

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المدرسة الوطنية العليا علوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole national supérieur des sciences de la mer et de l'aménagement de littoral



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

D'INGÉNIEUR EN SCIENCE DE LA MER

Option : Biodiversité et gestion des écosystèmes

Thème :

**Contribution à l'utilisation des épiphytes des feuilles
de *Posidonia oceanica* dans les réseaux de surveillance
- Résultats préliminaires -**

Présenté par :

M^{elle} ZEGGAOUI Zineb

Soutenu le 30/11/2019, devant le jury suivant :

| | | |
|---------------------------|---|---------------|
| M. KACHER M. | Maître de conférences A (ENSSMAL) | Président |
| M. SEMROUD R. | Professeur (ENSSMAL) | Examineur |
| Mme. SERIDI H. | Professeure (USTHB) | Examinatrice |
| Mme. BOUMAZA S. | Maître de conférences B (ENSSMAL) | Promotrice |
| Mlle. BOUDEFOUA N. | Doctorante (E.N.S.S.M.A.L) Chef de département (CNDRB) | Co-Promotrice |
| Mme. SENGOUGA A. | Maître-assistante B (ENSSMAL) | Invitée |

2018-2019

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المدرسة الوطنية العليا علوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole national supérieur des sciences de la mer et de l'aménagement de littoral



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

DE MASTER EN SCIENCE DE LA MER

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : Biodiversité et gestion des écosystèmes

Thème :

**Contribution à l'utilisation des épiphytes des feuilles de
Posidonia oceanica dans les réseaux de surveillance
- Résultats préliminaires -**

Présenté par :

M^{elle} ZEGGAOUI Zineb

Soutenu le 30/11/2019, devant le jury suivant :

| | | |
|---------------------------|---|---------------|
| M. KACHER M. | Maître de conférences A (ENSSMAL) | Président |
| M. SEMROUD R. | Professeur (ENSSMAL) | Examineur |
| Mme. SERIDI H. | Professeure (USTHB) | Examinatrice |
| Mme. BOUMAZA S. | Maître de conférences B (ENSSMAL) | Promotrice |
| Mlle. BOUDEFOUA N. | Doctorante (E.N.S.S.M.A.L) Chef de département (CNDRB) | Co-Promotrice |
| Mme. SENGOUGA A. | Maître-assistante B (ENSSMAL) | Invitée |

REMERCIEMENTS

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apportée leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, et tout particulièrement la Professeure SERIDI Halima pour son aide précieuse lors de l'identification de certaines espèces.

Tout d'abord je tiens à remercier M. KACHER Mohammed qui me fait l'honneur de présider ce jury.

J'adresse mes vifs remerciements aux Professeurs SEMROUD Rachid et SERIDI Halima, pour avoir bien accepté d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier sincèrement Madame BOUMAZA Salima et Mademoiselle BOUDEFOUA Nassima qui ont toujours été à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire. Leur précieuse aide et le temps qu'elles ont bien voulu me consacrer ont permis l'aboutissement de ce travail qui leur revient en grande partie.

Mes remerciements ne pourraient être clos si j'oubliais toute ma famille et mes ami (e)s pour m'avoir soutenue et supportée.

Et bien sûr, ma mère, mes frères et mes sœurs qui m'ont toujours soutenue et encouragée

Merci à tous ceux que je n'ai pas cités ici mais à qui je pense quand même !

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Glossaire

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction | 1 |
| 1. Généralités | 4 |
| 1.1. Présentation de <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile | 4 |
| 1.1.1. Distribution de <i>Posidonia oceanica</i> | 4 |
| 1.1.2. Morphologie et biologie de <i>Posidonia oceanica</i> | 4 |
| 1.1.3. Rôles des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> | 6 |
| 1.2. Epiphytes de <i>Posidonia oceanica</i> | 6 |
| 1.2.1. Macroalgues épiphytes | 8 |
| 1.2.2. Conditions d'installations et de développement des macroalgues épiphytes | 8 |
| 1.2.3. Rôles des macroalgues épiphytes | 9 |
| 2. Matériels et méthodes | 11 |
| 2.1. Présentation de la zone d'étude | 11 |
| 2.1.1. Site anse de Kouali | 11 |
| 2.1.2. Site Bou Ismail | 11 |
| 2.1.3. Site Tonic | 11 |
| 2.2. Echantillonnage | 12 |
| 2.3 Traitement des échantillons | 12 |
| 2.4. Identification des espèces des feuilles de <i>Posidonia oceanica</i> | 13 |
| 2.5. Paramètres analytiques | 13 |
| 2.5.1. Richesse spécifique (S) | 13 |
| 2.5.2. Recouvrement R (%) | 14 |

| | |
|---|----|
| 2.5.2.1 Méthode d'estimation du Recouvrement des espèces épiphytes | 14 |
| 3. Résultats et discussion | 16 |
| 3.1. Identification taxonomique des espèces épiphytes des feuilles de <i>Posidonia oceanica</i> | 16 |
| 3.2. Description des espèces floristiques épiphytes des feuilles de <i>Posidonia oceanica</i> | 18 |
| 3.3. Description des espèces faunistiques épiphytes des feuilles de <i>Posidonia oceanica</i> ... | 34 |
| 3.4. Paramètres analytiques..... | 36 |
| 3.4.1. Richesse spécifique (S) et Recouvrement (R%) des espèces épiphytes..... | 36 |
| 3.4.1.1. Variabilité de la richesse spécifique (S) et du recouvrement (R%) au niveau des faces internes et externes des feuilles | 36 |
| 3.4.1.2. Variabilité de la richesse spécifique (S) et du recouvrement (R%) en fonction des types de feuilles | 37 |
| 3.4.2. Comparaison intersites des Recouvrements (R%)..... | 38 |
| 3.4.3. Comparaison intersites des grands groupes taxonomiques..... | 39 |
| Conclusion..... | 41 |
| Références bibliographiques | 44 |
| Annexes | |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1. Structure de <i>Posidonia oceanica</i> et illustration d'une croissance orthotrope devenant plagiotrope..... | 5 |
| Figure 2. Exemple d'épiphytes des feuilles de <i>Posidonia oceanica</i> (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982)..... | 7 |
| Figure 3. Localisation des sites d'étude dans la baie de Bou Ismail. | 12 |
| Figure 4. Type de feuilles de <i>Posidonia oceanica</i> en fonction de leur âge..... | 13 |
| Figure 5. Graphe général des taxons épiphytes des feuilles de <i>Posidonia oceanica</i> recensés au niveau des 3 sites d'étude..... | 16 |
| Figure 6. Aspect du thalle de <i>Pneophyllum fragile</i> observé au microscope..... | 18 |
| Figure 7. Aspect du thalle de <i>Gayliella flaccida</i> observé au microscope..... | 20 |
| Figure 8. Aspect du thalle de <i>Ceramium siliquosum</i> observé au microscope..... | 21 |
| Figure 9. Aspect général du thalle de <i>Laurencia sp</i> observé au microscope..... | 22 |
| Figure 10. Aspect du thalle de <i>Spermothamnion flabellatum</i> observé au microscope..... | 22 |
| Figure 11. Aspect du thalle de <i>Lejolisia mediterranea</i> observé au microscope..... | 23 |
| Figure 12. Aspect du thalle d' <i>Antithamnion cruciatum</i> observé au microscope..... | 24 |
| Figure 13. Aspect du thalle d' <i>Apoglossum ruscifolium</i> observé au microscope..... | 24 |
| Figure 14. Aspect du thalle de <i>Cladosiphon cylindricus</i> observé au microscope..... | 25 |
| Figure 15. Aspect du thalle de <i>Cladosiphon irregularis</i> observé au microscope..... | 26 |
| Figure 16. Aspect du thalle de <i>Castagnea sp</i> observé au microscope..... | 27 |
| Figure 17. Aspect du thalle de <i>Myrionema orbiculare</i> observé au microscope..... | 27 |
| Figure 18. Aspect du thalle de <i>Myrionema coronnae</i> observé au microscope..... | 28 |
| Figure 19. Aspect du thalle de <i>Myrionema strangulans</i> observé au microscope..... | 28 |
| Figure 20. Aspect du thalle de <i>Giraudya sphacelarioides</i> observé au microscope..... | 29 |
| Figure 21. Aspect du thalle de <i>Dictyota sp</i> observé au microscope..... | 30 |
| Figure 22. Aspect du thalle de <i>Sphacelaria sp.</i> observé au microscope..... | 31 |
| Figure 23. Aspect du thalle d' <i>Ulva sp.</i> observé au microscope..... | 32 |
| Figure 24. Aspect du thalle de <i>Leibleinia gracilis</i> observé au microscope..... | 33 |
| Figure 25. Aspect général d' <i>Electra posidoniae</i> observé à la loupe..... | 34 |
| Figure 26. Aspect général de <i>Sertularia perpusilla</i> observé au microscope..... | 35 |
| Figure 27. Aspect général de <i>Spirorbis sp</i> observé à la loupe..... | 35 |
| Figure 28. Recouvrement(R%) et richesse spécifique (S) mesurés au niveau des faces internes et externes des feuilles <i>Posidonia oceanica</i> | 36 |
| Figure 29. Richesse spécifique (S) et recouvrements (R%) des feuilles adultes et intermédiaire | 37 |
| Figure 30. Recouvrement des grands groupes taxonomiques au niveau des 3 sites. | 39 |
| Figure 31. Répartition des grands groupes taxonomiques au niveau des 3 sites | 39 |

Liste des tableaux

Tableau 1. Nombre d'espèces épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* relevé dans différents secteurs de Méditerranée. 17

Liste des annexes

Annexe 1

Tableau Liste des taxons épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* identifiés au niveau des 3 sites d'étude. + : Espèce présente ; - : Espèce absente

Annexe 2

Tableau Variabilité des épiphytes au niveau de face interne et face externe des feuilles de *Posidonia oceanica*

Annexe 3

Tableau Recouvrement (R%) des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* des 3 sites

Glossaire

Apex : Partie terminale d'un organe (tige, racine).

Bifide : Une structure divisée en deux parties formant entre elles un angle aigu.

Hétérocyste : Une cellule aux parois épaissies, dépourvue de la pigmentation habituelle chez les cyanobactéries.

Iridescent : Ce qui est iridescent présente un reflet brillant, vif, bleu ou vert lorsque certains organismes sont immergés ou bougés.

Polysiphonnés : Chez les Algues filamenteuses, on parle de thalles polysiphonnés lorsqu'ils sont formés par une file de cellules axiales entourées de plusieurs files de cellules périphériques.

Propagule : Organe de dissémination et de reproduction (non sexuelle).

Pseudodichotome : Un axe à division presque dichotome. Un rameau pseudo-dichotome continue à être dichotomique mais présente des variations de longueurs et/ou de largeur dans chaque ramification quand la dichotomie vraie offre des égalités presque parfaites.

Rhizoïdes : Excroissances cellulaires ou files de cellules généralement situées à base d'un thalle et participant à la fixation.

Trichoblastes : Filaments unisériés, ramifiés, incolores et caducs, présents dans les parties jeunes de certaines Rhodophytes.

Trichomes : Fines excroissances ou appendices chez les plantes.

Zoïdocyste : Un organe produisant des zoïdes (cellules reproductrices).

Introduction

Introduction

Les épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile constituent un ensemble très caractéristique parmi les associations floro-faunistiques des herbiers qu'elle constitue (MORRI, 1991). Les épiphytes jouent des rôles très importants dans la production primaire et dans les transferts d'énergie de l'herbier vers les niveaux trophiques supérieurs (BOUDOURESQUE *et* MEINESZ, 1982). ISSEL (1912 *in* MORRI, 1991) a été l'un des premiers auteurs à avoir étudié la communauté épiphyte de *Posidonia oceanica* en abordant son étude d'un point de vue bionomique. D'autres études ont porté sur les caractéristiques du peuplement épiphyte de différentes des côtes françaises (VAN DER BEN, 1971 ; PANAYOTIDIS, 1980 ; JACQUEMART *et* DEMOULIN, 2006).

En Algérie, la communauté épiphyte des feuilles de *Posidonia oceanica* est encore peu connue, la première étude a été effectuée par REBOUH (1997) et a porté sur l'analyse phytosociologique de la flore algale épiphyte des feuilles de *Posidonia oceanica* de l'anse de Kouali (Tipasa). Deux autres études ont été entreprises également dans ce sens par BELKHAMSSA (2012) et BOUCHHER (2015) sur la côte de Mostaganem.

Par ailleurs, la communauté épiphyte est de plus en plus utilisée comme indicateur de la qualité des eaux littorales en Méditerranée, nous citerons les travaux de BEDINI *et al* (2003) ; PIAZZI *et al.* (2004) ; PRADO *et al* (2008) et DELILLE (2014).

Premièrement le travail de BEDINI *et al* (2003) sur la communauté épiphyte (épiflore et épifaune) des feuilles de *Posidonia oceanica* le long des côtes tyrrhéniennes (Nord-Ouest de la Méditerranée, Italie). Une autre étude, celle de PIAZZI *et al.* (2004), s'est basée sur la variabilité spatiale des épiphytes de *Posidonia oceanica* entre un site perturbé et 2 sites de référence dans la côte de Toscane (Italie). L'étude n'a montré aucun impact des perturbations anthropiques ni sur le pourcentage moyen de couverture des organismes ciblés, ni sur la structure des assemblages. Quant à PRADO *et al* (2008), ils se sont intéressés à l'effet de la disponibilité en éléments nutritifs sur les assemblages des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica*, l'étude a été menée dans une zone exposée de la côte nord-est espagnole. Ils montrent que la composition des communautés d'épiphytes est contrôlée par la disponibilité

des éléments nutritifs de la fin du printemps à la fin de l'été, non seulement de manière quantitative mais aussi de façon qualitative.

Enfin, DELILLE (2014) a étudié l'impact de l'acidification sur la croissance et le taux de recouvrement des épibiontes (épiphytes) des feuilles de *Posidonia oceanica* la baie de Villefranche sur mer (Alpes Maritimes, France). Cette étude montre que le pourcentage de recouvrement des épiphytes change avec le taux du pH (les algues encroûtante ont présenté à un pH de 7.8 ; le recouvrement des foraminifères ne change pas ; le pourcentage de recouvrement des hydrozoa a augmenté avec la diminution de pH).

Cadre de l'étude et objectifs

La présente étude s'inscrit dans une problématique générale destinée à mieux cerner le rôle des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la Gestion Intégrée des Zones Côtières. Le travail développé dans ce mémoire est une contribution au projet de recherche initié par l'équipe « Environnement et Ecosystèmes Côtiers » du Laboratoire Conservation et Valorisation des Ressources Marines (CVRM) et qui s'oriente vers la mise en œuvre d'indicateurs basés sur *Posidonia oceanica* pour évaluer la qualité globale des eaux côtières du littoral algérois.

La valeur indicatrice potentielle de la communauté épiphyte des feuilles de *Posidonia oceanica*, se fera au niveau de 3 sites choisis dans la baie de Bou Ismail, en fonction de leur degré d'anthropisation. Il s'agira de faire l'étude qualitative et quantitative des espèces qui compose la phyllosphère des feuilles de *Posidonia oceanica*.

Généralités

1. Généralités

1.1. Présentation de *Posidonia oceanica* (L.) Delile

1.1.1. Distribution de *Posidonia oceanica*

Posidonia oceanica est une Magnoliophyte marine endémique de Méditerranée (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982.). Elle est largement répandue sur tout le pourtour du bassin méditerranéen, à l'exception du secteur de Gibraltar (influence atlantique), de la Mer de Marmara, des côtes d'Israël, des côtes du Liban, la Haute Adriatique et aux débouchés des grands fleuves (Rhône, Pô, Nil), du fait des contraintes abiotiques (salinité principalement : espèce sténohaline) (SHORT *et al.*, 2001). Elle colonise aussi bien les substrats meubles que les substrats durs préparés par une succession de peuplements benthiques, et constitue entre la surface et 40 m de profondeur, au niveau de l'étage infralittoral, de vastes prairies sous-marines appelées « herbiers » (MOLINIER et PICARD, 1952). Les herbiers à *Posidonia oceanica* occupent une surface restreinte, 1 à 2% des fonds de la Méditerranée, soit 2,5 à 5 millions hectares (PASQUALINI *et al.*, 1998).

1.1.2. Morphologie et biologie de *Posidonia oceanica*

Posidonia oceanica est formée de tiges de consistance ligneuse totalement ou partiellement enfouies dans le sédiment appelées rhizomes. Les rhizomes présentant une croissance horizontale sont dits plagiotropes, ils permettent l'extension linéaire de l'herbier, et les rhizomes à croissance verticale sont dits orthotropes, ils permettent l'élévation de l'herbier vers la surface (MOLINIER et PICARD, 1952 ; CAYE, 1980) (Figure 1). La différenciation entre ces deux types de rhizomes n'est pas définitive ; en fonction de l'espace disponible et de la lumière, un rhizome orthotrope peut devenir plagiotrope et vice-versa (CAYE, 1980, 1989). Les rhizomes plagiotropes présentent des racines adventives qui fixent la plante au sédiment et permettent de puiser les gaz et les nutriments nécessaires à la croissance et au développement de la plante (PERGENT-MARTINI, 1994). Les rhizomes présentent des noeuds de croissance et se terminent par des groupes de 4 à 8 feuilles en forme de lanières

rubanées de 7 à 12 mm de large et de 300 à 800 mm de long, groupées en faisceaux (PANAYOTIDIS et GIRAUD, 1981).

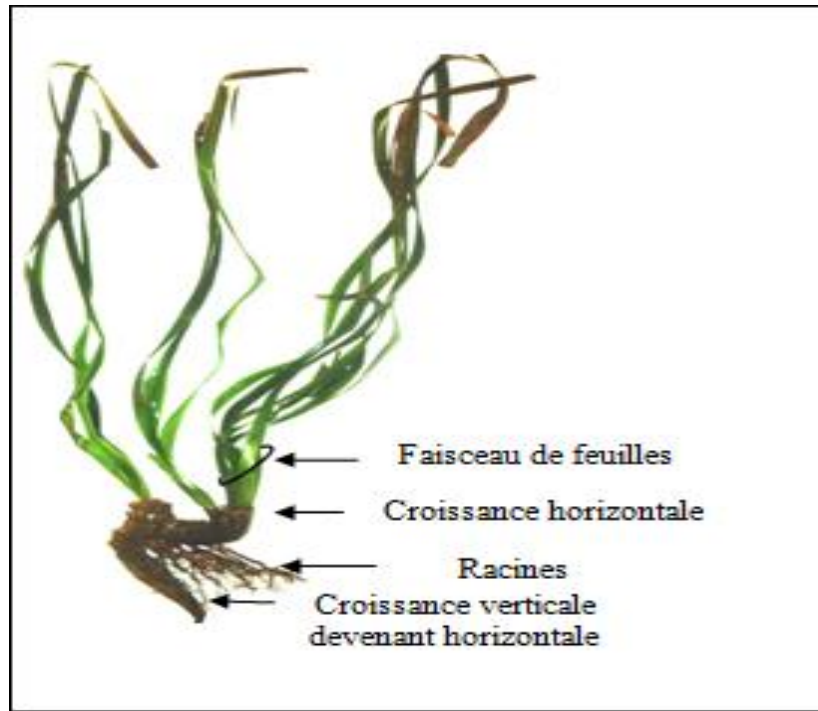


Figure 1. Structure de *Posidonia oceanica* et illustration d'une croissance orthotrope devenant plagiotrope. (MISRAOUI et SANGOUGA, 2011).

Posidonia oceanica a l'aptitude de se multiplier de façon végétative ou de se reproduire de façon sexuée. La floraison de *Posidonia oceanica* se produit à l'automne (septembre-novembre). Quatre à dix fleurs hermaphrodites sont groupées en une inflorescence au sommet d'un pédoncule floral de 10 à 30 cm de long (GIRAUD, 1977).

La formation des herbiers, leur dynamique et leur densité sont influencés par différentes paramètres tels que la nature du substrat, la qualité des eaux, force et direction des courants sous-marins et la profondeur (MOLINIER et PICARD, 1952 ; BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982).

1.1.3. Rôles des herbiers à *Posidonia oceanica*

Posidonia oceanica est une espèce clé et ingénieur d'écosystème marin (JONES *et al.*, 1994) elle joue un rôle écologique et économique majeur en méditerranée (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982), ceci est dû à sa production primaire et à sa richesse floristique et faunistique (BOUDOURESQUE *et al.*, 2006).

L'herbier à *Posidonia oceanica* est considéré comme un pôle de biodiversité (20 à 25% des espèces végétales et animales y sont observées) (BOUDOURESQUE *et al.*, 1994), il assure une production d'oxygène très importante (environ 14 litres par jour et par m² d'herbier à Calvi (Corse)) (BAY, 1978 ; FRANKIGNOULE et DISTECHE, 1984), il joue un rôle dans la stabilisation des fonds sableux et dans l'atténuation de la puissance de l'hydrodynamisme (courant de fond, Houle) (BOUDOURESQUE et MEINEZS, 1982 ; BOUDOURESQUE et JEUDY de GRISSAC, 1983).

En Méditerranée, l'herbier à *Posidonia oceanica* constitue un puissant intégrateur de la qualité globale des eaux marines (PERGENT, 1991 ; PERGENT-MARTINI *et al.*, 2005). Très largement distribué sur tout le littoral, particulièrement «réceptif» à la pollution et aux agressions liées aux activités humaines (MEINESZ et LAURENT, 1978 ; BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982), solidaire du fond, il rend compte, par sa présence et sa vitalité, de la qualité des eaux qui dérivent au-dessus de lui.

1.2. Epiphytes de *Posidonia oceanica*

Les épiphytes sont des espèces qui vivent et se développent sur d'autres plantes, avec ou sans l'existence des relations d'ordre nutritionnel qui les unissent, selon HARLIN (1980). En milieu marin les herbiers constituent un bon support pour l'attachement de tels organismes (GARY *et al.*, 2001) et en Méditerranée les longues feuilles de *Posidonia oceanica* représentent un excellent support pour toute une flore et une faune d'épiphyte (Figure 2) (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982). Et ce, en raison notamment, de la qualité du substrat (régulier et en régénération constante) et de sa position dans la colonne d'eau. Les épiphytes forment plusieurs « strates » sur les feuilles. On peut tout d'abord considérer le « feutre épiphyte », constitué par des bactéries, des cyanophycées et des diatomées (PERES *et* PICARD, 1964). La faune est une autre composante importante des épiphytes de *Posidonia oceanica* et dont la composition varie considérablement d'un herbier à un autre (PESSANI *et*

al., 1989). Elle est constituée essentiellement par des invertébrés filtrants (hydrozoaires, bryozoaires, polychètes, tuniciers, ...), auxquels sont associés des foraminifères (LE POINT *et al.*, 1999).

Quant à la flore épiphyte, elle est composée principalement d'algues vertes, rouges, brunes et divers autres microorganismes photosynthétiques (FELDMANN, 1937 ; VAN DER BEN, 1971 ; JACQUEMART *et al.*, 2006 ; RICHARD, 2019).



Figure 2. Une feuille de *Posidonia oceanica* recouverte par des épiphytes (VAN DER BEN, 1971)

Le travail le plus remarquable sur la communauté épiphyte des feuilles de *Posidonia oceanica* est incontestablement celui de VAN DER BEN (1971), qui décrit en détail la composition algale, les relations entre les épiphytes et la plante support et a fait une estimation du recouvrement de cette communauté épiphyte pour la première fois. Son étude a porté sur 2 localités des côtes méditerranéennes françaises : Banyuls-sur-Mer et Villefranche. La flore épiphyte rapportée dans ce travail comporte 94 espèces dont :

- 8 Algues Vertes (8,5 % de l'ensemble),
- 26 Algues Brunes (27,7 % de l'ensemble),
- 60 Algues Rouges (63,8 % de l'ensemble).

Cet auteur a également identifié 7 espèces caractéristiques (que l'on trouve essentiellement sur les feuilles de *Posidonia oceanica*) dont 4 très abondantes. Il s'agit du *Myrionema orbiculare* J.Agardh déjà décrite comme telle par FELDMANN (1937), *Giraudya sphacelarioides* Derbès et Solier, *Cladosiphon cylindricus* (Sauvageau) Kylin, 1940 et *Cladosiphon irregularis* (Sauvageau) Kylin, 1949.

1.2.1. Macroalgues épiphytes

Les macro-algues colonisent la feuille de Posidonie très vite après sa naissance, ce sont les algues encroûtantes qui forment d'abord un gazon, constitué principalement par l'espèce d'algue brune du genre *Myrionema* et par l'espèce d'algue rouge du genre *Fosliella*. Après l'installation de ces espèces, d'autres espèces viennent s'installer par-dessus, généralement ce sont des espèces dressées et plus grandes comme par exemple les genres *Giraudya*, *Castagnea*, *Acrochaetium* (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982).

Les algues épiphytes sont dominantes dans les herbiers qui se trouvent dans les zones peu profondes et le maximum de recouvrement est enregistré à 10m de profondeur (LEPOINT *et al.*, 1999). Le recouvrement et la distribution de la flore épiphyte présente sur la feuille varie donc en fonction de la quantité de lumière disponible dans le milieu pour les feuilles (LEPOINT *et al.*, 1999), mais également en fonction d'autres paramètres tels la saison et la concentration en nutriments (HECK *et al.*, 2003). Il faut également signaler que ces algues, se répartissent de façon différentielle au niveau des feuilles, elles sont plus abondantes au niveau des parties apicales des feuilles les plus âgées (TRAUTMAN et BOROWITZKA, 1999) et au niveau de la face interne de la feuille (concave, plus ombragée) (VAN DER BEN, 1971 ; LEPOINT *et al.*, 1999).

1.2.2. Conditions d'installations et de développement des macroalgues épiphytes

Le processus d'installation puis de développement des macroalgues sur les feuilles de *Posidonia oceanica* dépend des conditions suivantes :

- a- Les conditions générales du milieu : l'amplification du mouvement des masses d'eau et l'époque d'émission des spores doivent coïncider afin d'assurer la dissémination de

celles-ci et de favoriser leur rencontre avec *Posidonia oceanica* (VAN DER BEN, 1971).

- b- La surface et la tension des feuilles de *Posidonia oceanica* : la rugosité et la rigidité de ces dernières favorisent la fixation des spores (VAN DER BEN, 1971).
- c- Les caractères physiologiques et chimiques des feuilles de *Posidonia oceanica* : les toxines, excrétées en phase de croissance par ses les cellules à tanin empêchent jusqu'à un certain âge l'installation des épiphytes (VAN DER BEN, 1971 ; PANAYOTIDIS ,1980 ; BOUDOURESQUE, 1988).

1.2.3. Rôles des macroalgues épiphytes

Les macroalgues épiphytes contribuent à 27% de la production primaire de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans certaines régions (MAZZELLA *et al.*, 1995 ; LE POINT *et al.*, 1999). La production primaire de l'herbier à *Posidonia oceanica* dans la baie de Port-Cros est de 21 tonnes de matière sèche par hectare et par an, et les épiphytes participent à cette production par 9000 kg/ha/an (BOUDOURESQUE et MEINESZ ,1982). Ils représentent de ce fait une partie très importante de la biomasse totale des feuilles de *Posidonia oceanica* (MAZZELLA *et al.*, 1995 ; LEPOINT *et al.*,1999).D'autres part, elles jouent un rôle essentiel dans le transferts d'énergie de l'herbier vers les niveaux trophiques supérieurs, elles sont consommées par la plupart des organismes brouteurs et des herbivores (BELL *et al.*, 1984 ; VAN MONTFRANS *et al.*, 1984 ; MAZZELLA et RUSSO, 1989 ; MAZZELLA *et al.*, 1995 ; LEPOINT *et al.*, 2000 ; VIZZINI *et al.*, 2002).

Matériel et méthodes

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

Pour cette étude, 3 sites sont choisis dans la baie de Bou Ismail en fonction de leur degré d'anthropisation (Figure 3).

2.1.1. Site anse de Kouali

L'anse de Kouali appartient à la baie de Bou Ismail, se trouve dans sa partie occidentale, à une latitude de : $36^{\circ} 35.677'$ N et une longitude de $02^{\circ} 29.707'$ E. Elle reste néanmoins éloignée des grandes sources de pollution, donc elle se caractérise par une faible pression anthropique (BOUMAZA *et al.*, 2014). L'herbier de *Posidonia oceanica* se développe sur des substrats durs et s'étend de 0.3 à 20 m de profondeur, il est l'un des plus productifs de Méditerranée à 15 m de profondeur, le recouvrement est estimé à 100% (BOUMAZA et SEMROUD, 2000).

2.1.2. Site Bou Ismail

La zone de prélèvement est au niveau de front de mer de la ville de Bou Ismail, à une latitude : $36^{\circ} 39.250'$ N et une longitude de : $02^{\circ} 41.161'$ E. C'est un site principalement soumis aux rejets domestiques et industriels sans traitement préalable (BOUMAZA *et al.*, 2014). L'herbier se développe sur un substrat dur recouvert d'une couche de sable grossier son recouvrement de 60%, lie à l'hydrodynamisme de cette zone (MISRAOUI et SANGOUGA, 2011).

2.1.3. Site Tonic

Ce site est également localisé à l'Est de l'autre site à plus de 200m, à une latitude de $36^{\circ} 39.363'$ N et une longitude de $02^{\circ} 41.529'$ E. Il a été choisi de sorte qu'il se situe à l'Est (≈ 1.5 km) du réseau collecteur de la ville qui draine une pollution domestique et industrielle, dont la source la plus importante est celle apportée par les rejets de la société Tonic Emballage, spécialisée dans la production de papier. L'herbier se développe sur roche, avec un recouvrement de 50% (MISRAOUI et SANGOUGA, 2011).



Figure 3. Localisation des sites d'étude dans la baie de Bou Ismail (Google earth, 2019)

2.2. Echantillonnage

Les prélèvements ont été effectués durant l'été 2015 (juillet-août) en scaphandre autonome à une profondeur de 15m. C'est la période de l'année où les épiphytes de *Posidonia oceanica* atteignent leur développement saisonnier maximum (Romero, 1988). Au niveau de chaque site, 15 faisceaux orthotropes de *Posidonia oceanica* sont aléatoirement récoltés et conservés dans l'eau de mer formolée à 5% pour l'identification des espèces. Seuls 5 faisceaux par site ont été traités dans le cadre de cette étude.

2.3. Traitement des échantillons

Au laboratoire, tous les faisceaux sont décortiqués en respectant l'ordre distique d'insertion des feuilles. Les feuilles ont été classées en 3 catégories comme défini par GIRAUD (1979) : les feuilles juvéniles, dépourvues de pétiole et de longueur inférieure à 5 cm ; les feuilles intermédiaires, dépourvues de pétiole ou dont le pétiole est inférieur à 2 mm et feuilles adultes pourvues d'un pétiole (supérieur ou égal à 2 mm) (Figure 4). Seules les feuilles adultes et la première feuille intermédiaire de chaque faisceau (en moyenne 4 à 5 feuilles par faisceaux) ont été prises en considération pour cette étude et sont conservées séparément dans l'eau de mer formolée à 5%.

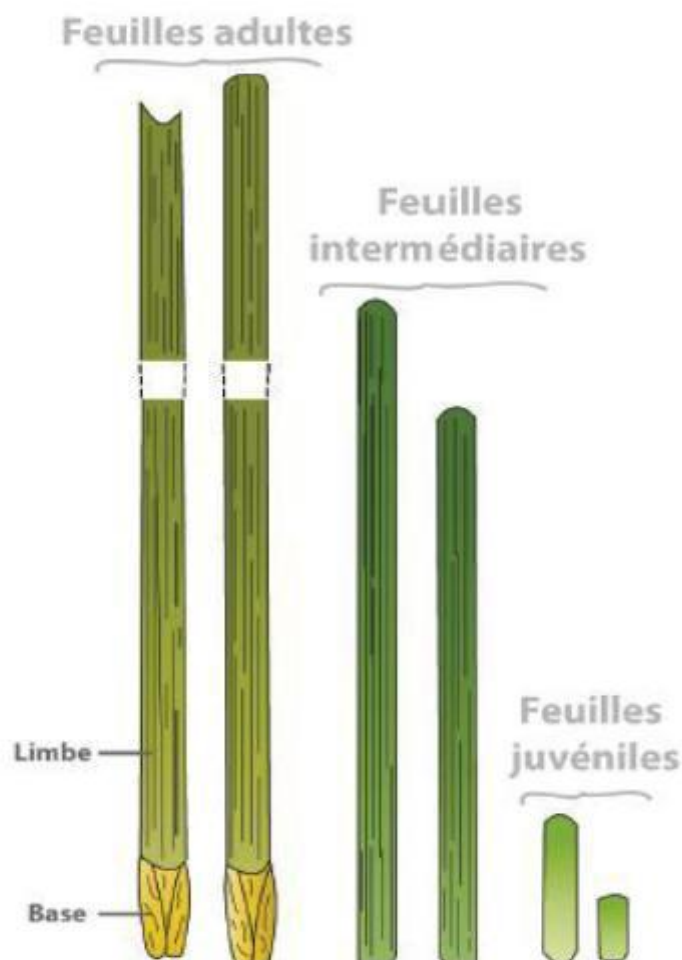


Figure 4. Type de feuilles de *Posidonia oceanica* en fonction de leur âge (PERGENT *et al.*, 2008)

2.4. Identification des espèces épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica*

Pour l'identification des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica*, 74 feuilles (adultes et intermédiaires) sont observées sous une loupe binoculaire et au besoin, les espèces trouvées ont été observées au microscope optique équipé d'un appareil photo. L'identification se fait sur la base, des clefs de détermination (CABIOC'H *et al* 1992 ; GAYRAL, 1966 ; DELEPINE *et al.*, 1987 ; COPPEJANS,1976 ; JAQUEMART et DEMOULIN, 2006 ; site Internet DORIS). Des photographiées sont également réalisées.

2.5. Paramètres analytiques

2.5.1. Richesse spécifique (S)

La richesse spécifique (S) correspond au simple comptage du nombre d'espèces présentes dans l'échantillon (LOBRY *et al.*, 2003).

2.5.2. Recouvrement R (%)

Selon VAN DER BEN (1971), les meilleures méthodes pour l'estimation de recouvrement des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* sont les méthodes phytosociologiques, qui évaluent les quantités par l'attribution des coefficients. Parmi ces méthodes, il y a celle de BRAUN-BLANQUET (1964), dont le principe est d'utiliser une surface bien délimitée et homogène sur laquelle on identifie toutes les espèces et pour chaque espèce on lui attribue un coefficient d'abondance-dominance, selon l'échelle établit par BRAUN-BLANQUET (1964) :

- + : quelques individus, couvrant environ 1 % de la surface étudiée ;
- 1 : quelques individus, couvrant environ 5 % de la surface étudiée ;
- 2 : individus plus nombreux, couvrant environ 20 % de la surface étudiée ;
- 3 : individus nombreux, couvrant environ 40 % de la surface étudiée ;
- 4 : individus nombreux, couvrant environ 70 % de la surface étudiée ;
- 5 : individus nombreux, couvrant environ 90 % de la surface étudiée.

2.5.2.1. Méthode d'estimation du Recouvrement des espèces épiphytes

La méthode VAN DER BEN (1971) est utilisée sur les feuilles de *Posidonia oceanica* pour estimer le taux de recouvrement des épiphytes. Sous la loupe binoculaire les deux faces de la feuille sont examinées, les feuilles sont préalablement découpées en fragments de 8cm (VAN DER BEN, 1971), le nombre de fragments dépendra de la longueur de la feuille, au niveau de chaque fragment et pour chaque espèce on lui a attribué le coefficient d'abondance-dominance. Puis on estime le recouvrement de chaque espèce au niveau de chaque fragment qu'on extrapole ensuite à la surface totale de la feuille.

$$Ri (\%) = \sum_1^n \frac{Rifr \times Sfr}{St}$$

Avec :

n : Nombre de fragment

Ri : recouvrement de l'épiphyte i

Sfr : surface du fragment

Rifr : recouvrement de l'épiphyte au niveau de chaque fragment

St : surface totale de la feuille.

Résultats et discussion

3. Résultats et discussion

3.1. Identification taxonomique des espèces épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica*

L'identification taxonomique des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* collectées au niveau des 3 sites d'étude (Anse de kouali, Bou Ismaïl, Tonic) a été réalisée sur la base de plusieurs ouvrages de référence (GAYRAL, 1966 ; COPPEJANS, 1976 ; DELEPINE *et al.* 1987 ; CABIOC'H *et al.* 1992 ; HAYWARD, 1996 ; JAQUEMART et DEMOULIN, 2006 ; AUGIER, 2010, site Internet DORIS) et les identifications ont été confirmées par le professeur Halima Seridi. La classification et la nomenclature des espèces ont été vérifiées sur les bases de données Word Register of Marine Species (WoRMS) et AlgaeBase.

Les identifications ont été conduites jusqu'au genre et souvent jusqu'à l'espèce. Au total, 46 taxons ont été identifiés, répartis-en 8 groupes taxonomiques, dont 39 de flore épiphyte : 22 Rhodophyta, 14 Ochrophyta, 1Chlorophyta et 2 Cyanophyta et 7 de faune épiphyte : 3 Bryozoa, 2 Cnidaria, 1 Annelida et 1 Chordata (Figure 5).

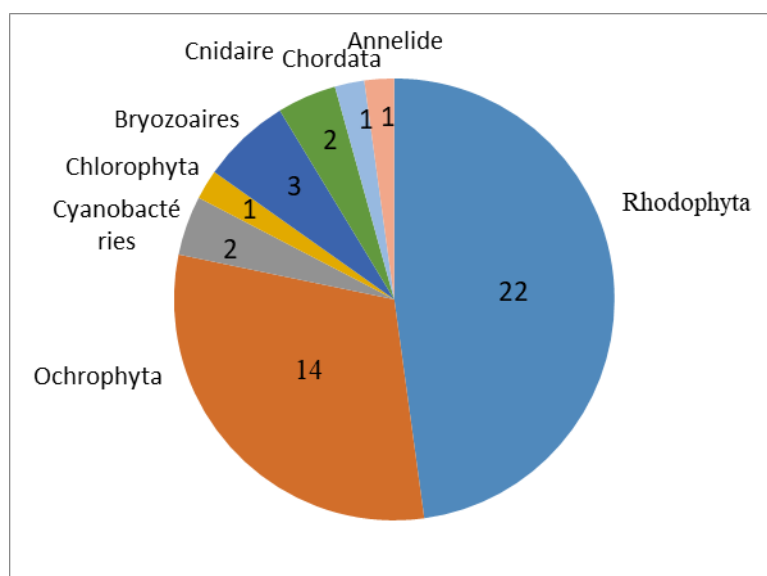


Figure 5. Graphe général des taxons épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* recensés au niveau des 3 sites d'étude.

Le nombre d'espèces épiphytes recensé sur les feuilles de *Posidonia oceanica* se trouve dans l'intervalle généralement rapporté dans les différentes régions de Méditerranée (Tableau 1).

Tableau 1. Nombre d'espèces épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* relevé dans différents secteurs de Méditerranée.

| Références | Profondeur (m) | Localité | Nombre d'espèces |
|------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------|
| VAN DER BEN, 1971 | 0.5-35 | Banylus-sur-mer(France) | 52 |
| PANAYOTIDIS, 1979 | 4 | Golf de Thessaloniki (mer Egée) | 28 |
| PANAYOTIDIS, 1980 | 0.4 | Port-Cors | 30 |
| | 5 | Corse | 40 |
| BUIA <i>et al.</i> , 1989 | 6-25 | Ile de Corrente (Italie) | 90 |
| | 10-25 | Ile de Cap pamera (Italie) | 54 |
| REBOUHI, 1997 | 10 | Anse de Kouali (Algérie) | 20 |
| BRAHIM <i>et al.</i> , 2014 | 5-20 | Iles Kerkennah | 49 |
| | 5-20 | Mahrez (Tunisie) | 32 |
| MABROUK <i>et al.</i> , 2014 | 8 | Mahdia (Tunisie) | 58 |

En outre, les espèces identifiées lors de ce travail (Annexe 1) sont celles généralement répertoriées dans d'autres sites de Méditerranée ; marquée une richesse spécifique qualitativement dominée par les Rhodobiontes (Ceramiales) et quantitativement par les Chromobiontes (Ectocarpales). La même tendance est rapportée par de nombreux auteurs (PANAYOTIDIS, 1979 ; REBOUH, 1997 ; PIAZZI *et al.*, 2002 ; BALATA *et al.*, 2008 ; VAN DER BEN BRAHIM *et al.*, 2014).

Sur l'ensemble des espèces identifiées, 12 espèces sont présentes au niveau des 3 sites, il s'agit principalement des espèces dites caractéristiques des feuilles de *Posidonia oceanica* telles que : *Giraudya sphacelarioides* ; *Myrionema orbiculare* ; *Cladosiphon cylindricus* ; *Sertularia perpusilla* et *Electra posidonia*

On note la rareté et voir même l'absence des chlorophyceae, elles ne sont représentées que par une espèce du genre *Ulva* au niveau de Bou Ismail. La rareté des épiphytes de ce taxon au niveau des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* a été déjà signalé par plusieurs auteurs, tels que PANAYOTIDIS (1979), REBOUH (1997) et JACQUEMART et DEMOULIN (2006).

3.2. Description des espèces floristiques épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica*

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Les espèces caractéristiques des feuilles de *Posidonia oceanica* appartiennent à cette classe

Ordre : Corallinales

Pneophyllum fragile* Kützing, 1843 = *Fosliella lejolisii* = *Melobesia lejolisii (Figure 6)

C'est une espèce encroûtante, plate et plus ou moins orbiculaire ou lobée ; elle est blanche lorsqu'elle est sèche. Cette espèce est fragile et un peu clair par rapport à d'autres espèces du même genre. Elle est parmi les premiers espèces qui s'installent sur les feuilles de *Posidonia oceanica* (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982) : c'est un épiphyte de premier degré (VAN DER BEN, 1971). Comparativement à d'autres espèces du genre *Melobesia*, elle est largement dominante. Cet épiphyte a été rencontré sur toutes les feuilles adultes et intermédiaires.

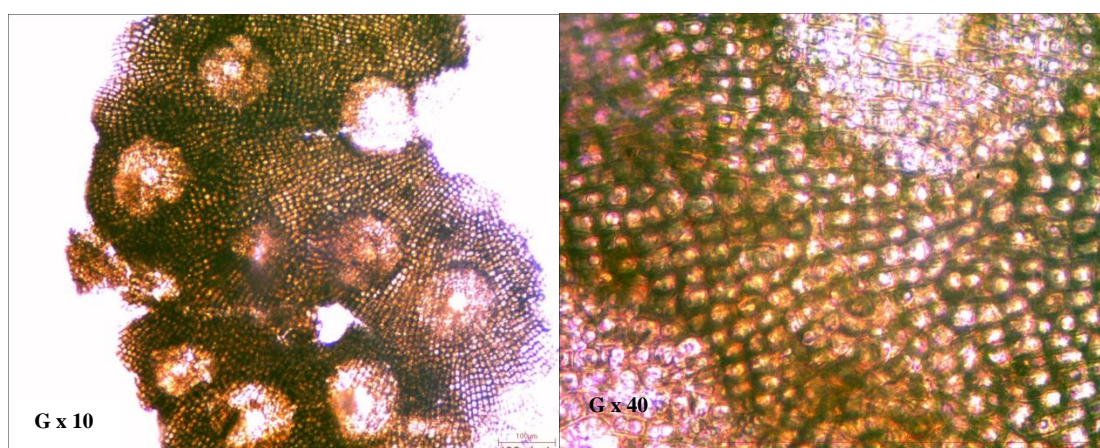


Figure 6. Aspect du thalle de *Pneophyllum fragile* observé au microscope.

***Hydrolithon farinosum* (J.V. Lamouroux) Penrose et Y.M. Chamberlain, 1993 = *Fosliella lejolisii* et *Melobesia lejolisii*.**

Elle se développe presque toujours en même temps que l'espèce précédente, dont elle se distingue par des thalles plus calcifiés, moins lobés et par des cellules de plus grande taille.

Elle est fréquemment retrouvée sur les deux faces des feuilles de *Posidonioa ceanica*, le plus souvent en individus isolés, mais parfois en petites plages. Cet épiphyte a été rencontré sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*, il était absent sur les feuilles intermédiaires.

Ordre : Ceramiales

Ceramium sp.

C'est une espèce dressée, fixée sur la feuille de *Posidonia oceanica* par des petits rhizoïdes. Elle est peu fréquente et les individus sont jeunes et de taille très réduite. Le thalle est uniaxial, et la présence des entres nœuds, formés par la cortication des cellules, plus petites est remarquables. Les ramifications sont de type dichotome (DELIPINE *et al.*, 1987). Cet épiphyte est rencontré seulement sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

***Gayliella flaccida* (Harvey ex Kützing) T.O.Cho et L. J. McIvor, 2008 = *Ceramium flaccidum* (Harvey ex Kützing) Ardissonne, 1871 (Figure 7)**

Cette espèce est fréquente, elle se distingue par ses cellules corticales allongées transversalement avec une extrémité recourbée en forme de tenailles (JACQUEMART et DEMOULIN, 2006). Les individus récoltés sont des juvéniles et de taille très réduite. C'est une espèce dressée qui se fixe par un ou plusieurs rhizoïdes et dans la plupart des cas sur d'autre épiphytes : c'est un épiphyte de deuxième degré. Cette espèce a été rencontrée sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

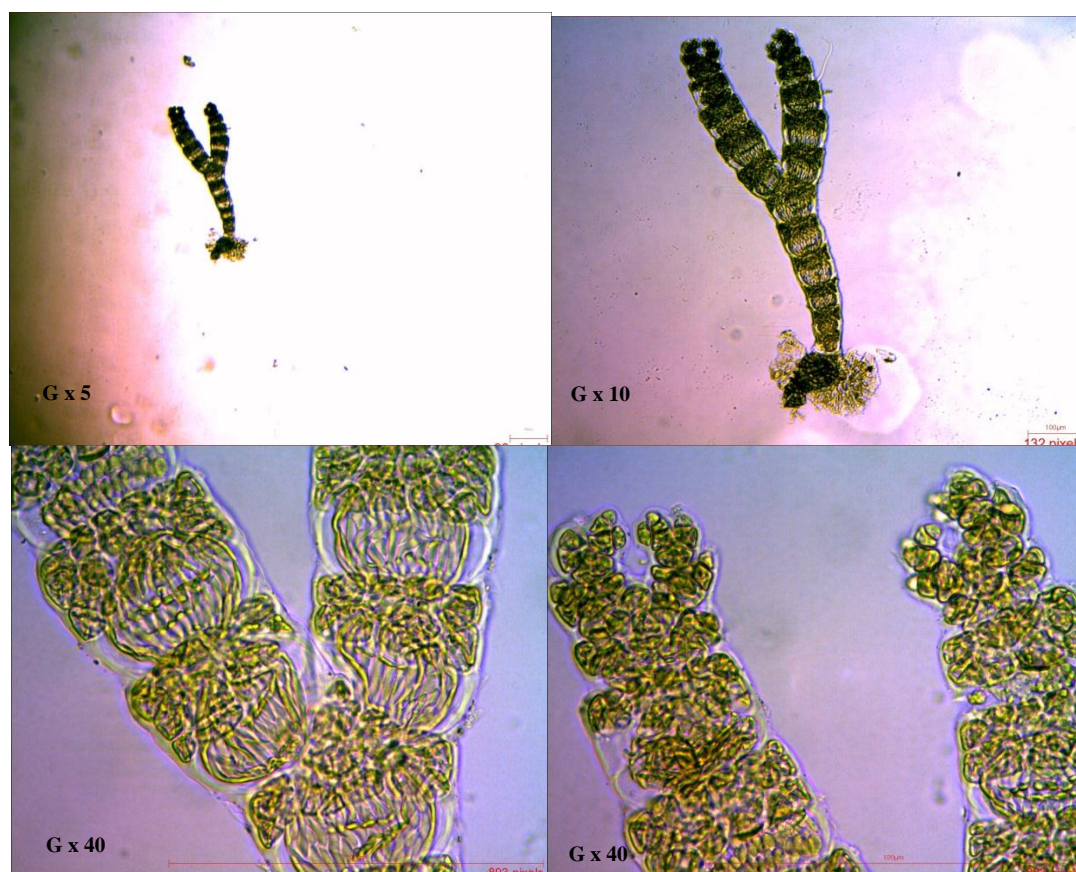


Figure 7. Aspect du thalle de *Gayliella flaccida* observé au microscope.

***Ceramium siliquosum* (Feldman-Mazoyer) Serio, 1994** (Figure 8)

C'est un épiphyte de deuxième degré, c'est une espèce dressée, filamenteuse et fixée par des rhizoïdes qui se caractérise par la longueur des entres nœuds qui sont de 2 à 5 fois plus long que les nœuds et leur taille augmente de l'apex à la base de l'algue. Les cellules des nœuds sont très denses et de petites tailles (JACQUEMART et DEMOULIN, 2006). Elle a été rencontrée sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

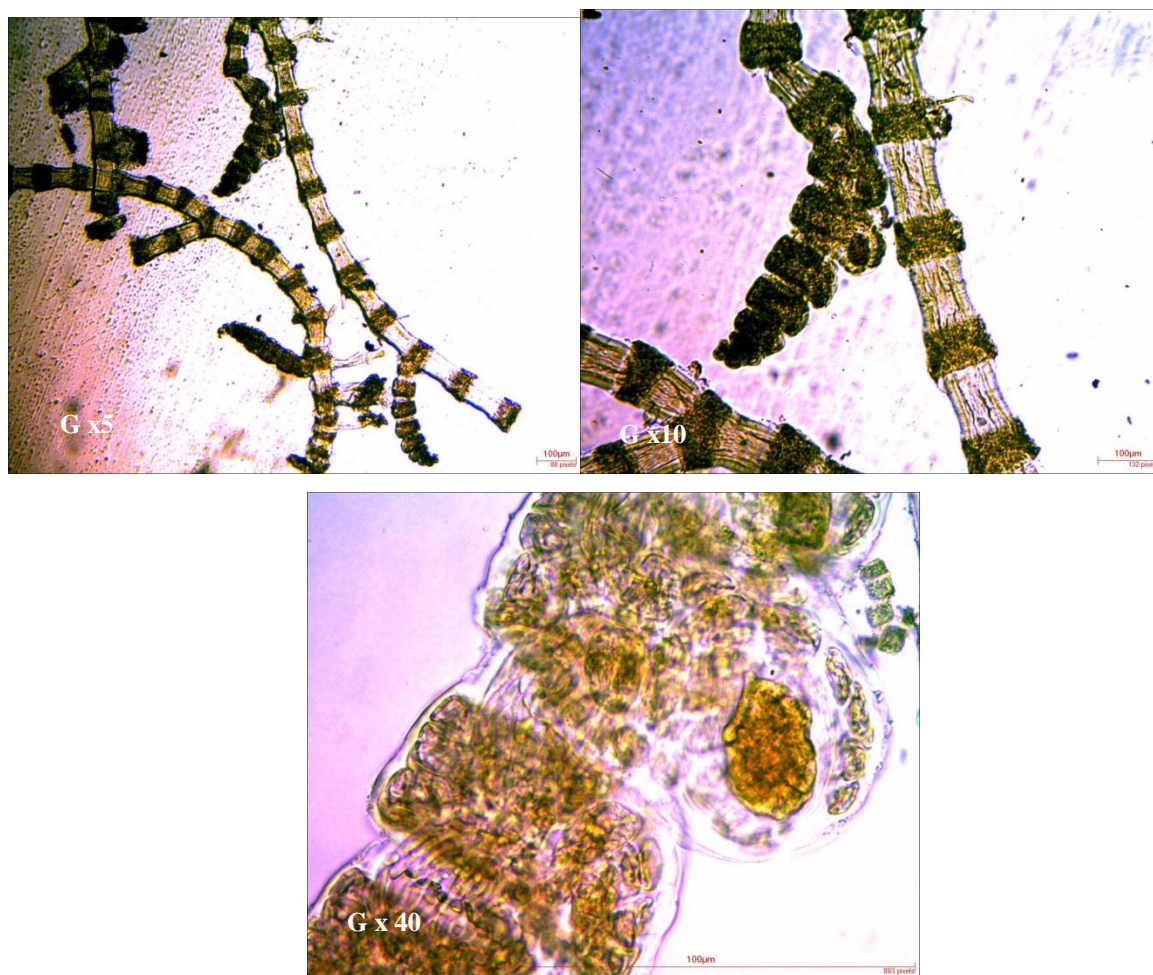


Figure 8. Aspect du thalle de *Ceramium siliquosum* observé au microscope.

***Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth, 1806**

Cette espèce se distingue de la précédente par le nombre de cellules des nœuds qui est plus important et de taille assez grande. Elle est rencontrée sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

***Laurencia* sp.** (Figure 9)

C'est une algue dressée qui se fixe sur la feuille par un petit disque basale. Elle est fréquente sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica* et se caractérise par la présence des tricoblastes au niveau de l'apex (GAYRAL, 1966 ; DELEPINE *et al.*, 1987 ; CABIOC'H *et al.*, 1992). Elle a été rencontrée sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

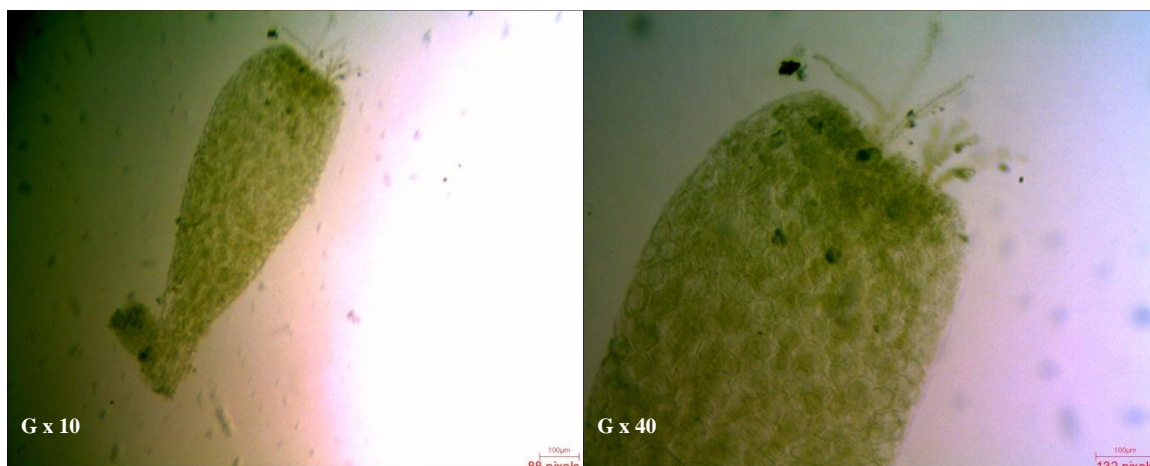


Figure 9. Aspect général du thalle de *Laurencia sp* observé au microscope.

Polysiphonia sp.

C'est une espèce dressée filamenteuse qui se fixe par un petit disque. Les spécimens récoltés sont peu ramifiés. Elle est très fréquente sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*. Elle est rencontrée sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

***Spermothamnion flabellatum* Bornet, 1876** (Figure 10)

Ce taxon est très fréquent sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*, c'est une espèce enfouie dans la feuille par des rhizoïdes d'où partent des stolons et les ramifications sont alternes.

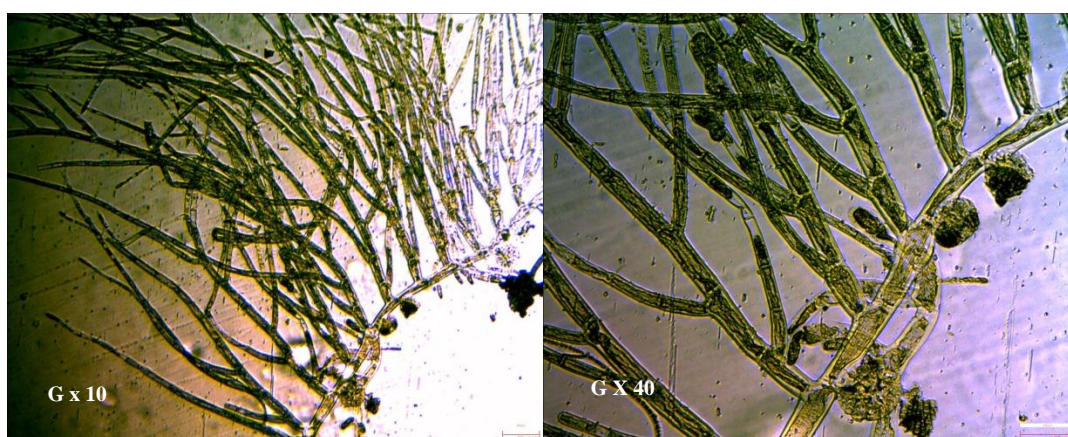


Figure 10. Aspect du thalle de *Spermothamnion flabellatum* observé au microscope

***Lejolisia mediterranea* Bornet, 1859** (Figure 11)

Cette espèce présente de filaments rampants fins d'où s'élève des filaments dressés simples ou très peu ramifiés à la base (JACQUEMART et DEMOULIN, 2006). Elle est rencontrée sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

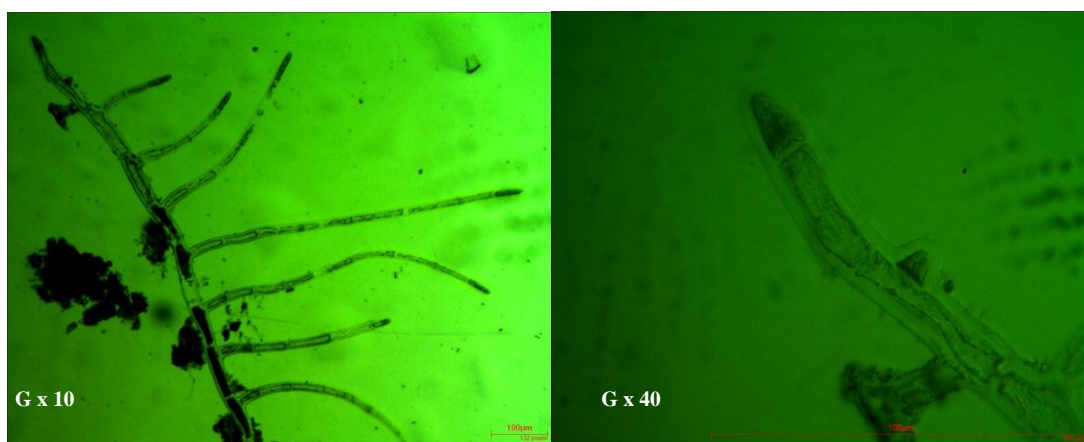


Figure 11. Aspect du thalle de *Lejolisia mediterranea* observé au microscope.

***Aglaothamnion* sp.**

C'est une espèce filamenteuse dressée qui se fixe par un rhizoïde avec ramifications irrégulières et ses cellules sont uninucléées. Elle est rare sur les feuilles de *Posidonia oceanica*.

***Antithamnion cruciatum*(C.Agardh) Nägeli, 1847** (Figure 12)

C'est une espèce dressée qui se fixe par des rhizoïdes. Il présente un axe principal rampant d'où s'élèvent des rameaux opposés portant eux-mêmes des ramules opposés, le plus souvent unilatéraux. Elle se caractérise par la présence de cellules sécrétrices, fréquemment pourvues d'une bande longitudinale (ou calotte) pectique, situées sur un court ramule constitué d'une cellule basale normale et de 1, 2 ou 3 petites cellules (FELDMANN-MAZOYER 1940 in JACQUEMART et DEMOULIN, 2006). Elle est peu fréquente sur les feuilles de *Posidonia oceanica*.



Figure 12. Aspect du thalle d'*Antithamnion cruciatum* observé au microscope.

***Apoglossum ruscifolium* (Turner) J. Agardh, 1898** (Figure 13)

Les spécimens observés sont à l'état juvénile et de taille très réduite, c'est une espèce de thalle monostromatique de type foliacé qui se fixe au substrat par un disque. Elle se caractérise par la présence d'une nervure centrale bien visible dans chaque lame, et l'extrémité des lames est arrondie (CABIOC'H *et al.*, 1992 ; GAYRAL, 1966). Cet épiphyte est peu fréquent sur les feuilles de *Posidonia oceanica*.

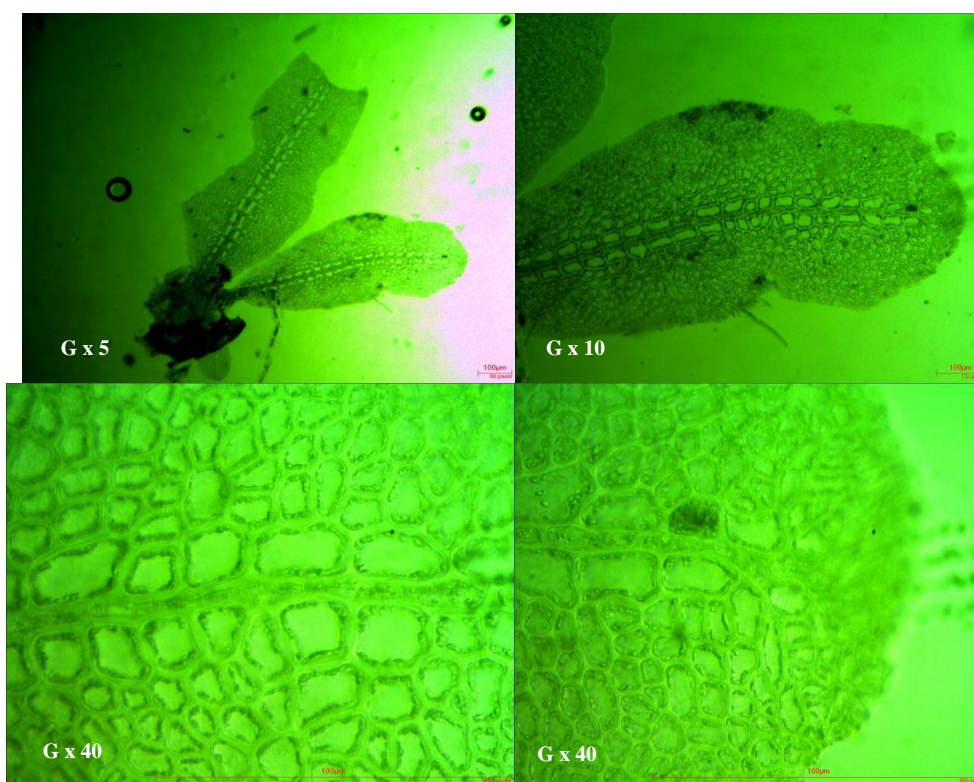


Figure 13. Aspect du thalle d'*Apoglossum ruscifolium* observé au microscope.

Ordre : Colaconematales

Colaconem adavisii (Dillwyn) Stegenga, 1985=*Acrochaetium daviesii* (Dillwyn) Nägeli, 1862

C'est une espèce dressée qui se fixe par des filaments rampants soudés en un disque basal, de ce dernier s'élèvent de fins filaments dressés. Elle forme des petites touffes sur les feuilles de *Posidonia oceanica*. Les individus portent des organes de reproduction, mais ils ne sont pas sessiles, donc l'identification de cette espèce reste incertaine. Cet épiphyte est assez fréquent sur les feuilles adultes.

Embranchement : Ochrophyta

Classe : Phaeophyceae

Ordre : Ectocarpales

Cladosiphon cylindricus (Sauvageau) Kylin, 1940=*Castagnea cylindrica* Sauvageau (Figure 14).

C'est une espèce très fréquente sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*, c'est un épiphyte dressé qui se fixe par un disque basal. Elle forme des axes dressés formés de grosses cellules transparentes et renflées qui se ramifient et donnent naissance à une forte densité de filaments assimilateurs beaucoup plus fins. Ces derniers, très nombreux, forment un manchon dense autour des cellules axiales et les masquent ce qui donne à l'algue un aspect général en « petit plumeau » (CABIOC'H *et al.*, 1992 ; JACQUEMART et DEMOULIN, 2006).

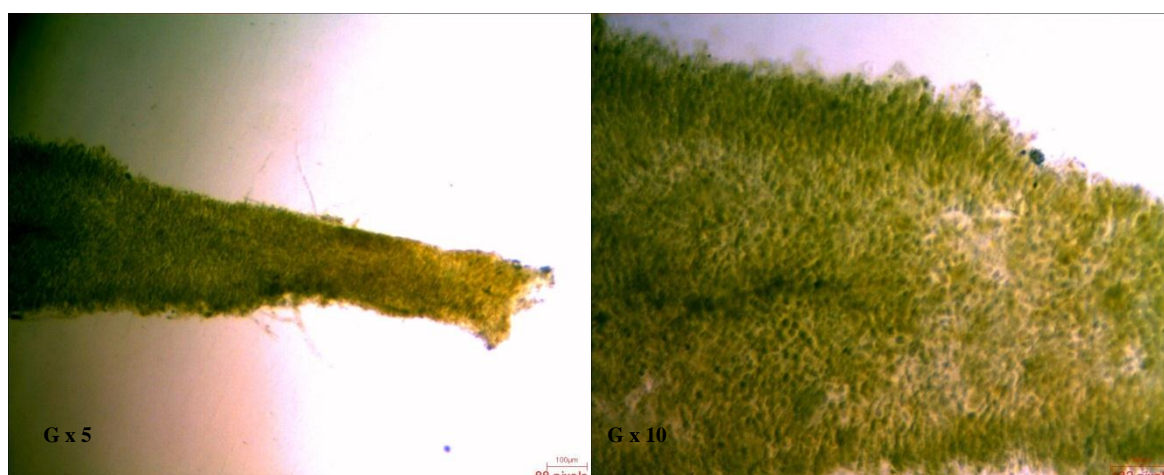


Figure 14. Aspect du thalle de *Cladosiphon cylindricus* observé au microscope.

***Cladosiphon irregularis* (Sauvageau) Kylin, 1949= *Castagnea irregularis* Sauvageau**

(Figure 15)

Cette espèce diffère de la précédente par la plus grande taille de ses filaments assimilateurs (HAMEL, 1939 in JACQUEMART et DEMOULIN, 2006). Elle est aussi plus colorée et plus souvent ramifiée (forme irrégulière) que *Cladosiphon cylindricus*. La distinction entre ces deux est incertaine, car elles se développent souvent côte à côte sur la même feuille de *Posidonia oceanica*. Les formes générales de leurs cellules, de leurs organes reproducteurs, de leurs filaments, etc. ne semblent pas essentiellement différentes, selon VAN DER BEN (1971).

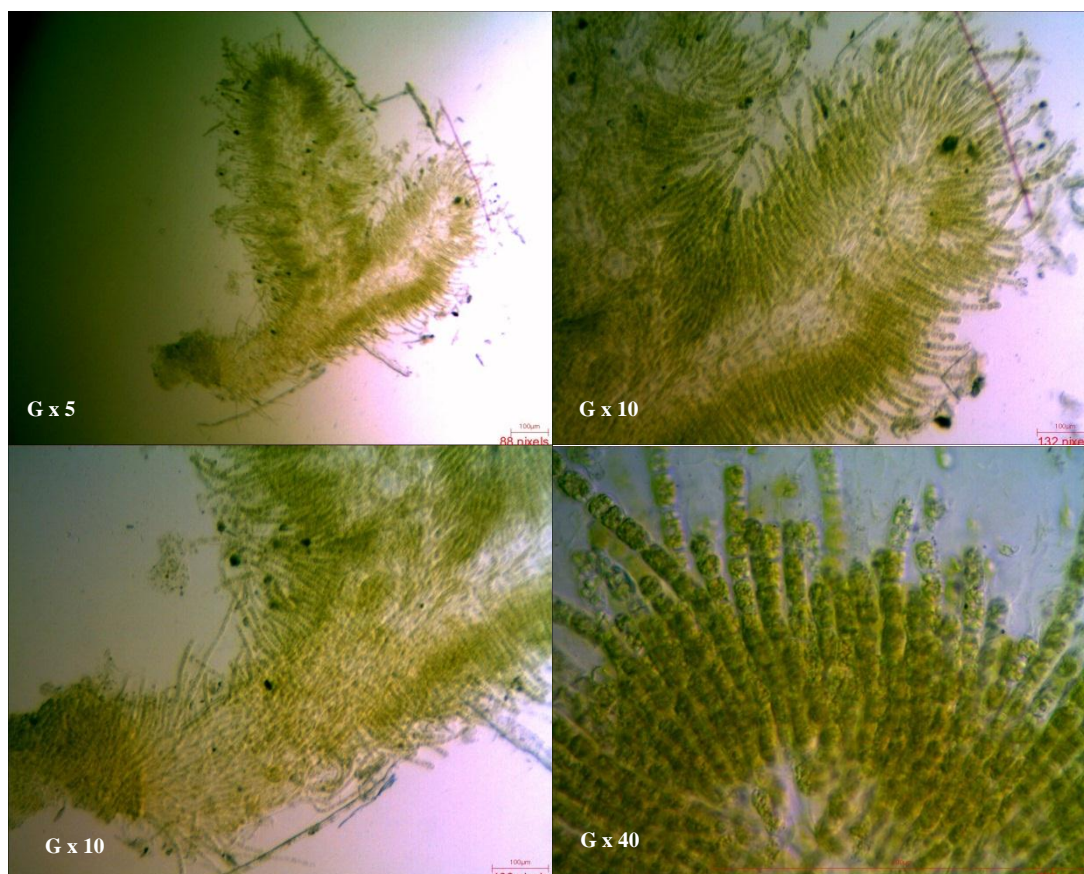


Figure 15. Aspect du thalle de *Cladosiphon irregularis* observé au microscope.

***Cladosiphon mediterraneus* Kützing, 1843= *Castagnea mediterranea* (Kützing) Hauck**

Cette espèce est moins fréquente par rapport aux précédentes. Elle diffère des autres espèces du genre *Castignae* par ses filaments assimilateurs courts et fortement crénelés ainsi que par sa plus grande taille (HAMEL, 1939 in JACQUEMART et DEMOULIN, 2006).

Castagnea sp. (Figure 16)

Cette espèce est morphologiquement différente des espèces précédentes du genre *Castagnea*. Elle présente une forme circulaire et les filaments assimilateurs sont très courts, Elle peu fréquente par rapport aux autres (*C. cylindrica* et *C. irregularis*).

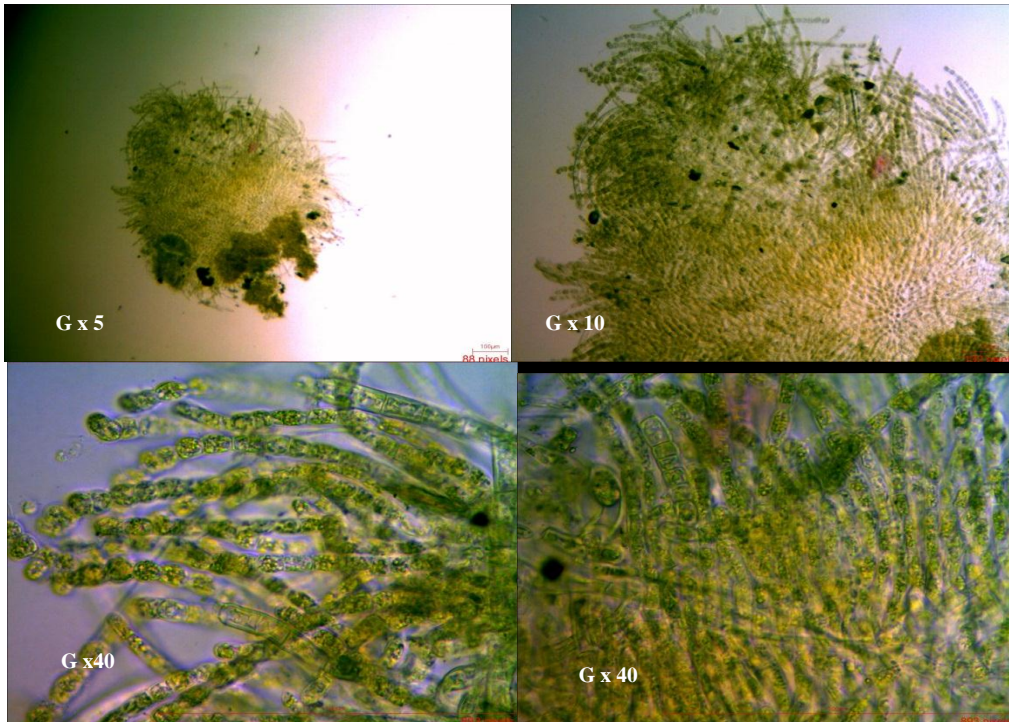


Figure 16. Aspect du thalle de *Castagnea* sp. observé au microscope.

Myrionema orbiculare J. Agardh, 1848 (Figure 17)

C'est l'une des espèces les plus abondantes et les plus fréquentes sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*. C'est un épiphyte encroûtant qui forme souvent des tapis continus, d'où émergent des poils transparents pouvant être assez longs, ce qui lui confère un aspect soyeux.

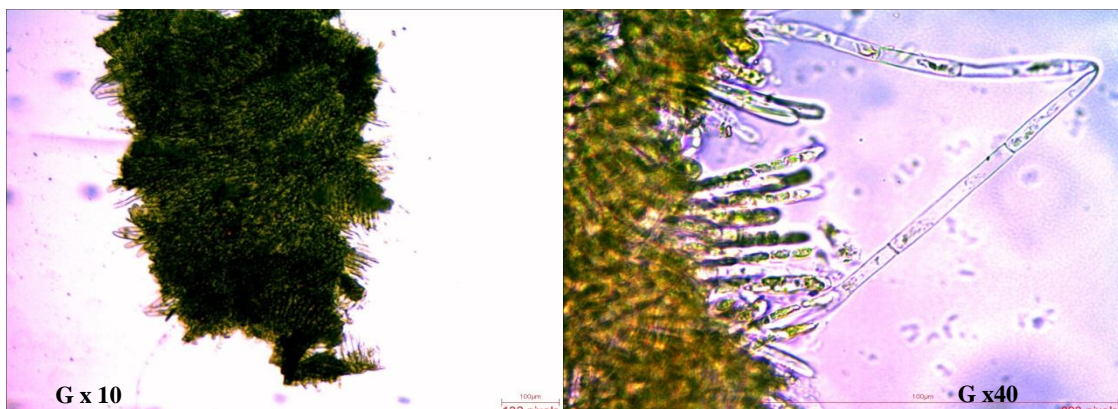


Figure 17. Aspect du thalle de *Myrionema orbiculare* observé au microscope.

***Myrionema coronnae* Sauvageau, 1897 (Figure 18)**

C'est une espèce peu fréquente, son identification reste incertaine, on a observé les filaments rampants et les filaments dressés avec des poils hyalins à méristème basale et des zoïdocystes pluriloculaires très nombreux (BEEKMAN et COPPOGUNS, 1987). Elle a été rencontrée sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

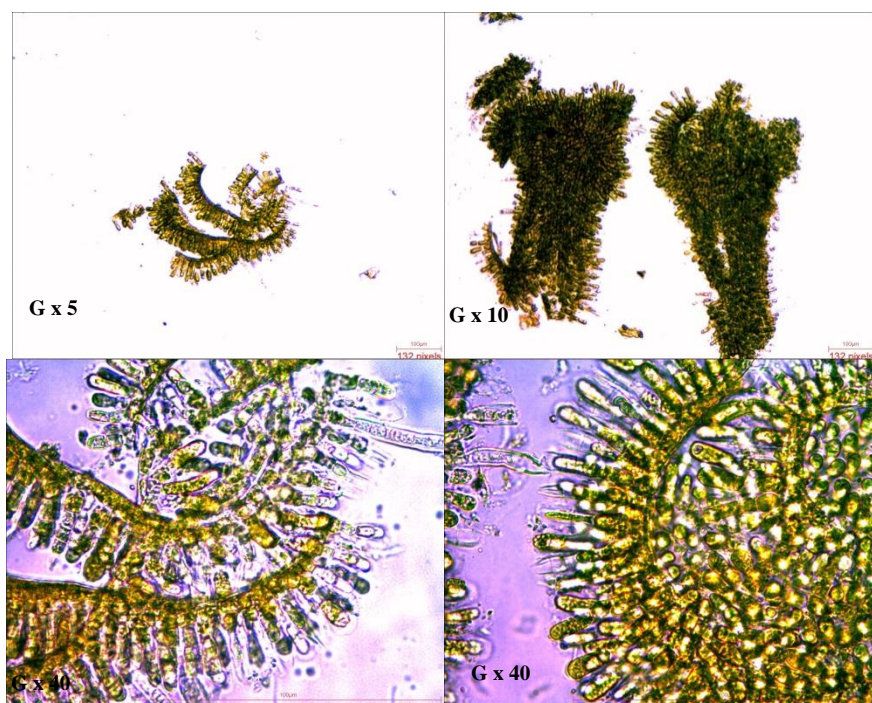


Figure 18. Aspect du thalle de *Myrionema coronnae* observé au microscope.

***Myrionema strangulans* Greville, 1827(Figure 19)**

C'est une algue encroûtante qui forme sur la feuille des petits disques bruns. A partir de chaque disque naissent des filaments dressés qui ne sont pas ramifiés, cet épiphyte est peu fréquent sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

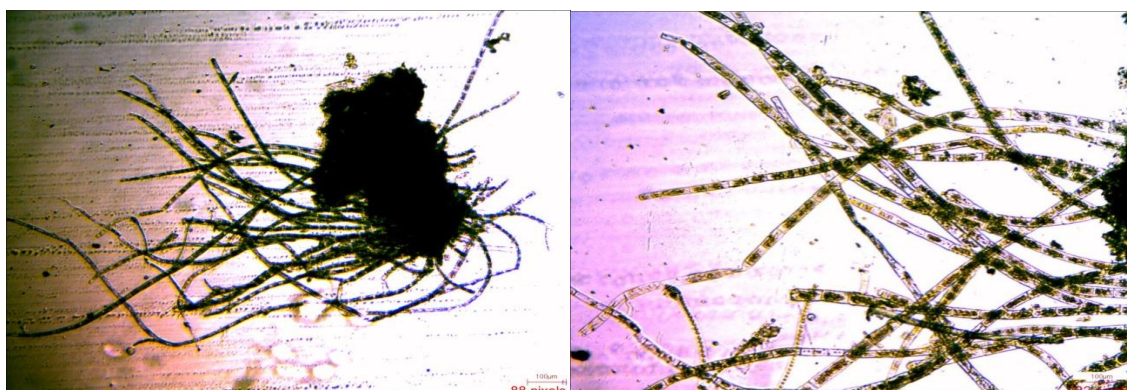


Figure 19. Aspect du thalle de *Myrionema strangulans* observé au microscope.

***Giraudya sphacelarioides* Derbès et Solier, 1851** (Figure 20)

C'est une espèce caractéristique de la flore épiphyte de *Posidonia oceanica* et elle accomplit son cycle sur leurs feuilles (VAN DER BEN, 1971). Cette espèce forme des petites touffes hémisphériques, d'abord fixées à la feuille de *Posidonia oceanica* ou sur le tapis de *Myrionema orbiculare* par des filaments rampants, puis par des rhizoïdes produits par les cellules inférieures des filaments dressés. Ces derniers sont monosiphonnés et se terminent par un poil (GAYRAL, 1966 ; JACQUEMART et DEMOULIN, 2006).

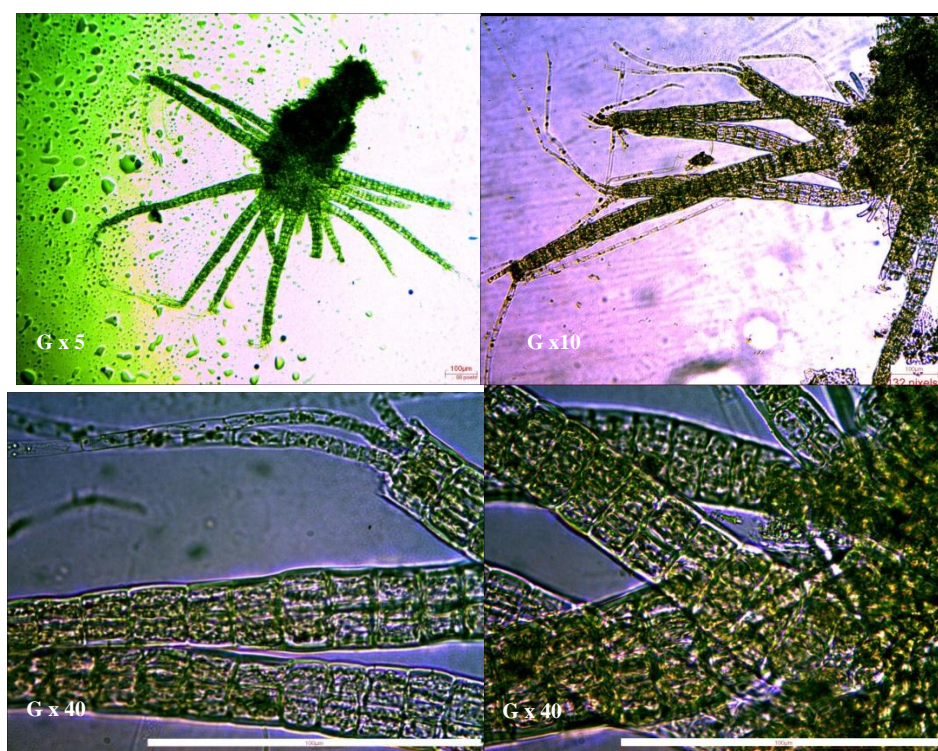


Figure 20. Aspect du thalle de *Giraudya sphacelarioides* observé au microscope.

Ordre : Dictyotales

***Dictyota* sp.** (Figure 21)

Les individus récoltés de cette espèce sont juvéniles et de très petite taille : ce qui rend son identification très difficile. Elle se caractérise par la présence des cellules sécrétrices à l'extrémité ou l'apex de l'espèce, ses cellules sont un peu plus foncées et de taille réduite par rapport aux autres cellules. Cet épiphyte se fixe sur la feuille par un rhizoïde. Elle est rare sur les feuilles de *Posidonia oceanica*.

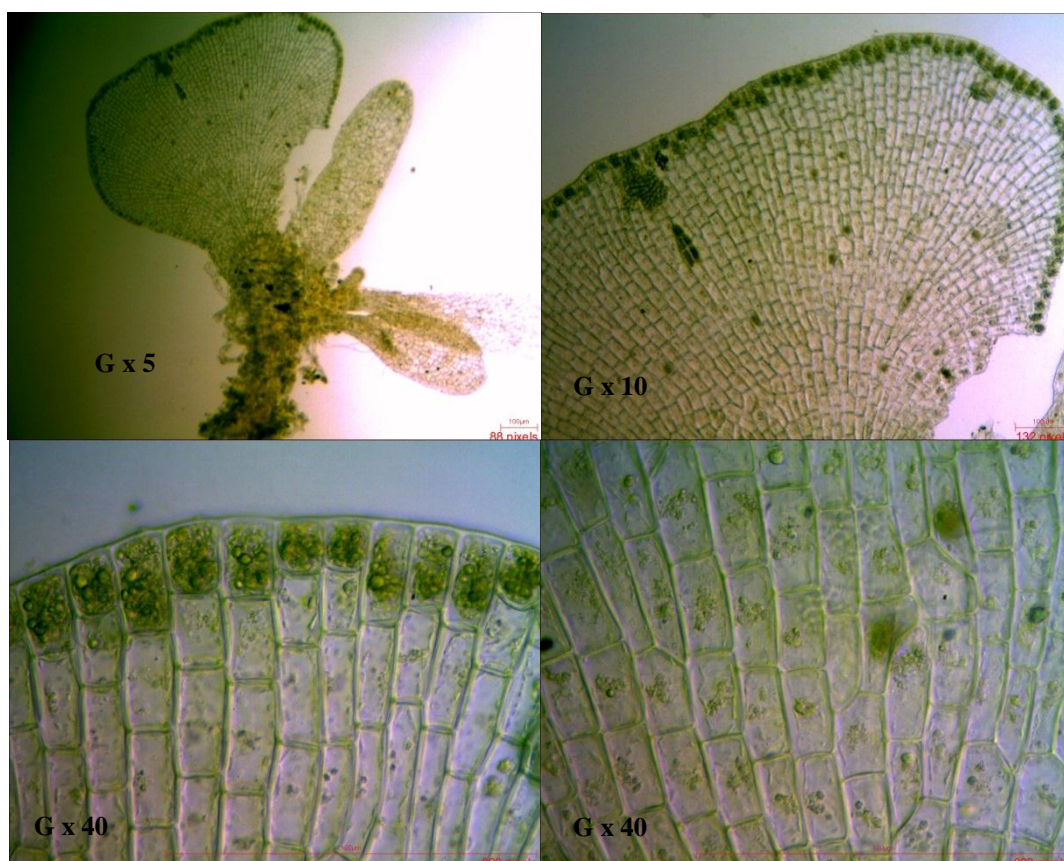


Figure 21. Aspect du thalle de *Dictyota sp* observé au microscope.

***Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux, 1809**

Le thalle, de couleur jaune-marron, aplati en lanières, est formé de rubans ramifiés de façon dichotomique. Le ruban, peu épais, les extrémités sont arrondies et souvent bifides. L'algue se fixe au substrat par des rhizoïdes qui se terminent par des disques adhésifs (Delépine *et al.*, 1987). Cet épiphyte est peu fréquent sur les feuilles de *Posidonia oceanica*.

***Dictyota spiralis* Montagne, 1846**

C'est une espèce dressée, de thalle érigé en forme de rubans, étroits, opaques et membraneux. Les extrémités sont parfois iridescentes avec des ramifications de type pseudodichotome et se fixe sur la feuille par des stolons (GAYRAL, 1966 ; DELEPINE *et al.*, 1987). Cet épiphyte est peu fréquent sur les feuilles adultes et absent sur les feuilles intermédiaires de *Posidonia oceanica*.

***Taonia atomaria* (Woodward) J.Agardh, 1848**

C'est une espèce dressée en forme de lame et se fixe sur la feuille par un disque basale. Elle se distingue par un thalle plus souple membraneux, strié transversalement, sombre en raison de la présence des touffes de poils ou leurs cicatrices. Cet épiphyte est peu fréquent sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica* (GAYRAL, 1966 ; CABIIOC'H *et al.*, 1992).

Ordre : Sphacelariales

Sphacelaria sp. (Figure 22)

C'est une algue dressée filamenteuse, les axes de cette espèce sont polysiphonés terminés par des sphacèles (cellule apicale allongée plus foncé), les ramifications sont de type hémiblastée, les rameaux sont insérés entre deux cloisons transversales (JACQUEMART et DEMOULIN, 2006). Elle est peu fréquente sur les feuilles adultes et absente sur les feuilles intermédiaires de *Posidonia oceanica*.

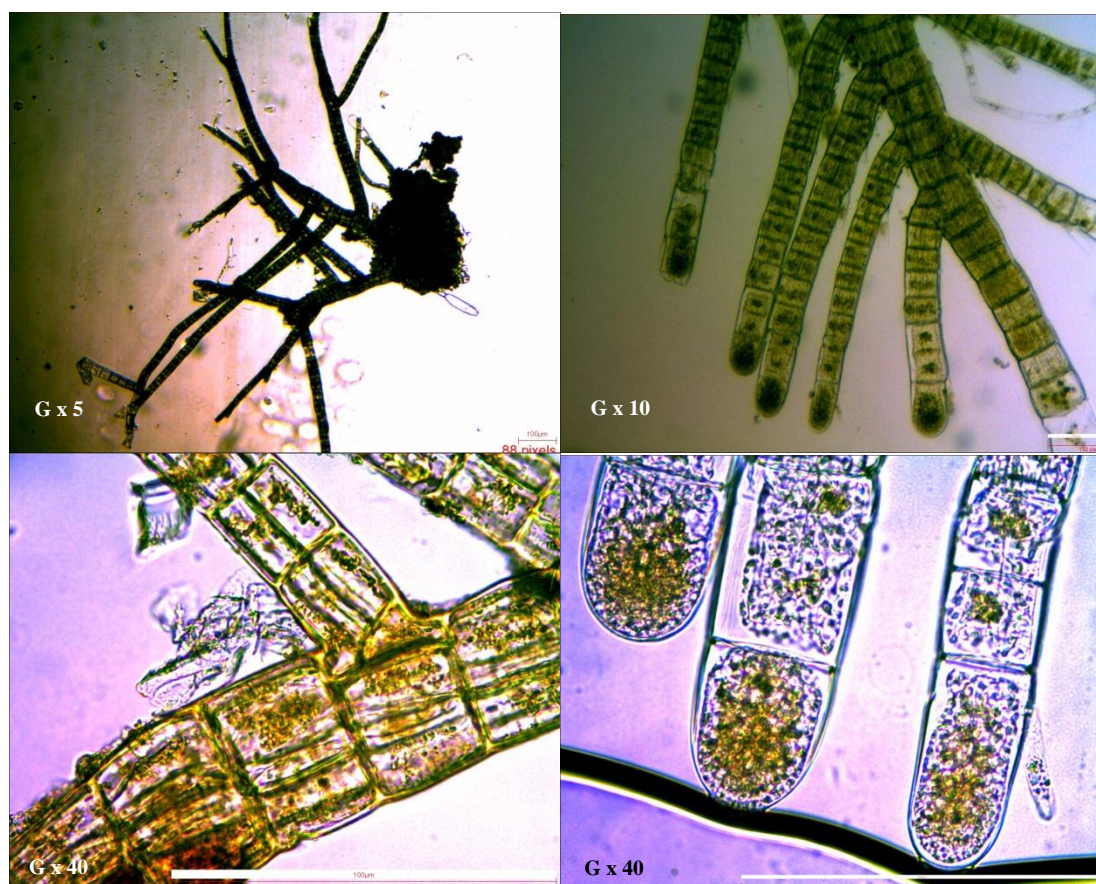


Figure 22. Aspect du thalle de *Sphacelaria sp.* observé au microscope.

Sphacelaria cirrosa (Roth) C.Agardh, 1824

Cette espèce se caractérise par l'abondance des propagules qui s'insèrent sur les rameaux, et qui portent parfois un poil plus ou moins développé. Elle est peu fréquente sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

Embranchement : Chlorophyta

Classe : Ulvophyceae

Ordre : Ulvales

Ulva sp. (Figure 23)

Les individus observés sont juvéniles et de taille réduite. Ils se présentent sous forme d'un thalle aplati en forme des lames qui, se fixe sur la feuille par un disque basale. Au microscope, les cellules ne sont pas structurées et on note l'absence des cellules apicales de croissance et de sécrétion. Elle est peu fréquente sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

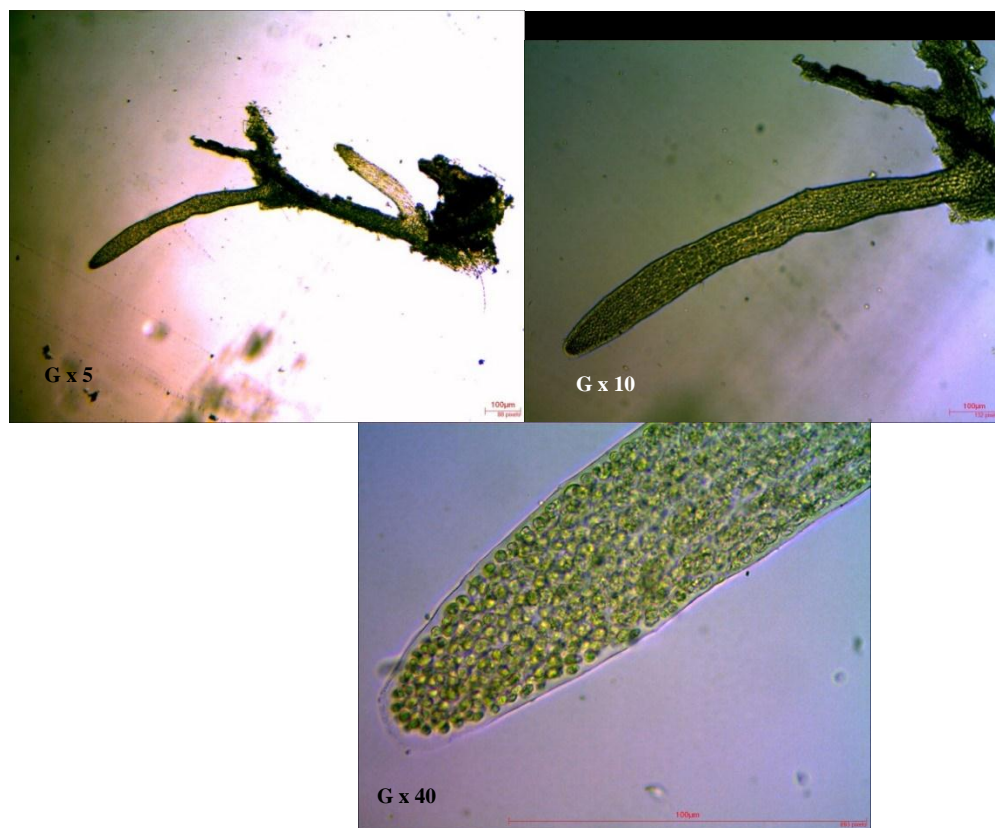


Figure 23. Aspect du thalle d'*Ulva* sp. observé au microscope.

Embranchement : Cyanophyta

Classe : Cyanophyceae

Ordre : Synechococcales

Leibleinia gracilis (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek, 1988= *Lyngbya gracilis* Rabenhorst ex Gomont, 1892 (Figure 24)

C'est un épiphyte filamenteux, les filaments sont libres ou réunis pour former une touffe. Elle consiste en des trichomes simples et fins entourés d'une gaine transparente ouverte à ses extrémités. Cette cyanophycée est peu fréquente sur les feuilles de *Posidonia oceanica*.

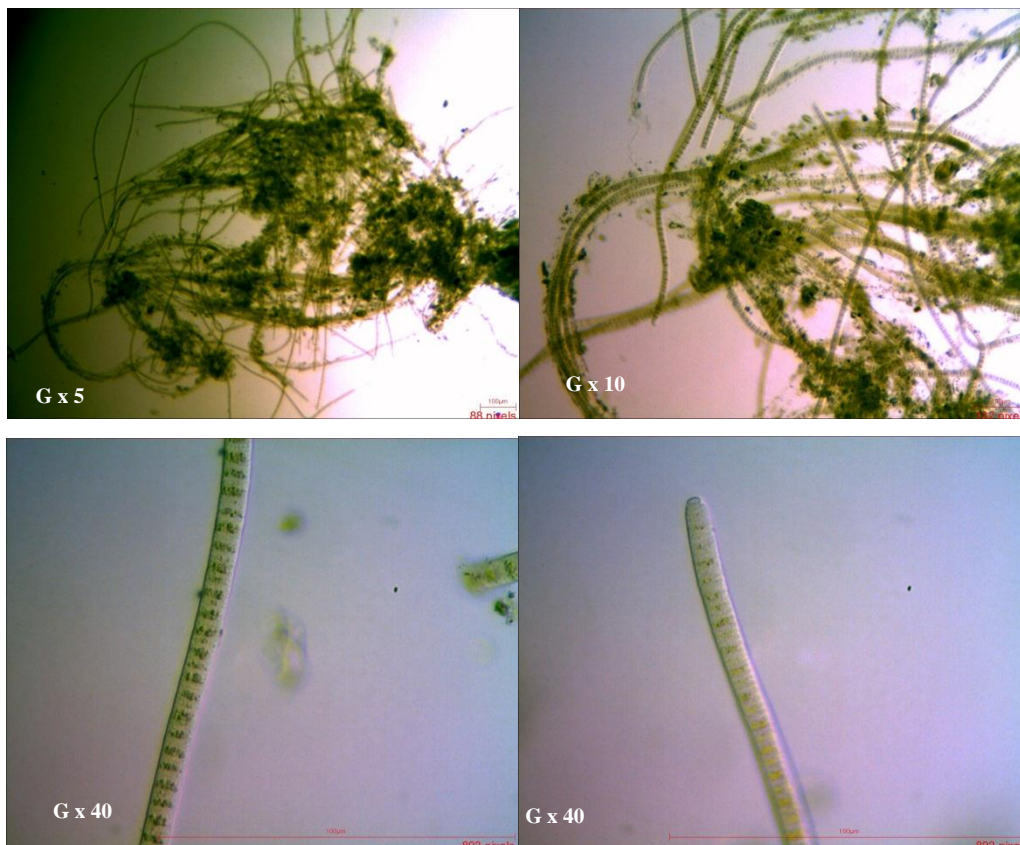


Figure 24. Aspect du thalle de *Leibleinia gracilis* observé au microscope.

Ordre : Nostocales***Calothrixcon fervicola* C. Agardh de Bornet et Flahault, 1886**

C'est une espèce moins fréquente sur les feuilles de *Posidonia oceanica* étudiées, elle est observée uniquement au niveau de site de Tonic. Cet épiphyte se reconnaît bien à son hétérocyste basal, son trichome épaissi à la base, rétréci vers l'extrémité et qui se termine en un fin poil incolore (JACQUEMART et DEMOULIN, 2006).

3.3. Description des espèces faunistiques épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica***Embranchement : Bryozoa**

Les Bryozoa sont représentés par : *Electra posidoniae*, *Chorizo porabrongniartii*, *Aetea* sp. dont le plus répandu est *Electra posidoniae*. Cette espèce occupe des surfaces très importantes.

***Electra posidoniae* (Gautier, 1954) (Figure 25)**

C'est une espèce de la famille des Electridae caractéristique de *Posidonia oceanica*, elle forme sur leur feuille des petites colonies encroûtantes, pouvant atteindre une dizaine de centimètres de longueur. Ce bryozoaire est peu calcifié et souple (AUGIER, 2010 ; ANDRE *et al.*, 2018). Elle est très fréquente sur les feuilles adultes de *Posidonia oceanica*.

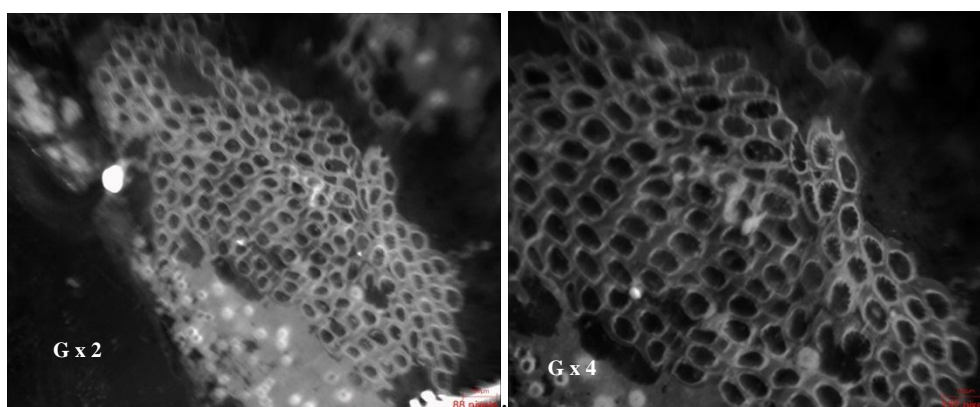


Figure 25. Aspect général d'*Electra posidoniae* observé à la loupe.

Embranchement : Hydrozoa

Trois (3) espèces appartenant aux familles des Sertulariidae et Plumulariidae, ont été respectivement identifiées : *Sertularia perpusilla* (Figure 26) et *Plumularia obliqua*. Elles sont très fréquentes sur les feuilles adultes et intermédiaires de *Posidonia oceanica*.

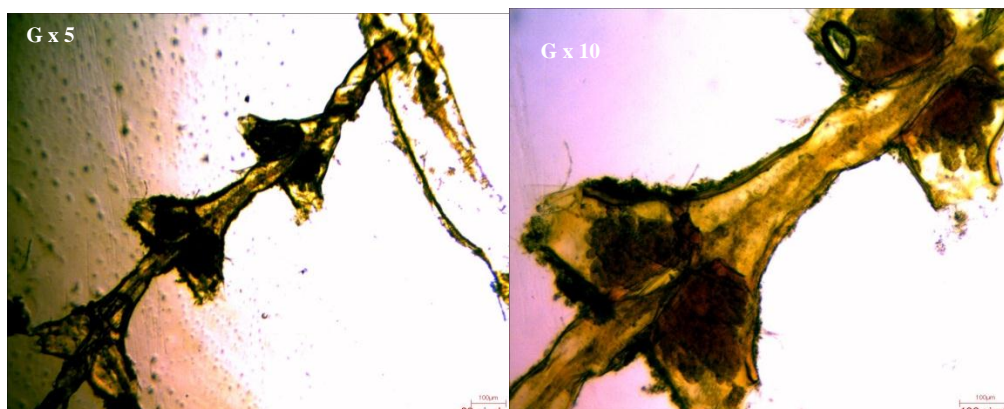


Figure 26. Aspect général de *Sertularia perpusilla* observé au microscope.

Embranchement : Annelida

Ce groupe est représenté par une seule espèce de la famille des Serpulidae : *Spirorbis* *sp.* (Figure 27). C'est un polychète sessile qui vit dans un tube calcaire, solide, enroulé sur lui-même (HAYWARD *et al.*, 1996 ; AUGIER, 2010).

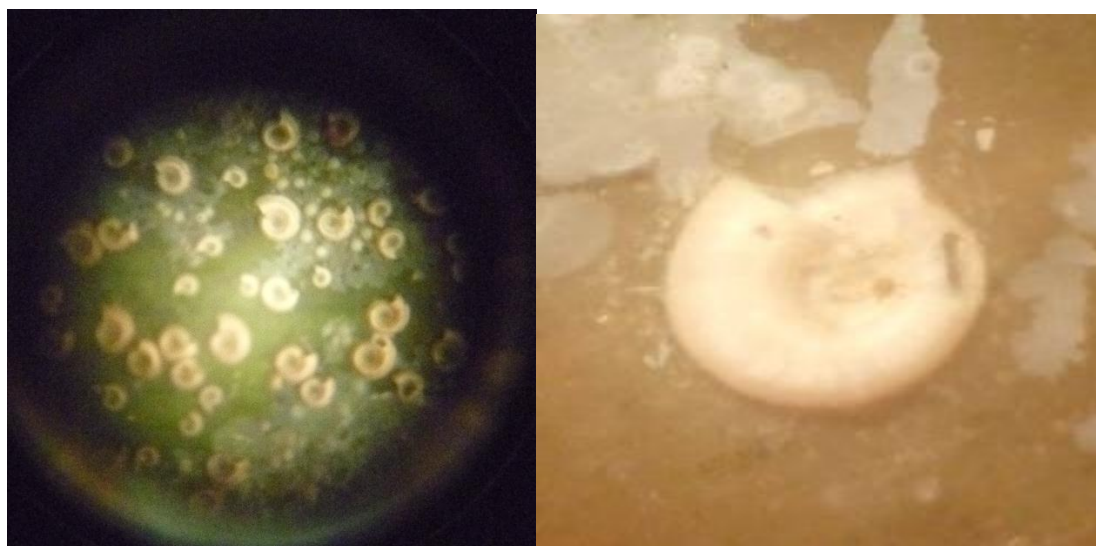


Figure 27. Aspect général de *Spirorbis* *sp.* observé à la loupe.

Embranchement : Chordata

Dans ce groupe, une seule espèce de la famille des Styelidae a été identifiée, *Botryllus schlosseri* (Pallas, 1766). Les individus de cette espèce forment des Ascidies coloniale ou synascidie, la colonie apparaît comme un ensemble de petites structures en étoiles caractéristiques (HAYWARD *et al.*, 1996 ; AUGIER, 2010).

3.4. Paramètres analytiques.

3.4.1. Richesse spécifique (S) et Recouvrement (R%) des espèces épiphytes

3.4.1.1. Variabilité de la richesse spécifique (S) et du recouvrement (R%) au niveau des faces internes et externes des feuilles

La richesse spécifique S ne montre pas de différences entre les 2 faces des feuilles à l'exception du site Tonic (Figure 28). En outre, les espèces épiphytes ne semblent pas inféodées à une face particulière (Annexe 2). Les mêmes observations ont été rapportées par d'autres auteurs (VAN DER BEN, 1971 ; MAZZELLA et RUSSO, 1989 ; BEDINI *et al.*, 2003).

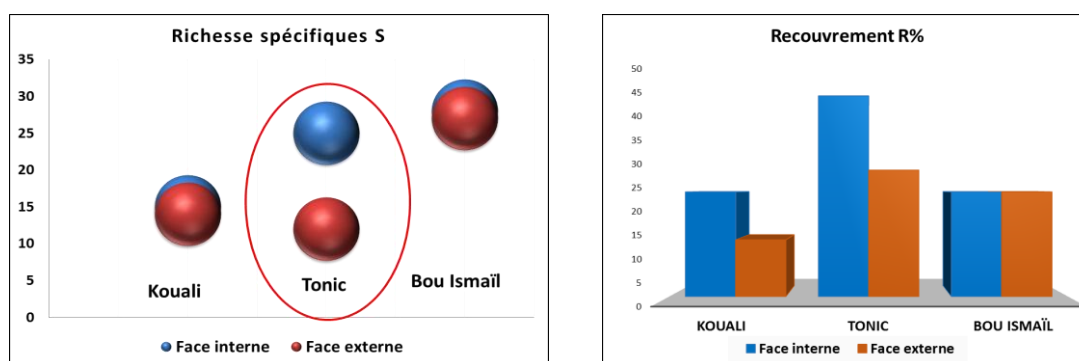


Figure 28. Recouvrement(R%) et richesse spécifique (S) mesurés au niveau des faces internes et externes des feuilles *Posidonia oceanica*.

Concernant, la différence observée entre les 2 faces des feuilles au niveau du site Tonic, elle pourrait s'expliquer par le fait que les épiphytes colonisent la face interne qui est plus exposée à la lumière et l'hydrodynamisme alors que la face externe est moins exposée comme rapporté par VAN DER BEN (1971) et MAZZELLA et RUSSO (1989). En effet, au niveau du site Tonic la turbidité est très importante, en raison des nombreux rejets qui jalonnent le littoral et tout particulièrement les rejets de l'entreprise Tonic Emballage. En outre, le

recouvrement estimé au niveau des feuilles prélevées au niveau de ce site présent également des différences entre les 2 faces des feuilles, ceci vient conforter notre hypothèse. Quant à la diminution du recouvrement observé au niveau de la face externe des feuilles du site anse Kouali, ceci pourrait s'expliquer par la densité et le recouvrement de l'herbier au niveau de ce site qui sont très élevés (BOUMAZA *et al.*, 2014) et constituent donc un frein à la pénétration de la lumière et par conséquent entrave le développement des épiphytes sur la face externe des feuilles

3.4.1.2. Variabilité de la richesse spécifique (S) et du recouvrement (R%) en fonction des types de feuilles

Les feuilles adultes présentent une richesse spécifique et un recouvrement en épiphytes plus importants que ceux des feuilles intermédiaires (Figure 29).

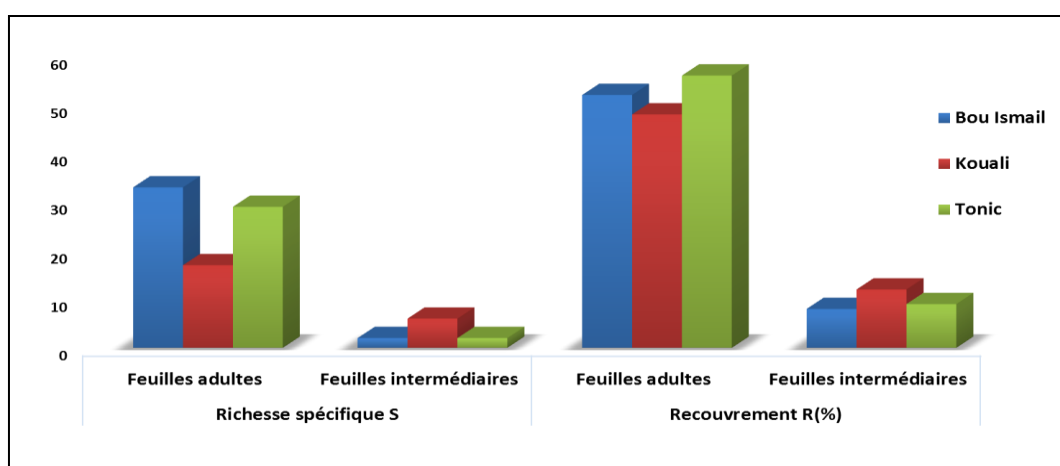


Figure 29. Richesse spécifique (S) et recouvrement (R%)des feuilles adultes et intermédiaires

En effet, les feuilles intermédiaires sont moins exposées que les feuilles adultes, du fait leur position à l'intérieur du faisceau - donc plus récentes- elles sont donc moins recouvertes par les épiphytes (ALCOVERRO *et al.*, 1997 ; PEIRANO *et al.*, 2001). Les feuilles adultes sont les plus exposées aux intensités lumineuses nécessaires à la photosynthèse des algues.

Généralement seuls les épiphytes encroûtants s'installent légèrement sur les feuilles intermédiaires (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982). Les espèces les plus représentées sur les feuilles intermédiaires sont *Pneophyllum fragil* et *Myrionema orbiculare*, elles sont parmi les premières espèces qui s'installent sur les jeunes feuilles de *Posidonia oceanica* (PANAYOTIDIS, 1979). La pauvreté des feuilles intermédiaires en épiphyte est dû à

l'absence des espèces dressées qui se développent sur les épiphytes encroûtants et qui sont absents ou peu développés (VAN DER BEN, 1971 ; MAZZELLA *et al.*, 1989 ; JACQUEMART et DEMOULIN, 2006). La richesse spécifique importante enregistrée au niveau des feuilles adultes semble liée à une poussé importante de certaines espèces dressées comme *Gyraudia sphacelarioides*, *Cladosiphon cylindricus* et *Cladosiphon irregularis*, cette tendance a été rapportée par (VAN DER BEN, 1971 ; PANAYOTIDIS, 1980).

3.4.2. Comparaison intersites des Recouvrements (R%)

Les valeurs des recouvrements totaux sont du même ordre de grandeur au niveau des 3 sites étudiés. Il est de 48% à Bou Ismail, dominé par *Myrionema orbiculare* (46%) et *Giraudya sphacelarioides* (39%). Au niveau de l'anse de Kouali, il est de 46% avec la prédominance de *Pneophyllum fragil* (31%) et de *Giraudya sphacelarioides* (22 %). Quant à Tonic, le recouvrement global est de 42% à Tonic avec la dominance de *Pneophyllum fragil* (46 %) et *Myrionema orbiculare* (39%). Ces espèces qui représentent l'essentiel du recouvrement sont les espèces caractéristiques du peuplement des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* (PANAYOTIDIS, 1979). Toutefois, le faible recouvrement de l'espèce *Giraudya sphacelarioides*, de l'ordre de 1% enregistré à Tonic, est à l'origine de la valeur de recouvrement global des épiphytes au niveau de cette station qui reste en deçà des valeurs enregistrées au niveau des 2 autres stations. Nous rappelons que cette espèce est considérée comme une espèce caractéristique des épiphytes de *Posidonia oceanica*.

Les recouvrements sont dominés par les Rhodophyta, avec 50% à Tonic. Tandis qu'au niveau de l'anse de Kouali et de Bou Ismail c'est le groupe des Ochrophyta qui est dominant avec des taux de recouvrement de 50% et 62%, respectivement. Une tendance différente a été observée à Kouali par REBOUH (1997) où la dominance qualitative est attribuée aux Rhodophyta, alors que la dominance quantitative est attribuée au groupe des Ochrophytes.

Le groupe de taxon faunistique qui représente le recouvrement le plus élevé au niveau des 3 sites est celui des Bryozoa avec 25% dominé par *Electra posidonia* au niveau du site Tonic (20%) (Figure 30).

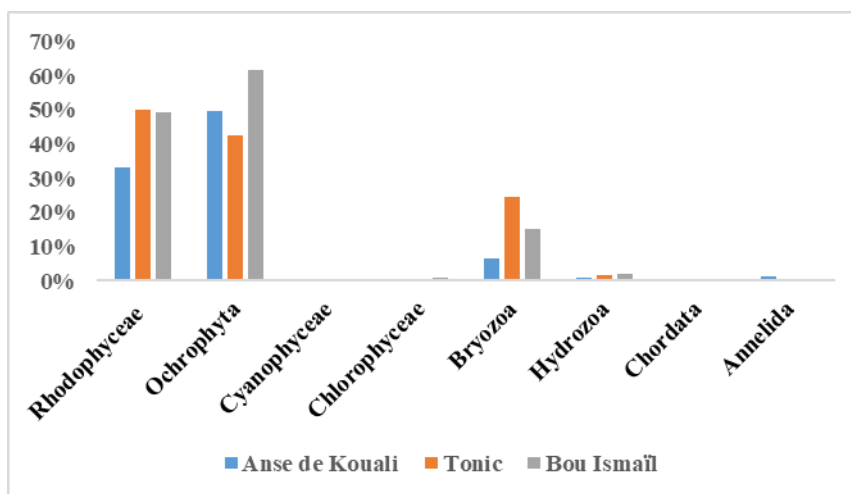


Figure 30. Recouvrement des grands groupes taxonomiques au niveau des 3 sites.

3.4.3. Comparaison intersites des grands groupes taxonomiques

La comparaison intersites des différents groupes taxonomiques est marquée par une richesse spécifique qualitativement dominée par les Rhodobiontes (Ceramiales) au niveau du site de Bou Ismaïl et par les Chromobiontes (Ectocarpales) au niveau de Tonic et anse de Kouali (Figure 31). Les autres groupes présentent globalement les mêmes proportions au niveau de toutes les stations, avec toutefois la prédominance des Bryozoa.

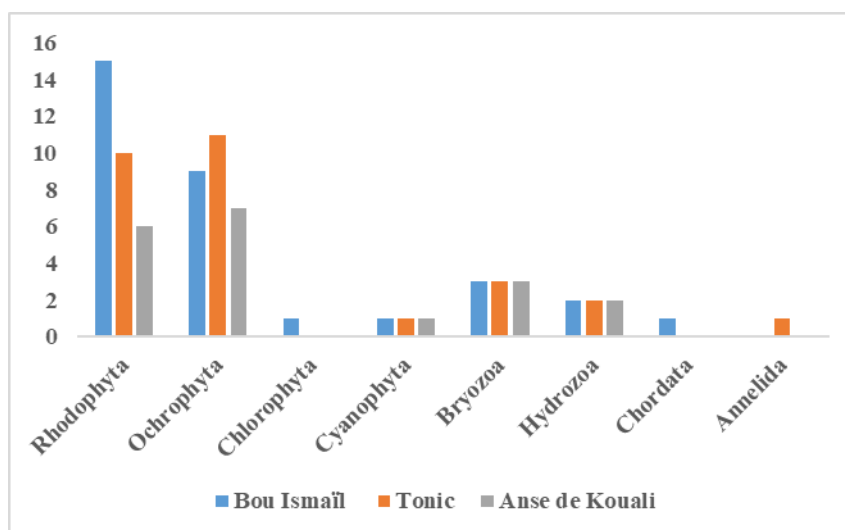


Figure 31. Répartition des grands groupes taxonomiques au niveau des 3 sites.

Conclusion

Conclusion

Cette étude a porté sur l'identification des principaux épiphytes associés aux feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile ainsi que sur l'estimation de leur taux de recouvrement, et ce au niveau de 3 sites localisés dans la baie de Bou Ismail et présentant des conditions environnementales différentes : un site de référence (anse de Kouali) et 2 sites soumis à des rejets d'effluents urbains et industriels (Bou Ismail et Tonic).

Un total de 46 espèces a été identifié, qualitativement dominé par les Rhodobiontes (Ceramiales) et quantitativement par les Chromobiontes (Ectocarpales). Les espèces les plus représentatives du peuplement des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* sont celles déjà signalées en Méditerranée (VAN DER BEN, 1971 ; PANAYOTIDIS, 1979, 1980 ; REBOUHI, 1997 ; BEN BRAHIM *et al.*, 2014 ; MABROUK *et al.*, 2014).

Les espèces qui présentent des taux de recouvrement les plus élevés sont celles qui sont les plus fréquents et définies comme les espèces caractéristiques des feuilles de *Posidonia oceanica*, il s'agit de *Pneophyllum fragil*, *Myrionema orbiculare*, *Giraudya sphacelarioides*, *Cladosiphon irregularis* et *Electra posidonia*.

Néanmoins, il apparait clairement que les sites localisés face au front de mer de l'agglomération de Bou Ismail s'individualisent par rapport à Kouali et tout particulièrement Tonic. En effet, la communauté des épiphytes des feuilles au sein du site anse de Kouali présente une richesse spécifique la plus faible. Ce résultat vient conforter ce qui est rapporté dans la littérature, à savoir que l'enrichissement en nutriment du milieu entraîne un développement des espèces épiphytes.

L'installation des épiphytes dépend des conditions du milieu tel que la lumière (LIBES, 1986 ; LEPOINT., 1999) et les nutriments (PERGENT *et al.*, 1995 ; HECK *et al.*, 2003). Le maximum du recouvrement des épiphytes a été observé à Bou Ismail, ce qui reflète la relation entre l'enrichissement du milieu par les rejets et l'augmentation du recouvrement par les épiphytes. Cette tendance a été également enregistrée dans différents

herbiers à *Posidonia oceanica* soumis à des apports en nutriments (DELGADO *et al.*, 1999 ; CANCEMI *et al.*, 2003 ; PRADO *et al.*, 2008 ; MABROUK *et al.*, 2014) ou à un enrichissement artificiel (LEONI *et al.*, 2006, 2008).

Il est noté que les résultats de cette étude sont préliminaires, la poursuite de ce travail est actuellement en cours et permettra de préciser si les actions anthropiques, identifiées dans la baie de Bou Ismaïl, affectent effectivement les peuplements des épiphyte des feuilles de *Posidonia oceanica*, afin de les considérer comme des indicateurs potentiels à l'évaluation de la qualité des eaux où baigne l'herbier à *Posidonia oceanica*.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

- ANDRÉ F., NEMOZ M., 2018**, in : DORIS. *Electra posidoniae* Gautier, 1954
<https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1701>
- AUGIER H., 2010**. Guide des fonds marins de Méditerranée. Ecologie, flore, faune, plongées. Edition. Delachaux et Niestlé. 456p.
- BAY D., 1978**. *Etude in situ de la production primaire d'un herbier de posidonie, Posidonia oceanica (L.) Delile, dans la baie de Calvi, Corse*. Thèse Faculté des Sciences, Université de Liège : 251p.
- BEDINI R., CANALI M. G., BERTUCCELLI M., 2003**. Epiphytic communities on *Posidonia oceanica* (L.) Delile Leaves Along The North Tyrrhenian Coasts (N.W. Mediterranean Sea, Italy). *Medit. Mar. Sci.*, 4/2, 99-114.
- BEECKMAN T., COPPEJANS E., 1987** Algues marines nouvelles pour la côte de Boulonnais (Pas-De-Calais, France). II les micro-épiphytes (Chloro, Phaeo-Rhodophyceae). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 120 :59-71.
- BELKHAMSSA F.Z.S., 2012**. *Biodiversité associée à l'herbier de Posidonia oceanica / plage de Stidia / côte Ouest de Mostaganem*. Mémoire d'ingénieur en Biologie. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. 69p.
- BELL S.S., WALTERS K., KEM J.C., 1984**. Meiofauna from seagrass habitats: a review and prospectus for future. *Research. Estuaries*, 7 (4A): 331-338.
- BEN BRAHIM M., HAMZA A., HANNACHI I., REBAI A., JARBOUI O., BOUAIN A., ALEVA L., 2010**. Variability in the structure of epiphytic assemblages of *Posidonia oceanica* in relation to human interferences in the Gulf of Gabes, Tunisia, *Marine Environmental Research* 70, 411-421.
- BEN BRAHIM M., MABROUK L., HAMZA A., MAHFOUDI M., BOUAIN A., ALEYA L., 2014**. Bathymetric variation of epiphytic assemblages on *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves in relation to anthropogenic disturbance in the south eastern Mediterranean. *Environ Sci. Pollut. Res.* 21:13588–13601.
- BOUCHHER A., 2015**. *Contribution de la biomasse des épiphytes de Posidonia oceanica (L.) Delile 1813 à l'apport de matière organique au substrat de l'herbier. Côte de Mostaganem*. Mémoire de Magister en science de la mer. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem : 118p.
- BOUDOURESQUE C.F., 1988**. *Biologie des microphytes et macrophytes marines*. Cours DEA océanologie Université de Luminy, Aix-Marseille II : 62p.
- BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., 1983**. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée : les interactions entre la plante et le sédiment. *J. Rech .océanogr.* 8 (2-3) :99-122
- BOUDOURESQUE C.F., MEINEZS A., LEDOYER M., VITIELLO P., 1994**. Les herbiers à phanérogames marines .In Les biocénoses marines et littorales Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives. Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C., Edit .Collection Patrimoines Naturels. Série Patrimoine Ecologique, Paris, 19 : 8-118.

- BOUDOURESQUE, C.F., 2006.** Les herbiers à *Posidonia oceanica*. In : Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L., Edit., RAMOGE pub., France, 10-24.
- BOUDOURESQUE, C.F., MEINESZ, A., 1982.** Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cahiers du Parc national de Port-Cros*, 4 : 1-79.
- BOUMAZA S., BOUDEFOUA N., BOUMAZA R., B, SEMROUD R., 2014.** Effects of urban effluents on spatial structure, morphology and total phenols of *Posidonia oceanica*: Comparison with a reference site. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 457 :113–119.
- BOUMAZA S., SEMROUD R., 2000.** Evaluation of past and present primary production in *Posidonia oceanica* beds from the cove of Kouâli (Tipaza, Algeria) using the lepidochronological method. *Biol. Mar., Médit.*, 7 (2) : 26-30.
- CABIOC'H J., FLOCH J.Y., LE TOQUIN A., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., VERLAQUE M., 1992.** Guide des algues des Mers d'Europe. Eds. Delachaux et Niestlé, 215 photos, 231p.
- CANCEMI G., De FALCO G., PERGENT G., 2003.** Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 56 : 961-968.
- CAYE G., 1980.** Analyse du polymorphisme caulinaire chez *Posidonia oceanica*(L.) Delile. (2) *Bull. Soc. Bot. Fr. Lett. Bot.*, 127 (3) : 257-262.
- CAYE G., 1989.** Mise en évidence d'un polymorphisme sur les jeunes plants de *Posidonia oceanica*. *International workshop on Posidonia oceanica Beds*. Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E. et Gravez V. Edit., GIS Posidonie publ, Fr., 2 : 77-84.
- COPPEJANS E., 1976.** *Fosliella farinosa* (Lamouroux) Howe Var. *Chalicodictya* Taylor (Rhodophyceae - Cryptonemiales) Et *Lophosiphonia scopulorum* (Harvey) Womerley (Rhodophyceae - Ceramiales) Récoltées en Méditerranée Nord-Occidentale. *Biol. JB. Dodonaea*, 44, 101-111.
- DELEPINE R., BOUDOURESQUE C.F., FRADA-ORESTANO C., NOAILLES M.C., ASENSI A., 1987.** Algues et autres végétaux marins. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Révision 1, Vol. 1. Végétaux et invertébrés. Ficher, W., Schneider, M. et Bauchot L.M. éd., F.A.O., Rome, 136 p.
- DELGADO O., RUIZ J., PEREZ M., ROMERO J., BALLESTEROS E., 1999.** Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation *Oceanol. Acta.*, Fr., 22 (1) : 109-117.
- DELLILE J., 2014.** *Impact de l'acidification des océans sur les épibiontes des feuilles de posidonies (Posidonia oceanica)*. Master d'Océanographie. Biologie Ecologie Marine BEM. Institut Pythéas., Université d'Aix-Marseille. 34p
- FELDMANN J., 1937.** Les algues marines de la cote des Albers, I-III : Cyanophycées, Chlorphycées et Phéophycées .*Rev. Algol.*, Fr , 9 (3-4) : 14-331+10pl.

- FRANKIGNOULLE M., DISTECHE A., 1984.** CO₂(sub) chemistry in the water column above a Posidonia seagrass bed and related air-sea exchanges. *Oceanol. Acta*, Fr., 7 (2): 209-218.
- GARY A., KENDRICK PAUL S., 2001.** Assessing biomass, assemblage structure and productivity of algal epiphytes on seagrasses. Lavery, in *Global Seagrass Research Methods*.
- GAYRAL P., 1966.** Les algues des côtes françaises : Manche et Atlantique ; notions fondamentales sur l'écologie, la biologie et la systématique des algues marines. Doin édit. Paris : 632p.
- GIRAUD G., 1977.** Recensement des floraisons de *Posidonia oceanica* (L.) Delile en Méditerranée. Rapp. Comm. int. Mer Médit., Monaco, 24 (4) : 126-130.
- GIRAUD G., 1979.** Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bull. Mus. Hist. Nat., Marseille*, Fr., 39: 33-39.
- HARLIN M.M., 1980.** Seagrass Epiphytes. In: *Handbook of Seagrass Biology an Ecosystem Perspective* (R.C. Phillips & C. P. McRoyeds.). Garland STPM Press, London. 117-131.
- HAYWARD P., NELSON-SMITH T., SHIELS C., 1996.** Guide des bords de la mer. Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée. Eds. Delachaux et Niestlé. 351p.
- HECK K.L., VALENTINE J.F., SPITZER P.M., 2003.** Plant-animal interaction in seagrass dominated ecosystems: A review and a prospectus. *Gulf of Mexico Science*, 22 (1) :112.
- JACQUEMART J., DEMOULIN V., 2006.** Inventaire des macroalgues épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la baie de la Revellata (Calvi, Corse). *Lejeunia, Revue de Botanique* [Enligne], N°181), URL: <https://popups.uliege.be:443/0457-4184/index.php?id=464>.
- JONES CG., LAWTON J H., SHACHAKM., 1994.** Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69 : 373-386.
- LEONI V., PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C., VELA A., PERGENT G., 2006.** Morphological responses of *Posidonia oceanica* to experimental nutrient enrichment of the canopy water. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 339 : 1-14.
- LEONI V., VELA A., PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C., PERGENT G., 2008.** Effects of experimental reduction of light and nutrient enrichments (N and P) on seagrasses: a review. *Aquat. Conserv.*, 18 : 202-220.
- LEPOINT G., HAVELANGE S., GOBERT S., BOUQUEGNEAU J.M., 1999.** Fauna vs flora contribution to the leaf epiphytes biomass in a *Posidonia oceanica* seagrass bed (Revellata Bay, Corsica). *Hydrobiologia*, 394:63-67.
- LEPOINT G., NYSSSEN F., GOBERT S., DAUBY P., BOUQUEGNEAU J.M., 2000.** Relative impact of a seagrass bed and its adjacent epilithic algal community in consumer diets. *Marine Biology*, 136: 513-518.
- LIBES M., 1986.** Productivity-irradiance relationship of *Posidonia oceanica* and its epiphytes. *Aquatic Botany*. Vol 26 :85-306.
- MABROUK L., BEN BRAHIM M., HAMZA A., MAHFOUDHI M., BRADAI M.N., 2014.** Variability in the structure of epiphytic microalgae assemblages on the leaves of *Posidonia*

- oceanica* in relation to human disturbance in a meadow off Tunisia. *Scientia Marina*. Vol 78. No 1. <https://doi.org/10.3989/scimar.03939.06A>
- MAZZELLA L., BUIA M.C., GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., SCIPIONE M.B., ZUPO V., 1995.** A review on the trophic organization in the *P. oceanica* ecosystem. In: La *Posidonia oceanica*, a contribution to the preservation of a major Mediterranean marine ecosystem. *Revista Marittima*: 40-47.
- MAZZELLA L., RUSSO G.F., 1989.** Grazing effect of two *Gibbula* species (Mollusca, Archaeogastropoda) on the epiphytic community of *Posidonia oceanica* leaves. *Aquatic Botany*, 35: 357-373.
- MEINESZ A., LAURENT R., 1978.** Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes. Campagne Poséïdon 1976. *Botanica Marina*, 21(8) : 513-526.
- MISRAOUI A., et SANGOUGA A. 2011.** Caractérisation des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la baie de Bou Ismail. Mémoire d'ingénieur en sciences de la mer . ENSSMAL.P40.
- MOLINIER R., PICARD J., 1952.** Recherche sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français .*Ann. Inst .océanogr*, Fr , 27 :157-234
- MORRI C., 1991.** Présentation d'un indice synthétique pour l'évaluation de l'épiphytisme foliaire chez *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Posidonia Newsletter*, 41, (1) 33-37.
- PANAYOTIDIS P., 1979.** Etude phytosociologique de deux aspects saisonniers de la flore épiphyte des feuilles de *Posidonia oceanica* (LINNAEUS) DELILE, dans le golfe de Thessalonki. (Mer Egée, Grece). *Thalassographica*. 3, 93-104
- PANAYOTIDIS P., 1980.** Contribution à l'étude qualitative et quantitative de l'association *Posidonietum oceanicae* Funk, 1927. Thèse 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille II, Fr., 1-213.
- PANAYOTIDIS P., GIRAUD G., 1981.** Sur un cycle de renouvellement des feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans le golfe de Marseille. *Vie milieu*, Fr., 31 (2) : 129-136.
- PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C., CLABAUT P., PERGENT G., 1998.** Mapping of *Posidonia oceanica* causing Aerial Photographs and Side Scan Sonar: Application off the Island of Corsica (France) *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47: 359–367.
- PERES JM., PICARD J., 1964.** Nouveau manuel de bionomie benthique de la méditerranée .*Rec.Trav .Stn .mar.Endoume*. Fr., 31(47) :1-137
- PERGENT G., 1987.** Recherche lipidochronologiques chez *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). *Fluctuations des paramètres anatomiques et morphologiques des écailles des rhizomes*. Thèse doct. Océanol., Univ. Aix-Marseille, II : 1-853.
- PERGENT G., 1991.** Les indicateurs écologiques de la qualité du milieu marin en Méditerranée .*Océanis*, 17 (4) :341-350

- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F., 1995.** Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances. *Mésogée*, Fr., 54 : 3-27.
- PERGENT-MARTINI C., 1994.** *Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à Posidonia oceanica avant et après la mise en service d'une station d'épuration.* Thèse Doct. océanol., Univ. Corse, Fr. : 1-190.
- PERGENT-MARTINI C., LEONI V., PASQUALINI V., ARDIZZONE G.D., BALESTRI E., BEDINI R., BELLUSCIO A., BELSHER T., BORG J., BOUDOURESQUE C.F., BOUMAZA S., BOUQUEGNEAU J.M., BUIA M.C., CALVO S., CEBRIAN J., CHARBONNEL E., CINELLI F., COSSU A., DI MAIDA G., DURAL B., FRANCOUR P., GOBERT S., LEPOINT G., MEINESZ A., MOLENAAR H., MANSOUR H.M., PANAYOTIDIS P., PEIRANO A., PERGENT G., PIAZZI L., PIRROTTA M., RELINI G., ROMERO J., SANCHEZ-LIZASO J.L., SEMROUD R., SHEMBRI P., SHILI A., TOMASELLO A., VELIMIROV B., 2005.** Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: Use and application. *Ecological Indicators*, 5: 213–230.
- PESSANI D., CALTAGIRONE A., PONCINI F., VETERE M. 1989.** Confronto tra due praterie di *Posidonia oceanica* della Riviera Ligure di Levante e di Ponente. 2. La fauna epifita. In International Workshop on *Posidonia oceanica* beds". Edited by: Boudouresque, C. F., Meinesz, A. and Fresi, E. 161–173. GIS Posidonie.
- PIAZZI L., BALATA D., CINELLI F., 2002.** Epiphytic macroalgal assemblages of *Posidonia oceanica* rhizomes in the western Mediterranean. *Eur. J. Phycol.* (2002), 37: 69-76.
- PIAZZI L., BALATA D., CINNELI F., BENEDETTI C.L., 2004.** Patterns of spatial variability in epiphytes of *Posidonia oceanica* differences between a disturbed and two reference locations. *Aquatic Botany* 79:345–356.
- PRADO P., ALCOVERRO T., ROMERO J., 2008.** Seasonal response of *Posidonia oceanica* epiphyte assemblages to nutrient increase. *Mar Ecol. Prog. Ser.* Vol. 359: 89–98.
- REBOUHI M., 1997.** *Contribution à l'utilisation qualitative et quantitative de la flore épiphyte des feuilles de Posidonia oceanica (L.) Delile de l'anse de Koala (Tipaza).* Mémoire d'ingénieur d'état en science de la mer. ISMAL.
- ROMERO J., 1988.** Epifitos de las hojas de *Posidonia oceanica*: variaciones estacionales y batimétricas de biomasa en la pradera de las islas Medes (Girona). *Oecologia Aquatica* 9, 19-25.
- SHORT F.T., COLES R.G., PERGENT-MARTINI C., 2001.** Global seagrass distribution. In "Global Seagrass Research Methods", F.T. Short and Coles (editors): 5-30.
- TRAUTMAN D.A., BOROWITZKA M.A., 1999.** Distribution of the epiphytic organisms on *Posidonia australis* and *P. sinuosa*, two saegrasses with differing leaf morphology. *Marine Ecology Progress Series*, 179: 215-229.
- VAN DER BEN D., 1971.** Les épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* Delile sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Mém. Inst. Rech. Sci. Nat. Belgique*, Belg., 168: 1-101.

VAN MONTFRANS J., WETZEL R.L., ORTH R.J., 1984. Epiphyte-grazer relations chips in seagrass meadows: consequences for seagrass growth and production. *Estuaries*, 7 (4): 289-309.

VIZZINI S., SARA G., MICHENER R.H., MAZZOLA A., 2002. The role and contribution of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile organic matter for secondary consumers as revealed by carbon and nitrogen stable isotop

Annexes

Annexe 1

Tableau Liste des taxons épiphytes (flore et faune) des feuilles de *Posidonia oceanica* identifiés au niveau des 3 sites d'étude. (+) : Espèce présente ; (-) : Espèce absente

| Groupes | Ordre | Famille | Espèces | Anse de Kouali | Bou Ismail | Tonic |
|------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------|-------|
| Rhodophyta | Ceramiales | Delesseriaceae | <i>Acrosorium sp.</i> | - | - | + |
| | | | <i>Apoglossum ruscifolium</i> | - | + | - |
| | | Callithamniaceae | <i>Aglaothamnion sp.</i> | - | - | + |
| | | | <i>Bornetia secundiflora</i> | - | + | - |
| | | | <i>Ceramium sp.</i> | - | - | + |
| | | Céramiaceae | <i>Ceramium diaphanum</i> | - | + | - |
| | | | <i>Gayliella flaccida</i> , 1871 | - | + | - |
| | | | <i>Ceramium siliquosum</i> | - | + | - |
| | | | <i>Antithamnion cruciatum</i> | - | + | - |
| | | | <i>Griffithsia sp.</i> | + | - | - |
| | Wrangeliaceae | <i>Lejolisia mediterranea</i> | - | + | - | |
| | | <i>Spermothamnion flabellatum</i> | + | + | + | |
| | | <i>Polysiphonia sp.</i> | + | - | + | |
| | Rhodomelaceae | <i>Polysiphonia mottei</i> | - | + | - | |
| | | <i>Chondria sp.</i> | - | + | - | |
| | | <i>Laurencia sp.</i> | + | + | + | |
| | Callithamniaceae | <i>Seirospora sp.</i> | - | + | - | |
| | Dasyaceae | <i>Heterosiphonia sp.</i> | - | - | + | |
| | Corallinales | Hydrolithacées | <i>Hydrolithon farinosum</i> | + | + | - |
| | | Mastoporaceae | <i>Pneophyllum fragile</i> | + | + | + |
| Bonnemaisoniales | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis armata</i> | - | - | + | |
| Colaçonematales | Colaçonemataceae | <i>Colaçonema daviesii</i> | - | + | + | |
| Ochrophyta | Ectocarpales | Chordariaceae | <i>Cladosiphon cylindricus</i> | + | + | + |
| | | | <i>Cladosiphon irregularis</i> | + | + | + |
| | | | <i>Castagnea sp.</i> | + | + | + |
| | | | <i>Cladosiphon mediterraneus</i> | - | - | + |
| | | | <i>Giraudya sphacelarioides</i> | + | + | + |
| | | | <i>Myrionema orbiculare</i> | + | + | + |
| | | | <i>Myrionema coronnae</i> | - | + | - |
| | | | <i>Myrionema strangulans</i> | + | + | - |
| | | | <i>Taonia atomaria</i> | - | - | + |
| | | | | <i>Dictyota sp.</i> | - | + |
| | | <i>Dictyota dichotoma</i> | - | - | + | |
| | | <i>Dictyota spiralis</i> | - | - | + | |
| | Sphacelariales | Sphacelariaceae | <i>Sphacelaria cirrosa</i> | - | - | + |
| | | <i>Sphacelaria sp.</i> | + | + | + | |
| | Cyanophyta | Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leibleinia gracilis</i> | + | - |
| Chlorophyta | Nostocales | Rivulariaceae | <i>Calothrix confervicola</i> | - | + | + |
| | Ulvales | Ulvaceae | <i>Ulva sp.</i> | - | + | - |
| | | Aeteidae | <i>Aetea sp.</i> | + | + | + |
| Bryozoa | Cheilostomatida | Electridae | <i>Electra posidoniae</i> | + | + | + |
| | | Chorizoporidae | <i>Chorizopora brongniartii</i> | + | + | + |
| Cnidaria | Leptothecata | Plumulariidae | <i>Plumularia obliqua</i> | - | - | + |
| | | Sertulariidae | <i>Sertularia perpusilla</i> | - | + | + |
| Annelida | Sabellida | Serpulidae | <i>Spirorbis sp.</i> | - | - | + |
| Chordata | Stolidobranchia | Styelidae | <i>Botryllus schlosseri</i> | - | + | - |

Annexe 2

Tableau Variabilité de la flore et la faune épiphytes au niveau de face interne et face externe des feuilles de *Posidonia oceanica*

| Groupe | Espèce | Anse de Kouali | | Tonica | | Bou Ismail | |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Face interne | Face externe | Face interne | Face externe | Face interne | Face externe |
| Rhodophyta | <i>Pneophyllum fragil</i> | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Hydrolithon farinosum</i> | + | + | + | + | - | - |
| | <i>Spermothamniom flabellatum</i> | + | - | + | + | + | - |
| | <i>Seiropsora sp.</i> | - | - | + | - | - | - |
| | <i>Colaconema daviesii</i> | - | - | + | + | + | - |
| | <i>Polysophinia sp.</i> | + | - | - | - | + | - |
| | <i>Polysophinia mottei</i> | - | - | + | + | - | - |
| | <i>Lejolisia mediterranea</i> | - | - | + | + | - | - |
| | <i>Laurencia sp.</i> | + | + | - | + | + | - |
| | <i>Ceramium sp.</i> | - | - | - | - | + | + |
| | <i>Ceramium diaphanum</i> | - | - | + | + | - | - |
| | <i>Gayliella flaccida</i> | - | - | + | + | - | - |
| | <i>Ceramium siliquosum</i> | - | - | + | - | - | - |
| | <i>Griffithsia sp.</i> | - | + | - | - | - | - |
| | <i>Heterosiphonia sp.</i> | - | - | - | - | + | - |
| | <i>Apoglossum ruscifolium</i> | - | - | + | + | - | - |
| | <i>Asparagopsis armata</i> | - | - | - | - | + | - |
| | <i>Aglaothamnion sp.</i> | - | - | - | - | + | + |
| | <i>Bornetia secubdeflora</i> | - | - | + | - | - | - |
| | <i>Chondria sp.</i> | - | - | + | + | - | - |
| <i>Antithamnion cruciatum</i> | - | - | + | - | - | - | |
| Ochrophyta | <i>Myrionema orbiculare</i> | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Myrionema coronnae</i> | - | - | + | + | - | - |
| | <i>Myrionema strangulans</i> | - | + | + | + | - | - |
| | <i>Sphacelaria cirrosa</i> | - | - | - | - | + | - |
| | <i>Sphacelaria sp.</i> | + | - | + | + | + | + |
| | <i>Giraudya sphacelarioides</i> | + | + | - | + | + | + |
| | <i>Castagnea sp.</i> | - | + | + | + | + | - |
| | <i>Cladosiphon irregularis</i> | + | + | + | + | + | - |
| | <i>Cladosiphon mediterraneus</i> | - | - | - | - | + | - |
| | <i>Cladosiphon cylindricus</i> | + | + | - | + | + | - |
| | <i>Dictyota spiralis</i> | - | - | - | - | + | - |
| | <i>Dictyota dichotoma</i> | - | - | - | - | + | - |
| | <i>Dictyota sp.</i> | - | - | + | + | - | - |

| | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | <i>Taonia atomaria</i> | - | - | - | - | + | - |
| Chlorophyta | <i>Ulva sp.</i> | - | - | + | + | - | - |
| Cyanophyta | <i>Calothrix confervicola</i> | - | - | - | + | + | + |
| | <i>Leibleinia gracilis</i> | - | + | - | - | - | - |
| Bryozoa | <i>Aetea sp.</i> | + | - | + | - | + | + |
| | <i>Chorizopora brongniartii</i> | + | + | + | + | + | - |
| | <i>Electra posidonia</i> | + | + | + | + | + | + |
| Hydrozoa | <i>Plumularia obliqua</i> | + | - | + | + | - | + |
| | <i>Sertularia perpusilla</i> | + | + | + | + | + | + |
| Chordata | <i>Botryllus schlosseri</i> | - | - | - | + | - | - |
| Annelida | <i>Spirorbis sp.</i> | - | - | - | - | + | + |

Annexe 3

Tableau Recouvrement (R%) des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* des 3 sites

| Groupe | Espèces | R(%) |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Anse de Koala | | |
| Rhodophyceae | <i>Pneophyllum fragil</i> | 31,70% |
| | <i>Hydrolithon farinosum</i> | 0,57% |
| | <i>Griffithsa sp.</i> | 0,13% |
| | <i>laurencia sp.</i> | 0,60% |
| | <i>Polysiphonia sp.</i> | 0,08% |
| | <i>Spermothamniom flabellatum</i> | 0,12% |
| Ochrophyta | <i>Cladosiphon cylindricus</i> | 2,83% |
| | <i>Cladosiphon irregularis</i> | 7,40% |
| | <i>Castagnea sp.</i> | 0,07% |
| | <i>Myrionema strangulans</i> | 0,68% |
| | <i>Myrionema orbiculare</i> | 16,40% |
| | <i>Sphacelaria sp.</i> | 0,13% |
| | <i>Giraudia sphacelarioides</i> | 22,06% |
| Cyanophyceae | <i>Leibleinia gracilis</i> | 0,40% |
| Bryozoa | <i>Aetea sp.</i> | 0,56% |
| | <i>Chorizopora brongiartii</i> | 0,74% |
| | <i>Electra posidonia</i> | 5,23% |
| Hydrozoa | <i>Plumularia obliqua</i> | 0,20% |
| | <i>Sertularia perpusilla</i> | 0,65% |
| Bou Ismail | | |
| Rhodophyceae | <i>Colaçonema daviesii</i> | 0,69% |
| | <i>Apoglossum ruscifolium</i> | 0,10% |
| | <i>Bornetia secubdeflora</i> | 0,04% |
| | <i>Ceramium diaphanum</i> | 0,40% |
| | <i>Ceramium siliquosum</i> | 0,16% |
| | <i>Gayliella flaccida</i> | 1,24% |
| | <i>Hydrolithon farinosum</i> | 4,17% |
| | <i>Pneophyllum fragil</i> | 39,40% |
| | <i>Polysophinia mottei</i> | 0,18% |
| | <i>Seirospora sp.</i> | 0,22% |
| | <i>Spermothamniom flabellatum</i> | 0,81% |
| | <i>Chondria sp.</i> | 0,10% |
| | <i>Antithamniom cruciatum</i> | 0,06% |
| | <i>Laurencia sp.</i> | 0,06% |
| <i>Lejolisia mediterranea</i> | 1,76% | |
| Ochrophyta | <i>Cladosiphon cylindricus</i> | 0,14% |
| | <i>Castagnea irregularis</i> | 0,49% |
| | <i>Castagnea sp.</i> | 0,60% |
| | <i>Dictyota sp.</i> | 0,13% |

| | | |
|---------------|-----------------------------------|--------|
| | <i>Myrionema strangulans</i> | 0,73% |
| | <i>Myrionema corunnae</i> | 12,30% |
| | <i>Myrionema orbiculare</i> | 46,55% |
| | <i>Sphacelaria sp.</i> | 0,34% |
| | <i>Giraudya sphacelarioides</i> | 39,00% |
| Chlorophyceae | <i>Ulva sp.</i> | 0,85% |
| Cyanophyceae | <i>Calothrix confervicola</i> | 0,08% |
| Bryozoa | <i>Chorizopora brongniartii</i> | 7,67% |
| | <i>Electra posidonia</i> | 4,56% |
| | <i>Aetea sp.</i> | 3,02% |
| Hydrozoa | <i>Plumularia obliqua</i> | 1,09% |
| | <i>Sertularia perpusilla</i> | 0,99% |
| Chordata | <i>Botryllus schlosseri</i> | 0,06% |
| Tonic | | |
| Rhodophyceae | <i>Colaçonema daviesii</i> | 0,28% |
| | <i>Acrosorium sp.</i> | 0,06% |
| | <i>Aglaothamnion sp.</i> | 0,12% |
| | <i>Asparagopsis armata</i> | 0,62% |
| | <i>Heterosiphonia sp.</i> | 0,20% |
| | <i>Laurencia sp.</i> | 0,07% |
| | <i>Pneophyllum fragil</i> | 46,03% |
| | <i>Polysiphonia sp.</i> | 0,41% |
| | <i>Spermothamniom flabellatum</i> | 0,83% |
| | <i>Ceramium sp.</i> | 1,33% |
| Ochrophyta | <i>Cladosiphon cylindricus</i> | 1,11% |
| | <i>Cladosiphon mediterraneus</i> | 0,30% |
| | <i>Cladosiphon irregularis</i> | 0,29% |
| | <i>Castagnea sp.</i> | 0,20% |
| | <i>Taonia atomaria</i> | 0,11% |
| | <i>Dictyota dichotoma</i> | 0,07% |
| | <i>Dictyota spiralis</i> | 0,08% |
| | <i>Giraudia sphacelarioides</i> | 0,74% |
| | <i>Myrionema orbiculare</i> | 38,98% |
| | <i>Sphacelaria cirrosa</i> | 0,07% |
| | <i>Sphacelaria sp.</i> | 0,72% |
| Cyanophyceae | <i>Calothrix confervicola</i> | 0,07% |
| Bryozoa | <i>Chorizopora brongniartii</i> | 1,73% |
| | <i>Electra posidonia</i> | 19,86% |
| | <i>Aetea sp.</i> | 3,07% |
| Hydrozoa | <i>Sertularia perpusilla</i> | 1,51% |
| | <i>Plumularia obliqua</i> | 0,06% |
| Annelida | <i>Spirorbis sp.</i> | 1,14% |

Résumé

Les épiphytes sont des espèces qui vivent et se développent sur d'autres plantes en Méditerranée les longues feuilles de *Posidonia oceanica* représentent un excellent support pour toute une flore et une faune d'épiphyte. Les objectifs de cette étude sont de :

1. Identification des espèces épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica*
2. Mesurer les effets potentiels des rejets d'effluents sur la communauté épiphyte des Feuilles de *Posidonia oceanica*

Les prélèvements ont été effectués durant l'été 2015 en scapandre autonome, au niveau des trois sites d'étude (Anse de Kouali, Bou Ismaïl, Tonic), 15 faisceaux orthotrope de P.o sont aléatoirement récoltés et conservés dans l'eau de mer formolée à 5%. Dans notre étude seuls 5 faisceaux par site ont été traités. L'étude du peuplement épiphytique des feuilles de *Posidonia oceanica* collectées au niveau des trois sites d'étude (Anse de Kouali, Bou Ismaïl, Tonic) a abouti au recensement d'un total de 46 taxons, comprenant 39 taxons floristiques composés de 22 Rhodophyta, 14 Ochrophyta, 1 Chlorophyta et 2 Cyanophyta, et de 7 taxons faunistiques répartis en 3 Bryozoa, 2 Cnidaria, 1 Annelida et 1 Chordata.

Les macroalgues sont qualitativement dominées par les Rhodobiontes (Ceramiales) et quantitativement par les Chromobiontes (Ectocarpales). La richesse spécifique S ne montre pas de différences entre la face interne et externe des feuilles à l'exception du site Tonic au niveau de laquelle on a enregistré un $S = 25$ sur la face interne et $S = 12$ sur la face externe. On peut expliquer cette différence par la turbidité très importante, en raison des nombreux rejets qui jalonnent le littoral et tout particulièrement les rejets de l'entreprise Tonic Emballage. Alors que le recouvrement présente des différences entre les deux faces au niveau des trois sites. Le $R\%$ le plus faible est noté à Kouali qui est dû probablement à la densité et au recouvrement de l'herbier au niveau de ce site. Au niveau des trois sites, les feuilles adultes présentent une richesse spécifique et un recouvrement en épiphytes plus importants que ceux des feuilles intermédiaires, ces dernières sont moins exposées que les feuilles adultes, sur les feuilles intermédiaires généralement on a uniquement les espèces encroûtantes qui s'installent.

Les valeurs des recouvrements totaux sont du même ordre de grandeur au niveau des 3 sites étudiés. La plus faible de la richesse spécifique (S) de communauté des épiphytes des feuilles est notée au sein du site anse de Kouali (site de référence).

Les sites localisés en face au front de mer de l'agglomération de Bou Ismaïl ont pu être individualisés par rapport à Kouali et tout particulièrement Tonic et ce, par leur composition en épiphyte mais également en terme de recouvrement en épiphytes.

ملخص

نباتات المشاة هي أنواع تعيش وتتطور على النباتات الأخرى تمثل أوراق *Posidonia oceanica* في البحر الأبيض المتوسط دعم ممتاز لنباتات وحيوانات كاملة من النباتات الهوائية. أهداف هذه الدراسة هي:

1. تحديد الأنواع المشبعة لأوراق *Posidonia Oceanica*

2. قياس الآثار المحتملة لتصريف النفايات السائلة على مجتمع نباتات *Posidonia Oceanica*

تم أخذ عينات خلال صيف عام 2015 في مكسرات مستقلة ، في مواقع الدراسة الثلاثة (Anse de kouali ، Bou Ismaïl ، Tonic) ، تم جمع 15 حزمة تقويمية من Po بشكل عشوائي وتخزينها في مياه البحر الفورمالين في 5%. في دراستنا ، تمت معالجة 5 حزم فقط لكل موقع من أوراق *Posidonia oceanica* التي تم جمعها في مواقع الدراسة الثلاثة (Anse de kouali و Bou Ismaïl و Tonic) إلى تحديد ما مجموعه 46 تصنيفاً ، بما في ذلك 39 نوعاً من النباتات المزهرة تتكون من 22 Rhodophyta ، Ochrophyta ، 14 Chlorophyta ، و 1 Cyanophyta ، و 7 أصناف حيوانية موزعة في 3 Bryozoa و 2 Cnidaria و 1 Annelida و 1 Chordata

تهيمن (Rhodobionts) على الطحالب الكبيرة نوعياً بواسطة Ceramiales (Chromobionts Ectocarpales)). الثراء النوعي S لا يظهر أي اختلافات بين الوجه الداخلي والخارجي للأوراق باستثناء موقع Tonic حيث سجلنا S = 25 على الوجه الداخلي و S = 12 على الوجه الخارجي. يمكن تفسير هذا الاختلاف من خلال التعكر الشديد ، بسبب التصريفات العديدة التي تصطف على طول الساحل ، وعلى وجه الخصوص ، التصريفات من شركة Tonic Emballage. بينما يظهر التداخل الاختلافات بين الوجهين على مستوى المواقع الثلاثة. لوحظ أدنى نسبة R% في Kouali والتي ربما ترجع إلى كثافة وغطاء المعشبة في هذا الموقع. على مستوى المواقع الثلاثة ، تقدم الأوراق البالغة ثراءً خاصاً وتغطية أكبر للنباتات من تلك الموجودة في الأوراق المتوسطة ، والأخيرة أقل تعرضاً من الأوراق البالغة ، وعلى الأوراق الوسيطة عموماً لا يوجد سوى الأنواع المغطاة. قيم إجمالي المستردات هي من نفس الحجم على مستوى المواقع الثلاثة المدروسة. لوحظ أدنى ثراء خاص بالمجتمع (S) لنباتات الأوراق داخل موقع Kouali Cove (الموقع المرجعي) يمكن تخصيص المواقع الواقعة مقابل الواجهة البحرية لتكتل بو إسماعيل فيما يتعلق بكوالي وخاصة تونيك ، من خلال تكوينها النشائي ولكن أيضاً من حيث تداخل النباتات الهوائية

Abstract

Epiphytes are species that live and develop on other plants in the Mediterranean, the long leaves of *Posidonia oceanica* represent an excellent support for a whole flora and fauna of epiphytes. The objectives of this study are to:

1. Identification of the epiphytic species of *Posidonia oceanica* leaves
2. Measure the potential effects of effluent discharges on the epiphytic community of *Posidonia oceanica* leaves.

Samples were taken during the summer of 2015 in an autonomous scapander, at the three study sites (Anse de kouali, Bou Ismaïl, Tonic), 15 orthotropic beams of *Po* are randomly collected and stored in formalin seawater at 5%. In our study, only 5 bundles per site were treated. The study of the epiphytic population of *Posidonia oceanica* leaves collected at the three study sites (Anse de kouali, Bou Ismaïl, Tonic) resulted in the identification of a total of 46 taxon, including 39 floristic taxa composed of 22 Rhodophyta, 14 Ochrophyta, 1 Chlorophyta and 2 Cyanophy, and 7 faunistic taxa distributed in 3 Bryozoa, 2 Cnidaria, 1 Annelida and 1 Chordata. Macroalgae are qualitatively dominated by Rhodobionts (Cerariales) and quantitatively by Chromobionts (Ectocarpales). The specific richness S does not show any differences between the inner and outer face of the leaves except for the Tonic site where we recorded an $S = 25$ on the inner face and $S = 12$ on the outer face. This difference can be explained by the very high turbidity, due to the numerous discharges that line the coastline and, in particular, the discharges from the Tonic Emballage company. While the overlap presents differences between the two faces at the level of the three sites. The lowest $R\%$ is noted at Kouali which is probably due to the density and cover of the herbarium at this site. At the level of the three sites, the adult leaves present a specific richness and a greater epiphytic coverage than those of the intermediate leaves, the latter are less exposed than the adult leaves, on the intermediate leaves generally only the encrusted species are found. The sites located opposite the seafront of the agglomeration of Bou Ismaïl could be individualized in relation to Kouali and especially Tonic, by their epiphytic composition but also in terms of epiphyte overlap