

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER**

OPTION : Ingénierie de l'Environnement Marin et Côtier

Thème :

**Distribution des herbiers et des espèces associées
aux herbiers à *Posidonia oceanica* de la côte
algérienne**

Présenté par :

BOUKHEDIMI Naziha & SALAH SALAH Ikram

Soutenu le 17/09/2020 devant l'honorable jury composé de :

M. LOURGUIOUI H.	MCB (ENSSMAL)	Président
M ^{me} . BOUDJELLAL-KAIDI N.	MAA (ENSSMAL)	Examinatrice
M. BENDAAS Y.	Doctorant (ENSSMAL)	Examineur
M. GRIMES S.	Professeur (ENSSMAL)	Promoteur

Promotion : 2019-2020

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

*Nous tenons à remercier **Mr. GRIMES**, notre promoteur, pour avoir accepté de diriger et de suivre constamment le progrès de ce travail, par ses suggestions qui ont été très précieuses pour structurer et améliorer la qualité des différentes sections.*

*Nous tenons tout particulièrement à remercier vivement **Mr LOURGUIOUI** d'avoir accepté la présidence du jury.*

*Nous adressons nos vifs remerciements aux Professeurs **Mme BOUDJELLAL-KAIDI** et **Mr BENDAAS** pour avoir bien accepté d'examiner ce travail.*

Nous remercions s'étendent également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

A mes chers parents pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement. Que dieu les préserve une longue vie pleine de santé et de joie.

*A mon frère : **Mahmoude Islem** et mes sœurs : **Imene, Ikhlasse** et **Aridj** qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir.*

*A mes nièces : **Melissa** et **Mélina** et mon neveu : **Rassim***

*A mes amis : **Wafa, Bahdja, Naziha, Anis, Haithem, Anissa** et a toute la promotion environnement pour tous les moments qu'on a passé ensemble*

Salah Salah Ikram

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

A mes chers parents pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement. Que dieu les préserve une longue vie pleine de santé et de joie.

*A mes frère : **Amine, Taki Eddine, Zohir** et mes sœurs : **Nesrine et Amina** qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir.*

*Mes nièces : **Melissa, Lina, Mélina, Ghazel** et **Nour El Yakine** et mon neveu : **Mohamed Amir***

*A mes amis : **Wafa, Bahdja, Ikram, Anis, Haithem, Anissa** et a toute la promotion environnement pour tous les moments qu'on a passé ensemble*

Boukhedimi Naziha

Liste des tableaux

Tableau 1 : Inventaire des espèces associées aux herbiers de Posidonie.....	22
Tableau 2 : Principaux travaux de recherche scientifique sur la Posidonie de la côte algérienne.....	34
Tableau 3 : Synthèse des travaux de cartographie des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> en Algérie.....	37
Tableau 4 : Synthèse des travaux de surveillance des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> en Algérie.....	39
Tableau 5 : Synthèse des travaux de balisage des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> en Algérie.....	40
Tableau 6 : Localisation des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> le long de la côte Ouest.....	45
Tableau 7 : Localisation des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> le long de la côte Centre.....	46
Tableau 8 : Localisation des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> le long de la côte Est.....	48
Tableau 9 : Distribution des travaux sur la faune et la flore associées aux herbiers de Posidonie.....	54
Tableau 10 : Répartition du nombre des travaux sur la faune et la flore des herbiers de Posidonie	55
Tableau 11 : Nombre d'espèces associées à <i>Posidonia oceanica</i> par travail.	55
Tableau 12 : Répartition du nombre d'espèces associées à la Posidonie par zone géographique.....	57
Tableau 13 : Liste des espèces en danger ou menacées associées à l'herbier de Posidonie de la côte algérienne.....	60
Tableau 14 : Liste des espèces associées à l'herbier de Posidonie de la côte algérienne dont l'exploitation est réglementée.....	60
Tableau 15 : Synthèse des travaux sur la Posidonie autour du bassin méditerranéen.....	62
Tableau 16 : Localisation et étendue des herbiers de <i>Posidonia oceanica</i> en Méditerranée...	64
Tableau 17 : Biodiversité associée à <i>Posidonia oceanica</i> dans 5 pays méditerranéen.....	65

Liste des figures

Figure 1 : Aspect général de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i>	4
Figure 2 : Structure de <i>Posidonia oceanica</i>	5
Figure 3 : Distribution géographique de <i>Posidonia oceanica</i> en Méditerranée	8
Figure 4 : Schéma récapitulatif des principaux rôles de l'herbier de Posidonie	9
Figure 5 : Localisation du littoral algérien	15
Figure 6 : Les différentes étapes suivies pour la réalisation de ce travail.....	19
Figure 7 : Représentation du modèle de tableau récapitulatif.....	21
Figure 8 : Représentation du tableau final.....	21
Figure 9 : Représentation de la nomenclature zoologique.....	22
Figure 10 : Illustration de la page d'accueil du site WoRms.....	23
Figure 11 : Illustration de la recherche rapide des espèces.....	24
Figure 12 : Illustration de la recherche avancée des espèces.....	24
Figure 13 : Illustration des résultats obtenus pour chaque espèce.....	25
Figure 14 : Illustration de l'outil de match taxa dans le WoRMS.....	25
Figure 15 : Illustration de la première étape de match taxa.....	26
Figure 16 : Sélectionner le terme qui correspond à la colonne du tableau Excel.....	26
Figure 17 : Le temps de l'exécution.....	27
Figure 18 : Résultat de l'appariement.....	27
Figure 19 : Illustration des différents cas visualiser lors de l'actualisation de la nomenclature des espèces.....	28
Figure 20 : Cartographie des principaux herbiers balisés.....	41
Figure 21 : Répartition des herbiers à Posidonie le long de la côte algérienne	42
Figure 22 : Distribution du nombre d'herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> par secteur géographique.....	43
Figure 23 : Répartition du nombre d'herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> par wilaya côtière.....	44
Figure 24 : Distribution du type de substrat d'herbiers à <i>Posidonia oceanica</i>	49
Figure 25 : Pourcentage du nombre d'espèces associées aux herbiers de Posidonie	56
Figure 26 : Répartition du nombre des espèces de la flore associées aux herbiers de Posidonie par groupe taxonomique	58
Figure 27 : Répartition de la faune associée aux herbiers de Posidonie	59
Figure 28 : Illustration de la composante Posidonie de la base de données BANBIOM	69
Figure 29 : Illustration de la sous composante « Espèces associées à l'herbier de Posidonie » de BANBIOM.....	71
Figure 30 : Illustration de la sous composante « Espèces associées à l'herbier de Posidonie » de BANBIOM (suite).....	72
Figure 31 : Illustration de la sous composante distribution des herbiers à Posidonie de BANBIOM.....	73

Liste des acronymes :

APPL : Agence pour la Protection et la Promotion du Littoral de la wilaya d'Alger
BANBIOM : Base National de Biodiversité Marine
CAR/ASP : Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées
CERIST : Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique
CIRSA : Centre Interdépartemental de Recherche pour les Sciences de l'Environnement
CNRDPA : Centre Nationale de Recherche en Pêche et de développement de la Pêche et l'Aquaculture.
DEUA : Diplôme d'Etudes Universitaires Appliquées
DORIS : Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques
ENSSMAL : Ecole National Supérieur des Sciences de la Mer et Aménagement de Littoral.
GPS : Global Positioning System
ISMAL : Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral
PAC : Projet d'Aménagement Côtier
SNDL : Système National de Documentation en Ligne
SIG : Système d'Information Géographique
USTHB : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
WoRMS: World Register of Marin Species
Boum : Boumerdès
Tém: Témouchent
p.s.u : Unité de salinité
ha : hectare
km : kilomètre.
m : mètre
mm : millimètre
cm : centimètre
°C : Degré Celsius
N : Nord
W : Ouest
E : Est
P : Pierres
M : Meuble
R : Rocheux
SV : Sables Vases
< : Limite inférieure

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux et des Figures

Liste des acronymes

Introduction	1
1 Généralités.....	4
1.1 Présentation de <i>Posidonia oceanica</i>	4
1.2 Taxonomie.....	4
1.3 Morphologie et biologie	5
1.4 Reproduction	6
1.4.1 Reproduction asexuée	6
1.4.2 Reproduction sexuée	6
1.5 Exigences écologiques	6
1.6 La répartition géographique en Méditerranée des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i>	7
1.7 Importance et rôles	8
1.8 Faune et flore associées.....	9
1.9 Régression de <i>Posidonia oceanica</i>	10
1.10 Méthodes de cartographie sous-marine des habitats benthiques.....	11
1.10.1 Les techniques d'imageries optiques.....	11
1.10.1.1 Les images satellitaires.....	11
1.10.1.2 L'imagerie multi spectrale ou hyper spectrale	12
1.10.2 Les photographies aériennes	12
1.10.3 Les techniques acoustiques	12
1.10.3.1 Le sonar Latéral.....	12
1.10.3.2 Le sondeur acoustique	12
1.11 Protection des herbiers de <i>Posidonia Oceanica</i>	12

2	Matériel et Méthodes.....	15
2.1	Présentation de zone d'étude.....	15
2.1.1	Situation géographique.....	15
2.1.2	Morphologie côtière.....	15
2.1.3	Réseau hydrographique.....	16
2.1.4	Principales caractéristiques climatiques de la zone d'étude.....	16
2.1.5	La bathymétrie et la sédimentologie.....	17
2.1.6	L'hydrodynamisme.....	17
2.2	Méthodologie et source des données.....	19
2.2.1	La collecte des données.....	20
2.2.2	Le tri sélectif des documents.....	20
2.2.3	Exploitation des données existantes.....	20
2.2.3.1	Exploitation des données relatives à la cartographie et la distribution de la Posidonie.....	20
2.2.3.2	Exploitation des données relatives aux espèces associées à <i>Posidonia oceanica</i>	22
2.2.4	Distribution géographique des herbiers de <i>Posidonia oceanica</i> le long de la côte algérienne.....	29
2.2.5	Les herbiers à Posidonie qui ont fait l'objet de balisage le long de la côte algérienne.....	29
2.2.6	Analyse comparative des herbiers de Posidonie du bassin méditerranéen.....	30
3	Résultats et Discussions.....	32
3.1	Synthèse des travaux sur l'herbier <i>Posidonia oceanica</i> dans la côte algérienn.....	32
3.2	Synthèse et historique de la cartographie de <i>Posidonia oceanica</i> sur la côte algérienne (tableau 3).....	36
3.3	Historique des systèmes de surveillances des herbiers à Posidonie.....	38
3.4	Balisage des herbiers à posidonie de la côte algérienne (tableau 5).....	39
3.5	La répartition des herbiers à Posidonie le long de la côte algérienne.....	41
3.5.1	Localisations et étendues des herbiers à Posidonie de la côte algérienne.....	44
3.6	Caractérisation générale des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> de la côte algérienne..	48
3.6.1	La Nature du substrat.....	48

3.6.2	Analyse des limites des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> sur la côte algérienne....	50
3.7	Les récifs barrières de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i> en Algérie.....	51
3.8	État de Santé des herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> en Algérie	51
3.9	Structure de biodiversité associée aux herbiers à Posidonie de la côte algérienne ..	54
3.9.1	Diversité floristique associée aux herbiers de Posidonie de la côte algérienne ...	58
3.9.2	Diversité faunistique associée aux herbiers de Posidonie de la côte algérienne ..	59
3.9.3	Listes des espèces en danger ou menacées.....	59
3.10	Analyse bibliographique	62
3.11	Comparaison des herbiers du bassin méditerranéen	64
3.11.1	En termes d'étendue	64
3.11.2	En termes de biodiversité	65
3.12	La régression des herbiers à Posidonie	66
3.13	La composante Posidonie de la base de données BANBIOM	68
Conclusion.....		75

Référence Bibliographiques

Résumé

Introduction

Le bassin méditerranéen est reconnu comme étant un hot spot de la biodiversité (Lejeusne *et al.*, 2010). Cette mer qui ne dépasse pas les 0.8 % de la surface globale des océans, abrite environ 7 % des espèces marines mondiales, avec de grandes différences selon le phylum (Boudouresque, 2004 ; Lejeusne *et al.*, 2010). L'endémisme, c'est-à-dire le nombre des espèces vivant exclusivement en Méditerranée, est aussi élevé, atteignant pratiquement 25% (Fredj *et al.*, 1992 ; Giaccone, 1999). La majorité de ces espèces sont d'origine récente (néo-endémique). En revanche, très peu d'espèces reliques à l'ancienne Tethyse (paléo-endémique) sont présentes (Boudouresque, 2004). L'une d'entre elles, *Posidonia oceanica*, est considérée comme l'espèce clé de la Méditerranée.

Les herbiers de Posidonie, qui se développent depuis la surface jusqu'à 40 m de profondeur, constituent l'écosystème le plus remarquable de la Mer Méditerranée (Anonyme, 2007). En effet, cette espèce joue un rôle d'espèce-écosystème important, notamment dans la biodiversité où ces prairies sous-marines représentent un pôle de biodiversité unique, qui abrite 20 à 25% des espèces méditerranéennes et favorise le recrutement d'espèces d'intérêt économique (Boudouresque et Meinesz, 1982). En même temps, les vastes étendues de ces herbiers sont considérées comme des formations essentielles dans le piégeage du carbone atmosphérique et l'alimentation du sédiment par l'oxygène. Ils contribuent aussi à améliorer la clarté de l'eau, à réduire l'hydrodynamisme et ainsi protéger les côtes de l'érosion (Anonyme, 2007).

Comme toutes les phanérogames marines, *Posidonia oceanica* apparaît comme relativement fragile face aux activités de l'Homme (Boudouresque et Meinesz, 1982). L'aménagement du littoral, le chalutage, la pisciculture, le dragage, le déversement des boues et les espèces introduites sont les principaux facteurs responsables de la dégradation des prairies de Posidonie (Boudouresque *et al.*, 2009).

L'importance de la protection de cet écosystème marin qui joue un rôle majeur pour plusieurs milliers d'espèces est donc primordiale, mais comment peut-on protéger un herbier dont on ne connaît pas sa localisation exacte, ses limites et son étendue ? Il s'agit donc d'identifier les prairies à posidonie en premier lieu, puis de les localiser dont le but de les protéger. La cartographie est devenue un outil précieux de la surveillance de la Posidonie (Boudouresque *et al.*, 2003 ; Noel *et al.* 2012).

Bien que le développement d'outils informatiques tels que le système d'information géographique a facilité la production de cartes de distribution détaillées et géoréférencées de la Posidonie, il a été jusqu'à présent un effort limité pour fournir une synthèse de la répartition actuelle et de la superficie totale des herbiers (Telesca *et al.*, 2015). Les données disponibles en termes de distribution de la Posidonie sont présentées sous forme de quelques données quantitatives dispersées, qui se limitent trop souvent à la seule présence ou absence de ces habitats (Giakoumi *et al.*, 2013). En outre, les informations historiques sur la répartition de cet habitat est largement absent ou à une faible précision (Telesca *et al.*, 2015).

En Algérie, la répartition de *Posidonia oceanica* est mal documentée. Le constat est pratiquement le même en ce qui concerne la documentation sur la flore et la faune associées à cet herbier. Le présent travail se propose de synthétiser les éléments disponibles sur ces deux aspects afin de dresser une image sur le niveau de connaissance actuelle et d'identifier les lacunes en manque qu'il faudrait traiter durant les années à venir pour mieux comprendre la localisation, l'étendue et les espèces associées à ces herbiers en Algérie et de contribuer ainsi à une meilleure compréhension de leur dynamique aux niveau régionale (Méditerranée).

Dans ce sens, le présent travail a pour principal objectif de :

- Rassembler le maximum de travaux sur les herbiers de Posidonie en Algérie depuis les premiers travaux scientifiques qui leur ont été consacré à ce jour ; suivi d'une consultation attentive de chaque document pour tirer toutes les informations nécessaires.
- Analyser tous les travaux concernant la cartographie et la surveillance de *Posidonia oceanica* de la côte algérienne et établir une carte nationale de la localisation de ces herbiers.
- Analyser les travaux relatifs aux espèces associées aux herbiers de Posidonie en vue d'établir une liste de référence de ces espèces et de comprendre les groupes taxonomiques les plus fréquents dans et à proximité de ces herbiers.
- Réaliser un inventaire national sur la répartition des herbiers à *Posidonia oceanica* qui ont fait l'objet d'un balisage.
- Les différents résultats de ce travail devront alimenter la base de données nationale BANBIOM sur la biodiversité marine en Algérie domicilié au niveau de l'ENSSMAL. En outre, les résultats de ce travail feront l'objet d'une valorisation par une publication scientifique.

Chapitre I

Généralité

1 Généralités

1.1 Présentation de *Posidonia oceanica*

A la différence des algues, *Posidonia oceanica* ou l'herbe de Poséidon « dieu des mers et des océans chez les grecs » est une phanérogame marine, endémique à la Méditerranée (Boudouresque et Meinez, 1982). Dans les milieux favorables, *Posidonia oceanica* forme d'immenses prairies sous-marines appelées herbiers (figure 1).



Figure 1 : Aspect générale de l'herbier à *Posidonia oceanica* (© S. Ruitton).

1.2 Taxonomie

La Posidonie appartient au règne des plantes selon Kuo et Den Hartoug (2001), elle fait partie de :

Niveau taxonomique	Correspondance <i>Posidonia oceanica</i>
Phylum	Tracheophyta
Embranchement	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Superordre	Lilianae
Ordre	Alismatales
Famille	Posidoniaceae
Genre	Posidonia
Espèce	Oceanica (Linnaeus) Delile
Nom binominale	<i>Posidonia oceanica</i>

1.3 Morphologie et biologie

Posidonia oceanica est une plante marine à fleur et comme toute les plantes elle a des racines, des tiges et des feuilles (figure 2). **Les feuilles** sont rubanées de 7 à 11 mm de largeur et de 40 à 140 cm de longueur (Pergent-Martini et Le Ravallec, 2007). Elles sont regroupées en faisceaux de 4 à 8 feuilles. De nouvelles feuilles se forment toute l'année avec une durée de vie entre 5 et 8 mois et rarement 13 mois (Boudouresque *et al.*, 2006). Chaque faisceaux de feuilles et fixer sur une tige dressée ou rampante totalement ou partiellement enfouie dans le sédiment appelée rhizome (Caye, 1980 ; Khazimi, 2010). **Les rhizomes** rampants, de croissance horizontale, sont dits plagiotropes, ils permettent l'extension linéaire de l'herbier et les rhizomes dressés, de croissance verticale, sont dits orthotropes, ils permettent l'élévation de l'herbier vers la surface (Molinier et Picard, 1952 ; Caye, 1980). En fonction de l'espace disponible, un rhizome orthotrope peut devenir plagiotrope, et vice-versa (Caye, 1980). Les rhizomes portent également des racines qui peuvent descendre jusqu'à 70 cm dans le sédiment. **Les racines** fixent la plante au sédiment et permettent de puiser les gaz et les nutriments nécessaires à la croissance de la plante (Pergent-Martini, 1994).

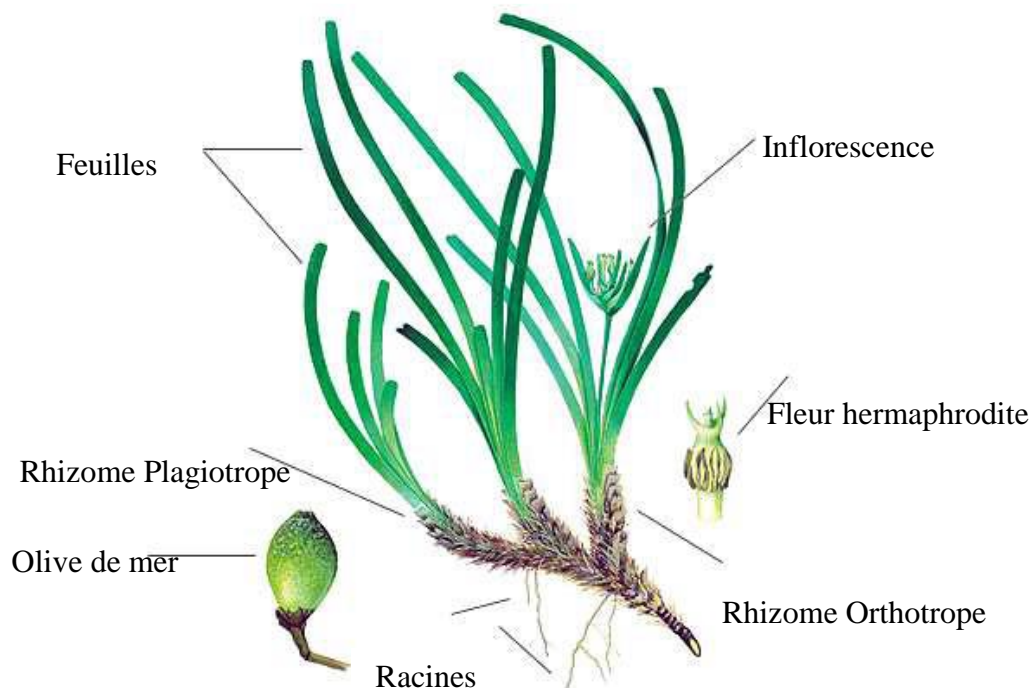


Figure 2 : Structure de *Posidonia oceanica* (©Junta de andalucia).

1.4 Reproduction

1.4.1 Reproduction asexuée

Posidonia oceanica se multiplie surtout de manière asexuée, par allongement des rhizomes, par division des faisceaux et par bouturage (Molinier et Picard, 1952). Ce processus est particulièrement lent ; le rhizome orthotrope croît d'environ un centimètre par an et le rhizome plagiotrope augmente de 3.5 à 7.5 cm par an (Cinelli *et al.*, 1995).

1.4.2 Reproduction sexuée

Les floraisons et les fructifications de *Posidonia oceanica* sont peu fréquentes. Les fleurs sont hermaphrodites de couleur vert très clair et elles se confondent toujours avec les feuilles. Quatre à dix fleurs sont groupées par une inflorescence au sommet d'un pédoncule floral de 10 à 30 cm de long (Giraud, 1977). L'herbier de Posidonie fleurit en automne et donne des fruits appelés olive de mer au printemps. Il faut 6 à 9 mois pour que les fruits mûrissent ; ils se détachent et flottent un certain temps, puis tombent sur le fond ou échouent sur les plages (Boudouresque *et al.*, 2006). Si les fruits tombent sur le fond et si les paramètres du milieu sont favorables la germination d'un embryon libéré par la déhiscence du fruit peu avoir lieu (Gambi *et al.*, 1996).

1.5 Exigences écologiques

Les Posidonies peuvent approcher de très près la surface de la mer. Dans les baies abritées et à marée basse, leurs feuilles peuvent même dépasser cette surface (Boudouresque et Meinesz, 1982), **L'extension bathymétrique** maximale des herbiers à *Posidonia oceanica* (ou limite inférieure) se situe entre 30 et 40 m de profondeur en eaux claires. Quand les eaux sont particulièrement transparentes, l'espèce peut se maintenir jusqu'à plus de 45 m de profondeur (Pergent-Martini et Le Ravallec, 2007). Dans ce cas, **l'intensité lumineuse** disponible au fond devient l'un des facteurs les plus importants pour sa répartition et sa densité (Elkalay *et al.*, 2003). *Posidonia oceanica* est extrêmement sténohaline et disparaît lorsque **la salinité** est inférieure à 33 p.s.u. d'où son absence totale dans la mer de Marmara (21-27‰), des étangs saumâtres et du voisinage de l'embouchure des fleuves côtiers (Ben Alaya, 1972 ; Pergent-Martini et Le Ravallec, 2007). Ce constat est confirmé au niveau des embouchures des oueds en Algérie. L'espèce semble mieux résister aux salinités élevées, tel que 41‰ qui constitue sa limite supérieure de tolérance (Ben Alaya, 1972). En revanche, l'espèce supporte des écarts thermiques relativement importants pour un végétal marin (Boudouresque et Meinesz, 1982).

Les **températures** extrêmes mesurées dans un herbier à *Posidonia oceanica* sont 9,0 °C et 29,2 °C (Augier *et al.*, 1980 ; Robert, 1988). Il est possible toutefois que les températures basses (moins de 10°C) et hautes (plus de 28°C) soient supportées exceptionnellement (Boudouresque *et al.*, 2006). Cette espèce ne supporte pas l'**hydrodynamisme** trop intense (Boudouresque *et al.*, 2006). Les tempêtes arrachent des faisceaux de feuilles, dont certains constitueront des boutures. Elles peuvent éroder la “matte”, soit directement, soit en la vidant de son sédiment, ce qui la fragilise. C’est la raison pour laquelle, en mode battu, l’herbier ne s’approche pas à plus de 1 ou 2 m de la surface (Boudouresque *et al.*, 2006).

1.6 La répartition géographique en Méditerranée des herbiers à *Posidonia oceanica*

Posidonia oceanica, est présente sur la quasi-totalité des côtes de la Méditerranée (figure 3), (Boudouresque *et al.*, 2006), plus précisément, elle est signalée dans 16 pays méditerranéens (Giakoumi *et al.*, 2013). Elle constitue de vastes herbiers, entre la surface et 35 à 40 m de profondeur, sur tous types de substrats, en mer ouverte (Pergent *et al.*, 2012). Au total, la superficie connue des prairies de Posidonie en Méditerranée était de 1 224 707 ha (12 247 km²), soit 510 715 ha dans la partie occidentale et 713 992 ha dans la partie orientale de bassin (Telesca *et al.*, 2015). À l'Ouest du bassin, l'influence de l'eau de l'Atlantique (plus froide et moins salée que celle de la Méditerranée) est la principale raison de la disparition de la Posidonie dans le secteur de Gibraltar (Pérez-Lloréns *et al.*, 2014). Néanmoins, le long des côtes orientales de la Méditerranée, elle est absente sur les côtes de la Palestine et du Liban. Elle ne pénètre pas en Mer de Marmara ni en Mer Noire (Anonyme, 2007). Au niveau des côtes syro-libanaises, l’herbier à *Posidonia oceanica* n’a été trouvé qu’en deux localités (Nord-Ouest de l’île de Rouad et à proximité de Ras-Ibn-Hani), où il apparaissait très menacée (Mayhoub, 1976). Enfin, la Posidonie est rare ou absente dans l'extrême Nord de l'Adriatique (Gamulin-Brida, 1974).

La présence de *Posidonia oceanica* près de l'embouchure des grands fleuves (par exemple, le Rhône, le Pô ou le Nil) est limitée par les apports de sédiments et d'eau douce (Bentaallah, 2015).

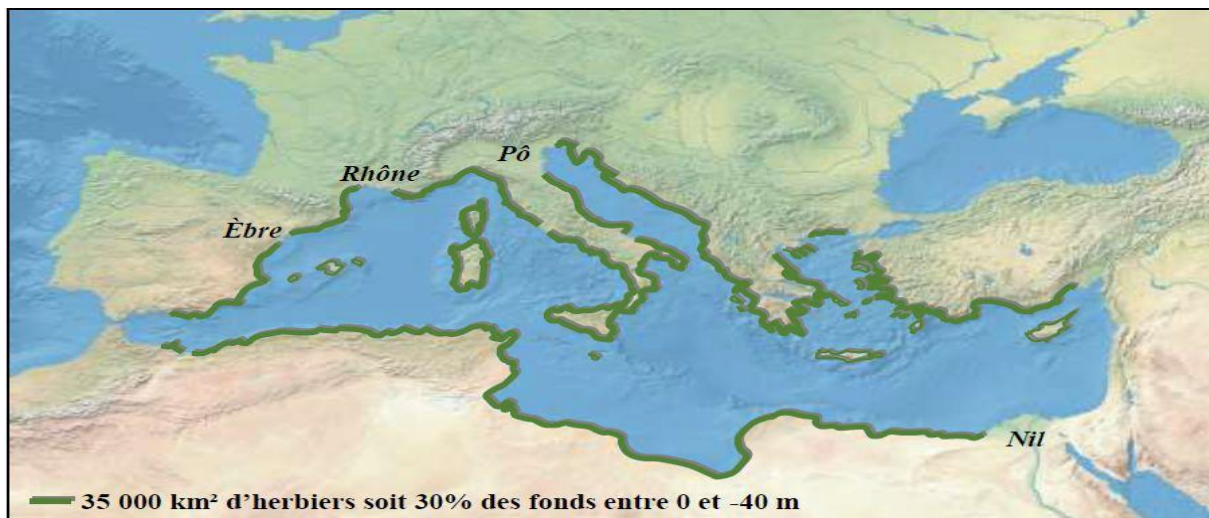


Figure 3 : Distribution géographique de *Posidonia oceanica* en Méditerranée (Trait vert) (Pergent *et al.*, 2012).

1.7 Importance et rôles

L'herbier de *Posidonia oceanica* est actuellement considéré comme l'écosystème pivot de la Méditerranée (Vuignier, 1990) ; Cette espèce joue un rôle majeur au niveau écologique, sédimentaire et économique (figure 4) (Pergent *et al.*, 2012). L'importance de ces herbiers est comparable à celle des forêts dans le domaine terrestre ; les herbiers à *Posidonia oceanica* servent au stockage du carbone atmosphérique et l'oxygénation du sédiment (Boudouresque *et al.*, 1985).

Les herbiers de *Posidonia oceanica* représentent l'une des bases de la richesse des eaux côtières et l'écosystème le plus important du littoral méditerranéen pour la biodiversité (Boudouresque et Meinesz 1982 ; Boudouresque *et al.*, 2006). Ces herbiers constituent une zone de nutrition par leur énorme production primaire (4.2 tonnes par hectare) ainsi qu'une zone de reproduction, de développement pour les juvéniles et d'abri contre les prédateurs (Bay, 1978 ; Pergent *et al.*, 1997). Au niveau des fonds littoraux, les herbiers à *Posidonia oceanica* servent à la fixation des fonds et sédiments, l'amortissement des houles et donc à la protection des rivages et des plages (Molinier et Picard, 1952 ; Blanc, 1958 ; Boudouresque et Meinesz, 1982).

A ces rôles importants s'ajoute un bénéfice pour les populations humaines dérivé du fonctionnement de cet écosystème. Il est représenté par la grande valeur économique des herbiers à *Posidonia oceanica* qui reste toujours supérieure à celle des écosystèmes forêts et récifs coralliens (Costanza *et al.*, 1997).

Enfin, les herbiers constituent de puissants intégrateurs de la qualité du milieu dans lequel ils se développent (Pergent *et al.*, 2008). Grâce à sa grande distribution, de sa longévité importante, de son mode de vie benthique et de sa sensibilité aux modifications de l'environnement, notamment les agressions liées aux activités humaines, l'herbier constitue un puissant intégrateur de la qualité globale des eaux marines. (Pasqualini *et al.*, 1998 ; Pergent, 2006 ; Pergent *et al.*, 2008).

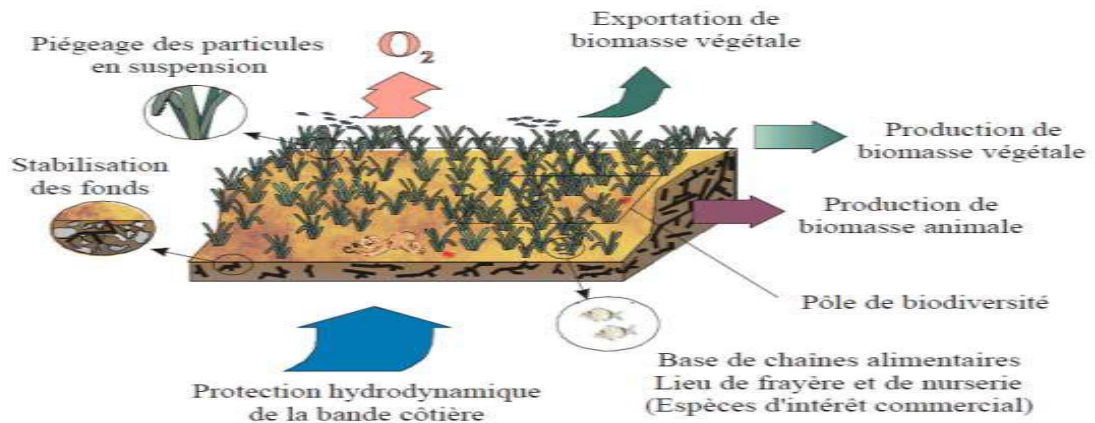


Figure 4 : Schéma récapitulatif des principaux rôles de l'herbier de Posidonie (Charbonnel *et al.*, 2000)

1.8 Faune et flore associées

Posidonia oceanica représente un grand pôle de la biodiversité marine puisqu'elle accueille entre 20 à 25 % des espèces méditerranéennes (Boudouresque et Meinesz, 1982). Elle constitue à la fois une zone de nutrition, de reproduction (frayère et nurserie), de recrutement mais aussi un abri pour de nombreuses espèces, dont certaines à forte valeur commerciale (Boudouresque *et al.*, 2006 ; Gobert *et al.*, 2006). Les espèces associées aux herbiers de Posidonie se répartissent en trois assemblages : Les espèces vivant dans l'épaisseur de la matrice dites "endofaune" (polychètes, mollusques et crustacés), les espèces vivant à la base des faisceaux foliaires (algues, foraminifères, échinodermes, mollusques et ascidies) et les espèces vivants au niveau des feuilles (phyllosphère) (algues calcaires encroûtantes, algues dressées, hydrides, gastéropodes, bryozoaires, crustacés et poissons) (CAR/ASP, 2000).

En Algérie, Il n'existe pas assez de travaux et d'informations sur la faune et la flore associées aux herbiers de Posidonie de la côte algérienne.

1.9 Régression de *Posidonia oceanica*

Durant ce dernier siècle un phénomène de régression des phanérogames marine en général et des herbiers de Posidonie en particulier a été observé (Den Hartog, 2000). La régression de *Posidonia oceanica* est due à plusieurs facteurs soit naturels ou anthropiques. Les causes naturelles de régression de l'herbier sont l'hydrodynamisme, les changements climatiques, la modification du niveau des océans, les événements météorologiques et/ou tectoniques exceptionnels et les maladies (Boudouresque *et al.*, 2009). Par contre les activités humaines constituent le facteur majeur de régression des herbiers de Posidonie (Boudouresque *et al.*, 2006). Parmi ces facteurs, il y a lieu de citer :

La pollution urbaine et domestique qui constitue l'une des principales causes de la dégradation de *Posidonia oceanica* (Ramade, 1993) et le lessivage des sols agricoles à proximité des côtes, les rejets industriels et urbains et les aménagements littoraux (port, plage artificielle, etc.) provoquent l'augmentation de la turbidité de l'eau (Pergent-Martini et Le Ravallec, 2007). La destruction mécanique par ancrages et arts trainants et de l'exploitation des ressources vivantes (Pergent, 2006) et l'introduction d'espèces invasives susceptibles d'entrer directement en compétition avec les phanérogames marines, il s'agit essentiellement de deux espèces du genre *Caulerpa* (Ceccherelli *et al.*, 2000) constituent également d'autres menaces pour les herbiers à Posidonie.

La pollution industrielle provenant des usines (matières organiques, hydrocarbures, métaux lourds ou métaux traces, acides, bases, produits chimiques divers et matières radioactives) et la pollution agricole qui est caractérisé par de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) et par la présence de produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides...) (Amarouche, 2005) affecte directement la durabilité des herbiers à Posidonie et constitue un autre motif de régression de ces herbiers.

En Algérie, la destruction ou la régression des herbiers sont souvent signalées aux alentours des grands centres urbains, industriels et portuaires (Alger, Annaba, Oran...) où la Posidonie est soumise directement aux impacts engendrés par les activités humaines (Boumaza, 2003).

Selon Ghehioeche et Zelmat (1996), une régression flagrante des herbiers de Posidonie de la plage de thalassothérapie (Sidi Fredj) a été remarquée, où 25% de la superficie totale a complètement disparue. Cette régression a été causée principalement par les rejets non traités du complexe de thalassothérapie.

Un suivi des herbiers de Posidonie de la baie d'El Djamila a permis de mettre en évidence une régression qui résulte d'une part de l'important hydrodynamisme, et d'autre part de l'action anthropique (Boumaza et Semroud, 2000).

A cause des rejets industriels déversés directement en mer dans la baie de Bousmail une augmentation de la turbidité a été signalée qui se traduit par une régression de l'herbier de Posidonie dans cette zone (Braïk, 1989 ; Khazimi, 2010).

Les herbiers situés à proximité des grandes agglomérations côtières du littoral Oranais tel qu'Ain El Turk, Cap Falcon, Port d'Oran et Madagh sont en régression et les principaux facteurs de cette régression sont l'hydrodynamisme, les rejets industriels, les apports terrigènes, la plaisance et l'exploitation des ressources vivantes (Hussein, 2014).

A Annaba, l'herbier est constamment exposé aux risques de pollution, aux engins de traîne et à la modification des courants marins causés par les aménagements côtiers. Il présente une grande sensibilité aux perturbations anthropiques ce qui cause sa régression (Mammeria, 2006).

Sengouga (2017) a constaté que la limite inférieure des herbiers à *Posidonia oceanica* de Bérard, Khemisti, Bousmail, Ain Benian et La Madrague présente une régression.

1.10 Méthodes de cartographie sous-marine des habitats benthiques

La cartographie des peuplements benthiques et des types de fond constitue un outil essentiel pour la gestion des espaces littoraux (Meinesz *et al.*, 1991 ; Pasqualini, 1997 ; Pasqualini *et al.*, 1998, 2000). Dans le cas des herbiers à *Posidonia oceanica* la cartographie est faite pour suivre l'état de ces herbiers (régression et répartition). La cartographie de ces herbiers concerne les petits fonds (0 – 50 m), elle permet de faire appel aussi bien à des techniques d'imageries optiques (images satellitaires, multi ou hyper spectrales, photographies aériennes) qu'acoustiques (sonar à balayage latéral, sondeurs mono ou multifaisceaux) (Pergent-Martini, 2011).

1.10.1 Les techniques d'imageries optiques

1.10.1.1 Les images satellitaires

Les images satellitaires sont beaucoup utilisées pour la cartographie des biocénoses benthiques côtières à faible profondeur dans une mer calme et claire (Pasqualini *et al.*, 1998). En milieu aqueux, le rayonnement électromagnétique ne pénètre que dans une gamme limitée du spectre lumineux. Cette pénétration est influencée par divers paramètres, particulièrement la turbidité de l'eau (Paillard *et al.* 1993). Le traitement des images Spot 5 à 2.5 m de résolution en mode

panchromatique a démontré le bon potentiel de ce type d'image pour la cartographie dynamique des herbiers, les résultats d'analyse sont meilleurs que ceux obtenus sur les images Landsat TM (30 m de résolution en multi-spectral et 15 m en panchromatique) (Ganzin *et al.*, 2006).

1.10.1.2 L'imagerie multi spectrale ou hyper spectrale

L'imagerie hyper spectrale est basée sur l'acquisition simultanée d'images composées de nombreuses bandes spectrales (généralement 100 ou plus) étroites et contiguës. Il existe une grande variété de capteurs aéroportés qui fournissent des informations en temps réel et dans des conditions défavorables d'éclairage (Pergent-Martini, 2011).

1.10.2 Les photographies aériennes

Les photographies aériennes sont devenues des outils classiques de cartographie des biocénoses marines à faible profondeur (de 0 à 15 m au maximum) (Zerouk, 2016). Contrairement aux images satellitaires, les photographies aériennes présentent l'avantage d'avoir une résolution modulable en fonction de la précision recherchée (1 à 10 m) (Paillard *et al.*, 1993).

1.10.3 Les techniques acoustiques

1.10.3.1 Le sonar Latéral

Le sonar latéral à haute fréquence est adapté à la cartographie sous-marine à toutes les échelles et sa précision est remarquable (Cuvelier, 1976 ; Meinesz *et al.*, 1981 ; Denis *et al.*, 2003). Il se compose d'un engin remorqué, appelé « poisson », émettant un signal acoustique. Il est relié à des enregistreurs numériques et géographiques, qui traitent les signaux réfléchis transmis par le poisson, par l'intermédiaire d'un câble électroporteur (Paillard, *et al.*, 1993).

1.10.3.2 Le sondeur acoustique

Le sondage des fonds océaniques n'a démarré de façon systématique que vers les années 30 lorsque le sondeur acoustique a remplacé l'usage du fil à plomb (Renard et Allenou, 1979). Il existe le sondeur acoustique à faisceau unique et le sondeur multifaisceaux.

Le sondeur acoustique à faisceau unique permet d'obtenir des informations de caractérisation des fonds et le sondeur multifaisceaux permet d'obtenir des relevés topographiques du relief sous-marin (bathymétrie), des images sonar présentant la réflectivité locale du fond (imagerie) et des profondeurs selon plusieurs directions (Pergent-Martini, 2011).

1.11 Protection des herbiers de *Posidonia Oceanica*

Peu de textes réglementaires visent directement la protection des espèces marines. Les herbiers de Posidonie, ont bénéficié de ces réglementations, et un nombre croissant de dispositions

nationales, de directives communautaires (Union Européenne) et de conventions internationales y font référence. Il convient cependant de différencier les mesures de protection légale directe qui concernent soit l'espèce *Posidonia oceanica*, soit les habitats qu'elle constitue, des mesures réglementaires qui, sans viser directement à la protection des herbiers, peuvent favoriser indirectement leur conservation (Boudouresque *et al.*, 2006).

Au niveau international la convention de Berne signée en 1979 par plusieurs pays européens a été modifiée en 1996. Elle concerne les trois plus importantes plantes à fleurs marines de Méditerranée c'est à dire les Posidonies, Cymodocées et Zostères comme méritant une protection. La convention de Barcelone, adoptée en 1976, puis amendée en 1995, devient la convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée. En 1999, un nouveau plan d'action pour la Méditerranée est lancé et dans son annexe, sont mentionnées les 3 plantes à fleurs marines principales de Méditerranée : Posidonies et 2 Zostères.

En France la protection de la Posidonie est dictée par la loi du 10 Juillet 1976, relative à la protection de la nature et de son décret d'application du 25 Novembre 1977 concernant la protection de la flore et de la faune sauvages du patrimoine naturel français. Cette protection est officialisée par l'arrêté interministériel du 19 juillet 1988 (Ferrandez *et al.*, 2006)

En Algérie, les herbiers sous-marins sont classés parmi les sites d'intérêt écologique ou de valeur scientifique sur le littoral et sont préservés de l'occupation et l'utilisation des sols littoraux par la Loi relative à la protection et à la valorisation du littoral : **n° 02-02 du 22 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 5 février 2002** (parue au Journal Officiel n° 10 du 12 février 2002).

Chapitre II

Matériel et Méthodes

2 Matériel et Méthodes

2.1 Présentation de zone d'étude

2.1.1 Situation géographique

Le littoral algérien se situe au Sud du bassin occidental de la mer Méditerranée. Avec une direction générale Sud-Ouest/Nord-Est, la côte algérienne s'étend de Marsat Ben M'Hidi à l'Ouest ($35^{\circ}05'00''\text{N}$ & $2^{\circ}12'16''\text{W}$) au Cap Roux à l'Est ($36^{\circ}56'32.1''\text{N}$ & $8^{\circ}36'44.0''\text{E}$) sur 1622 km (Grimes, 2010 ; Bachouche, 2017) (figure 5).



Figure 5 : Localisation du littoral algérien (Boukhedimi et Salah Salah, 2020 à partir d'ArcGis)

2.1.2 Morphologie côtière

La côte algérienne se caractérise par une nature essentiellement rocheuse. Sa topographie sous-marine correspond à des fonds de substrats meubles qui s'étendent en pente douce jusqu'à 800 m d'isobathe, et à des fonds rocheux avec des fosses profondes qui correspondent aux zones littorales montagneuses (Lalami, 1979).

Les différents secteurs de la côte sont caractérisés par un plateau continental très réduit, voire absent. Le talus continental est très étroit sa largeur est d'environ 10 milles marins. Les fonds de 100 m sont situés à moins de 5 milles marins des côtes. Cependant dans le golfe d'Arzew à

l'Ouest et celui d'Annaba à l'Est, le talus est en pente douce et s'étale sur une grande distance (Lalami, 1979 ; Hemida 2005).

2.1.3 Réseau hydrographique

Du point de vue hydrologique, le réseau hydrographique de la côte algérienne aboutissant en mer compte 31 oueds, dont les plus importants sont les oueds Tafna, Chlef, Mazafran, El Harrach, Soummam, Sebaou, Isser, El Kebir, Saf Saf, Seybouse. Ce réseau alimente le milieu marin en apports terrigènes. Les oueds constituent des collecteurs de tous les polluants issus des activités humaines, agricoles et industrielles développées dans les bassins versants côtiers (Grimes, 2010).

2.1.4 Principales caractéristiques climatiques de la zone d'étude

Le littoral algérien à l'instar de l'ensemble de la région méditerranéenne est caractérisé par son climat typique ; chaud et sec en été, doux et relativement humide en hiver. Ces conditions sont dues à l'alternance de brise de mer fraîche et humide et de brise de terre chaude et sèche (Rouane-Hacene, 2013).

a. La température

Les températures sur la côte sont uniformes : la moyenne quotidienne en janvier est d'environ 11/12 degrés, celle d'août (qui est quoique légèrement le mois le plus chaud) de 25/26 degrés. L'été est ensoleillé, l'air est humide, mais il y a aussi la brise de la mer.

Cependant, parfois le vent chaud du désert, le Chehili, peut souffler, plus souvent au printemps et à l'automne ; ce vent franchit les montagnes, provoquant une forte baisse de l'humidité relative, et peut être accompagné de sable et de poussière (ONML, 2020).

b. La pluviométrie :

Dans la mince bande côtière algérienne, le climat est typiquement méditerranéen, avec des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et ensoleillés. Les pluies sont d'origine surtout orographiques. Les précipitations sont plus faibles dans la partie occidentale (Oran), où elles varient entre 330 et 400 millimètres par an, et donc le paysage est plus aride, tandis qu'elles deviennent plus abondantes dans le centre et l'est (Alger, Annaba), où varient entre 600 et 800 millimètres. La plupart des précipitations se produisent entre octobre et avril (ONML, 2020).

2.1.5 La bathymétrie et la sédimentologie

Le littoral algérien se caractérise par un plateau continental relativement étroit au centre de l'Algérie et atteint des extensions notables au niveau des extrémités Est et Ouest de cette région (Bachouche, 2017).

Du point de vue sédimentologique, les fonds marins compris entre Oued-Isser et Cap Noé sont constitués de boues argilo-calcaires, alors ceux situés entre Cap Noué et les îles Habibas sont de nature argilo-siliceuse. De Ghazaouet à Rachgoun, les fonds sont entre 250 et 350 m ce sont des formations volcaniques ayant l'apparence de chandeliers dont leurs sommets sont recouverts par des touffes des coraux à dendrophyllium. Le substrat des fonds est donc caractérisé par une granulométrie variable : graviers, sables et vases constituant des fonds meubles, qui s'alternent parfois très étroitement avec les rochers, les blocs et les éboulis (Maurin, 1962).

2.1.6 L'hydrodynamisme

La géographie de l'Algérie fait du littoral algérien une zone fortement influencée par les facteurs hydrologiques du bassin méditerranéen (Boutiba, 1992). Ce littoral est caractérisé par ces deux couches d'eaux superposées, l'eau Atlantique modifiée et l'eau méditerranéenne.

En effet, l'eau Atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Cet auteur signale cette eau dans le bassin algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur avec une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et de salinités allant de 36,5 à 38 p.s.u.

Le long des côtes algériennes, l'eau Atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, L'eau Atlantique modifiée pénétrerait (Millot, 1987 ; Millot, 1993 et Benzohra, 1993) sous forme d'une veine de courant étroite qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtiers associés à des upwellings. Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et par conséquent, augmentation des capacités trophiques du milieu.

La circulation générale des eaux marines en Méditerranée occidentale régit et conditionne la distribution des facteurs biologiques, hydrologiques, chimiques, vaseux, etc. D'après Millot (1987), cette circulation apparaît avec la pénétration de l'eau d'origine Atlantique modifiée (MAW). Cette eau entre dans le bassin algérien vers 0° sous forme d'une veine étroite de courant et longeant les côtes algériennes vers l'est. Vers 1°E et 2°E elle devient instable où on note l'apparition de méandres puis des tourbillons cycloniques et anticycloniques, dérivant vers

l'est à une vitesse de 10 Km/j. Ces courants anticycloniques évoluent et atteignent des diamètres de 100 à 200 Km, associés «d'upwelling » avec toutes les conséquences qu'engendre cette association sur la productivité biologique. Un ralentissement de la circulation est observé vers 5°E et 6°E.

Par des phénomènes d'instabilité, les tourbillons s'éloignent des côtes algériennes durant une période de 1 à 2 mois pour revenir à l'Ouest. Donc le bassin Algérien constitue de ce fait un réservoir qui alimente le bassin nord de la Méditerranée occidentale (Millot, 1993).

2.2 Méthodologie et source des données

Les étapes suivies pour effectuer la présente étude sur les herbiers à *Posidonia oceanica* de la côte algérienne sont illustrés par la figure suivante (figure 6) :

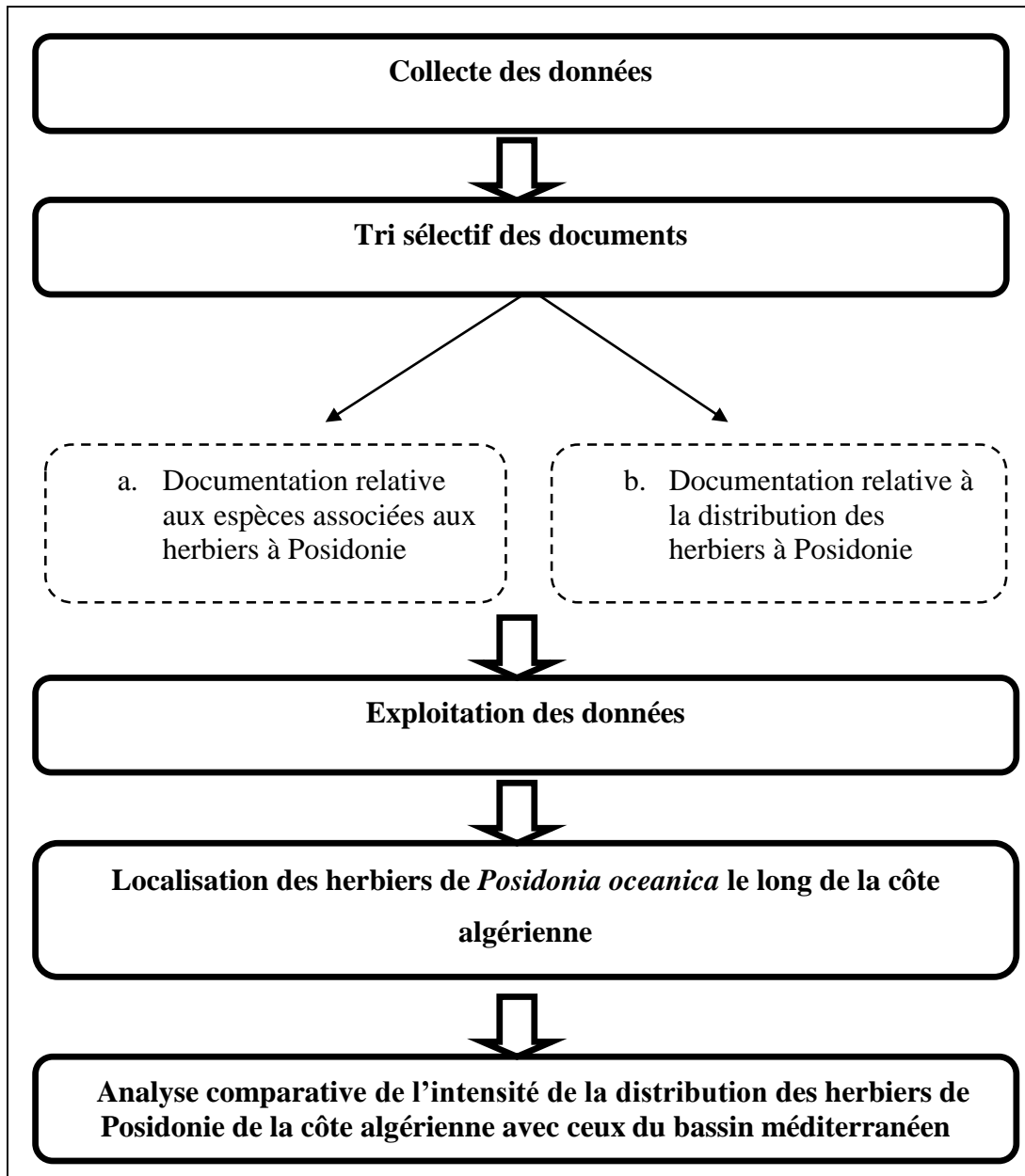


Figure 6 : Les différentes étapes suivies pour la réalisation de ce travail.

2.2.1 La collecte des données

Dans un premier temps, des recherches ont été effectuées sur internet à l'aide de Google et Google Scholar, l'utilisation des mots-clés pertinents, notamment "*Posidonia oceanica*", "*Posidonia oceanica* et l'Algérie", "Posidonie et cartographie" et "Posidonie et espèces associées" nous a permis d'avoir un nombre assez important de travaux scientifiques sous format numérique. En plus de ces recherches, nous avons également vérifié les listes de référence de nombreuses études afin d'identifier toutes les recherches pertinentes publiées dans d'autres revues, livres ... Nous avons également effectué des recherches sur le SNDL (Système National de Documentation en Ligne) et le CERIST (Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique). Dans un deuxième temps, nous avons vérifié les thèses de doctorat et les Magister/Master dans la bibliothèque de l'ENSSMAL (École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et Aménagement de Littoral), non accessibles via Internet, relatifs aux études traitant directement la Posidonie, ou indirectement, exemple : biodiversité benthique..., qui peuvent fournir des données sur la présence ou l'absence de la Posidonie dans certaines zones d'étude. Malheureusement cette phase n'a pas été achevée à cause de la pandémie de Corona virus (Covid-19). Certains auteurs ont été sollicités concernant de potentiels données non publiées sur le statut du *Posidonia oceanica*.

2.2.2 Le tri sélectif des documents

Afin d'identifier les documents susceptibles de contenir les informations nécessaires pour cet inventaire, un tri sélectif des différents documents a été fait, au total plus de 100 documents ont été consultés et seuls ceux contenant des données sur la cartographie, la distribution et/ou les espèces associées à la Posidonie ont été pris en considération et exploités pour les besoins du présent travail.

2.2.3 Exploitation des données existantes

2.2.3.1 Exploitation des données relatives à la cartographie et la distribution de la Posidonie

Dans cette étape, les documents ont été consultés et analysés afin d'acquérir un maximum des données sur les herbiers à Posidonie de la côte algérienne, ces données ont été structurées dans un tableau Excel.

Les tableaux récapitulatifs comportent (figure 7) :

En ligne : tous les sites trouvés dans la documentation (avec répétition).

En colonne : toutes les informations extraites notamment la wilaya, site, coordonnées géographiques, profondeur, nature du substrat, densité, recouvrement, type de l'herbier, références et les remarques importantes (étendue, pollution, présence d'autres espèces...). Ensuite, tous les sites cités plus d'une fois ont été supprimé afin de repérer tous les herbiers de *Posidonia oceanica* sur l'ensemble de la côte algérienne (Figure 8). En vue d'établir la carte de distributions de ces herbiers.

En colonne

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Région	Wilaya	Site	Coordonnées géographiques	Profondeur (m)	Substr	Type	Densité(laisc.m ⁻²)	Recouvrement	Remarques	Référence
1	CENTRE	Alger	Ain Benian	36°48.553'N 02°55.195' E	à 22m (limite inférieure)	Dur	Herbier très clairsemé		40	La présence de ca	Misraoui & Sengouga (2011)
2	CENTRE	Alger	Ain Benian	36° 48.553' N 02° 55.195'	à 16			173.1+39.3			Boumaour & Kahlal (2013).
167	OUEST	Mostaganem	Sidi Lakhder								Belkhamassa & al. (2015)
168	OUEST	Mostaganem	Stidia								Belkhamassa & al. (2015)
169	OUEST	Mostaganem	Stidia	35°49' N 0°01' O		Dur					Belbachir, (2018)
170	OUEST	Mostaganem	Slamandre	35°55'N 0°03'E		Dur	Herbier clairsemé				

En ligne

Figure 7 : Représentation du modèle de tableau récapitulatif.

	A	B	C	D	E
	Région	Wilaya	Site	Coordonnées géographiques	Référence
1	CENTRE	Alger	Ain Benian	36°48.553'N 02°55.195' E	Misraoui-Sengouga (2011). Boumaour & Kahlal (2013). Sengouga (2017).
2	CENTRE	Tipaza	Berrard	36°36.977'N 02°37.489' E	Misraoui-Sengouga (2011). Boumaour & Kahlal (2013). Sengouga (2017).
79	OUEST	Mostaganem	Sidi Lakhder	36°12' 40.63 N 0°23'20".78O	Boudjella (2015). Belkhamassa & al. (2015)
80	OUEST	Mostaganem	Site de Hadjadj	36° 08' N 1° 80' E	Belbachir (2012). Belarbi & Kassous (2018).

Figure 8 : Représentation du tableau final.

2.2.3.2 Exploitation des données relatives aux espèces associées à *Posidonia oceanica*

L’analyse bibliographique a permis d’exploiter un maximum de travaux ayant traité des espèces associées aux herbiers de *Posidonia oceanica*. La lecture attentive de ces documents nous a permis d’avoir les informations nécessaires pour réaliser notre inventaire sur un tableau Excel (tableau 2).

Tableau 1 : Inventaire des espèces associées aux herbiers de Posidonie.

Groupe	Embranchement	Famille	Genre	Espèces	Nature du Substrat	Profondeur	Année	Région	Localisation	Coordonnées géographiques	Références	Observations

La deuxième étape consiste à faire une actualisation de la taxonomie des espèces. Le classement des espèces est établi dans l’ordre décroissant des niveaux taxonomiques qui sont, dans l’ordre, le règne, l’embranchement, la classe, l’ordre, la famille, le genre et l’espèce (figure 9).

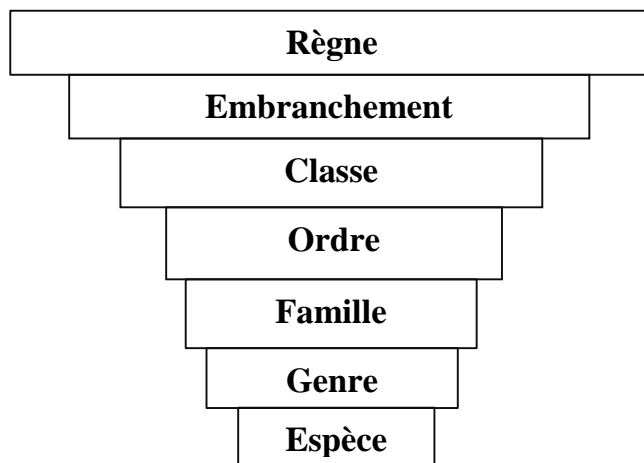


Figure 9 : Représentation de la nomenclature zoologique définie par la Commission internationale de la nomenclature zoologique.

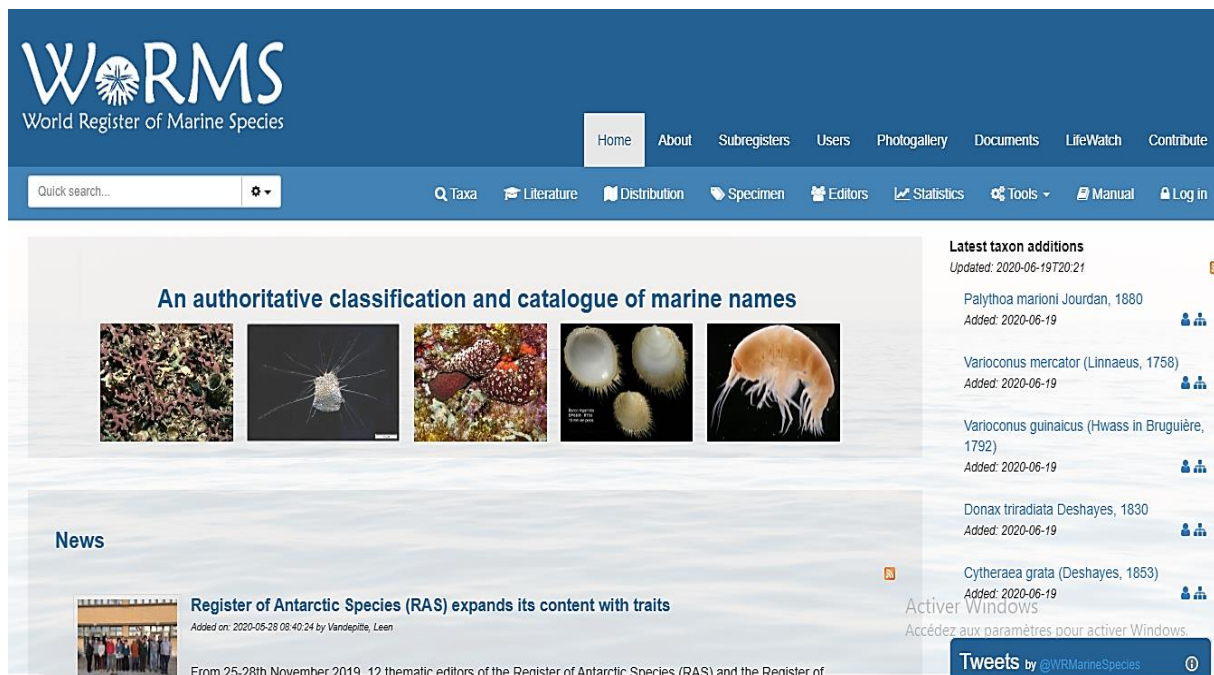
Dans notre inventaire nous avons choisi de mettre le groupe (faune ou flore), l'embranchement (chordés, crustacés, rhodophytes, chlorophytes...), la famille, le genre et l'espèce de chaque espèce. Une révision de la nomenclature employée a été faite afin d'adopter les noms scientifiques actuellement validés. Cette actualisation taxonomique est réalisée en respectant la nouvelle nomenclature internationale.

Pour cela, nous avons utilisé le **WoRMS (World Register of Marine Species)** : le registre mondial en matière d'espèces marines, il est disponible au niveau de ce site (www.marinespecies.org).

Le WoRMS est une base de données qui vise à fournir une liste exhaustive des noms d'organismes marins et leur synonyme. Bien que la priorité soit accordée aux noms valides, d'autres noms sont inclus afin que cette base de données puisse servir de guide pour interpréter la littérature taxonomique. Ce registre des espèces marines est issu du registre européen des espèces marines (ERMS) et de sa combinaison avec plusieurs autres registres d'espèces conservés à l'Institut maritime de Flandre (VLIZ).

Les procédures suivies pour réaliser l'actualisation de la nomenclature et confirmer la validité des espèces sont les suivantes :

Étape 1 : Accéder au site www.marinespecies.org



The screenshot shows the homepage of the World Register of Marine Species (WoRMS). The header is blue and contains the WoRMS logo and the text 'World Register of Marine Species'. Below the logo is a navigation menu with links: Home, About, Subregisters, Users, Photogallery, Documents, LifeWatch, and Contribute. A search bar is located below the navigation menu. The main content area is white and features a featured article titled 'An authoritative classification and catalogue of marine names' with several images of marine organisms. To the right of the featured article is a 'Latest taxon additions' section listing recent species additions, including Palythoa marioni, Varioconus mercator, Varioconus guinaicus, Donax triradiata, and Cytheraea grata. The page also includes a 'News' section with a link to 'Register of Antarctic Species (RAS) expands its content with traits' and a 'Tweets by @WRMarineSpecies' section at the bottom right.

Figure 10 : Illustration de la page d'accueil du site WoRms.

Étape 2 : Actualiser la nomenclature et la recherche de la classification des différentes espèces.

Pour effectuer cette recherche il faut introduire le nom scientifique de l'espèce et lancer la requête. Il existe deux types de recherche (une recherche rapide et une recherche avancée).

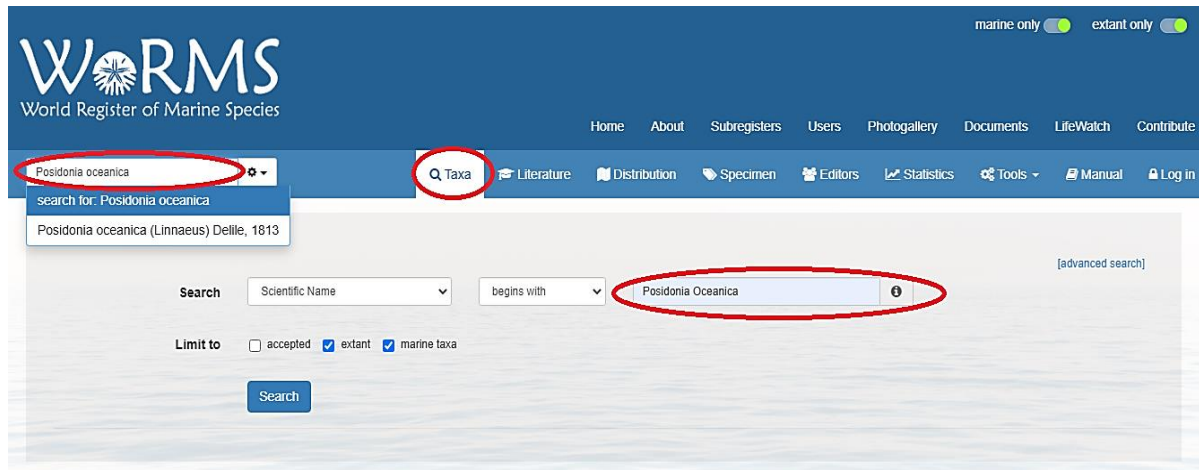


Figure 11 : Illustration de la recherche rapide des espèces.

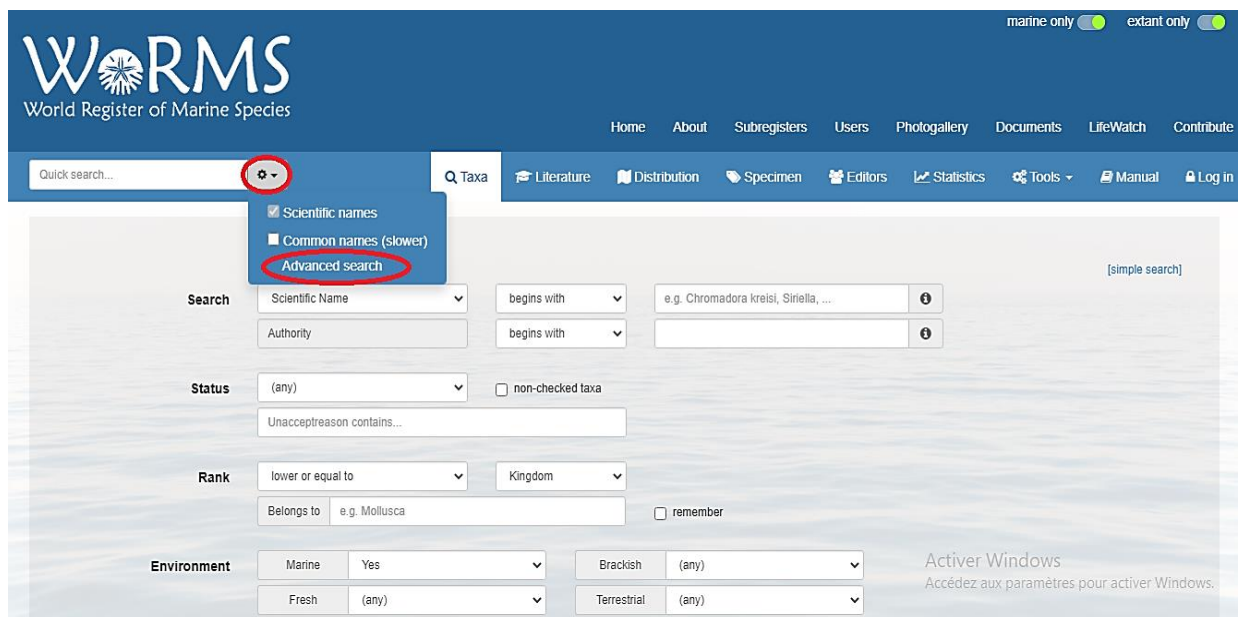


Figure 12 : Illustration de la recherche avancée des espèces.

Étape 4 : Vérification de la validité de l'espèce et les détails du taxon.

Lorsqu'on lance la recherche sur le WoRMS on obtient plusieurs informations relatives à l'espèce. Dans notre cas on a vérifié la validité et la classification (embranchement et famille) de chaque espèce ainsi que l'écriture correcte du nom scientifique.

WoRMS taxon details

Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile, 1813

AnhidID 145794 (urn:lsid:marinespecies.org:taxname:145794)

Classification Biota > Plantae (Kingdom) > Viridiplantae (Subkingdom) > Streptophyta (Infrakingdom) > Tracheophyta (Phylum (Division)) > Spermatophytina (Subphylum (Subdivision)) > Magnoliopsida (Class) > Liliales (Superorder) > Alismatales (Order) > Posidoniaceae (Family) > Posidonia (Genus) > Posidonia oceanica (Species)

Status accepted

Rank Species

Parent Posidonia König, 1805

Orig. name Zostera oceanica Linnaeus, 1767

Synonymised names Posidonia caulinii K.D.Koenig, 1805
Zostera oceanica Linnaeus, 1767 (synonym)

Environment marine

Original description Not documented

Descriptive notes LSID urn:lsid:algaebase.org:taxname:65328

Taxonomic citation Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2020). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile, 1813. Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145794> on 2020-06-19

Taxonomic edit history

Date	action	by
2004-12-21 15:54:057	created	Guiry, Michael D.

Figure 13 : Illustration des résultats obtenus pour chaque espèce

Étape 5 : Taxon match

Dans le WoRMS il existe un outil d'appariement des taxons (Match Taxa) pour appairer automatiquement notre liste des espèces avec WoRMS. Il consiste à introduire le fichier Excel ou fichier Txt directement pour vérifier la validité des espèces et leur classification... L'opération est rapide mais la limite est fixée à 1500 lignes pour des raisons de performance.

Cette opération est expliquée par les figures ci-dessous :

World Register of Marine Species

Home About Subregisters Users Photogallery Documents LifeWatch Contribute

Quick search...

Taxa Literature Distribution Specimen Editors Statistics Tools Manual Log in

An authoritative classification and catalogue of marine names

Match taxa
Webservices
Taxon tree
IDKeys

Figure 14 : Illustration de l'outil de match taxa dans le WoRMS.

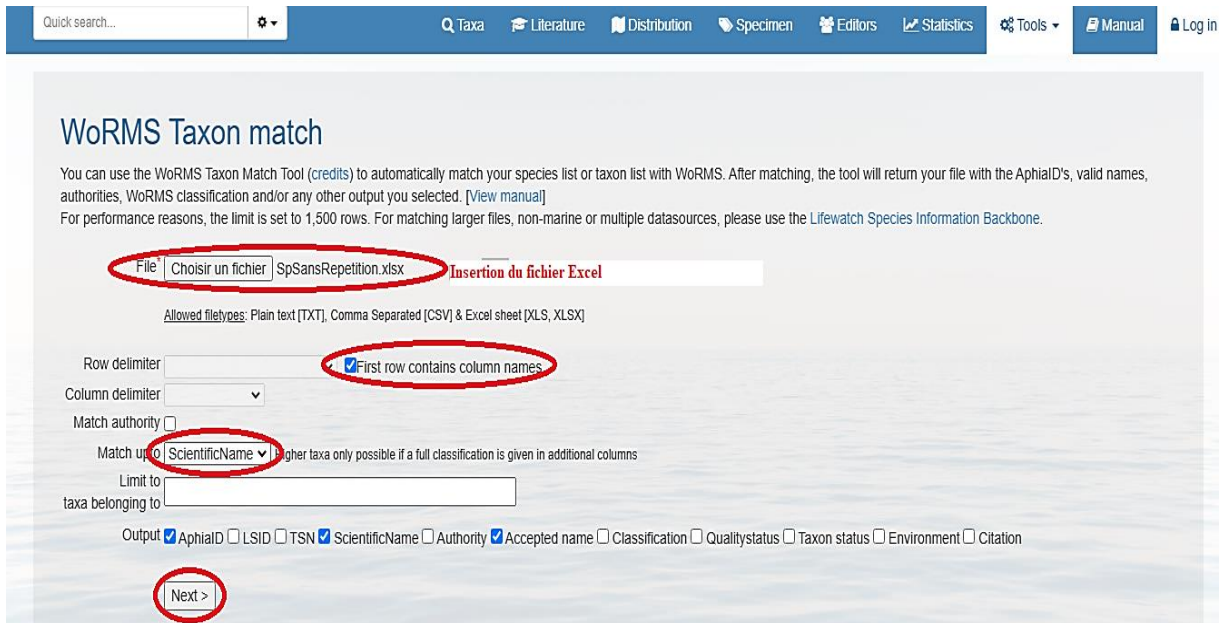


Figure 15 : Illustration de la première étape de match taxa.

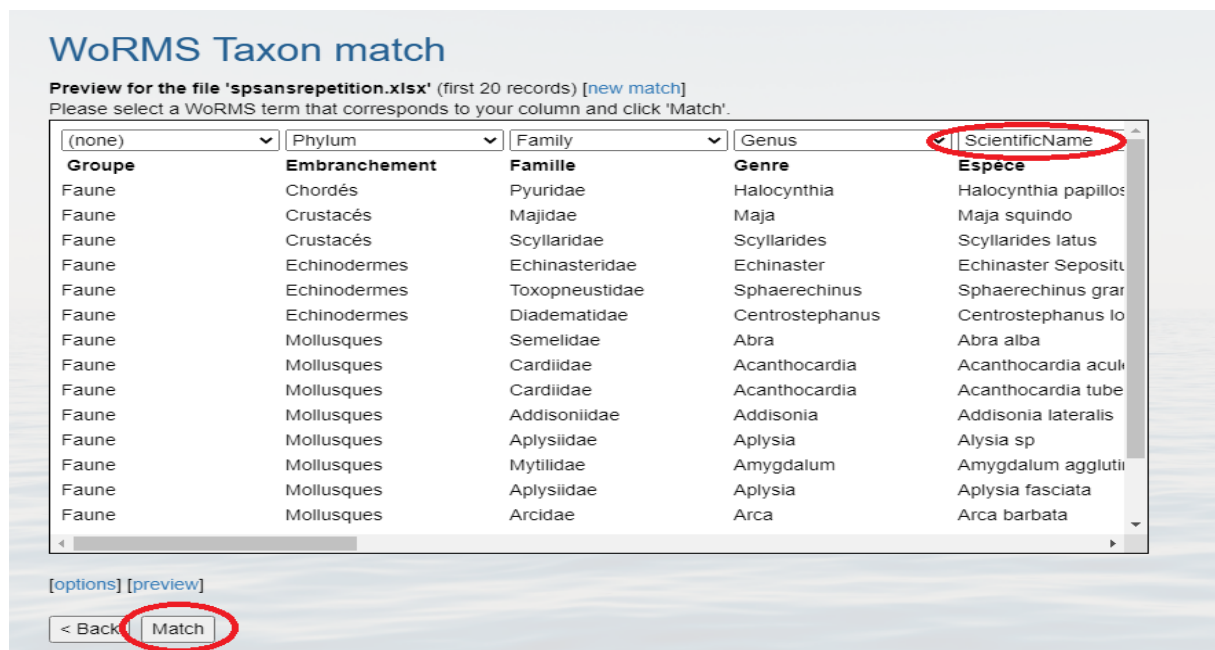


Figure 16 : Sélectionner le terme qui correspond à la colonne du tableau Excel.

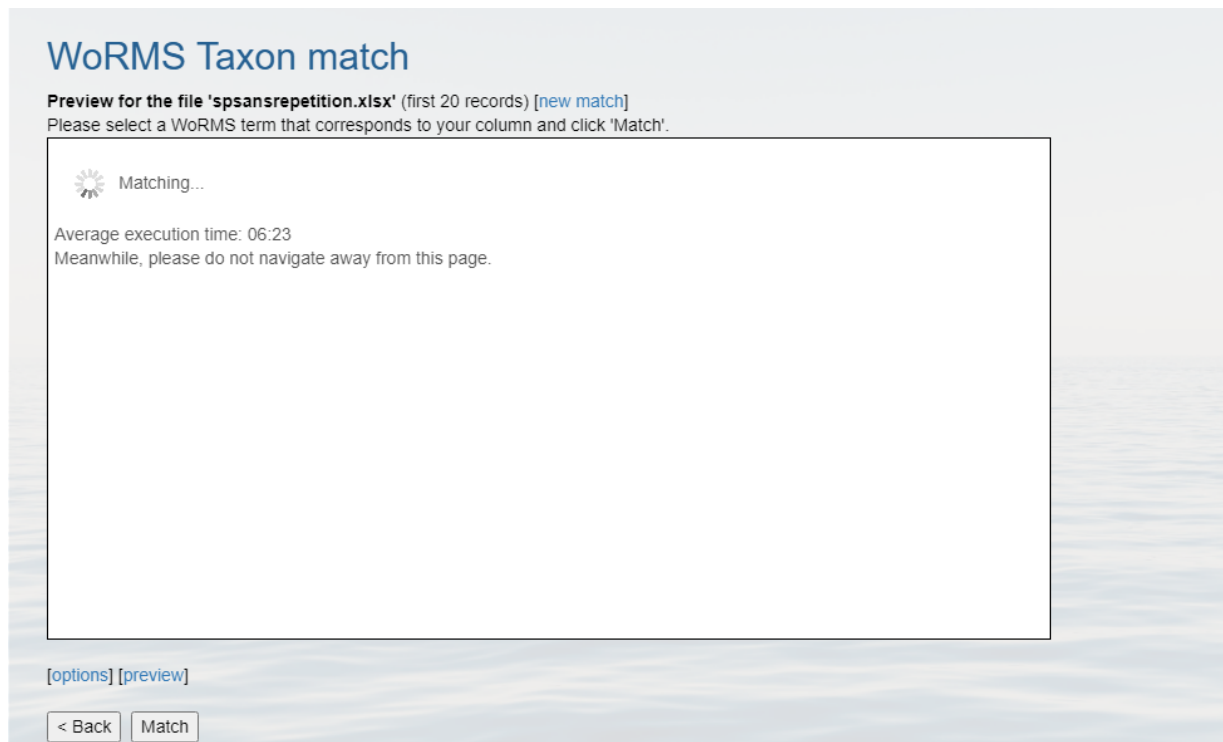


Figure 17 : Le temps de l'exécution.

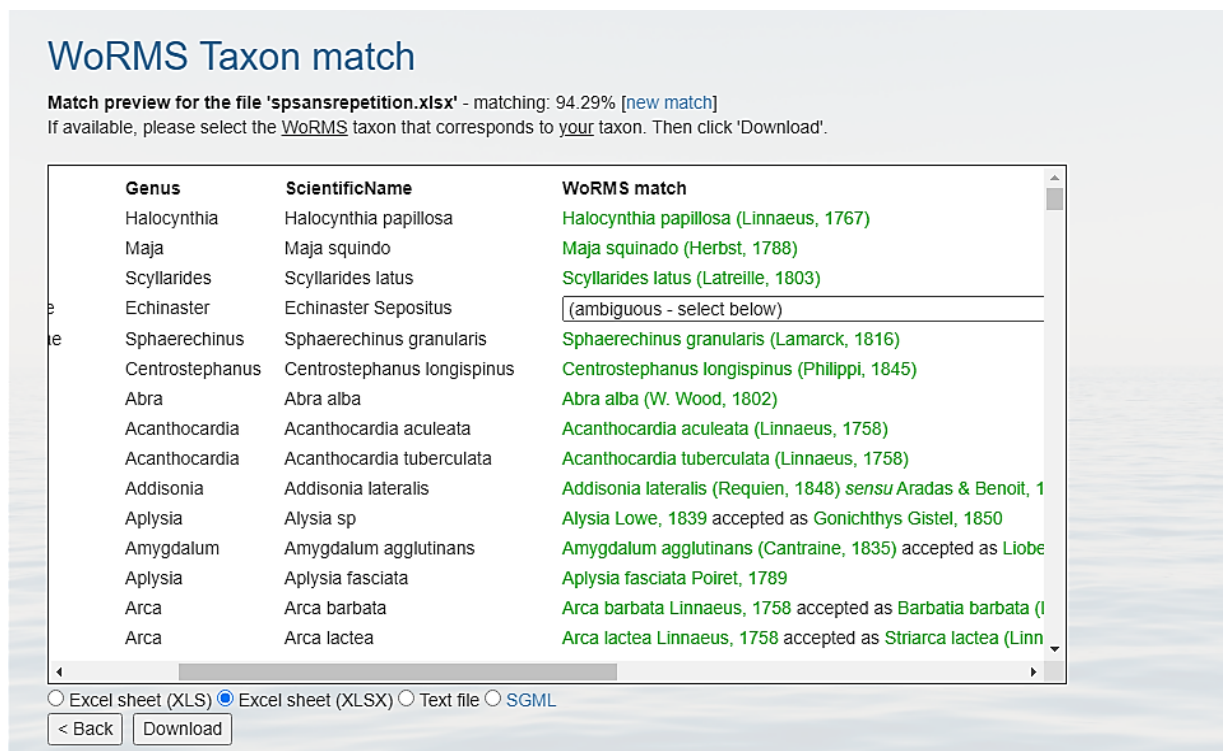


Figure 18 : Résultat de l'appariement.

Ces résultats nous a permis de visualiser plusieurs cas concernant les statuts des espèces, d'où on distingue :

1. **Les noms acceptés** : la majorité de nos espèces sont acceptées (matching 95 %).
Exemple : *Maja squindo* (Herbst 1788).
2. **Les noms non acceptés** : ca concerne les espèces qui on subit un changement du nom de l'espèce ou du genre ou les deux au même temps.
3. **Espèce non identifiée (none)** : la recherche de l'actualisation taxonomique a été sans résultat et l'espèce est inexistante.

WoRMS Taxon match

Match preview for the file 'spsansrepetition.xlsx' - matching: 94.29% [new match]
If available, please select the [WoRMS](#) taxon that corresponds to your taxon. Then click 'Download'.

Cradita	Cradita aculeata	(none)
Cradita	Cradita calycularis	(none)
Cradita	Cradita calyculata	(none)
Ctena	Ctena decussata	Ctena decussata (O. G. Costa, 1829)
Cyclope	Cyclope neritea	Cyclope neritea (Linnaeus, 1758) accepted as Tritia neritea (Linnaeus, 1758)
Divaricella	Divaricella divaricata	Divaricella divaricata (Linnaeus, 1758) accepted as Lucinella divaricata (Linnaeus, 1758)
Donax	Donax trunculus	Donax trunculus Linnaeus, 1758
Eulima	Eulima sp	Eulima RISSO, 1826
Fusinus	Fusinus crassus	Fusinus crassus (Pallary, 1901) accepted as Fusinus cretella (Pallary, 1901)
Fusinus	Fusinus syracusanus	Fusinus syracusanus (Linnaeus, 1758) accepted as Aptyxis syracusanus (Linnaeus, 1758)
Gari	Gari depressa	Gari depressa (Pennant, 1777)
Haminoea	Haminoea hydatis	Haminoea hydatis (Linnaeus, 1758)
Lithophaga	Lithophaga lithophaga	Lithophaga lithophaga (Linnaeus, 1758)
Loripes	Loripes lacteus	(ambiguous - select below)
Mactra	Mactra corallina	Mactra corallina (Linnaeus, 1758) accepted as Mactra stultorum (Linnaeus, 1758)
Modiola	Modiola barbata	Modiola barbata (Linnaeus, 1758) accepted as Modiolus barbata (Linnaeus, 1758)
Modiolus	Modiolus barbatus	Modiolus barbatus (Linnaeus, 1758)

Excel sheet (XLS)
 Excel sheet (XLSX)
 Text file
 SGML

Figure 19 : Illustration des différents cas visualiser lors de l'actualisation de la nomenclature des espèces.

Pour une meilleure identification des espèces d'autres sites ont été utilisés :

- **AlgaBase** : base de données et d'informations sur les algues qui comprend des organismes terrestres, marins et d'eau douce. À l'heure actuelle, les données relatives aux algues marines, sont les plus complètes. Elles sont basées sur les informations publiées et les études taxonomiques mais ces informations doivent être toujours vérifiées. Cette base de données est accessible sur le site : www.algaebase.org

- **Doris** : Forum libre d'accès et ouvert à tous destiné à l'identification d'espèces ou à des discussions sur photos. Ce site met en ligne des fiches d'espèces subaquatiques animales ou végétales, dulcicoles ou marines, des eaux françaises métropolitaines et d'outre-mer. Ces fiches sont très complètes, vérifiées avec rigueur et tenues régulièrement à jour. Elles sont réalisées par des participants bénévoles, amateurs et/ou scientifiques, dans le cadre de la fédération française de plongée (FFESSM) et de sa commission de biologie (CNEBS). Doris est disponible au niveau de ce lien : <https://doris.ffessm.fr>

2.2.4 Distribution géographique des herbiers de *Posidonia oceanica* le long de la côte algérienne

Pour cartographier la répartition spatiale des herbiers de *Posidonia oceanica* le long de la côte algérienne, nous avons utilisé les sources de données suivantes : littérature scientifique et grise (y compris des articles de journaux, des posters et des rapports), des bases de données en ligne et des catalogues nationaux, pour avoir le maximum des sites aux cet herbier est signalé.

Une liste complète de tous les herbiers étudiés ou signalés en Algérie a été établie avec leurs localisations exactes.

Ces données ont été utilisées pour la réalisation de la carte nationale de la distribution des herbiers de Posidonie le long de la côte algérienne on les intégrant dans le logiciel Arc GIS.

2.2.5 Les herbiers à Posidonie qui ont fait l'objet de balisage le long de la côte algérienne

Les herbiers à Posidonie qui ont fait l'objet d'étude de balisage le long de la côte algérienne ont été cartographiés. Un tableau de synthèse a été établi sur les différents herbiers balisés, il contient le nom de l'herbier, le nom de l'auteur, les profondeurs et le nombre des balises. Ensuite une carte a été réaliser pour déterminé la localisation des différents herbiers balisés. L'année du balisage est également indiquée ainsi le cadre du balisage.

2.2.6 Analyse comparative des herbiers de Posidonie du bassin méditerranéen

Enfin, une tentative de comparaison générale entre les différents herbiers de la Méditerranée a été établie. La comparaison est basée essentiellement sur les étendues, la régression ainsi la biodiversité associées aux herbiers de *Posidonia oceanica*. La majorité des travaux relatifs à ces aspects ne sont pas libre d'accès ce qui a limité cette partie de l'analyse.

Chapitre III

Résultats et Discussions

3 Résultats et Discussions

3.1 Synthèse des travaux sur l'herbier *Posidonia oceanica* dans la côte algérienne

La côte algérienne qui est considérée comme un hot spot de la biodiversité marine méditerranéenne (Grimes, 2004) héberge des herbiers de *Posidonia oceanica* qui sont parmi les paysages les plus remarquables et les plus structurants de la biodiversité marine dans cette région. Malgré son rôle majeur dans la vie aquatique et son importance économique, la distribution et la caractérisation des herbiers de *Posidonia oceanica* ont été peu documentées en Algérie. Toutefois, ces dernières années, l'intérêt pour l'étude du *Posidonia oceanica* à travers la côte algérienne, s'est un peu accru. Cependant, l'étude cartographique reste toujours rare et les informations existant se limitent souvent à la seule présence ou absence de ces herbiers et à la vitalité de ces herbiers.

D'après la compilation bibliographique réalisée dans le présent travail de 1951 à nos jours, les travaux scientifiques et y compris la littérature grise en Algérie décrivent généralement l'**aspect Bioécologique** de *Posidonia oceanica* et concerne globalement la région centre, en particulier la baie d'Alger et la baie de Bousmail. Cela met en relief le manque flagrant de connaissance à l'échelle de toute la côte algérienne qui reste toujours une côte inexploree.

Le présent travail a été rendu difficile par l'absence d'une base de données nationale sur la biodiversité marine et une base de données sur les herbiers à *Posidonia oceanica* en Algérie. Les résultats de notre travail vont contribuer à alimenter la base de données nationale **BANBIOM (Base de données Nationale de la Biodiversité Marine)** qui sera hébergée à l'ENSSMAL.

Dans cette perspective, un grand nombre d'ouvrages et des informations sur les herbiers de Posidonie en Algérie ont été compilés à partir de plusieurs types de sources (tableau 2).

Dieuzeïde et Goëau-Brissonnière (1951) ont identifié les herbiers de Posidonie de la baie de Bousmail et ils ont dressé la première carte des phanérogames marines de la zone s'étendent de Ras Acrata à Bousmail. Ce travail a été complété par Molinier et Picard (1952) ; ils ont fait une étude biologique détaillée sur les phanérogames marine à l'Ouest d'Alger.

Vaissière et Fredj (1963) ont établi la première carte à grande échelle des herbiers à *Posidonia oceanica* en Algérie. Une idée générale sur la répartition des phanérogames marines et en particuliers des herbiers de Posidonie dans la baie de Bousmail a été établie par Le Gall (1969).

Ces travaux ont été suivis par le travail de Braik (1989) qui a utilisé un sonar latéral qui lui a permis de fixer les limites des herbiers à Posidonie dans le secteur de Bousmail.

Entre 1992 et 2000, un nombre considérable des travaux basés essentiellement sur l'étude de la vitalité des herbiers de *Posidonia oceanica* (Semroud *et al.*, 1992 ; Francour et Semroud, 1992 ; Semroud, 1993, 1996 ; Pergent *et al.*, 1993 ; Mezali, 1998 ; Boumaza et Semroud, 2000)

Depuis l'an 2000 un large nombre de travaux sur les herbiers de Posidonie a été signalé. Parmi ces travaux on distingue :

- Les travaux sur l'impact de la pollution sur les herbiers de Posidonie : Amarouche *et al.* (2001) ; Amarouche (2005) ; Tarmoul (2010) ; Guendouzi (2011) ; Boudjemal et Boughella (2012) ; Boudaa et Ayat (2013) ; Guendouzi *et al.* (2015) ; Akli (2016)... Les résultats obtenus dans ces travaux confirment l'aspect indicateur biologique de *Posidonia oceanica* pour la surveillance de la qualité de l'eau et la protection de l'environnement.

- Les travaux sur la surveillance des limites, cartographie et balisage de *Posidonia oceanica*, sont très limités et se concentre généralement dans la région centre de la côte algérienne : Ferhi et Ghiboub (2001) ; Lamouti (2006) ; Bengrine et Guelmami (2007) ; Lamouti (2007) ; Guerrah et Nour (2008) ; Khazimi (2010) ; Lamouti (2010) ; Bamahammed et Naimi (2012) ; Boukort (2015) ; Harzallah et Zeriat (2015) ; Zerouk (2016)

- Les travaux concernant les paramètres de vitalités, ont pour objectif la caractérisation de l'état de santé des herbiers à Posidonie, à travers la mesure de la densité, le recouvrement, la phénologie et les paramètres physico-chimiques : Bouhayene (2002) ; Boudefoua et Kada (2007) ; Misraoui et Sengouga (2011) ; Belbachir (2012) ; Tekttek (2012) ; Boudaa (2013) ; Chahrour (2013) ; Khodja (2013) ; Chahrour *et al.* (2014) ; Daoudi et Hasna (2015) ; Bentallah (2017) ; Belarbi et kassous (2018).

- Les travaux concernant la biodiversité associée à *Posidonia oceanica* confirment le rôle écologique majeur de ces herbiers dans le recrutement des espèces floristiques et faunistiques : Semroud *et al.* (2004) ; Derbal et Kara (2010) ; Ain Baziz et Sakher (2010) ; Belkhamssa (2012) ; Belkhamssa *etal.* (2015) ; Bouchher (2015) ; Bennama et Nekkaa (2017) ; Zeggaoui (2019).

Tableau 2 : Principaux travaux de recherche scientifique sur la Posidonie de la côte algérienne.

Période	Année	Travaux
Avant 1960	1951	Dieuzeïde & Goëau-Brissonnière
	1952	Molinier & Picard
1960 – 1980	1963	Vaissière & Fredj
	1969	Le Gall
1980 – 2000	1989	Braik
	1992	Semroud <i>et al.</i> , Francour & Semroud
	1993	Semroud, Bouziz, Derbal <i>et al.</i> , Pergent <i>et al.</i>
	1996	Semroud
	1997	Rebouhi
	1998	Boumaza & Semroud, Mezali, Semroud <i>et al.</i>
2000 – 2020	2000	Semroud & Boumaza
	2001	Ferhi & Ghiboub
	2002	Mokkedem & harmoul, Bouhayene
	2004	Semroud <i>et al.</i> , Grimes <i>et al.</i> , Mezali
	2005	Amarouche
	2006	Mammeria, Mezali <i>et al.</i> , Lamouti
	2007	Lamouti & Gasmi, Boudefoua & Kada, Bengrine & Guelmami
	2008	Guerrah & Nour, Tamacha, Mezali
	2010	Derbal & Kara, Tarmoul, Khazimi, Ainbaziz & Sakher, Boudefoua, Hallouche & Khodja, Lamouti
	2000 – 2020	2011
2012		Krika <i>et al.</i> , Belbachir, Boughanem & Nait Tayeb, Bamahammed & Naimi, Boudjmel & Boughella, Abdat, Tektek, Belkhamssa
2013		Khodja, Boumaour & Kahlal, Zard & Ferhi, Boudaa & Ayat, Boudaa, Hamedi, Neghli
2014		Hussein, Chahrour <i>et al.</i> , Boumaza <i>et al.</i> , Brahimy <i>et al.</i> , Boukmouche <i>et al.</i>
2015		Bouchher, Guendouzi <i>et al.</i> , Boudjella, Richir <i>et al.</i> , Hamimeche <i>et al.</i> , Belkhamssa <i>et al.</i> , Boukortt, Daoudi & Hasna, Boumaza, Harzallah & Zeriati, Boumaza <i>et al.</i>
2016		Haouas & Ould Moussa, Zerouk, Chéttibi & Hamlaoui, Akli, Benaïd & Senhadji, Ghalem & Yassaad, Ramos Esplà <i>et al.</i>
2017		Sengouga, Tektek <i>et al.</i> , Belbachir <i>et al.</i> , Bennama & Nekka, Boutabia-Tree <i>et al.</i> , Bentallah, Adjal & Diffallah
2018		Belarbi & Kassous, Belbachir, Mazouzi, Boukmouche <i>et al.</i>
2019		Belbachir & Mezali, Tarchoun <i>et al.</i> , Zeggaoui ; Boulaïche <i>et al.</i> , Zeghdoudi <i>et al.</i>
2020		Lazli <i>et al.</i>

Partie I

Analyses des travaux de la
cartographie des herbiers de

Posidonia oceanica

3.2 Synthèse et historique de la cartographie de *Posidonia oceanica* sur la côte algérienne (tableau 3)

Les travaux de la cartographie des herbiers à Posidonie sont souvent rares sur le littoral algérien en comparaison avec d'autres régions de la Méditerranée. Les travaux disponibles **sont très limités dans le temps et dans l'espace**. Ce qui rend les rares cartographies existantes très précieuses scientifiquement.

En 1951, Dieuzeide & Goeau-Brissonnière ont fait l'étude de l'herbier de Bousmail, puis en 1952, Molinier et Picard ont élaboré la première carte biocénotique à partir d'une carte des peuplements marins des parages des Pyrénées orientales. Selon cette étude les herbiers qui se retrouvent entre Castiglione (actuellement la baie de Bousmail) et Fouka marine ne descendaient pas plus bas que l'isobathe de 20 m. En 1963, et dans le but d'améliorer la connaissance sur le plateau continental de l'Algérie, Vaissiere et Fredj ont réalisé **la première cartographie à grande échelle** des herbiers à Posidonie en Algérie. Cette dernière couvre la zone d'Annaba, Alger, Bousmail et Oran (Arzew) ; elle indique que les herbiers qui se retrouvent au sud de la baie d'Annaba ne dépassent pas 25 m de profondeur, ainsi les herbiers dans la région centre sont particulièrement bien développés en baie de Bousmail qu'en baie d'Alger. En 1969, Le Gall a effectué une représentation biocénotique des herbiers de Posidonie sur la zone de l'Anse de Kouali et l'Anse Ouest de Sidi Fredj.

Avec le temps, les techniques de la cartographie ont évolué et sont devenues de plus en plus performantes et d'une grande variété (Augier, 1986). En 1989, Braik a cartographié une zone de 3 km de côte, couvrant 75 m de profil entre 7 m et 40 m de fonds dans la région de Bousmail, pour cela il a combiné entre les résultats d'un sonar latéral et les observations en plongée sous-marine. En 1995, Boumaza a utilisé la photographie aérienne en noire et blanc pour établir une carte des principales biocénoses benthiques avec la précision de la nature du fond et l'établissement des limites de la Posidonie de l'Anse de Kouali. En 1996, une cartographie d'un secteur relativement réduit a été réalisée au niveau de l'Anse de Kouali par Seguini et Naceur (1996). Cette cartographie montre que l'herbier à Posidonie de l'Anse de Kouali occupait une surface de 2.5 km². En ce qui concerne les herbiers de la plage de Thalassothérapie (Sidi Fredj), la cartographie biosédimentaire de Ghehioeche et Zelmat (1996) indique que la Posidonie couvre une surface de 2,5 ha.

La région centre reste la plus riche d'informations sur la distribution de *Posidonie*, puisque la plupart des travaux réalisés concernent portent sur cette région. En 2006, Lamouti a réalisé une cartographie de la zone de Thalassothérapie (Sidi Fredj), la surface occupée par *Posidonia oceanica* été d'environ 4275 m², soit 44 % de la surface cartographiée. Puis en 2010, l'auteur s'est inspiré de la méthode de cartographie décrite par De Vaugela et celle qu'il a avait utilisé en 2006, pour contribuer à développer des cartes intégrables dans un système d'information géographique au niveau de Sidi Fredj, Tamentfoust et Tipaza (Lamouti, 2010). En 2012, un premier état de lieu du récif barrière de l'Anse de Kouali était établi par Bamahammed, et Naimi (2012), selon l'étude, la formation récifale a subi une régression à la fois sur sa largeur et sur sa longueur, ainsi sa limite supérieure n'est plus continue, mais plutôt morcelé. Et en 2015, Boukort a établi des cartes des habitats marins notamment des herbiers à *Posidonia oceanica* à une échelle régionale de 1/25 000 dans trois zones du littoral algérien : Ouled El Hillel, Hadjret El Nouss et les trois Anses de Kouali, avec le positionnement de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau des trois Anses de Kouali. En 2016, Zerrouk a établi la cartographie de l'herbier à *Posidonia oceanica* et les trottoirs à Vermets dans la région de Tipaza, en utilisant la méthode de cartographie décrite par Pasqualini *et al.* (1998).

Tableau 3 : Synthèse des travaux de cartographie des herbiers à *Posidonie* en Algérie

Région	Méthode	Échelle	Références
Bousmail	-	-	Dieuzeide & Goeau-Brissonnière (1951)
Entre Bousmail et Fouka	Plongée	1/434782	Molinier & Picard (1952)
Annaba, Alger Bousmail, Arzew	-	1/34116	Vaissiere & Fredj (1963)
Anse de Kouali Anse Ouest de Sidi Fredj	Utilisation de la Benne	-	Le Gall (1969)
Bousmail	Plongée, sonar latéral	-	Braik (1989)
Anse de Kouali	Photographie aérienne	1/10000	Boumaza (1995)
Anse de Kouali	Plongée, utilisation de la bouée de signalisation maintenue à la verticale du fond par un plongeur, utilisation des théodolites (placés à terre)	-	Seguini & Naceurs (1996)
Sidi Fredj (la plage thalassothérapie)	Plongée, utilisation des transects, boating	-	Ghehiouche & Zelmate (1996)
Zone du PAC	Données, synthèse bibliographique, travaux ponctuels, témoignages	-	Boumaza (2004) ; Grimes & <i>al.</i> (2004)
Anse Ouest de Sidi Fredj	Plongée	1/100	Lamouti (2006)

Tipaza, Sidi Fredj Tamentfoust	Méthode inspiré des travaux de De Vaugalas (1998, 2003), plongée, photographie aérienne, images satellitaires	1/1000	Lamouti (2010)
Tipaza (Anse de Kouali)	-	-	Bamahammed & Naimi (2012)
Ain Témouchent (Oueld El Hillel) Tipaza (Anses de Kouali et Hadjret El Nouss)	Plongée, utilisation des transects, utilisation des images Google Earth	1/25000	Boukourt (2015)
Tipaza : Anse de Kouali et Corne d'Or	Traitement d'images et leurs intégrations dans un SIG	-	Zerrouk (2016)

3.3 Historique des systèmes de surveillances des herbiers à Posidonie

En ce qui concerne les systèmes de surveillances des herbiers à *Posidonia oceanica* (tableau 4), ce n'est qu'en 1997, que **le premier réseau** est mis en place en Algérie par Semroud *et al.* (1998). Ce réseau englobe le balisage et la cartographie de la limite inférieure et la microcartographie d'un carré permanent au niveau d'El Djamila (Alger). Le premier suivi de la limite inférieure a été réalisé en 2000 (Boumaza et Semroud, 2000 ; Ferhat et Ghiboub, 2001). Les résultats de ces suivis confirment le caractère érosif de cette limite qui est due principalement à l'hydrodynamisme (Boumaza et Semroud, 2000).

En 2007, dans le cadre du projet **AMIS-SMAPIII** et en collaboration avec le **CIRSA** (Centre Interdépartemental de Recherche pour les Sciences de l'Environnement), l'**APPL** (Agence pour la Protection et la Promotion du Littoral de la wilaya d'Alger) installe un balisage au niveau de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* de l'îlot de Bounetah à Réghaia (Lamouti, 2007), et son premier suivi a été réalisé en 2010 (Lamouti, 2010). Au cours de l'année 2007, un autre réseau a été mis en place au niveau de la baie de Bousmail (Bengrine & Guelmami, 2007), son suivi effectué par Khazimi a permis de mettre en évidence les modifications qui ont affecté la position de l'herbier (Khazimi, 2010). Un an plus tard, un balisage a été installé au niveau de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* de l'Anse de Kouali (Guerrah et Nour, 2008). En 2010, un réseau de surveillance relativement complet a été mis en place dans la zone de Taza (Jijel) (Ain Baziz et Sakher, 2010), Afin d'élargir le réseau de surveillance déjà existant en Algérie, un système de surveillance des herbiers de Bousmail a été mis en place par Harzallah et Zeriat (2015).

En 2016, et dans le cadre du projet **Med-Key-Habitas**, un balisage a été établi au niveau d'île Rachgoun dans la wilaya d'Ain Témouchent (Ramos *et al.*, 2016).

Tableau 4 : Travaux de surveillance des herbiers à *Posidonia oceanica* en Algérie.

Région	Méthode	Échelle	Références
Baie d'El Djamila	Plongée, carré permanent	1/200	Semroud & al. (1998)
Baie d'El Djamila (limite inférieure)	Plongée	-	Boumaza & Semroud (2000)
Baie d'El Djamila (limite inférieure)	-	-	Ferhat & Ghibou (2001)
Bounatah (Limite inférieure)	Plongée	1/500	Lamouti (2007)
Bousmail	-	-	Bengrine & Guelmami (2007)
Anse de Kouali	Plongée	1/200	Guerrah & Nour (2008)
Zone de Taza	-	-	Ain Baziz & Sakher (2010)
Bousmail (limite inférieure)	-	-	Khazimi (2010)
Sidi Fredj (plage thalassothérapie)	-	-	Boughanem & Akli Nait (2012)
Bousmail	-	-	Harzallah & Zeriat (2015)
Ile Rachgoun	Plongée, hydroplane, photographie	-	Ramos & al. (2016)

3.4 Balisage des herbiers à posidonie de la côte algérienne (tableau 5)

Pour diagnostiquer très rapidement toute modification des limites ou de l'état d'un herbier, la mise en place des balises s'est avéré une méthode très efficace (Boudouresque et Meinesz, 1982). En 1997, 12 balises en béton de 25 kg environ et munies de flotteurs numérotés ont été fixées à l'aide de 3 barres métalliques, le long de la limite inférieure de l'herbier d'El Djamila (Semroud *et al.*, 1998).

En général, la majorité des travaux de balisages postérieurs à ce premier balisage, ont été réalisés dans le secteur centre de la côte algérienne. En 2007, deux balisages ont été installés ; celui de l'îlot Bounetah qu'est matérialisés par 15 balises sur 75 m entre 12,3 et 13 m de profondeur (Lamouti, 2007), dans la baie de Bousmail 12 balises implantées entre 19 et 21 m de profondeur ont été posées sur l'herbier à Posidonie (Bengrine & Guelmami, 2007). En 2008, un balisage est mis en place sur une portion de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* de l'Anse de Kouali (Guerrah & Nour, 2008).

Pour le secteur Est, un balisage a été installé sur les herbiers d'île El Aouana (grand et petit îlot) en 2010 (Ain Baziz et Sakher, 2010). Quant au secteur Ouest, 11 balises en béton ont été posées

contournant la limite inférieure de l'herbier de Posidonie de l'île de Rachgoun (Sud Est), entre 17 et 18 m de profondeur (Ramos *et al.*, 2016).

Périodiquement, un relevé très précis, cartographique ou photographique, doit être effectué autour des balises ; toute modification de l'herbier même si son amplitude ne dépasse pas quelques dizaines de centimètres, est immédiatement décelée (Boudouresque et Meinesz, 1982). Un premier suivi de la limite inférieure de l'herbier d'El Djamila est réalisé en 2000 par Boumaza et Semroud (2000) ; Ferhat et Ghiboub (2001). Les relèvements de balise à balise indiquent que, les balises B6, B7 et B8 présentent une surélévation importante de 60 cm en moyenne, par rapport à la ligne de base du substrat, Ainsi qu'un déchaussement important des rhizomes particulièrement au centre des îlots, est également noté. (Boumaza et Semroud, 2000). Khazimi (2010), a effectué le premier suivi de balisage installé au niveau de l'herbier de Bousmail. D'après ces observations, la position de la limite est restée stable sur une partie de l'herbier. En revanche, elle a subi une régression au niveau des creux ; l'origine de cette régression semble être les conditions hydrodynamiques qui règnent dans le secteur. Pendant la même année, Lamouti a fait le suivi de balisage installé au niveau de l'îlot Bounetah (Lamouti, 2010).

Tableau 5 : Synthèse des travaux de balisage des herbiers à *Posidonia oceanica* en Algérie

Nom de l'herbier	Profondeur	Nombre de balises	Année du Balisage	Surveillance	Auteurs
Grand île d'El Aouana (île Andru)	-		2010	-	Ain Baziz & Sakher (2010)
El Djamila	8 m	12	1997	Boumaza & Semroud (2000), Ferhat & Ghiboub (2001)	Semroud <i>et al.</i> (1998)
Baie de Bousmail	19 à 21 m	12	2007	Khazimi (2010)	Bengrine & Guelmami (2007)
Ilot de Bounetah	12,3 à 13 m	15	2007	Lamouti (2010)	Lamouti (2007)
Sud Est de l'île de Rachgoun	17 à 18 m	11	2016	-	Ramos <i>et al.</i> (2016)
Anse de Kouali	-	-	2008	-	Guerrah & Nour (2008)

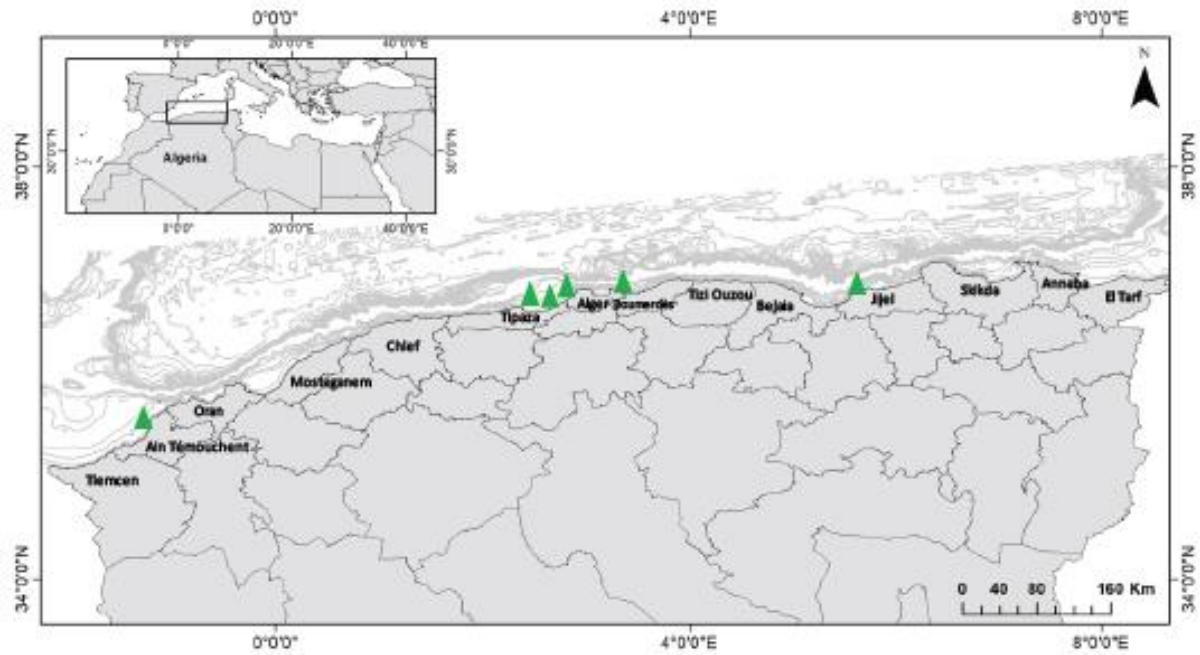


Figure 20 : Distribution des principaux herbiers balisés

3.5 La répartition des herbiers à Posidonie le long de la côte algérienne

Les données publiées et celles disponibles dans la littérature grise ont permis d'identifier 79 sites ou localités, où l'herbier à *Posidonia oceanica* a été signalé et/ou étudié (figure 21).

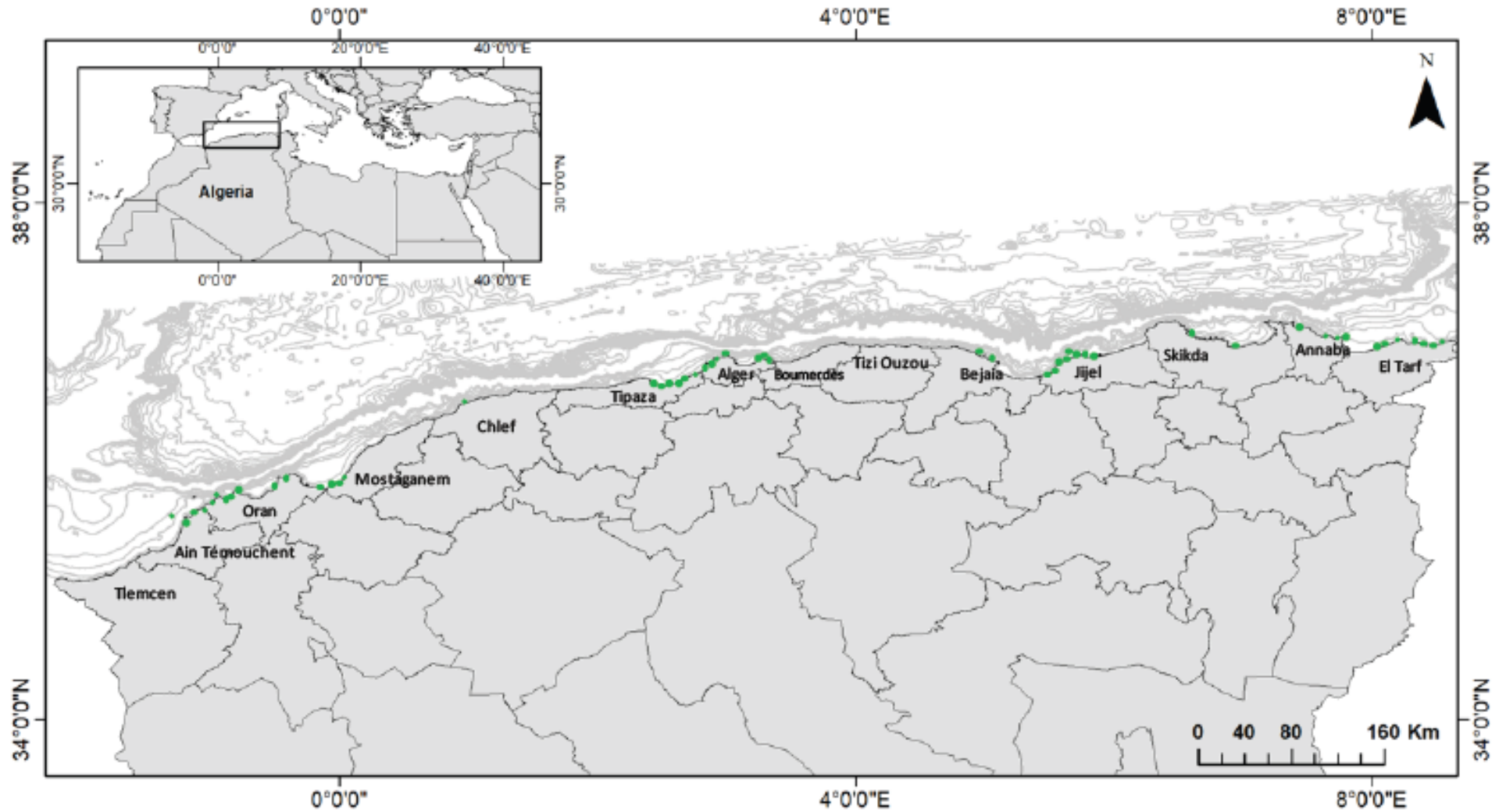


Figure 21 : Répartition des herbiers de *Posidonia oceanica* le long de la côte algérienne

L'analyse de ces données permet de mettre en évidence un gradient croissant Ouest-Est dans la localisation des herbiers à Posidonie le long de la côte algérienne (figure 22) ; soit 17 herbiers dans la région Ouest représentant 21 % des herbiers identifiés sur toute la côte. 29 herbiers dans la région centre sont identifiés (37 %) et 33 herbiers dans la région Est (42 %). Ce gradient montre probablement l'influence du courant Atlantique qui pourrait constituer un facteur limitant pour la distribution géographique des herbiers à Posidonie le long de la côte algérienne. En effet, plus on s'éloigne des eaux Atlantiques, plus les herbiers à Posidonie sont nombreux ; en raison de l'influence de ces eaux froides et moins salées que celle de la Méditerranée (Pérez-Lloréns et al. 2014). La courantologie n'est probablement pas l'unique facteur qui explique ce gradient, les conditions sédimentaires locales peuvent également constituer un autre facteur d'explication de cette distribution géographique des herbiers le long de la côte algérienne.

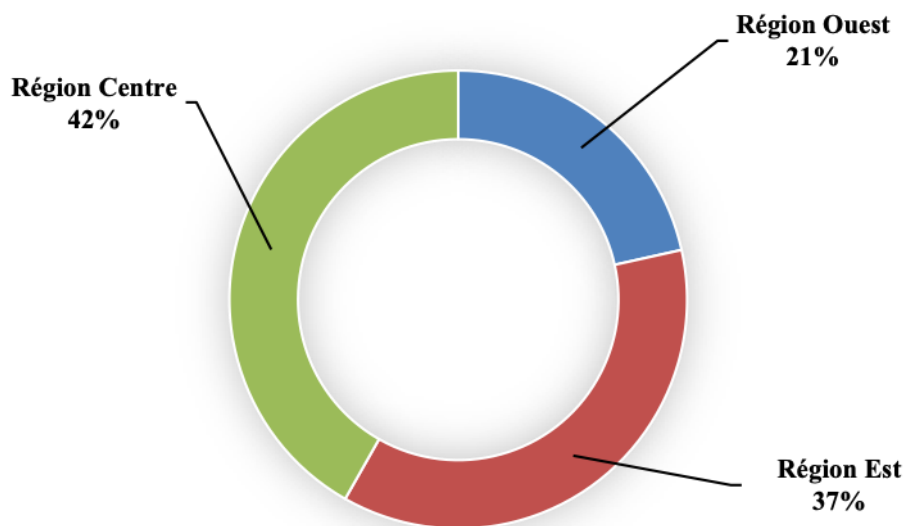


Figure 22 : Distribution du nombre d'herbiers à *Posidonia oceanica* par secteur géographique

3.5.1 Localisations et étendues des herbiers à *Posidonia* de la côte algérienne

Posidonia oceanica, est présente sur la quasi-totalité des côtes de la Méditerranée, (Boudouresque *et al.*, 2006). Au total, la *Posidonia* recouvre une surface entre 25 000 et 50 000 km², soit 23 % des fonds de la Méditerranée entre 0 et 50 m de profondeur (Pasqualini, 1997). En Algérie, *Posidonia oceanica* est la phanérogame la plus abondante et la plus fréquente sur le littoral (Chahrour, 2013). Ces herbiers ont été signalés et/ou étudiés dans la majorité des wilayas côtières mais la répartition détaillée reste largement inconnue. Certaines cartes et données ponctuelles ont permis de documenter la répartition des herbiers le long de la côte algérienne. Nos investigations ont permis de localiser 79 zones de présence de *Posidonia oceanica* dans onze Wilayas côtières. *Posidonia oceanica* est plus représentée dans le centre de la côte algérienne où la wilaya de Tipaza présente le nombre le plus important recensé à ce jour, soit 16 sites (figure 23).

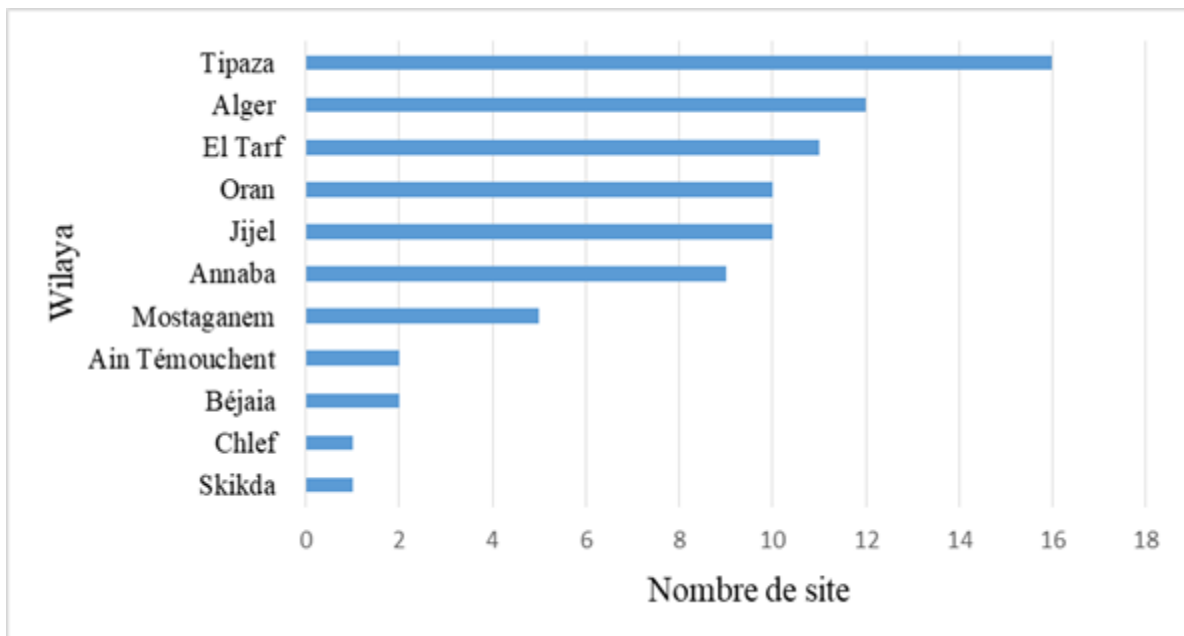


Figure 23 : Répartition du nombre d'herbiers à *Posidonia oceanica* par wilaya côtière.

a. Côte Ouest de l'Algérie

La présente étude constate 17 sites d'herbiers à Posidonie qui sont distribués sur les trois wilayas suivantes : Ain Témouchent, Mostaganem et Oran (tableau 6). Cette distribution permet d'affirmer que *Posidonia oceanica* est représentée dans l'Ouest algérien d'une manière discontinue sur les côtes.

Les surfaces occupées dans l'Ouest algérien restent modestes à cause de l'étroitesse du plateau continental (Hussien, 2014). Dans la wilaya d'Ain Témouchent, l'herbier d'Ouled El Hillel occupe une superficie d'environ 4.6 ha (Boukourt, 2015). Sur la côte oranaise, la surface des herbiers étant plus importante dans Cap Carbon, Arzew, Ain El Turck, Pain Sucre et la Madagh II par rapport à celle de Cap Falcon et l'île Plane où l'herbier est absent autour de l'île, mais dans le N/W il existe un herbier sous forme de petite tache qui ne dépasse pas 30 m² (Hussien, 2014 ; Abdat, 2012). A Mostaganem, l'herbier de la plage Stidia se présente sous forme d'une prairie plus ou au moins continue (Bouchher, 2015), par contre les herbiers de Salamandre et d'El Hadjadj se présente sous la forme de touffes plus ou moins circulaires et de petites dimensions, soit une dizaine de mètres carrés (Bouchher, 2015 ; Belarbi et Kassous, 2018). De plus, certains plongeurs nous ont confirmés la présence de la Posidonie au niveau de la wilaya de Chlef.

Tableau 6 : Localisation des herbiers *Posidonia oceanica* le long de la côte Ouest.

Wilaya	Site (étendue)	Référence
Ain Tém	Ile de Rachgoun	Abdat (2012), Tektek & al. (2017), Ramos & al. (2016)
	Ouled El Hillel (4.6)	Boukourt (2015)
Mostaganem	Petit Port	Bouchher (2015)
	Plage Salamandre	Bouchher (2015), Adjal & Difallah (2017), Bennama & Nekkaa (2017), Belbachire & al. (2017), Belbachir (2018)
	Plage Stidia	Belbachir (2012), Bouchher (2015), Haouas & Ould Moussa, (2016), Benaïd & Senhadji (2016), Adjal & Difallah (2017), Bennama & Nekkaa (2017), Belbachir (2018), Belkhamassa & al. (2015)
	Sidi Lakhder	Boudjella (2015), Belkhamassa & al. (2015)
	Site de Hadjadj	Belbachir (2012), Belarbi & Kassous (2018)
Oran	Ain Franin	Charhrou (2013), Chahrour & al. (2014), Boudjella (2015)
	Ain Turck	Hussien (2014)
	Arzew	Vaissiere & Fredj (1963), Hussien (2014)
	Cap Carbon	Hallouch & Khodja (2010), Charhrou (2013), Chahrour & al. (2014), Hussien (2014), Boudjella (2015)
	Cap Falcon	Hussien (2014)
	Ile Plane	Abdat (2012), Hussien (2014)
	Madagh II	Hussien (2014)
	Pain Sucre	Hussien (2014)
Port d'Oran	Hussien (2014)	

b. Centre de la côte algérienne

Malgré le nombre inférieur des sites d'herbiers de Posidonie dans la zone centre comparée avec la zone Est de l'Algérie, la plupart des travaux scientifiques sur la Posidonie ont été concentré sur la zone centre, essentiellement dans la baie d'Alger et la baie de Bousmail.

La documentation disponible sur ce secteur a permis d'identifier 29 herbiers distribués sur la wilaya d'Alger, Boumerdès et Tipaza (tableau 7). A Tipaza, les herbiers de l'Anse de Kouali sont parmi les plus prospères de la baie de Bousmail (Le Gall, 1969) ; ils sont bien développés et occupent des vastes étendues (Zerrouk, 2016). Selon Boumaza (1995), ces herbiers occupent environ 65 % de la surface de l'Anse de Kouali. L'herbier de Hdjret El Nouss couvre une surface de 6 ha (Boukourt, 2015).

A Alger, *Posidonia oceanica* prend l'aspect de touffes dans la zone d'El Marsa et La Madrague, par contre à Sidi Fredj elle se présente sous forme d'un herbier qui couvre une surface d'environ 2.5 ha (Misraoui et Sengouga, 2011). Au niveau de Tamentfoust la matte morte occupe la plus grande partie de la surface, quant à l'herbier de *Posidonia oceanica* il ne subsiste que quelques touffes éparses (Lamouti, 2010). Sur les côtes de l'îlot Bounetah (Est d'Alger), les touffes de Posidonie peuvent atteindre 18 m de profondeur (Lamouti et Gasmi, 2007).

Tableau 7 : Localisation des herbiers *Posidonia oceanica* le long de la côte centre

Wilaya	Site (étendue)	Référence
Tipaza	Berrard	Misraoui-Sengouga (2011), Boumaour & Kahlal (2013), Sengouga (2017)
	Bousmail	Vaissiere & Fredj (1963), Amarouche (2005), Bengrine & Guelmami (2007), Khazimi (2010), Tarmoul (2010), Boumaour & Kahlal (2013), Daoudi & Hasna (2015), Sengouga (2017), Zeggaoui (2019)
	Bousmail (Bousmail-Fouka)	Molinier & Picard (1952)
	Bousmail (zone à 3km de la côte)	Braik (1989)
	Cap El Hamouche	Misraoui-Sengouga (2011), Boumaour & Kahlal (2013), Sengouga (2017)
	El Djamila	Boumaza & Semroud (2000), Ferhi & Ghiboub (2001)
	Hadjret El Nouss (6 ha)	Boukourt (2015)
	Khemisti	Misraoui-Sengouga (2011), Boumaour & Kahlal (2013), Sengouga (2017)
	La Corne d'Or	Daoudi & Hasna (2015), Zerouk (2016), Tarmoul (2010)
	L'Anse de Kouali	Le Gall (1969), Boumaza (1995), Seguini & Naceurs (1996), Amarouche (2005), Lamouti (2010), Misraoui, Sengouga (2011), Abdat (2012), Bamahammed & Naimi (2012), Boumaour & Kahlal (2013), Boukourt (2015), Sengouga, (2017), Zeggaoui (2019)
	L'Anse centrale de Kouali	Guerrah & Nour (2008), Zerouk (2016)
	L'Anse de Kouali située à l'Ouest	Zerouk (2016)
	L'Anse de Kouali située à l'Est	Zerouk (2016)
	Est du port de Tipaza	Akli (2016)
Site Tonic	Zeggaoui (2019)	

	Tipaza	Boulaiche & <i>al.</i> (2019), Lazli & Hellal (2020)
Alger	Ain Benian	Misraoui-Sengouga (2011), Boumaour & Kahlal (2013), Sengouga (2017)
	Rais Hamidou	Guendouzi (2011)
	Bordj El Bahri (Alger plage)	Guendouzi (2011)
	La Madrague	Misraoui-Sengouga (2011), Boumaour & Kahlal (2013), Akli (2016), Sengouga (2017)
	El-Marsa	Semroud & <i>al.</i> (1992), Semroud (1993), Misraoui-Sengouga (2011), Boumaour & Kahlal (2013)
	Sidi Fredj (2.5 ha)	Misraoui-Sengouga (2011), Lamouti (2010), Boumaour & Kahlal (2013)
	Sidi Fredj (la plage de la Thalassothérapie)	Ghehioueche & Zelmat (1996), Lamouti (2006), Boughanem & Nait Tayeb (2012), Tarmoul (2010)
	Sidi Fredj (l'Anse située à l'Ouest)	Le Gall (1969), Boudaa (2013), Tarmoul (2010)
	Sidi Fredj (presque île Sidi Fredj)	Mezali (1998), Mezali (2011)
	Tamentfoust	Semroud (1993), Ghouli (1995), Lamouti (2010), Misraoui-Sengouga (2011), Boumaour & Kahlal (2013)
	Ile Agueli (Ilot de Bounettah)	Lamouti & Gasmi (2007), Misraoui-Sengouga (2011), Abdat (2012), Boumaour & Kahlal (2013), Sengouga (2017)

c. Côte Est de l'Algérie

33 sites d'herbier à Posidonie ont été recensés dans cinq wilayas : Annaba, Bejaïa, El Tarf, Jijel et Skikda (tableau 8). Comme pour la côte Ouest, les herbiers du secteur Est se présentent aussi sous une forme discontinue. Selon l'évaluation du patrimoine biologique du littoral, qui s'étendant entre le Ras Rosa à l'Ouest et le Ras Segleb à l'Est (El Tarf), réalisée par Semroud *et al.* (2004), la principale communauté benthique de la zone étudiée est sans nul doute l'herbier à *Posidonia oceanica*. Mais dans la partie Ouest du Cap Segleb la Posidonie n'est presque pas présente (Semroud *et al.*, 2004). Au niveau d'Annaba, l'herbier de la Caroube est plus important que celui de la plage Club de la mer et s'étend sur une surface d'environ 2 ha (Mammeria, 2006). Le site d'Aïn-Achir qu'est caractérisé par un mode légèrement agité à calme présente un herbier clairsemé repose sur un fond rocheux (Derbal et Kara, 2011). A Bejaïa (sites Bejaïa et Beni K'sila), les herbiers à Posidonie sont présentes avec un taux important (Hamedi, 2013). En ce qui concernent la wilaya de Jijel, les herbiers de Le Randonneur (Ras Talouaa) et Les Aftis sont peu denses et se présentent sous forme discontinue (Ain Baziz et Sakher, 2010) ; par contre les herbiers du Grand phare, Bordj Blida, El-Aouana (Grande île) sont des herbiers denses (Hamimeche *et al.*, 2015).

Tableau 8 : Localisation des herbiers à *Posidonia oceanica* le long de la côte Est.

Wilaya	Site (étendue)	Référence
Bejaïa	Bejaïa (ville)	Hamedi (2013)
	Beni K'sila	Hamedi (2013)
Jijel	Bordj Blida	Hamimeche & al. (2015)
	Chalates	Hamimeche & al. (2015)
	El Aouana (Grande île)	Hamimeche & al. (2015), Ain Baziz & Sakher (2010), Abdat (2012)
	El Aouana (Petit îlot)	Ain Baziz & Sakher (2010)
	Grand phare	Hamimeche & al. (2015)
	Le Randonneur (Ras Talouaa)	Ain Baziz & Sakher (2010)
	Les Aftis	Ain Baziz & Sakher (2010)
	Taza Est	Ain Baziz & Sakher (2010)
	Taza Ouest	Ain Baziz & Sakher (2010)
	Ziama Mansouriah	Ain Baziz & Sakher (2010)
	Skikda	Golfe de Skikda
Annaba	Aïn-Achir	Derbal & Kara (2011)
	Club de la mer (1 ha)	Mammeria (2006)
	Cap de Garde	Chéttibi & Hamlaoui (2016)
	Amphore	Bouhayene (2002)
	Belvédère	Bouhayene (2002)
	Golf d'Annaba	Boutabia-Trea & al. (2017), Tarchoun & al. (2019)
	Sud de la baie d'Annaba	Vaissiere & Fredj (1963)
	La Caroube (2 ha)	Mammeria (2006), Derbal & Kara (2011)
	Plage Toche	Zard et Ferhi (2013)
El Tarf (El Kala)	La tête du Gorille (Est Cap Rosa)	Semroud & al. (2004)
	Cap Rosa Est	Semroud & al. (2004)
	Cap Rosa Nord	Semroud & al. (2004)
	Cap Segleb (Cap Roux) Est	Semroud & al. (2004)
	Cap Segleb (Cap Roux) Ouest	Semroud & al. (2004)
	Embouchure Mellah Nord	Semroud & al. (2004)
	M'zara Ouest	Semroud & al. (2004)
	Plage petite tortue Ouest	Semroud & al. (2004)
	Plage Vergès, sortie du chenal	Semroud & al. (2004)
	Plus vers l'Ouest du Cap Segleb (Cap Roux) et avant la Messida	Semroud & al. (2004)
	Zone marine de PNEK	Abdat (2012)

3.6 Caractérisation générale des herbiers à *Posidonia oceanica* de la côte algérienne

3.6.1 La Nature du substrat

La nature du substrat (sable grossier, sable fin, sable vaseux, matte morte...) et la présence de ripple-marks, peuvent apporter des informations sur les conditions hydrodynamiques du site (Pergent, 2007). L'observation de la nature du fond permet ainsi d'apporter des éléments complémentaires sur l'environnement immédiat de l'herbier (Blouet, 2011).

L'analyse du substrat où se fixent les herbiers à Posidonie le long de la côte algérienne a été possible dans 57 sites uniquement. Pour les 22 sites restant, aucune indication n'a été fournie sur la nature du substrat (figure 24). Dans la région d'El Kala, l'herbier de Cap Rosa Nord se caractérise par une formation particulière (coralligène sous forme ripple-marks au sommet ; la Posidonie dans les creux du sable grossier) (Semroud *et al.*, 2004). Dans la station de la Pérouse (Est d'Alger), l'herbier à Posidonie se développe sur la matre (Misraoui et Sengouga, 2011).

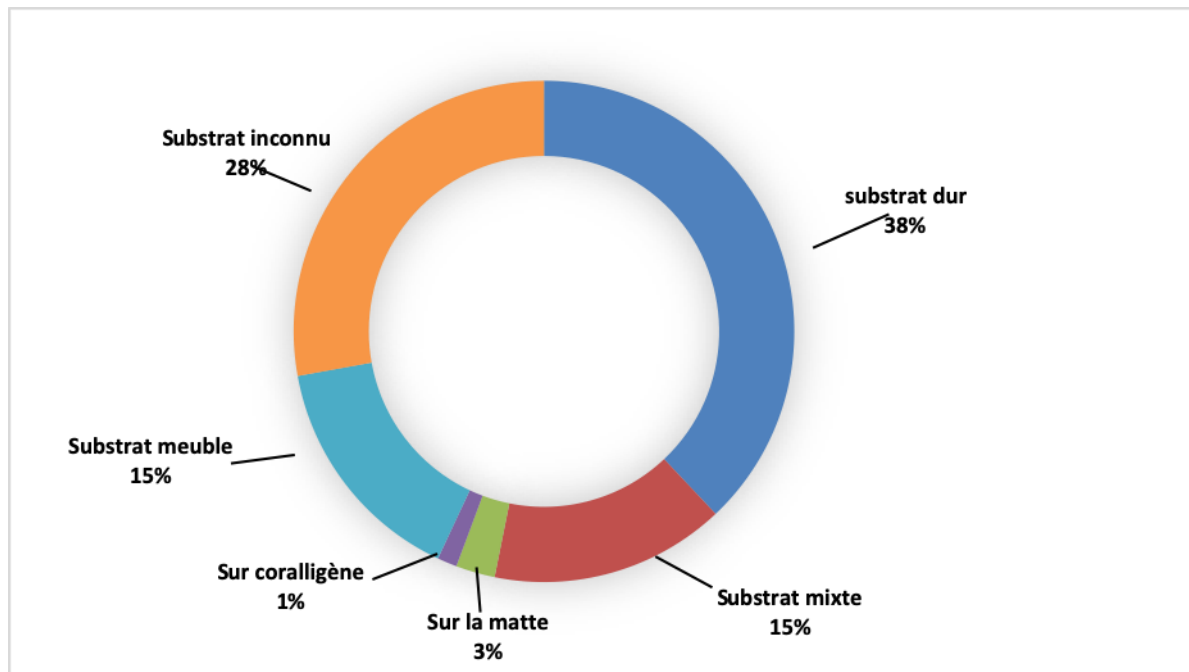


Figure 24 : Distribution du type de substrat d'herbiers à *Posidonia oceanica*

La nature du substrat varie de façon significative entre les trois secteurs géographiques. On retrouve 30 herbiers reposant sur un substrat rocheux. En effet, la formation des herbiers à Posidonie sur substrat rocheux prend notamment un aspect discontinu, son recouvrement et alors moindre (Philippe et Claude, 2014). Ce type d'herbier a été beaucoup plus signalé et/ou étudié dans la région Est (14 herbiers). A titre d'exemple, les herbiers de la zone côtière marine du Parc National d'El Kala qui se développent depuis la surface de l'eau jusqu'à 35 m de profondeur (Semroud *et al.*, 2004) et l'herbier de la plage du Club de la mer où les paramètres phénologiques mesurés dans ce site restent faibles par rapport à ceux observés dans d'autres sites de la Méditerranée (Giraud, 1977). Cette différence est liée principalement au degré de l'enfoncement de l'herbier sur le substrat dur (Perssani *et al.*, 1984 ; Mammèria, 2006).

12 herbiers ont été identifiés en tant qu'herbiers de substrat mixte. La majorité de ce type d'herbiers ont été signalés et/ou étudiés au niveau du secteur Centre (8 herbiers), comme

l'herbier de l'îlot de Bounetah, où les fonds sont très accidentés avec une pente relativement importante de valeur moyenne de 7 à 8° (Lamouti et Gasmi, 2007), et celui de la plage de Thalassothérapie (Sidi Fredj) (Ghehiouèche et Zemat, 1996).

Pour les herbiers qui se développent sur le substrat meuble 12 herbiers ont été inventoriés, et la plupart de ces herbiers ont été signalés et/ou étudiés au niveau de secteur Ouest (11 herbiers). A titre d'exemple : l'herbier de Cap Blanc qui présente quelques touffes de Posidonie à une profondeur qui ne dépasse pas les 1.7 m (Khodja, 2013), et l'herbier d'Arzew où les herbiers de Posidonie et les pelouses de Cymodocée constituent des récifs naturels régulant la répartition sédimentaires (Hussein, 2014) .

3.6.2 Analyse des limites des herbiers à *Posidonia oceanica* sur la côte algérienne

Les herbiers à Posidonie peuvent se développer de la surface jusqu'à une quarantaine de mètres de profondeur en fonction de la transparence de la colonne d'eau (Elkalay *et al.*, 2003). Selon la compilation des travaux, les herbiers sur la côte algérienne se développent généralement entre 0.5 et 30 m de profondeur.

A l'Ouest de la côte algérienne, sur le littoral oranais et selon Vaissière et Fredj, (1963) les herbiers d'Arzew font l'exception, où la limite inférieure se retrouve à 40 m de profondeur. Par ailleurs, les herbiers à Posidonie d'Ain Franin et de Cap Blanc se développent entre 4 et 10 m de profondeur ; au-delà de 7 m de profondeur l'herbier de Cap Blanc devient moins dense (Khodja, 2013 ; Boudjella, 2015). A Madagh II, l'herbier s'étend de 0.3 m jusqu'à une profondeur de 27 m (Hussein, 2014). A Mostaganem, l'herbier *Stidia* se développe jusqu'à 7 m où à partir de cette profondeur c'est le substrat nu qui s'installe (Bouchher, 2015). A Salamandre il existe quelques touffes de Posidonie qui se situent à environ 2 m de profondeur et qu'ont été difficilement localisables (Bouchher, 2015 ; Haouas et Ould Moussa, 2016 ; Benaid & Senhadji, 2016), au site El Hadjadj l'herbier se repose à 0.5 m de profondeur (Belbachir, 2012 ; Belarbi et Kassous, 2018).

Au centre de la côte, la limite supérieure des herbiers de Bousmail se situe à 450 m de la côte et à une profondeur de 5 m (Amarouche, 2005). Au niveau d'Alger, les herbiers des sites de la Madrague et d'Ain Benian se retrouvent à environ 16 m de profondeur. A Tamentfoust (La Perouse), *Posidonia oceanica* se situe à environ 3 m de profondeur (Misraoui et Sengouga, 2011 ; Boumaour et Kahlal, 2013).

A l'Est de la côte, les herbiers peuvent atteindre des profondeurs assez importantes qui dépassent 30 m de profondeur, au niveau d'El Kala (Tarf) les herbiers se développent depuis la

surface de l'eau jusqu'à 35 m de profondeur ; la limite inférieure de l'herbier de M'zara Ouest est située à 34 m de profondeur (Semroud *et al.*, 2004). Les herbiers du sud de la baie d'Annaba peuvent atteindre 25 m de profondeur (Vaissiere et Fredj, 1963), par contre les herbiers d'Ain Achir (Annaba) se retrouvent entre 5 et 10 m de profondeur (Derbal et Kara, 2011).

3.7 Les récifs barrières de l'herbier à *Posidonia oceanica* en Algérie

Le récif barrière de l'herbier à *Posidonia oceanica* est considéré comme un paysage marin caractéristique de la mer Méditerranée. Il a été décrit pour la première fois par Molinier et Picard en 1952 (Semroud *et al.*, 2004). Un récif barrière est bordé, coté côte, par un lagon, en général occupé par *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* ; coté large, il se prolonge normalement par un herbier en pente douce. Au printemps et en été, lorsque la longueur des feuilles est maximale, celles-ci s'étalent à la surface, matérialisant l'extension du récif barrière (Vuignier, 1990). En Algérie, des récifs barrières ont été signalés à El Kala (Plage Vergès, sortie du chenal) (Pergent *et al.*, 1990), à l'Anse de Kouali (Molinier et Pricard, 1953 ; Le Gall, 1969), à Sidi Fredj (Molinier et Pricard, 1953). A Madagh (Oran), il existe un herbier dense qui se présente sous forme d'un récif barrière avec une limite supérieure de 0.1 et 0.3 m de profondeur (Hussein, 2014).

3.8 État de Santé des herbiers à *Posidonia oceanica* en Algérie

L'herbier à Posidonie se trouve profondément dégradé à proximité de la ville et des infrastructures industrielles. Les aménagements littoraux entraînent la diminution de la bande littorale ce qui cause la disparition des habitats d'herbier (Semroud, 1993). A travers la côte **oranaise** les herbiers à Posidonie ont nettement régressés pendant les 50 dernières années. Le développement des infrastructures touristiques notamment dans la région **d'Ain El Turck, Cap Falcon et Madagh II** ont entraîné la dégradation de l'herbier de ces sites. Par ailleurs, la pollution thermique observé au niveau de la centrale thermique **d'Arzew** est la cause principale de la disparition de l'herbier au niveau de cette zone (Ouled Ahmed, 1994 ; Hussien, 2014). A **Mostaganem**, l'herbier de **Salamandre** n'est pas en très bon état de santé contrairement à celui de **Stidia** (Adjal et Difallah, 2017). Sur les côtes de **Ain Témouchent** l'herbier de **l'île Rachgoun** se retrouve relativement stable avec un taux de recouvrement élevé (Ramos *et al.*, 2016).

La pollution urbaine et domestique constitue l'une des principales causes de la dégradation des herbiers de Posidonie (Ramade, 1993). En effet, la concentration des populations dans les régions côtières a pour corollaire une urbanisation anarchique au niveau de ces zones (Ramade,

1993). Cette urbanisation signalée surtout au niveau de la capitale **Alger** et ces environs (**Bousmail** et **Tipaza**) entraînera une pollution désastreuse des eaux littorales. De plus, la pression industrielle provoque également une pollution énorme dans le milieu marin.

Ce taux élevé de la pollution au niveau de secteur centre peut expliquer la régression de ces herbiers, ainsi la réduction de ces surfaces occupées dans le secteur centre en comparant avec les autres herbiers de l'Est. Au niveau de la baie d'Alger, à proximité du port de pêche et de plaisance **de Tamentfoust (La Pérouse)**, l'herbier se retrouve très dégradé, et seules quelques touffes de *Posidonia oceanica* subsistent entre 2 et 3 m de profondeur (Misraoui et Sengouga, 2011 ; Boumaour et Kahlal, 2013). Pour les herbiers de **Cap El Hamouche, Khemisti et Sidi Fredj**, le déchaussement est relativement important (Boumaour et Kahlal, 2013). Au niveau de **la baie de Bousmail**, l'une des plus importantes baies de la côte algérienne, une dégradation considérable de l'état de l'herbier a été souligné (Braik, 1989). Bien que l'herbier de l'**Anse de Kouali** soit considéré parmi les herbiers les plus productifs de la Méditerranée (Boumaza et Semroud, 2000), ce dernier connaît aussi une régression portée à la fois sur la largeur et sur la longueur de sa formation récifale (Bamahammed & Naimi, 2012). Au niveau d'**El Djamila**, le suivi de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* montre son caractère vulnérable qui résulte d'une part de l'important hydrodynamisme qui règne dans ce secteur, et d'autre part de l'action anthropique, dont l'impact est matérialisé par la présence de la matre morte (Boumaza et Semroud, 2000).

Le golfe de **Jijle** constitue une zone naturelle tout à fait exceptionnelle de la côte algérienne, en raison d'une faible population et d'activités industrielles quasiment inexistantes sur son littoral (Bakalem, 2008). A cet effet, les herbiers de l'AMP de **Taza (Jijel)** se caractérisent par une bonne vitalité (herbier dense, type II). Ainsi que les valeurs élevés des différents paramètres (la surface foliaire, l'indice foliaire et la biomasse épiphytique), montrent une faible compétition à l'intérieur de ces herbiers (Ain Baziz et Sakher, 2010 ; Hamimeche *et al.*, 2015). Dans la région d'**Annaba**, *Posidonia oceanica* occupe de vastes étendues, dont certaines sont sérieusement menacées de dégradation (pollution domestique et industrielle) (Derbal et Kara, 2010). Au niveau de la **Caroube** et **Club de la mer**, l'herbier de Posidonie présente une grande sensibilité aux perturbations artificielles (Mammeria, 2006). Ainsi au niveau d'**El Kala (El Tarf)**, l'herbier est également en régression, notamment à proximité des grandes agglomérations côtières (Semroud *et al.*, 2004).

Partie II

Analyses des travaux sur les
espèces associés aux herbiers de
Posidonia oceanica

3.9 Structure de biodiversité associée aux herbiers à Posidonie de la côte algérienne

Une large compilation bibliographique a été réalisée sur les travaux menés sur les herbiers à *Posidonia oceanica* de la côte algérienne. 104 travaux ont été consultés à cet effet, dont 42 fournissent des données sur la faune et la flore associées à l'herbier de *Posidonia oceanica* (tableau 9).

Tableau 9 : Travaux sur la faune et la flore associées aux herbiers de Posidonie.

Wilaya	Sites	Auteurs	Faune	Flore
El Tarf	El Kala	Derbal & al. (1993), Semroud & al. (2004)	X	X
Annaba	La Caroube	Derbal & kara (2010)	X	X
	Ain Achir	Derbal & kara (2010)	X	-
	Plage Toche	Zard & Ferhi (2013)	X	-
Jijel	Grande île d'El Aouana	Ain Baziz & Sakher (2010)	X	X
	Ile d'Andru	Ain Baziz & Sakher (2010)	X	X
Boumerdès	Baie de Zemmouri	Boudjmel & Boughella (2012)	X	-
	Ilot de Bounetah	Lamouti & Gasmi (2007)	X	X
Alger	Baie d'Alger	Semroud (1996), Guendouzi (2011), Guendouzi & al. (2015)	X	-
	La Marsa	Bouaziz (1993)	X	-
	Tamentfoust	Bouaziz (1993)	X	-
	Côte algéroise	Mezali (2008), Neghli (2013/2014)	X	-
	Sidi Fredj	Mezali (1998), Mezali (2004), Mezali (2011), Boughanem & Nait Tayeb (2012), Boudaa (2013)	X	X
	El Djamila	APPL (2013)	X	X
	Rais hamidou	Mazouzi (2018)	X	-
	Miramar	APPL (2013)	X	X
Tipaza	Baie de Bousmail	Tarmoul (2010), Khazimi (2010), Boudjmel & Boughella (2012), Daoudi & Hasna (2015), Akli (2016), Zeggaoui (2019)	X	X
	Anse de Kouali	Rebouhi (1997), Guerrah & Nour (2008), Zeggaoui (2019)	X	X
	Tonic	Zeggaoui (2019)	X	X
Oran	Ain Franin	Boudjella (2015)	X	X
	Cap Carbon	Boudjella (2015)	X	X
	Sidi lakhdar	Boudjella (2015)	X	X
	Région Oranaise	Hussein (2014)	X	X
Mostaganem	Salamandre	Bouchher (2015), Ghalem & Yassaad (2016), Belbachire & al. (2017), Bennama & Nekka (2017), Adjal & Diffallah (2017), Belbachir (2018)	X	X
	Stidia	Belbachir (2012), Belkhamssa (2012), Bouchher (2015), Haouas & Ould Moussa (2016), Benaïd & Senhadji (2016), Adjal & Difallah (2017), Bennama & Nekkaa (2017), Belbachir (2018)	X	X
	Petit Port	Bouchher (2015)	X	X
	Hadjaj	Belbachir (2012)	X	-
Côte algériennes	-	Grimes et al. (2004)	X	X

L'essentiel des travaux sur la flore et la faune associées à *Posidonia oceanica* ont été menés dans la région Centre. Par contre pour les autres régions (Est et Ouest) les travaux sont rares (tableau 10). Puisque la plupart des spécialistes de la biodiversité marine qui ont réalisé ces travaux sont issu des établissements comme l'ENSSMAL, l'USTHB et le CNRDPA, ces derniers situés à Alger et ses environs.

Tableau 10 : Répartition du nombre des travaux sur la faune et la flore des herbiers de Posidonie.

Région	Nombre de travaux
Zone Est	6
Zone Centre	24
Zone Ouest	14

Pour l'identification des espèces et la réalisation de l'inventaire seulement 28 travaux ont été utilisés, faute de données précises pour les autres travaux (tableau 11). Certains travaux ne traitent qu'une seule espèce associée aux herbiers de Posidonie, telle que *Paracentrotus lividus* (Semroud, 1996 ; Guendouzi, 2011) et *Sarpa salpa* (Akli, 2016) quand d'autres travaux basent sur le régime alimentaire des espèces associées à cet herbier. Ce dernier cas concerne essentiellement les échinodermes et plus précisément la famille des Holothurides (Mezali, 1998 ; Mezali *et al.*, 2006 ; Ghalem et Yassaad, 2016 ; Belbachir *et al.*, 2017...). Le reste des travaux concerne les espèces associées à *Posidonia oceanica* des zones étudiés (Semroud *et al.*, 2004 ; Ain Baziz et Sakher, 2010 ; Khazimi, 2010 ; Boudaa, 2013 ; Bouchher, 2014 ; Zeggaoui 2019)

Tableau 11 : Nombre d'espèces associées à *Posidonia oceanica*

Auteurs	Nombre des espèces	Remarques
Bouziz (1993)	3	Échinodermes
Semroud (1996)	2	Échinodermes
Mezali (1998)	5	Holothuries
Grimes & <i>al.</i> (2004)	457	-
Semroud & <i>al.</i> (2004)	102	-
Mezali & <i>al.</i> (2006)	2	Holothuries
Guerrah & Nour (2008)	9	-
Ain Baziz & Sakher (2010)	65	-
Derbal & Kara (2010)	32	Chordés

Khazimi (2010)	11	-
Mezali (2011)	5	Holothuries
Guendouzi (2011)	1	<i>Paracentrotus lividus</i>
Boughanem & Nait Tayeb (2012)	7	-
Atialia & Behlouli (2013)	4	-
Boudaa (2013)	31	-
Zard & Ferhi (2013)	2	-
Bouchher (2014)	18	-
Hussein (2014)	33	-
Guendouzi & al. (2015)	1	<i>Paracentrotus lividus</i>
Daoudi & Hasna (2015)	12	-
Haouas & Ould Moussa (2016)	4	Holothuries
Benaied & Senhadji (2016)	4	Holothuries
Ghalem & Yassaad (2016)	4	Holothuries
Akli (2016)	1	<i>Sarpa Salpa</i>
Adjall & Diffallah (2017)	4	Holothuries
Belbachir & al. (2017)	3	Holothuries
Bennama & Nekka (2017)	4	Holothuries
Zeggaoui (2019)	46	-

L'inventaire établi pour la faune et la flore associées à l'herbier de *Posidonia oceanica* de la côte algérienne, permis d'identifier un total de 1094 espèces associées à cet herbier ; distribués entre 776 espèces faunistiques et 318 espèces floristiques. Ce total a été ajusté par l'élimination des espèces signalées plus qu'une fois ou sous plus d'une appellation. Ce tri a permis de ramener la liste des espèces faunistiques et floristiques associées aux herbiers à *Posidonia oceanica* de la côte algérienne à 634, dont 474 espèces animales (faune 75%) et 160 espèces végétales (flore 25 %) (figure 25).

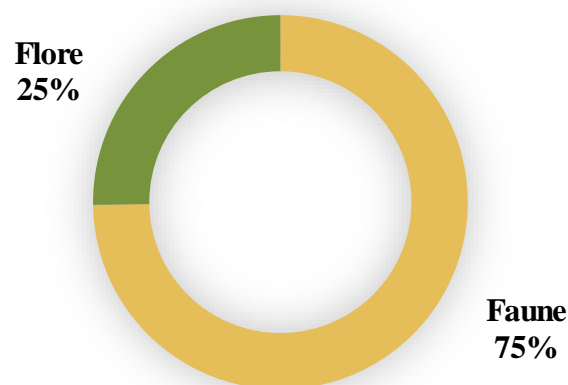


Figure 25 : Pourcentage du nombre d'espèces associées aux herbiers de Posidonie.

La répartition des espèces associées à *Posidonia oceanica* en Algérie est inéquitable. En effet quelques espèces associées à cet herbier ont été signalées tout au long de la côte algérienne notamment : *Holothuria tubulosa*, *Holothuria forskali*, *Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*, *Pinna nobilis*, *Sarpa salpa*, *Diplodus annularis*, *Flabellia petiolata*. Par contre d'autres espèces ne sont signalées que dans un seul secteur de la côte comme par exemple :

- *Zonaria tournefortii*, *Thalassoma pavo*, *Ophidiaster ophidianus*, *Epinephelus fasciatus*, *Diplodus puntazzo* et *Crambe crambe* ... qui ne sont signalée que à l'Est de la côte algérienne.

- *Acanthocardia spinosa*, *Acrosorium sp.*, *Apoglossum ruscifolium*, *Bornetia secundiflora* et *Caulerpa racemosa* (signalées seulement au Centre du littoral algérien).

- *Bittium reticulatum*, *Achaeus cranchii*, *Amphisbetia operculata*, *Columbella rustica*, *Diphasia attenuata*, *Halarachnion ligulatum* (exclusivement signalées à l'Ouest de la côte algérienne).

Selon Grimes *et al.* (2004) 449 espèces associées à cet herbier ont été identifiées au niveau de la côte algérienne, mais n'ont pas été localisées, de ce fait nous avons essayé de trouver leurs localisations dans les résultats d'autres travaux. 74 espèces ont été repérées, répartis soit dans la région Est soit au Centre ou bien encore dans la région Ouest. Pour le reste des espèces (382) aucune indication sur la localisation n'a été trouvée donc elles sont mentionnées dans le tableau comme espèces sans localisation identifiée (tableau 12).

Dans le présent travail, le nombre total des espèces ajustées est de 634, par contre dans le tableau ci-dessous le nombre total des espèces est de 696 ; cette différence est expliqué par la signalisation de la même espèce dans les trois régions.

Tableau 12 : Répartition du nombre d'espèces associées à l'herbier de Posidonie par zone géographique

Région	Faune	Flore
Zone Est	94	68
Zone Centre	54	46
Zone Ouest	46	6
Espèces sans localisation identifiée	320	62

La synthèse bibliographique des différents travaux a permis de distinguer une biodiversité marine importante associée aux herbiers de Posidonie. Ces espèces sont réparties entre flore et faune. Ce sont des espèces animales ou végétales vivant dans la colonne d'eau au-dessus de l'herbier ou fixées sur le fond ou se déplaçant de manière très limitée dans le périmètre de l'herbier à Posidonie. Ces espèces sont soit des espèces pélagiques qui occupent la colonne d'eau ou des espèces benthiques qui vivent à proximité du fond (Guerrah et Nour, 2008). Parmi ces espèces, il y a lieu de signaler celles qui vivent dans l'épaisseur de la matte (endofaune) et celles qui vivent à la base des faisceaux et d'autres qui vivent au niveau des feuilles (Hussein, 2014). Elles peuvent être des espèces résidentes dans les herbiers de Posidonie, des espèces temporaires ou aussi des espèces occasionnelles (Derbal et Kara, 2010).

3.9.1 Diversité floristique associée aux herbiers de Posidonie de la côte algérienne

La flore associée à l'herbier de *Posidonia oceanica* de la côte algérienne a une répartition non-équitable entre les différents embranchements. Les Rhodophytes (algues rouges) dominent avec 82 espèces, soit l'équivalent de 53 % de la totalité des espèces floristiques associées aux herbiers de Posidonie de la côte algérienne. Ce groupe est suivi par les Chromophytes (algues brunes), constitué de 50 espèces (31%) et les algues vertes (Chlorophytes) qui représentent 26 espèces floristiques (16%) (figure 26).

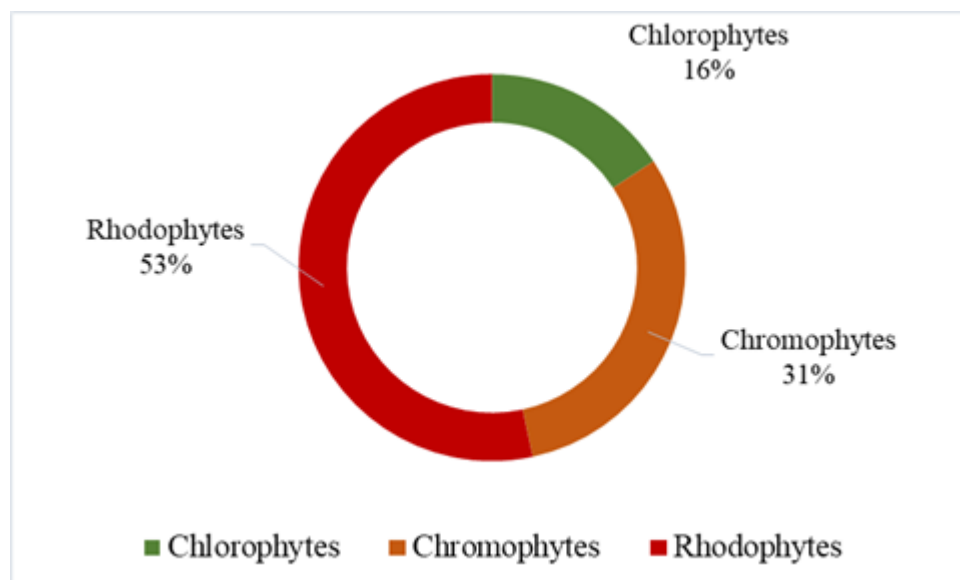


Figure 26 : Répartition du nombre des espèces de la flore associées aux herbiers de Posidonie par groupe taxonomique.

3.9.2 Diversité faunistique associée aux herbiers de Posidonie de la côte algérienne

Quatre groupes taxonomiques constituent l'essentiel des espèces faunistiques rencontrées dans ou aux alentours immédiats des herbiers à Posidonie de la côte algérienne : les crustacés, les chordés, les mollusques et les annélides. Ces quatre groupes fournissent 87% de l'ensemble des espèces animales associées à ces herbiers en Algérie.

La richesse faunistique associée aux herbiers de Posidonie est inégalement répartie. En effet, 27% sont des espèces de crustacés (126 espèces) et 22% appartiennent au groupe des chordés (107 espèces). Les annélides représentent 20% des espèces faunistiques vivant dans ou à proximité des herbiers de Posidonie de la côte algérienne (93 espèces) et les mollusques fournissent 18% de la totalité des espèces (84 espèces) alors que les échinodermes ne représentent que 6% de cette richesse (27 espèces). Les 7% qui restent sont fournis par les cnidaires (15 espèces), les spongiaires (12 espèces), les bryozoaires (8 espèces) et les sipunculidés (2 espèces) (figure 26).

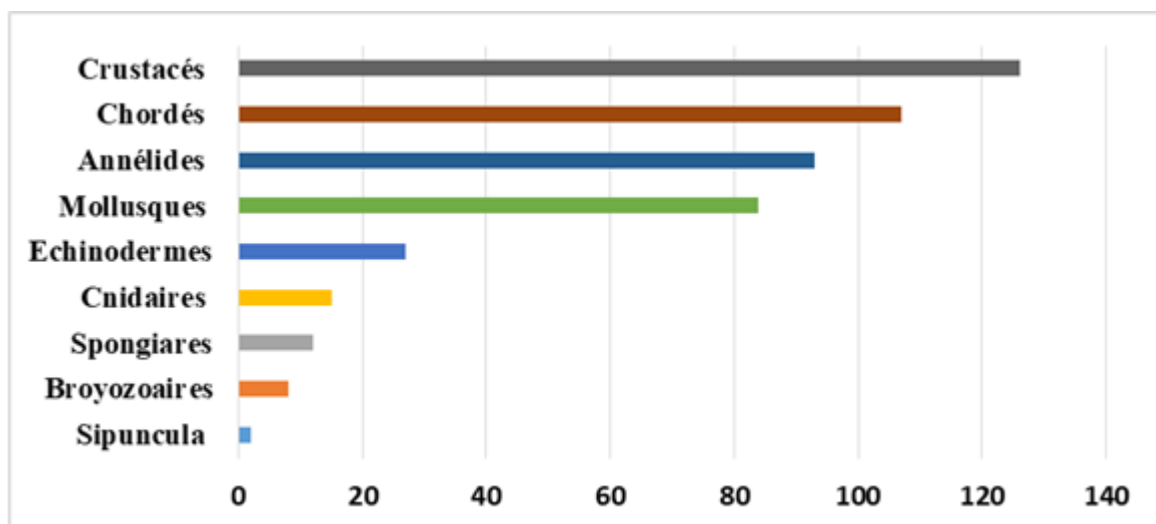


Figure 27 : Répartition de la faune associée aux herbiers de posidonie.

3.9.3 Liste des espèces en danger ou menacées

Parmi les espèces signalées en association avec l'herbier à *Posidonia oceanica* de la côte algérienne, il y a des espèces en danger ou menacées (tableau 13) et d'autres dont l'exploitation est réglementée (tableau 14). Ces espèces sont listées dans l'annexe II et l'annexe III du protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique de la convention de Barcelone.

Tableau 13 : Liste des espèces en danger ou menacées associées à l’herbier de Posidonie de la côte algérienne.

Embranchement	Espèces	Région	Références
Echinodermes	<i>Ophidiaster ophidianus</i>	Est	Semroud & al. (2004)
	<i>Centrostephanus longispinus</i>	Est/Centre	Ati Alia & Behlouli (2013)
Mollusques	<i>Pinna rudis</i>	Est	Ainbaziz & Sakher (2010)
	<i>Pinna nobilis</i>	Est/Centre Ouest	Atialia & Behlouli (2013), Boudaa (2013), Hussein (2014)
	<i>Lithophaga lithophaga</i>	-	Grimes & al. (2004)
Chordés	<i>Hippocampus hippocampus</i>	-	Grimes & al. (2004)
Rhodophytes	<i>Mesophyllum lichenoides</i>	Est	Semroud & Belbacha (2004)
Chromophytes	<i>Cystoseira foeniculacea</i>	-	Grimes & al. (2004)
	<i>Cystoseira zosteroides</i>	-	Grimes & al. (2004)
	<i>Cystoseira sedoides</i>	-	Grimes & al. (2004)
	<i>Cystoseira montagnei</i>	Est	Semroud & al. (2004)
	<i>Cystoseira amentacea</i>	Est	Semroud & al. (2004)

Tableau 14 : Liste des espèces associées à l’herbier de Posidonie de la côte algérienne dont l’exploitation est réglementée.

Embranchement	Espèces	Région	Références
Echinodermes	<i>Paracentrotus lividus</i>	Est/Centre /Ouest	Semroud & al. (2004), Boudaa (2013), Daoudi & Hasna (2015)
Chordés	<i>Epinephilus marginatus</i>	Est/Centre	Derbal & Kara (2010), Boudaa, 2013
	<i>Sciaena umbra</i>	Est	Semroud & al. (2004), Derbal & Kara (2010)
Crustacés	<i>Maja squindo</i>	Est	Ati Alia & Behlouli (2013)
Spongiaires	<i>Spongia agaricina</i>	-	Grimes & al. (2004)

Partie III

Comparaison

3.10 Analyse bibliographique

Pour mieux apprécier nos résultats et pour donner une image global sur la distribution des herbiers de Posidonie à travers le bassin méditerranéen, nous avons effectué une synthèse des travaux sur l'herbier à *Posidonia oceanica* dans 15 pays : Albanie, Croatie, Égypte, France, la Grèce, Italie, Libye, Malte, Monténégro, Maroc, Espagne, Slovénie, Chypre, Tunisie et la Turquie (tableau 15). Cette synthèse fait constater que la disponibilité des données est plus grande dans la partie Nord de la Méditerranée (Giakoumi *et al.*, 2013). Pour la partie Nord du bassin, la documentation a été considérée comme riche pour le littoral qui s'étend de l'Espagne à l'Albanie, à l'exception de certaines parties comme : la Grèce, Monaco et Malte. De plus certaines données quantitatives étaient disponibles pour la Slovénie et Chypre. Dans le Sud de bassin, la répartition de *Posidonia oceanica* est mal documentée au niveau de la Libye. Pour certains pays les données en ligne sont également très rares (Maroc, Égypte). (tableau 15).

Tableau 15 : Synthèse des travaux sur la Posidonie autour du bassin méditerranéen

Pays	Localité	Profondeur	Substrat	Référence
Albanie	Cap Rodoni	-	-	Beqiraj & al. (2008)
	Porto Romano	-	-	
	Ceka (Durrës)	-	-	
	Saint Vasil	-	-	
	Raguze	-	-	
	Lukova	-	-	
	Kakomea	-	-	
	Ile de Kasamili	-	-	
	Cap Stillo	-	-	
Baie de saranda	-	-		
Chypre	Tout le littoral de l'île	-	-	Telesca & al. (2015)
Croatie	Sascica (Dugi otok)	7-25 m	-	Bakran-Petricioli & Schultz (2010)
	Cuska Dumboka (Dugi otok)	2-25 m	-	
	Lojisce (Dugi otok)	1-32 m	-	
	Krapanj	1-4 m	-	
	Brodarica	2-4 m	-	
	Rukavac (Vis)	5-34 m	-	
	Ile Saplun	1-36 m	-	
Égypte	Hanovi-El Agami jusqu'à Marsa Matrouh	4-7 m	M	Mostafa (2000)
	Entrée de la baie d'El Mex	8-20 m	M/R	
	Intérieur de l'île d'Agami	4-14 m	M/R	
	Côte principale d'Alexandria	5 m	-	
	Sidi Bishr	3-12 m	-	Mostafa & Halim (1995)
	L'Ouest de la baie Abu Qir	4-8 m	SV/P	
	Al-Agami	4-13 m	-	
	l'Ouest d'El Alexanderia	4-13 m	-	
Espagne	Littoral Est	-	-	Sanchiz & al. (1999)
	Ile Grosa	-	-	Benardeau-Esteller (2010)

	Cap Tiñoso	-	-	
	Calblanque	-	-	
France	Porto	-	-	Salivas-Decaux & al. (2010)
	Canari	-	-	
	Parc National de Port-Cros	0 - 36	-	Harmelin (1973)
	Parc National de Port-Cros	-	-	Harmelin-Vivien (1983)
	Marseille	-	-	
	Baie de Calvi (Cors)	-	-	Abadie (2012)
	Baie de l'Alga	-	-	
	Site Natura 2000 d'Antibes	28.7 m (<)	-	Descamp & al. (2010)
	Site Natura 2000 d'Esterel	27.5 m (<)	-	
	Parc national de PortCros	31.2 m (<)	-	
	Site Natura 2000 deLa Ciotat	32.1 m(<)	-	
	Marseille	20.3 m (<)	-	
	Parc marin « côtebleue »	30.2 m (<)	-	
	Site Natura 2000 de Palavas-les-flots	10 m (<)	-	
	Natura 2000 du Cap d'Agde	7 m (<)	-	
	Reserve marine de Cerbère/Banyuls sur mer	19.6 m (<)	-	
	Macinaggio (Corsica)	-	-	Salivas-Decaux & al. (2010)
	Ile Rousse (Corsica)	-	-	
Grèce	Thassos Island (North Aegean)	-	-	Panayotidis & Drakopoulou (2010)
	Kalogria	-	-	Salivas-Decaux & al. (2010)
Italie	Stagnone of Marsala	-	-	Calvo & al. (2009)
	Santa Marinella	-	-	Migliore & al. (2010)
	Sicile	-	-	Pergent & al. (2010)
	lagune de Stagnone	-	-	
	Olbia (Sardegne)	-	-	Salivas-Decaux & al. (2010)
	Favigna Island	-	-	Campanella & al. (2001)
	Livorno	-	-	Lafabrie & al. (2007)
	Ischia	-	-	Warnau & al. (1995)
	Porto-Torres	-	-	Lafabrie & al. (2009)
Favignana	-	-	Alagna & al. (2010)	
Libye	Lagune de Farwa	-	-	Pergent & al. (2010)
	Est de Tripoli	-	R	
Malte	Paul's Bay	-	-	Salivas-Decaux & al. (2010)
Maroc	Iles de Chafarinas	-	-	Telesca & al. (2015)
Monaco	Plage du « Larvotto »	à 28 m	-	Falconetti & Meinesz (1989)
Monténégro	Ile de Katic	15 m	-	Ivana Radonjić & Maja Dakić (2013)
	Sv. Nedjelja	-	-	
	Buljarica	9 m	-	
	Canj	-	-	
	Maljevik	16-24 m	-	
Slovénie	-	-	-	Telesca & al. (2015)
Tunisie	Cap Zebib	à 30 m	-	Belgacem & al. (2010)
	Iles Kerkennah	-	-	Pergent & al. (2010)
	Monastir	-	-	
Turquie	Urla	-	-	Salivas-Decaux & al. (2010)
	Ile de Gökçeada	-	-	Aktan, Gümüsoğlu (2010)

3.11 Comparaison des herbiers du bassin méditerranéen

3.11.1 En termes d'étendue

En 2010, la surface couverte par les herbiers à *Posidonia oceanica* en Algérie avait été estimée à environ 4072 ha (Telesca *et al.*, 2015) où les vastes prairies se retrouvent à l'Est de la côte algérienne. Cette valeur est considérée comme étant moyenne par rapport aux autres herbiers du bassin méditerranéen. Les plus grandes étendues de ces herbiers se retrouvent en Tunisie où les herbiers de Posidonie ont été documentés dans les golfes de Gabès, Tunis, l'archipel de Galite, l'île de Zembra et dans d'autres zones côtières couvrant une surface de 518 685 ha (Telesca *et al.*, 2015). En Italie, ces prairies couvrent 337 611 ha et se caractérisent par des larges étendues au niveau de Marsala (Sicile) (Vuiginier, 1990 ; Telesca *et al.*, 2015). En Espagne où les prairies de *Posidonia oceanica* occupent une surface de 172 669 ha (Telesca *et al.*, 2015) et elles sont largement vastes au niveau de Baléares et dans la région d'Alicante (Vuiginier, 1990). En France, où la Posidonie a une superficie totale de 94 030 ha (Telesca *et al.*, 2015) et construit des vastes prairies dans les rades de Giens et de Hyères et sur la côte orientale de Corse (Vuiginier, 1990).

En outre, les herbiers de la Grèce (44 939 ha), la Croatie (31 437 ha), Chypre (9040 ha), Malte (5860 ha) et L'Albanie (4803 ha) couvrent des surfaces assez importantes ou moyennes (Telesca *et al.*, 2015). Ainsi, la couverture des herbiers de *Posidonia oceanica* est dite faible ou modeste en Libye (1235 ha), en Turquie (287 ha) et en Slovénie (9 ha) (Telesca *et al.*, 2015). (tableau 16).

Tableau 16 : Localisation et étendue des herbiers de *Posidonia oceanica* en Méditerranée (Telesca *et al.*, 2015)

Pays	Etendue (ha)	Année
Tunisie	518 685	1972–2010
Italie	337 611	1990–2005
Espagne	172 669	1993–2011
Grèce	44 939	2011
Croatie	31 437	2010
France	9 403	1980–2011
Malte	5 860	2002
Albanie	4 803	2007–2008
Algérie	4 072	2010
Lybie	1 235	2011
Chypre	904	2008
Turquie	287	2009
Slovénie	9	2004

3.11.2 En termes de biodiversité

Dans le travail présent, nous avons inventorié un total de 634 espèces associées aux herbiers de Posidonie le long de la côte algérienne ; dont 474 espèces faunistiques et 160 espèces floristiques. En ce qui concerne les espèces animales, les crustacés sont les plus abondantes d'autre part les Rhodophytes dominent le règne végétale. Cela reflète la grande biodiversité marine hébergée en Algérie principalement dans le secteur Est de la côte. Cependant, 102 espèces ont été signalées au niveau des herbiers d'El Kala (El Tarf).

Sur le littoral albanien, un total de 188 taxons de macrofaune benthique a été identifié, notamment les spongiaires, les cnidaires, les bryozoaires, les mollusques, les annélides, les crustacés, les échinodermes et les ascidies. 58 taxons sont signalés pour la première fois en Albanie, dont 51 sont des mollusques provenant d'un seul site, la baie de Sandra (Beqiraj *et al.*, 2008).

En France, l'herbier de Parc National de Port-Cros est extrêmement florissant et la richesse de l'épifaune est remarquable (Harmelin, 1973). Au cours du printemps de 1967, 90 espèces ont été dénombrées, tant sur les feuilles que sur les souches (Harmelin, 1973). Selon Harmelin-Vivien (1982), La région de Marseille présente une richesse spécifique légèrement plus forte soit 58 espèces que celle de Port-Cros (53 espèces).

A travers la côte tunisienne, l'herbier de Cap Zebib est caractérisé par un total de 109 espèces de macro-invertébrés vagile appartenant à 6 groupes : les Crustacés (42), les Mollusques (39), les Polychètes (19), les Echinodermes (6), les Sipunculidés (2) et les Némertiens (1) (Belgacem *et al.*, 2010).

En Turquie, les herbiers de L'île de Gökçeada héberge un total de 36 macro-algues et 47 micro-algues appartiennent à six groupes. Les Diatomées et les Rhodophytes étaient les groupes les plus importants en nombre d'espèces (Aktan et Gümüşoğlu, 2010).

C'est vrai que l'analyse de ces résultats montre que les herbiers à *Posidonia oceanica* de l'Algérie constituent l'un des plus significatifs écosystèmes de la mer Méditerranée (tableau 17), mais malheureusement on ne peut pas prendre ça en considération puisque dans la majorité des pays aucune indication sur le nombre d'espèces associées n'a été fournie.

Tableau 17 : Biodiversité associée à *Posidonia oceanica* dans 5 pays méditerranéen.

Pays	Localité	Faune	Flore	Référence
Albanie	Toute la côte	188	-	Beqiraj & al. (2008)
Algérie	Toute la côte	474	160	Présent travail
France	Parc National de Port-Cros	90	-	Harmelin (1973)
	Parc National de Port-Cros	53	-	Harmelin-Vivien (1982)
	Marseille	58	-	Harmelin-Vivien (1982)
Tunisie	Cap Zebib	109	-	Belgacem & al. (2010)
Turquie	Ile de Gökçeada	-	83	Aktan & Gümüşoğlu (2010)

3.12 La régression des herbiers à Posidonie

La régression des herbiers à Posidonie est générale et touche une grande partie du pourtour méditerranéen (Boudouresque, 1994). Depuis les années 1950, l'herbier à *Posidonia oceanica* a considérablement régressé, en particulier aux alentours des grands centres urbains et portuaires (Boudouresque *et al.*, 2006) :

Barcelone (Espagne), Marseille, Toulon, Nice-Villefranche-sur-Mer (France), Gênes, Naples, Trieste (Italie), Athènes (Grèce), Alexandrie (Égypte), Gabès (Tunisie), (Pérès et Picard, 1975 ; Boudouresque et Meinesz, 1982 ; Pérès, 1984 ; Boudouresque, 1996, 2003 ; Romero, 2004 ; Solis-Weiss *et al.*, 2004), Oran, Alger et Annaba (Algérie), (Boumaza, 2003).

Cette régression apparaît aux différentes extensions bathymétriques de l'herbier notamment la limite inférieure et supérieure, mais également au niveau des eaux intermédiaires (Boudouresque *et al.*, 2006).

L'herbier à Posidonie se trouve profondément dégradé à proximité de la ville et des infrastructures industrielles. Les aménagements littoraux entraînent la diminution de la bande littorale ce qui a causé la disparition des habitats de l'herbier (Semroud, 1993).

Pour l'ensemble de la Ligurie (Italie), l'herbier a perdu entre **10** et **30%** de sa surface par rapport au début du 20^{ème} siècle (Bianchi et Peirano, 1995 ; Peirano et Bianchi, 1995). A Gênes, il est devenu très clairsemé et a même disparu le long de plusieurs kilomètres de la côte (Balduzzi *et al.*, 1984 ; Bianchi et Peirano, 1995).

Dans le Latium (Italie), la régression est générale, avec dans certains cas remplacement par une autre Magnoliophyte, *Cymodocea nodosa* (Diviacco *et al.*, 2001). Dans la région d'Alicante (Espagne), Ramos *et al.* (1994) évaluent à **52%** la surface d'herbier détruite. A Marseille, près de **90%** de l'herbier cartographié à la fin du 19^{ème} siècle par Marion (1883) a aujourd'hui disparu (Boudouresque, 1996). Dans l'Hérault (France), l'herbier qui s'étendait entre Carnon et Agde, sur plusieurs dizaines de kilomètres, a en grande partie disparu (Foulquié et Dupuy de la Granrive, 2003).

Il convient toutefois de noter que cette régression n'est pas générale ; dans certaines régions, les limites de l'herbier à *Posidonia oceanica* sont restées stables ; c'est le cas autour d'Ischia (golfe de Naples, Italie), où Colantoni *et al.* (1982) notent une extension à peu près stable entre la fin des années 1920, les années 1950 et les années 1970.

Partie IV

Base de données sur les
herbiers à Posidonie de la
côte algérienne

3.13 La composante Posidonie de la base de données BANBIOM

Les résultats de la présente étude ont été structurés dans la base de données BANBIOM relative à la biodiversité marine de la côte algérienne. Durant la présente phase ces données ont été organisées sous un format Excel. Dans une phase ultérieure ces données seront complétées et mises à jours pour être rendues accessible aux scientifiques algériens et au grand public à partir de 2021. La composante Posidonie de BANBIOM présente actuellement les attributs suivants :

a. Pour la synthèse des travaux :

	Nombre
Lignes	105
Colonnes	14
Wilayas	11
Sites	79
Total des travaux	104
Travaux sur la cartographie des herbiers	17
Travaux sur les espèces associées aux herbiers	42
Travaux sur le balisage des herbiers	8
Mémoires fin d'étude et mémoires de master	32
Mémoires de magister	12
Thèses de doctorat	9
Publications	26
Posters	3
Le reste des travaux	22

La synthèse des différents travaux sur les herbiers de Posidonie en Algérie est représentée sur un tableau Excel qui comporte (figure 28) :

En ligne : Le nombre des travaux.

En colonne : Toutes les informations extraites des différents travaux notamment : la zone, le nom de l'herbier, la wilaya, l'auteur, l'année et les coordonnées géographique ainsi que les points traités dans chaque travail (cartographie, étendue, balisage, paramètres de vitalité, espèces associées, lépidochronologie et pollution).

Zone	Nom De l'Herbier	Wilayas	Auteurs et année	Coordonnées géographiques	Cartogr	Etendu	Balisage	Paramètres de vit	Lépidochroi	Faune	Pollution	Autres
Est	La caroube/ Ain achir	Annaba	Derbal & Kara 2010	/	/	/	/	/	/	X	X	/
Est	Golfe de Annaba (La caroube/Lecl)	Annaba	Mammeria 2006	entre 8°15 E - 36°58 N et 7°16 E et 31	/	/	/	X	/	/	X	Récifs
Ouest	Stidia/Salamandre/Petit port	Mostaganem	Bouchher 2015	35°49'N-0°01'W/35°55'N-0°03'E/	/	/	/	/	/	X	X	Traitement du sédiment
Ouest	Cap Carbon/ Ain Franin	Oran	Chahrouh 2008/2009	35°54'6,36"N - 0°20'20,22"W/35°4	??	X	/	X	X	/	/	/
Ouest	Stidia	Mostaganem	Haouas & Ould Moussa 2016	35° 49' N - 0° 01' W	/	/	/	/	/	X	X	/
Ouest	Région Oranaise	Oran	Hussein 2014	///	/	X	/	/	/	X	X	/
Ouest	Cap blanc	Oran	Khoja 2013	35°41'3"N - 1°2'35"E	/	/	/	X	X	X	X	/
Est	El kala (Cap Segleb/ Cap Rosa/ veill	Tarf	Semroud & al. 2004	/	/	/	/	X	/	X	/	Transects / Récif barrière
Centre	Baie de Bousmail (Anse de Kouali)	Alger	Zerouk 2016	entre 2°53'43"E - 36°48'15"N et 2°2	X	/	/	X	/	/	X	Trottoir à vermet
Centre	Sidi Fredj/ Ternfoust	Alger	Mezali & al. 2006	/	/	/	/	/	/	X	X	/
Centre	Baie d'Alger	Alger	Guendouzi 2011	entre 03°01'00" E à 03°14'30" E e	/	/	/	/	/	X	X	/
Centre	Baie d'Alger	Alger	Semroud 1996	/	/	/	/	X	X	X	X	Taxonomie
Centre	El djamilia	Alger	Boumaza & Semroud 2000	/	X	/	X	X	X	/	X	/
Centre	Baie de Bousmail (St1 Anse de Kou	Tipaza	Amarouche 2005	2°25'W - 2°55'E	/	/	/	X	X	/	X	Metaux lourd
Centre	Baie de Bousmail/Baie de Zemrou	Alger	Sengouga 2017	coordonnées de la baie de Bousmail/	/	/	/	X	/	/	X	Etat des eaux cotiers et l'utilisation de PO comme indice
Centre	Anse de Kouali	Tipaza	Boumaza & Semroud 1998	/	/	/	/	X	X	/	/	Quadrat
Centre	Baie de Bousmail	Tipaza	Tarmoui 2010	PLUSIEURS STATION	/	/	/	X	/	X	X	Pollution chimique
Centre	Bousmail	Tipaza	Khazimi 2010	??	X	/	X	X	X	X	X	/
Centre	Baie d'Alger	Alger	Guendouzi & al. 2015	/	/	/	/	/	/	X	X	Metaux lourd
Ouest	Ain Franin/ Cap carbon/ Sidi Lakhd	Oran	Boudjella 2015	35°54'5,43" N - 0°1'28,71" W / 35°5	/	/	/	X	X	X	X	Composés phénoliques/Paramètres physico-chimiques
Centre	Baie de Bousmail / Baie d'Alger /Ba	Tipaza/Alger	Boumaour & Kahlal 2013	PLUSIEURS STATION	/	/	/	X	/	/	X	Application des indices PREI et BiPo / Cellules de tanins
Ouest	Ain Franin/ Cap carbon	Oran	Chahrouh & al. 2014	/	/	/	/	/	X	/	/	/
Ouest	Ile Rechgoune	Ain Témouchent	Tektek & al. 2017	/	/	/	/	X	/	/	X	Health status of Posidonia oceanica
Ouest	Salamandre	Mostaganem	Belbachire & al. 2017	/	/	/	/	/	/	X	/	Régime alimentaire des holothuries
Est	Plage Toche	Annaba	Zard & Frehi 2013	/	/	/	/	/	/	X	/	Epyphites des feuilles / epyphites toxiques
Est	Golf d'annaba (Gap de Garde)	Annaba	Chéttibi & Hamlaoui 2016	/	/	/	/	/	/	/	/	Activité anti bactérienne de la posidonie
Centre	Baie de Bousmail	Tipaza	Akli 2016	2° 54 E - 36° 48 N à 2° 24 E - 36° 38 N	/	/	/	/	/	X	X	/
Ouest	Hadjaj	Mostaganem	Belarbi & Kassous 2018	36° 08' N / 1° 80' E	/	??	/	X	/	/	X	/
Ouest	Stidia / Salamandre	Mostaganem	Bennama & Nekkaa 2017	35° 49' N - 0° 01' O/ 35° 55' N - 0°03	/	/	/	/	/	X	X	/
Ouest	Stidia	Mostaganem	Belbachir & Mezali 2019	/	/	/	/	X	/	/	/	Fleur de posidonie
Est	/	Annaba	Tarchoun & al. 2019	/	/	/	/	/	/	/	/	Traitement chimique
Est/Centre/Ou	cote algérienne	Algérie	Richir & al. 2015	/	/	/	/	/	/	/	X	Contamination par les éléments trace
Centre	Baie d'Alger (La Marsa)	Alger	Semroud & al. 1992	/	/	/	/	X	/	/	/	/
Centre	Bousmail/ Anse de Kouali/ Tonic	Tipaza	Zeggaoui 2019	36° 39.250' N-02° 41.161' E/36° 35'	/	/	/	X	/	/	X	épyphites
Est	Golfe de Annaba	Annaba	Boutabia-Trea & al. 2017	36°58'N	/	/	/	X	/	/	X	/
Est	Jijel (coast)	Jijel	Krika & al. 2012	/	/	/	/	X	/	/	X	étude d'adsorption
Ouest	Stidia/Arzew, Cap Carbon et Capo	Mostaganem/Oran/	Bentaallah 2017	Stidia pas de coordonnées/35°53'24 X	/	/	/	X	/	/	X	Implementation of the BiPo index for the ecological quality asse
Centre	Tipaza plage	Tipaza	Lazi & Hellal 2020	/	/	/	/	/	/	/	X	Biosorption de phénol

Figure 28 : Illustration de la composante Posidonie de la base de données BANBIOM.

b. Pour l'inventaire des espèces :

	Nombre
Lignes	635
Colonnes	14
Wilayas	7
Sites	26
Espèces faunistiques associées à la Posidonie	474
Espèces floristiques associées à la Posidonie	160
Références bibliographiques	28
Thèses et mémoires	19
Publications	9

L'inventaire des espèces associées aux herbiers de Posidonie comporte (figure 29 & 30) :

En ligne : Le nombre des espèces faunistique et floristique.

En colonne : Toutes les informations extraites concernant chaque espèce (embranchement, famille, genre, espèce, nature du substrat, profondeur, année, région, localisation, coordonnée géographique, références et observation).

c. Pour la distribution des herbiers

	Nombre
Lignes	163
Colonnes	11
Wilayas	11
Sites	79
Site à l'Est de la côte	33
Site au Centre de la côte	29
Site à l'Ouest de la côte	17

Le tableau Excel des différents sites où la Posidonie est présente comporte (figure 31) :

En ligne : Le nombre des sites.

En colonne : Toutes les informations extraites concernant chaque herbier (région, wilaya, site, coordonnées géographiques, profondeur, substrat, type, densité, recouvrement, remarque et référence).

Groupe	Embranchement	Famille	Genre	Espèce	Herbier	Nature du substrat	profondeur	Année	Région	Localisation	
Faune	Annélides	Serpulidae	Spirorbis	<i>Spirorbis sp.</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	15m		2019	Centre	Tonic
Faune	Annélides	Serpulidae	Filograna	<i>Filograna implexa</i>	Posidonia oceanica	Rocheux - Meuble	0,8m- 2,2m		2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Ain-Achir)
Faune	Annélides	Sabellidae	Spirographis	<i>Spirographis spallanzani</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	max 22m	09juillet 2004.		Est	Cap Segleb (Cap roux) Est
Faune	Arthropodes	Tellinidae	Tellina	<i>Tellina sp</i>	Posidonia oceanica	Meuble-Rocheux-Matte	5m - 7m		2010	Est	Grand ile d'El Aouana (Jijel)
Faune	Bryozoaires	Aeteidae	Aetea	<i>Aetea lepadiformis</i>	Posidonia oceanica	Meuble	2m-3,4m		2014	Ouest	Salamandre (Mostaganem)
Faune	Bryozoaires	Electridae	Electra	<i>Electra posidoniae</i>	Posidonia oceanica	Meuble	Jusqu'à 30m	2009-2014.		Ouest	Région Oranaise (Oran)
Faune	Bryozoaires	Lichenoporidae	Lichenopora	<i>Lichenopora radiata</i>	Posidonia oceanica	Rocheux/Meuble	3m-5m/1m-3,2m		2014	Ouest	Stidia/PetitPort (Mostaganem)
Faune	Bryozoaires	Microporellidae	Microporella	<i>Microporella ciliata</i>	Posidonia oceanica	Meuble	2m-3,4m		2014	Ouest	Salamandre (Mostaganem)
Faune	Bryozoaires	Myriaporidae	Myriapora	<i>Myriapora truncata</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	8m (max 14 m)	11juillet 2004.		Est	Cap Rosa Est (El kala)
Faune	Bryozoaires	Schizoporellidae	Schizoporella	<i>Schizoporella sanguinea</i>	Posidonia oceanica	Rocheux/Meuble/Meuble	3m-5m/2m-3,4m/1m-3,2m		2014	Ouest	Stidia/Salamandre/PetitPort
Faune	Bryozoaires	Aeteidae	Aetea	<i>Aetea sp.</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	15m		2019	Centre	Anse de Kouali/Bousmail/Tonic
Faune	Bryozoaires	Chorizoporidae	Chorizopora	<i>Chorizopora brongniartii</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	15m		2019	Centre	Anse de Kouali/Bousmail/Tonic
Faune	Chordés	Apogonidae	Apogon	<i>Apogon imberbis</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	2m-12m	16juillet 2004.		Est	M'zara ouest (El kala)
Faune	Chordés	Balistidae	Balistes	<i>Balistes carolinensis baliste</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	max 31m	11juillet 2004.		Est	Cap Rosa Est (El kala)
Faune	Chordés	Sparidae	Boops	<i>Boops boops</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	5m	07/2004-06/2005		Est	Ain-Achir (Annaba)
Faune	Chordés	Pomacentridae	Chromis	<i>Chromis chromis</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	5m	07/2004-06/2005		Est	Ain- Achir (Annaba)
Faune	Chordés	Pomacentridae	Chromis	<i>Chromis Chromis</i>	Posidonia oceanica	Rocheux - Meuble	/		2015	Centre	Baie de Bousmail (Alger)
Faune	Chordés	Labridae	Coris	<i>Coris julis</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	max 5m	16juillet 2004.		Est	Plage Vergès, sortie du cher
Faune	Chordés	Sparidae	Dentex	<i>Dentex dentex</i>	Posidonia oceanica	Rocheux/Meuble	5m/3m	07/2004-06/2005		Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)
Faune	Chordés	Sparidae	Diplodus	<i>Diplodus annularis</i>	Posidonia oceanica	Rocheux/Meuble	5m/3m	07/2004-06/2005		Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)
Faune	Chordés	Sparidae	Diplodus	<i>Diplodus cervinus</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	2m-12m	16juillet 2004.		Est	M'zara ouest (El kala)
Faune	Chordés	Sparidae	Diplodus	<i>Diplodus puntazzo</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	2m-12m	16juillet 2004.		Est	M'zara ouest (El kala)
Faune	Chordés	Sparidae	Diplodus	<i>Diplodus sargus</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	8m (max 14 m)	11juillet 2004.		Est	Cap Rosa Est (El kala)
Faune	Chordés	Serranidae	Epinephelus	<i>Epinephelus alexandrinus</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	2m-12m	16juillet 2004.		Est	M'zara ouest (El kala)
Faune	Chordés	Serranidae	Epinephelus	<i>Epinephelus costae</i>	Posidonia oceanica	Rocheux/Meuble	5m/3m	07/2004-06/2005		Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)
Faune	Chordés	Serranidae	Epinephelus	<i>Epinephelus marginatus</i>	Posidonia oceanica	Meuble	3m	07/2004-06/2005		Est	La caroube (Annaba)
Faune	Chordés	Gobiidae	Gobius	<i>Gobius bucchichi</i>	Posidonia oceanica	Meuble	3m-4m		2012	Centre	Plage thalassothérapie "Sidi
Faune	Chordés	Gobiidae	Gobius	<i>Gobius sp</i>	Posidonia oceanica	Rocheux - Meuble	0,8m- 2,2m		2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Ain-Achir)
Faune	Chordés	Pyuridae	Halocynthia	<i>Halocynthia papillosa</i>	Posidonia oceanica	Meuble	Jusqu'à 30m	2009-2014.		Ouest	Région Oranaise (Oran)
Faune	Chordés	Labridae	Labrus	<i>Labrus merula</i>	Posidonia oceanica	Meuble	3m	07/2004-06/2005		Est	La caroube (Annaba)
Faune	Chordés	Labridae	Labrus	<i>Labrus viridis</i>	Posidonia oceanica	Rocheux/Meuble	5m/3m	07/2004-06/2005		Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)
Faune	Chordés	Sparidae	Lithognathus	<i>Lithognathus mormyrus</i>	Posidonia oceanica	Rocheux/Meuble	5m/3m	07/2004-06/2005		Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)
Faune	Chordés	Mugilidae	Mugil	<i>Mugil cephalus</i>	Posidonia oceanica	Rocheux - Meuble	0,8m- 2,2m		2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Ain-Achir)
Faune	Chordés	Mullidae	Mullus	<i>Mullus barbatus</i>	Posidonia oceanica	Rocheux - Meuble	0,8m- 2,2m		2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Ain-Achir)
Faune	Chordés	Mullidae	Mullus	<i>Mullus surmuletus</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	2m-12m	16juillet 2004.		Est	M'zara ouest (El kala)
Faune	Chordés	Muraenidae	Muraena	<i>Muraena helena</i>	Posidonia oceanica	Rocheux	5m	07/2004-06/2005		Est	Ain- Achir (Annaba)
Faune	Chordés	Muraenidae	Muraena	<i>Muraena melanurus</i>	Posidonia oceanica	Meuble/Rocheux-Matte	5m - 7m		2010	Est	Grand ile d'El Aouana (Jijel)

Figure 29 : Illustration de la sous composante « Espèces associées à l’herbier de Posidonie » de BANBIOM.

Année	Région	Localisation	Coordonnée Géographique	Références	OBS
2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Alger)	entre 36°45'17"N-2°50'48"E et 36°45'06"-2°50'41"	Boudaa 2013.	/
09juillet 2004.	Est	Cap Seglegh (Cap roux) Est (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
2010	Est	Grand ile d'El Aouana (Jijel)	36°46,85'N-05°36,52'E	Ainbaziz & Sakher 2010.	/
2014	Ouest	Salamandre (Mostaganem)	35°55'N-0°03'E	Bouchher 2014.	Des sp épiphytes des feuilles de PO
2009-2014.	Ouest	Région Oranais (Oran)	/	Hussein 2014.	Sp vivants au niveau des feuilles (Phyllosphère)
2014	Ouest	Stidia/PetitPort (Mostaganem)	35°49'N-0°01'W/ 36°12'N-0°22'E	Bouchher 2014.	Des sp épiphytes des feuilles de PO
2014	Ouest	Salamandre (Mostaganem)	35°55'N-0°03'E	Bouchher 2014.	Des sp épiphytes des feuilles de PO
11Juillet 2004.	Est	Cap Rosa Est (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
2014	Ouest	Stidia/Salamandre/PetitPort(Mosta)	35°49'N-0°01'W/35°55'N-0°03'E/ 36°12'N-0°22'E	Bouchher 2014.	Des sp épiphytes des feuilles de PO
2019	Centre	Anse de Kouali/Bousmail/Tonic	36° 35.677' N - 02° 29.707' E/36° 39.250' N - 02° 41.161' E/ 36° 39.3	Zeggaoui 2019.	Epyphites des feuilles
2019	Centre	Anse de Kouali/Bousmail/Tonic	36° 35.677' N - 02° 29.707' E/36° 39.250' N - 02° 41.161' E/ 36° 39.3	Zeggaoui 2019.	Epyphites des feuilles
16Juillet 2004.	Est	M'zara ouest (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
11Juillet 2004.	Est	Cap Rosa Est (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	1 individu
07/2004-06/2005	Est	Ain-Achir (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans le site A le jour
07/2004-06/2005	Est	Ain- Achir (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans A le jour
2015	Centre	Baie de Bousmail (Alger)	entre 36°48'N - 2°54'E et 36°38'N - 2°24'E	Daoudi & Hasna 2015.	/
16Juillet 2004.	Est	Plage Vergès, sortie du chenal (El kala)	36°55,080'N - 08°18,201'E	Semroud & al. 2004.	/
07/2004-06/2005	Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans les deux sites le jour
07/2004-06/2005	Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	Résidente (R) à Ain-Achir (A) le jour et Temporaire (T) la nuit (La
16Juillet 2004.	Est	M'zara ouest (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
16Juillet 2004.	Est	M'zara ouest (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
11Juillet 2004.	Est	Cap Rosa Est (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
16Juillet 2004.	Est	M'zara ouest (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
07/2004-06/2005	Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans B et A le jour O dans A la nuit
07/2004-06/2005	Est	La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans B le jour
2012	Centre	Plage thalassothérapie "Sidi Fredj" (Alger)	36°45,519'N - 2°50,339'E	Boughanem & Nait Tayeb 2012.	/
2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Alger)	entre 36°45'17"N-2°50'48"E et 36°45'06"-2°50'41"	Boudaa 2013.	/
2009-2014.	Ouest	Région Oranais (Oran)	/	Hussein 2014.	Sp vivants à la base des faisceaux foliaires (sous strate sciaphile)
07/2004-06/2005	Est	La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans B le jour
07/2004-06/2005	Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans A le jour et R dans B la nuit
07/2004-06/2005	Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans les deux sites le jour
2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Alger)	entre 36°45'17"N-2°50'48"E et 36°45'06"-2°50'41"	Boudaa 2013.	/
2013	Centre	Plage Ouest de Sidi Fredj (Alger)	entre 36°45'17"N-2°50'48"E et 36°45'06"-2°50'41"	Boudaa 2013.	/
16Juillet 2004.	Est	M'zara ouest (El kala)	/	Semroud & al. 2004.	/
07/2004-06/2005	Est	Ain- Achir (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans A la nuit
2010	Est	Grand ile d'El Aouana (Jijel)	36°46,85'N-05°36,52'E	Ainbaziz & Sakher 2010.	/
07/2004-06/2005	Est	Ain-Achir/ La caroube (Annaba)	/	Derball& Kara 2010.	O dans les deux sites A et B
16Juillet 2004	Est	Plage Vergès, sortie du chenal (El kala)	36°55 080'N - 08°18 201'E	Semroud & al 2004	/

Figure 30 : Illustration de la sous composante « Espèces associées à l'herbier de Posidonie » de BANBIOM (suite).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Région	Wilaya	Site	Coordonnées géo	Profondeur	Substra	Type	Densité(faisc.m ⁻²)	Recouvrement	Remarques	Référence
1	CENTRE	Alger	Aïn Benian	36°48.553'N 02°55.195' E	22 (<)	Dur				40 La présence de <i>caulerpa</i>	Misraoui-Sengouga (2011).
2	CENTRE	Alger	Aïn Benian					131 ± 19			Sengouga (2017).
3	CENTRE	Alger	Aïn Benian					173.1+-39.3			Boumaour & Kahlal (2013).
4	CENTRE	Alger	Aïn Benian	36° 48.553' N 02° 55.195'	16						
5	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali					211 ± 43			Sengouga (2017).
6	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali	36° 35.677' N 02° 29.707' E.	0.3 à 20 m	Dur					Zeggaoui (2019).
7	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali	36° 35.677' N 02° 29.707' E	0.3 - 20	Dur		170.2+-60.5			Boumaour & Kahlal (2013).
8	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali							Une régression qui a porté à la fois sur la largeur et sur la longueur de la formation récifale. Sa limite supérieure n'est plus continue, mais plutôt morcelé	Bamahammed & Naimi (2012).
9	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali		20 (<)						Lamouti (2010).
10	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali		10 - 20.				/	L'herbier de Posidonie occu	Seguini & Naceurs (1996).
11	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali			2	Herbier dense		640	Un travail réaliser par Boun	Boumaza (1995).
12	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali	36.59° N 2.495°E							Abdat (2012).
13	CENTRE	Tipaza	Anse de Kouali				Herbier claire	386 ± 36			Amarouche (2005).

Figure 31 : Illustration de la sous composante distribution des herbiers à Posidonie de BANBIOM.

Conclusion

Conclusion

La présente synthèse des différents travaux accessible concernant les herbiers de Posidonie en Algérie vise à établir un état de référence concernant cet habitat sensible et d'une grande importance écologique. Deux objectifs majeurs ont été fixés à ce travail : établir une carte de référence de la distribution des herbiers à Posidonie de la côte algérienne et inventorier les espèces associées à ces herbiers.

Il apparait au vu des résultats obtenus que :

- La distribution des herbiers à Posidonie le long de la côte algérienne est discontinue ; en raison de ses exigences écologiques en salinité et lumière, l'espèce est absente au niveau des embouchures des fleuves et des oueds confirmant les conclusions de Gobert *et al.* (2006).
- Plus on s'éloigne des eaux Atlantiques qui sont plus froides et moins salées que la Méditerranée, plus les herbiers à Posidonie sont nombreux. Ce constat conforte les conclusions de Pérez-Lloréns *et al.* (2014). Ceci pourrait expliquer l'abondance de *Posidonia oceanica* dans le secteur Est du littoral algérien, soit 42 % de la totalité des herbiers signalés au niveau nationale.
- La nature du fond apporte des éléments complémentaires sur l'environnement de l'herbier de Posidonie. En effet, la plupart des herbiers à *Posidonia oceanica* en Algérie se reposent sur un substrat rocheux qui domine dans la région Est de la côte algérienne.
- Les travaux de cartographie et de balisage sur ces herbiers le long de la côte algérienne sont limités et concentrés dans la région centre. Les différents balisages réalisés en Algérie ont pour but la surveillance des limites inférieures des herbiers à *Posidonia oceanica* qui sont souvent en voie de régression. La cartographie des herbiers du littoral algérien a permis de fournir seulement quelques données quantitatives sur la présence ou l'absence de cet habitat.

En outre, le présent Master a permis d'organiser les connaissances sur la communauté associée à *Posidonia oceanica*, notamment en ce qui concerne :

- La distribution de ces espèces le long de la côte algérienne qui est inéquitable, avec un nombre plus élevé dans le secteur Est de la côte.
- Le nombre total des espèces associées aux herbiers à Posidonie, avec 634 espèces recensées dont 474 espèces faunistiques où les crustacés, les chordés, les mollusques et les polychètes représentent 87 % de ce groupe et 160 espèces floristiques où les Rhodophytes représentent 52 % des espèces végétales associées à cet herbier.

La comparaison internationale nous a permis de constater que l'herbier de l'Algérie occupe une surface moyenne par rapport aux autres herbiers du bassin méditerranéen. Ce constat ne doit pas être interprété du point de vue l'importance de l'herbier des côtes algérienne mais plutôt une lecture par rapport au nombre de travaux d'exploration et de caractérisation le long de la côte algérienne qui demeurent modeste.

A terme, notre étude fournira des résultats qui vont contribuer à alimenter la base de données nationale **BANBIOM** (**B**ase de données **N**ationale de la **B**iodiversité **M**arine) qui sera hébergée à l'ENSSMAL et qui pourra constituer un site de référence pour cet herbier dont l'importance écologique et économique sont avérées. Ces résultats feront l'objet d'une valorisation par une publication scientifique.

Références bibliographiques

- AMAROUCHE, N., SEMROUD, R., OUNADI, F. 2001.** Estimation du taux de contamination de *Posidonia oceanica* par le mercure dans la baie de Bou Ismail (Algérie) : résultats préliminaires. *Rapport Commission internationale Mer Méditerranée*, 36 : 348-348.
- ALAGNA, A FERNANDEZ, T.V., DI CARLO, G., TERLIZZI, A., BADALAMENTI, F. 2010.** Influence of substrate type and algal cover on seedlings recruitment and growth performances of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)*.
- ABADIE, A. 2012.** Evolution des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la baie de Calvi (Corse, France) et influence de l'ancrage dans la baie de l'Alga. Mémoire de master en environnement marin. Marseille : Université Aix Marseille, 45p.
- ADJAL, R., DIFALLAH, F.Z. 2017.** Comportement alimentaire chez quelques espèces d'holothuries aspidochirotés de l'herbier de Posidonie de la région de Mostaganem. Mémoire de master en Hydrobiologie marine et continentale. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 85p.
- AINBAZIZ, M., SAKHER, S. 2010.** Caractérisation des fonds des coralligènes et de la flore associée aux écosystèmes de l'herbier à *Posidonia oceanica*, à l'Ouest de Jijel. Mémoire d'ingénieur : Environnement marin. Alger : ENSSMAL, 122p
- AKLI, S. 2016.** Contribution à l'étude de la contamination de la Saupe *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758) et de la Posidonie *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813 au niveau de la baie de Bou Ismail. Mémoire de master en Sciences Biologiques. Boumerdès : Université M'Hamed Bougara, 53p.
- AKTAN, Y., GÜMÜŞOĞLU A. 2010.** An other threat on *Posidonia oceanica* beds: mucilage effect in gökçeada island, north Aegean Sea, Turkey. *Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)*.
- AMAROUCHE, N. 2005.** Dosage des métaux lourds dans la phanérogame *Posidonia oceanica* dans deux sites : anse de Kouâli et Bou-Ismaïl. Mémoire de magister en Science de la nature. Alger : USTHB, 200p.
- AUGIER, H., ROBERT, P., MAFFRE R. 1980.** Étude du régime thermique annuel des eaux au niveau des peuplements de Phanérogames marines de la baie de Port-Cros. Rapport d'évaluation. Document non publié. France : Parc nation Port-Cros.
- BAKRAN-PETRICIOLI, T., SCHULTZ, S. 2010.** Biometry and leaf lepidochronology of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Croatian Adriatic. *Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)*
- BAMAHAMMED, L., NAIMI, M. 2012.** Cartographie du récif-barrière à *Posidonia oceanica* l'Ance de Kouali. Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Alger : Enssmal, 23p.
- BAY, D. 1978.** Etude in situ de la production primaire d'un herbier de Posidonie (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) de la baie de Calvi-Corse. *Progr. Rep. Stn. Oceanogr. Stareso, Univ. Liege, Bleg.;* 18:6 p non num. +1-251.
- BELARBI, F., KASSOUS, F. 2018.** Contribution à l'étude de quelques paramètres phréologiques de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) 1813 Delile de la localité de Hadjadj (Mostaganem). Mémoire de master en Hydrobiologie marine et continentale. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 57p.
- BELBACHIR, N. 2012.** Contribution à l'étude écologique de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) delile(1813) de la frange côtière de Mostaganem : état de santé et relation entre plante et échinoderme. Mémoire de magister en Biologie. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn badis, 178p.
- BELBACHIR, N. 2018.** Rôle de la macrofaune benthique dans le fonctionnement du réseau trophique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.) DELILE (1813) de la frange côtière de Mostaganem. Thèse de doctorat. Mostaganem : Université de Abdelhamid Ibn Badis, ***p.
- BELBACHIR, N., MEZALI, K 2019.** First record of *Posidonia oceanica* flowering and fruiting in the southwestern Mediterranean Sea (Mostaganem, Algeria). *Vie et milieu - Life and environment*, 69 (1): 19-24.
- BELBACHIR, N., SOUALILI, D.L., MEZALI, K. 2017.** Place de la Posidonie dans le régime alimentaire des holothuries aspidochirotés (Holothuroidea : Echinodermata) de la frange côtière de

- Mostaganem (Algérie). 7emes Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
- BELGACEM, W., LANGAR H., BEN ISMAIL D., BEN HASSINE O.K. 2010.** Spatio-temporal distribution of crustacean's fauna associated with *Posidonia* bed in cap zebib (northeastern Tunisia). Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010).
- BELKHAMSSA, F.Z., TAIBI, N. et CHAHROUR, F. 2015.** Biodiversité associée aux populations de l'herbier de *Posidonia oceanica* (Linné, 1813) Delile de la Côte Mostaganémoise (Plages de Sidi Lakhdar et de Stidia/ Algérie). Poster.
- 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. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. 69p.
- BEN ALAYA, H. 1972.** Répartition et conditions d'installation de *Posidonia oceanica* Delile et *Cymodocea nodosa* Ascherson dans le golfe de Tunis. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô. Vol. 2, n° 3, 416 p.
- BENAIED, S., SENHADJI, I. 2016.** Étude du régime alimentaire chez quelques espèces d'Holothuries aspidochirotés inféodées aux herbiers de Posidonie de la côte de Mostaganem (Stidia). Mémoire de master en Hydrobiologie Marine et Continentale. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 58p.
- BENGRINE, L., GUELMAMI, A. 2007.** Mise en place d'un système de surveillance de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) Delile de Bou-Ismaïl. Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Alger : Enssmal, 66p.
- BENNAMA, F., NEKKAA, F. 2017.** Ecologie trophique de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés de l'herbier de Posidonie de la région de Mostaganem. Mémoire de master en Hydrologie marine et continentale. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 97p.
- BENTAALLAH, M.E.A. 2017.** Contribution to the study of *Posidonia oceanica* through the West Algerian coasts: localization, characterization and use for coastal water status assessment. Thèse de doctorat en science de la terre et de l'environnement. Italy : Milano Bicocca university, 80p.
- BENZOHRA, M. 1993.** Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes .In : workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, INOC, Izmir : 33-46.
- BEQIRAAJ, S., KASHTA, L., KUCI, M., Kasemi, D., MATO, X., GACE, A. 2008.** Benthic macrofauna of *Posidonia oceanica* meadows in Albanian coast. Natura montenegrina, Podgorica, 7(2): 55-69
- BERNARDEAU-ESTELLER, J., GARCÍA-MUÑOZ, R., HUETE-STAUFFER, T., SANDOVAL-GIL, J.M., MARÍN-GUIRAO, L., ALONSO, J. G., RUIZ, J. M.2010.** Long-term dynamics of *Posidonia oceanica* meadows in the Murcia region (se Spain). Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)
- BLOUET, S., LENFANT P., DUPUY DE LA GRANDRIVE, R., LAFFON, J-F., CHERE, E., COURP, T., GRUSELLE, MC., FERRARI, B., PAYROT, J. (2011).** Mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de Posidonies des sites Natura 2000 marins du Languedoc-Roussillon. Rapport ADENA-CNRS/EPHE/UPVD/CEFREM-CG66-AAMP, Fr 48p.
- BOUAZIZ, A. 1993.** Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la région d'Alger (Algérie). Thèse de doctorat en Benthos. Alger : USTHB, 219p.
- 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. Thèse de magister en Connaissance, Valorisation et Gestion de la Biodiversité Marine Côtière. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 134p.
- BOUDAA, L. 2013.** Contribution à l'étude des paramètres vitaux de l'herbier à *Posidonia oceanica* dans la plage Ouest de Sidi Fredj. Mémoire d'ingénieur en Environnement marin. Alger : ENSSMAL, 64p.
- BOUDAA, L., AYAT, Y. 2013.** Contribution à l'étude de l'impact de la pollution chimique sur l'herbier à *Posidonia oceanica* dans la baie d'El Djamilia. Mémoire d'ingénieur d'état en Science de la mer. Alger : Enssmal, 91p.

- BOUDEFOUA, N. 2011.** Contribution à l'étude des variations des teneurs en composés phénoliques chez la Magnoliophyte marine *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse de magister en Science de la mer : Algérie : Alger : Enssmal, 63p.
- BOUDEFOUA, N., KADA, M. 2007.** Les variations saisonnières des paramètres biométriques et lépidochronologiques des herbiers à *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile dans la baie de Bousmail. Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Alger : Enssmal, 42p.
- BOUDJELLA J 2015.** Dosage des composés phénoliques chez *Posidonia oceanica* (linné, 1813) Delile, des herbiers de la côte ouest Algériennes (Ain Franin, Cap Carbon et Sidi Lakhdar). Mémoire de magister en Science de l'environnement. Oran : Université Ahmed Ben Bella, 174p.
- BOUDJEMAL, N., BOUGHELLA, M. 2012.** Contribution à l'étude de la pollution chimique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans la baie de Bou-Ismaïl et la Baie de Zemmouri (El Marsa). Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Alger : Enssmal, 88p.
- BOUDOURESQUE, C.F. 2004.** Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 20: 97-146.
- BOUDOURESQUE, C.F., BERNARD, G., BONHOMME, P. et al. 2006.** Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. N° 1-202. France : GIS de Posidonie. 200p.
- BOUDOURESQUE, C.F., MEINESZ, A., LEFEVRE, J. 1985.** Cartographie des peuplements benthiques marins de Corse : La formation récifale à *Posidonia oceanica* de Saint-Florent. N°2. Corse : Annales Institut océanographique. 98 p.
- Boudouresque C.F., Meinesz A., Ledoyer M. et Vitiello P. 1994.** Les herbiers à phanérogames marines in les biocénoses marines et littorales de méditerranée : synthèse, menace et perspectives. Bellan-Santini D., Lacaze JC, Poizat C., *édit., collection patrimoine Naturels- Vol. N° 19.Série patrimoine écologique, Paris* : 98.118.
- BOUDOURESQUE, C.-F., BERNARD, G., BONHOMME, P., CHARBONNEL, E., DIVIACCO, G., MEINESZ, A., PERGENT, G., PERGENT-MARTINI, C., RUITTON, S., TUNESI, L. 2012.** Protection and conservation of *Posidonia oceanica* meadows, RAMOGE and RAC/SPA.
- BOUDOURESQUE, C.F., GUILLAUME, B., PERGENT, G. 2009.** Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina* 52: 395–418.
- BOUDOURESQUE, C.F., MEINESZ, A. 1982.** Découverte de l'herbier de Posidonie. Rapport de suivi. Document non publié. France : GIS de Posidonie.
- BOUGHANEM, H., NAIT TAYEB, A. 2012.** Mise en place d'un carré permanent dans l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la plage de la thalassothérapie (Sidi Fredj). Mémoire DEUA en environnement marin. Alger : ENSSMAL, 31p
- BOUHAYENE, S. 2002.** Contribution à la connaissance des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la baie d'Annaba (Algérie). Thèse de magister en science de la mer 1- 151pp.
- BOUKMOUCHE, N., BENGHAANEM, R., AZZOUZ, N et al., 2018.** Supercapacitor performance of graphenenanosheets based on activated carbon from the marine seagrass *Posidonia oceanica*. *Euro-Mediterr J Environ Integr* 3, 36 (2018). <https://doi.org/10.1007/s41207-018-0072-y>.
- BOUKORT, R. 2015.** Contribution à la cartographie des habitats marins dans le cadre d'une étude d'impact. Mémoire de magister en Gestion et surveillance du milieu marin et littoral. Alger : Enssmal, 67 p.
- BOULAICHE, W., BELHAMDI, B., HAMDI, B., TRARI, M. 2019.** Kinetic and equilibrium studies of biosorption of M(II) (M = Cu, Pb, Ni, Zn and Cd) onto seaweed *Posidonia oceanica* fibers. *Applied Water Science* 9:173 <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1062-1>
- BOUMAOUR, A., KAHLAL, M. 2013.** Evaluation du statut écologique des eaux côtières algéroises : Application des indices PREI et BiPo. Mémoire de master en Science de la mer. Alger : Enssmal, 73p.
- BOUMAZA, S. 1995.** Phénologie, biomasse, lépidochronologie et production primaire de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de l'Anse de Kouali (Algérie). Thèse de magister en Écologie marine. Alger : Enssmal, 125 p.
- BOUMAZA, S. 2015.** Caractérisation d'un herbier à *Posidonia oceanica* soumis à des rejets d'effluents. Thèse de doctorat en Biologie marine et côtière. Alger : USTHB, 109p.

- BOUMAZA, S., BOUDEFOUA, N., BOUMAZA, R., SEMROUD, and R. 2014.** Effects of urban effluents on spatial structure, morphology and total phenols of *Posidonia oceanica*: Comparison with a reference site. Elsevier : Journal of experimental marine biology and ecology 457 (2014) 113-119.
- BOUMAZA, S., SEMROUD, R. 1998.** Premières données sur la production primaire d'un herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile en Algérie (Anse de kouali, Tipaza). Rapport Commission internationale Mer Méditerranée., 35, 199H
- BOUMAZA, S., SENGOUGA, A., MISRAOUI, A., BOUMAOUR, A., KAHLAL, M., LARID, M., BOUKORTT, R., SEMROUD, R. 2015.** Assessment of the ecological status of Algiers coastal waters using two indices based on the seagrass *Posidonia oceanica*: PREI and BiPo. The 4th Mediterranean Seagrass Workshop -Sardinia 2015. Oristano, Italy.
- BOUTABIA-TREA, S., HABACHI, W., BENSOUILAH, M 2017.** Assessment of Metallic Trace Elements Using the Seagrass *Posidonia oceanica* and the Surface Sediment from North Eastern of Algeria. Asian Journal of Biological Sciences : ISSN 1996-3351 DOI : 10.3923/ajbs.2017.17.26.
- BOUTIBA, Z.1992.** Les mammifères Marins d'Algérie. status, répartition, Biologie et écologie. Thèse de Doctorat, 575p.
- BRAHIMI, L., KAOUAH, F., BERRAMA, T., BOUMAZA, S., BENDJAMA, Z. (2014).** Biosorption of Basic Blue 41 from aqueous solutions by *Posidonia oceanica*: Application of two-parameter and three-parameter isotherm models.
- BRAIK, N. 1989.** Étude de la dynamique sédimentaire devant Bou-Ismaïl : sédimentologie morphologie problème d'érosion du littoral. Mémoire de magister en Géosciences marines. Alger : USTHB, 151 p
- CALVO S., DI MAIDA G., ORESTANO C., PIRROTTA M., TOMASELLO A. 2009.** The Stagnone di Marsala lagoon. In: Flora and Vegetation of the Italian Transitional Water System, E. Cecere, A. Petrocelli, G. Izzo, and A. Sfriso, eds., CORILA, Venice, 2009, 247-265.
- CAMPANELLA, L., CONTI M. E., CUBADDA F., SUCAPANE C. 2001.** Trace metals in seagrass, algae and molluscs from an uncontaminated area in the Mediterranean. *Environmental Pollution*, 111, 117-126.
- CAYE, G., 1980.** Analyse du polymorphisme caulinaire chez *Posidonia oceanica* (L.) Delile. (2) *Bull. Soc. Bot. Fr. Lett. Bot.*, 127 (3) : 257-262.
- CECCHERELLI, G., PIAZZI, L., CINELLI, F. 2000.** Response of the non-indigenous *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh to the native seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: effect of density of shoot and orientation of edges of meadows. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 243: 227-240.
- CHAHROUR, F. 2013.** Etude de la vitalité des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la côte occidentale algérienne (Cap Carbon et Ain Franin). Thèse de doctorat en Ecologie marine. Oran : Université d'Oran, 254p.
- CHAHROUR, F., DERMECHE, S., BOUTIBA, Z. 2014.** Lepidochronological characterization of two seagrass meadows of *Posidonia oceanica* (Linnaeus, 1813) Delile of the west coast of Algeria (Oran and Arzew). *Journal of Asian scientific research*.
- CHETTIBI, S., HAMLAOUI, A. 2016.** Recherche de l'activité antibactérienne d'une plante marine *Posidonia oceanica*. Mémoire de master en Sciences Biologiques. Guelma : Université 8 mai 1945.
- CINELLI F., PARDI, G. et PAPI, I. 1995.** Plant biology. In: La *Posidonia oceanica*, a contribution to the preservation of a major Mediterranean marine ecosystem. In *Revista Marittima* : 21-24.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOTS, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBOURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R. V., PARUELO, J., RASKIN, R. G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M. 1997.** The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 : 253-260
- CUVELIER, M., 1976.** Surveillance en temps réel de l'évolution des herbiers : nouvelle méthode de recensement des herbiers par cartographie au sonar latéral. In : 3^e Journées Etudes Pollutions, CIESM publ., Monaco: 191-193.
- DAOUDI, M.B., HASNA, N. 2015.** Contribution à l'étude des paramètres vitaux de l'herbier à Posidonie (*Posidonia oceanica*) en relation avec la pollution chimique. Mémoire d'ingénieur en environnement marin. Alger, p137
- DEN HARTOG, C. 2000.** Procedures for the restoration of lost seagrass beds. *Bologie Marine méditerranéenne*, 7 (2) : 353-356.

- DENIS, J., HERVÉ, G., DENEUX, F., SAUZADE, D., BONHOMME, P., BERNARD, G., BOUDOURESQUE, C.F., LERICHE, A., CHARBONNEL, E., LE DIREAC'H, L., 2003.** Guide méthodologique pour la cartographie des biocénoses marines. Volet N°1 : l'herbier à *Posidonia oceanica*. Guide méthodologique. Agence de l'Eau, Région Provence Alpes-Côte d'Azur et DIREN PACA. IFREMER, GIS Posidonie & Centre d'Océanologie de Marseille, GIS Posidonie publ.: 1-93.
- DERBAL, F., KARA, M.H. 2010.** Composition et variations du peuplement Ichtyologique de l'herbier superficiel à *Posidonia oceanica* (L.) DELILE, dans la baie d'Annaba. Rev. Écol. (Terre Vie), vol. 65, 149p.
- DERBAL, F., PERGENT, G., SEMROUD, R., DERBAL, Y., KHATAL A., REMILI, P., BOUDOURESQUE, C. 1993.** Données préliminaires sur la répartition et l'état de l'herbier à *Posidonia oceanica* de la région d'El-Kala (Algérie).. Scie. Rep. Port-Cros. Natl. Park. Fr., 15. 253-263.
- DESCAMP, P., HOLON F., BOISSERY P., BALLESTA L., GUILBERT A., GUILLOT M., DETER J. 2010.** La microcartographie par télémétrie acoustique, une nouvelle méthode de suivi des herbiers de posidonie. Application sur 9 sites des côtes méditerranéennes françaises. Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)
- ELKALAY, K., FRANGOULIS, C., SKLIRIS, N. et al. 2003.** A model of seasonal dynamics of biomass and production of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Bay of Calvi (Northwestern Mediterranean) : Rapport de suivi en ligne. Document non publié. Calvi : Ecol. Model.
- FALCONETTI, C., MEINESZ, A. 1989.** Charting the seaward limit of *Posidonia oceanica* meadows and of circalittoral biocoenoses along the coast of Monaco. Oceanologica Acta 1989- Vol. 12 – N° 4
- FERHI, H., GHIBOUB, A. 2001.** Surveillance de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia océanica* de la région d'El Djamila : suivi 2000. Mémoire D.E.U.A en Ecologie marine. Alger : ENSSMAL, 30p.
- FRANCOUR, P., SEMROUD, R. 1992.** Calculation of the root area index in *Posidonia oceanica* in the western Mediterranean. Aquatic Botany Volume 42, Issue 3, April 1992, Pages 281-286
- FREDJ, G., BELLAN-SANTINI, D., MENARDI, M. (1992).** Etat des connaissances sur la faune marine méditerranéenne. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, n° special 9: 133-145.
- GAMBI, M.C., LORENTI, M., RUSSO, C.F., SCIPIONE, M.B. et ZUPO, V. 1992.** Depth and seasonal distribution of some groups of the vagile fauna of the *Posidonia oceanica* leaf stratum: structural and trophic analysis. Marine Ecology PSZN, 13 (1): 17-39.
- GAMULIN-BRIDA, H. 1974.** Les biocénoses benthiques de la Mer Adriatique. Acta Adriatica 15(9): 1-103.
- GANZIN, N., BERNARD, G., SIMON, B., 2006.** Cartographie dynamique des herbiers de magnoliophytes marines – In : Apport des données du satellite SPOT5 aux études environnementales de la zone du delta du Rhône et de l'étang de Berre (Etude CNES/IFEN « Littoral Provençal »). IFREPMSE – CEREGE – Europôle méditerranéen de l'Arbois – BP 80 – 13545 Aix en Provence Cedex 4.
- GHALEM, F., YESSAAD, N. 2016.** Comportement alimentaire de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés inféodées aux herbiers de Posidonie de la côte de Mostaganem (SALAMANDRE). Master : Hydrobiologie marine et continentale : Algérie : Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 55p.
- GHEHIOUECHE, A., ZELMAT, Y. 1996.** Cartographie biomorpho sédimentologique de la plage de la thalassothérapie (Sidi Fredj). Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ISMAL, 66 p
- GIACCONE, G. 1999.** Ecologia della biodiversita' in mediterraneo. Quad. Accad. Intern. Sci. Tecn. Subacquee Palermo 22: 43 – 62
- GIAKOUMI, S., SINI, M., GEROVASILEIOU, V. et al. 2013.** Eco-region-Based Conservation Planning in The Mediterranean : Dealing with Large-Scale Heterogeneity. Journal pone. [En ligne]. Vol. 8, n° 10, 87 p.
- GIRAUD G. 1977.** Recensement des floraisons de *Posidonia oceanica* (L.) Delile en Méditerranée. Rapport Commission international Mer Méditerranée., Monaco, 24 (4) : 126-130.

- GOBERT, S., CAMBRIDGE, M.L., VELIMIROV, B., PERGENT, G., LEPOINT, G., BOUQUEGNEAU, J.M., DAUBY, P., PERGENT-MARTINI, C., WALKER, D.I. 2006.** In Larkum, D., Orth, R.J., Duarte, C.M. (Edits). "Seagrasses Biology: Ecology and Conservation". Springer Publ., New York : 387-408.
- GRIMES, S., BOUTIBA, Z., BAKALEM, A., BOUDERBALA, M. BOUDJELLAL, B., BOUMAZA, S., BOUTIBA, M., GUEDIOURA, A., HAFFERSAS, A., HEMIDA, F., KAIDI, N., KERZABI, F., KHELIFI, H., MERZOUG, A., NOUAR A., SELLALI B., SELLALI-MERABTINE, H., SEMROUD, R., SERIDI, H., TALEB M.Z., TOUAHRIA, T. 2004.** Biodiversite marine et littorale algerienne. Sonatrach-LRSE. Eds. Sonatrach, 362 p + annexes
- GRIMES, S. 2010.** Peuplements benthiques des substrats meubles de la cote algérienne. Thèse de doctorat en Sciences de l'Environnement. Oran : Université d'Oran, 362 p.
- GUENDOUZI, Y. 2011.** Contribution à l'étude de l'impact de la pollution chimique sur l'herbier à Posidonie dans la baie d'Alger Présenté. Mémoire d'Ingénieur en science de la mer. Alger : Enssmal, 105p.
- GUENDOUZI, Y., GHALMI, R., BOUDJELLAL, M, EL MORHIT, M. 2015.** Impact des métaux traces sur l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans La Baie d'Alger. J. Mater. Environ. Sci. 6 (4) (2015) 918-923
- GUERRAH, R., NOUR, I. 2008.** Mise en place du balisage au niveau de la limite inférieure de l'herbier *Posidonia oceanica* (L.) Delile de l'Anse de Kouali. Mémoire D.E.U.A en Environnement marin. Alger : ENSSMAL. 56p+Annexs
- HALLOUCHE, M.A, KHODJA, A. 2010.** Etude préliminaire de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans une station de l'est Oranais (Cap Carbon). Mémoire d'ingénieur. Oran : Université Sidi Bel Abbes, 61p.
- HAOUAS, S., OULD MOUSSA, H. 2016.** Comportement alimentaire de quelques espèces d'Holothuries aspidochirotés inféodées aux herbiers de Posidonie de la côte de Mostaganem (Stidia). Mémoire de master en Ressources Halieutiques et Exploitation Durable. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 33p
- HARMELIN, J.G., 1973.** Bryozoaires de l'herbier de Posidonies de l'île de Port-Cros. Rapport Commission international Mer Méditerranée., 21, 9, pp. 675-677.
- HARMELIN-VIVIEN, L. 1983.** Ichtyofaune des herbiers de Posidonies des cotes provençales françaises. Rapport Commission international Mer Méditerranée., 28, 3.
- HARZALLAH, A., ZERIAT, C. 2015.** La mise en place d'un réseau de surveillance de l'herbier à *Posidonia oceanica* de Bou-Ismaïl. Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Algérie : Alger : Enssmal, 62p.
- HEMIDA, F. 2005.** Les Sélaciens de la côte algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies ; Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées. Thèse de doctorat en Sciences de la Nature. Alger : USTHB, 271p.
- HUSSEIN, K.B 2014.** Suivie et évaluation de la structure écologique et biodiversité Aire infralittorale de la zone côtière oranais. Thèse de doctorat en Biologie et écologie marine. Oran : Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella, 227p.
- KHAZIMI, O. 2010.** Surveillance de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* de Bou Ismaïl. Mémoire D.U.E.A en Science de la mer. Alger : Enssmal, 51p.
- KHELFANI, D., KERAGHEL, M. 2011.** Etude de la valorisation d'une biomasse marine, *Posidonia oceanica*, en tant que biosorbant des ions métalliques Pb. Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Alger : Enssmal, 104p.
- KHOJA, A. 2013.** Caractérisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813) de la côte occidentale algérienne (Cap Blanc). Thèse de magister en Ecologie marine. Oran : Université d'Oran, 142p.
- KRIKA, F., AZZOUZ, N., NCIBI, M.C, 2012.** Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Media using Mediterranean *Posidonia oceanica* biomass: Adsorption Studies and salt Competition Investigation. Int. J. Environ. Res., 6(3):719-732, Summer 2012 ISSN: 1735-6865
- KUO, J., DEN HARTOG, C. 2001.** Seagrass taxonomy and identification key. In: Short, C. *Global seagrass research methods*. N° 44. Amsterdam : Elsevier, 58 p.

- LAFABRIE, C., PERGENT G., KANTIN R., PERGENT-MARTINI C., GONZALEZ J.L. 2007.** Trace metals assessment in water, sediment, mussel and seagrass species Validation of the use of *Posidonia oceanica* as a metal biomonitor. *Chemosphere*, 68, 2033- 2039.
- LAMOUTI, S. 2006.** Essai de cartographie des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la zone du PAC (plage de la thalassothérapie Sidi Fredj). Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Alger : Enssmal, 54p.
- LAMOUTI, S. 2007.** Mise en place du balisage de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* de l'îlot de Bounettah, Rapport d'activité APPL, APPL/AMIS-SMAPIII, Alger : 1-31
- LAMOUTI, S. 2010.** Suivi de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* de l'îlot de Bounettah, Rapport APPL, Alger : 1-31
- LAMOUTI, S., GASMI, M. 2007.** Caractérisation et surveillance de l'herbier à *Posidonia oceanica* de l'îlot de Bounettah (Reghaia, Algérie). Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)
- LAZLI, W., HELMAL, A. 2020.** Biosorption of phenol by modified dead leaves of *Posidonia oceanica* immobilized in calcium alginate beads: Optimal experimental parameters using central composite design. *Water SA* 46(2) 322–329 / Apr 2020.
- Le GALL, J. Y. 1969.** Étude de l'endofaune des pelouses de Zostéracées superficielles de la baie de Castiglione (côte d'Algérie).Téthys. Vol. 1, n° 2, 420 p.
- LEJEUSNE, C., CHEVALDONNE, P., PERGENT-MARTINI, C., BOUDOURESQUE, C.F., PEREZ, T. 2010.** Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology & Evolution*, 25 (4) : 250-260
- LIPKIN Y., 1977.** Seagrass ecosystems, a scientific prespective, Mc Roy P.E Helfferich C. edit., Dekker publ., USA: 263 -293.
- MAMMERIA, B. 2006.** Eutrophisation en Méditerranée : condition de l'herbier à Posidonie *Posidonia oceanica* dans le golfe d'Annaba. Mémoire de magister en Biologie et physiologie des organismes marins. Annaba : Université Badji Mokhtar – Annaba, 88p.
- MAURIN, C.1962.** Etude des fonds chalutables de méditerranée occidentale (écologie et pêche).Résultats des compagnes des navires océanographiques (president- Théodore-Tissier), 1957 à 1960 et (Thalassa) 1960 et 1961 .Rev .Trav. Inst.peches marit, 26(2) :163-220.
- MAYHOUB H., 1976.** Recherches sur la végétation marine de cote syrienne Recherches sur la végétation marine de cote syrienne. Etude expérimentale sur la morphogénèse et le développement expérimentale sur la morphogénèse et le développement de quelques espèces peu connues. Thèse Doctorat d'Etat 26 Oct.1976 286p +1carte+ Pl. 1 -16 h.t.
- MAZOUZI, S. 2018.** Impacts anthropiques sur les peuplements ichtyologiques des herbiers à *Posidonia oceanica* de Raïs Hamidou (Alger). Thèse de doctorat en Science de la mer. Alger : Enssmal, ***p.
- MEINESZ, A., BELSHER, T., BOUDOURESQUE, C.F., LEFÈVRE, J.R. 1991.** Première évaluation des potentialités du satellite SPOT pour la cartographie des peuplements benthiques superficiels de Méditerranée occidentale. *Oceanologica Acta*, 14 : 199-207.
- MEINESZ, A., CUVELIER, M., LAURENT, R., 1981.** Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de phanérogames marines. Leurs applications sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Vie Milieu* 31 (1): 27-34.
- Mezali, K. 1998.** Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espèces d'holothuries aspidochirotés [*Holothuria (Holothuria)tubulosa*, *Holothuria (Lessonothuria) polii*, *Holothuria (Holothuria) stellati*, *Holothuria (Panningothuria) forskali* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*] de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) Delile de la Presqu'île de Sidi-Fredj. Mémoire de Magister. Alger : ENSSMAI, 238p
- MEZALI, K. 2004.** Micro-répartition des holothuries aspidochirotés au sein de l'herbier de Posidonies de la presqu'île de Sidi-Fredj – Algérie. Rapports P.V. Commission International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée vol. 37. 534 p.
- MEZALI, K. 2008.** Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea:Echinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat en sciences Biologiques. Alger : USTHB, 208p.
- MIGLIORE, L., ROTINI, A., PICENNA, A., ANELLO, L., Di BERNARDO, M., GIALONGO, A. 2010.** New descriptors to evaluate the conservation status of *Posidonia oceanica* meadow.

- Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010).
- MILLOT, C. 1987.** The circulation of Levantine intermediate water in the Algerian basin. *J. Geophys. Resear.* 92(C8): 5265-8276.
- MILLOT, C. 1993.** La circulation générale en méditerranée occidentale. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, 9-11, Novembre 1992. Doc : 29-30.
- MISRAOUI, A., SENGOUGA, A. 2011.** Caractérisation des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la baie de Bou Ismail. Mémoire d'ingénieur en Environnement marin. Alger : Enssmal, 61p.
- MOKEDDEM, Z., HAMOUL, N. 2002.** Contribution à l'étude de la variation des teneurs en phénol totaux chez la phanérogame marine *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Mémoire D.U.E.A en Science de la mer. Alger : ISMAI, 34p.
- MOLINIER R., PICARD J. 1952.** Études biologiques sur les herbiers de phanérogames marines à l'ouest d'Alger. *bull. stat. Pêche. Aquic. Castiglione.* Vol. 4, n° 2, p. 335-362.
- MOLONIER, R., PICARD, J. 1952.** Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. Océanogr.* Vol. 27, n° 3, p. 157-234.
- MOSTAFA, H.M.M. 2000.** Extension of *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean waters of Egypt: historical preview. Proceedings of the first Mediterranean symposium on marine vegetation (ajaccio, 3-4 october 2000).
- NEGHLI, L. 2013/2014.** Cycles de reproduction et exploitation des holothuries Aspidochirotés (Holothuroidea : Echinodermata) inféodées aux herbiers à *Posidonia oceanica* de la côte algéroise. Thèse de magister : Biologie. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 154p.
- NOEL, C., BOISSERY, P., QUELIN, N. et al. (2012).** *Cahier technique du gestionnaire : analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies.* N° 6. France : Dreal PACA, 96 p.
- PAILLARD, M., GRAVEZ, V., CLABAUT, P. et al. 1993.** Cartographie de l'herbier de Posidonie et des fonds marins environnants de Toulon à Hyères (Var-France) : reconnaissance par sonar latéral et photographie aérienne. N° 908-13720. Belcodène, France. : [S. éd.]. 3 cartes + 36 p.
- PANAYOTIDIS, P., DRAKOPOULOU P. 2010** *Posidonia* meadows as a priority habitat for the sustainable management of the Greek coastal environment. Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)
- PASQUALINI, V. 1997.** Caractérisation des peuplements et types de fonds le long du littoral corse (Méditerranée, France). Thèse Doctorat. Université de Corse, France : 1-190.
- PASQUALINI, V., CLABAUT, P., PERGENT, G., BENYOUSSE, L., PERGENT-MARTINI, C. 2000.** Contribution of side scan sonar to the management of Mediterranean littoral ecosystems. *Intern. J. Remote Sensing*, 21 (2) : 367-378.
- PASQUALINI, V., PERGENT-MARTINI, C., CLABAUT, P. et al. 1998.** Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and side-scan sonar : application of the island of Corsica : Rapport de mission. Document non publié. France : estuarine coastal and shelf Science.
- PEREZ-LORENZ, J. L., VERGARA, J. J., OLIVE, I., MERCADO, J. M., CONDE-ÁLVAREZ, R., PEREZ-RUZAFÁ, Á., FIGUEROA, F. L. (2014).** Autochthonous Seagrasses. The Mediterranean Sea, Springer : 137-158.
- PERGENT .G, SEMROUD .R, BABA AHMED .R, DELBAL .F and .al 1993.** Preliminary data on the distribution and condition of *Posidonia oceanica* meadow in the El Kala area (Algeria).
- PERGENT, G. 2006.** Le rôle des herbiers à *Posidonia oceanica*. N° 4. France : Ramoge. 250 p.
- PERGENT, G., BAZAIRI, H., BIANCHI, C.N. et al. 2012.** Les herbiers de Magnoliophytes marines de Méditerranée : résilience et contribution à l'atténuation des changements climatiques. N° 5. Espagne : IUCN. P. 48-78
- PERGENT, G., CALVO S., CANCEMI G., DJELLOULI A., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., LANGAR H., PERGENT-MARTINI C., TOMASELLO A. 2010.** Nouvelles connaissances sur les herbiers tigrés de méditerranée. Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)
- PERGENT, G., LEONARDINI, R., LOPEZ, Y. et al. 2008.** Mise en oeuvre d'un réseau de surveillance Posidonies le long du littoral de la corse : Rapport de synthèse. Document non publié. Corte : GIS Posidonie.

- PERGENT, G., RICO-RAIMONDINO, V., PERGENT-MARTINI, C. 1997.** Fate of primary production in *Posidonia oceanica* meadows of the Mediterranean. *Aquatic Botany*, 59 : 307-321.
- 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 de Doctorat : océanol., Univ. Corse, Fr. : 1-190.
- PERGENT-MARTINI, C. 2011.** Projet de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en méditerranée. Programme des nations unies pour l'environnement. Plan d'action pour la Méditerranée. Deuxième réunion des points focaux pour les ASP : Rapport de mission. Document non publié. Marseille : [S. éd.].
- PERGENT-MARTINI, C., LE RAVALLEC, C. 2007.** Lignes directrices pour les études d'impacts sur les herbiers marins. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, CAR/ASP.
- PNUE - PAM - CAR/ASP, 2010.** Actes du Quatrième Symposium Méditerranéen sur la Végétation Marine (Yasmine-Hammamet, 2-4 Décembre 2010), EL ASMI S., LANGAR H., BELGACEM W. édits, CAR/ASP publ., Tunis: 251 p.
- PNUE – UICN – GIS Posidonie 1990 :** Livre rouge (Gérard Vuignier) des végétaux des peuplements et paysages marins menacés d méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 43. UNEP, Athens, 1990, 250p.
- RAMADE, F. 1993.** Discours d'ouverture. In BOUDOURESQUE C.-F., AVON M., PERGENT-MARTINI C. (eds.). Qualité du milieu marin – Indicateurs biologiques et physico-chimiques. Troisièmes rencontres scientifiques de la Côte Bleue, GIS Posidonie publ., Fr. : 19-30.
- RAMOS ESPLA, A., BENABDI, M., SGHAIER, Y.R., FORCADA ALMARCHA, A., VALLE PEREZ, C., OUERGHI, A. 2016.** Cartographie des habitats marins clés de Méditerranée et initiation de réseaux de surveillance. Par CAR/ASP – Projet MedKey Habitats, Tunis : 113 pp + Annexes
- 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 en science de la mer. Alger : ISMAL.
- RENARD, V. et ALLENOU, J-P 1979.** Le Sea-Beam, sondeur a multifaisceaux du N/O "Jean Charcot" description, évaluation et premiers résultats. Centre océanologique de Bretagne Brest, Revue Hydrographique Internationale, Monaco, LVI (11, janvier 1979).
- RICHIR, J., SALIVAS DECAUX, M., LAFABRIE, C., LOPEZ Y ROYO, C., GOBERT, S., PERGENT, G., PERGENT-MARTINI, C. 2015.** Bioassessment of trace element contamination of Mediterranean coastal waters using the seagrass *Posidonia oceanica*. *Journal of Environmental Management* 151 486e499.
- ROBERT, P. 1988.** Etude de régime thermique des principales biocénoses marines benthiques du Parc national de Port-Cors (var, France). Diplôme de recherche universitaire, Univ. Aix-Marseille II, Fr.: 1-209.
- ROUANE-HACENE, O. 2013.** Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb, Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*. Thèse de Doctorat, université d'Oran, 249 p.
- SALIVAS-DECAUX, M., BONACORSI, M., PERGENT, G., PERGENTMARTINI, C. 2010.** Evaluation of the contamination of the Mediterranean sea based on the accumulation of trace-metals by *Posidonia oceanica* Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010).
- SANCHIZ, C., GARCIA-CARRASCOSA, A. M., PASTOR, A. 1999.** Bioaccumulation of Hg, Cd, Pb and Zn in four marine phanerogams and the alga *Caulerpa prolifera* (Försskal) Lamouroux from the East Coast of Spain. *Botanica Marina*, 42, 157-164.
- SEGUINI, O., NACEURS, Y.K. 1997.** Cartographie biomorpho-sédimentologique de l'Anse de Kouali. TIPAZA. Mémoire d'ingénieure en science de la mer. Alger : ISMAL, 62p.
- SEMROUD, R. 1993.** Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la région d'Alger (Algérie) : étude de quelques compartiments. Thèse de doctorat en Ecologie. Alger : USTHB, 219p.

- SEMROUD, R., BELBACHA, S., DUPUY DE LA GRANDRIVE, R., FOULQUIE, M. 2004.** Faisabilité d'une extension marine du Parc National d'El Kala – Algérie. Rapport de mission. UNEP-MAP / CAR-ASP / ATEN / PNEK, Fr., 1-68
- SEMROUD, R., BOUMAZA, S., BOUKORT, R., BOUMOULA, N., HADJ AISSA, R., SIDI BOUMEDIEN, T. 1998.** Surveillance de l'herbier à *Posidonia oceanica* au large de la grande plage de la madrague, convention DGE/ISMAL, ISMAL. publ, ALGER : 1-49.
- SEMROUD, R., VERLAQUE, R., CROUZET, A., BOUDORESQUE. 1992.** On a broad-leaved form of the sea grass *Posidonia oceanica* (Posidoniaceae) from Algiers (Algeria). Aquatic Botany 43 (1992) 181 - 198 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- SENGOUGA, A. 2017.** Évaluation de l'état écologique des eaux côtières algéroises par l'utilisation d'indices basés sur *Posidonia oceanica*. Mémoire de magister en Science de la mer. Alger : Enssmal, 83p + Annexe.
- TARCHOUN, A.F., TRACHE, D.M., KLAPOTKE, T.M. 2019.** Microcrystalline cellulose from *Posidonia oceanica* brown algae: Extraction and characterization. International Journal of Biological Macromolecules 138 (2019) 837–845.
- TARMOUL, F. 2010.** Contribution à l'étude de l'impact de la pollution chimique sur l'herbier à Posidonie dans la baie de Bou-Ismaïl. Mémoire d'ingénieur en science de la mer. Alger : Enssmal, 103p.
- TEKTEK, F.Z. 2012.** Phénologie, lépidochronologie, et biomasse de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans l'île de Rachgoun. Mémoire de master en Ecologie Marine. Oran : Université d'Oran, 87p.
- TEKTEK, F.Z., CHAHROUR, F., DERMECHE, S., HADDAD, F.Z., BOUDERBALA, M. 2017.** Evaluation of the health status of the *Posidonia oceanica* (Linné, 1813) delile Herbarium of a protected area: case of Rachgoun Island (Benisaf, Algeria). Indian Journal of Applied Research, Volume-7 | Issue-10 | October-2017 | ISSN - 2249-555X | IF : 4.894 | IC Value : 79.96
- TELESCA, L., BELLUSCIO, A., CRISCOLI, A., ARDIZZONE, G., APOSTOLAKI, E.T., FRASCHETTI, S., GRISTINA, M., KNITTWEIS, L., MARTIN, C.S., PERGENT, G. 2015.** Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. Rapport scientifique 5: 12505.
- VAISSIERE, M., FREDJ, G. 1963.** Contribution à la connaissance du plateau continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Oceano.* Vol. 60, n° 1272, 5 cartes + 83 p.
- WARNAU, M., LEDENT G., TEMARA A., BOUQUEGNEAU J.M., JANGOUX M., DUBOIS P. 1995.** Heavy metals in *Posidonia oceanica* and *Paracentrotus lividus* from seagrass beds of the North-Western Mediterranean. *Science of the Total Environment*, 171, 95-99.
- ZARD, I., FREHI, H. 2013.** Etude des micro-algues épiphytes toxiques et du phytoplancton toxique de la baie d'Annaba Algérie. Rapport de Commission international Mer Méditerranée., 40, 2013.
- ZEGGAOUI, Z. 2019.** Contribution à l'utilisation des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* dans les réseaux de surveillance (Résultats préliminaires). Mémoire d'ingénieur en Science de la mer. Alger : Enssmal, 65p.
- ZEGHDOUDI, F., TANDIR, L.M., OUALI, N., HADDIDI, I., RACHEDI, M. 2019.** Concentrations of trace-metal elements in the superficial sediment and the marine magnophyte, *Posidonia oceanica* (L) Delile, 1813 from the Gulf of Skikda (Mediterranean coast, East of Algeria). *Cahiers De Biologie Marine*, 60(3), 223-233.
- ZEROUK, C. 2016.** Cartographie de la limite supérieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* et du Trottoir à Vermets dans la région de Tipaza. Mémoire d'ingénieur en Environnement marin. Alger : ENSSMAL, 89p.

Résumé

La côte algérienne est considérée comme un hot spot de la biodiversité marine méditerranéenne. *Posidonia oceanica* est parmi les paysages les plus remarquables et les plus structurants de la biodiversité marine dans cette région. Malgré son importance écologique et économique, la distribution et la caractérisation de ces herbiers ont été peu documentées en Algérie.

Nous avons réalisé ce travail pour contribuer à l'alimentation de la base de données nationale **BANBIOM**. Trois résultats majeurs ont été obtenues par le présent travail, une carte de distribution des herbiers à Posidonie de la côte algérienne, un inventaire des espèces faunistiques et floristiques associées à ces herbiers en Algérie ainsi qu'une base de donnée relative aux herbiers à Posidonie de la côte algérienne.

Mot clé : *Posidonia oceanica*, Algérie, distribution, faune associée, flore associée.

Abstract

The Algerian coast is considered a hot spot of Mediterranean marine biodiversity. *Posidonia oceanica* is among the most remarkable and structuring landscapes of marine biodiversity in this region. Despite its ecological and economic importance, the distribution and characterization of these meadows have been little documented in Algeria.

We have carried out this work to contribute to the national BANBIOM database. Three major results were obtained by this work, a distribution map of *Posidonia* meadows on the Algerian coast, an inventory of the fauna and flora species associated with these meadows in Algeria, and a database of *Posidonia* meadows on the Algerian coast.

Keyword: *Posidonia oceanica*, Algeria, distribution, associated fauna, associated flora

ملخص

يعد الساحل الجزائري موقعا مهما للتنوع البيولوجي في البحر الأبيض المتوسط. وتعتبر مروج البوزيدونيا من أهم المظاهر المميزة والمجسدة لهذا التنوع البحري في المنطقة. وبرغم من الأهمية الإيكولوجية والاقتصادية للبوزيدونيا إلا أن البحوث العلمية المتعلقة بتوصيف وتوزيع هذه النبتة البحرية قليلة في الجزائر. الهدف من تقديم هذا العمل هو المساهمة في تزويد قاعدة بيانات وطنية المتعلقة بالتنوع البيولوجي البحري في الجزائر. يتضمن الجزء الأول من هذا العمل توصيف البوزيدونيا وتوزيعها على طول الساحل الجزائري مع إعداد خرائط توزيع مرجعية. أما الجزء الثاني يتعلق بتحديث المعارف حول الكائنات البحرية التي تعيش فيها مع إعداد قائمة مرجعية. قصد تدعيم النتائج المتوصل إليها وإعطاء صورة عامة لمروج البوزيدونيا على مستوى البحر الأبيض المتوسط، أقمنا مقارنة بين مختلف المروج الموجودة على مستوى هذا الحوض.

الكلمات المفتاحية: الكلمة الرئيسية: البوزيدونيا، الجزائر، توزيع، النباتات والحيوانات المرتبطة بها.