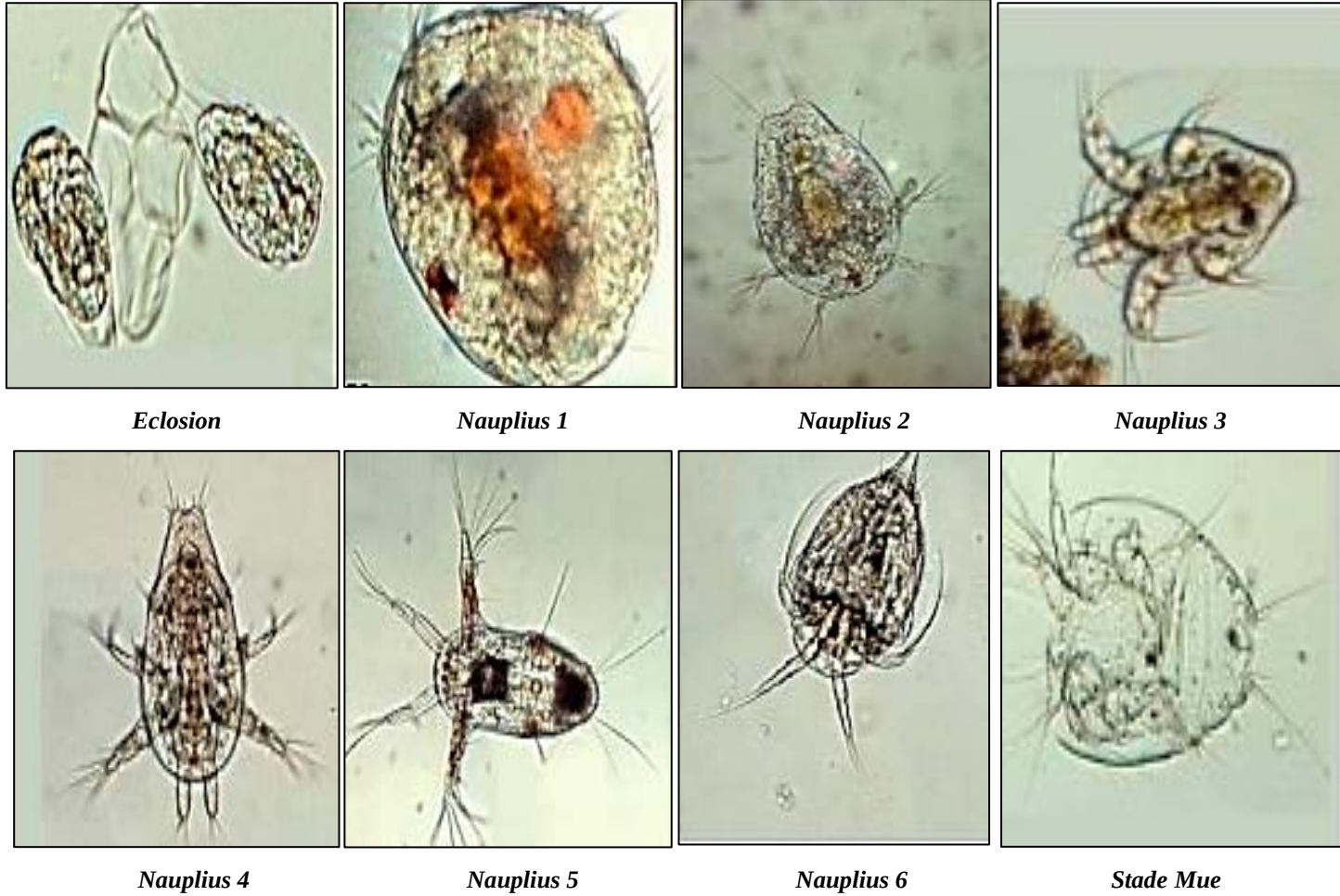


Photo 1. Eclosion des œufs et succession des stades naplii jusqu'à la mue (Razouls & *al.*, 2016)

I.2.4. Rôle des Copépodes au sein de l'écosystème marin

Les Copépodes jouent un rôle très important dans le fonctionnement des écosystèmes. Ils occupent une position clé dans la chaîne alimentaire. Ils constituent un lien entre la boucle microbienne, au sein duquel ils puisent leur nourriture, et les consommateurs supérieurs (poissons, crevettes ou méduses) (Paula & *al.*, 1998).

Les Copépodes participent par divers mécanismes au recyclage de la matière organique et permettent le transport et la rétention d'éléments fondamentaux comme le carbone ou l'azote (Conway & *al.*, 1998) (Figure 5).

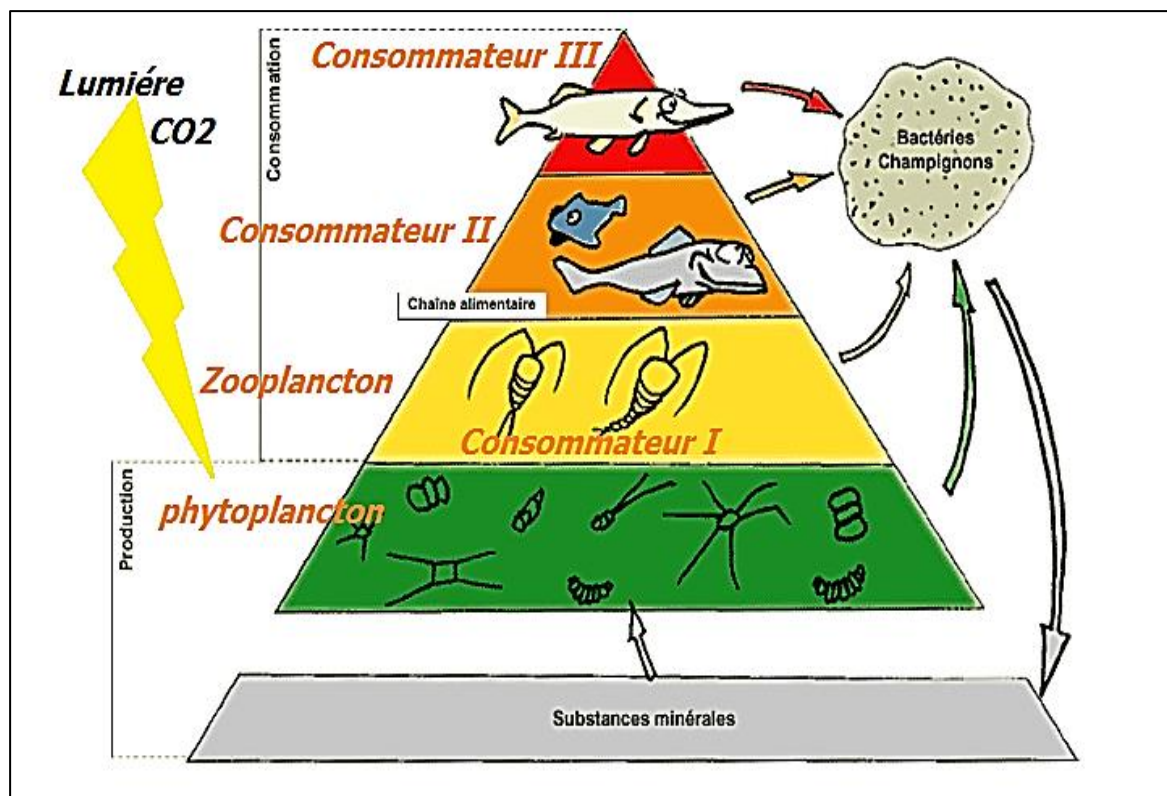


Figure 5. Réseau trophique au sein d'un écosystème pélagique (photos internet modifiée)

Chapitre II
Caractéristiques
hydrodynamiques
& hydrologiques
des côtes algériennes

II.1. Masses d'eau

Le bassin algérien occupe la partie du sud de la Méditerranée occidentale. C'est une zone où circule l'eau atlantique. Les diagrammes Températures – Salinités montrent la présence de quatre masses d'eau (Millot, 1985):

- Une masse d'eau atlantique (Modified Atlantic Water). C'est une couche d'eau d'origine atlantique (salinité varie entre 36.5 et 36.6). Elle occupe les premiers 150 mètres de profondeur ;
- Une masse d'eau intermédiaire hivernale (Winter Intermediate Water). Elle résulte des processus de convections hivernales localisés entre la Mer Catalane et le golfe du Lion (Perkins & Pistek, 1990). Elle est située au-dessous de la MAW, entre 150 et 300 m d'immersion. Elle se distingue par un minimum thermique relatif (de 12.65 °C à 13.30 °C) et une salinité de 38.3;
- Une masse d'eau intermédiaire levantine (Levantine Intermediate Water). Elle est formée dans la Méditerranée orientale (bassin du Levant) (Benzohra & Millot, 1995). Sur les côtes algériennes, la LIW est identifiée sous forme de lentilles à partir du maximum thermique relatif (13.2°C à 14°C) (Millot, 1985);
- Une masse d'eau méditerranéenne profonde (Deep Mediterranean Water). Cette eau profonde (500 à 700 m d'immersion) se forme en hiver suite aux mélanges de la LIW et de la MAW (Perkins & Pistek, 1990). C'est une masse d'eau froide (12.75°C à 12.9°C) et salée (38.42 à 38.9).

II.2. Circulation de l'eau Atlantique modifiée (MAW)

Dans ce chapitre on évoque uniquement la circulation de la MAW; notre présente contribution a concerné uniquement les peuplements issus de la couche épipélagique (0 et 100 mètres de profondeur) où la masse d'eau a un caractère atlantique.

La Méditerranée est un bassin de concentration. L'évaporation intense, qui excède les apports fluviaux et les précipitations, induit une baisse du niveau de la mer. Par conséquent, le déficit est compensé par l'entrée d'eau d'origine atlantique (salinité inférieure à 36,5) à partir du détroit de Gibraltar.

Au niveau de la mer d'Alboran, cette masse d'eau se mélange aux eaux sub-superficielles. Il se forme une couche d'eau atlantique dont sa salinité est modifiée (entre 36.5 et 36.6). Cette dernière s'écoule sous la forme d'un jet instable de l'Ouest vers l'Est. Il y génère des tourbillons anticycloniques et cycloniques (Figure 6) (Millot, 1999).

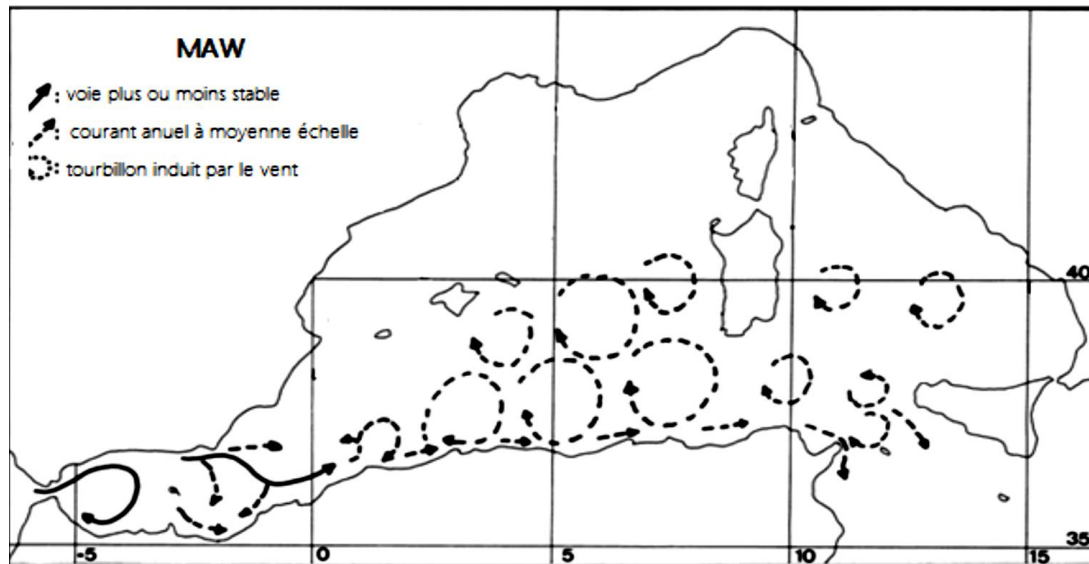


Figure 6. Circulation de l'eau atlantique modifiée (Millot, 1999)

II.3. Conséquences hydrologiques

II.3.1. Tourbillons cycloniques et anticycloniques

En sub - surface (70 à 80 m de profondeur), les parties centrales des tourbillons cycloniques sont très productives. Les concentrations chlorophylliennes sont maximales (de 4 à 8 mg.m^{-3}). Par contre, les tourbillons anticycloniques sont oligotrophes. Les maximas de sub-surface (à 100 m de profondeur) sont faibles (0.8 mg.m^{-3}) (Riandey & *al.*, 2005) (Figure 7).

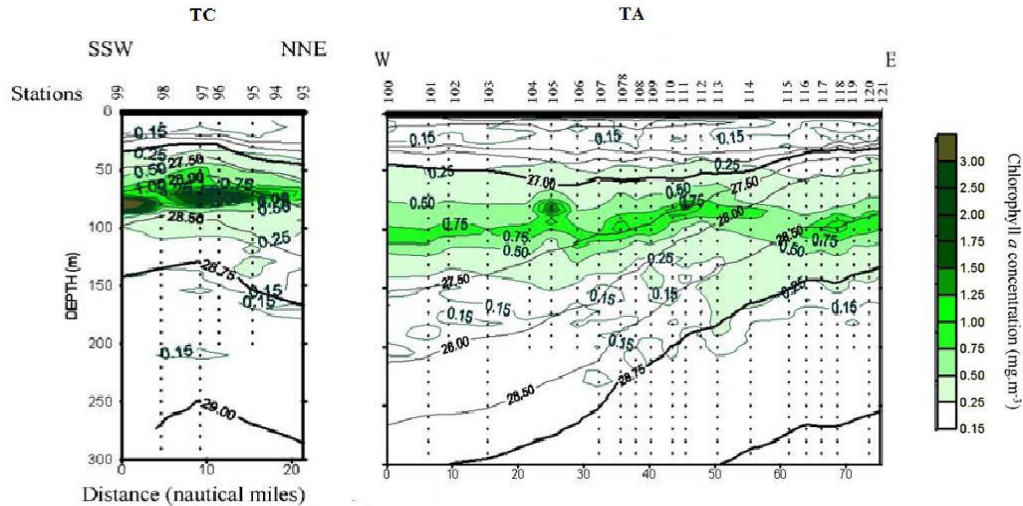


Figure 7. Répartition de la Chlorophylle *a* au sein des structures à méso échelles (TC = Toubillon Cyclonique, TA = Tourbillon Anticyclonique) (Riandey & al., 2005)

II.3.2. Zone frontale

Au sein du bassin algérien, entre 1°E et 4°E, l'affrontement de la MAW et l'eau méditerranéenne de surface (Mediterranean Surface Water), donne naissance à une zone productive de type frontale. Celle-ci est caractérisée par un gradient halin séparant la zone côtière (Salinité < à 36.6) de la zone du large (Salinité > à 36.8) (Hafferssas & Seridji, 2010).

Au sein du front, les teneurs de la Chlorophylle *a* sont élevées en surface (3 à 5 mg.m⁻³) (Raimbault & al., 1993). Par conséquent, les abondances zooplanctoniques sont maximales (plus de 800 Copépodes.m⁻³) (Hafferssas & Seridji, 2010).

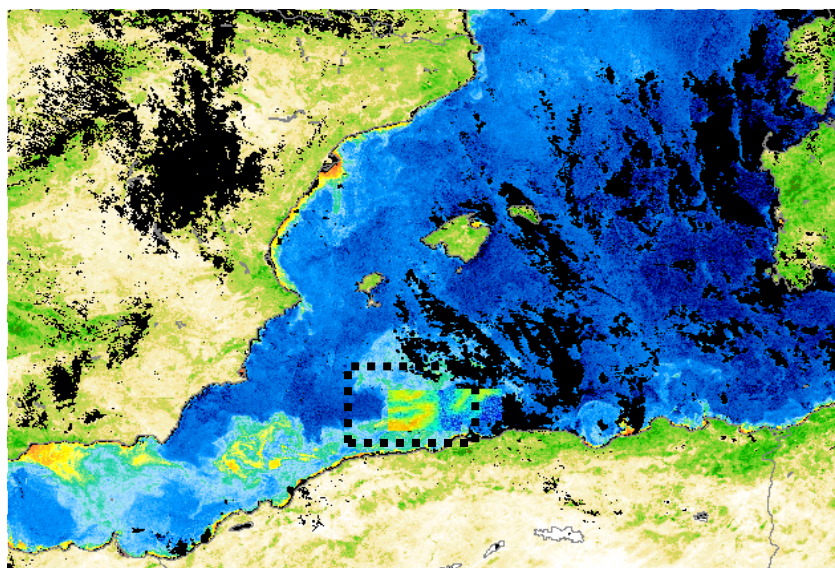


Figure 8. Front des côtes algériennes (aire en pointillée)

Chapitre III
Matériel & Méthodes

III.1. Zone d'échantillonnages

Dans cette présente étude, les peuplements étudiés (Copépodes et Clupéidés) sont issus de la région centre, et particulièrement au sein de la baie de Bou Ismail (Figure 10). Cette dernière est située entre 2° 54' Est - 36° 48' Nord et 2° 24' Est - 36° 38' Nord. Elle est orientée du Sud-Ouest au Nord - Est avec une ouverture de 40 Km et une superficie d'environ 350 Km² (Houma, 2009).

II.1.1. Caractéristiques de la baie de Bou-Ismail

A l'instar de toute la côte algérienne, le plateau continental de la baie de Bou-Ismail est étroit avec une largeur variant entre 3 Km pour la limite Est (Sidi Fredj) et 13 Km pour la frontière Ouest (Mont Chenoua) (Vaissière & Fredj, 1963). Ce qui lui confère une province océanique plutôt que néritique (Chalabi & Akkacha, 1998).

La courbe bathymétrique de 200 m est considérée généralement comme la limite de la marge continentale algérienne et le domaine des plaines abyssales (Houma, 2009). Il se caractérise par une pente de l'ordre de 2 à 3 % avec une ligne d'inflexion nette autour de l'isobathe 100 m (Asso, 1982). Cette pente est perturbée par quelques appointements rocheux localisés au large du Mazafran et de Bou-Ismail (Houma, 2009).

Les fonds de la baie de Bou Ismail se caractérisent par une grande diversité sédimentaire (Houma, 2009). Neuf faciès, ont été identifiés dont, les sables fins, les sables envasés, les vases sableuses, les sables graveleux, les graviers envasés, les sables grossiers-fins graviers, les vases pures et le faciès rocheux (Figure 10).

La répartition de ces derniers n'est pas homogène avec une dominance des sables envasés (Grimes, 2010). Les vases pures sont très développées dans la région Ouest et forment une importante vasière littorale, tandis que les graviers envasés sont dans la région Est (Houma, 2009).

III.1.2. Prélèvements des peuplements de Copépodes

Les prélèvements ont été effectués, durant la période estivale de l'année 2015, au niveau de la région Sidi Fredj entre 2°46'90'' E et 2°49'39'' E (Longitudes) et 36°44' N et 36°49'40'' N (Latitudes) (Figure 9, Tableau 4). Six stations ont y été sélectionnées (1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2 et 2.3). Elles appartenant à 2 radiales côtes-large (R₁ et R₂). Les prélèvements ont été réalisés au sein de la couche épipélagique entre 0 et 50 mètres de profondeur.

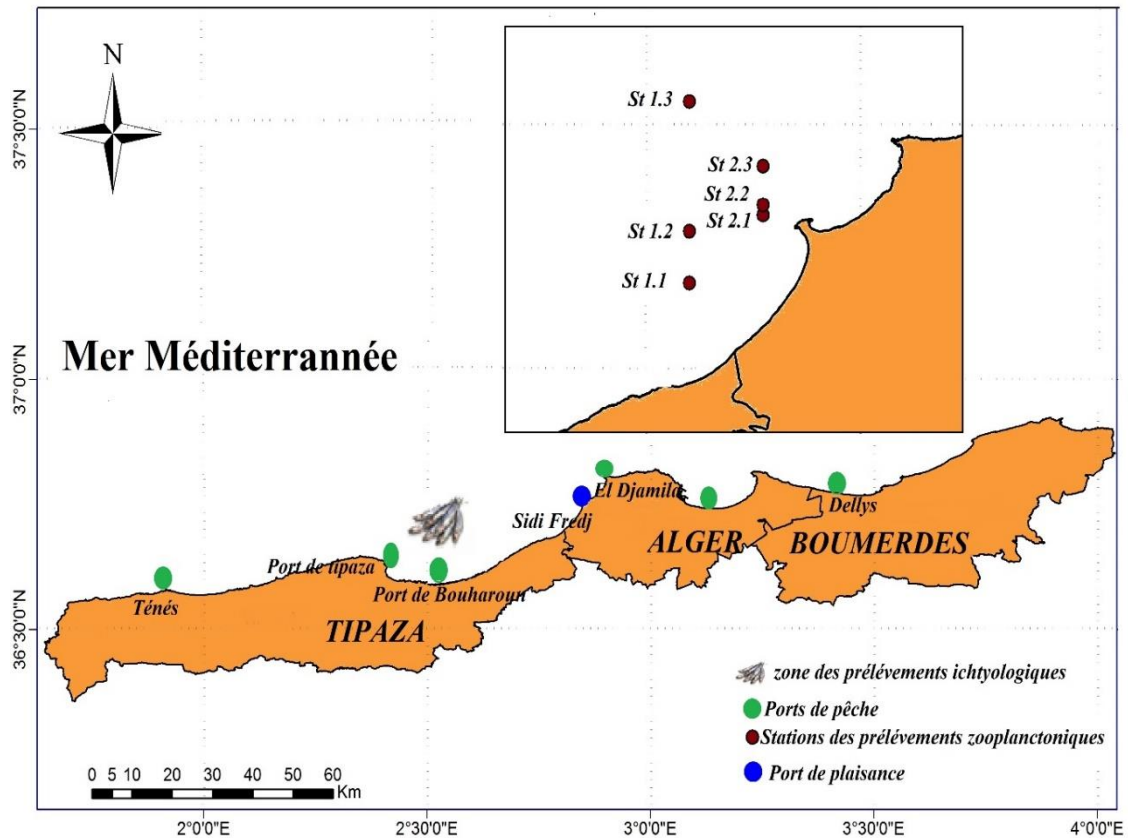


Figure 9. Zone d'échantillonnages des peuplements zooplanctoniques et halieutiques

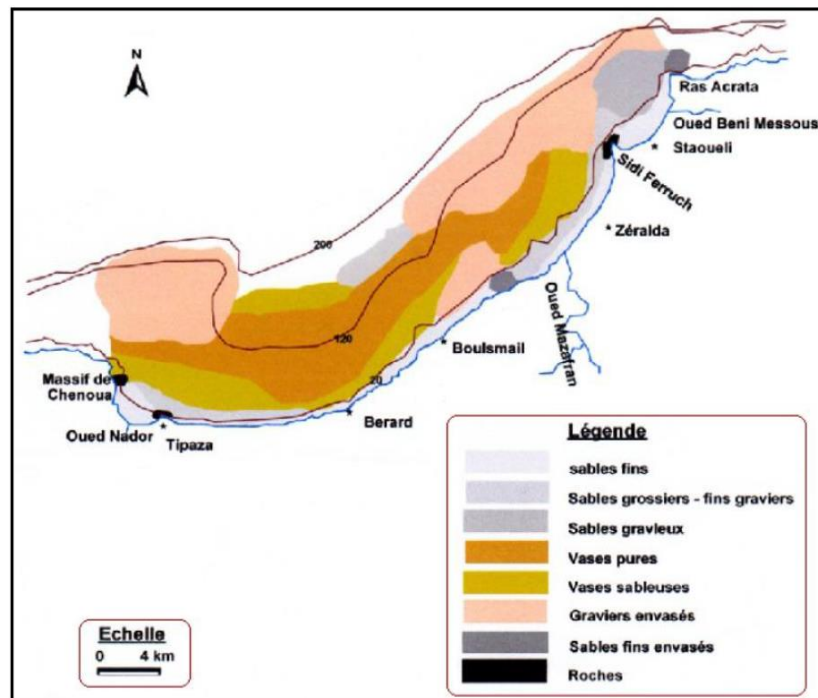


Figure 10. Couverture sédimentaire de la baie de Bou Ismail (Houma, 2009)

Radiales	Stations	Longitudes (°N)	Latitudes (°E)	Profondeurs des traits (mètres)
R₁	1.1	2°46'90''	36°44'00''	25
	1.2		36°45'54''	50
	1.3		36°49'40''	50
R₂	2.1	2°49'39''	36°46'02''	25
	2.2		36°46'32''	50
	2.3		36°47'48''	50

Tableau 4. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements zooplanctoniques

III.1.3. Prélèvements des populations halieutiques

Il s'agit de deux espèces ichtyologiques à intérêt commercial : *Sardina pilchardus* (Sardine) et *Sardinella aurita* (Allache).

Les échantillons ont été récoltés entre Juin et Juillet 2015, à partir des débarquements des sardiniers de la côte algéroise, principalement du port de Bouharoun. Celui-ci est situé au sein de la baie de Bou Ismail (Figure 9).

III.1.3.1. Port de Bouharoun

Ce port de pêche a été réaménagé en 1979 et mis en exploitation en 1980. Il est orienté vers le nord et dispose de deux bassins ; un d'une superficie de 14280 m² destiné uniquement pour les chalutiers et un autre de 15540 m² pour les sardiniers et les petits métiers. Le tirant d'eau varie de 2 à 5 m et la superficie des terres pleines est estimée à 50715 m² avec deux môles totalisant 14 quais. Le port compte plus d'une centaine de postes d'accostage.

III.1.3.2. Flottille de pêche

La flottille au niveau des ports de Bou Ismail (Bouharoun et Khemisti) arrêtée à décembre 2012, est composée de 307 unités dont 27 chalutiers, 108 sardiniers et 172 petits métiers. La concentration des embarcations est plus importante (73%) au niveau du port de Bouharoun.

III.1.3.2.1. Sardiniers

Les sardiniers, ou senneurs, mesurent entre 9 et 26 mètres mais la majorité (66%) ne dépasse pas les 14 mètres. Le tonnage moyen est de 19.25 tonneaux et la puissance moyenne est d'environ 280 chevaux.

Cette flottille est la plus jeune par rapport aux autres segments avec une moyenne d'âge de 16 ans. L'engin de pêche utilisé par cette flottille est la senne coulissante d'une longueur comprise entre 220 et 700 m.

La pêche sardinière est autorisée durant toute l'année, elle dépend seulement de la saison et des conditions météorologiques. Les captures principales sont : la sardine, l'anchois, la bonite et les maquereaux.

a. Caractéristiques

Les principales caractéristiques des sardiniers issus de la flottille des sardiniers au sein des ports de Bou Ismail figurent ci - après (Tableau 5).

Tableau 5. Caractéristiques de la flottille de sardiniers de la baie de Bou Ismail

Nombre		108
Longueur (m)		9-26
Puissance (chevaux)	Totale	30233
	Moyenne	279.9
Tonnage (tonneaux)	Totale	1039.2
	Moyen	19.25
Age	Moyen	16
	<10	57
	10-20	15
	>20	36
Nature de la coque	Bois	43
	Polyester	58
	Acier	07
	FVR	00
	Fer	00

III.2. Méthodologie

III.2.1. Peuplements zooplanctoniques de Copépodes

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet standard de type Working Party 2 (WP₂) (Figures 11 a et b). Les échantillons ont été conservés au sein d'une solution de formol à 4%.

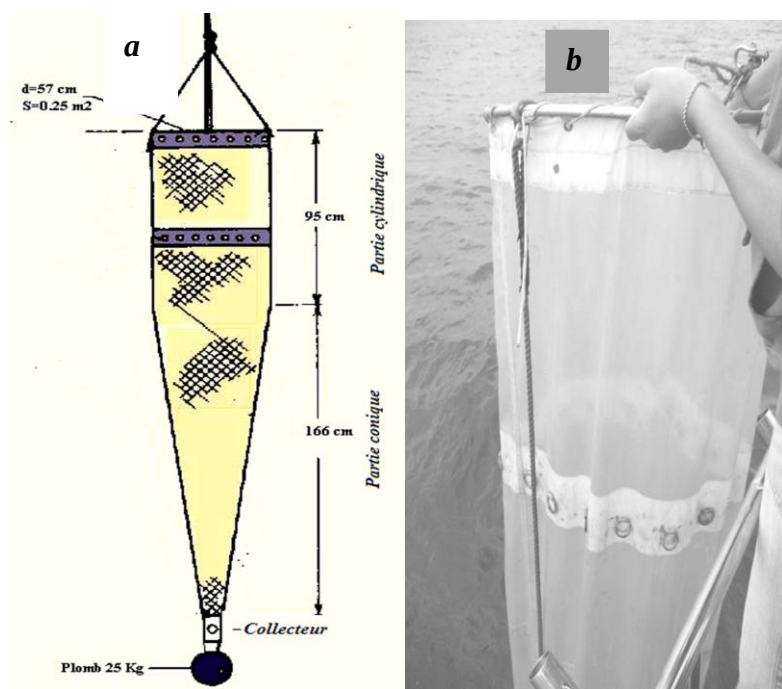


Figure 11. Filet WP2 (Scor Unesco, 1968)

a. Caractéristiques du filet (S = surface et d= diamètre d'ouverture)

b. Vue de la partie cylindrique

III.2.1.1. Identification et dénombrement des peuplements de Copépodes

Les échantillons ont été identifiés jusqu'au niveau spécifique, sous une loupe binoculaire. Parfois, pour une observation plus détaillée, les populations ont été identifiées sous un microscope optique. Pour cela, divers ouvrages ont été utilisés (Rose, 1933; Trégouboff & Rose 1957).

III.2.1.2. Fréquences d'occurrences

Les différentes espèces récoltées ont été classées selon leurs fréquences d'occurrences (***Fi***). Il s'agit d'un rapport entre le nombre de pêche dans laquelle se trouve une espèce ***i*** et le nombre total des pêches effectuées (***P***) (Daget, 1976).

Cet indice est exprimé en pourcentage. Une espèce peut être fréquente (***Fi*** $\geq$ 75 %); commune (***Fi*** entre 25 et 75 %) ou rare (***Fi*** $\leq$ 25 %) (Soyer, 1970).

III.2.1.3. Abondances et Abondances relatives

Les abondances des populations sont exprimées par unité de volume (individus.m⁻³). Pour

chaque espèce (i) son abondance peut être ramenée à un pourcentage. Il s'agit d'une abondance relative qui représente le rapport entre l'abondance i de cette espèce sur l'abondance totale d'un prélèvement donné.

III.2.1.4. Comportement trophique et interactions proies- prédateurs : modèle de Lotka-Volterra

Le comportement trophique (phytophage, carnivore ou omnivore) de chaque espèce a été identifié à partir de la morphologie de leurs pièces buccales (*In Hafferssas, 2010*).

Afin d'analyser les différentes interactions entre les groupes de proies (phytophages) et des prédateurs (carnivores), le modèle de *Lotka - Volterra* a été utilisé (*Bertrandias & Bertrandias, 1994*).

Ce modèle permet de décrire les incidences des forces ascendantes (Bottom - up) régies par les prédateurs et les forces descendantes (Top - down) régies par les consommateurs (*Hunter & Price, 1992*).

Le schéma ci-dessous décrit l'évolution simultanée de populations de Copépodes carnivores- Copépodes phytophages (*Figure 12*).

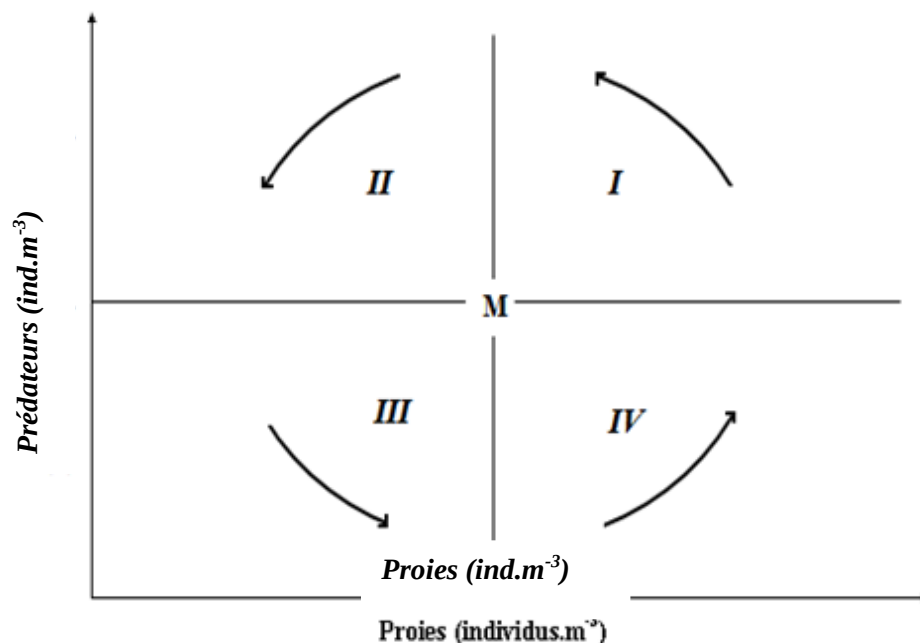


Figure 12. Représentation graphique des interactions proies et prédateurs par le modèle de Lotka - Volterra (*In Bertrandias & Bertrandias, 1994*)

Quadrant I: forte prédation de Copépodes phytophages (proies) et accroissement des abondances de Copépodes carnivores (prédateurs);

Quadrant II: raréfaction de Copépodes carnivores due à la diminution des abondances de Copépodes herbivores;

Quadrant III: faible abondance ds Copépodes carnivores et accroissement du stock des Copépodes phytophages;

Quadrant IV: régénération des abondances de Copépodes herbivores et carnivores

III.2.1.5. Comparaison des Abondances et affinités quantitatives

Afin de comparer les affinités quantitatives entre les différentes stations de prélèvements, une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a été utilisée. Il s'agit d'un traitement multivarié où la matrice brute des données comporte les variables (stations) en colonnes et les observations (espèces de Copépodes) en lignes.

Pour ce faire, les groupements similaires des stations ont été extraits à partir de l'utilisation de la distance euclidienne (Orloci, 1978).

Le dendrogramme (représentation graphique) résume les liens entre les stations (ou groupes de stations) en utilisant la Méthode de Ward (Ward, 1963).

Cette analyse a été appliquée sur des données transformées en $\text{Log}(x+1)$ en utilisant le logiciel Statistica 8®.

III.2.2. Peuplements halieutiques

II.2.2.1. Prélèvements des proies et conservation

Une soixantaine d'individus issus de deux espèces (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*) ont été sélectionnées. Au laboratoire chaque poisson a été pesé et sa longueur totale mesuré par un ichthyomètre.

L'étude du régime alimentaire porte sur les adultes uniquement : tailles supérieures à 10 cm chez la sardine et à 14 cm chez l'allache.

Les proies ingérées par les poissons ont été prélevées, à partir des estomacs des deux espèces de poissons, à partir de deux sections transversales. L'une au niveau de l'œsophage, à proximité de la cavité buccale, et la seconde au niveau de la valvule pylorique (Cherabi, 1987).

Les différentes espèces de proies ont été conservées dans des piluliers étiquetés et remplis d'une solution de Formol à 10%. Cette solution assure une bonne conservation des proies en vue de leurs identifications ultérieures (Lalami, 1970).

III.2.2.2. Composition du régime alimentaire des peuplements halieutiques

Les différentes espèces ingérées par les clupéidés (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*) ont été classées par groupes zoologiques. Pour ce faire, différents ouvrages ont été consultés (Rose, 1933; Tregouboff & Rose, 1957; Ruffo, 1998; Larink & Westheide, 2011).

L'importance quantitative des différentes populations de proies a été analysée en fonction de la taille des poissons (Quiniou, 1978 In Cherabi, 1987).

Parmi les indices alimentaires cités par Martino (2012), on a utilisé:

III.2.2.2.1. Coefficient de vacuité (CV)

Il exprime le pourcentage d'estomacs vides (**EV**) par rapport au nombre total d'estomacs examinés (**NT**). Il permet d'analyser l'intensité de l'activité alimentaire (Martino, 2012).

$$CV = EV/NT \times 100$$

III.2.2.2.2. Pourcentage en Nombre (Cn)

Il représente le rapport entre le nombre total d'individus d'une proie et le nombre total des proies.

III.2.2.2.3. Nombre moyen de proies (Nm)

Le rapport entre le nombre total des différentes proies ingérées et le nombre d'estomacs examinés.

III.2.2.2.4. Fréquence d'une proie (F)

Fournit une image du spectre alimentaire d'une population. C'est un pourcentage d'estomacs contenant une catégorie de proie (**n**) par rapport au nombre d'estomacs pleins examinés (**N**).

$$F\% = n/N \times 100$$

Selon les auteurs (Derbal & Kara, 2006; Harchouche, 2006), La fréquence **F** permet de classer les proies en:

- Accidentelles (**F < 10 %**);

- Secondaires ($10 \% < F < 50 \%$) elles représentent une nourriture d'appoint ou de remplacement lorsque la nourriture principale fait défaut.
- Préférentielles ($F > 50\%$) qui peuvent satisfaire seules les besoins énergétiques de leurs prédateurs.

Afin de fournir une bonne description de l'importance des proies (dominantes ou rares), la stratégie de nourriture du prédateur (spécialisée ou généralisée) et le degré d'homogénéité de la nourriture dans la population du prédateur, les indices précédents ont été interprétés à partir de la méthode graphique d'Amundsen & al. (1996). Le diagramme d'Amundsen a été utilisé pour représenter l'abondance spécifique de chaque proie en fonction de sa fréquence d'occurrence (Amundsen & al., 1996) (Figure 13). Ce diagramme permet de mettre en évidence l'importance des proies et la stratégie alimentaire du poisson à partir de la situation graphique des proies.

La diagonale, du haut à gauche jusqu'en en bas à droite, indique la stratégie du prédateur ; étroit se nourrissant d'une gamme de proies ou large pouvant se nourrir d'une grande variété de ressources.

La diagonale partant du bas gauche vers le haut à droite caractérise l'importance de la proie ; rare (pas particulièrement sélectionnée) ou dominante (importante dans l'alimentation).

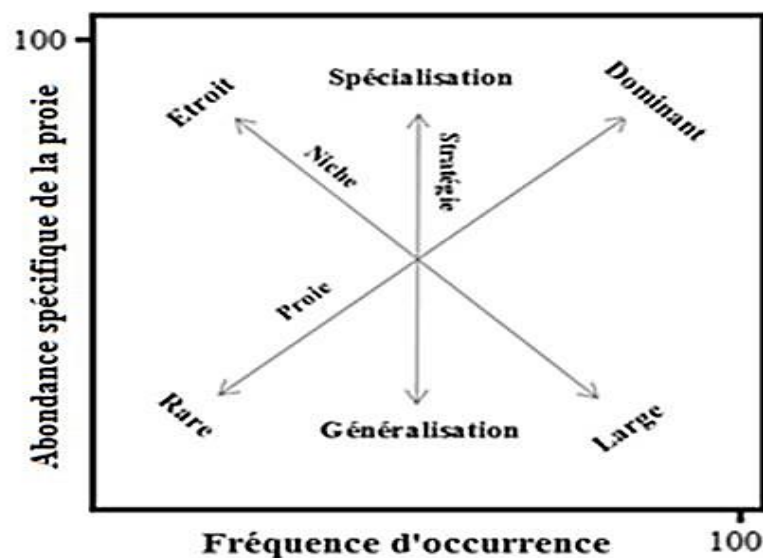


Figure 13. Diagramme d'Amundsen et la stratégie alimentaire en relation avec l'importance de la proie (Amundsen & al., 1996)

III.2.2.2.5. Indices de Schoener (D) et de Morisita–Horn (O)

Ces deux indices sont utilisés pour analyser s'il y a un chevauchement du régime alimentaire entre la sardine et l'allache.

L'indice D de Schoener à pour expression :

$$D = 1 - 0.5[\sum |Ti - Vi|] \quad (\text{In Costalago \& al., 2014})$$

$$i = 1 \dots n;$$

Ti. Proportion de proie i dans les estomacs de l'espèce T;

Vi. Proportion de proie i dans les estomacs de l'espèce V

L'indice O de Morisita - Horn à pour expression:

$$O = \frac{2 \sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\sum_i^n P_{ij}^2 + \sum_i^n P_{ik}^2} \quad (\text{Horn, 1966})$$

P_{ij}. Proportion de proie ingérée par la sardine;

P_{ik}. Proportion de proie ingérée par l'allache

Si les valeurs de *D* et *O* sont comprises entre 0 et 0.6, cela signifie que les deux espèces n'ont pas un même régime alimentaire. Si les valeurs sont supérieures à 0.6, cela signifie qu'il y a un chevauchement du régime alimentaire (Hunter et Price, 1992; Djemaa & al., 2015).

III.3. Similitudes et dissemblances entre les peuplements de Copépodes au sein de la colonne d'eau et ceux des bols alimentaires des clupéidés

Des analyses comparatives entre les Copépodes issus de la colonne d'eau et ceux présents dans les bols alimentaires de *S. pilchardus* et *S. aurita* ont été approchées par des analyses statistiques. Il s'agit surtout des analyses qualitatives basées sur la présence ou l'absence des espèces.

III.3.1. Test Q de Cochran

La matrice des données utilisées pour ce test est de type qualitatif (en présences-absences). Les données se présentent sous la forme d'un tableau constitué de 0 et de 1. Cette matrice est caractérisée par les:

- Colonnes (ou variables) où figurent les trois niveaux à comparer: colonne d'eau, bol alimentaire *S. pilchardus* et *S. aurita*;

- Observations ou lignes où y sont portées les différentes espèces identifiées.

La statistique du test de Cochran suit une loi Khi – deux à k-1 degrés de liberté:

$$Q = \frac{(k - 1)(k \sum G_j^2 - G^2)}{k \sum L_i - \sum L_i^2}$$

L_i = somme des présences (1) sur la ligne i;

G_j = Somme des présences (1) sur la colonne j

$$G = \sum L_i^2$$

L'analyse a été réalisée sur le logiciel statistica⁸

III.3.2. Indice de Similitude de Jaccard

L'indice de similarité de Jaccard permet de quantifier la ressemblance entre les trois niveaux sélectionnés. (Copépodes libres dans la colonne d'eau et ceux des bols alimentaires) pris deux à deux. La matrice utilisée est de type qualitative (présences – absences) (Field *et al.*, 1982).

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

- a. Représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats;
- b. Représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 1;
- c. Représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 2

Chapitre IV
Résultats & Discussions

IV.1. Paramètres environnementaux, masses d'eau et peuplements

La connaissance des situations hydrologique et hydrodynamique relatives à la zone d'étude est indispensable au sein d'une chaîne trophique. Des analyses de certains paramètres physico-chimiques (température, et sels nutritifs) et l'identification des masses d'eaux ont été réalisées. Le tableau 5 et les figures résument les données obtenues.

IV.1.1. Paramètres environnementaux

IV.1.1.1. Température

Sur les deux radiales (R_1 et R_2), les températures de surface sont supérieures à 19 °C (19.01 °C à 20.20 °C) (Tableau 6).

IV.1.1.2. Nitrates

Dans l'ensemble, les concentrations de la couche superficielle en nitrates ne dépassent pas 0.05 $\mu\text{moles.l}^{-1}$.

En effet, au sein de la radiale 1, les concentrations varient entre un maxima de 0.05 $\mu\text{moles.l}^{-1}$ (Station 1.1) et un minima de 0.02 $\mu\text{moles.l}^{-1}$ (Station 1.2). Une concentration intermédiaire (0.03 $\mu\text{moles.l}^{-1}$) a été enregistrée au sein de la station 1.3 (Tableau 6).

Des concentrations proches caractérisent les stations de la deuxième radiale: 0.03 $\mu\text{moles.l}^{-1}$ (station 2.1) et 0.04 $\mu\text{moles.l}^{-1}$ (stations 2.2. et 2.3).

IV.1.1.3. Nitrites

Les concentrations de cet élément chimique est presque constante (Tableau 6). Les valeurs sont de 0.01 $\mu\text{moles.l}^{-1}$ (station 1.2), 0.02 $\mu\text{moles.l}^{-1}$ (stations 1.1, 1.3, 2.1 et 2.3) et 0.03 $\mu\text{moles.l}^{-1}$ (station 2.2).

IV.1.1.4. Phosphates

Les eaux de surfaces montrent une homogénéité (0.04 $\mu\text{moles.l}^{-1}$) au niveau des deux radiales (stations 1.1, 1.3, 2.1, 2.2 et 2.3) (Tableau 6). Néanmoins, une légère variabilité (0.05 $\mu\text{moles.l}^{-1}$) a été notée au sein de la station 1.2.

IV.I.I.5. Silicates

Les concentrations sont inférieures à $1 \mu\text{moles.l}^{-1}$. Une concentration de $0.81 \mu\text{moles.l}^{-1}$ caractérise les eaux de la station 1.1 (Tableau 6). Au sein des autres stations (1.2, 1.3, 2.2 et 2.3), les silicates sont relativement faibles ($0.7 \mu\text{moles.l}^{-1}$). Il en est de même pour la station 2.1 ($0.06 \mu\text{moles.l}^{-1}$).

Tableau 6. Paramètres physico - chimiques liés aux différentes radiales

Légende : T = Température ; NO_3 = Nitrates ; NO_2 = Nitrites ; PO_4 = Phosphates ; SiO_2 =

Silicates

Radiales	Stations	T (°C)	NO_3 (μmoles^{-1})	NO_2 (μmoles^{-1})	PO_4 (μmoles^{-1})	SiO_2 (μmoles^{-1})
1	1.1	19.01 – 20.20	0.05	0.02	0.04	0.81
	1.2		0.02	0.01	0.05	0.70
	1.3		0.03	0.02	0.04	0.70
2	2.1		0.03	0.02	0.04	0.60
	2.2		0.04	0.03	0.04	0.70
	2.3		0.04	0.02	0.04	0.70

IV.I.I.6. Chlorophylle a

Dans l'ensemble, les concentrations phytoplanctoniques en surface ne dépassent pas 1 mg.m^{-3} (Figure 13 bis). Il existe un gradient décroissant dans le sens côte – large. Les concentrations sont comprises entre 0.6 mg.m^{-3} à 0.8 mg.m^{-3} au niveau de la côte. En s'y éloignant, dans la direction du large, les valeurs sont de l'ordre de 0.4 mg.m^{-3} .

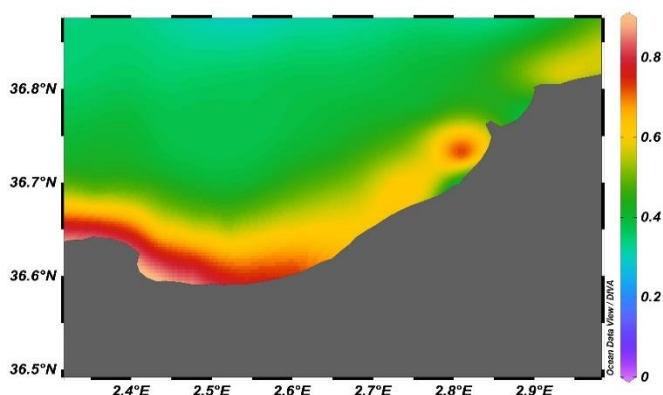


Figure 13. Variation des concentrations de la Chlorophylle a au sein de la zone d'échantillonnage (baie de Bou Ismail)

IV.1.2. Masses d'eaux

Pour analyser les types de masses d'eau au sein de la région algéroise, on a emprunté les données brutes de températures et de salinités de la base de données mangoos

(<http://www.mangoos.eu/data-center>).

Les profils verticaux des deux paramètres figurent ci-dessous (Figure 14 *a* et *b*)

IV.1.2.1. Eau Atlantique Modifiée (Modified Atlantic Water)

Elle s'étend entre 0 et 250 mètres de profondeur. La salinité y varie entre 36.94 p.s.u. et 38.43 p.s.u. les valeurs thermiques régressent de 15.48 °C à 13.23 °C (Figure 14 *a*). Dans cette masse d'eau, la thermocline est localisée entre 30 m et 50 m d'immersion où la température varie brusquement (15.44 °C à 15.79 °C, respectivement).

IV.1.2.2. Eau hivernale (Winter Intermediate Water)

Cette masse d'eau s'étend de 250 m à 378 m. Elle est identifiée par le minimum thermique relatif (13.23 °C) localisé à 250 mètre (Figure 14 *a*).

IV.1.2.3. Eau levantine (Levantine Intermediate Water)

Elle est localisée à partir de 378 mètres de profondeur. Elle est identifiée par le maximum relatif de salinité (38.50 p.s.u) (Figure 14 *b*).

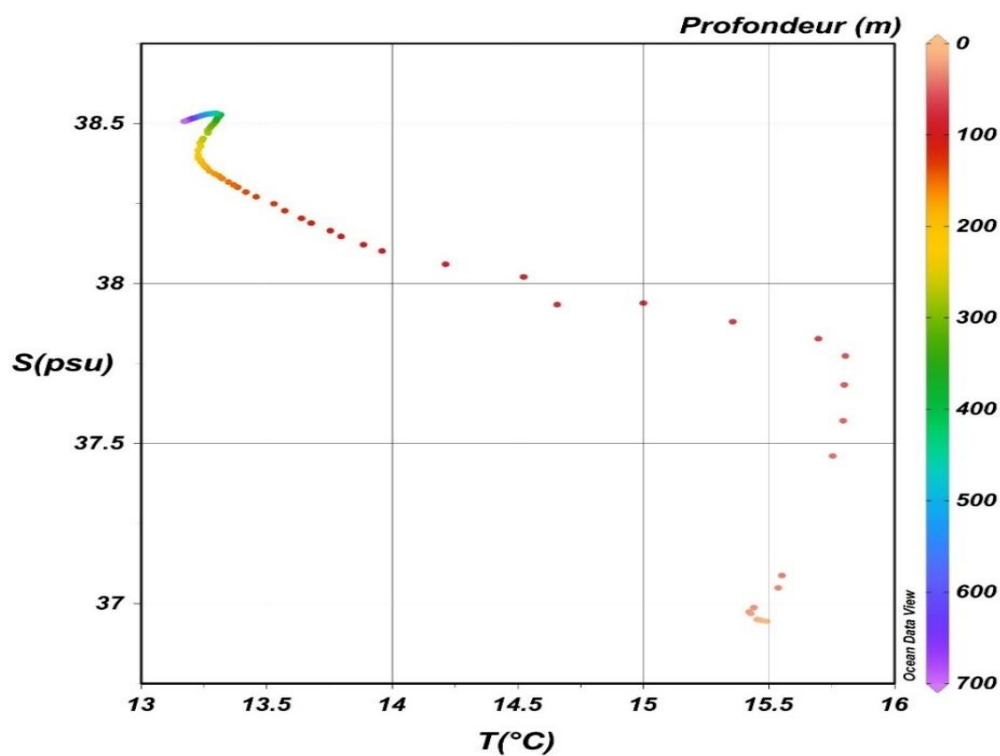
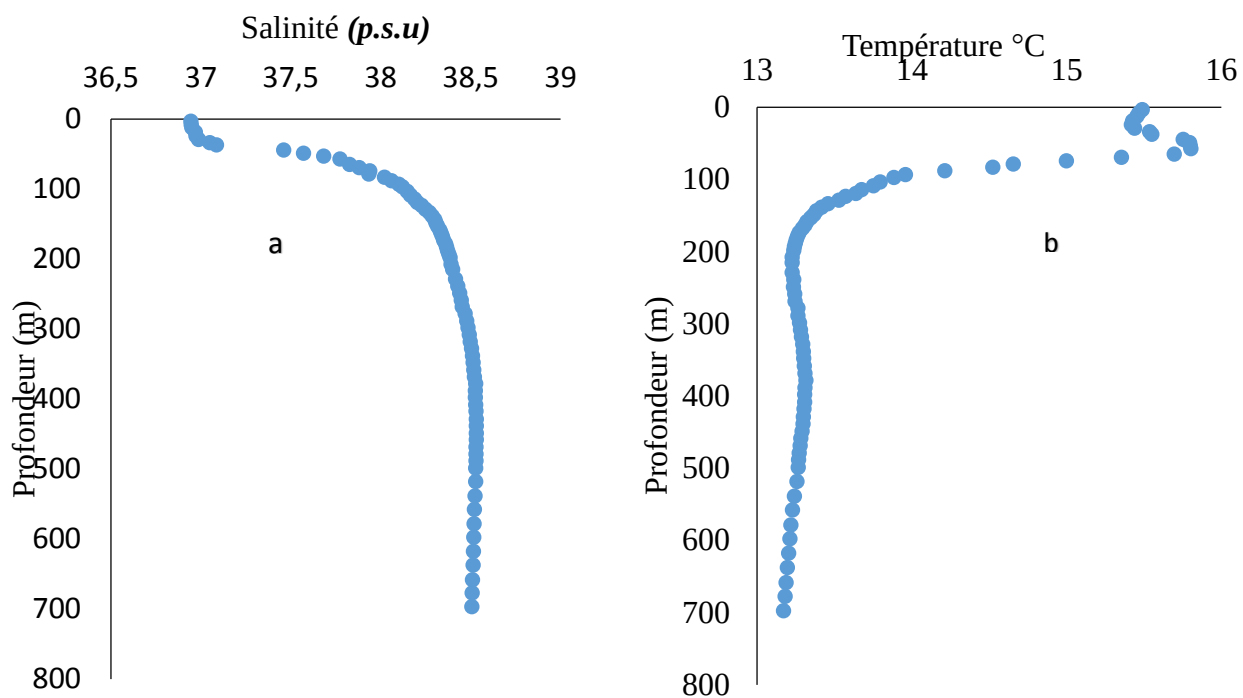


Figure 14. Profils verticaux de la température (a) et de la salinité (b) dans une aire représentative de la zone d'échantillonnage (d'après Mangoos data center).

IV.I.3. Peuplements de Copépodes

La faune de Copépodes issue de la zone d'étude (2° 46'E - 2° 48'E) est composée par 22 espèces.

IV.1.3.1. Biodiversité taxonomique et fréquences d'occurrences

Cette faune est répartie sur 2 ordres, 8 familles et 9 genres différents (Tableau 7). La base de données *World Marine Register Species (WoRms)* a été utilisée pour leurs classifications taxonomiques.

Tableau 7. Biodiversité taxonomique et fréquences d'occurrences de la faune de Copépodes

issue de la zone de Sidi Fredj. (D'après le *World Register Marine Species*)

Légendes: Fi = Fréquences d'occurrences (%); espèces suivies d'une étoile=espèces bathypélagiques; espèces en italique gras = espèces d'origine atlantique

Super ordre	Ordre	Famille	Genres & Espèces	Fi	Classification
Gymnoplea	Calanoida	Centropagidae	<i>Centropage</i> <i>stypicus</i> Krøyer, 1849	100	Fréquente
			<i>Centropages</i> <i>violaceus</i> Claus, 1863	83.33	Fréquente
			<i>Centropages</i> <i>chierchiae</i> Giesbrecht, 1889	66.67	Commune
			<i>Centropages</i> <i>hamatus</i> Lilljeborg, 1853	100	Fréquente
			<i>Centropages</i> <i>krøyer</i> Giesbrecht, 1893	33.33	Commune
		Temoridae	<i>Temora</i> <i>stylifera</i> Dana, 1849	100	Fréquente
			<i>Temora</i> <i>longicornis</i> Müller, 1785	33.33	Commune
		Calanidae	<i>Calanu</i> <i>shelgolandicus</i> Claus, 1863	50.00	Commune
			<i>Calanoides</i> <i>brevicornis</i> Lubbock, 1856	50.00	Commune
			<i>Nannocalanu</i> <i>sminor</i> Claus, 1863	83.33	Fréquente
		Eucalanidae	<i>Mesocalanus</i> <i>tenuicornis</i> Dana, 1849	16.67	Rare
			<i>Neocalanus</i> <i>gracilis</i> * Dana, 1852	33.33	Commune
			<i>Pareucalanus</i> <i>attenuatus</i> * Dana, 1849	83.33	Fréquente
			<i>Subeucalanus</i> <i>monachus</i> * Giesbrecht, 1888	16.67	Rare
			<i>Eucalanus</i> <i>elongatus</i> * Dana, 1848	83.33	Fréquente
		Paracalanidae	<i>Paracalanus</i> <i>parvus</i> Claus, 1863	50.00	Commune
			<i>Paracalanus</i> <i>pygmaeus</i> Claus, 1830	16.67	Rare
			<i>Paracalanus</i> <i>nanus</i> Sars, 1925	33.33	Commune
		Metridinidae	<i>Pleuromamma</i> <i>gracilis</i> * Claus, 1863	66.67	Commune
		Oithonidae	<i>Oithona</i> <i>plumifera</i> Baird, 1843	66.67	Commune
			<i>Oithona</i> <i>helgolandica</i> Claus, 1863	33.33	Commune
Podoplea	Poecilostomatoida	Corycaeidae	<i>Corycaeus</i> <i>speciosus</i> Dana, 1849	66.67	Commune

La biodiversité est composée par sept espèces fréquentes ($F_i > 75\%$). Il s'agit des populations de *C. typicus*, *C. hamatus*, *C. violaceus*, *E. elongatus*, *T. styliifera*, *N. minor* et *P. attenuatus*.

Les espèces communes ($25\% > F_i > 75\%$) sont en nombre de 12. On y dénombre : *C. chierchiae*, *C. helgondicus*, *C. brevicornis*, *C. gracilis*, *P. parvus*, *P. gracilis*, *O. plumifera*, *C. speciosus*, *C. krôyeri*, *P. nanus*, *O. helgolandica*.

Trois espèces sont qualifiées de rares ($F_i < 25\%$). Il s'agit des populations de *P. pygmaeus*, *C. tenuicornis* et *E. monachus*.

IV.1.3.2. Distribution des abondances et compositions faunistiques

Sur les deux radiales associées, l'abondance moyenne est de 81.58 ± 0.21 individus.m⁻³.

IV.1.3.2.1. Abondances totales

La distribution des abondances totales sur les deux radiales sont nettement supérieures à 30 individus.m⁻³ (Tableau 8).

Radiale 1

Les abondances totales se répartissent entre une valeur optimale de l'ordre de 140 individus.m⁻³ (station 1.2) et une concentration minimale de l'ordre de 45 individus.m⁻³ (station 1.3) (Figure 15 a, Tableau 8).

En termes de moyenne, les concentrations des individus représentent une valeur de 88.38 ± 0.41 individus.m⁻³.

Radiale 2

Contrairement à la première radiale, la faune de Copépodes au sein de la deuxième radiale ne dépassent pas des abondances totales de 100 individus.m⁻³ (stations 2.1, 2.2 et 2.3) (Figure 15 b, Tableau 8). Il en résulte une abondance moyenne de 74.8 ± 0.71 individus.m⁻³.

IV.1.3.2.2. Compositions faunistiques et espèces principales

Au sein des deux radiales, les dénombrements ont mis en évidence un groupe d'espèces dites principales. Il est composé par des populations dominantes (plus de 5 ind.m⁻³ en moyenne) et fréquentes ($F_i > 75\%$).

Radiale 1

Le contingent des espèces principales est composé de six populations (Tableau 8). Il s'agit de *Temora stylifera* (13.98 ind.m⁻³), *Centropages typicus* (7.27 ind.m⁻³), *Nannocalanus minor* (6.42 ind.m⁻³), *C. chierchiae* (6.41 ind.m⁻³), *C. violaceus* (5.07 ind.m⁻³), *Eucalanus elongatus* (5.06 ind.m⁻³).

En réalité la quasi-totalité de ces espèces sont considérées comme des indicateurs hydrologiques (Tableau 7 & Tableau 8). En effet, on y dénombre des Copépodes néritiques (*T. stylifera* et *N. minor*), bathypélagiques (*E. elongatus*) et indicatrices du passage du courant atlantique (*C. chierchiae* et *C. violaceus*).

Leurs répartitions montrent une variabilité d'une station à une autre. Le caractère néritique de la zone d'échantillonnage explique la prolifération des populations de *T. stylifera* et de *N. minor* (moyennes respectives de 13.98 ind.m⁻³ et 6.42 ind.m⁻³) (Tableau 8). Leurs concentrations sont maximales et avoisinent, respectivement, 20 individus.m⁻³ et 9 individus.m⁻³ au sein des stations 1.1 et 1.2. Néanmoins, elles régressent jusqu'aux ordres de 3 ind.m⁻³ au niveau de la station 1.3 (Tableau 8).

En outre, la faune issue de la radiale 1, héberge (moyenne de 5.06 ind.m⁻³) en surface une espèce habituellement inféodée aux couches profondes (*E. elongatus*). Ses valeurs numériques sont supérieures à 2.70 individus.m⁻³ (stations 1.1, 1.2 et 1.3) (Tableau 8).

Le passage du flux atlantique est expliqué par la signalisation des espèces telles que *C. chierchiae* et *C. violaceus*. En moyennes, sur la radiale 1, elles abondent avec 6.41 individus.m⁻³ et 5.07 individus.m⁻³, respectivement (Tableau 8). Les populations de *C. chierchiae* sont fortement présentes (plus de 13 ind.m⁻³) au sein de la station 1.2. Il en est de même pour l'espèce *C. violaceus* (plus de 6.50 ind.m⁻³) au sein des stations 1.1 et 1.2. Il est utile de signaler que cette espèce est absente au sein de la station 1.3.

Il est utile de rappeler qu'un chapitre détaillé sera réservé aux contributions de tous les indicateurs hydrologiques au sein de la faune de Copépodes issue des deux radiales.

Radiale 2

Sur cette radiale, les espèces principales sont en nombre de six (*C. typicus*, *C. violaceus*, *C. hamatus*, *T. stylifera*, *P. attenuatus* et *E. elongatus*). Leurs abondances sont largement supérieures à 7 individus.m⁻³ (Tableau 8).

Comme dans le cas de la première radiale, ces espèces sont considérées comme des indicateurs hydrologiques. On dénombre trois espèces d'origine atlantique (*C. typicus*, *C. violaceus* et *C. hamatus*). Elles sont dénombrées sur toutes les stations (2.1, 2.2 et 2.3) avec des abondances au-dessus de 6 individus.m⁻³. Leurs abondances maximales sont surtout prélevées au sein de la station 2.2: 12.12 individus.m⁻³ (*C. typicus*); 9.68 individus.m⁻³ (*C. violaceus*) et de 11.75 individus.m⁻³ (*C. hamatus*)(Tableau 8).

Les populations néritiques de *T. stylifera* ont un maxima quantitatif légèrement supérieur (13.28 ind.m⁻³; station 2.1) à ceux cités précédemment. Au sein des stations 2.2 et 2.3 leurs effectifs régressent de 9.01 individus.m⁻³ à 5.55 individus.m⁻³ (Tableau 8)

Les Copépodes habituellement bathypélagiques, qui composent les espèces principales, sont en nombre de deux (*Pareucalanus attenuatus* et *Eucalanus elongatus*). Elles sont signalées au sein de la couche superficielle de toutes les stations (2.1, 2.2 et 2.3) (Tableau 8). Leurs abondances y oscillent entre des ordres de grandeurs de 5 individus.m⁻³ à 9.50 individus.m⁻³ (*P. attenuatus*) voir de 6.50 individus.m⁻³ à 11 individus.m⁻³ (*E. elongatus*).

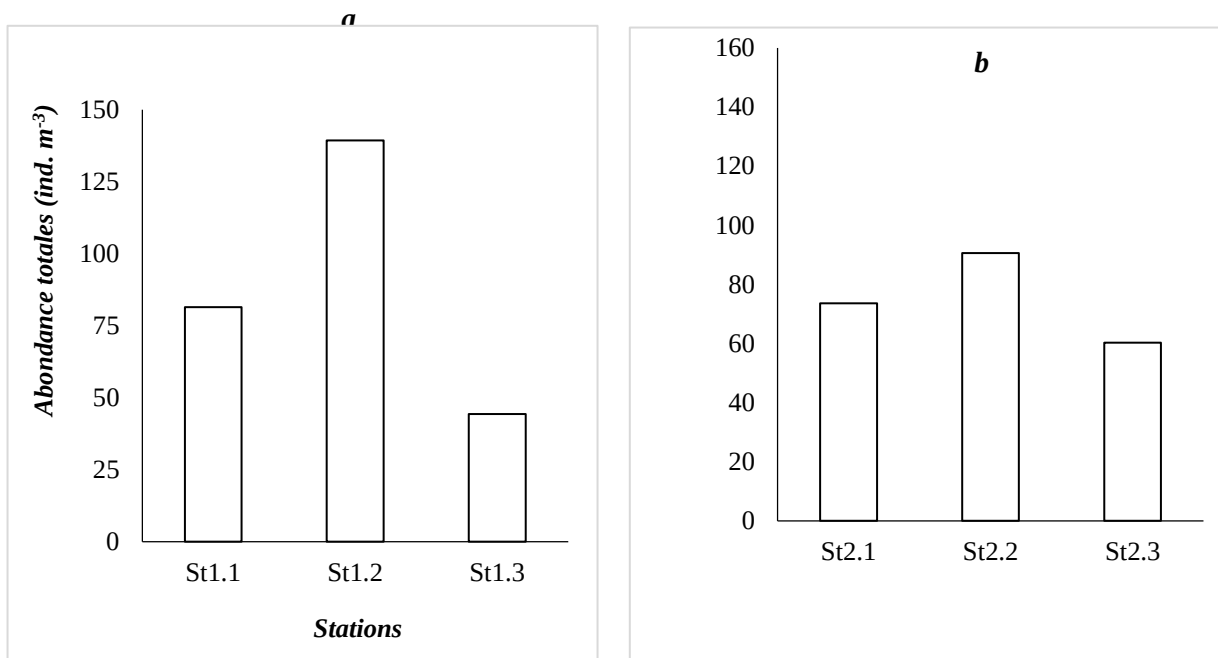


Figure 15. Répartition des abondances des peuplements de Copépodes (a = radiale 1 et b = radiale 2)

Tableau 8. Abondances totales et compositions faunistiques de la copépodofaune issue de la région de Sidi Fredj

Genres et Espèces	Radiale 1				Radiale 2			
	St 1.1	St 1.2	St 1.3	Moyenne	St 2.1	St 2.2	St 2.3	Moyenne
<i>Centropages typicus</i>	06.91	12.13	02.78	07.27	10.53	12.12	07.36	10.00
<i>Centropages violaceus</i>	08.29	06.92	00.00	05.07	06.91	09.68	08.30	08.30
<i>Centropages chierchiae</i>	02.76	13.70	02.77	06.41	00.00	08.21	00.00	02.74
<i>Centropages hamatus</i>	02.75	07.35	02.77	04.29	06.46	11.75	06.66	08.29
<i>Centropages krøyeri</i>	03.67	05.50	00.00	03.06	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Temora styliifera</i>	19.94	19.21	02.77	13.98	13.28	09.01	05.55	09.28
<i>Temora longicornis</i>	00.00	02.76	00.00	00.92	00.00	00.00	02.77	00.92
<i>Calanus helgolandicus</i>	00.00	08.21	02.76	03.66	00.00	00.00	04.44	01.48
<i>Calanoides brevicornis</i>	05.50	06.89	02.76	05.05	00.00	08.29	03.70	04.00
<i>Nannocalanus minor</i>	08.21	08.28	02.77	06.42	05.53	06.24	00.00	03.92
<i>Calanus tenuicornis</i>	00.00	13.55	00.00	04.52	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Calanus gracilis</i>	00.00	02.76	02.76	01.84	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Pareucalanus attenuatus</i>	00.00	06.93	02.78	03.24	08.21	09.41	04.86	07.49
<i>Eucalanus elongatus</i>	08.25	04.16	02.78	05.06	10.90	07.77	06.47	08.38
<i>Eucalanus monachus</i>	00.00	00.00	02.76	00.92	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Paracalanus parvus</i>	00.00	04.16	02.77	02.31	05.50	00.00	00.00	01.83
<i>Paracalanus pygmaeus</i>	00.00	02.76	00.00	00.92	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Paracalanus nanus</i>	00.00	02.76	02.76	01.84	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Pleuromamma gracilis</i>	08.21	03.47	02.78	04.82	00.00	03.47	02.77	02.08
<i>Oithona plumifera</i>	06.91	00.00	00.00	02.30	02.76	04.62	02.78	03.39
<i>Oithona helgolandica</i>	00.00	03.70	02.77	02.16	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Corycaeus speciosus</i>	00.00	04.15	02.77	02.31	03.47	00.00	04.62	02.69
Abondance Totale	81.43	139.36	44.32		73.55	90.55	60.28	

IV.1.3.3. Comparaisons et affinités quantitatives

L'utilisation de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA), comme un outil comparatif des abondances, a permis la séparation de deux groupements faunistiques (A et B) (Figure 16).

Le premier groupe (A) caractérise les espèces les plus abondantes ou fréquentes. Les espèces principales, considérées comme des indicateurs hydrologiques (Cf. Chapitre IV.1.2.2) en sont les plus individualisées au sein de ce groupe.

Elles sont réparties au sein des sous-groupes A₁ (*T. stylifera*), A₂ (*C. typicus*, *C. violaceus*, *E. elongatus*, *C. hamatus*, *E. attenuatus*) et A₃ (*N. minor*, *C. brevicornis*, *P. gracilis*, *C. chierchiae*).

Au sein de ce dernier

on y intègre une espèce fréquente mais non abondante (moyennes inférieures à 4 ind.m⁻³ sur les deux radiales).

Le second groupe (B) caractérise les espèces les moins abondantes (moyennes inférieures à 3.50 ind.m⁻³) (Figure 16). Il regroupe des populations récoltées uniquement au sein de la radiale 1 (*Oithona helgolandica*, *Calanus gracilis*, *Paracalanus nanus*, *Centropages krøyeri*). Ces espèces appartiennent au sous-groupe B₁. Celles du deuxième sous-groupe (B₂) sont *C. helgolandicus*, *Corycaeus speciosus* et *P. parvus*. Elles sont inventoriées sur les deux radiales de prélèvements.

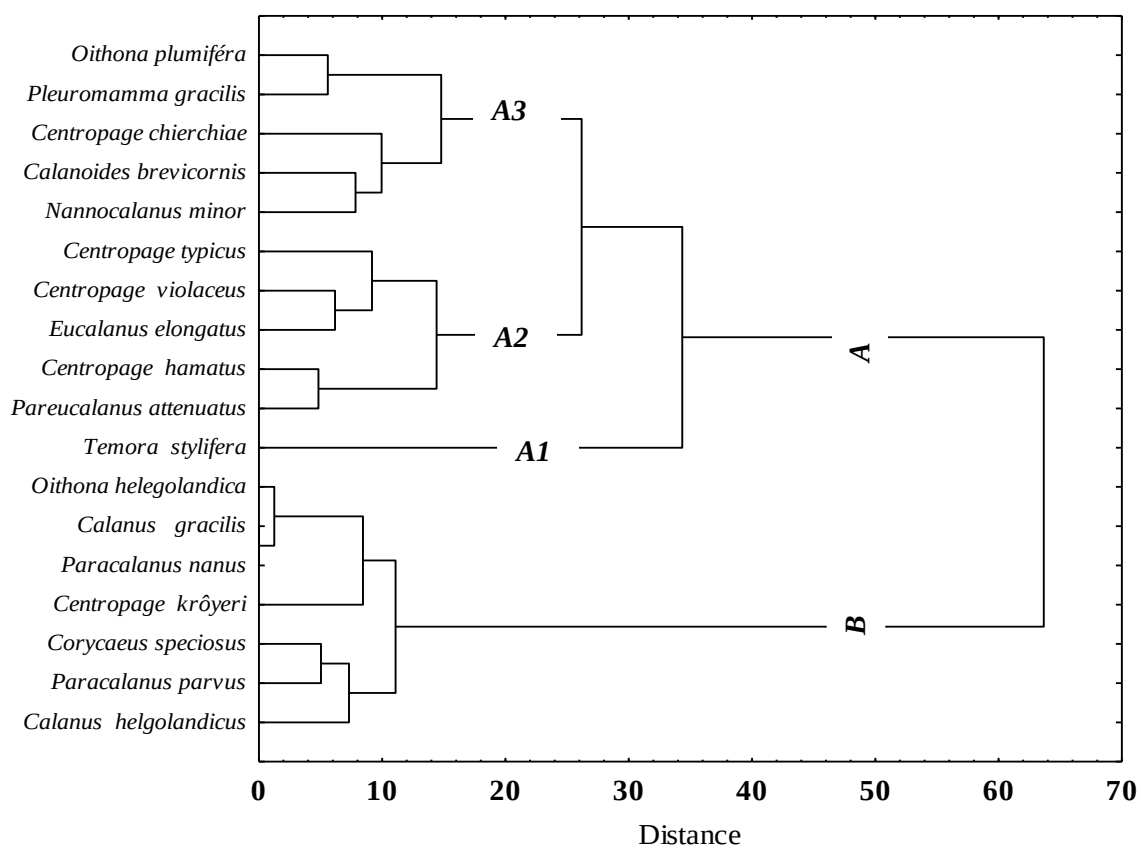


Figure 16. Affinités quantitatives et groupements faunistiques reliés à la région de Sidi Fredj

IV.1.3.4. Valeurs et significations écologiques de la faune de Copépodes

IV.1.3.4.1. Espèces indicatrices du passage du courant Atlantique

Radiale 1

Les espèces d'origines atlantique (*Cantropages violaceus*, *C. chierchiae*, *C. hamatus*, *Temora longicornis* et *Mesocalanus tenuicornis*) présentent une abondance qui varie entre un minimum de 5.54 ind.m⁻³ (St. 1.3) et un maximum de 44.28 ind.m⁻³ (St. 1.2). En termes de pourcentages, elles représentent 16.34% de l'abondance totale (Figure 17 a).

Radiale 2

Les populations d'origine atlantique présentent des abondances totales qui varient entre 13.75 ind.m⁻³ (St. 2.1) et 29.64 ind.m⁻³ (St. 2.2). Ainsi, leurs contributions varient entre 22.01 % et 48.80 % (Figure 17 b).

IV.1.3.4.2. Espèces néritiques

Radiale 1

L'abondance totale cumulée des espèces néritiques (*Centropages typicus*, *C. krøyeri*, *Temora stylifera*, *Nannocalanus minor*, *Calanus brevicornis*, *C. helgolondicus*, *Paracalanus pygmaeus*, *P. parvus*, *P. nanus*, *Oithona plumifera*, *O. helgolandica*, *Corycaeus speciosus*) oscille entre un minimum de 24.78 ind.m⁻³ au sein de la station 1.3 (14.81 % du total) et un maximum de 77.16 au sein de la station 1.2 (46.46 % du total) (Figure 17 a).

Radiale 2

Au sein de cette radiale, leurs abondances totales cumulées sont plus faibles. Elles varient entre une concentration minimale de 23.73 ind.m⁻³ (22 % du total) au sein de la station 2.3 et un maximum de 43.75 ind.m⁻³ (40.56 % du total) au sein de la station 2.2 (Figure 17 b).

IV.1.3.4.3. Espèces bathypélagiques indicatrices de remontées des eaux profondes

Radiale 1

Les peuplements bathypélagiques sont représentés par *Calanus gracilis*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Pleuromamma gracilis*. Leurs abondances totales sont

minimales (13.86 ind.m⁻³ au niveau de la station 1.3; soit 23.73 % du total) et optimales (20.21 ind.m⁻³ au niveau de la station 1.1; soit 43.75 % du total) (Figure 17 a).

Radiale 2

Leurs valeurs quantitatives sont légèrement plus grandes. Le minima est de 14.1 ind.m⁻³ (27.44% du total au sein de la station 2.3) et le maxima atteint 43.75 ind.m⁻³ (40.18% du total au sein de la station 2.2) (Figure 17 b).

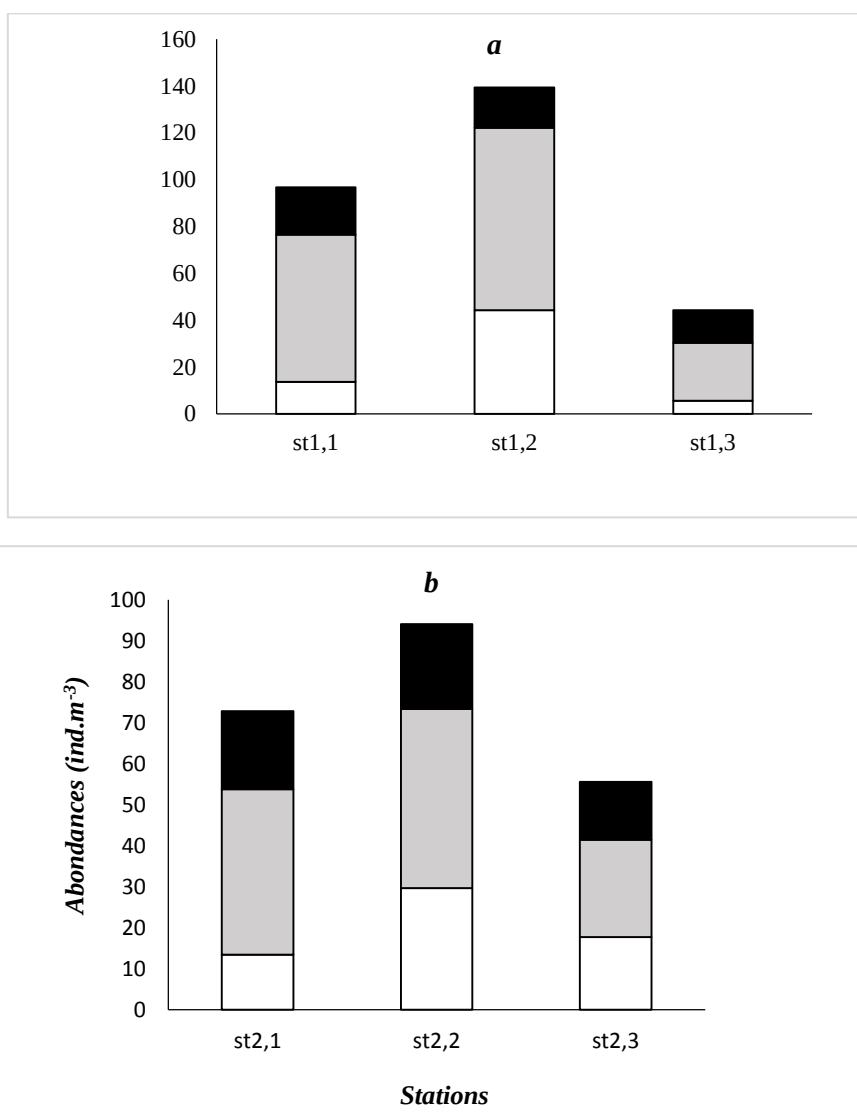


Figure 17. Abondances et contributions des différents indicateurs écologiques de la faune issue de la région de Sidi fredj

a = Radiale 1; b = Radiale2

■ Espèces bathypélagiques ■ Espèces néritiques □ Espèces Atlantiques

IV.1.3.5. Comportement alimentaire des populations et interactions trophiques au sein de l'écosystème

IV.1.3.5.1. Organisation trophique

Radiale 1

L'organisation trophique au sein des communautés issues de cette radiale montre la prédominance (52.67 % du total) populations à comportement omnivore (*P. gracilis*, *C. typicus*, *C. Krôyeri*, *T. stylifera*, *C. violaceus*, *C. chierchiae*, *C. hamatus* et *T. longicornis*) (Figure 18 a, Tableau 9).

Les phytophages (*C. gracilis*, *P. attenuatus*, *E. elongatus*, *P. gracilis*, *E. monachus*, *C. minor*, *P. pygmaeus*, *P. nanus*, *P. parvus*, *C. brevicornis*) présentent des concentrations importantes (39.60 % du total).

En revanche les Copépodes carnivores (*O. plumifera*, *O. helgolandica* et *C. speciosus*) ne détiennent que 7.72 % de l'abondance totale (Figure 18 a, Tableau 9).

Radiale 2

Au sein de cette radiale, les populations à comportement omnivore montrent le pourcentage le plus élevé (55.63 % du total). Les phytophages montrent un pourcentage de 36.24 % du total. Par contre les Copépodes carnivores ne représentent que 8.13 % de l'abondance totale (Figure 18 b, Tableau 9).

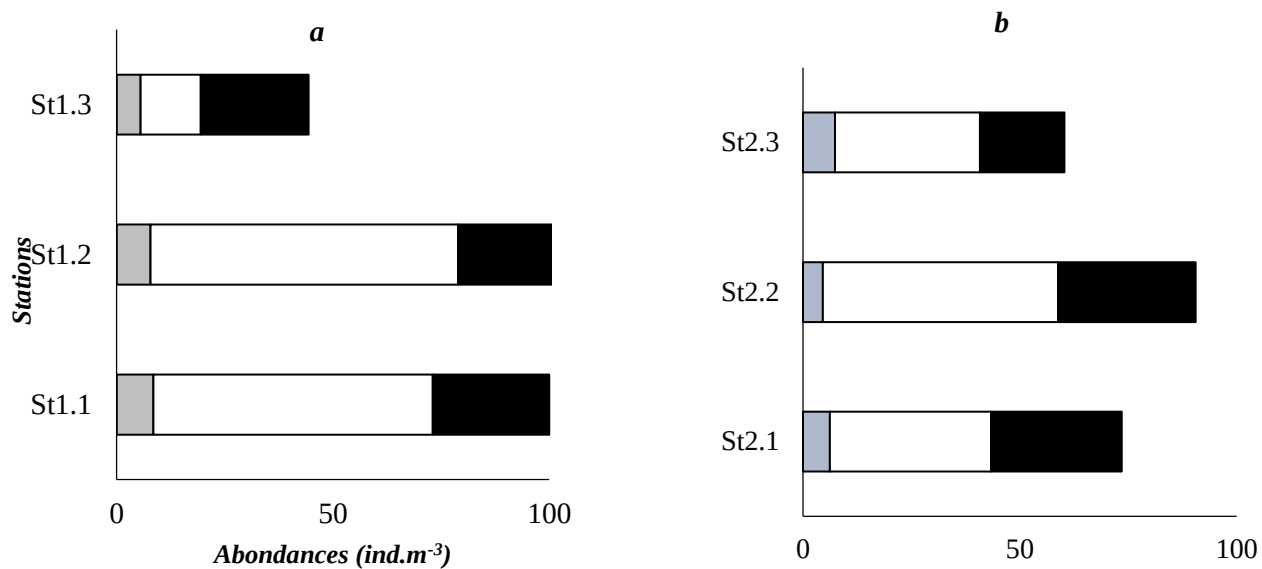


Figure 18. Organisation trophique au sein de la faune de Copépodes pélagiques

a= Radiale 1; b = Radiale 2

- *Espèces Herbivores*
- *Espèces Carnivores*
- *Espèces Omnivores*

**Tableau 9. Organisation trophique de la faune zooplanctonique exprimée en abondances
(individus.m⁻³)**

	<i>Radiale 1</i>			<i>Radiale 2</i>		
<i>Stations</i>	<i>1.1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.3</i>	<i>2.1</i>	<i>2.2</i>	<i>2.3</i>
<i>Carnivores</i>						
<i>Oithona plumifera</i>	08,49	-	-	02,76	04,62	02,78
<i>Oithona helgolandica</i>	-	03,70	02,77	-	-	-
<i>Corycaeus speciosus</i>	-	04,16	02,77	03,47	-	04,62
Total	08,49	07,86	05,55	06,23	04,62	07,40
<i>Omnivores</i>						
<i>Centropage stypicus</i>	08,49	12,13	02,78	10,53	12,12	07,36
<i>Centropages violaceus</i>	10,49	06,92	-	06,91	09,68	08,30
<i>Centropages chierchiae</i>	03,40	13,70	02,77	-	08,21	-
<i>Centropages hamatus</i>	03,38	07,35	02,77	06,46	11,75	06,66
<i>Centropages krøyeri</i>	04,51	05,50	-	-	-	-
<i>Temora stylifera</i>	24,49	19,21	02,77	13,28	09,01	05,55
<i>Temora longicornis</i>	-	02,76	-	-	-	02,77
<i>Pleuromamma gracilis</i>	10,08	03,47	02,78	-	03,47	02,77
Total	64,54	71,04	13,86	37,18	54,23	33,42
<i>Phytophages</i>						
<i>Calanus helgolandicus</i>	-	08,21	02,76	-	-	04,44
<i>Calanoides brevicornis</i>	06,76	06,89	02,76	-	08,29	03,70
<i>Nannocalanus minor</i>	10,08	08,28	02,77	05,53	06,24	-
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	-	13,55	-	-	-	-
<i>Calanus gracilis</i>	-	02,76	02,76	-	-	-
<i>Pareucalanus attenuatus</i>	-	06,93	02,78	08,21	09,41	04,86
<i>Eucalanus elongatus</i>	10,13	04,16	02,78	10,90	7,77	06,47
<i>Eucalanus monachus</i>	-	-	02,76	-	-	-
<i>Paracalanus parvus</i>	-	04,16	02,77	05,50	-	-
<i>Paracalanus pygmaeus</i>	-	02,76	-	-	-	-
<i>Paracalanus nanus</i>	-	02,76	02,76	-	-	-
Total	26,98	60,48	24,91	30,14	31,71	19,46

IV.1.3.5.2. Interactions trophiques et modélisation des flux de la matière au sein des communautés planctoniques

Les interrelations fonctionnelles entre les trois types de comportements alimentaires au sein de la faune de Copépodes ont été décrites à partir de la modélisation statistique.

Cette dernière est basée sur l'application du modèle proies (phytophages) - prédateurs (carnivores) de Lotka – Volterra. Celui-ci permet la description de trois types d'interactions (Figure 19):

Quadrant I (Régulation Top – Down)

*Représenté par la communauté de la station 1.2. Une forte pression de prédation est exercée par les carnivores (*Oithona helgolandica* et *Corycaeus speciosus*) sur les populations phytophages (*Calanus helgolandicus*, *Nannocalanus minor*, *Calanoides brevicornis*, *Mesocalanus tenuicornis*, *Calanus gracilis*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus*, *Eucalanus monachus*, *Paracalanus parvus* *Paracalanus pygmaeus*, *Paracalanus nanus*).*

Ainsi, la matière organique passe des peuplements phytophages vers les prédateurs. Ces derniers sont en phase d'accroissement. Ils exercent une régulation de type Top – Down sur les proies.

Quadrant II (Raréfaction des prédateurs)

*Ce quadrant est relié aux communautés issues des stations 1.1 et 2.3. La régression quantitative des proies planctoniques (*Calanoides brevicornis*, *Nannocalanus minor*, *Eucalanus elongatus*, *Calanus helgolandicus*, *Pareucalanus attenuatus*) explique la baisse des abondances des prédateurs (*Oithona plumifera* et *Corycaeus speciosus*). Le flux proies – prédateurs devient faible. On évoque la raréfaction des prédateurs.*

Quadrant III (Régulation Bottom – Up)

*Cette tendance est caractéristique des communautés issues des stations 1.3, 2.1 et 2.2. On constate un accroissement des proies (*Calanus helgolandicus*, *Calanus gracilis*, *Calanoides brevicornis*, *Nannocalanus minor*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Paracalanus parvus*, *P. nanus*). Néanmoins, leurs stocks quantitatifs s'avèrent insuffisantes pour déclencher le développement et la croissance des populations de prédateurs (*Oithona plumifera*, *O. helgolandica* et *Corycaeus speciosus*).*

Les proies exercent une régulation Bottom – up sur les prédateurs.

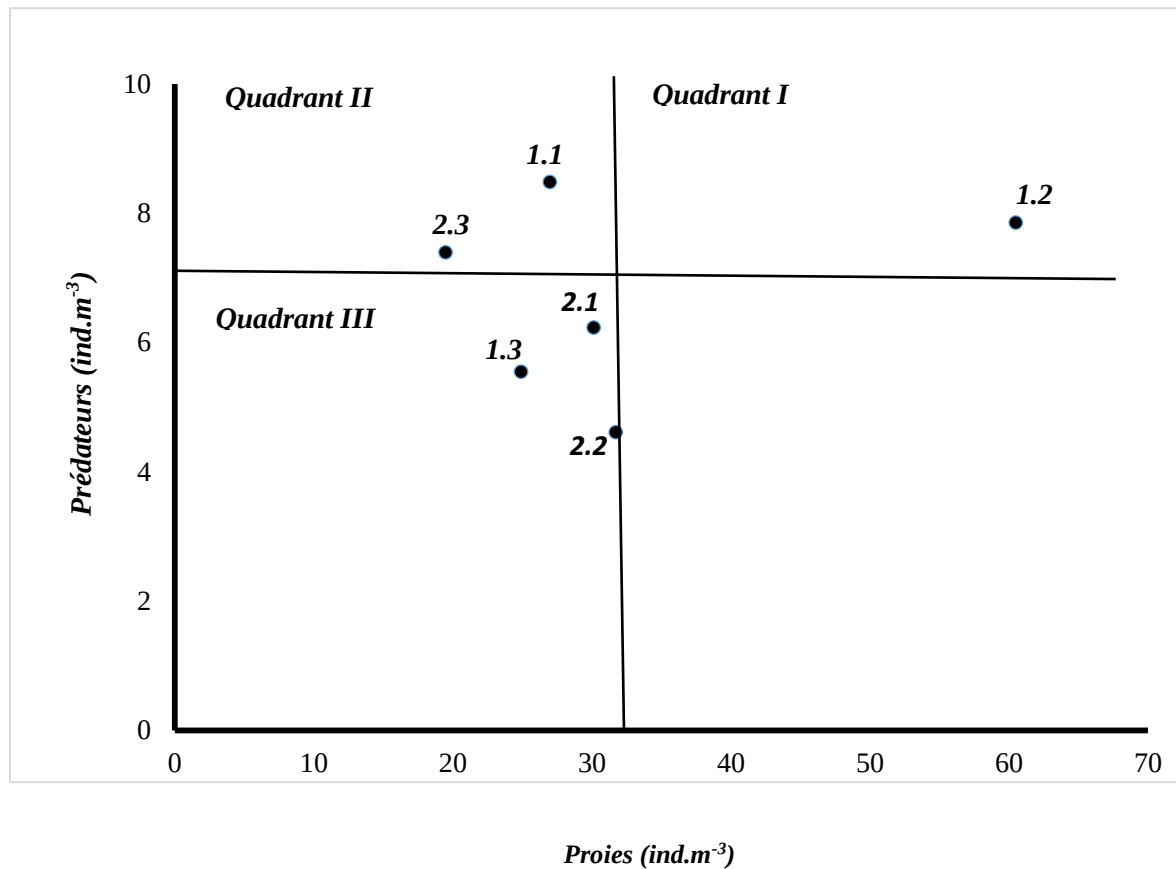


Figure 19. Interactions proies-prédateurs et circulation du flux trophique au sein des communautés zooplanctoniques de la région de Sidi Fredj

IV.1.4. Etude du régime alimentaire des populations halieutiques de *S. pilchardus* et *S. aurita*

Pour cette étude, deux échantillons de 30 estomacs relatifs à *S. pilchardus* et à *S. aurita* ont été sélectionnés. Les observations microscopiques ont révélé une dizaine d'estomacs vides chez la première espèce et 6 estomacs chez la deuxième.

IV.1.4.1. Composition qualitative du bol alimentaire

A partir des analyses des contenus stomacaux, des effectifs de 224 et 134 proies ont été recensées, respectivement, chez *S. aurita* et *S. pilchardus* (Tablea

Tableau 10. Inventaire qualitatif de principales proies ingérées par les deux espèces ichthyologiques issues de la côte Algéroise

(SP = *Sardina pilchardus*; SA = *Sardinella aurita*; B = *Bathypélagiques*; N = *Néritiques* et A = *Atlantiques*).

<i>Embranchement</i>	<i>Classe</i>	<i>Sous Classe</i>	<i>Ordre</i>	<i>Famille</i>	<i>Genre et Espèce</i>	<i>Statut Ecologique</i>	<i>SP</i>	<i>SA</i>
Arthropodes	Crustacés	Copépodes	Calanoida	Metridiidae	<i>Pleuromamma gracilis</i>	B	+	+
					<i>Pleuromamma abdominalis</i>	A	+	+
				Candaciidae	<i>Candacia armata</i>	N	-	+
				Centropagidae	<i>Centropages chierachiae</i>	A	+	+
					<i>Centropages typicus</i>	N	+	+
					<i>Centropages</i> sp.	-	-	+
				Oncaeidae	<i>Oncaea mediterranea</i>	N	-	+
				Eucalanidae	<i>Eucalanus elongatus</i>	B	+	+
					<i>Eucalanus monachus</i>	B	+	-
					<i>Eucalanus atlanticus</i>	A	-	+
				Calanidae	<i>Nanocalanus minor</i>	N	+	+
					<i>Neocalanus gracilis</i>	N	-	+
					<i>Calanus tenuicornis</i>	A	-	+
				Paracalanidae	<i>Paracalanus pygmaeus</i>	N	-	+
					<i>Paracalanus parvus</i>	N	+	-
				Temoridae	<i>Temora longicornis</i>	A	-	+
					<i>Temora stylifera</i>	N	-	+
				Euchaetidae	<i>Euchaeta marina</i>	N	+	-
			Poecilostomatoida	Corycaeidae	<i>Corycaeus</i> sp.		-	+
		Ostracodes	Myodocopida	Conchoecinae	<i>Conchoecia curta</i>		-	+
					<i>Conchoecia</i> sp.			+
		Malacostracés	Amphipoda	Phrosinidae	<i>Phrosina semilunata</i>		-	+
					<i>Primo macropa</i>		+	+
			Euphosiasa	Euphausiidsidae	<i>Hyperia</i> sp.		+	+
					<i>Nematoscelis megalops</i>		+	-
Mollusques	Gastéropodes		Thecosomes	Limacinidae	<i>Limacina inflata</i>		+	+
				Cavoliniidae	<i>Creseis</i> sp.		-	+
			Hétéropoda	Atlantidae	<i>Atlanta</i> sp.		+	-

IV.1.4.1.1. Crustacés

Chez la sardine, sur 134 proies ingérées, 104 appartiennent aux Crustacés: 58 Copépodes; 12 Ostracodes; 18 Amphipodes; 8 Euphausiacés et 10 indéterminées (Tableau 10).

Chez la sardinelle, sur un total de 224 proies, les Crustacés sont représentés par 195 individus. Ceux-ci se répartissent de la manière suivante: 115 Copépodes; 13 Euphausiacés; 9 Mysidacés; 15 Décapodes; 11 Amphipodes; 12 Ostracodes et 24 Crustacés indéterminées (Tableau 10).

Chez les populations de *S. pilchardus*, les peuplements de Copépodes sont représentés par l'ordre des Calanoïda. Cet ordre est également cité avec celui des Poecilostomatoida chez l'espèce *S. aurita*. Ce sont les Crustacés les plus diversifiés chez les deux espèces halieutiques (Tableau 10).

Chez la Sardinelle, les Crustacés Copépodes sont composés par 6 familles (Metridiidae, Centropagidae, Eucalanidae, Paracalanidae, Calanidae, Euchaetidae).

En ce qui concerne, la Sardine, les Calanoïda regroupent 8 familles. On y retrouve les 6 familles citées précédemment (Metridiidae, Centropagidae, Eucalanidae, Paracalanidae, Calanidae, Euchaetidae). et 2 autres nouvelles familles (Candaciidae, et Oncaeidae).

IV.1.4.1.2. Peuplements de Copépodes ingérés et statut écologique

Au total, une vingtaine d'espèces composent le bol alimentaire des deux poissons réunis (Annexe1)

a. *Sardina pilchardus*

Les examens des contenus stomacaux ont révélé la présence de 9 Copépodes. Il s'agit des populations:

- inféodées au courant atlantique (*Pleuromamma abdominalis* et *Centropages chierchiae*);
- liées aux couches profondes ou bathypélagiques (*Pleuromamma gracilis*, *Eucalanus elongatus*, *Eucalanus monachus*);
- à caractère néritique (*Centropages typicus*, *Nanocalanus minor*, *Paracalanus parvus*, *Euchaeta marina*).

b. *Sardinella aurita*

Le nombre des Copépodes digérés (16) est légèrement élevé. A l'exception de deux taxons (Centropages sp. et Corycaeus sp.), 15 populations sont considérées comme des indicateurs hydrologiques. En effet, on cite:

- 5 espèces indicateurs du courant Atlantique (*Pleuromamma abdominalis*, *Centropages chierachiae*, *Eucalanus atlanticus*, *Calanus tenuicornis*, *Temora longicornis*);
- 3 populations bathypélagiques (*Pleuromamma gracilis*, *Eucalanus elongatus*);
- 7 Copépodes néritiques (*Candacia armata*, *Centropages typicus*, *Oncaea mediterranea*, *Nanocalanus minor*, *Neocalanus gracilis*, *Paracalanus pygmaeus*, *Temora stylifera*).

VI.1.4.2. Composition quantitative du bol alimentaire

Pour le traitement quantitatif du régime alimentaire de *S. aurita* et *S. pilchardus*, nous n'avons pris en considération que 25 estomacs pour l'allache et 20 estomacs pour la sardine. Ces populations sont réparties sur quatre classes de tailles différentes pour *S. aurita* ([14-18[, [18-22[, [22-26[et ≥ 26) et *S. pilchardus* ([10-12[, [12-14[, [14-16[et ≥ 16).

Les différentes espèces-de proies ingérées ont permis le calcul des divers indices alimentaires (Annexe I).

VI.1.4.2.1. Coefficient de vacuité

Le nombre total des proies mangées par la sardine et l'allache est respectivement 134 et 224. Le coefficient de vacuité est de 33.33 % et 20 % respectivement. (Figure 20).

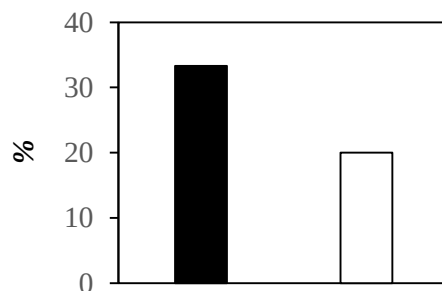


Figure 20. Coefficient de vacuité chez les deux populations halieutiques

■ *S. pilchardus* □ *S. aurita*

VI.1.4.2.2. Fréquences et pourcentages des proies ingérées

a. A l'échelle de la sous classe des Copépodes

Les proies reliées aux Crustacés Copépodes ont la fréquence la plus élevée : plus de 80 % chez *S. pilchardus* et plus de 90 % chez *S. aurita* (Figures 21 *a* et *b*).

Au sein du bol alimentaire, ces types de proies représentent des pourcentages 42.10 % (*S. pilchardus*) et 51.34 % (*S. aurita*). Par conséquent, les Copépodes constituent la nourriture préférentielle chez les deux espèces de poissons étudiées (Figures 21 *a* et *b*).

b. A l'échelle des espèces de Copépodes

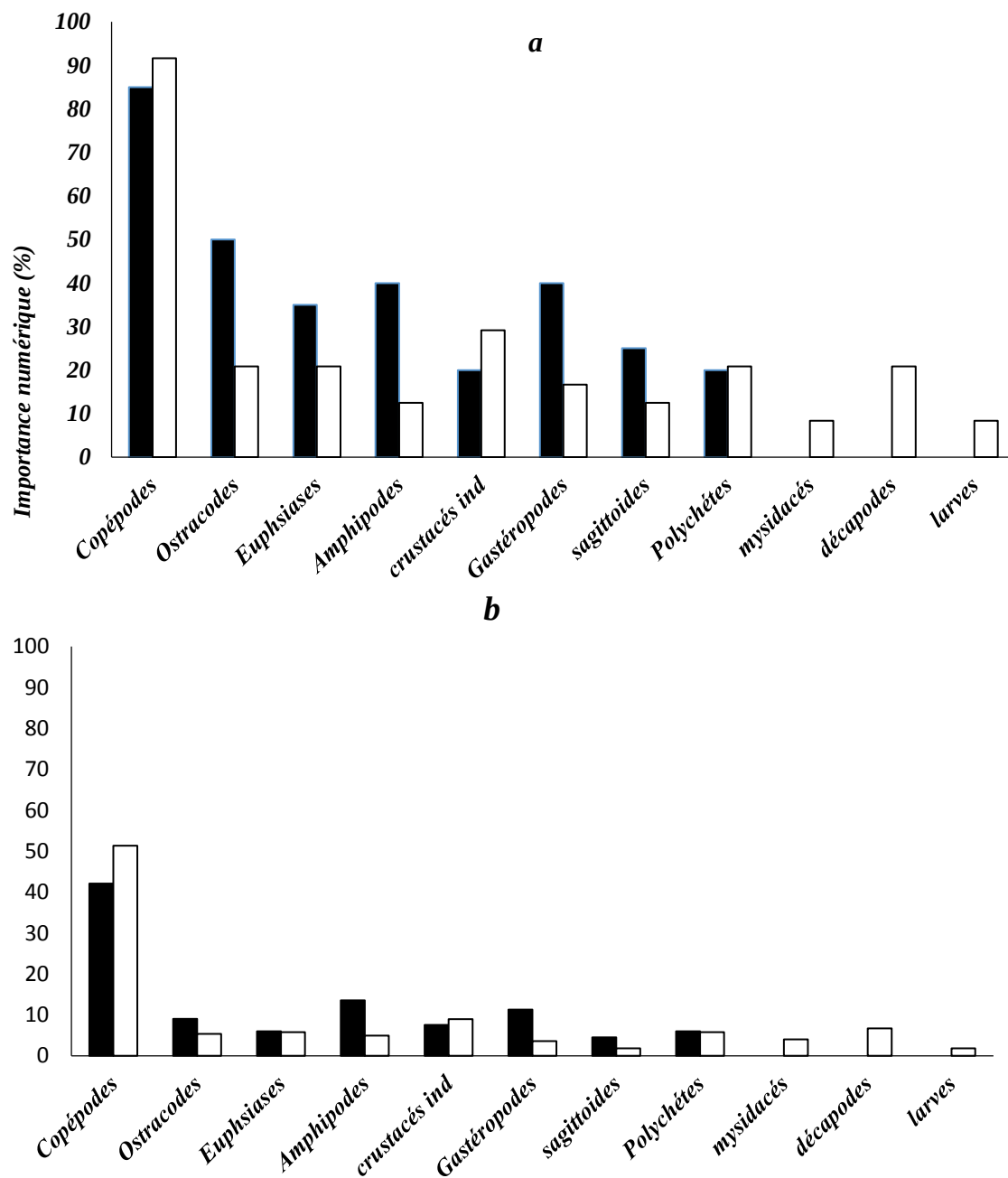
S. pilchardus

Le nombre total de proies Copépodes ingérés est de 58 (Tableau 11). Les populations dominantes (plus de 10 %) se résument à 3. Les espèces indéterminées (impossible à identifier du fait de leurs états morphologiques) sont dominantes (33.03 %). Au deuxième rang d'importance (25 %), les populations de *Centropages typicus* ont été capturées. Elles sont suivies, au troisième rang (14.29 %), par les populations de *Nannocalanus minor* (Tableau 11).

En termes de statuts écologiques, les populations de *S. pilchardus* ont ingérées surtout (50 % du total) les Copépodes néritiques (*C. typicus*, *N. minor*, *P. parvus* et *E. marina*) (Figure 22, Tableau 12).

Les espèces inféodées aux couches sous-jacentes (*P. gracilis*, *E. elongatus*, *E. monachus*) représentent presque 11 % du total (Figure 22, Tableau 12).

Le bol alimentaire de *S. pilchardus* est également composé par des Copépodes Atlantique (*P. abdominalis* et *C. chierchiae*) (Figure 22, Tableau 12).



Figures 21. Fréquences (a) et importances (b) en pourcentage des proies ingérées par **■** *S. pilchardus* et **□** *S. aurita*

Tableau 11. Répartition des dominances relatives aux espèces de Copépodes ingérées par *S. pilchardus*

<i>Espèces</i>	<i>Nombre d'individus</i>	<i>Pourcentages de dominances</i>
<i>Calanoides Indéterminés</i>	19	33.93
<i>Centropages typicus</i>	14	25.00
<i>Nannocalanus minor</i>	08	14.29
<i>Paracalanus parvus</i>	04	07.14
<i>Eucalanus elongatus</i>	03	05.36
<i>Pleuromamma gracilis</i>	02	03.57
<i>Centropages chierchiae</i>	02	03.57
<i>Euchaeta marina</i>	02	03.57
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	01	01.79
<i>Eucalanus monachus</i>	01	01.79
Total	58	100

Tableau 12. Répartition des dominances des Copépodes par groupes écologiques chez *S. pilchardus*

<i>Bathypélagiques</i>	10.71
<i>Atlantiques</i>	05.36
<i>Néritiques</i>	50.00

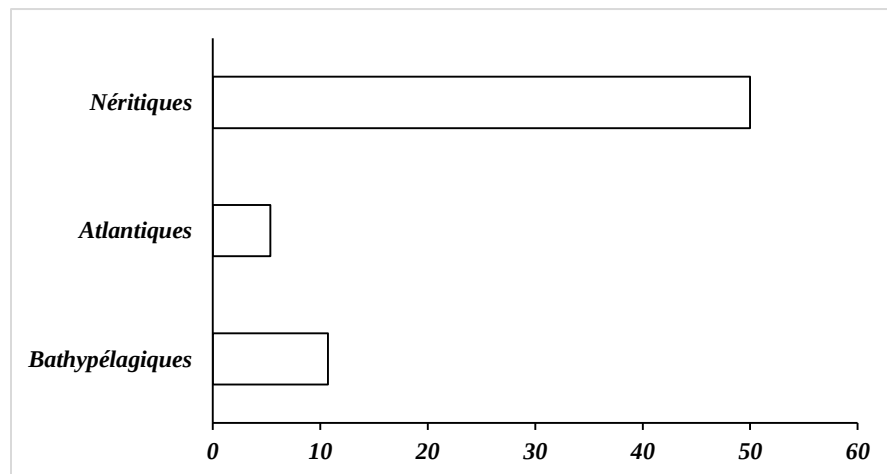


Figure 22. Répartition des dominances des Copépodes par groupes écologiques chez *S. pilchardus*

S. aurita

Chez cette espèce, il y'a 115 individus de Copépodes digérés (Tableau 13). Parmi les espèces dominantes (plus de 10 % du total), on cite par ordres décroissants:

- les Calanoïdes indéterminés qui détiennent le premier rang d'importance (26.09 % du total);
- les populations de *Centropages typicus* (17.39 % du total);
- les deux espèces co-dominantes (13.04 %) qui sont *C. chierchiae* et *Temora stylifera*.

Tableau 13. Répartition des dominances relatives aux espèces de Copépodes ingérées par *S. aurita*

<i>Espèces</i>	<i>Nombre d'individus</i>	<i>Pourcentages de dominances</i>
Calanoides Indeterminés	30	26.09
<i>Centropages typicus</i>	20	17.39
<i>Centropages chierchiae</i>	15	13.04
<i>Temora stylifera</i>	15	13.04
<i>Eucalanus elongatus</i>	8	06.96
<i>Centropages sp</i>	4	03.48
<i>Pleuromamma gracilis</i>	4	03.48
<i>Calanus gracilis</i>	4	03.48
<i>Nanocalanus minor</i>	3	02.61
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	2	01.74
<i>Oncaea mediterranea</i>	2	01.74
<i>Eucalanus atlanticus</i>	2	01.74
<i>Corycaeus sp</i>	2	01.74
<i>Candacia armata</i>	1	00.87
<i>Calanus tenuicornis</i>	1	00.87
<i>Paracalanus pygmaeus</i>	1	00.87
<i>Temora longicornis</i>	1	00.87
Total	115	100

Tableau 14. Répartition des dominances des Copépodes par groupes écologiques chez *S. aurita*

<i>Bathypélagiques</i>	10.44
<i>Atlantiques</i>	18.26
<i>Néritiques</i>	40.00

Sur le plan écologique, les espèces néritiques sont les composantes majoritaires (40 %) des Copépodes liés au bol alimentaire (Figure 23, Tableau 14).

Les espèces bathypélagiques capturées en surface ne représentent que 10.44 % du total. Les populations inféodées au courant Atlantiques représentent 18.26 % du total des Copépodes du bol alimentaire (Figure 23, Tableau 14).

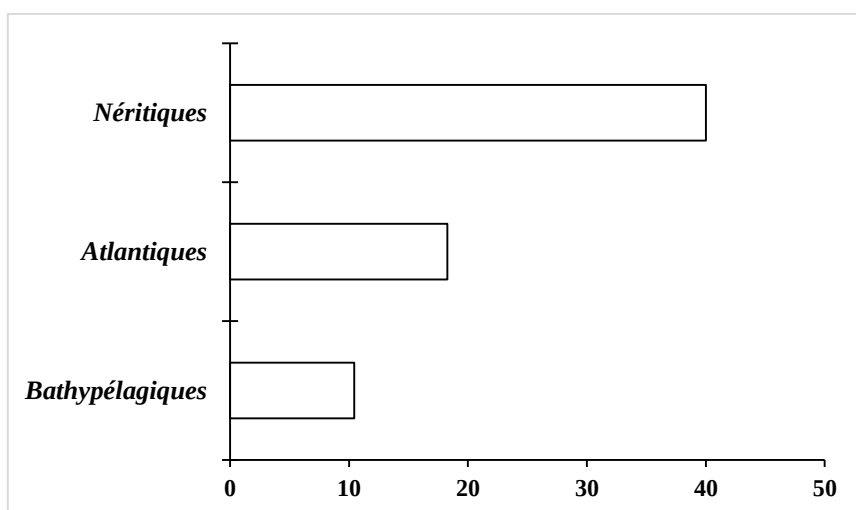


Figure 23. Répartition des dominances des Copépodes par groupes écologiques chez *S. aurita*

c. Autres proies

Chez *S. pilchardus*, les Ostracodes représentent, également une proie préférentielle ($F = 50$ %). Les autres groupes (Annélides polychètes, Gastéropodes, Chaetognathes, Amphipodes, Euphausiacés et d'autres Crustacés indéterminés) sont classés parmi les proies secondaires. Leurs fréquences ne dépassent guère les 45 % du total (Figure 21 a).

Chez *S. aurita*, les Ostacodes sont considérées comme des proies secondaires. On y rajoute les groupes inventoriés chez *S. pilchardus* (Annélides polychètes, Gastéropodes, Crustacés indéterminés, Décapodes, Chaetognathes, Amphipodes, Euphausiaces). Leurs fréquences sont légèrement supérieures à 10 % (Figure 21 b).

Les divers larves planctoniques (Amphipodes et Crevettes) ainsi que les Mysidacés représentent des nourritures accidentelles ($F < 10\%$) chez l'allache également (Figure 21 b).

VI.1.4.2.3. Nombre moyen (Nm) de proies issues du bol alimentaire

Parmi les 30 estomacs analysés pour chacune des deux espèces, 134 espèces-proies ont été dénombrées pour la sardine et 224 espèces chez l'allache, avec un nombre moyen (*Nm*) par estomac égal à 4.47 et 7.47 respectivement (Tableaux 15 et 17).

a. Crustacés

Le nombre moyen des Crustacés ingérés chez *Sardinella aurita* (*Nm* = 6,64) et chez *Sardina pilchardus* (*Nm* = 3.47) est le plus proche du nombre moyen du total des proies (*Nm* = 7.47 et *Nm* = 4.47, respectivement) liées aux différents embranchements (Tableaux 15 et 17).

b. Copépodes

Cela traduit l'importante proportion des Crustacés dans la nourriture de deux espèces. Les Copépodes y constituent des proies préférentielles. Le nombre moyen ingéré (*Nm*) est de 2.80) chez la sardine et de 3.83 chez l'allache (Tableaux 15 et 17).

c. Répartition du Nombre moyen (Nm) des proies Copépodes selon leurs significations écologiques

Chez S. pilchardus

Copépodes Atlantiques

Au sein du bol alimentaire, le nombre moyen des populations de *P. abdominalis* et de *C. chierchiae* est de 0.03 (Tableau 15).

Copépodes Nérétiques

Les espèces néritiques (*C. typicus*, *N. minor*, *P. parvus* et *E. marina*) montrent un nombre moyen de 0.07, 0.10, 0.07 et 0.03, respectivement (Tableau 15).

Copépodes Bathypélagiques

En tant que proies, les trois espèces de Copépodes bathypélagiques (*P. gracilis*, *E. elongatus* et *E. monachus*) présentent le même nombre moyen. Il est d'ordre de 0.03 (Tableau 15).

Tableau 15. Nombre moyen de proies Copépodes issues du bol alimentaire de *S. pilchardus*

Genre & Espèce	Nombre moyen ingéré
<i>Pleuromamma gracilis</i>	0,03
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	0,03
<i>Centropages chierachiae</i>	0,03
<i>Centropage typicus</i>	0,07
<i>Eucalanus elongatus</i>	0,03
<i>Eucalanus monachus</i>	0,03
<i>Paracalanus parvus</i>	0,07
<i>Euchaeta marina</i>	0,03
<i>Nanocalanus minor</i>	0,10
Copépodes Indéterminés	0,13
Ostracodes Indéterminés	0,33
<i>Nematoscelis megalops</i>	0,23
<i>Hyperia</i> sp.	0,07
<i>Primo macropa</i>	0,20
Crustacés Indéterminés	0,13
<i>Atlanta</i> sp.	0,03
<i>Limacina inflata</i>	0,23
Bivalves Indéterminés	0,17
Polychètes	0,13

Dans l'ensemble, les proies de Copépodes néritiques ont le Nombre moyen (*Nm*) le plus important (Tableau 16).

**Tableau 16. Répartition des Nombre moyen de proies de Copépodes par groupes
écologiques**

<i>Bathypélagiques</i>	0.09
<i>Atlantiques</i>	0.06
<i>Néritiques</i>	0.27

Chez *S. aurita*

Copépodes Atlantiques

Le nombre moyen des populations de *P. abdominalis* ingérées est de 0.07. Le nombre est très élevé (0.50) en ce qui concerne les populations de *C. chierchiae* (Tableau 17).

Copépodes Néritiques

Les Copépodes néritiques montrent un nombre moyen de 0.03 (*C. armata*), 0.67 (*C. typicus*), 0.07 (*O. mediterranea*), 0.10 (*N. minor*), 0.13 (*C. gracilis*), 0.03 (*P. pygmaeus*) et de 0.50 (*T. styliifera*).

Copépodes Bathypélagiques

Les populations de *P. gracilis* révèlent un nombre moyen ingéré de 0.13. En revanche les populations de *E. elongatus* montrent une valeur de 0.27 de totalité des proies ingérées.

Tableau 17. Nombre moyen de proies issues du bol alimentaire de *S. aurita*

Genre & Espèce	Nombre moyen ingéré
<i>Pleuromamma gracilis</i>	00,13
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	00,07
<i>Candacia armata</i>	00,03
<i>Centropages chierachiae</i>	00,50
<i>Centropages typicus</i>	00,67
<i>Centropages</i> sp.	00,13
<i>Oncaea mediterranea</i>	00,07
<i>Eucalanus elongatus</i>	00,27
<i>Eucalanus atlanticus</i>	00,07
<i>Nanocalanus minor</i>	00,10
<i>Calanus gracilis</i>	00,13
<i>Calanus tenuicornis</i>	00,03
<i>Paracalanus Pygmaeus</i>	00,03
<i>Temora longicornis</i>	00,03
<i>Temora stylifera</i>	00,50
<i>Corycaeus</i> sp.	00,07
<i>Conchoecia curta</i>	00,33
Calanoides indéterminés	01,00
<i>Conchoecia</i> sp.	00,07
Euphausiaces indéterminés	00,43
Mysidacés indéterminés	00,30
<i>Phrosina semilunata</i>	00,13
<i>Primo macropa</i>	00,17
<i>Hyperia</i> sp.	00,07
Décapodes indéterminés	00,50
Larves des Crevettes	00,07
Crustacés indéterminés	00,67
Larves d'Amphipodes	00,07
<i>Limacina inflata</i>	00,20
<i>Creseis</i> sp.	00,07
Polychètes	00,43
Chaetognathes	00,13

Dans l'ensemble, les proies néritiques sont, en moyennes, les plus ingérées par *S. aurita*. Le nombre moyen est de 1.53 (Tableau 18).

Tableau 18. Répartition des Nombre moyen de proies de Copépodes par groupes écologiques

<i>Bathypélagiques</i>	0.40
<i>Atlantiques</i>	0.70
<i>Néritiques</i>	1.53

VI.1.4.3. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille des poissons

Les échantillons ichtyologiques ont été répartis sur 4 classes de tailles différentes (Tableaux 19 et 20).

Pour toutes les classes de tailles et pour les deux espèces de poissons, les Copépodes représentent les proies dominantes.

A titre d'exemple, 37 individus ont été ingérés par les individus issus de la classe de taille 14 – 18 cm de *S. aurita* (Tableau 20). Y sont également dominantes (14 et 13 individus) les espèces de Crustacés indéterminées et les polychètes, respectivement.

Chez *S. pilchardus*, au sein de la classe 14 – 16 cm, 29 individus de Copépodes ont été ingérés (Tableau 19). Ces effectifs sont comparativement élevés par rapport aux autres groupes de proies. Au sein de cette même classe de taille, les gastéropodes y abondent avec 12 individus.

Il est utile de rappeler que certains groupes sont absents au sein de certaines classes de tailles. On cite le cas, à titre d'exemple, des Ostracodes, Euphausiacés, Amphipodes et des Gastéropodes au sein de la classe 10 – 12 cm chez *S. pilchardus*.

Les Polychètes et les Bivalves ne font pas partie du bol alimentaire des individus issus des classes de tailles 18 à supérieures à 26 cm.

Tableau 19. Répartition des proies par classes de tailles chez *S. pilchardus*

Classe de Taille (cm)	[10-12[		[12-14[		[14-16[		≥16	
Groupes	Effectif	Nm	Effectif	Nm	Effectif	Nm	Effectif	Nm
Copépodes	6	6.00	17	3.40	29	2.42	4	2.00
Ostracodes			2	0.40	8	0.67	2	1.00
Euphausiaces			2	0.40	5	0.42	1	0.50
Amphipodes			6	1.20	9	0.75	3	1.50
Crustacés Indéterminées			3	0.60	5	0.42	2	1.00
Gastéropodes			2	0.40	12	1.00	1	0.50
Bivalves			1	0.20	4	0.33	1	0.50
Polychètes	2	2.00	4	0.80	3	0.25		

Tableau 20. Répartition des proies par classes de tailles chez *S. aurita*

Classe de Taille (cm)	[14-18[		[18-22[		[22-26[		≥ 26			
Groupes de Proies	Effectif	Nm	Effectif	Nm	Effectif	Nm	Effectif	Nm		
Copépodes	37	3.36	61	6.10	7	3.50	10	10		
Ostracodes	1	0.20	5	0.50	4	2	2	2		
Euphausiaces	3	0.60	8	0.80	2	1				
Amphipodes	2	0.40	5	0.50	4	2				
Crustacés Indéterminées	14	2.80	2	0.20	2	1	2	2		
Gastéropodes	3	0.60			3	1.50	2	2		
Bivalves	4	0.80								
Polychètes	13	2.60								
Mysidacés	2	0.40	7	0.70						
Décapodes	7	1.40							3	1.50
Larves					1	0.10	3	1.50		
Chaetognathes					4	0.40				

VI.1.4.4. Stratégie alimentaire chez *S. pilchardus* et *S. aurita*

A partir de l'utilisation du diagramme d'Amundsen *et al.* (1996), montrant la stratégie alimentaire et l'importance des proies chez les deux espèces ichthyologiques (Figures 24 *a* et *b*), on constate, et on confirme, que les Copépodes pélagiques sont dominants et fréquents dans leurs alimentations.

Les peuplements des Ostracodes sont qualifiés de communes chez la sardine. Les autres groupes de proies sont qualifiés de rares.

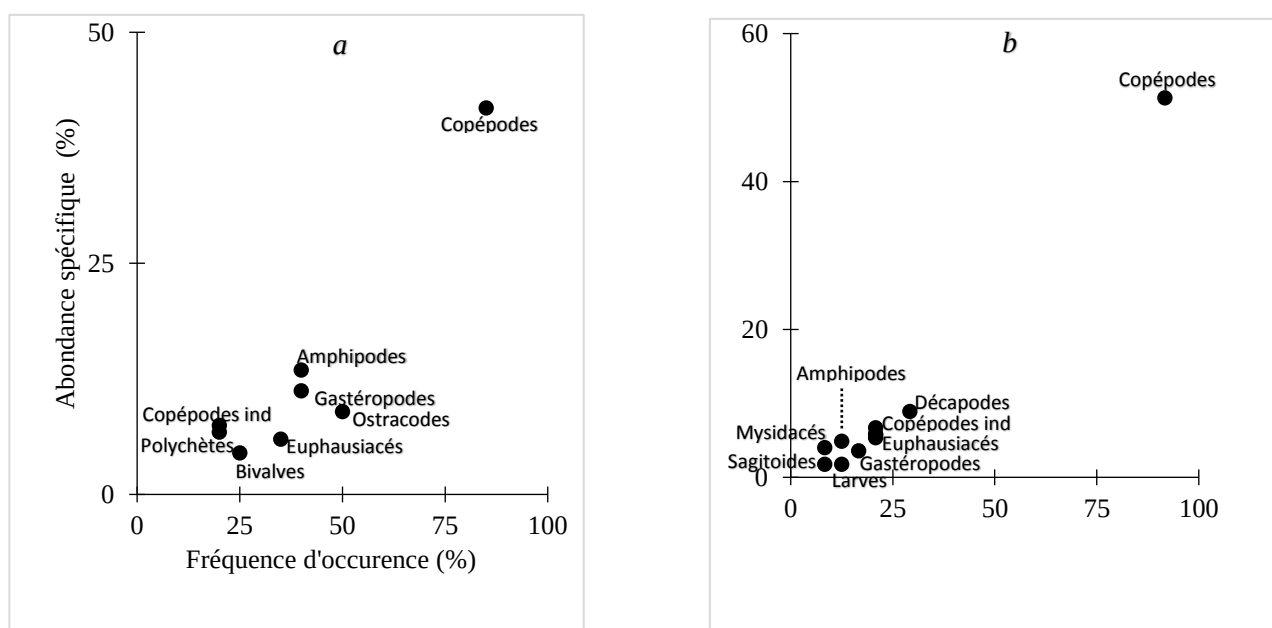


Figure 24. Diagramme de Costello modifié par Amundsen & al. (1996) chez: (a) *S. pilchardus* et (b) *S. aurita*

IV.1.4.5. Chevauchement des régimes alimentaires

L'utilisation des indices de Schoener (D) et de Morisita – Horn (O) a été pratiquée dans le but d'analyser le chevauchement des régimes entre les deux espèces (*S. pilchardus* et *S. aurita*). Les valeurs des deux indices sont supérieures à 0.6. En effet, l'indice D est de 0.76 et celui de O est de 0.94 (Tableau 21).

Tableau 21. Indice (D) de Schoener et Indice (O) de Morisita-Horn

<i>Indices</i>	
<i>Schoener (D)</i>	<i>Morisita-Horn (O)</i>
<i>0.76</i>	<i>0.94</i>

Ces valeurs confirment l'existence d'un chevauchement important entre les régimes alimentaires de *S. pilchardus* et *S. aurita*.

IV.3. Etude comparative entre les peuplements de Copépodes de la colonne d'eau et ceux issus du bol alimentaire de *S. pilchardus* et *S. aurita*

Il s'agit surtout d'une comparaison qualitative entre les Copépodes liés aux trois niveaux de prélèvements (colonne d'eau et bols alimentaires des deux poissons) (Tableau 22).

Tableau 22. Matrice des Présences ou Absences des Copépodes issus de la colonne d'eau (CE) et des bols alimentaires de *S. pilchardus* (SP) et *S. aurita* (SA)

Genre et Espèce	CE	SP	SA
<i>Pleuromamma gracilis</i>	+	+	+
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	-	+	+
<i>Candacia armata</i>	-	-	+
<i>Centropages chierachiae</i>	+	+	+
<i>Centropages typicus</i>	+	+	+
<i>Centropages violaceus</i>	+	-	-
<i>Centropages hamatus</i>	+	-	-
<i>Centropages</i> sp.	-	-	+
<i>Oncaea mediterranea</i>	-	-	+
<i>Eucalanus elongatus</i>	+	+	+
<i>Eucalanus monachus</i>	+	+	-
<i>Eucalanus atlanticus</i>	-	-	+
<i>Nanocalanus minor</i>	+	+	+
<i>Neocalanus gracilis</i>	+	-	+
<i>Calanus helgolandicus</i>	+	-	-
<i>Calanoïdes brevicornis</i>	+	-	-
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	+	-	+
<i>Pareucalanus attenuatus</i>	+		
<i>Paracalanus pygmaeus</i>	+	-	+
<i>Paracalanus parvus</i>	+	+	-
<i>Paracalanus nanus</i>	+		
<i>Temora longicornis</i>	+	-	+
<i>Temora stylifera</i>	+	-	+
<i>Euchaeta marina</i>	-	+	-
<i>Corycaeus</i> sp.	-	-	+
<i>Corycaeus speciosus</i>	+	-	-
<i>Oithona plumifera</i>	+	-	-
<i>Oithona helgolandica</i>	+	-	-

Vingt-huit espèces de Copépodes ont été identifiées au sein de la colonne d'eau et au niveau des estomacs des deux espèces de poissons étudiées.

Cinq espèces (*Pleuromamma gracilis*, *Centropages chierchiae*, *C. typicus*, *Eucalanus elongatus*, *Nannocalanus minor*) ont été prélevées au sein des trois niveaux.

Sept populations (*Eucalanus monachus*, *Neocalanus gracilis*, *Mesocalanus tenuicornis*, *Paracalanus pygmaeus*, *Paracalanus parvus*, *Temora longicornis*, *T. styliфера*) sont associées entre la colonne d'eau et à l'une des deux espèces ichtyiques (*S. pilchardus* ou *S. aurita*).

Sept Copépodes (*Pleuromamma abdominalis*, *Candacia armata*, *Centropages* sp., *Oncaea mediterranea*, *Eucalanus monachus*, *Eucalanus atlanticus*, *Euchaeta marina*) ont été inventoriés uniquement au sein des estomacs de *S. pilchardus* ou *S. aurita*. Ces Copépodes n'ont pas été prélevés au sein de la colonne d'eau

Par conséquent, la répartition qualitative des peuplements de Copépodes au sein des trois niveaux n'est pas homogène. Le test de Cochran confirme cette constatation à un taux de risque de 0.05 (Tableau 23).

Tableau 23. Statistiques liées au test de Cochran Q (risque $\alpha = 5\%$)

Valeur Q calculée			21.65
Valeur théorique (table du Khi – deux)			5.99
Nombre de présences (1) niveau colonnes (Modalités à comparer)			
Eau	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. aurita</i>	
21	9	16	

Par ailleurs, il existe 5 espèces (*Pleuromamma gracilis*, *Centropages chierachiae*, *C. typicus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Nanocalanus minor*, *Paracalanus parvus*) qui sont commune à la colonne d'eau et au bol alimentaire de *S. pilchardus*. Le pourcentage de similarité est de 18 % (Tableau 24).

En outre, le nombre des espèces inventoriées au niveau de la colonne d'eau et trouvées au sein des estomacs de *S. aurita* est de 10. Il s'agit des populations de *P. gracilis*, *C. chierchiae*, *C. typicus*, *E. elongatus*, *N. minor*, *N. gracilis*, *M. tenuicornis*, *P. pygmaeus*, *T. styliifera*. Le pourcentage de similarité est de 21 % (Tableau 24).

La comparaison entre les Copépodes ingérés par les deux poissons (*S. pilchardus* et *S. aurita*), montre un groupe de 6 populations (*P. gracilis*, *P. abdominalis*, *C. chierchiae*, *C. typicus*, *E. elongatus*, *N. minor*). Le pourcentage de similarité est de 19 % (Tableau 24).

L'application de l'indice de similarité de Jaccard confirme la dissemblance entre les listes faunistiques des trois niveaux prises deux à deux (Tableau 24). Toutes les valeurs sont inférieures à 50 %.

Tableau 24. Matrice des similarités de Jaccard

	<i>Copépodes Eau</i>	<i>Copépodes du bol S. pilchardus</i>	<i>Copépodes du bol S. aurita</i>
<i>Copépodes Eau</i>	1		
<i>Copépodes du bol S. pilchardus</i>	0.18	1	
<i>Copépodes du bol S. aurita</i>	0.21	0.19	1

IV.4. Discussions Générales

IV.4.1. Faune de Copépodes épipélagique de la zone de Bou Ismail: biodiversité et comparaison avec les mers adjacentes

Issue des prélèvements dans une zone très restreinte (2°46'90'' et 2°49'39'' de longitudes et 36°44' et 36°49'40'' de latitudes) et très limitée dans le temps (période estivale 2015), la faune de Copépodes épipélagique est composée par 22 espèces. Cette biodiversité représente 0.84 % de la richesse mondiale (2603 Copépodes) (Razouls & al., 2017). A l'échelle de la Méditerranée (568 Copépodes), l'inventaire de la zone côtière de Sidi Fredj, ne constitue que 3.87 % du total.

A titre d'information, 117 espèces de Copépodes ont été inventoriées entre la mer d'Alboran et le bassin Algérien (1°W et 8°E) (Hafferssas & *al.*, 2010). Dans ce bassin (entre 1° E et 5° E), 80 à 70 espèces y ont été mentionnées (Hafferssas, 2004, Kerzabi, 2004; Seridji & Hafferssas, 2000, Hafferssas & Seridji, 2010).

Plus à l'Est (10° E - 11° E), au niveau de la baie de Tunis, une cinquantaine d'espèces ont été identifiées (Daly Yahia & *al.*; 2004). Près des côtes marocaines, les inventaires taxonomiques, issues des sites atlantiques et méditerranéens, ont révélé 86 et 82 espèces, respectivement (Youssara & Gaudy, 2001; Zaafa & *al.*, 2008).

La composition qualitative de la copépodofaune est indicatrice de la topographie néritique d'une des régions représentatives de la baie de Bou Ismail avec la présence des espèces telles que *Centropages typicus*, *C. krøyeri*, *Temora styliфера*, *Nannocalanus minor*, *Calanus brevicornis*, *C. helgolondicus*, *Paracalanus pygmaeus*, *P. parvus*, *P. nanus*, *Oithona plumifera*, *O. helgolandica*, *Corycaeus spécious* (Seguin, 1973; Hafferssas, 2010). En outre, c'est une zone de passage du courant Atlantique modifiée (Millot, 1985, Raimbault & *al.*, 1993) où y sont signalées des populations de *Centropages violaceus*, *C. chierchiae*, *C. hamatus*, *Temora longicornis* et *Mesocalanus tenuicornis* (Seguin, 1973, Hafferssas, 2010). Enfin, son caractère dynamique à l'échelle verticale est relié aux espèces habituellement bathypélagiques (*Calanus gracilis*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Pleuromamma gracilis*) (Hafferssas & Seridji, 2009).

IV.4.2. Espèces principales et notion d'espèces clés : rôles dans les régulations trophiques

Les dénombrements faunistiques (Cf. Chapitre IV.1.3.2) et la Classification Hiérarchique Ascendante (Cf. Chapitre IV.1.3.3) ont montré un contingent de populations dites principales (*Temora styliфера*, *Nannocalanus minor*, *Pareucalanus attenuatus*, *Centropages typicus*, *C. chierchiae*, *C. violaceus*, *C. hamatus*, *Eucalanus elongatus*). Il s'agit des espèces fréquentes (plus de 75 % des récoltes zooplanctoniques) et abondantes (plus de 5 ind.m⁻³).

La dominance des populations de *T. styliфера* a déjà été évoqué sur les côtes algériennes à proximité de 1° E (Hafferssas & Seridji, 2010) et Tunisiennes (Daly Yahia & *al.*, 2004). Plus au nord (près des côtes italiennes et espagnoles), les populations de *T. styliфера* occupent le premier rang

d'importance au sein des communautés (Fernandez de Puelles & Mazzocchi, 2008).

Les espèces principales ont un rôle dans le transfert de la matière organique au sein de l'écosystème pélagique. La régulation de ce flux de carbone, varie d'une position à une autre.

A 36°45' E et 2°46' N (station 1.2) les populations de *Nannocalanus minor*, *E. elongatus*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus* sont soumises à de fortes pressions de prédateurs de la part des populations telles que *Oithona helgolandica* et *Corycaeus speciosus*. Ces dernières exercent un contrôle de type Top – Down sur les phytophages. La matière organique est transférée des proies vers les prédateurs (Hunter & Price, 1992).

Légèrement plus au Nord (36°49' N - 36°46' N), entre les stations 1.3, 2.1 et 2.2, au sein de la chaîne trophique la matière organique est accumulée par les phytophages. L'accroissement des stocks quantitatives de certaines espèces principales (*Nannocalanus minor*, *Eucalanus elongatus*, *Pareucalanus attenuatus*) s'avèrent insuffisantes pour déclencher le développement et la croissance des prédateurs (*Oithona plumifera*, *O. helgolandica* et *Corycaeus speciosus*). Ces dernières sont soumises à une régulation de type Bottom – Up (Mac Queen & al., 1986; Hunter & Price, 1992).

Ces populations de Copépodes dites principales pourraient être soit des espèces clé de voute (*keystone species*) ou d'espèce clé (*key species*). Dans le cas d'une espèce clé de voute ce n'est pas l'effectif ou la biomasse qui rend compte de l'importance de l'espèce mais sa présence. Ainsi, la disparition d'espèce clé de voute dans un écosystème entraîne des changements fonctionnels majeurs et relativement plus fondateurs que les effets des variations de son effectif. Ce concept se distingue de celui d'espèce clé qui détermine une espèce ayant un rôle important dans les processus écosystémiques et les flux de matières (Power & al., 1996; Sakshaug & al., 2009).

IV.4.3. Importance des Copépodes au sein des régimes alimentaires des poissons planctonophages

La disponibilité de la ressource nutritive est l'un des facteurs les plus importants qui affecte la survie des organismes marins (Millot & Bégout, 2009). Les variations journalières et saisonnières de la disponibilité de nourriture conditionnent le rythme d'activité alimentaire chez les poissons (Sánchez-Vázquez & al., 1994). Les taux des Coefficients de vacuité chez *S. pilchardus* (33.33 %)

et *S. aurita* (20 %) reflètent l'intensité du rythme de leurs activités alimentaires durant la saison estivale et d'une plus grande disponibilité de nourriture au niveau de la région de Bou Ismail.

Au sein de la colonne d'eau, les Copépodes représentent une des composantes majoritaire (plus de 70%) des communautés zooplanctoniques (Seguin, 1973). Les zooplanctontes influencent la fécondité, la taille du stock et le comportement des deux espèces halieutiques (Conand, 1977; Binet, 1982).

Une grande partie des espèces est activement consommée par les Clupéidés planctonophages et particulièrement *Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita* (Morote & al., 2010; Costalago & al., 2012). En effet, le régime alimentaire des deux espèces est composé par plus de 80 % de Copépodes. Cette valeur se rapproche de celle donnée auparavant (85 %) au niveau de la Méditerranée sud occidentale (Bacha & Amara, 2009; 2012). Les autres peuplements (Polychètes, Amphipodes, Copépodes, Gastéropodes, et Bivalves) sont relégués au second rang d'importance. Ces constatations sont étayées par les travaux de (Bacha & Amara, 2009; 2012).

Sur la côte Algéroise, les Copépodes ingérés par la sardine et l'allache sont reliés à certains événements hydrodynamiques. Le bol alimentaire est composé par des proies d'origine Atlantique (*Pleuromamma abdominalis*, *Centropages chierachiae* *Eucalanus atlanticus* *Calanus tenuicornis* *Temora longicornis*) ou indicatrices des remontées des eaux profondes (*Pleuromamma gracilis*, *Eucalanus elongatus*, *Eucalanus monachus*).

L'affinité des Clupéidés aux zones néritiques est corroborée par l'ingestion des proies telles que *Candacia armata*, *Centropages typicus*, *Oncaea mediterranea*, *Nanocalanus minor*, *Neocalanus gracilis*, *Paracalanus pygmaeus*, *Temora stylifera* et *Euchaeta marina*. Certaines de ces proies (*N. minor*, *E. elongatus*) sont des régulateurs des transferts nutritifs (ascendants ou descendants) au sein de la chaîne alimentaire. La modélisation mathématique a confirmé l'évolution des stocks de petits pélagiques en relation avec ceux des Calanoïdes (Souissi et al, 2001).

IV.4.4. Composition qualitatives des populations de Copépodes liées aux différents compartiments trophiques

Les analyses statistiques de type présences – absences (test de Cochran et distance de Jaccard) entre les différents compartiments trophiques (Copépodes au sein de la colonne d'eau et des bols alimentaires des populations halieutiques) ont montré une hétérogénéité qualitative.

Celle-ci pourrait être expliquée et décrite à travers différentes dimensions caractérisant de façon conjointe ou non les proies et les prédateurs considérés :

- une dimension trophique impliquant les critères de sélection des proies (ex : taille, abondance) ;
- une dimension temporelle reliée aux changements ontogéniques de l'alimentation pour le prédateur et aux cycles, journalier saisonnier ou annuel, pour les proies ;
- une dimension spatiale liée aux profondeurs préférentielles d'alimentation dans le milieu marin ;
- une dimension comportementale et morphologique expliquée par les comportements de prédation (recherche de proies, stratégie de chasse) et aux relations allométriques (la taille de l'ouverture buccale).

IV.4.5. Conséquences de l'oligotrophie de la côte algéroise sur les peuplements halieutiques

Les petits poissons pélagiques composent le compartiment de régulation du fonctionnement et donc de la structure de l'écosystème. Ce compartiment est soumis, directement ou indirectement, aux variations environnementales et trophiques des autres compartiments qui lui sont associés, et particulièrement les zooplanctontes (Dessier, 2015).

La faune de Copépodes issue de la baie de Bou Ismail est caractéristique d'un écosystème oligotrophe. (Moins de 140 ind.m⁻³). A l'échelle de la masse d'eau, les concentrations des sels nutritifs (nitrates, nitrites et phosphates) sont très faibles (nitrates entre 0.11 et 0.28 µmoles⁻¹, nitrites entre 0.08 et 0.13 µmoles⁻¹ et phosphates entre 0.05 et 0.35 µmoles⁻¹). Par conséquent, au niveau des producteurs primaires, les abondances phytoplanctoniques sont très faibles (Illoul, 1991). La biomasse chlorophyllienne est au-dessous de 1 mg.m⁻³ (Taupier-Letage, 1987, Raimbault & al., 1993). Au niveau des consommateurs, la rareté de cette ressource nutritive expliquerait son inexistence au sein des bols alimentaires de *S. pilchardus* et *S. aurita*.

Au sein des zones productives, la niche alimentaire des populations de *S. pilchardus* et *S. aurita* peut s'étendre jusqu'aux producteurs phytoplanctoniques (Bode & al., 2004). Une corrélation positive a été trouvée entre leurs prises alimentaires et la chlorophylle *a* (Garrido & al., 2008).

Les deux espèces ont le même comportement alimentaire. Les indices de Shoener (D) et de Morisita-Horn (O) ont confirmés le chevauchement de leurs régimes alimentaires. Ces résultats sont conformes aux observations faites antérieurement sur les autres aires oligotrophes (peu productives) de la Mer Méditerranéenne (Golfe de Cadix en Mer Catalane, Golfe du Lion en Mer de Ligure, et dans le bassin Algéro-provençal) (Bacha & Amara, 2009; 2012).

Au contraire, un faible chevauchement des régimes alimentaires entre les deux espèces est observé dans les zones de fortes productivités biologiques (Manche, côtes Atlantiques ouest africaines et mer d'Alboran)

(Tudela & Palomera, 1997; Plounevez & Champalbert, 2000; Morote & *al.*, 2010; Costalago & *al.*, 2012).

Conclusion & Perspectives

Ce travail constitue une des premières contributions reliant les copépodes pélagiques libres et ceux ingérés par les Clupéidés.

Les résultats obtenus méritent d'être approfondis par d'autres prélèvements ; en prenant en considération d'autres régions et surtout en augmentant les efforts d'échantillonnages.

Issue des prélèvements dans une zone très restreinte ($2^{\circ}46'90''$ et $2^{\circ}49'39''$ de longitudes et $36^{\circ}44'$ et $36^{\circ}49'40''$ de latitudes), la faune de Copépodes épipélagique est composée par 22 espèces. Cette biodiversité représente 0.84 % de la richesse mondiale et 3.87 % du total à l'échelle de la Méditerranée.

La topographie néritique d'une des régions représentatives de la baie de Bou Ismail est surtout reliée à la présence d'une communauté néritique (*Centropages typicus*, *C. krøyeri*, *Temora stylifera*, *Nannocalanus minor*, *Calanus brevicornis*, *C. helgolondicus*, *Paracalanus pygmaeus*, *P. parvus*, *P. nanus*, *Oithona plumifera*, *O. helgolandica*, *Corycaeus speciosus*). C'est une zone de passage du courant Atlantique modifiée où y sont signalées des populations de *Centropages violaceus*, *C. chierchiae*, *C. hamatus*, *Temora longicornis* et *Mesocalanus tenuicornis*. Le caractère dynamique de la région est relié aux espèces habituellement bathypélagiques (*Calanus gracilis*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Pleuromamma gracilis*).

Certaines espèces ont été qualifiées de principales (occurrences sont supérieures à 75 % des récoltes zooplanctoniques et les niveaux des abondances au-delà de 5 ind.m^{-3}). Celles ci ont un rôle dans le transfert de la matière organique au sein de l'écosystème pélagique. Ces populations de Copépodes pourraient être soit des espèces clé de voute (*keystone species*) ou d'espèce clé (*key species*).

Les variations journalières et saisonnières de la disponibilité de nourriture conditionnent le rythme d'activité alimentaire chez les poissons. Les taux des Coefficients de vacuité chez *S. pilchardus* (33.33 %) et *S. aurita* (20 %) reflètent l'intensité du rythme de leurs activités alimentaires durant la saison estivale et d'une plus grande disponibilité de nourriture au niveau de la région de Bou Ismail. Le régime alimentaire des deux espèces est composé par plus de 80 % de Copépodes.

Les Copépodes ingérés par la sardine et l'allache sont reliés à certains évènements hydrodynamiques.

Références
Bibliographiques

- AMUNDSEN, P.A., GABLER, H.M., STALDVIK, F.J (1996).** A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, N. 48. pp. 607-614.
- ARA, K., HIROMI, J (2007).** Temporal variability in primary and copepod production in sagami. *Journal of Plankton Research*, N. 29. pp. i85-i96.
- ASSO, A (1982).** Contribution à l'étude de polluants métalliques chez la moule *Perna perna* dans la région d'Alger. Thèse de 3ème cycle. Environnement. UST Languedoc-Monpellier. p.316.
- BACHA, M., AMARA, R (2009).** Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, N.85.pp. 257-264.
- BACHA, M., AMARA, R (2012).** Inter-cohort differences in growth, condition and feeding of juvenile anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Gulf of Bejaia (Algerian coast, SW Mediterranean): implications for recruitment success. *Fisheries Research*, N.129.pp. 73–81.
- BAUCHOT M.L. & PRAS A (1980).** Guide des poissons marins d'Europe. Neuchatel: Delachaux & Niestle (Ed), p.427.
- BELLIDO, J.M., PIERCE, G.J., ROMERO, J.L., MILLÁN, M (2000).** Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Gulf of Cádiz (SW Spain). *Fisheries Research*, N.48.pp. 107-115.
- BLAXTER, J. H. S. AND HUNTER, J. R (1982).** The Biology of the Clupeoid Fishes. In *Advances in Marine Biology* (ed. J.H.S. Blaxter, F. S. R. and M. Y.). pp. 1-223.

- BEN-HAMADOU, R., CHICHARO, M. A., MADEIRA, C., et al (2008).** Zooplankton distribution in Algarve coastal zone (North East Atlantic Ocean). *ICES WKZEM Report* N.10.pp. 39-40.
- BENZOHR, M., MILLOT, C (1995).** Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses off Algeria. *Deep Sea Research*, N.42.pp. 1803-1830.
- BERTRANDIAS, J.P., BERTRANDIAS, F (1994).** Mathématiques pour les sciences de la nature et de la vie. Alger : *Office des Publications Universitaires*, p. 187.
- BINET, D (1982).** Influence des variations climatiques sur la pêche des *Sardinella aurita* ivoiro-ghaneenne: Relation secheresse-surpêche. *Oceanol. Acta*, N.5. pp. 443-452.
- BELOUAHEM, S (2010).** Estimation de la Biomasse Exploitable de la Sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) du golfe d'Annaba. Mémoire du Magister, Halieutique. Annaba : Université Badji Mokhtar, p.151.
- BENALDJIA, A (2014).** Etude Biométrique Comparée de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) du littoral Algérien. Mémoire du Magister, Halieutique, Skikda : Université 20 Août 1955, p.129.
- BODE, A., ALVAREZ-OSSORIO, M.T., CARRERA P., LORENZO, J (2004).** Reconstruction of trophic pathways between plankton and the North Iberian sardine (*Sardina pilchardus*) using stable isotopes. *Scientia Marina*, N.68.pp. 165-178.
- BORME, D., TIRELLI, V., BRANDT, S., FONDA UMANI, S., ARNERI, E (2009).** Diet of *Engraulis encrasicolus* in the northern Adriatic Sea (Mediterranean): Ontogenetic changes and feeding selectivity. *Marine Ecology Progress Series*, N.392.pp. 193-209.
- BOUAZIZ, A (2007).** La sardinelle (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) des côtes algériennes:

distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse de Doctorat d'État, Océanographie, Alger : USTHB. p.135.

BOWSHALL, G.A (1979). The planktonic copepods of the northeastern Atlantic Ocean: Harpacticoida, Siphonostomatoida and Mormonilloida. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist., Zool*, N.35 (3).pp. 201-264.

BOXSHALL, G.A (1977). The planktonic copepods of the Northeastern Atlantic ocean: some taxonomic observations on the Oncaeidae (Cyclopoida). *Bulletin of the British Museum Natural History*, N.31.pp. 103-156.

BOXSHALL, G.A (2004). The evolution of arthropod limbs. *Biological Review*, N.79.pp. 253-300.

CHALABI, A., AKKACHA, S (1998). Essai de standardisation de l'effort de pêche à la senne en baie d'alger. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* N.35.pp. 400-401.

CHERABI, O (1987). Contribution à l'étude de la biologie du pageot commun et à l'écologie de la famille des Sparidés de la baie d'Alger. Thèse de Magister, Océanographie, Alger : USTHB. p.201.

COLL, M., SANTOJANNI, A., PALOMERA, I., ARNERI, E (2009). Food-web changes in the Adriatic Sea over the last three decades. *Marine Ecology Progress Series*, N.381,pp. 17-37.

CONAND, C (1977). Contribution à l'étude du cycle sexuel de la fécondité de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita*: pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. *Cah. ORSTOM (Ser. Océanogr.)*, N.15 (4).pp. 301-312.

- CONWAY, D.V.P., COOMBS, S.H., SMITH, C (1998).** Feeding of anchovy *Engraulis encrasicolus* larvae in the northwestern Adriatic Sea in response to changing hydrobiological conditions. *Marine Ecology Progress Series*, N.175.pp. 35-49.
- COSTALAGO, D., NAVARRO, J., LVAREZ-CALLEJA, I., PALOMERA, I (2012).** Ontogenetic and seasonal changes in the feeding habits and trophic levels of two small pelagic fish species. *Marine Ecology Progress Series*, N.460.pp. 169-181.
- COSTALAGO, D., PALOMERA, I., TIRELLI, V (2014).** Seasonal comparison of the diets of juvenile European anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardina pilchardus* in the Gulf of Lions. *Journal of Sea Research*, N.89.pp. 64-72.
- CURY, P., BAKUN, A., CRAWFORD, R.J.M., JARRE; A et al (2000).** Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science : Journal du Conseil*, N.57.pp. 603-618.
- CURY, P., FONTANA, A (1988).** Compétition et stratégies démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest africaines. *Aquat. Living Ressour.*, N.1.pp. 165 – 180.
- CUVIER, G., BUFFON, G.L., VALENCIENNES, M (1847).** Histoire naturelle des poissons. Publication info: Paris: Chez F. G. Levrault. Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Ernst Mayr Library. pp. 1828-1849.
- DAGET, J (1976).** Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'Ecologie.Masson (ed), N.8. p.172.
- DALY YAHIA, M.N., SOUISSI, S., DALY YAHIA-KEFI, O (2004).** Spatio-temporal structure of planktonic copepods in the Bay of Tunis (South western Mediterranean Sea). *Zoological Studies* .N.43.pp. 8-19.

- DERBAL, F., KARA, M. H (2006).** Régime alimentaire du sar tambour, *Diplodus cervinus cervinus* (Sparidae) des côtes de l'est algérien. *Cybiu*, N.30(2).pp. 161-170.
- DESSIER, A (2015).** Analyse du compartiment mésozooplanctonique et écologie alimentaire printanière de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1782), et de l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) adultes dans le Golfe de Gascogne. Thèse de Doctorat. France : Université de La Rochelle. p. 185.
- DULČIĆ, J (1997).** Growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, larvae in the Northern Adriatic Sea. *Fisheries Research*, N.31.pp. 189-195.
- ELLIOTT, M., HEMINGWAY, K (2002).** Fishes in estuaries. *Blackwell Science*, London.
- FAO, 2003.** L'approche écosystémique des pêches. Directives techniques pour une pêche responsable. No. 4, Suppl.2.Rome, Italy. p.120.
- FERNANDEZ DE PUELLES, M.L., MAZZOCCHI, M.G (2008).** Decadal zooplankton changes in two different neritic areas of the Western Mediterranean: 1995-2004. *ICES WKZEM Report* N.10.pp. 44-45.
- FIELD, T. M., WOODSON, R., GREENBERG, R., COHEN, D (1982).** Discrimination and imitation of facial expressions by neonates. *Science*, N.218.pp. 179-181.
- FISCHER, W., BAUCHOT, M. L., SCHNEIDER, M (1987).** Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer noire. Révision 1. Zone de pêche. 37. FAO (Ed), Vertébrés, Volume I et II –p.1279.
- FOSSHAGEN, A., ILIFFE, T.M (1985).** Two new genera of Calanoida and a new order of Copepoda, Platycopioida, from marine caves on Bermuda. *Sarsia*, N.70 (4).pp 345-358.

- GARRIDO, S., CUNHA, M.E., OLIVEIRA, P.B., VANDER LINGEN, C.D (2006).** Diet composition and behaviour of Iberian sardine (*Sardina pilchardus*). *ICES Document N.1*, p.33.
- GARRIDO, S., BEN-HAMADOU, R., OLIVEIRA, P.B., CUNHA, M.E et al (2008).** Diet and feeding intensity of sardine *Sardina pilchardus*: correlation with satellite-derived chlorophyll data. *Marine Ecology Progress Series*, N.354.pp. 245-256.
- GARCIA, S. M., ZERBI, A., ALIAUME, C., DO CHI, T. et al (2003).** The ecosystem approach to fisheries. FAO Rep N443, Rome.p.150.
- GAUDY, R., YOUSSEF, F., DIAZ, F., RAIMBAULT, P (2003).** Biomasse, métabolisme et nutrition du zooplancton dans le Golfe du Lion (Méditerranée nord-occidentale). *Oceanologica Acta*. N.26.pp. 357-372.
- GRIMES, S (2010).** Peuplements benthiques des substrats meubles de la côte algérienne : Taxonomie, structure et statut écologique. Thèse de Doctorat, Océanographie Biologique. Oran : Université d'Oran. p.361.
- GURNEY, R (1933).** Notes on some Copepoda from Plymouth. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, N.19.pp. 299-304.
- HABERMAN, J (1998).** Zooplankton of Lake Vörtsjärv. *Limnologia*, N28.pp. 49–65.
- HAFFERSSAS, A (2010).** Contribution à l'étude des communautés zooplanctoniques des côtes algériennes : biodiversité, biomasse et comportement trophique. Thèse de Doctorat d'Etat, Environnement. Alger : USTHB, Alger, p.153.
- HAFFERSSAS, A., SERIDJI, R (2010).** Relationships between the hydrodynamics and the change of copepod structure in the Algeria coasts. *Zoological studies*, N.49 (3).pp. 353-366.
- HAFFERSSAS, A., SERIDJI, R., DALLOT, S (2010).** Mesozooplankton abundance and biomass related to hydrological structure along the Algerian coast. *Crustaceana*, N.83 (11).pp. 1281-1302.

- HAFFERSSAS, A., SERIDJI, R (2009).** Zooplankton abundance and community structure in the Algerian coasts and affinities with Atlantic fauna. *ICES Research Report*.
- HAFFERSSAS, A (2004).** Peuplements zooplanctoniques du bassin Algérien. *In Biodiversité marine et littorale, Ediwan Edition*, pp.113-141.
- HAFFERSSAS, A (1996).** Composition et distribution des Copépodes pélagiques du bassin Algérien en relation avec les structures hydrodynamiques (Compagne Médiprod VI, Juin 1990). Thèse de Magister en Océanologie. Alger : USTHB, pp. 245.
- HARCHOUCHE, K (2006).** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (poisson, téléostéen) des cotes algériennes. Thèse de Doctorat d'Etat, Océanographie, Alger : USTHB, p. 230.
- HIROMI, J (1987).** Present knowledge and problems of taxonomy of the family Paracalanidae. Bulletin of the College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon University, N.44.pp. 147-159.
- HORN, H.S (1966).** Measurement of overlap in comparative ecological studies. *The American Naturalist*, N.100.pp. 419-423.
- HOUDE, E.D., FORE, P.L (1973).** Guide to identity of eggs and larvae of some Gulf of Mexico clupeid fishes. Fla. Dept. Nat. Resour., *Mar. Res. Lab. Leaf. Ser.* N.4(23), p.14.
- HOUMA, F (2009).** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Thèse de Doctorat, Environnement, Paris : Université du Val de Marne Paris XII. p.274.
- HUNTER, M.D., PRICE, P.W (1992).** Playing chutes and ladders: heterogeneity and relative role of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology*, N.73.pp 724-732.
- HUYS, R., BOXSHALL, G.A (1991).** Copepod evolution. London: The Ray Society. p.468.

- ILLOUL, H (1991).** Contribution à l'étude quantitative, qualitative et structurale des populations phytoplanctoniques au large du Cap Caxine (Région algéroise). Thèse de Magister, Environnement, Alger : ENSSMAL. p.214.
- KHERCHOUCHE-AIT OUADOUD, A (2014).** Peuplement de méduses des cotes algériennes : Biodiversité, composition et interaction avec les composantes de la chaîne trophique pélagique. Mémoire de Magister, Alger : ENSSMAL. p.126.
- KERZABI, F (2004).** Contribution à l'étude des peuplements mésozooplanctoniques du bassin algérien. Compagne MEDIPROD V. Thèse de Magister, Halieutique, Alger : ISMAL, p.107.
- LALAMI, Y (1970).** Contribution à l'étude systématique biologique, écologique et statistique des poissons de la pêche d'Alger. *PELAGOS. Bull. Inst. Océanogr. Alger.* Vol III, Fasc. N.4.p. 150.
- LANG, K.A (1948).** Monographie der Harpacticiden. I : pp 1-896; II : pp. 897-1682.
- LARINK, O., WESTHEIDE, W (2011).** Coastal plankton, photo guide for european seas, 2nd edition, München : verlag, p.191.
- LAVOUE, S., MIYA, M., SAITOH, K., ISHIGUR, N. B et al (2007).** Phylogenetic relationship among anchovies, sardines, herrings and their relatives (Clupeiformes), inferred from whole mitogenome sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, N.43.pp. 1096-1105.
- MAC QUEEN, D. J., POST, J. R., MILLS, E. L (1986).** Trophic relationships in fresh water pelagic ecosystems. *Can. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* N.43.pp. 157-158.
- MARSHALL, S., ELLIOTT, M (1996).** The structure of the fish assemblage in the Humber estuary, United Kingdom. *Publ. Espec. Esp. Oceanogr.*, N. 21.pp. 231-242.

- MARIANO, A.J., HITCHCOCK, G.L., ASHJIAN, C.J., OLSON, D.B et al (2001).** Principal component analysis of biological and physical variability in a Gulf Stream meander crest. *Deep Sea Research* N.43. pp. 1531-1565.
- MARTINO, F.S. C., FALČAO, J., GABRAL, H.N., PANDAL, M.Ā (2012).** Coparaison of feeding ecology of two elasmobranch species, *Squalus blainvillei* and *Scyliorhinus canicula* of the coast of Portugal. *Fish. Bull.* N.110.pp. 71-84.
- MICHAEL, H (2011).** Sardine (European Pilchard) *Sardina pilchardus*, MBA Seafood Watch Atlantic Sardine Report March 28, 2011, *Seafood Watch Monterey Bay Aquarium*.
- MILLOT, S., BEGOUT, M-L (2009).** **Individual fish rhythm directs group feeding: a case study with sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*) under self-demand feeding conditions.** *Aquatic Living Resources*, N.22.pp. 363-370.
- MILLOT, C (1999).** Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, N.20.pp. 423-442.
- MILLOT, C (1989).** La circulation générale en Méditerranée occidentale: aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Annales de Géographie*, N.549.pp. 497-515.
- MILLOT, C (1985).** Some features of the Algerian Current. *Journal of Geophysical Research*, N.90.pp. 7169-7176.
- MONFORT, M., VALLET, E (2008).** Guide des espèces à l'usage des professionnels: Alliance des Produits de la mer/SeaWeb. Editions 3 de guide des espèces. p.178.
- MOROTE, E., OLIVAR, M.P., VILLATE, F., URIARTE, I (2010).** A comparison of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) larvae feeding in the northwest Mediterranean: influence of prey availability and ontogeny. *ICES Journal of Marine Science: journal du conseil*, N.67.pp. 897-908.

- MPRH (2013-2015).** Bilans annuels et mensuels d'activités. Direction de la pêche et des Ressources Halieutiques de la région algéroise. Document non publié, Alger :MPRH.
- MUUS, B.-J., NIELSEN, J.-G., DAHLSTRÖM, P., OLESEN NYSTRÖM, B (2005).** Guide des poissons de mer et de pêche, biologie, pêche, importance économique [en ligne]. consulté le [27/09/2016]disponible sur le site : <https://www.bol.com/nl/p/zeevissen-noord-en-west-europa/666842118/>.
- NIELAND, II (1980).** Die nahrung von Sardinien, Sardinellen, und mainfischen vor der westküste Afrikas. *Ber. Inst. hleeres Christian-Albrechts-Univ.*, Kiel, N.75.p. 137.
- ORLOCI, L (1978).** Multivariate analysis. *In* vegetation research, DR. W. Junk, B.V. Publisher, Boston: N.15.pp. 212-246.
- PAULA, J., PINTO, I., GOVE, D., GUAMBE, I et al (1998).** Seasonal cycle of planktonic communities at Inhaca Island, southern Mozambique. *J Plankton Res* N.20.pp. 2165–2178.
- PERKINS, H., PITECK, P (1990).** Circulation in the Algerian Basin during june 1986. *Journal of Geophysical Research*, N.95 (2).pp. 1577-1585.
- PINSKY, M. L., JENSEN, O. P., RICARD, D., PALUMBI, S.R (2011).** Unexpected patterns of fisheries collapse in the world's oceans. *PNAS*, N.20 (108).pp. 8317-8322.
- PLOUNEVEZ, S., CHAMPALBERT, G (2000).** Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus L.*) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanologica Acta*, N.23.pp. 175-192.
- POWER, M. E., TILMAN, D., ESTES, J. A., MENGE, B. A et al (1996).** Challenges in the quest for Kestones. *BioScience*, N.46.pp. 609-620.
- POWER, M. E (1992).** Top-Down and Bottom-Up Forces in Food Webs: Do Plants Have Primacy. *Ecology* N.73.p. 733.

RAZOULS, C., DE BOVEE, F., KOUWENBERG, J., DESREUMAUX, N., (2005-2016).

Diversité et répartition géographique chez les Copépodes planctoniques. [en ligne]. consulté le [15/06/2015] disponible sur le site : <http://copepodes.obs-banyuls.fr>.

RAZOULS, C., DE BOVEE, F., KOUWENBERG, J., DESREUMAUX, N (2017). Diversité et

répartition géographique chez les Copépodes planctoniques marins. [en ligne]. consulté le [2/04/2017] disponible sur le site : <http://copepodes.obs-banyuls.fr>.

RAIMBAULT, P., COSTE, B., BOULHDID, M., BOUDJELLAL, B (1993). Origin of high

phytoplankton concentration in Deep Chlorophyll Maximum (DCM) in frontal region of Southwester in Mediterranean Sea (Algerian Current). *Deep Sea Research*, N.40.pp. 791-804.

RIANDEY, V., CHAMPALBERT, G., CARLOTTI, F., TAUPIER-LETAGE, I et al (2005).

Zooplankton distribution related to the hydrodynamic features in the Algerian Basin (western Mediterranean Sea) in summer 1997. *Deep Sea Research*, N.52.pp. 2029-2048.

ROCHET, M.-J (2000). A comparative approach to life-history strategies and tactics among four orders of teleost fish. *ICES J. Mar. Sci.* N.57.pp. 228-239.

ROSE, M (1933). Copépodes pélagiques. France : Faune, N.26.p. 374.

ROSE, K.A., COWAN, JR., WINEMILLER, K.O., MYERS R.A et al (2001). Compensatory

density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis. *Fish Fish.* N.2.pp. 293-327.

RUFFO, S (1998). The Amphipoda of the Mediterranean. Part 4. Localities and map, addenda to parts 1-3, keys to families, ecology, faunistics and zoogeography, bibliography, index. pp.816-959.

- SANCHEZ-VAZQUEZ, FJ., MARTINEZ, M., ZAMORA, S., MADRID, JA (1994).** Design and performance of an accurate demand feeder for the study of feeding behaviour in sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Pys. Behav.*, N.56.pp. 789–794.
- SCOR-UNESCO (1968).** Zooplankton sampling. *In: Monograph on Oceanographic Methodology.* Paris: UNESCO Press, p.174.
- SEGUIN, G (1973).** Cycle comparaison du zooplankton dans l'ouest africain et de la Méditerranée sud occidentale. Etude systématique, quantitative et écologique. Thèse Doctorat d'Etat, Sciences Naturelles, Lille :Université des Sciences & Techniques, p.120.
- SHIEL, R.J (1995).** A guide to identification of Rotiferers, Cladocerans and Copepods from Australian Inland Waters. Australia: Murray-Darling Freshwater Research Center. p150.
- SAKSHAUG, E., JOHNSEN, G., KRISTIANSEN, S., QUILLFELDT, C.H et al (2009).** Phytoplankton and primary production, Ecosystem Barents Sea, *Tapir Academic Press, Trondheim.* pp. 167–208.
- SERIDJI, R., HAFFERSSAS, A (2000).** Copepod diversity and community structure in the Algerian basin. *Crustaceana* N.73.pp. 1-23.
- STATSOFT FRANCE (1997).** STATISTICA pour Windows. *Statsoft France:* [en ligne]. consulté le [05/08/2015] disponible sur le site :www.statsoft.com.
- STERGIOU, K.I., CHRISTOU, E.D., GEORGOPOULOS, D., ZENETOS, A et al (1997).** The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanography and Marine Biology*, N.35.pp. 415-538.
- SOUISSI, S., DALY YAHIA, M.N., DALY YAHIA-KEFI, O (2001).** Predominance of the copepod *Centropages kroyeri* (Giesbrecht, 1892) in the Bay of Tunis during the spawning period of the anchovy *Engraulis encrasicolus*. *Rapport de la Commission Internationale pour la Mer Méditerranée* N.36.p. 419.

- SOYER, J (1970).** Contribution à l'étude des Copépodes Harpacticoïdes de Méditerranée occidentale. 1. Cerviniidae Sars, Lang. *Vie et Milieu* (B), N.20 (2).pp. 367-386, pls. 1-5.
- TREGOUBOFF, G., ROSE, M (1957).** Manuel de planctonologie méditerranéenne. Tome I (texte), Tome II (planches). Paris :*Centre National de la Recherche Scientifique*.
- TSIKLIRAS, A.C., KOUTRAKIS, E.T., STERGIOU, K.I (2005).** Age and growth of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the northeastern Mediterranean. *Scientia Marina*, N.69. 231-240.
- TUDELA, S., PALOMERA, I (1997).** Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, N.160.pp. 121- 134.
- VAISSIERE, R., FREDJ, G (1963).** Contribution à l'étude de la faune benthique du plateau continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Oceanog*, Monaco, N.60 (1272).p. 83.
- VARELA, M., LARRAÑAGA, A., COSTAS, E., RODRÍGUEZ, B (1988).** Contenido estomacal de la sardina (*Sardina pilchardus* Walbaum) durante la campaña Saracus 871 en la plataformas Cantábrica y de Galicia en febrero de 1987. *Boletín Instituto Espanol de Oceanografia*, N.5.pp. 17-28.
- WARD, J. H (1963).** Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Amer. Statist. Ass.*, N.58.pp. 236-244.
- WHITEHEAD, P.J.P (1985).** Clupeoid fishes of the world (sub.order clupeidoidei).An annotated and illustrated catalogue of the herrings, Sardines, pilchards, Sparts, Shads, anchovies and wolf. Herrings. Part Chirocentridae, clupeidae and pristigasterida. *FAO Fish. Synop.* (125) Vo1.7. pp. 1-303.
- YOUSARA, F.V., GAUDY, R (2001).** Variations of zooplankton in the frontal area of the Alboran ea (Mediterranean sea) in winter 1997. [*Oceanologica Acta*, N. 24](#).pp. 361-376.

ZAAFA, A., TAHIRI, O., ELKHIATI, N., SOMOUE BERRAHO, L et al (2008). Study of the zooplanktonic community of Tangiers and M'diq (Gibraltar strait). *ICES WKZEM Report* N.10.p. 71.

Annexe

Tableau-1. Différentes proies ingérées par *Sardinella aurita* et calcul des divers indices alimentaires

Embranchement	Classe	Sous classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Np	Nest	F	F %	Cn	Cn %	Nim
Arthropodes	Crustacés	Copépodes	Calanoida	Metridiidae	<i>Pleuromamma</i>	<i>gracilis</i>	4	1	0,04	4,17	0,02	1,79	0,13
					<i>Pleuromamma</i>	<i>abdominalis</i>	2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
				Candaciidae	<i>Candacia</i>	<i>armata</i>	1	1	0,04	4,17	0,00	0,45	0,03
				Centropagidae	<i>Centropages</i>	<i>chierachiae</i>	15	8	0,33	33,33	0,07	6,70	0,50
					<i>Centropages</i>	<i>typicus</i>	20	14	0,58	58,33	0,09	8,93	0,67
					<i>Centropages</i>	sp.	4	1	0,04	4,17	0,02	1,79	0,13
				Oncaeidae	<i>Oncaea</i>	<i>mediterranea</i>	2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
				Eucalanidae	<i>Eucalanus</i>	<i>elongatus</i>	8	4	0,17	16,67	0,04	3,57	0,27
					<i>Eucalanus</i>	<i>atlanticus</i>	2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
				Calanidae	<i>Nanocalanus</i>	<i>minor</i>	3	1	0,04	4,17	0,01	1,34	0,10
					<i>Calanus</i>	<i>gracilis</i>	4	1	0,04	4,17	0,02	1,79	0,13
					<i>Calanus</i>	<i>tenuicornis</i>	1	1	0,04	4,17	0,00	0,45	0,03
				Paracalanidae	<i>Paracalanus</i>	<i>pigmaeus</i>	1	1	0,04	4,17	0,00	0,45	0,03
				Temoridae	<i>Temora</i>	<i>longicornis</i>	1	1	0,04	4,17	0,00	0,45	0,03
					<i>Temora</i>	<i>stylifera</i>	15	1	0,04	4,17	0,07	6,70	0,50
				Ind	Calanoides Ind		30	3	0,13	12,50	0,13	13,39	1,00
			Poecilostomatoida	Corycaeidae	<i>Corycaeus</i>	sp.	2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
		Ostracodes	Myodocopida	Conchoecinae	<i>Conchoecia</i>	<i>curta</i>	10	4	0,17	16,67	0,04	4,46	0,33
					<i>conchoecia</i>	sp.	2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
		Malacostracés	Euphausiaca	Euphausiidae	<i>Euphausiaces ind</i>		13	5	0,21	20,83	0,06	5,80	0,43

			Mysidacea	Ind	Mysidacés Ind		9	2	0,08	8,33	0,04	4,02	0,30
			Amphipoda	Phrosinidae	<i>Phrosina</i>	<i>semilunata</i>	4	1	0,04	4,17	0,02	1,79	0,13
					<i>Primo</i>	<i>macropa</i>	5	1	0,04	4,17	0,02	2,23	0,17
				Hyperidae	<i>Hyperia</i>	Sp.	2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
			Décapoda		Décapodes Ind		15	5	0,21	20,83	0,07	6,70	0,50
			Larves Des Crevettes	Gennadas	Larves des Crevettes		2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
					Crustacés Ind		20	7	0,29	29,17	0,09	8,93	0,67
			Larves d'Amphipodes		Larves d'Amphipodes		2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
Mollusques	Gastéropodes		Thecosomes	Limacinidae	<i>Limacina</i>	<i>inflata</i>	6	3	0,13	12,50	0,03	2,68	0,20
			Thecosomes	Cavoliniidae	<i>Creseis</i>	sp.	2	1	0,04	4,17	0,01	0,89	0,07
Annélides	Polychètes				Polychètes		13	5	0,21	20,83	0,06	5,80	0,43
Chaetognathes	Sagittoidea				Chaetognathes		4	3	0,13	12,50	0,02	1,79	0,13

Différentes proies ingérées par *Sardina pilchardus* et calcul des divers indices alimentaires.

Embranchement	Classe	Sous Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Np	Nest	F	F %	Cn	Cn %	Nim
Arthropodes	Crustacés	Copépodes	Calanoida	Metridiidae	<i>Pleuromamma</i>	<i>gracilis</i>	2	1	0,05	5	0,01	1,49	0,03
					<i>Pleuromamma</i>	<i>abdominalis</i>	1	1	0,05	5	0,01	0,75	0,03
				Centropagidae	<i>Centropages</i>	<i>chierachiae</i>	2	1	0,05	5	0,01	1,49	0,03
					<i>Centropages</i>	<i>typicus</i>	14	2	0,1	10	0,10	10,45	0,07
				Eucalanidae	<i>Eucalanus</i>	<i>elongatus</i>	3	1	0,05	5	0,02	2,24	0,03
					<i>Eucalanus</i>	<i>monachus</i>	1	1	0,05	5	0,01	0,75	0,03
				Paracalanidae	<i>Paracalanus</i>	<i>parvus</i>	4	2	0,1	10	0,03	2,99	0,07
				Euchaetidae	<i>Euchaeta</i>	<i>marina</i>	2	1	0,05	5	0,01	1,49	0,03
				Calanidae	<i>Calanus</i>	<i>minor</i>	8	3	0,15	15	0,06	5,97	0,10
					Copépodes Ind		19	4	0,2	20	0,14	14,18	0,13
		Ostracodes					12	10	0,5	50	0,09	8,96	0,33
		Malacostracés	Euphosiasa	Euphausiidae	<i>Nematoscelis</i>	<i>megalops</i>	8	7	0,35	35	0,06	5,97	0,23
			Amphipodes	Hyperidae	<i>Hyperia</i>	sp.	3	2	0,1	10	0,02	2,24	0,07
				Phrosinidae	<i>Primo</i>	<i>macropa</i>	15	6	0,3	30	0,11	11,19	0,20
		Ind	Ind	Ind	Crustacés Ind		10	4	0,2	20	0,07	7,46	0,13
Mollusques	Gastéropodes		Hétéropoda	Atlantidae	<i>Atlanta</i>	sp.	2	1	0,05	5	0,01	1,49	0,03
	Gastéropodes		Thecosomes	Limacinidae	<i>Limacina</i>	<i>inflata</i>	13	7	0,35	35	0,10	9,70	0,23
	Bivalves				Bivalves Ind		6	5	0,25	25	0,04	4,48	0,17
Annélides	Polychètes				Annélides Ind		9	4	0,2	20	0,07	6,72	0,13

Stratégie alimentaire chez *S. pilchardus*

Groupes	Np	Nest	Pi %	O %
Copépodes	56	17	41,79	85
Ostracodes	12	10	8,96	50
Euphsias	8	7	5,97	35
Amphipodes	18	8	13,43	40
Crustacés Ind	10	4	7,46	20
Gastéropodes	15	8	11,19	40
Bivalves	6	5	4,48	25
Polychètes	9	4	6,72	20
Total	134			

Stratégie alimentaire chez *S. aurita*

Groupes	Np	Nest	Pi %	O %
Copépodes	115	22	51,34	91,67
Ostracodes	12	5	5,36	20,83
Euphsias	13	5	5,80	20,83
Amphipodes	11	3	4,91	12,50
Crustacés Ind	20	7	8,93	29,17
Gastéropodes	8	4	3,57	16,67
Sagittoides	4	3	1,79	12,50
Polychètes	13	5	5,80	20,83
Mysidacés	9	2	4,02	8,33
Décapodes	15	5	6,70	20,83
Larves	4	2	1,79	8,33
Total	224			

***Np*: Nombre de proies**

***Nest* : Nombre d'estomacs examinés.**

***Pi*: abondance spécifique de la proie *i* par rapport aux nombres totaux de proies.**

***O* : fréquence d'occurrence de la proie *i* dans l'estomacs *i* par rapport au nombre totale d'estomacs.**

bleau-4. Indice de chevauchement du régime alimentaire chez *S. pilchardus* et *S.aurita*.

Groupes Zoologiques	Np1	Nest1	Np2	Nest2	Ti	Vi	Ti-Vi	Pij × pik	Pij ²	Pik ²
Copépodes	111	22	56	17	0,50	0,42	0,08	0,21	0,25	0,17
Ostracodes	12	5	12	10	0,05	0,09	0,04	0,00	0,00	0,01
Euphausiaces	13	5	8	7	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Mysidacés	9	2			0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Amphipodes	11	3	18	8	0,05	0,13	0,09	0,01	0,00	0,02
Décapodes	15	5			0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
Larves des Crevettes	4	2		4	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Crustacés Ind	20	7	10		0,09	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
Gastéropodes	8	4	15	8	0,04	0,11	0,08	0,00	0,00	0,01
Bivalves	4	3	6	5	0,02	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00
Polychètes	13	5	9	4	0,06	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00
Chaetognathes	4	3			0,02		0,02	0,00	0,00	0,00
Totale	224		134				0,47	0,24	0,27	0,23
Indices							D = 0,76			O = 0,94

D : Indice de Schoener

O : indice de Morisita–Horn (O)

n; Ti: proportion de proie i dans les estomacs de l'espèce T

Vi: proportion de proie i dans les estomacs de l'espèce V

Pij : proportion de proie mangée par la sardine

Pik : proportion de proie mangée par l'allache.

Résumé

Dans ce présent mémoire, on se propose d'identifier les composantes majeures liées à la circulation des flux de la matière entre les différentes composantes de la pyramide trophique du sommet (peuplements ichtyologiques) vers la base (peuplements zooplanctoniques). Les peuplements de Copépodes et deux clupéidés (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*) ont été choisis comme modèles au sein de certaines régions de la côte algéroise.

A partir de cette contribution, on essaiera de répondre à deux questions : quelles sont les espèces qui composent la biodiversité des peuplements zooplanctoniques de Copépodes et leurs répartitions quantitatives au sein de la colonne d'eau épipélagique ; que représentent ces espèces (proies) au sein du bol alimentaire des prédateurs clupéidés (*S. pilchardus* et *S. aurita*) et est ce qu'elles sont soumises à une sélection préférentielle

Dans cette présente étude, les peuplements étudiés (Copépodes et Clupéidés) sont issus de la région centre, et particulièrement au sein de la baie de Bou Ismail. Cette dernière est située entre 2° 54' Est - 36° 48' Nord et 2° 24' Est - 36° 38' Nord.

La faune de Copépodes épipélagique est composée par 22 espèces. Les dénombrements faunistiques (Cf. Chapitre IV.1.3.2) et la Classification Hiérarchique Ascendante ont montré un contingent de populations dites principales (*Temora stylifera*, *Nannocalanus minor*, *Pareucalanus attenuatus*, *Centropages typicus*, *C. chierchiae*, *C. violaceus*, *C. hamatus*, *Eucalanus elongatus*). Il s'agit des espèces fréquentes (plus de 75 % des récoltes zooplanctoniques) et abondantes (plus de 5 ind.m⁻³).

La modélisation des interactions proies (copépodes herbivore) – prédateurs (copépodes carnivores) a été approchée par le modèle de Lotka - Volterra. Des flux de la matière top – down (descendants) et bottom – up (ascendants) ont été identifiés au niveau des stations de prélèvements. Les espèces principales ont un rôle dans le transfert de la matière organique au sein de l'écosystème pélagique. La régulation de ce flux de carbone, varie d'une position à une autre.

Le régime alimentaire de la sardine et l'allache est composé essentiellement des crustacés Copépodes (80% et 91%). Ce résultat a été confirmé par l'indice de chevauchement des proies (D et O >0.6).

Les analyses statistiques de type présences – absences (test de Cochran et distance de Jaccard) entre les différents compartiments trophiques (Copépodes au sein de la colonne d'eau et des bols alimentaires des populations halieutiques) ont montré une hétérogénéité qualitative.

Mots clés : Côte Algéroise, Biodiversité zooplanctonique, Petits pélagiques, Interactions trophique.

Abstract

In this paper, it is proposed to identify the major components related to the flow of matter flows between the various components of the trophic pyramid of the top (fish populations) towards the base (zooplanktonic stands). The stands of Copepods and two clupeidae (*Sardina pilchardus* and *Sardinella aurita*) selected as models within certain regions of the Algerian coast.

From this contribution, we will try to answer two questions: what are the species that make up the biodiversity of the Zooplankton stands of Copepods and their quantitative distributions within the epipelagic water column; That these species (prey) represent in the food bowl of clupeid predators (*S. pilchardus* and *S. aurita*) and are subjected to a preferential selection

In this study, the stands studied (Copepods and Clupeidae) originate from the central region, and particularly within the Bay of Bou Ismail. The latter is located between 2 ° 54 'East - 36 ° 48' North and 2 ° 24 'East - 36 ° 38' North.

The fauna of Epipelagic Copepods is composed of 22 species. The faunistic counts (see Chapter IV.1.3.2) and the Ascending Hierarchical Classification have shown a contingent of the so-called main populations (*Temora stylifera*, *Nannocalanus minor* *Pareucalanus attenuatus* *Centropages typicus*, *C. chierchiae*, *C. violaceus*, *C. hamatus*, *Eucalanus Elongatus*). These species are frequent (more than 75% of the zooplankton crops) and abundant (more than 5 ind.m-3).

The modeling of prey interactions (herbivorous copepods) - predators (carnivorous copepods) was approached by the Lotka - Volterra model. Top - down (descending) and bottom - up (ascending) material flows identified at the sampling stations. The main species have a role in the transfer of organic matter within the pelagic ecosystem. The regulation of this carbon flux varies from one position to another.

The diet of the sardine and the allache is composed mainly of crustaceans Copepods (80% and 91%). The Prey Overlap Index (D and O > 0.6) confirmed this result.

The statistical analyzes of the presence-absence (Cochran test and Jaccard distance) between the different trophic compartments (Copepods within the water column and feeding bowls of the fish populations) showed qualitative heterogeneity.

Key words: Algerian coast, Zooplankton biodiversity, Small pelagics, Trophic interactions.

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE & POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur & de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



OPTION : APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE DES PÊCHES

Présenté par: M^{elle} HAMRI Fatiha

RESUME

***Peuplements zooplanctoniques et ichthyologiques
(Clupéidae, Engraulidae) de la côte algéroise :
Interactions, Flux de matières et Conséquences sur les
stocks halieutiques***

M. HAFFERSSAS A.

PROFESSEUR- USTHB - FSB

Rapporteur

PROMOTION 2017

I. Introduction

La pêche constitue une source alimentaire majeure pour l'Homme. Cette activité est créatrice de l'emploi pour les populations des zones côtières. Elle est à l'origine de divers avantages socio-économiques.

En Algérie, le nombre de pêcheurs recensé en 2009 est de 40615 (<http://www.mpeche.gov.dz>). Sur une décennie (1999 – 2009) la flottille de pêche a connu une croissance de 84% entre 1999 et 2009. Elle est passée de 2464 à 4532 unités (dont près de 65% sont des petits métiers). La production halieutique a connue deux phases durant la même période :

- Une phase d'accroissement (1999 – 2006) où la production est passée de 89818 tonnes à un maximum de 157021 tonnes (soit une hausse de 74.8%);
- Une phase de régression (2006 et 2009) où les rendements ont chuté de 17% (<http://www.mpeche.gov.dz>).

L'effondrement des stocks des espèces de petits pélagiques est dû à la gestion des pêches. Celle-ci recommande un grand taux d'exploitation des populations à vie courte et à grande productivité (Pinsky & *al.*, 2011). L'épuisement des stocks halieutiques a des répercussions sur les plans biologique (perte de la biodiversité) et économique (disparition de l'activité de pêche) et sociétale (augmentation du taux de chômage).

Afin de remédier aux raretés et de dépasser les limites des méthodes de gestion traditionnelles des ressources halieutiques, une nouvelle stratégie peut être fondée sur une approche écosystémique. Celle-ci décrit une organisation en termes de correspondance, d'adaptation, et de réponse appropriée aux conditions de l'environnement. Cette stratégie, dénommée Approche Écosystémique des Pêches (AEP), intègre deux concepts: la gestion des écosystèmes et la gestion des pêches. La finalité est de mettre en

œuvre la durabilité dans le développement de la pêche (FAO, 2003) en reconnaissant l'interdépendance entre le bien-être humain et le bien-être de l'écosystème (Garcia et *al.*, 2003).

L'étude de l'écologie des espèces est essentielle pour déterminer les facteurs qui contrôlent leurs distributions et abondances au sein du réseau trophique pélagique. Les petits poissons y jouent un rôle important. Ils sont impliqués dans le transfert du flux de carbone du plancton vers les grands prédateurs (poissons, mammifères marins et oiseaux) (Cury & *al.*, 2000). Les peuplements zooplanctoniques jouent un rôle déterminant dans le transport des proies vers les prédateurs: plus de 60 % de la production primaire peut être transférée aux alevins de poissons par l'intermédiaire des zooplanctontes phytophages (Haberman, 1998). L'étude de leurs distributions quantitatives est nécessaire à l'établissement des modèles de fonctionnement des écosystèmes afin de gérer les ressources halieutiques (Shiel, 1995).

Ainsi, l'organisation des écosystèmes est régie par les flux d'énergies qui existent entre les compartiments biologiques. Ces relations alimentaires sont des réseaux d'interactions qui forment les assises de la structure et du fonctionnement des écosystèmes. Les activités alimentaires permettent aux organismes d'assimiler de la matière et donc de l'énergie pour subvenir à leurs besoins vitaux et de permettre leur survie (Dessier, 2015).

De très nombreuses études tentent de comprendre les processus à l'origine des transferts de matières entre les organismes au sein des réseaux trophiques. Elles ont proposé des concepts tels que les régulations de type bottom-up (flux ascendant) ou top-down (flux descendant). Dans le cas de la première régulation, l'origine du contrôle dépend des premiers niveaux trophiques et des variables environnementales. Dans le cas du contrôle de type top-down, la régulation dépend des niveaux trophiques supérieurs (Blaxter & Hunter, 1982; Power, 1992).

Au sein de l'océan mondial (Méditerranée et Atlantique), de nombreuses études ont été dédiées aux régimes alimentaires des communautés halieutiques (Varela & *al.*, 1988; Morote & *al.*, 2010; Costalago & *al.*, 2014). Sur les côtes algériennes les travaux se sont surtout intéressés à la biologie et à l'exploitation des Clupéidés et particulièrement l'allache et la sardine (Bouaziz,

2007; Belouahem, 2010; Benaldjia, 2014; Djemaa & *al.*,2015). Néanmoins, aucune étude n'a été réalisée sur la circulation

des flux trophiques reliant les peuplements ichtyologiques et zooplanctoniques. Ces études ont concernées uniquement le niveau des peuplements zooplanctoniques (Hafferssas, 1996 & 2010; Seridji & Hafferssas, 2000; Hafferssas & Seridji, 2010, Kherchouche, 2014).

Dans ce présent mémoire, on se propose d'identifier les composantes majeures liées à la circulation des flux de la matière entre les différentes composantes de la pyramide trophique du sommet (peuplements ichtyologiques) vers la base (peuplements zooplanctoniques). Les peuplements de Copépodes et deux clupéidés (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*) ont été choisis comme modèles au sein de certaines régions de la côte algéroise.

A partir de cette contribution, on essaiera de répondre à deux questions :

1. Quelles sont les espèces qui composent la biodiversité des peuplements zooplanctoniques de Copépodes et leurs répartitions quantitatives au sein de la colonne d'eau épipélagique ?
2. Que représentent ces espèces (proies) au sein du bol alimentaire des prédateurs clupéidés (*S. pilchardus* et *S. aurita*) et est ce qu'elles sont soumises à une sélection préférentielle ?

L'approche suivie pour cette étude est basée sur:

- L'examen des contenus stomacaux des deux populations commerciales;
- L'emploi des analyses statistiques reliant les Copépodes aux bols alimentaires des deux Clupéidés.

Ce travail s'intègre dans une des thématiques de recherches du projet de l'équipe Ecosystème Pélagique du Laboratoire d'Océanographie Biologique et de l'Environnement Marin de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène.

I. Matériel et méthodes

I.1. prélèvements

I.1.1. les peuplements ichtyologiques.

60 individus (sardine et l'allache) regroupés par classes de tailles, ont été traités de diverses façons pour mieux cerner les habitudes alimentaires de ces deux espèces.

La période des prélèvements s'est étendue du mois de juin au mois de juillet 2015. Les prélèvements proviennent de la baie de Bou-Ismaïl.

Les poissons sont traités à l'état frais. Au laboratoire de Sidi Fredj et LBM3 (ENSSMAL), des mensurations morphométriques ont été réalisées à l'aide d'un ichthyomètre, et la longueur considérée est notée « LT ». Après, les mensurations et pesées, nous procédons à l'ouverture de la cavité abdominale, pour la détermination du sexe. Une fois leurs cavités abdominales ouvertes, les estomacs sont prélevés, pesés et conservés dans des piluliers étiquetés et remplis d'une solution formaline à 10%, qui assure un durcissement de la paroi stomacale et des proies en plus de son rôle conservateur, ce qui facilite les observations ultérieures (Lalami, 1970).

I.1.2. les copépodes

Les prélèvements, issus de l'année 2015, proviennent à partir des embarcations effectuées durant la saison estivale (Juin 2015) au niveau de la région Sidi Fredj de la côte algéroise.

Au total 6 stations (1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3) appartenant à 2 radiales côtes-large ont été échantillonnées au sein de la couche superficielle (0-50 m). Les trois premières stations sont portées par la radiale R1 et les autres stations appartiennent à la seconde radiale R2 (fig1). Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet standard de type Working Party 2 (WP2). Les échantillons ont été versés dans des flacons en polyéthylène. Nous y avons rajouté une solution de formol concentrée à 4%.

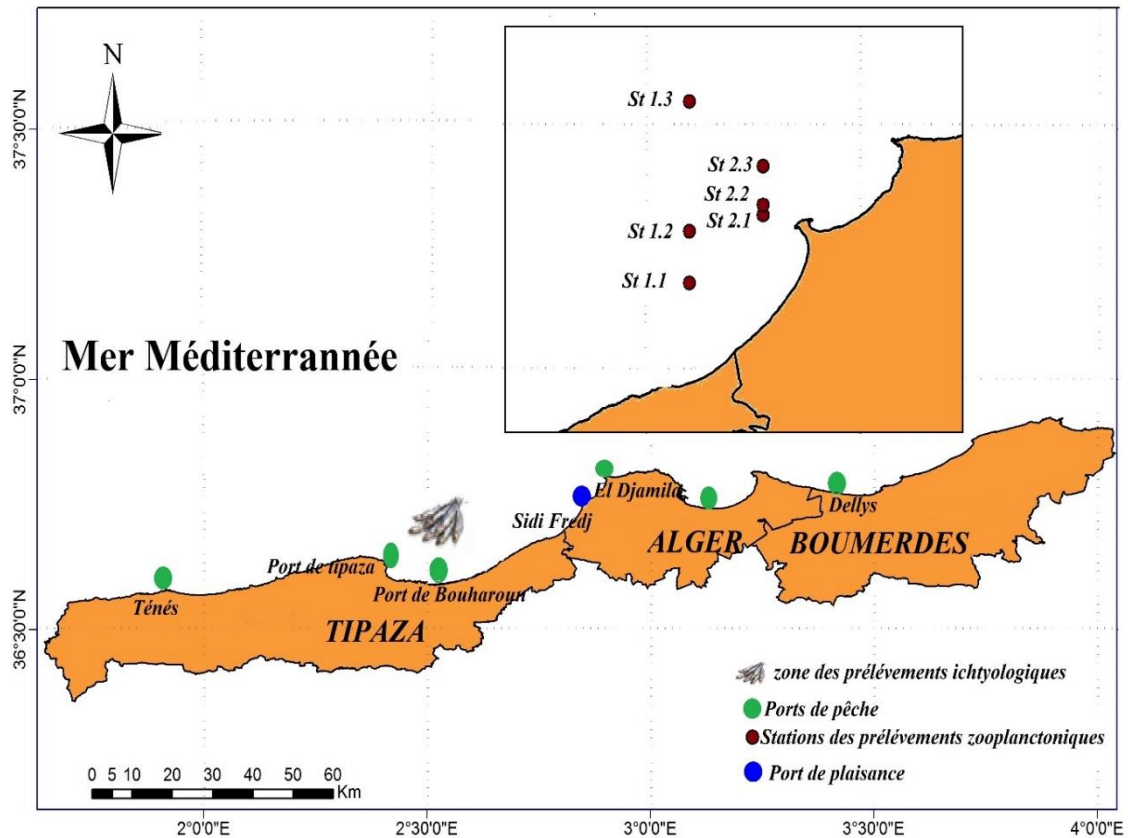


Figure 1. Zone d'échantillonnages des peuplements zooplanctoniques et halieutiques.

I.2. les méthodes d'étude.

I.2.1. Analyse du régime alimentaire (les peuplements ichthyologiques).

A. Analyse qualitative

Au cours de cette analyse, une liste aussi complète que possible des différentes espèces des proies consommées a été établie par groupes zoologique supérieurs. Les proies ont été identifiées à partir des références de Rose (1933), Tregouboff et Rose (1957) et Ruffo (1998).

B. Analyse quantitative

Elle complète la précédente, et permet de préciser l'importance relative des différentes proies dans la composition globale de la nourriture, de mettre en évidence les variations éventuelles du régime alimentaire en fonction de la taille des poissons, du sexe, de la profondeur de capture et de la saison (Quiniou, 1978 *in* Chérabi, 1987).

Plusieurs auteurs cités par Chérabi (1987) et Martino (2012) proposent trois méthodes ; volumique, pondérale et numérique. Cette dernière est basée essentiellement sur l'importance numérique des proies

Parmi les indices alimentaires cités par Martino(2012), trois ont été utilisés dans la présente étude : L'indice de vacuité (IV), l'indice numérique (IN), L'indice d'occurrence (IO), le

nombre moyen de proies par estomac (Nm), le nombre moyen d'individus par estomac pour la proie i (Nim) et l'indice de chevauchement du régime alimentaire.

I.2.2. Identification et dénombrement des copépodes

Les échantillons de méduses sont identifiés, jusqu'au niveau spécifique, sous une loupe binoculaire. Parfois, pour une observation plus détaillée, les populations ont été identifiées sous un microscope optique. Divers ouvrages ont été utilisés : Tregoboff & Rose (1957) ; Rose (1933).

I.2.3. Fréquences d'occurrences

Les différentes espèces récoltées ont été classées selon leurs fréquences d'occurrences (Fi). Il s'agit d'un rapport entre le nombre de pêche dans laquelle se trouve une espèce i et le nombre total des pêches effectuées (P) (Daget, 1976).

Cet indice est exprimé en pourcentage. Une espèce peut être fréquente ($Fi \geq 75 \%$); commune (Fi entre 25 et 75 %) ou rare ($Fi \leq 25 \%$) (Soyer, 1970).

I.2.4. Abondances et Abondances relatives

Les abondances des populations sont exprimées par unité de volume (individus.m⁻³). Pour chaque espèce (i) son abondance peut être ramenée à un pourcentage. Il s'agit d'une abondance relative qui représente le rapport entre l'abondance i de cette espèce sur l'abondance totale d'un prélèvement donné.

I.2.5. Comparaison des Abondances et affinités quantitatives

Afin de comparer les affinités quantitatives entre les différentes stations de prélèvements, une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a été utilisée. Il s'agit d'un traitement multivarié où la matrice brute des données comporte les variables (stations) en colonnes et les observations (espèces de Copépodes) en lignes.

Pour ce faire, les groupements similaires des stations ont été extraits à partir de l'utilisation de la distance euclidienne (Orloci, 1978).

Le dendrogramme (représentation graphique) résume les liens entre les stations (ou groupes de stations) en utilisant la Méthode de Ward (Ward, 1963).

Cette analyse a été appliquée sur des données transformées en $\text{Log}(x+1)$ en utilisant le logiciel Statistica 8®.

I.3. Similitudes et dissemblances entre les peuplements de Copépodes au sein de la colonne d'eau et ceux des bols alimentaires des clupéidés

Des analyses comparatives entre les Copépodes issus de la colonne d'eau et ceux présents dans les bols alimentaires de *S. pilchardus* et *S. aurita* ont été approchées par des analyses statistiques. Il s'agit surtout des analyses qualitatives basées sur la présence ou l'absence des espèces.

I.3.1. Test Q de Cochran

La matrice des données utilisées pour ce test est de type qualitatif (en présences-absences). Les [données](#) se présentent sous la forme d'un tableau constitué de 0 et de 1. Cette matrice est caractérisée par les:

- Colonnes (ou variables) où figurent les trois niveaux à comparer: colonne d'eau, bol alimentaire *S. pilchardus* et *S. aurita*;
- Observations ou lignes où y sont portées les différentes espèces identifiées.

La statistique du test de Cochran suit une loi Khi – deux à k-1 degrés de liberté:

$$Q = \frac{(k - 1)(k \sum G_j^2 - G^2)}{k \sum L_i - \sum L_i^2}$$

$$\begin{aligned} L_i &= \text{somme des présences (1) sur la ligne } i; \\ G_j &= \text{Somme des présences (1) sur la colonne } j \\ G &= \sum L_i^2 \end{aligned}$$

L'analyse a été réalisée sur le logiciel statistica⁸

I.3.2. Indice de Similitude de Jaccard

L'indice de similarité de Jaccard permet de quantifier la ressemblance entre les trois niveaux sélectionnés. (Copépodes libres dans la colonne d'eau et ceux des bols alimentaires) pris deux à deux. La matrice utilisée est de type qualitative (présences – absences) (Field *et al.*, 1982).

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

- a. Représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats;
- b. Représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 1;
- c. Représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat

II. Résultats et discussions

II.1. Peuplements de Copépodes

La faune de Copépodes issue de la zone d'étude (2° 46'E - 2° 48'E) est composée par 22 espèces.

II.1.1. Biodiversité taxonomique et fréquences d'occurrences

Cette faune est répartie sur 2 ordres, 8 familles et 9 genres différents (Tableau 7). La base de données World Marine Register Species (WoRms) a été utilisée pour leurs classifications taxonomiques.

Tableau 1. Biodiversité taxonomique et fréquences d'occurrences de la faune de Copépodes issue de la zone de Sidi Fredj. (D'après le World Register Marine Species)

Légendes: Fi = Fréquences d'occurrences (%); espèces suivies d'une étoile=espèces bathypélagiques; espèces en italique gras = espèces d'origine atlantique

Super ordre	Ordre	Famille	Genres & Espèces	Fi	Classification
Gymnoplea	Calanoida	Centropagidae	<i>Centropagestypicus</i> Krøyer, 1849	100	Fréquente
			<i>Centropages violaceus</i> Claus, 1863	83.33	Fréquente
			<i>Centropages chierchiae</i> Giesbrecht, 1889	66.67	Commune
			<i>Centropages hamatus</i> Lilljeborg, 1853	100	Fréquente
			<i>Centropages krøyer</i> Giesbrecht, 1893	33.33	Commune
		Temoridae	<i>Temora stylifera</i> Dana, 1849	100	Fréquente
			<i>Temora longicornis</i> Müller, 1785	33.33	Commune
		Calanidae	<i>Calanu shelgolandicus</i> Claus, 1863	50.00	Commune
			<i>Calanoides brevicornis</i> Lubbock, 1856	50.00	Commune
			<i>Nannocalanus sminor</i> Claus, 1863	83.33	Fréquente
			<i>Mesocalanus tenuicornis</i> Dana, 1849	16.67	Rare
		Eucalanidae	<i>Neocalanus gracilis</i> * Dana, 1852	33.33	Commune
			<i>Pareucalanus attenuatus</i> * Dana, 1849	83.33	Fréquente
			<i>Subeucalanus monachus</i> * Giesbrecht, 1888	16.67	Rare
			<i>Eucalanus elongatus</i> * Dana, 1848	83.33	Fréquente
		Paracalanidae	<i>Paracalanus parvus</i> Claus, 1863	50.00	Commune
			<i>Paracalanus pygmaeus</i> Claus, 1830	16.67	Rare
			<i>Paracalanus nanus</i> Sars, 1925	33.33	Commune
		Metridinidae	<i>Pleuromamma gracilis</i> * Claus, 1863	66.67	Commune
		Oithonidae	<i>Oithona plumifera</i> Baird, 1843	66.67	Commune
			<i>Oithona helgolandica</i> Claus, 1863	33.33	Commune
Podoplea	Poecilostomatoida	Corycaeidae	<i>Corycaeus speciosus</i> Dana, 1849	66.67	Commune

La biodiversité est composée par sept espèces fréquentes ($Fi > 75\%$). Il s'agit des populations de *C. typicus*, *C. hamatus*, *C. violaceus*, *E. elongatus*, *T. styliфера*, *N. minor* et *P. attenuatus*.

Les espèces communes ($25\% < Fi < 75\%$) sont en nombre de 12. On y dénombre : *C. chierchiae*, *C. helgondicus*, *C. brevicornis*, *C. gracilis*, *P. parvus*, *P. gracilis*, *O. plumifera*, *C. speciosus*, *C. krôyeri*, *P. nanus*, *O. helgolandica*.

Quatre espèces sont qualifiées de rares ($Fi < 25\%$). Il s'agit des populations de *P. pygmatius*, *C. tenuicornis*, *E. monachus* et *T. longicornis*.

II.1.2. Distribution des abondances et compositions faunistiques

Sur les deux radiales associées, l'abondance moyenne est de 81.58 ± 0.21 individus.m⁻³.

II.1.2.1. Abondances totales

La distribution des abondances totales sur les deux radiales sont nettement supérieures à 30 individus.m⁻³ (Tableau 2).

Genres et Espèces	Radiale 1				Radiale 2			
	St 1.1	St 1.2	St 1.3	Moyenne	St 2.1	St 2.2	St 2.3	Moyenne
<i>Centropages typicus</i>	06.91	12.13	02.78	07.27	10.53	12.12	07.36	10.00
<i>Centropages violaceus</i>	08.29	06.92	00.00	05.07	06.91	09.68	08.30	08.30
<i>Centropages chierchiae</i>	02.76	13.70	02.77	06.41	00.00	08.21	00.00	02.74
<i>Centropages hamatus</i>	02.75	07.35	02.77	04.29	06.46	11.75	06.66	08.29
<i>Centropages krôyeri</i>	03.67	05.50	00.00	03.06	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Temora stylifera</i>	19.94	19.21	02.77	13.98	13.28	09.01	05.55	09.28
<i>Temora longicornis</i>	00.00	02.76	00.00	00.92	00.00	00.00	02.77	00.92
<i>Calanus helgolandicus</i>	00.00	08.21	02.76	03.66	00.00	00.00	04.44	01.48
<i>Calanoides brevicornis</i>	05.50	06.89	02.76	05.05	00.00	08.29	03.70	04.00
<i>Nannocalanus minor</i>	08.21	08.28	02.77	06.42	05.53	06.24	00.00	03.92
<i>Calanus tenuicornis</i>	00.00	13.55	00.00	04.52	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Calanus gracilis</i>	00.00	02.76	02.76	01.84	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Pareucalanus attenuatus</i>	00.00	06.93	02.78	03.24	08.21	09.41	04.86	07.49
<i>Eucalanus elongatus</i>	08.25	04.16	02.78	05.06	10.90	07.77	06.47	08.38

<i>Eucalanus monachus</i>	00.00	00.00	02.76	00.92	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Paracalanus parvus</i>	00.00	04.16	02.77	02.31	05.50	00.00	00.00	01.83
<i>Paracalanus pygmaeus</i>	00.00	02.76	00.00	00.92	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Paracalanus nanus</i>	00.00	02.76	02.76	01.84	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Pleuromamma gracilis</i>	08.21	03.47	02.78	04.82	00.00	03.47	02.77	02.08
<i>Oithona plumifera</i>	06.91	00.00	00.00	02.30	02.76	04.62	02.78	03.39
<i>Oithona helgolandica</i>	00.00	03.70	02.77	02.16	00.00	00.00	00.00	00.00
<i>Corycaeus speciosus</i>	00.00	04.15	02.77	02.31	03.47	00.00	04.62	02.69
Abondance Totale	81.43	139.36	44.32		73.55	90.55	60.28	

II.1.3. Comparaisons et affinités quantitatives

L'utilisation de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA), comme un outil comparatif des abondances, a permis la séparation de deux groupements faunistiques (A et B) (Figure 16).

Le premier groupe (A) caractérise les espèces les plus abondantes ou fréquentes. Les espèces principales, considérées comme des indicateurs hydrologiques (Cf. Chapitre IV.1.2.2) en sont les plus individualisées au sein de ce groupe.

Elles sont réparties au sein des sous-groupes A₁ (*T. stylifera*), A₂ (*C. typicus*, *C. violaceus*, *E. elongatus*, *C. hamatus*, *E. attenuatus*) et A₃ (*N. minor*, *C. brevicornis*, *P. gracilis*, *C. chierchiae*).

Au sein de ce dernier on y intègre une espèce fréquente mais non abondante (moyennes inférieures à 4 ind.m⁻³ sur les deux radiales).

Le second groupe (B) caractérise les espèces les moins abondantes (moyennes inférieures à 3.50 ind.m⁻³) (Figure 2). Il regroupe des populations récoltées uniquement au sein de la radiale 1 (*Oithona helgolandica*, *Calanus gracilis*, *Paracalanus nanus*, *Centropages krøyeri*). Ces espèces appartiennent au sous-groupe B₁. Celles du deuxième sous-groupe (B₂) sont *C. helgolandicus*, *Corycaeus speciosus* et *P. parvus*. Elles sont inventoriées sur les deux radiales de prélèvement.

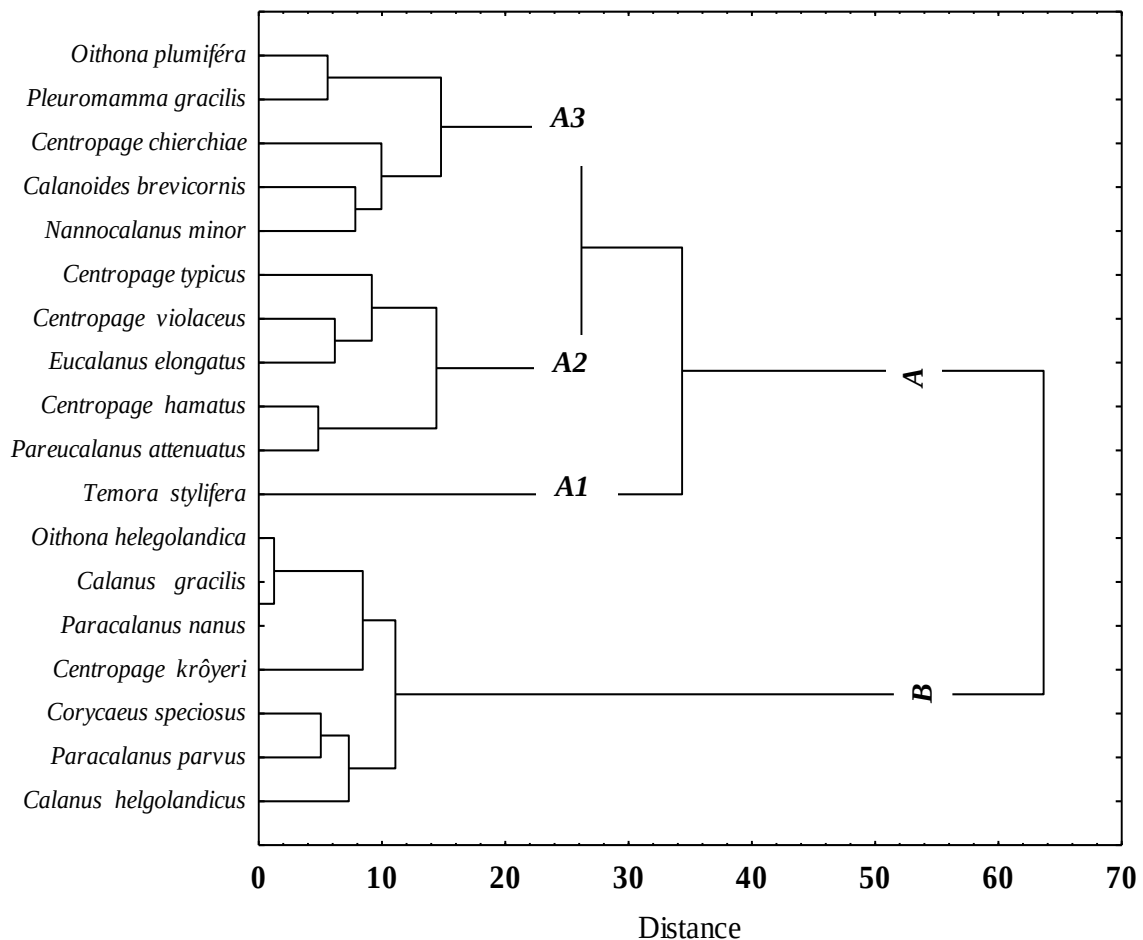


Figure 2. Affinités quantitatives et groupements faunistiques liés à la région de Sidi Fredj

II.1.4. Valeurs et significations écologiques de la faune de Copépodes

II.1.4.1. Espèces indicatrices du passage du courant Atlantique

Radiale 1

Les espèces d'origines atlantique (*Centropages violaceus*, *C. chierchiae*, *C. hamatus*, *Temora longicornis* et *Mesocalanus tenuicornis*) présentent une abondance qui varie entre un minimum de 5.54 ind.m⁻³ (St. 1.3) et un maximum de 44.28 ind.m⁻³ (St. 1.2). En termes de pourcentages, elles représentent 16.34% de l'abondance totale (Figure 3 a).

Radiale 2

Les populations d'origine atlantique présentent des abondances totales qui varient entre 13.75 ind.m⁻³ (St. 2.1) et 29.64 ind.m⁻³(St. 2.2). Ainsi, leurs contributions varient entre 22.01 % et 48.80 %(Figure 3 b).

II.1.4.2. Espèces néritiques

Radiale 1

L'abondance totale cumulée des espèces néritiques (*Centropages typicus*, *C. krøyeri*, *Temora stylifera*, *Nannocalanus minor*, *Calanus brevicornis*, *C. helgolondicus*, *Paracalanus pygmaeus*, *P. parvus*, *P. nanus*, *Oithona plumifera*, *O. helgolandica*, *Corycaeus speciosus*) oscille entre un minimum de 24.78 ind.m⁻³ au sein de la station 1.3 (14.81 % du total) et un maximum de 77.16 au sein de la station 1.2 (46.46 % du total) (Figure 3 a).

Radiale 2

Au sein de cette radiale, leurs abondances totales cumulées sont plus faibles. Elles varient entre une concentration minimale de 23.73 ind.m⁻³ (22 % du total) au sein de la station 2.3 et un maximum de 43.75 ind.m⁻³ (40.56 % du total) au sein de la station 2.2 (Figure 3 b).

II.1.4.3. Espèces bathypélagiques indicatrices de remontées des eaux profondes

Radiale 1

Les peuplements bathypélagiques sont représentés par *Calanus gracilis*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Pleuromamma gracilis*. Leurs abondances totales sont minimales (13.86 ind.m⁻³ au niveau de la station 1.3; soit 23.73 % du total) et optimales (20.21 ind.m⁻³ au niveau de la station 1.1; soit 43.75 % du total) (Figure 3 a).

Radiale 2

Leurs valeurs quantitatives sont légèrement plus grandes. Le minima est de 14.1 ind.m⁻³ (27.44% du total au sein de la station 2.3) et le maxima atteint 43.75 ind.m⁻³ (40.18% du total au sein de la station 2.2) (Figure 3 b).

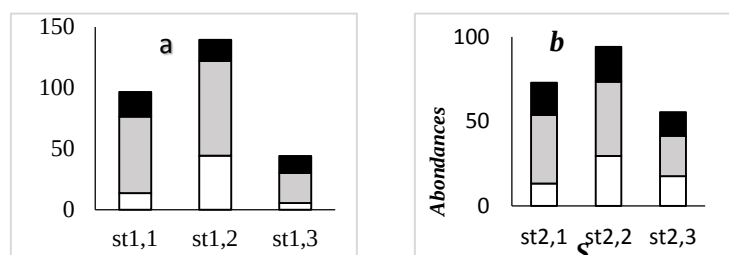


Figure 3. Abondances et contributions des différents indicateurs écologiques de la faune issue de la région de Sidi Fredj

a = Radiale 1; b = Radiale 2 Espèces bathypélagique Espèces néritiques Espèces Atlantiques

II.2. Etude du régime alimentaire des populations halieutiques de *S. pilchardus* et *S. aurita*

Pour cette étude, deux échantillons de 30 estomacs relatifs à *S. pilchardus* et à *S. aurita* ont été sélectionnés. Les observations microscopiques ont révélé une dizaine d'estomacs vides chez la première espèce et 6 estomacs chez la deuxième.

II.2.1. Composition qualitative du bol alimentaire

A partir des analyses des contenus stomacaux, des effectifs de 224 et 134 proies ont été recensées, respectivement, chez *S. aurita* et *S. pilchardus* (Tableau 3).

Tableau 3. Inventaire qualitatif de principales proies ingérées par les deux espèces ichthyologiques issues de la côte Algéroise
(SP = *Sardina pilchardus*; SA = *Sardinella aurita*; B = *Bathypélagiques*)

Embranchement	Classe	Sous Classe	Ordre	Famille	Genre et Espèce	Statut Ecologique	SP	SA
Arthropodes	Crustacés	Copépodes	Calanoida	Metridiidae	<i>Pleuromamma gracilis</i>	B	+	+
					<i>Pleuromamma abdominalis</i>	A	+	+
				Candaciidae	<i>Candacia armata</i>	N	-	+
				Centropagidae	<i>Centropages chierachiae</i>	A	+	+
					<i>Centropages typicus</i>	N	+	+
					<i>Centropages</i> sp.	-	-	+
				Oncaeidae	<i>Oncaea mediterranea</i>	N	-	+
				Eucalanidae	<i>Eucalanus elongatus</i>	B	+	+
					<i>Eucalanus monachus</i>	B	+	-
					<i>Eucalanus atlanticus</i>	A	-	+
				Calanidae	<i>Nanocalanus minor</i>	N	+	+
					<i>Neocalanus gracilis</i>	N	-	+
					<i>Calanus tenuicornis</i>	A	-	+
				Paracalanidae	<i>Paracalanus pygmaeus</i>	N	-	+
					<i>Paracalanus parvus</i>	N	+	-
				Temoridae	<i>Temora longicornis</i>	A	-	+
					<i>Temora stylifera</i>	N	-	+
				Euchaetidae	<i>Euchaeta marina</i>	N	+	-
		Poecilostomatoida		Corycaeidae	<i>Corycaeus</i> sp.		-	+
		Ostracodes	Myodocopida	Conchoecinae	<i>Conchoecia curta</i>		-	+
					<i>Conchoecia</i> sp.			+
		Malacostracés	Amphipoda	Phrosinidae	<i>Phrosina semilunata</i>		-	+
					<i>Primo macropa</i>		+	+
				Hyperidae	<i>Hyperia</i> sp.		+	+
			Euphosiasa	Euphausiidsidae	<i>Nematoscelis megalops</i>		+	-
Mollusques	Gastéropodes		Thecosomes	Limacinidae	<i>Limacina inflata</i>		+	+
				Cavoliniidae	<i>Creseis</i> sp.		-	+
			Hétéropoda	Atlantidae	<i>Atlanta</i> sp.		+	-

II.2.2. Coefficient de vacuité

Le nombre total des proies mangées par la sardine et l'allache est respectivement 134 et 224. Le coefficient de vacuité est de 33.33 % et 20 % respectivement. (Figure4).

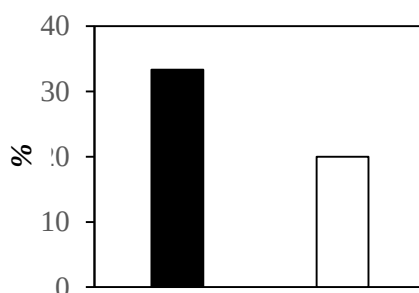


Figure 4. Coefficient de vacuité chez les deux populations halieutiques

■ *S. pilchardus* □ *S. aurita*

II.2.3. Fréquences et pourcentages des proies ingérées

a. A l'échelle de la sous classe des Copépodes

Les proies reliées aux Crustacés Copépodes ont la fréquence la plus élevée : plus de 80 % chez *S. pilchardus* et plus de 90 % chez *S. aurita* (Figures4 a et b).

Au sein du bol alimentaire, ces types de proies représentent des pourcentages 42.10 % (*S. pilchardus*) et 51.34 % (*S. aurita*). Par conséquent, les Copépodes constituent la nourriture préférentielle chez les deux espèces de poissons étudiées (Figures4 a et b).

b. A l'échelle des espèces de Copépodes

S. pilchardus

Le nombre total de proies Copépodes ingérés est de 58 (Tableau 11). Les populations dominantes (plus de 10 %) se résument à 3. Les espèces indéterminées (impossible à identifier du fait de leurs états morphologiques) sont dominantes (33.03 %). Au deuxième rang d'importance (25 %), les populations de *Centropages typicus* ont été capturées. Elles sont suivies, au troisième rang (14.29 %), par les populations de *Nannocalanus minor*.

En termes de statuts écologiques, les populations de *S. pilchardus* ont ingérées surtout (50 % du total) les Copépodes néritiques (*C. typicus*, *N. minor*, *P. parvus* et *E. marina*) (Figure4).

Les espèces inféodées aux couches sous-jacentes (*P. gracilis*, *E. elongatus*, *E. monachus*) représentent presque 11 % du total (Figure 4).

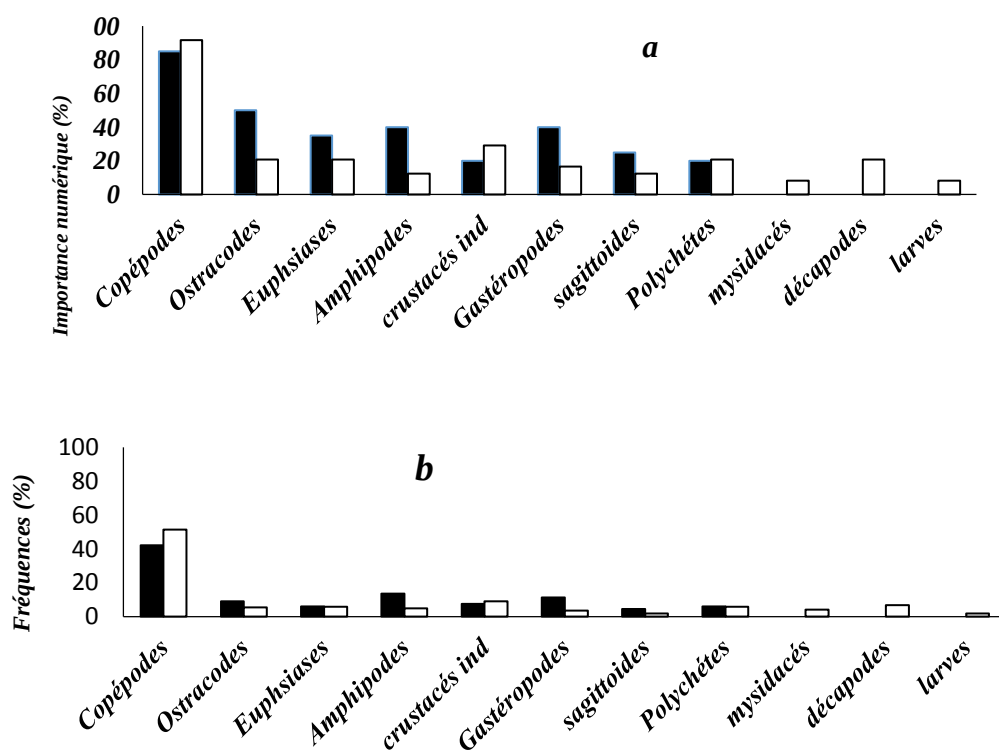
Le bol alimentaire de *S. pilchardus* est également composé par des Copépodes Atlantique (*P. abdominalis* et *C. chierchiae*) (Figure4).

c. Autres proies

Chez *S. pilchardus*, les Ostracodes représentent, également une proie préférentielle ($F = 50 \%$). Les autres groupes (Annélides polychètes, Gastéropodes, Chaetognathes, Amphipodes, Euphausiacés et d'autres Crustacés indéterminés) sont classés parmi les proies secondaires. Leurs fréquences ne dépassent guère les 45 % du total (Figure4 a).

Chez *S. aurita*, les Ostracodes sont considérées comme des proies secondaires. On y rajoute les groupes inventoriés chez *S. pilchardus* (Annélides polychètes, Gastéropodes, Crustacés indéterminés, Décapodes, Chaetognathes, Amphipodes, Euphausiacés). Leurs fréquences sont légèrement supérieures à 10 % (Figure4 b).

Les divers larves planctoniques (Amphipodes et Crevettes) ainsi que les Mysidacés représentent des nourritures accidentelles ($F < 10 \%$) chez l'allache également (Figure 4 b).



Figures 4. Fréquences (a) et importances (b) en pourcentage des proies ingérées par

■ *S. pilchardus* et □ *S. aurita*

II.2.4. Nombre moyen (Nm) de proies issues du bol alimentaire

Parmi les 30 estomacs analysés pour chacune des deux espèces, 134 espèces-proies ont été dénombrées pour la sardine et 224 espèces chez l'allache, avec un nombre moyen (*Nm*) par estomac égal à 4.47 et 7.47 respectivement (Tableaux 4 et 5).

a. Crustacés

Le nombre moyen des Crustacés ingérés chez *Sardinella aurita* (*Nm* = 6,64) et chez *Sardina pilchardus* (*Nm* = 3.47) est le plus proche du nombre moyen du total des proies (*Nm* = 7.47 et *Nm* = 4.47, respectivement) liées aux différents embranchements (Tableaux 4 et 5).

b. Copépodes

Cela traduit l'importante proportion des Crustacés dans la nourriture de deux espèces. Les Copépodes y constituent des proies préférentielles. Le nombre moyen ingéré (*Nm*) est de 2.80 chez la sardine et de 3.83 chez l'allache (Tableaux 4 et 5).

Tableau 4 . Nombre moyen de proies Copépodes issues du bol alimentaire de *S. pilchardus*

Genre & Espèce	Nombre moyen ingéré
<i>Pleuromamma gracilis</i>	0,03
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	0,03
<i>Centropages chierachiae</i>	0,03
<i>Centropage typicus</i>	0,07
<i>Eucalanus elongatus</i>	0,03
<i>Eucalanus monachus</i>	0,03
<i>Paracalanus parvus</i>	0,07
<i>Euchaeta marina</i>	0,03
<i>Nanocalanus minor</i>	0,10
Copépodes Indéterminés	0,13
Ostracodes Indéterminés	0,33
<i>Nematoscelis megalops</i>	0,23
<i>Hyperia</i> sp.	0,07
<i>Primo macropa</i>	0,20
Crustacés Indéterminés	0,13
<i>Atlanta</i> sp.	0,03
<i>Limacina inflata</i>	0,23
Bivalves Indéterminés	0,17
Polychètes	0,13

Tableau 5. Nombre moyen de proies issues du bol alimentaire de *S. aurita*

Genre & Espèce	Nombre moyen ingéré
<i>Pleuromamma gracilis</i>	00,13
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	00,07
<i>Candacia armata</i>	00,03
<i>Centropages chierachiae</i>	00,50
<i>Centropages typicus</i>	00,67
<i>Centropages</i> sp.	00,13
<i>Oncaea mediterranea</i>	00,07
<i>Eucalanus elongatus</i>	00,27
<i>Eucalanus atlanticus</i>	00,07
<i>Nanocalanus minor</i>	00,10
<i>Calanus gracilis</i>	00,13
<i>Calanus tenuicornis</i>	00,03
<i>Paracalanus Pygmaeus</i>	00,03
<i>Temora longicornis</i>	00,03
<i>Temora stylifera</i>	00,50
<i>Corycaeus</i> sp.	00,07
<i>Conchoecia curta</i>	00,33
Calanoides indéterminés	01,00
<i>Conchoecia</i> sp.	00,07
Euphausiaces indéterminés	00,43
Mysidacés indéterminés	00,30
<i>Phrosina semilunata</i>	00,13
<i>Primo macropa</i>	00,17
<i>Hyperia</i> sp.	00,07
Décapodes indéterminés	00,50
Larves des Crevettes	00,07
Crustacés indéterminés	00,67
Larves d'Amphipodes	00,07
<i>Limacina inflata</i>	00,20
<i>Creseis</i> sp.	00,07
Polychètes	00,43
Chaetognathes	00,13

II.2.5. Stratégie alimentaire chez *S. pilchardus* et *S. aurita*

A partir de l'utilisation du diagramme d'Amundsen *et al.* (1996), montrant la stratégie alimentaire et l'importance des proies chez les deux espèces ichthyologiques (Figures 5 *a* et *b*), on constate, et on confirme, que les Copépodes pélagiques sont dominants et fréquents dans leurs alimentations.

Les peuplements des Ostracodes sont qualifiés de communes chez la sardine. Les autres groupes de proies sont qualifiés de rares.

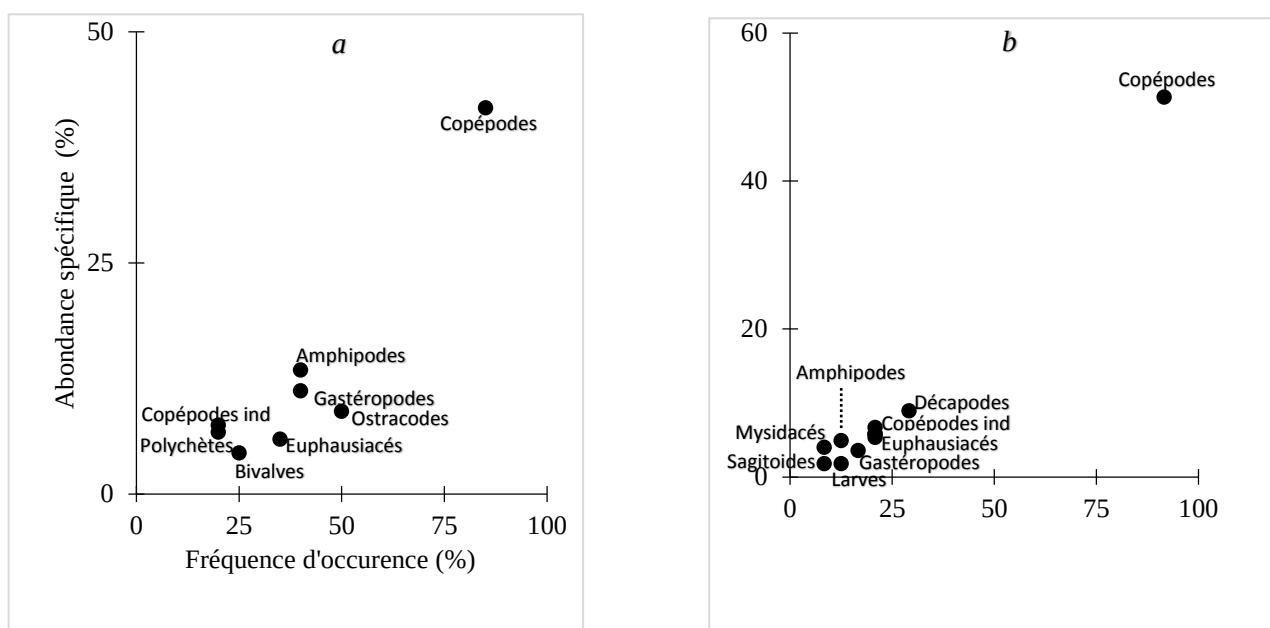


Figure 5. Diagramme de Costello modifié par Amundsen & al. (1996) chez: (a) *S. pilchardus* et (b) *S. aurita*

II.2.6. Chevauchement des régimes alimentaires

L'utilisation des indices de Schoener (D) et de Morisita – Horn (O) a été pratiquée dans le but d'analyser le chevauchement des régimes entre les deux espèces (*S. pilchardus* et *S. aurita*). Les valeurs des deux indices sont supérieures à 0.6. En effet, l'indice D est de 0.76 et celui de O est de 0.94 (Tableau 6).

Tableau 6. Indice (D) de Schoener et Indice (O) de Morisita-Horn

Indices	
Schoener (D)	Morisita-Horn (O)
0.76	0.94

Ces valeurs sont confirmant l'existence d'un important chevauchement important entre les régimes alimentaires de *S. pilchardus* et *S. aurita*.

II.3. Etude comparative entre les peuplements de Copépodes de la colonne d'eau et ceux issus du bol alimentaire de *S. pilchardus* et *S. aurita*

Il s'agit surtout d'une comparaison qualitative entre les Copépodes liés aux trois niveaux de prélèvements (colonne d'eau et bols alimentaires des deux poissons) (Tableau 7).

Tableau 7. Matrice des Présences ou Absences des Copépodes issus de la colonne d'eau (CE) et des bols alimentaires de *S. pilchardus* (SP) et *S. aurita* (SA)

Genre et Espèce	CE	SP	SA
<i>Pleuromamma gracilis</i>	+	+	+
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	-	+	+
<i>Candacia armata</i>	-	-	+
<i>Centropages chierachiae</i>	+	+	+
<i>Centropages typicus</i>	+	+	+
<i>Centropages violaceus</i>	+	-	-
<i>Centropages hamatus</i>	+	-	-
<i>Centropages</i> sp.	-	-	+
<i>Oncaea mediterranea</i>	-	-	+
<i>Eucalanus elongatus</i>	+	+	+
<i>Eucalanus monachus</i>	+	+	-
<i>Eucalanus atlanticus</i>	-	-	+
<i>Nannocalanus minor</i>	+	+	+
<i>Neocalanus gracilis</i>	+	-	+
<i>Calanus helgolandicus</i>	+	-	-
<i>Calanoïdes brevicornis</i>	+	-	-
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	+	-	+
<i>Pareucalanus attenuatus</i>	+		
<i>Paracalanus pygmaeus</i>	+	-	+
<i>Paracalanus parvus</i>	+	+	-
<i>Paracalanus nanus</i>	+		
<i>Temora longicornis</i>	+	-	+
<i>Temora stylifera</i>	+	-	+
<i>Euchaeta marina</i>	-	+	-
<i>Corycaeus</i> sp.	-	-	+
<i>Corycaeus speciosus</i>	+	-	-
<i>Oithona plumifera</i>	+	-	-
<i>Oithona helgolandica</i>	+	-	-

Vingt-huit espèces de Copépodes ont été identifiées au sein de la colonne d'eau et au niveau des estomacs des deux espèces de poissons étudiées.

Quatre espèces (*Pleuromamma gracilis*, *Centropages chierachiae*, *C. typicus*, *Eucalanus elongatus*, *Nannocalanus minor*) ont été prélevées au sein des trois niveaux.

Sept populations (*Eucalanus monachus*, *Neocalanus gracilis*, *Mesocalanus tenuicornis*, *Paracalanus pygmaeus*, *Paracalanus parvus*, *Temora longicornis*, *T. stylifera*) sont associées entre la colonne d'eau et à l'une des deux espèces ichthyiques (*S. pilchardus* ou *S. aurita*).

Huit Copépodes (*Pleuromamma abdominalis*, *Candacia armata*, *Centropages* sp., *Oncaea mediterranea*, *Eucalanus monachus*, *Eucalanus atlanticus*, *Euchaeta marina*, *Corycaeus* sp.) ont été inventoriés uniquement au sein des estomacs de *S. pilchardus* ou *S. aurita*. Ces Copépodes n'ont pas été prélevés au sein de la colonne d'eau

Par conséquent, la répartition qualitative des peuplements de Copépodes au sein des trois niveaux n'est pas homogène. Le test de Cochran confirme cette constatation à un taux de risque de 0.05 (Tableau8).

Tableau 8. Statistiques liées au test de Cochran Q (risque $\alpha = 5\%$)

Valeur Q calculée			21.65
Valeur théorique (table du Khi – deux)			5.99
Nombre de présences (1) niveau colonnes (Modalités à comparer)			
Eau	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. aurita</i>	
21	9	16	

Par ailleurs, il existe 7 espèces (*Pleuromamma gracilis*, *Centropages chierachiae*, *C. typicus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Nanocalanus minor*, *Paracalanus parvus*) qui sont commune à la colonne d'eau et au bol alimentaire de *S. pilchardus*. Le pourcentage de similarité est de 18 % (Tableau 9).

En outre, le nombre des espèces inventoriées au niveau de la colonne d'eau et trouvées au sein des estomacs de *S. aurita* est de 10. Il s'agit des populations de *P. gracilis*, *C. chierchiaie*, *C. typicus*, *E. elongatus*, *N. minor*, *N. gracilis*, *M. tenuicornis*, *P. pygmaeus*, *T. stylifera*. Le pourcentage de similarité est de 21 % (Tableau9).

La comparaison entre les Copépodes ingérés par les deux poissons (*S. pilchardus* et *S. aurita*), montre un groupe de 6 populations (*P. gracilis*, *P. abdominalis*, *C. chierchiaie*, *C. typicus*, *E. elongatus*, *N. minor*). Le pourcentage de similarité est de 19 % (Tableau 9).

L'application de l'indice de similarité de Jaccard confirme la dissemblance entre les listes faunistiques des trois niveaux prises deux à deux (Tableau 9). Toutes les valeurs sont inférieures à 50 %.

Tableau 9. Matrice des similarités de Jaccard

	<i>Copépodes Eau</i>	<i>Copépodes du bol S. pilchardus</i>	<i>Copépodes du bol S. aurita</i>
<i>Copépodes Eau</i>	1		
<i>Copépodes du bol S. pilchardus</i>	0.18	1	
<i>Copépodes du bol S. aurita</i>	0.21	0.19	1

III. CONCLUSION

Ce travail constitue une des premières contributions reliant les copépodes pélagiques libres et ceux ingérés par les Clupéidés.

Les résultats obtenus méritent d'être approfondis par d'autres prélèvements ; en prenant en considération d'autres régions et surtout en augmentant les efforts d'échantillonnages.

Issue des prélèvements dans une zone très restreinte (2°46'90'' et 2°49'39'' de longitudes et 36°44 et 36°49'40'' de latitudes), la faune de Copépodes épipélagique est composée par 22 espèces. Cette biodiversité représente 0.84 % de la richesse mondiale et 3.87 % du total à l'échelle de la Méditerranée.

La topographie néritique d'une des régions représentatives de la baie de Bou Ismail est surtout reliée à la présence d'une communauté néritique (*Centropages typicus*, *C. krøyeri*, *Temora stylifera*, *Nannocalanus minor*, *Calanus brevicornis*, *C. helgolondicus*, *Paracalanus pygmaeus*, *P. parvus*, *P. nanus*, *Oithona plumifera*, *O. helgolandica*, *Corycaeus speciosus*). C'est une zone de passage du courant Atlantique modifiée où y sont signalées des populations de *Centropages violaceus*, *C. chierchiae*, *C. hamatus*, *Temora longicornis* et *Mesocalanus tenuicornis*. Le caractère dynamique de la région est relié aux espèces habituellement bathypélagiques (*Calanus gracilis*, *Pareucalanus attenuatus*, *Eucalanus elongatus*, *E. monachus*, *Pleuromamma gracilis*).

Certaines espèces ont été qualifiées de principales (occurrences sont supérieures à 75 % des récoltes zooplanctoniques et les niveaux des abondances au-delà de 5 ind.m⁻³). Celles ci ont un rôle dans le transfert de la matière organique au sein de l'écosystème pélagique. Ces populations de Copépodes pourraient être soit des espèces clé de voute (*keystone species*) ou d'espèce clé (*key species*).

Les variations journalières et saisonnières de la disponibilité de nourriture conditionnent le rythme d'activité alimentaire chez les poissons. Les taux des Coefficients de vacuité chez *S. pilchardus* (33.33 %) et *S. aurita* (20 %) reflètent l'intensité du rythme de leurs activités alimentaires durant la saison estivale et d'une plus grande disponibilité de nourriture au niveau de la région de Bou Ismail. Le régime alimentaire des deux espèces est composé par plus de 80 % de Copépodes.

Les Copépodes ingérés par la sardine et l'allache sont reliés à certains événements hydrodynamiques.

IV. Bibliographie

Bacha, M., Amara, R. 2009. Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85: 257-264.

Bacha, M., Amara, R. 2012. Inter-cohort differences in growth, condition and feeding of juvenile anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Gulf of Bejaia (Algerian coast, SW Mediterranean): implications for recruitment success. *Fisheries Research*, 129: 73–81

Cherabi O., 1987. Contribution à l'étude de la biologie du pageot commun et à l'écologie de la famille des Sparidés de la baie d'Alger. *Thèse de Magister, U.S.T.H.B. Alger*. 201p.

Hunter M.D. & Price P.W., 1992. Playing chutes and ladders: heterogeneity and relative role of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology*, 73: 724-732.

LALAMI Y., 1970. Contribution à l'étude systématique biologique, écologique et statistique des poissons de la pêche de d'Alger. PELAGOS. Bull, Inst, Océ d'Alger. vol III, Fasc. 4. 150p.

Martino F, Sã C, Falçao J, Gabral H.N, Pandal M.Ă., 2012. Coparaison of feeding ecology of two elasmobranch species, *Squalus blainvillei* and *Scyliorhinus canicula* of the coast of Portugal. *Fish. Bull.* 110: 71-84.

Orloci L., 1978. Multivariate analysis. *In* vegetation research, DR. W. Junk, B.V. Publisher, Boston: 15-212.

Rose M, 1933. Copépodes pélagiques. Faune de France, 26: 374 pp

RUFFO S., 1998. The Amphipoda of the Mediterranean. Part 4. Localities and map, addenda to parts 1-3, keys to families , ecology, faunistics and zoogeography, bibliography, index. 816-959p.

STATSOFT France (1997). STATISTICA pour Windows. StatSoft France -
www.statsoft.com

Tregouboff G. et Rose M., 1957. Manuel de planctonologie méditerranéenne. Tome I (texte),
Tome II (planches). *Centre national de la recherche scientifique. Paris.*