

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre
et de l'Univers
Département des Ressources Forestières



Laboratoire n°31 : *Gestion et Conservatoire de l'Eau, du Sol et des Forêts et Développement
Durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen*

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Foresterie

Option : Aménagement et Gestion des Forêts

Thème :

*Inventaires floristiques des formations végétales du littoral
oranais : cas de la wilaya de Mostaganem*

Présenté par : Zemouri Wissam

Soutenu le 09 / 06/ 2022

Devant le jury composé de :

Président : AINAD-TABET	M.	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur : MEDJAHDI	B.	Pr.	Université de Tlemcen
Examineur : LABIOD	M.	MCB	Université de Tlemcen

2021/2022

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère mère

Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement. Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Vous m'avez aidé et soutenu pendant de nombreuses années avec à chaque fois une attention renouvelée. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

A mon très cher père

Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher. Vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et d'amour. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence, la lumière qui illumine mon chemin.

A mon frère Amine

Ces quelques lignes, ne sauraient traduire le profond amour que je te porte. Ta bonté, ton précieux soutien, ton encouragement tout au long de mes années d'étude, ton amour et ton affection, ont été pour moi l'exemple de persévérance. Je trouve en toi le conseil du frère et le soutien de l'ami. Que ce travail soit l'expression de mon estime pour toi et que Dieu te protège, t'accorde santé, succès et plein de bonheur dans ta vie.

A mon mari Lahcen

Je ne saurais exprimer ma profonde reconnaissance pour le soutien continu dont tu as toujours fait preuve. Tu m'as toujours encouragé, incité à faire de mon mieux, ton soutien m'a permis de réaliser le rêve tant attendu. Je te dédie ce travail avec mes vœux de réussite, de prospérité et de bonheur. Je prie Dieu le tout puissant de préserver notre attachement mutuel, et d'exaucer tous nos rêves.

A ma Sœur Amel

Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir comme sœur. Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans toi, tu comptes énormément pour moi, tu es la sœur qui assure son rôle comme il faut, je n'oublierais jamais ton encouragement et ton soutien le long de mes études, je t'estime beaucoup et je t'aime beaucoup.

A mon frère Omar

J'implore Dieu, tout puissant, de vous accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur et de réussite

A ma petite fille Razan

Je te souhaite beaucoup de succès ma belle-fille, de prospérité et une vie pleine de joie et de bonheur, Que dieu te garde pour moi ma belle princesse je t'aime.

A ma belle-mère et mon cher père, mes belles sœurs Sara et Naima.

A mes amies

A tous ceux qui m'ont apporté de l'aide de près ou de loin

Remerciement

Avant tous, je remercie Dieu le tout puissant qui m'a guidé tout au long de ma vie, et qui m'a permis d'achever ce travail.

Je tiens à remercier sincèrement Monsieur MEDJAHDI B. pour sa patience et ses conseils précieux.

A Monsieur AINAD-TABET M. qui m'a fait un grand honneur en acceptant de présider le jury.

A Monsieur LABIOD M. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes vives remerciements ma profonde reconnaissance à tous ce qui ont bien voulu nous aider dans ce modeste travail.

Liste des tableaux

Tableau 1: Précipitations moyennes mensuelle de Mostaganem (1980-2008)	39
Tableau 2: Précipitations annuelles de 1980 à2008	41
Tableau 3: Moyenne des températures mensuelles minimales et maximales de la station de Mostaganem durant le période (1980-2008)	43
Tableau 4: Régime saisonnier des précipitations pour la période (1980-2008)	43
Tableau 5: Situation bioclimatique de la station de Mostaganem	44
Tableau 6: Valeurs propres et pourcentage d'inertie pour les cinq premiers axes factoriels	78

Liste des figures

Figure 1 : Zonation dunaire (Forey 2007).	7
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude, wilaya de Mostaganem	34
Figure 3 : Précipitation moyenne mensuelle à Mostaganem (1980 à 2008)	40
Figure 4 : Courbe des températures mensuelle à Mostaganem	42
Figure 5 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour la station de Mostaganem (1980-2008)	45
Figure 6 : Exemple de stratification	50
Importance des familles, genres, espèces et taxons infra-spécifiques	
Figure 7 : pour les groupes taxonomiques de la flore des cordons dunaires de la région de Mostaganem	74
Figure 8 : Nombre d'espèce par familles pour la flore des cordons dunaires de la région de Mostaganem	74
Figure 9 : Pourcentages des types biologiques de la zone d'étude	75
Figure 10 : Importance des taxons selon le degré d'abondance de Quèzel et Santa (1962-1963)	76
Figure 11 : Représentation des espèces sur le plan factoriel des axes 1 et 2	78
Figure 12 : Schéma du dendrogramme de la CAH	80
Figure 13 : Représentation des groupes sur le plan factoriel des relevés des axes 1 et 2	80

Listes des Photos

Photo 1:	Chiendent des sables	15
Photo 2:	liseron des sables	15
Photo 3:	Oyat	16
Photo 4:	Cakile maritime	16
Photo 5:	Panicaut	16
Photo 6:	Euphorbe	17
Photo 7:	Arrière plage occupée par l'Oyat (Plage Bahara)	17
Photo 8:	Photo d'un Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) de la frange forestière, déformé par le vent, le sel, et le sable. Il protège les autres arbres de la forêt	19
Photo 9:	Exemple de végétation des dunes dominée par l'escargot des dunes (Theba pisana)	27
Photo 10:	Exemple de dégradation de la végétation du littoral par la pollution touristique	29
Photo 11:	Dégradation de la dune fixe par la surfréquentation touristiques (ici plage du phare)	30
Photo 12:	Décharge sauvage sur la dune boisée de la plage de Rachgoun	30
Photo 13:	Terrain marneux au Sud de Bouguirate	35
Photo 14:	L'accumulation du sable dans la plage du phare	38
Photo 15:	Réalisation d'un relevé de végétation dans une station.	53
Photo 16:	La récolte et l'étalage des espèces végétale sur terrain.	54

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	01
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE MILIEU DUNAIRE LITTORAL	
1. DEFINITION.....	05
1.1. Formation de dunes.....	05
1.2. Caractéristiques des dunes.....	05
2. LES DIFFÉRENTS TYPES DE DUNES LITTORALES.....	06
3. L'habitat arénicole, un milieu hostile.....	07
3.1. Le climat	08
3.2. Le sol dunaire.....	08
3.2.1. La température du sol.....	08
3.2.2. L'humidité du sol.....	09
3.2.3. Teneur en eau.....	09
3.2.4. Salinité.....	09
3.2.5. Le PH.....	09
3.2.6. Teneur en matière organique.....	09
4. La vie dans les dunes : zonation et azonalité.....	10
4.1. La zonation dunaire.....	10
4.2. La nature de la végétation dunaire.....	11
4.2.1. La végétation des faciès dunaires.....	11
4.2.1.1. La plage et le haut de plage.....	11
4.2.2. La dune embryonnaire.....	11
4.2.3. La dune vive ou dune mobile.....	12
4.2.4. La dune grise ou dune fixée.....	14
4.2.5. La frange forestière.....	15
5. Contraintes environnementales à surmonter.....	16
5.1. Adaptation de la végétation dunaire.....	17
5.1.1. Adaptations morphologiques à la sécheresse.....	17
5.1.2. Adaptations au vent et à la mobilité du substrat.....	17
5.1.3. Adaptations aux caractéristiques physico-chimiques du substrat.....	18
5.1.4. Stratégies démographiques de la végétation dunaire	19
6. ÉVOLUTION ET DYNAMIQUE DES DUNES LITTORALES.....	19
6.1. Les successions végétales.....	20
6.2. Évolution et dynamique des dunes littorales.....	20
6.3. L'évolution du milieu abiotique peut expliquer la facilitation.....	21
6.3.1. Le déclin de vigueur peut expliquer la levée de l'inhibition.....	21
6.3.2. Rôle de la microflore dans la dynamique dunaire.....	22
7. Action de l'Homme sur la dynamique des dunes.....	23

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA GEOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	26
2. GEOLOGIE.....	28
3. Pédologie.....	30
3.1. Le phénomène d'ensablement à Mostaganem.....	30
3.2. Transport des sables.....	31
4. CLIMATOLOGIE.....	31
4.1. Les précipitations dans la région de Mostaganem.....	32
4.1.1. Les précipitations mensuelles.....	32
4.1.2. Les précipitations saisonnières.....	32
4.1.3. Variation inter -annuelle des précipitations.....	33
4.2. Les températures.....	33
4.3. Régime Saisonnier des précipitations.....	35
4.3.1. Synthèse climatique.....	36
4.3.1.1. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger.....	36
4.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	36
Conclusion.....	38

CHAPITRE III METHODOLOGIE

1. Echantillonnage et réalisation des relevés.....	40
1.1. Echantillonnage.....	40
1.1.1. Echantillonnage stratifié.....	41
1.1.2. Méthode d'élaboration de l'échantillonnage stratifié.....	43
1.2. Réalisation des Relevés.....	43
1.3. Préparation de l'herbier et identification.....	45
2. ETAPE SYNTHETIQUE : TRAITEMENT DES DONNEES.....	46
2.1. Méthode numérique : Ordination et classification.....	46
2.1.1. Principes et interprétation de l'AFC.....	46
2.1.2. La classification ascendante hiérarchique (CAH).....	47

CHAPITRE IV :RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. CATALOGUE FLORISTIQUE DES DUNES LITTORALES DE LA REGION DE MOSTAGANEM.....	50
2. La flore vasculaire du littoral.....	57
3. Type biologique.....	59
4. La flore remarquable du littoral.....	59
5. Etude comparatif du littoral avec les autres zones	60
5.1. A.F.C. relevés-espèces.....	61
5.2. Détermination des groupes identifiés.....	64
❖ Groupe I	64
❖ Groupe II	64

❖ Groupe III	64
CONCLUSION.....	67
Références bibliographiques.....	70
Résumé.....	

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Depuis le sommet de la terre à Rio De Janeiro en 1991, la notion de la biodiversité est devenue un enjeu planétaire. Elle est même l'un des axes majeurs du développement durable. La convention ratifiée à l'occasion du sommet de la terre a établi trois objectifs : la conservation de la biodiversité, une utilisation durable des éléments de la biodiversité et un partage équitable des ressources et des avantages issus de leur exploitation. Si conventionnellement la priorité était donnée à la protection des écosystèmes et des biomes les plus fragiles (notion de hotspots développée par Myers et al. en 2000), une autre notion s'est imposée ces dernières années. Par la biodiversité (quantitatif et qualitatif) qu'il héberge, l'écotone est devenu une notion très importante dans la gestion et la protection de milieux naturels.

L'écotone est une zone de transition écologique entre deux ou plusieurs écosystèmes. Les écotones sont donc des zones très riche en biodiversité. Un écotone peut-être une transition entre deux ou plusieurs écosystèmes terrestres, ou entre des écosystèmes aquatiques et terrestres. Dans ce derniers cas la situation devient souvent très intéressante. C'est le fondement même de la convention Ramsar sur les zones humides. Selon la définition de la Convention : « les zones humides comprennent une grande diversité d'habitats : marais, tourbières, plaines d'inondation, cours d'eau et lacs, zones côtières telles que les marais salés, les mangroves et les lits de zostères, mais aussi récifs coralliens et autres zones marines dont la profondeur n'excède pas six mètres à marée basse et zones humides artificielles telles que les bassins de traitement des eaux usées et les lacs de retenue ». L'écotone dunes côtières fait partie de cette catégorie d'écosystèmes.

Les dunes côtières sont des écosystèmes terrestres situés à l'interface des milieux continentaux et marins. Sur le plan physique ces dunes assurent des fonctions uniques telles que la protection du littoral grâce à leur capacité d'amortissement face aux tempêtes, et leur rôle de prévention des risques d'inondation. Les écosystèmes dunaires peuvent être, donc considérés comme la meilleure infrastructure naturelle de protection du littoral, qui jouent un rôle clé en tant que solution basée sur la nature

INTRODUCTION GENERAL

dans la réduction des risques des catastrophes (contrôle du littoral, prévention des risques d'inondation, atténuation des effets des tempêtes, etc.). (UICN, 2012).

Sur le plan écologique ces écotones constituent des milieux naturels riches et fragiles à la fois. En effet, La stabilité des écotones dunaires dépend principalement de la capacité de la végétation à fixer le sable face aux actions conjointes de la mer et du vent qui tend à le mobiliser. En s'exerçant de façon inégale sur l'ensemble des dunes, cette action donne au paysage son aspect caractéristique : une succession de reliefs distincts organisés en bandes parallèles à la côte. Ces faciès offrent aux espèces végétales des conditions naturelles de plus en plus inhospitalières à mesure que l'on s'approche de la mer : instabilité croissante des dunes, augmentation de la force des vents et de la salinité. Ces conditions particulières permettent, l'installation d'une flore très originale dont chaque espèce occupe le ou les faciès qui lui conviennent le mieux (Hasnaoui, 2011).

Comme d'autres beaucoup d'autres écotones, les systèmes de plage-dunes sont très fragiles. De nos jours, la plupart des écosystèmes de dunes côtières sont dégradées en raison de la pression humaine, principalement par le biais du tourisme et de l'urbanisation du littoral partout dans le monde et en Algérie particulièrement.

Le littoral algérien qui s'étend sur 1 622 kilomètres, représente un écosystème fragile et constamment menacé de dégradation en raison de la concentration de la population, des activités économiques et des infrastructures. Environ les deux tiers de la population algérienne sont concentrés sur le littoral qui ne représente que 4% du territoire national. (Kacimi, 2011) Outre la forte concentration de la population permanente, le littoral algérien constitue la destination privilégiée des estivants. Cette forte concentration démographique a entraîné une urbanisation démesurée. Le taux d'urbanisation est passé de 26 % en 1962 à 59,4% en 1998 (Kacimi, 2011).

A elles seules les régions littorales autour des trois principales villes côtières ont perdu 17% du total de leurs terres agricoles. Les sites naturels (plages, dunes...) autour des grandes agglomérations et périmètres industriels côtiers (Alger, Oran, Annaba, ...) n'ont pas été épargnés non plus. (Kacimi, 2011)

INTRODUCTION GENERAL

En raison de cette situation, de nombreuses études ont été consacrées à cet habitat. Les premiers travaux sont ceux de Ducellier (1911) sur la phytogéographie des dunes du sahel d'Alger suivi par Killian (1943) sur l'enrichissement des dunes algéroises par la végétation et le rôle des micro-organismes telluriques. Sur le plant phytosociologique les travaux de Zaffran (1960), Thomas (1968) et Alcaraz (1979 et 1977) sont les premiers travaux dédiés à la végétation des ces habitats. Le premier travail concerne la juniperaie des dunes littorales de l'algérois, le deuxième sur végétations dunaires de Jijel à l'est du pays et le troisième sur les cordons dunaires Oranais. Ces travaux ont été suivis par des synthèses symphytosociologies de Géhu et al. (1992 et 1994) et les travaux de Khelifi et al. (2008) et Khelifi (2008). Plus récemment de nombreux travaux ont été réalisés sur l'ensemble du littoral algérien mais de façon ponctuelle.

Pour le littoral oranais de nombreux auteurs se sont intéressés à l'étude des groupements végétaux depuis les travaux d'Alcaraz en (1984), Maziani et Belgats (1984) ont travaillé sur la pédologie des sols des cordons dunaire de littoral de Mostaganem. (**Aimé .1991**) dans son travail de thèse sur l'étude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi arides et arides dans l'étage thermoméditerranéen du Tell Oranais, a consacré un chapitre au formation dunaires du littoral de Tlemcen, Ain Témouchent et Oran. Depuis ces travaux ont été suivis par de nombreuses études. Toutes s'accordent sur l'importance écologique de ces milieux et l'alarmante situation de dégradation dont elles sont victimes. Notre contribution s'inscrit dans ce cadre. Nous voulons pour le présent travail contribuer à la connaissance floristique et écologique de ces milieux. Nous avons choisi le littoral de la wilaya de Mostaganem, zone la plus conservé du littoral oranais. . (**Aimé .1991**)

Notre travail s'articule autour de quatre chapitres. Dans le premier chapitre nous présenterons une synthèse bibliographique sur l'écosystème dunaire littoral. La zone d'étude sera décrite, dans le deuxième chapitre. Le troisième chapitre est consacré à l'explication de la méthodologie utilisée. Le catalogue est présenté dans le chapitre quatre. Il va permettre de démontrer la richesse floristique de la région de Mostaganem d'une manière générale et des cordons dunaires plus particulièrement. Ce dernier point sera suivi par une étude phytoécologique avant de conclure.

CHAPITRE I :
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE
SUR LE MILIEU DUNAIRE
LITTORAL

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE MILIEU DUNAIRE LITTORAL

1. DEFINITION

Le terme appartient au vocabulaire topographique, géographique, géomorphologique. Conventionnellement une dune est définie souvent : un relief constitué par le sable accumulé sur une pente généralement assez élevée et une largeur plus ou moins grande, sous l'effet des vents (dunes littorales ou côtière, dunes désertique ou continentale) ou des courants marins (dune hydraulique). Les dunes font partie des formations superficielles, relativement récentes à l'échelle géologique (datant souvent du quaternaires). Il existe des dunes de tailles, de superficie, d'âges et de dynamiques variés. Les processus éoliens ou hydrauliques gouvernent l'édification, l'évolution, les mouvements des dunes. D'autres appellations qualifient les ensembles dunaires comme erg, croc, garenne... Ces termes généralement locaux peuvent connaître un usage plus général et qualifier un type particulier de dune.

1.1. Formation de dunes

Les dunes se forment dans des zones où le sable est abondant et non fixé par la végétation (désert, plage, lit fluvial à l'étiage). Le vent prend le sable est érodé (déflation), et il le transporte à ras du sol par saltation. Le sable s'accumule quand la compétence du vent chute (versant sous le vent). Une dune peut se déplacer par érosion du versant au vent et s'accumule sur le versant opposé.

1.2. Caractéristiques des dunes

Une dune présente un profil dissymétrique caractérisé par une pente douce du côté du vent et une pente plus raide de l'autre côté. Les dunes les plus simples ont une forme de croissant. Elles se forment dans des cas particuliers où le volumes de sable est limités et se déplacent sur un substrat stable sous l'action d'un vent qui vient toujours de la même direction. Leur crête sépare le dos de la dune inclinée de 5 à 20° et le front nettement plus raide (32 à 35 °) qui se prolonge par deux cornes dans la direction du vent (**Zaafour, 1983**).

Trois éléments sont indispensables pour la formation d'une dune : le vent, le sable et un obstacle. En retenant le sable, l'obstacle provoque un entassement et donc la formation d'une colline. Ainsi la dune joue un rôle important car elle protège la côte en arrêtant la mer. Les formations dunaires littorales montrent une succession d'habitats depuis la plage vers l'intérieur des terres. Ils sont largement conditionnés par des facteurs écologiques comme le vent, la mobilité du sable et la salinité, dont les intensités décroissent du rivage vers l'intérieur.

Sur l'estran sableux, (zone de balancement des marais) appelé également laisse de mer, les débris d'algues rabattus vers la dune, servent d'engrais pour le sol et

favorise l'installation des plantes qui permettent de fixer le sable de la dune. La partie du dessous, qui reste humide, va se décomposer au fil des jours. Les algues nourrissent coquillages et crustacés, qui sont à leur tour mangés par les oiseaux. Cela crée écosystème original (**Ley de la Vega et al. 2012**).

Les dunes côtières ont une origine typiquement éolienne. Elles sont proches des zones sources de sédiment, dont ils dépendent étroitement c'est-à-dire la mer. Alors que les dunes intérieures sont des formations géologiques dynamiques, généralement toujours en mouvement et sans végétation. Elles se forment et se développent dans des zones arides où les conditions climatiques ne permettent pas l'établissement d'une végétation capable d'interagir avec leur dynamique. Les sédiments des dunes côtières, proviennent de la mer et sont mis à la disposition du vent par l'énergie de la houle, alors que pour les dunes continentales, elles résultent de la météorisation de la croûte terrestre, et leur transport est presque exclusivement éolien. Sur dunes côtières, les conditions climatiques permettent le développement d'une végétations capables d'interagir avec la dynamique éolienne des dépôts sableux, formant ainsi des écosystèmes très dynamiques. Dans la plupart des climats, se forme une végétation caractéristique et adaptée (**Hasnaoui, 2011**).

2. Les différents types de dunes littorales :

La dune littorale est un milieu très particulier, marqué par la proximité de la mer. Ce dernier est composé d'une succession de zone (appelée aussi faciès), prenant la forme de larges bandes parallèles au rivage (fig. 1). En fonction de leur éloignement de la mer, les influences marines diminuent (embruns, sables de plage mobile, apports organiques de laisses), tandis que le processus de pédogenèses sont de plus en plus développés on distingue de la plage vers l'intérieur (**Forey, 2007**) :

- Le haut de la plage
- La dune mobile appelée aussi dune vive. Elle englobe la dune blanche et la dune embryonnaire ;
- La dune semi-fixée ou de transition (dune jaune)
- La dune fixée, appelée encore dune grise, à cause de la couleur du sol qui contient de l'humus en surface et de la végétation qui est plus dense dans ces zones ;
- La dune arborée ou boisée.

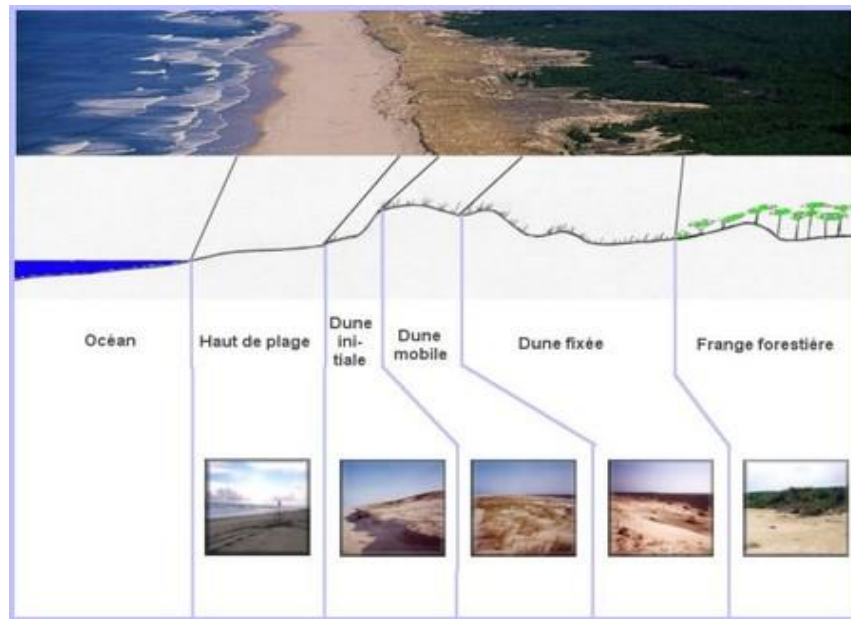


Fig. 1 : zonation dunaire (Forey 2007).

3. L'habitat arénicole, un milieu hostile

L'écotone dunaire constitue un milieu naturel très fragile et inhospitalier à la fois. La vie dans ce milieu est conditionnée par des facteurs écologiques stationnels comme le vent, la mobilité du sable, la salinité dont les intensités décroissent du rivage vers l'intérieur. Le vent joue un rôle particulièrement important puisque il assure le transport du sable (qui provoque l'enfouissement plus ou moins rapide de la végétation). Il entretient aussi une forte salinité sur les zones vers lesquelles il pousse des embruns. Le vent s'oppose également à la croissance verticale des végétaux. Les mouvements permanents de ce dernier, provoquent des stress mécaniques qui ralentissent la croissance des plantes et provoquent des malformations (forme hémisphérique ou en drapeau) (Kassass, 1953).

La nature sableuse des sols des dunes a également une grande influence sur les végétaux qui doivent résister à de forts écarts thermiques en surface (albédo) et à l'infiltration rapide de l'eau à travers le substrat vers les profondeurs. De plus, ces sables sont souvent pauvres en éléments nutritifs (lessivage et absence de colloïdes) et en matières organiques rapidement oxydées. Bien qu'étant largement constitués de grains siliceux, les sables des dunes contiennent aussi des grains calcaires (fragments coquilliers, tests et carapaces). Les espèces végétales des dunes sont, pour ces raisons, souvent xérophiles à méso xérophiles, calcicoles ou calcaricoles. Les espèces silicoles seront bien représentées dans les endroits où, principalement, les eaux de pluie (acide carbonique) auront provoqué une forte décarbonatation du substrat. Tous ces facteurs écologiques très limitant concourent à créer des habitats originaux, à haute valeur patrimoniale, principalement à cause des espèces qu'ils abritent ; habitats

malheureusement souvent menacés par les pressions touristiques, partout croissantes. (**Kassass,1953**).

3.1. Le climat

Les facteurs climatiques sont déterminants pour le développement des végétaux, ils se placent en amont de toute étude relative au fonctionnement écologique. Le climat joue un rôle important dans la répartition spatiale des espèces végétales. D'une manière générale Les températures moyennes maximales durant les mois d'été dans ces milieux, est d'environ 30° C. Toutefois, cette moyenne étant mesurée à 1m 50 au-dessus du sol (hauteur de l'abri météorologique) l'échauffement est plus important au niveau de la surface du sable. Alors que la température à un centimètre du sol au niveau de la dune mobile peut dépasser aux heures les plus chaudes, des journées d'été, la barre des 50° C. provoquant ainsi une dessiccation importante des couches superficielles de la dune mobile durant cette période. (**Killian, 1943**).

3.2. Le sol dunaire

Pouget (1980) classe le sol dunaire comme un sol minéral brut d'apport éolien, du groupe des sols azonaux, caractérisés principalement par : l'absence de l'horizon B (horizon d'accumulations d'argiles) ; très faible altération chimique ; l'absence d'humus et désagrégation physique active

Ces sols de textures sableuses avec environ, 90% de sables ; le reste est représenté par un pourcentage très faible de limons et d'argiles et quelques débris organiques. Il comporte aussi certains éléments minéraux comme P, K, Mg, Na, SO₄ ...etc. Il présente habituellement un pH alcalin : 7 à 8,5. D'une manière générale, le sol de la dune mobile est constitué d'un sable quartzueux, relativement fin. En avant de la dune mobile (au niveau du haut de la plage), la proportion du sable grossier est relativement importante, elle est moindre au niveau de la dune fixe où se développe l'oyat (**Aridj et Makaoum, 2002**).

3.2.1. La température du sol

La température du sol est l'un des principaux facteurs physiques intervenant de manière directe sur le besoin des microorganismes en énergie thermique qui favorise leur croissance et de manière indirecte en influençant la vitesse de transformations chimiques (**Calvet, 2013**). L'optimum thermique des microorganismes du sol est généralement situé à 25°C (**Kilian et Ferrer, 1943**). Au matin où la température est en dessous de 25°C, l'intensité respiratoire augmente rapidement avec l'augmentation de la température du sol ce qui favorise la croissance microbienne. Dès lors où celle-là dépasse l'optimum l'intensité respiratoire diminue (**Killian et Ferrer, 1943**).

3.2.2. L'humidité du sol

Ce paramètre est un élément atmosphérique très important, il intervient dans le maintien du pouvoir de l'évaporation de l'air en cas de fortes températures pour limiter le déficit hydrique.

3.2.3. Teneur en eau

C'est le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir. Elle dépend de la porosité et la perméabilité du sable (Calvet, 2003). L'eau joue un rôle particulièrement important. Les sols dunaires sont très filtrants de ce fait ils ont la faculté de retenir l'eau en profondeur.

3.2.4. Salinité

La salinité est identifiée et qualifiée à partir de la composition ionique du sable. La salinisation est le processus d'accumulation des sels minéraux solubles dans le sol. Ces sels dissous sont constitués d'un mélange de cations (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) et d'anions (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^-) (Calvet, 2003). Un sol est considéré salin lorsque sa conductivité électrique (Cé) est supérieure à 4 décisiemens par mètre (dS/m) (Hillel, 2005). La salinité des sols dunaires décroît de la plage à l'arrière dune. La teneur de chlorure de sodium devient plus importante, car l'apport de sel par les embruns s'accompagne en effet, d'une évaporation très importante, alors qu'en hiver le sel est rapidement lessivé à cause de la forte porosité du sol. Le sel est généralement accumulé entre 20 et 60 cm au niveau de la dune mobile (Aridj et Makaoum, 2002).

3.2.5. Le PH :

Le pH a une influence sur le sol et certains aspects de l'activité des microorganismes (Davet, 1996). L'acidité a un effet direct sur les microorganismes par la présence de protons d'aluminium, de manganèse, de calcium. Elle exerce un effet indirect aussi par son influence sur les propriétés physico-chimiques du sable ce qui modifie la biodisponibilité des éléments nutritifs (Calvet, 2013).

3.2.6. Teneur en matière organique

La matière organique des sols dunaires sont les résidus partiellement décomposés des plantes qui ont occupé la dune ; elle ne provient pas entièrement de plantes (algues déposées sur le rivage), les microorganismes du sol y font une importante contribution (Davet, 1996). La teneur et la composition de la matière organique dans le sol à un effet favorable pour les propriétés chimiques, physiques et microbiologiques du sol comparé à la matière minérale (Maier et al., 2011). Le sol dunaire renferme relativement beaucoup d'azote nitrique. Son abondance peut s'expliquer par l'existence d'une nitrification active malgré la grande sécheresse qui caractérise ce sol. Le NO_3^- formé n'est pas lessivé grâce à l'absence des pluies. En

ce qui concerne l'azote total, son taux est relativement faible en comparaison à celui des sols non désertiques (**Killian et Ferrer, 1943**). La présence constante de nitrates prouve qu'il s'effectue, même dans les sols désertiques, une fixation d'azote atmosphérique par des espèces nitrifiantes mais aussi d'espèces fixatrices d'azote et que ceux-là sont à l'état de vie active. Cette pauvreté en azote est en relation directe avec la teneur faible en humus (les débris végétaux s'accumulent à la surface mais sont vite décomposés et oxydés avant même d'être incorporés au sol) (**Kassass, 1953**).

4. La vie dans les dunes : zonation et azonation

Les spécificités des conditions écologiques sur les dunes littorales priment sur les facteurs climatiques généraux et la végétation des dunes n'est pas zonale (Selosse, 2002). Elle se présente sous la forme de bandes parallèles à la côte, leur succession indiquant l'évolution des conditions écologiques le long du profil dunaire. La salinité du substrat est le critère le plus déterminant dans la disposition des formations végétales en front océanique alors que la mobilité relative du sable est le plus important facteur dans cette disposition sur la partie continentale (**Hasnaoui, 2011**).

4.1. La zonation dunaire

De la mer vers l'intérieur des terres, les conditions écologiques se modifient. Les caractéristiques physico-chimiques du milieu dunaire varient, en particulier l'exposition aux influences marines (embruns, sables de plage mobile, apports organiques des laines) diminue, tandis que le sol est de plus en plus développé (processus de pédogenèse de plus en plus avancé vers l'intérieur des terres).

- La végétation et le sol permettent souvent de définir diverses zones.
- La zone dite HP : Le haut de plage, et la dune jeune (notée DJ), parfois rattachée à la dune mobile
- La zone dite DM : la dune mobile, appelée aussi dune vive, dune claire ou dune blanche vu la couleur du sable
- La zone dite DF : la dune fixée, encore appelée grise ou brune, non seulement à cause de la couleur de la végétation mais aussi à cause de la couleur du sol qui contient de l'humus en surface. Des dépressions humides (affleurement de la nappe phréatique) sont possibles.

Cette zonation du milieu dunaire entraîne incontestablement une zonation de la végétation.

- Le HP correspond au domaine des thérophytes
- La DJ comprend majoritairement des hémicryptophytes.
- La DM comprend essentiellement des hémicryptophytes et des géophytes.
- Enfin la DF montre une végétation assez diversifiée avec des thérophytes, des hémicryptophytes et des chaméphytes. (**Hasnaoui, 2011**).

4.2. La nature de la végétation dunaire :

Plusieurs habitats ont été définis pour la végétation des dunes littorales, selon la mobilité du substrat et la physionomie de la végétation, cette dernière résultant des stratégies d'adaptation des plantes à l'action du vent et aux autres contraintes abiotiques (**Favennec, 2002. Forey et al., 2008**) :

- Le haut de plage est quasiment désertique, parsemé de quelques plantes annuelles ou éphémères (à très court cycle de vie).

- Les dunes mobiles divisées en dunes embryonnaires (à végétation clairsemée) et dunes blanches, à végétation plus dense, toujours soumises à l'érosion éolienne.

- Les dunes fixées, divisées en une zone à végétation basse herbacée ou suffrutescente (dunes grises) et une zone pré-forestière à forestière (dunes boisées).

Pour décrire les groupements végétaux de ces habitats, certains auteurs (**Acosta et al., 2005 ; Carboni et al, 2009 ; Martins et al, 2013**), ont suivait la classification phytosociologique intégrée à l'écologie et la géomorphologie des dunes. D'autres (**Géhu & Géhu-Franck, 1986 ; Biondi, 2007**) ajoutent à leur classification les types biologiques des formations végétales.

4.2.1. La végétation des faciès dunaires :

Le milieu dunaire présente des contraintes telles que l'aridité, la pauvreté du sol en eau et matières organiques, le vent, la forte salinité, et le sable, qui vont être variables en fonction des divers faciès dunaires. Face à ces contraintes, une végétation particulière a su s'adapter, et donc s'installer sur ces faciès. (**Acosta et al., 2005 ; Carboni et al, 2009 ; Martins et al, 2013**)

4.2.1.1. La plage et le haut de plage :

Sur la partie de la plage qui n'est immergée que lors des grandes marées se développent des végétaux annuels adaptés à une très forte salinité, et liés aux laisses de mer riches en matières organiques (flore halo-nitrophile). Cette végétation présente rarement son plein développement, tant en raison de l'érosion marine que de la pression humaine (piétinement, nettoyage mécanique...).

La végétation des banquettes et des dunes embryonnaires Moins précaire que la végétation précédente, elle se développe sur les premières formations terrestres qui ne sont qu'occasionnellement submergées, lors des conjonctions de hautes mers et de tempêtes. (**Géhu & Géhu-Franck, 1986 ; Biondi, 2007**)

4.2.2. La dune embryonnaire :

Les dunes embryonnaires souvent se manifestent, initialement par une accumulation subhorizontale en pied de dune, "banquette" qui s'établit pendant les périodes de répit de l'érosion marine. Une végétation à base de *Elytrigia juncea* (L.) Nevski (chiendent de mer) colonise très vite ces banquettes qui s'élèvent par captage

du sable éolien. Il se forme progressivement de petites monticules (nebkas) qui sont les dunes embryonnaires proprement dites, où se mélange l'*Elytrigia juncea* à d'autres plantes vivaces. Tout en migrant vers l'intérieur, elles augmentent de volume et se regroupent pour édifier la dune vive. (Géhu & Géhu-Franck, 1986 ; Biondi, 2007)



Photo 1 : Chiendent des sables (cliché Zemouri) plage bahara

4.2.3. La dune vive ou dune mobile :

Ces dunes correspondent aux cordons des dunes à forte accumulation sableuse grâce à l'action des végétaux psammophiles dominés par l'*Ammophila arenaria* (L.) Link (l'Oyat). Ce faciès est présent sur l'ensemble du littoral algérien. Pendant les phases pionnières, c'est l'Oyat qui domine ; il s'associe ensuite à son cortège habituel : l'*Eryngium maritimum* L. (le panicaut), l'*Euphorbia paralias* (l'Euphorbe maritime) et le *Calystegia soldanella* (L) R. Br. Ex Roem. & Schult. (le liseron de mer) . On note parfois, avant leur arrivée, une courte phase d'envahissement par *Cakile maritima* L. (la Roquette de mer), pionnière annuelle qui s'accommode des conditions extrêmes de mouvement de sable. La végétation de dune vive peut aussi prospérer dans des zones de remise en mouvement de l'arrière-dune.



Photo 2 : liseron des sables (Cliché Zemouri) plage bahara 2



Photo 3 : Oyat (Cliché Zemouri) plage sakhra



Photo 4 : Cakile maritime (Cliché Zemouri) plagr sidi mansour



Photo 5 : Euphorbe (Cliché Zemouri) plage sidi mansour



Photo 6 : Panicaut (Cliché Zemouri) plage sidi el madjdob ou kharoba



Photo 7 : Arrière plage occupée par l'Oyat (Plage Bahara) (cliché Zemouri)

4.2.4. La dune grise ou dune fixée :

La dune fixée se développe à l'abri des dunes vives où les phénomènes d'accumulation et de transit sont atténués. La physionomie de ce faciès est très marquée par le développement de petites prairies basses relativement planes, d'aspect clairsemé, mais à systèmes racinaires en réseau dense et efficace contre l'érosion éolienne. Des associations végétales originales caractérisées par la présence d'espèces endémiques, tel que *Anacyclus linearilobus* Boiss. et Reut.

C'est la végétation des dunes temporairement fixées, arrière-dunes sans transit sableux (ou sous forme de léger saupoudrage) et assez bien abritées des embruns. Elle est caractérisée par une pelouse basse à recouvrement fort ou complet. Les mousses et lichens constituent une part importante de cette couverture végétale et trouvent leur extension maximale dans les zones les mieux et les plus anciennement stabilisées. Les espèces annuelles à floraison précoce y sont nombreuses ; c'est une adaptation à la sécheresse estivale. Les séquences végétales de la dune grise présentent de fortes nuances régionales.

4.2.5. La frange forestière :

Le passage progressif de la pelouse de dune grise à la forêt est très important pour la richesse biologique et paysagère de cette limite externe des dunes non boisées. Dans "l'ourlet", la végétation basse de dune grise s'enrichit en espèces préforestières, semi-ligneux puis buissons bas. Donc, dès que, les dunes deviennent relativement stables, le milieu permet déjà la croissance de plusieurs espèces. *Ammophila arenaria* s'associe aux *Lotus creticus* L., *Cyperus kali*, *Pancreaticum maritimum* L. et *Medicago marina* L. Ce milieu est également occupé par de nombreuses annuelles (durant la saison humide) telles que *Pseudorhiza pumila* (L.) Grande, *Senecio leucanthemifolius* Poir. subsp. *leucanthemifolius*, *Cakile maritima* Scop., *Malcolmia arenaria* (Desf.) DC., *Arenaria cerastioides* Poir. et *Ononis variegata* L. Dans les zones les plus stabilisées, apparaît *Retama raetam* subsp. *bovie* (Spach) Talavera & Gibbs qui prépare l'implantation des espèces arborescentes (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Neir. et *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Arcang.). Le "manteau" constitué de buissons et d'arbustes, assure la jonction avec les peuplements forestiers qui, sur leur marge, sont déformés par les vents chargés d'embruns et parfois de sable.



Photo 8 : Photo d'un Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de la frange forestière, déformé par le vent, le sel, et le sable. Il protège les autres arbres de la forêt. (cliché Medjahdi).

Juste après les ceintures de végétations psammo-halophile et halophile, vient s'installer une végétation ligneuse non halophile, souvent dominée par des espèces

arborescentes. En effet, les conditions écologiques de cette zone littorale, semblent sélectionner les formations à genévrier oxycèdre et genévrier rouge qui restent tous deux liés aux substrats sableux des dunes (Meziani et Belgats, 1984). Cette association est largement développée sur les dunes des côtes oranaises. Elle correspond à la junperaie dunaire pure. Elle est caractérisée par la présence d'*Ephedra fragilis* parfois accompagnée par *Rhamnus oleoides* et par la présence constante de *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*.

Dans cette association, (Aimé, 1991) distingue trois sous associations :

1- Tout d'abord la sous-association *Quercetosum coccifera* qui assure la transition avec le groupement de thuya (*Calycotome intermediae*-*Tetraclinum articulatea*) dont elle présente la plupart des caractéristiques. Elle forme des bosquets denses et impénétrables sur les parties les moins dégradées des systèmes dunaires où se conservent des sols évolués anciens.

2- La deuxième sous-association *Stipetosum tenacissima* se distingue par la très haute fréquence de nombreuses espèces d'*Ononido-Rosmarineta* et qui assure la transition avec l'*Helianthemo caput-felis*-*Cistetum heterophylli*. Elle dérive de la dégradation de la sous-association précédente. Cette association est beaucoup plus ouverte et elle se développe sur des sols squelettiques, réduit à des placages sur la croûte calcaire souvent dénudée.

3- La dernière sous-association *Lycietosum intricatae* est différenciée par la présence de *Periploca laevigata*. C'est une formation buissonnante assez basse et ouverte qui occupe des substrats mobiles de très basse altitude très proche de la mer

5. Contraintes environnementales à surmonter :

Les cordons dunaires méditerranéens sont caractérisés par de très fortes contraintes climatiques et pédologiques : salinité, érosion, vent, sécheresse, sols peu profonds ou mobiles. En fonction de ces variables, on peut observer une succession rapide des associations végétales sur des surfaces étroites. En se déplaçant de la plage vers l'intérieur des terres, on rencontre une succession d'éléments du paysage dunaire dont le caractère morphologique du végétal est lié à la modification progressive de l'ambiance : Salinité, puissance du vent et mouvements sableux. A proximité immédiate du rivage, ce sont les facteurs de dynamique côtière (marées, salinité, tempêtes) qui déterminent une végétation homogène. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte, les conditions locales (climat, sol) reprennent le dessus et c'est pourquoi les groupements végétaux de l'arrière dune sont plus diversifiés (Favenec, 2002)

5.1. Adaptation de la végétation dunaire :

Large de 200 m environ, les dunes littorales protègent l'arrière-pays de l'ensablement. La dune est donc un milieu très difficile, et pourtant de nombreuses espèces ont pu s'adapter pour y vivre. Elles doivent affronter :

- La mobilité du sable qui menace en permanence la plante d'être déchaussée ou d'être ensevelie ;
- Le manque d'eau, le sable étant extrêmement poreux et perméable et ne pouvant pas retenir une eau douce indispensable.
- La salinité de l'eau ou des sols renforcés par les embruns salés.
- La pauvreté en apports nutritifs des terrains sableux dont l'amendement ne peut se faire que grâce aux faibles additifs de fientes d'oiseaux, déjections diverses ou de ce qui est apporté par de très fortes marées ou des vents violents ;
- Les vents souvent violents qui soufflent sur les côtes. **(Favennec, 2002)**

5.1.1. Adaptations morphologiques à la sécheresse :

Le climat méditerranéen est caractérisé par une période sèche et chaude, plus ou moins longue en fonction de la latitude. Les végétaux ont développé de nombreuses adaptations morphologiques pour faire face à ces périodes de rareté de la ressource en eau. Beaucoup d'entre elles sont dites "xérophiles". Soumise à de fortes chaleurs, les plantes de ces zones, transpirent l'eau pour assurer la circulation des sèves, et/ou perdent de l'eau par évaporation. Cette évapotranspiration est fonction du rayonnement solaire et donc de la chaleur qui arrive à la surface de la terre. Ainsi, dans les régions méditerranéennes où les températures au sol peuvent être très élevées à la saison chaude, les plantes ont développé au cours de l'évolution des stratégies pour conserver l'eau, minimiser ou éviter l'évapotranspiration (pilosité comme chez *Medicago marina*, feuilles sclérophylles ou réduites comme chez les *Ephedra* et *Juniperus...*)(Favennec, 2002)

5.1.2. Adaptations au vent et à la mobilité du substrat :

Sur les dunes littorales, les organismes sont souvent exposés au flux d'ouest avec des vents pouvant atteindre plus de 100km/h. L'effet mécanique (perforation de l'épiderme, rupture des parties aériennes...) est très dommageable pour les végétaux (affaiblissement de la plante, point d'entrée de pathogènes). En réponse, la végétation a un port prostré (couché ou hémisphérique comme chez le *Juniperus phoenicea*) ; ce port peut être fixé génétiquement (il persiste alors si on cultive la plante en milieu abrité).

Plus généralement, les végétaux de la dune se rabattent mais ne rompent pas sous l'effet du vent car ils disposent d'un bon ancrage racinaire. Il faut noter aussi que la vitesse du vent est souvent réduite entre les tiges (Par exemple : perte de 87% de la vitesse du vent au niveau du sol entre les tiges d'*Ammophila arenaria*). Cette

perte de vitesse favorise d'ailleurs le dépôt sableux à ce niveau, ce qui permet à des espèces plus délicates (*Calystegia soldanella*, *Medicago marina*) de se développer.

Calystegia soldanella produit des tiges verticales qui engendrent des rhizomes horizontaux en atteignant la surface : ainsi la plante « rattrape » toujours la surface. L'oyat produit alternativement des rhizomes et des tiges souterraines à croissance verticale qui compensent l'enfouissement (jusqu'à 20 cm/an). Les racines déchaussées sont protégées par leur gaine mucilagineuse qui retient des grains de sable. A partir des rhizomes ou des racines déchaussées peuvent repartir des bourgeons adventifs. (Favennec, 2002)

5.1.3. Adaptations aux caractéristiques physico-chimiques du substrat :

Le substrat sableux est souvent siliceux mais présente plus ou moins une grande proportion de débris de coquilles calcaires (jusqu'à plus de 70%). Le calcaire est lixivié avec le temps, mais l'apport éolien peut compenser cette lixiviation. D'autre part, le calcaire lixivié peut être redéposé en profondeur et contribuer au concrétionnement des parties internes de la dune. On a donc la présence, dans les dunes, de calcicoles comme *Helichrysum stoechas*, qu'on retrouve à l'intérieur des terres sur terrains calcaires. D'autres espèces comme *Corynephorus canescens* sont des marqueurs de décalcification. Le substrat sableux est pauvre en azote (moins de 0,08 mg/g de sable), sauf en HP où les laines marines et les fientes d'Oiseaux constituent un apport important. La végétation du HP est halonitrophile (de nombreuses Chénopodiacées par exemple).

Au sein de la dune sensu-stricto, la fixation de diazote atmosphérique est un processus important pour la colonisation :

- Actinomycorhizes à *Frankia* d'*Hippophaë*.
- Nodosités des Fabacées comme *Medicago marina*.
- Pour l'oyat, sa rhizosphère contient énormément de bactéries du genre *Azotobacter*, bactéries libres capables de fixer le diazote atmosphérique (8.106/g contre 7,5.104/g dans le sable alentour).

Le sable est un substrat à forte porosité et donc avec une importante circulation de gaz ; c'est un substrat bien oxygéné.

On a une nitrification active et donc une pauvreté en azote réduit ce qui défavorise les espèces végétales qui absorbent l'azote sous forme NH_4^+ .

Pas de problème d'anoxie pour les racines qui peuvent donc s'enfoncer profondément.

Le milieu dunaire est donc caractérisé par une rétroaction forte des organismes sur leur milieu (fixation du substrat, apport d'azote). Cette interaction entre le biome

et le biotope conduit inexorablement à une évolution conjointe de ces deux acteurs. L'écosystème dune n'est pas une entité figée. (**Favennec, 2002**)

5.1.4. Stratégies démographiques de la végétation dunaire:

Les plantes dominantes sont rencontrés sur les dunes fixées ou sur les dunes mobiles, appartiennent aux familles des Poaceae, Asteraceae et fabaceae, respectivement, ces familles sont doués de pouvoir démographique ou reproducteur très important, le nombre de graines produit par chaque individu pour les Asteraceae par exemple dépasse en moyenne 150 graines sachant que le nombre moyen de fleurs porté par une plante est de 33, le nombre de graines obtenu est de 4950 qui est variable d'une plante à une autre.

Ceci rend ces espèces abondantes avec une vaste répartition géographique.

Le processus de dissémination permet les échanges de gènes entre individus et entre populations, par l'intermédiaire du pollen ou des graines. Les mécanismes de dispersion des graines permettent de répondre à deux conditions majeures :

(1) trouver des sites favorables à la germination et à l'établissement des plantules, hors de la zone de compétition maternelle.

(2) étendre la localisation de l'espèce à des sites vacants afin d'agrandir son aire de distribution (**Roger, 2000**).

Les populations naturelles possèdent des particularités qualifiées de stratégies adaptatives qui se présentent sous trois aspects : démographique, énergétique et écologique.

Les caractéristiques démographiques qui correspondent à ces adaptations sont nombreuses tels que : le taux de fécondité, le taux de mortalité, l'âge de la première reproduction, la durée de la période de croissance, l'espérance de vie à la naissance...

Ces adaptations du profil démographique aux conditions de milieu constituent ce que l'on appelle des stratégies démographiques (**Roger, 2000**).

6. Evolution et dynamique des dunes littorales :

La succession ou dynamique sont les "séquences ordonnées d'espèces observables dans un habitat" (**Hasnaoui, 2011**). Pour expliquer la succession des espèces dans le processus de colonisation, deux modèles principaux sont proposés :

- La facilitation (ou favorisation) : L'idée principale de ce modèle consiste sur le fait que chaque stade de végétation naît, se développe, passe par des stades de maturité puis de sénescence, comme un organisme ; l'arrivée d'une espèce favorise celle des suivantes dont elle « prépare le terrain » au sens propre. Dans ce modèle, la favorisation de l'installation de l'espèce suivante est le processus dominant.

- L'inhibition : L'idée principale de ce modèle insiste sur le fait que la succession s'opère au hasard, et résulte souvent des lois de la dispersion des semences et de la compétition interspécifique : une espèce occupe quelques temps le

terrain, empêchant les autres de se développer. C'est alors l'inhibition (par allélopathie, modifications des propriétés du sol...) de l'installation de l'espèce suivante qui domine. Cette inhibition peut être levée plus ou moins tard et permettre le développement des espèces suivantes.

Ces deux modèles, souvent opposés, rendent chacun compte d'observations de terrain. La réalité se situe souvent entre ces deux extrêmes, certains phénomènes relevant de la facilitation tandis que d'autres s'expliquent par l'inhibition. **(Hasnaoui, 2011)**

6.1. Les successions végétales :

Sur les dunes, les zones successives de végétation correspondent à des phytocénoses de plus en plus diversifiées, sur un substrat qui, initialement nu, devient un sol à horizons différenciés : c'est une succession primaire. Idéalement, la dune s'accroît au niveau de la plage et les zones progressent vers la mer : en un point donné se succèdent donc au cours du temps les différentes zones. En ce sens, la succession spatiale observable à un instant donné (toposéquence), récapitule la succession temporelle en un point donné au cours de l'évolution de la dune (chronoséquence).

Mais, même en dehors de toute anthropisation, la dune ne progresse pas systématiquement : actuellement, la tendance transgressive tend à déstabiliser les estrans sableux ainsi que les formations dunaires qu'ils protègent et alimentent. A certains endroits, les vitesses de recul peuvent atteindre plusieurs mètres par an et provoquer des dégâts sur les constructions. **(Hasnaoui, 2011)**

6.2. Évolution et dynamique des dunes littorales :

Au sein des systèmes littoraux, les relations de dépendance entre les accumulations littorales et leur avant-plage restent souvent délicates à cerner. Les besoins de connaissance demeurent donc importants car leur compréhension est à même d'alimenter la réflexion sur la gestion des évolutions littorales. Sur la base d'une analyse de cartes anciennes et de clichés aériens, les évolutions diachroniques du trait de côte de certaines des îles (de l'archipel des Glénan dans le sud du Finistère) sont retracées par **(Hénaff et al. 2015)**. Ces derniers auteurs ont en relation les traits des côtes avec les modifications morphologiques des fonds sédimentaires, en particulier avec les migrations lentes de bancs et de dunes hydrauliques sableux.

Les bilans qui en résultent montrent les liens de dépendance entre les plages adjacentes d'une même île, entre les accumulations d'îles voisines et, au final, entre la mobilité des accumulations sous-marines et celle des accumulations littorales de l'ensemble de l'archipel. Au sein de ce système littoral, ils ont remarqué aussi que si des événements météo-marins sont à l'origine de retraits rapides du trait de côte, les migrations lentes des accumulations sous-marines dans l'archipel définissent, sur des

périodes plus longues, des conditions favorables à l'érosion ou l'accrétion des rivages. Ce sont là des conditions dont il est nécessaire de tenir compte dans la perspective de la gestion des évolutions des rivages des îles et des îlots de l'archipel (Faye, 2010).

6.3. L'évolution du milieu abiotique peut expliquer la facilitation

Généralement l'installation d'une espèce végétale conduit, en retour, à une modification du milieu qu'elle occupe. Le milieu ainsi modifié, serait propice à l'installation d'une autre espèce. Les premiers végétaux halophiles (*Atriplex* sp, *Salsola*...) et les Poaceae colonisatrices tels que *Agropyron* sp fixent le sédiment en un massif surélevé, dont le sel va être lixivié par la pluie. Le milieu peut alors être colonisé par des végétaux ne supportant pas une salinité excessive du sol, comme l'Oyat (*Ammophila*). Cette dernière à son tour, grâce à son réseau rhizomateux plus dense contribue à une fixation accrue du substrat ce qui permet l'installation d'espèces moins résistantes au déchaussement. Grâce à la fixation d'azote, symbiotique ou non, la quantité d'azote disponible dans le sol augmente progressivement (il faut y ajouter l'apport des fèces d'herbivores). Cet enrichissement permet l'installation des groupements végétaux de la dune fixée, dont les espèces résistent mal à l'ensablement et au déchaussement.

A ce stade, la matière organique commence à s'accumuler dans le sol, ce qui permet l'installation des chaméphytes ; l'évolution vers le climax est ainsi entamée (source). (Faye, 2010).

6.3.1. Le déclin de vigueur peut expliquer la levée de l'inhibition

Le principal facteur qui peut expliquer le déclin de l'espèce monopolisant l'espace est le déclin de vigueur. En Effet, au bout de quelques temps, les espèces dominant l'espace, dans un stade de succession, poussent moins bien sur les sites qu'elles colonisent. Par exemple, *Ammophila arenaria* ne fleurit plus dans les sables colonisés depuis longtemps. Les facteurs évoqués pour expliquer ce déclin sont nombreux : rejet et accumulation de composés autotoxiques dans le sol, développement d'herbivores (*Theba pisana* : l'escargot des dunes) ou de parasites nuisibles, épuisement des ressources du sol. Chez *Hippophae* sp, on a montré que le déclin de vigueur serait lié à des nématodes. (Faye, 2010).



Photo 9 : Exemple de végétation des dunes dominée par l'escargot des dunes (*Theba pisana*) (cliché Zemouri) plage sakhra

6.3.2. Rôle de la microflore dans la dynamique dunaire :

Les mycorhizes peuvent être impliquées dans la levée d'inhibition : certaines plantes colonisatrices comme *Salsola kali* ne présentent pas de mycorhizes, alors que les plantes qui leur succèdent sur la dune mobile en possèdent ; les *Elymus* (*Elymus* = *Agropyron*) sont endomycorhizés. Des études ont démontré que l'inoculation de champignons endomycorhiziens dans le sol favorise le remplacement de *Salsola kali* par *Elymus* dans des cultures réalisées sur des terrils sableux. La densité du couvert de *Salsola kali* est par deux, voire trois lorsque *Elymus* est inoculé par des champignons endomycorhiziens.

Néanmoins, dans les zones exposées au vent, toute réduction de vigueur de *Salsola kali* se répercute sur la croissance des *Elymus*, car ceux-ci sont moins protégés du vent : la facilitation reprend le dessus, et le rôle de la mycorhization est relégué au second plan en bord de mer. Cet exemple révèle que les conditions du milieu modifient l'importance de la favorisation et de l'inhibition dans l'explication de la succession. Des expériences de transplantation ont bien démontré le rôle de la microflore dans la succession dunaire et la levée d'inhibition. L'oyat pousse aussi bien sur le sable de plage stérilisé que sur le sable de plage non stérilisé (production relative proche de 100%). En revanche, sur des sables où *A. arenaria* a déjà poussé ou bien provenant de stades ultérieurs de colonisation, la stérilisation augmente la croissance d'un facteur 2 à 4. Notamment, l'effet est d'autant plus marqué que l'oyat a vieilli. On peut donc relier le déclin de vigueur à la présence de micro-organismes du sol. (Notez que la figure ne permet pas de comparer la croissance sur les différents sols stérilisés). (Faye, 2010)

7. Action de l'Homme sur la dynamique des dunes

La sur-fréquentation des dunes modifie le milieu dunaire (piétinement, eutrophisation). Les dunes anthropisées montrent une évolution de la végétation : disparition des espèces sensibles tel que *A. arenaria* et apparition de marqueurs de piétinement comme les *Cynodon dactylon*, ou les nitratophiles comme les *Sonchus* sp.



Photo 10 : Exemple de dégradation de la végétation du littoral par la pollution touristique (cliché Zemouri). Plage bahara 2

La végétation peut également être arrachée (moto verte, 4X4) ; le sable est alors remobilisé par le vent, notamment au niveau des siffle-vents formés sur les couloirs d'accès à la grève. Il est alors entraîné sur la dune fixée, qui ne supporte pas l'enfouissement, et peut recouvrir des aménagements anthropiques. L'extraction de sable, maintenant interdite, a pu également porter préjudice à certaines espèces dunaires. Enfin, certaines espèces ont fait l'objet d'une cueillette excessive comme l'*Eryngium maritimum*.

En Europe, des actions sont entreprises pour protéger les dunes. Préventivement, l'accès peut être interdit, auquel cas les accès à la plage se font sur des « caillebotis », chemins surélevés constitués de lattes de bois. On peut aussi reconstituer la dune, en la rectifiant au bulldozer (« reprofilage » qui lui restitue son allure initiale) ou en implantant des claies en châtaigner, ou « ganivelles ».

Dans ces deux cas, on plante des plants d'*A. arenaria* pour stabiliser le sable. Les dunes constituent donc des écosystèmes très particuliers, avec une faune et une flore propre. Elles constituent en outre un exemple atypique de succession végétale. Mais ces écosystèmes dunaires sont en péril, car la pression du tourisme est souvent plus forte que la sauvegarde du milieu. (Faye, 2010)



Photo 11 : dégradation de la dune fixe par la surfréquentation touristiques (ici plage du phare) (cliché Zemouri)



Photo 12 : décharge sauvage sur la dune boisée de la plage de Rachgoun. (cliché Medjahdi).

CHAPITRE II :
PRESENTATION DE LA
GEOGRAPHIE DE LA
ZONE D'ETUDE

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA GEOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE

1. Situation géographique :

La wilaya de Mostaganem est située au Nord-Ouest de l'Algérie sur le littoral méditerranéen (d'Afrique du Nord), à 363 km à l'ouest d'Alger, à 80,7 km à l'est d'Oran, à 48 km d'Arzew et à 81 km au nord de Mascara (Fig. 2). Géographiquement la wilaya de Mostaganem comprend au centre la plaine de l'Habra entourée à l'Ouest par le plateau de Sig et les monts d'Arzew, au Sud par les monts des Beni-Çhougrane, à l'Est par une portion de la plaine de la Mina et au Nord-Est par la wilaya de Chelf. Le relief de la Wilaya de Mostaganem permet d'individualiser 06 unités naturelles :

- **Le cordon littoral** : D'une longueur de 124 Km, il s'étale sur huit (08) communes, et couvre une superficie de 27.043 hectares. Le cordon littoral constitue la frange sahélienne de la Wilaya, composée de formations de sables et de dunes.

- **La plaine des Bordjias** : cette plaine couvre une superficie d'environ 25.000 hectares. Elle est située dans la partie Sud-Ouest de la Wilaya. Elle se distingue par une topographie relativement plane (pentes généralement inférieures à 3%) et une altitude avoisinant les 40 à 50 mètres. La plaine des Bordjias fait partie de la grande plaine sublittorale d'El Habra.

- **Le plateau de Mostaganem** : Il s'étend sur une superficie de 56.198 hectares, et présente un relief relativement ondulé s'abaissant sur la plaine d'El Habra et le golf d'Arzew. L'exposition générale est orientée vers le Nord. Son altitude oscille entre 200 et 250 mètres dans la partie Nord, et entre 150 et 200 mètres dans la partie Ouest et entre 300 et 350 mètres à l'Est.

- **La vallée du Chlef** : Elle occupe une superficie de 15.647 hectares. Elle correspond à de larges terrasses dans la partie amont et centrale, puis se rétrécit progressivement jusqu'à l'embouchure de l'oued Chlef. Cette vallée fait partie de la plaine du Chlef.

- **Les collines sublittorales** : Elles s'étendent sur une superficie de 14.268 hectares, et constituent le prolongement des piémonts des monts de Dahra dans la partie Ouest, leurs altitudes oscillent entre 150 et 200 mètres et la pente est modérée (3 à 12%).

- **Les monts de Dahra** : Ils couvrent une superficie de 78.550 hectares. Ces montagnes se présentent sous la forme de petits massifs d'aspect collinaire. Le relief est très accidenté dans l'ensemble de cette zone, il est entaillé par un réseau hydrographique très chevelu. Les versants présentent des pentes appartenant dans l'ensemble à la classe des 12-25%. Les pentes les plus accusées (> 25%) caractérisent les versants de la partie Est.

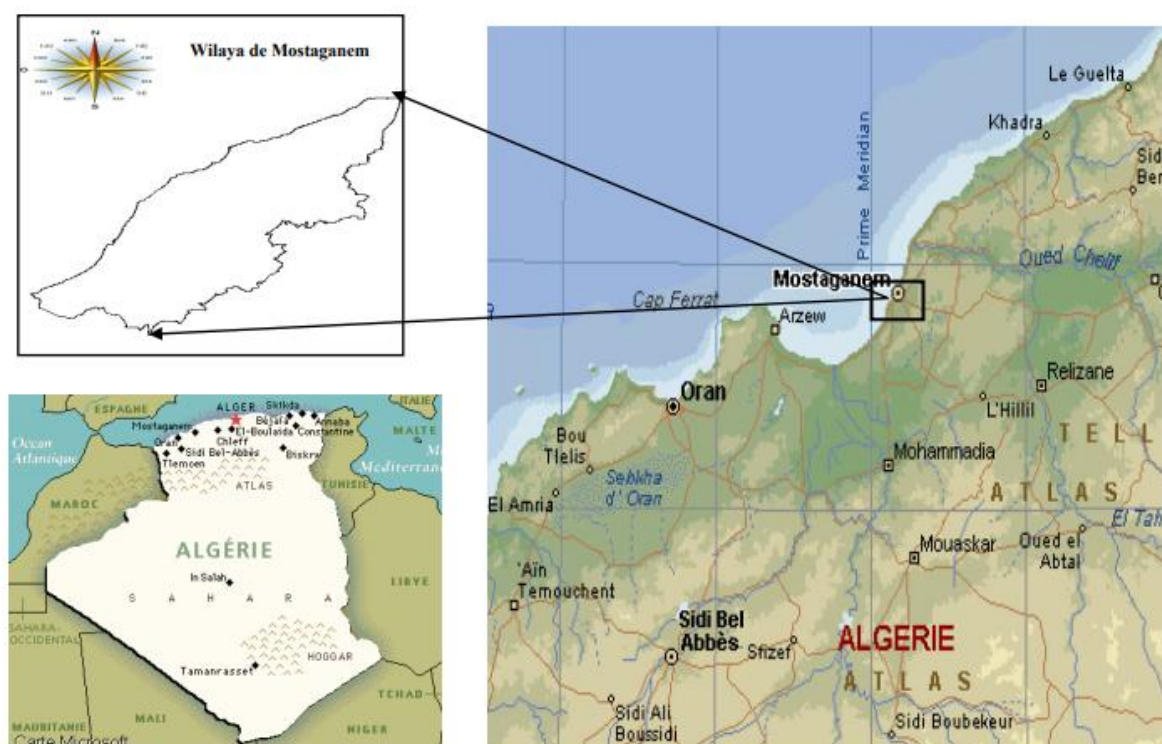
Il faut rappeler que le méridien de Greenwich traverse la Wilaya au niveau de la commune côtière de Stidia, à une dizaine de kilomètre à l'Ouest du chef-lieu de Wilaya.

Objet de notre étude Le cordon littoral est parsemé de différents types de dunes :

des dunes vives.

des dunes consolidées à sommets aigus et d'autres à sommets arrondis.

Cette partie de la wilaya est composé de plages sableuses et de falaises rocheuses, plus accessible à l'ouest (grands ensembles dunaires linéaires plus ou moins consolidés) qu'à l'est (alternance de corniches rocheuses et de petites plages sableuses ceinturant l'embouchure de petits oueds côtiers). Le couvert végétal se caractérise par un cortège floristique pérenne, diversifié et associé à une formation boisée à base de genévriers (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Neilr., *J. phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Arcang.), thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) et pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), ou à base d'une végétation psammophile et/ou halophile particulière à différents stades de dégradation, au niveau des dunes mobiles et de la côte rocheuse soumise aux embruns marins (**Simonneau & Santa 1958**).



Source : Google earth

Fig. 2 : Localisation de la zone d'étude, wilaya de Mostaganem

2. GEOLOGIE :

La situation géologique est diversifiée avec le plateau de Mostaganem sur une dalle grésocalcaire et la chaîne des monts de Dahra dominée par des argiles et des marnes du Miocène (**Dalloni & al. 1956**). Cette région est une portion particulièrement instable du bassin miocène Nord-Tellien. Des mouvements d'affaissement et de subsidence ont affecté les plaines de l'Habra et de la Mina jusque durant le Quaternaire, tandis que la bordure sud se relevait vigoureusement et que les portions ouest et nord-est restaient relativement stables.



Photo 13 : Terrain marneux au Sud de Bouguirate (cliché Medjahdi).

Au Nord-Ouest les monts d'Arzew constituent un môle en surrection à ces phénomènes tectoniques de bascule se superposent des plissements SW-NE qui donnent leurs directions aux principaux traits du relief. La grande diversité des zones morphologiques est le résultat de cette évolution très récente au Sud l'érosion domine, prenant parfois des aspects grandioses.

Au centre, dans les plaines de l'Habra et de la Mina, ce sont les phénomènes d'accumulation qui jouent le rôle principal : l'existence de sédiments, l'absence de drainage et l'insuffisance des pluies sont à l'origine des sols salés qui occupent les zones, les plus basses ou que l'érosion actuelle des oueds n'atteint pas. Les phénomènes de dégradation ont pris le pas sur les autres dans les plateaux de Mostaganem et de Sig, car leur relèvement est trop récent pour qu'un réseau hydrographique ait pu s'y maintenir ou s'y constituer : les zones basses et les

anciennes vallées ont été à l'origine de bassins fermés parfois occupés par des sebkhas (lacs salés asséchés en été) ou par des marécages plus ou moins dégradés.

Dans la région située au Sud d'Arzew (plateau de Sig) la dégénérescence du réseau hydrographique est particulièrement notable. Celui-ci a dû se maintenir jusqu'à une époque récente et le surcreusement des bas-fonds a été accentué par l'érosion éolienne s'exerçant sur des sols salés. Au contraire, dans le plateau de Mostaganem il n'y a pas de sols salés et l'érosion éolienne s'exerce sur les sols sableux décalcifiés : elle se traduit par une grande extension de dunes continentales.

La côte est très relevée, bordée par une flexure qui détermine des érosions ; elle est parsemée de dunes marines plus ou moins fixées. Les monts d'Arzew, d'âge crétacé et probablement jurassique à la base, sont formés de schistes et de quartzites ; le Djebel Orousse est constitué de calcaires parfois dolomités ou marmorisés.

Les dépressions synclinales de la Sebkha d'Arzew et de la plaine de Télamine ont été parcourues jusqu'au quaternaire moyen par un réseau hydrographique dont la dégénérescence a été accélérée par la forte subsidence de la plaine de l'Habra. Les zones élargies de ce réseau hydrographique fossile se sont salées et ont été surcreusées par l'érosion éolienne, tandis que leurs bordures s'alluvionnaient et évoluaient sous l'action de nappes phréatiques à écoulement lent et chargées en sels. Ces oueds ont constitué des cônes de déjections alluvionnaires et les sédiments les plus fins se sont accumulés dans la basse plaine de l'Habra dont le drainage superficiel s'effectue difficilement par le goulet de la Macta : la présence de sédiments salifères Miocène et du Trias dans les bassins versants des oueds et l'inexistence de drainage profond sont les causes principales, avec le climat, de l'existence de formations salées dans cette basse plaine. Çà et là, l'érosion éolienne des sols salés a constitué des dunes et des lunettes, tandis que les eaux de ruissellement formaient des marécages plus ou moins salés.

Au NW, dans la région de Bouguirate et de Sirat les eaux douces du plateau de Mostaganem ont constitué jadis dans la zone basse des marécages dont les sols ont été remaniés par l'érosion éolienne. Le plateau de Mostaganem est constitué par des rides anticlinales SW-NE, pliocènes et post-pliocènes recouvertes, soit par la lumachelle calabrienne, soit par des dunes. Pendant le Quaternaire les fleuves ont contourné cette région par l'W (Hillil-Mina) et par le N (Chéelif), et la prédominance de l'infiltration sur le ruissellement.

Dans des terrains très perméables a été la cause de la formation de nombreux bassins fermés. Par ailleurs, les phénomènes de surcreusement n'ont pas eu lieu en l'absence de formations salifères. **(Dalloni & al. 1956)**

3 Pédologie :

L'échelle, la nature des sols et la classification employée nous ont amené à faire un grand usage de la notion d'association de sols.

Le cordon dunaire est dominé par des sols dunaires. Ils sont principalement calcaires et recouverts d'une maigre végétation.

Les dunes du plateau de Mostaganem résultant du remaniement des sols décalcifiés sont parfois acides. Ces sols peuvent être corrigés par le marnage comme les sols décalcifiés.

3.1 Le phénomène d'ensablement à Mostaganem :

L'ensablement résulte du dépôt éolien généralement favorisé par la nature du sol où le vent joue un rôle très important en arrachant les particules fines de la surface de la terre dans les zones arides et semi arides. Ce phénomène constitue un double danger menaçant les sols de ces régions : Celui d'être réduit à l'état squelette après le départ des éléments fins enlevés par le vent, et d'être recouvert par le sable.

L'ensablement est une réelle menace économique pour les agriculteurs et les citadins des zones touchées par ce phénomène. En effet, lorsque le sol est couvert d'une couche de sable, il devient de ce fait stérile. Les cultures disparaissent sous une couche de sable sur laquelle pousse des espèces végétales naturelles, et les labours n'atteignent plus le sol. Quand il y'a un voile sablonneux sur les routes, cela présente un danger pour l'homme (les conducteurs et passagers des véhicules). Quand les systèmes de lutte contre l'ensablement des terres productives ne sont plus efficaces (baisse de la production). Quand il y'a des accumulations sableuses dans les zones urbaines et les axes routiers, les secteurs touristiques sont menacés par la destruction du système dunaire, donc perte de la faune et ensablement issus des processus érosifs. C'est à travers ces critères que nous pouvons dire que la zone de Mostaganem connaît un phénomène d'ensablement en proie à des risques importants. **(Dalloni & al. 1956)**



Photo 14 : l'accumulation du sable dans la plage du phare. (cliché Zemouri).

D'après la répartition des sables à l'échelle de la zone, force est de constater que les accumulations éoliennes sont plus importantes sur le plateau de Mostaganem : Le cordon dunaire littoral et les dunes à l'intérieur du plateau sont sous forme de dunes vives et de dunes consolidées.

3.2 Transport des sables :

Toute particule ou fragment de roche susceptible d'être transporté ou mis en mouvement par le vent est appelé sable. Cette mobilisation se produit généralement à partir d'une vitesse comprise entre 4 et 6 m/s. (Henin, 1960). Selon leur granulométrie, les grains de sable sont fins ou grossiers. La nature géologique de la roche mère donne aux grains des densités et des teintes différentes, la forme des grains dépend elle aussi des frottements qu'elle subit le long de sa trajectoire de migration. Sous l'action d'un vent efficace, le sable est mis en mouvement par grains ou en masse.

4. Climatologie :

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (les températures, les précipitations, la pression atmosphérique, les vents, l'évapotranspiration, humidité ...) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. Il est déterminé par la situation géographique et par la circulation atmosphérique.

Le climat est un facteur du milieu naturel qui détermine le potentiel agricole d'une région. Par ces composantes. Le climat influe le développement des plantes, la

formation et l'évolution des sols. Son action est souvent défavorable dans la mesure où il peut être à l'origine de la dégradation du milieu.

La région de Mostaganem est l'une des régions les plus arides de l'Algérie du nord, compte tenu de la proximité de la mer. Les hauteurs de pluies sont inférieures à 400 mm par ans. (Henin, 1960)

4.1. Les précipitations dans la région de Mostaganem

Le littoral Oranais est la partie la moins arrosée de l'Algérie maritime à cause de la latitude de la côte oranaise qui se situe à la même latitude que les hautes plaines steppiques de l'Est du pays. Cette aridité est due aux vents frais chargés de l'humidité de l'atlantique qui sont arrêtés où bien déviés, vers l'Est par la Sierra Nevada en Espagne et par le Rif marocaine. (Henin, 1960)

4.1.1. Les précipitations mensuelles :

L'étude des précipitations de la période (1980-2008) nous montre que les précipitations mensuelles maximales au cours de l'année se situent aux mois de novembre et mars, alors que les valeurs minimales sont enregistrées en juillet et août.

Tab. 1 : Précipitations moyennes mensuelle de Mostaganem (1980-2008)

Mois	jan	fév	mars	avr	mai	jui	juil	ao	sep	oct	nov	déc	Année
(P)mm	49	53	36	34	14	8	5	3	11	23	46	41	353
Jours	10	9	8	9	5	3	2	2	4	8	8	7	75

Source : Station de Mostaganem

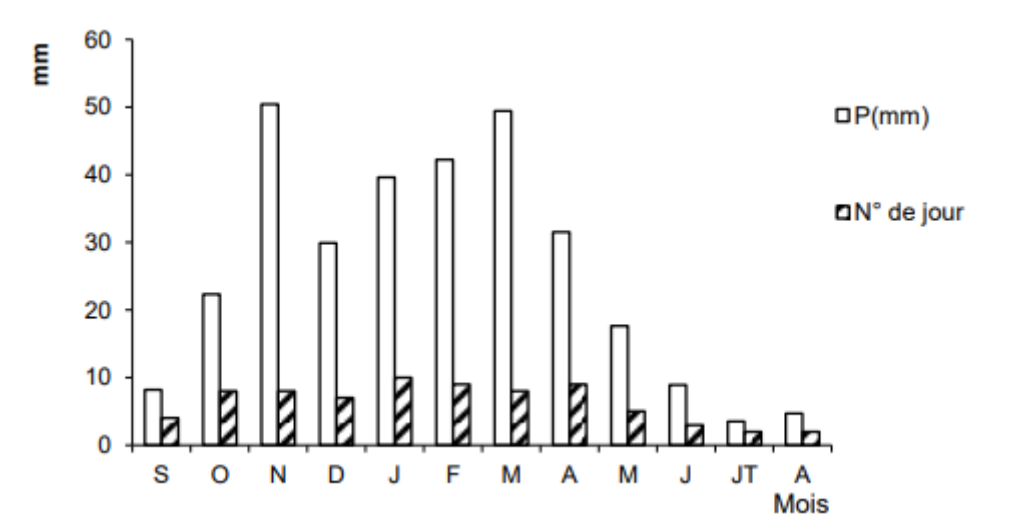


Fig. 3 : Précipitation moyenne mensuelle à Mostaganem (1980 à 2008)

4.1.2. Les précipitations saisonnières :

Conventionnellement un jour de précipitation est un jour au cours duquel on observe une accumulation d'eau ou on mesure au moins 1 millimètre de précipitation dans la station météorologique. La probabilité de jours de précipitation à

Mostaganem varie au cours d'une année à une autres. La saison connaissant le plus de précipitation dure 7,8 mois, du 26 septembre au 20 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 12 %. Le mois ayant le plus grand nombre de jours de précipitation à Mostaganem est novembre, avec une moyenne de 6,1 jours ayant au moins 1 millimètre de précipitation.

La saison la plus sèche dure 4,2 mois, du 20 mai au 26 septembre. Le moins ayant le moins de jours de précipitation à Mostaganem est juillet, avec une moyenne de 0,6 jour ayant au moins 1 millimètre de précipitation.

Pour les jours de précipitation, nous distinguons les jours avec pluie seulement, neige seulement ou un mélange des deux. Le mois avec le plus grand nombre de jours de pluie seulement à Mostaganem est novembre, avec une moyenne de 6,1 jours. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la plus courante au cours de l'année est de la pluie seulement, avec une probabilité culminant à 23 % le 20 novembre.

4.1.3. Variation inter -annuelle des précipitations :

L'analyse des variations inter-annuelles nous montre qu'il y a deux périodes avec une opposition bien tranchées à savoir : deux Périodes assez arrosée de 1978 à 1986 et 1997-2008, et une période moins arrosée de 1987 à 1997. Les variations inter-annuelles des précipitations de Mostaganem témoignent que la sécheresse qui a commencé à travers l'Oranie en 1977 continue jusqu'à présent (Tab. 2)

Tab. 2 : Précipitations annuelles de 1980 à 2008

Année	80-81	81-82	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88
P(mm)	445.5	148.5	393.0	347.5	448.9	460.6	311.3	329.0
Variance(q ²)	27.4	106.3	6.2	0.01	29.3	36.3	3.2	0.7

Année	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98
P(mm)	224.9	175.3	383.4	3352.6	332.9	262.2	299.8	558.9	343.8	334.0
V (q ²)	39.8	79.4	3.9	0.1	34.7	19.0	5.7	97.5	0.01	0.5

Année	98-99	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-95	05-06	06-07	Moy.
P(mm)	424.9	435.4	444.4	500.6	233.9	362.2	347.8	460.9	343.8	353
V (q ²)	37.7	69.4	3.9	0.1	34.7	19.0	5.7	97.5	0.01	27

4.2. Les températures :

L'un des facteurs constitutifs du climat est la température qui a un rôle important influant sur l'ETR (évapotranspiration réel). L'ETP (évapotranspiration potentiel) Les températures moyennes mensuelles sont relativement élevées et varient de 10 à 26°C, par contre la température moyenne annuelle est de l'ordre de 17.7°C (Cf.

Tab.3) ; Les températures les plus élevées coïncident avec la période où les précipitations diminuent.

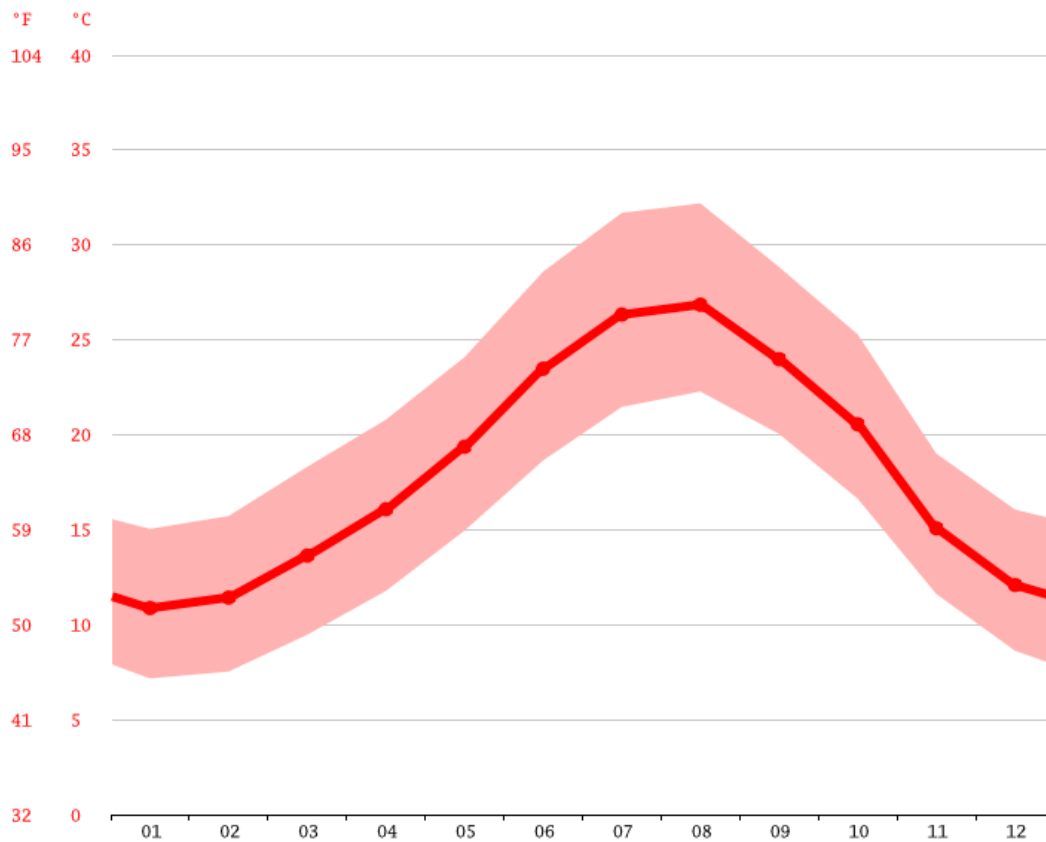


Fig. 4 : Courbe des températures mensuelle à Mostaganem

L'analyse de la Fig. 4 nous montre que le mois d'Aout est le mois le plus chaud de l'année. La température moyenne est de 26.9 °C à cette période. Alors que durant le mois de Janvier, la température moyenne est de 10.9 °C. Janvier est de ce fait le mois le plus froid de l'année.

Tab. 3 : moyenne des températures mensuelles minimales et maximales de la station de Mostaganem durant le période (1980-2008).

Mois	jan.	fév	Mars	avril	mai	juin	jui.	Août	sep.	oct.	nov	déc	année
Température minimale moyenne (°C)	8,3	9,1	10,6	12,8	15,2	18,5	20,9	21,9	19,8	16,3	12	9,3	
Température moyenne (°C)	11	12	14	17	19	21	24	25	23	20	16	13	17
Température maximale moyenne (°C)	15,3	16	17,4	19,2	21,9	25	27,8	28,4	26,5	23	19	16	

4.3. Régime Saisonnier des précipitations

La répartition saisonnière des précipitations (Tab. 4), montre que le maximum pluviométrique est situé en hiver, suivi de l'automne puis du printemps. Le minimum est observé en été. Le régime saisonnier influe largement sur la durée de la période végétative. Il est de type HPAE pour le littoral de la région de Mostaganem

Tab. 4 : Régime saisonnier des précipitations pour la période (1980-2008).

Station	Régime saisonnier				Type
	Hiver	Printemps	Eté	Automne	
Mostaganem	143	84	16	80	HPAE

4.3.1.. Synthèse climatique :

La synthèse climatique est basée sur la recherche des formules qui permettent de ramener à une variable unique l'action de plusieurs indices climatiques. Tenant compte principalement des variables telles que la pluviosité et les températures.

4.3.1.1. Quotient pluviométrique et climogramme d'Emberger :

Pour la détermination du type de climat qui règne ces dernières années dans notre zone d'étude, nous avons eu recours à l'utilisation du quotient pluviométrique d'Emberger. Ce quotient est le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord.

$$Q_2 = \frac{2000 P}{(M^2 - m^2)}$$

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Températures moyennes des minimums des mois le plus froid (°K).

m : températures moyennes des minimums du mois le plus froid (°K).

Tab. 5 : Situation bioclimatique de la station de Mostaganem

Station	Période	Valeurs du Q2	Minima du mois le plus froid (m)	Etages bioclimatiques
Mostaganem	1980-2008	53,64	8.3	Semi-aride moyen à hiver chaud

Les cordons dunaires de la région de Mostaganem sont soumis à un climat méditerranéen semi-aride à hiver chaud avec une moyenne des précipitations annuelles atteignant 353 mm et une température moyenne de 17°C.

4.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Il permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. Ils sont établis en tenant compte de la formule permettant de définir un mois sec soit : $P \leq 2T$.

P : précipitations en mm du mois.

T : températures en °C du même mois.

La période sèche est déterminée par une représentation graphique portant en abscisse les douze mois de l'année, en ordonnée les précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) et à gauche les températures moyennes exprimées en °C.

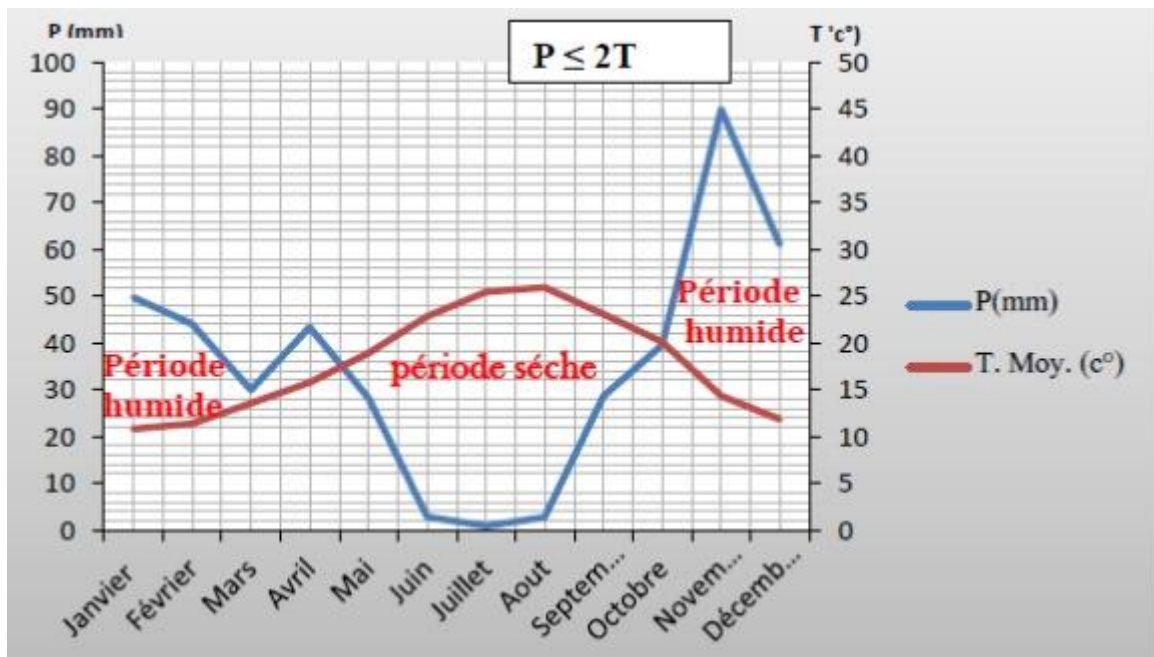


Fig. 5 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la station de Mostaganem (1980-2008)

D'après cette courbe, nous pourrions dire que la zone comprend deux périodes :

- une période sèche qui débute en fin d'avril et prend fin en mi-octobre.
- une période humide qui commence fin octobre et se termine et débute d'avril.

Conclusion

D'après l'étude climatique de notre zone d'étude, les conditions climatiques sont typiques au climat méditerranéen caractérisé par deux saisons :

- Une période pluvieuse de cinq mois, débutant en mi-octobre jusqu'au mois de Mars

Par ailleurs, la chaleur d'été est souvent atténuée par la brise de mer. Les amplitudes thermiques sont fortement atténuées et sont dépendantes des températures de la surface de la mer. La brise de mer joue un rôle particulièrement important durant l'été en faisant largement baisser les températures maximales, réduisant significativement l'amplitude thermique.

Le vent a cependant une influence prépondérante du fait de sa charge en embruns, avec toujours une humidité atmosphérique importante qui diminue l'évapotranspiration et provoque des précipitations occultes. La station de Mostaganem est sous un bioclimat de type semi-aride à hiver chaud.

CHAPITRE III :

METHODOLOGIE

CHAPITRE III METHODOLOGIE

Nous avons entrepris cette étude dans L'objectif d'identifier et décrire les principaux groupements végétaux des cordons dunaires de la wilaya de Mostaganem. Les caractéristiques floristiques et écologiques de la végétation, et l'étude des aspects dynamiques des groupements sur terrain, se fait essentiellement à l'aide de la méthode des relevés phytoécologiques proposée par (**Braun-Blanquet, 1951**). Notre travail de terrain reposera donc sur deux étapes :

- La première est analytique, elle comprend la préparation de l'échantillonnage et la réalisation des relevés.

- La deuxième est synthétique, c'est l'étape des traitements statistiques et des analyses des données.

1. ECHANTIOLLONNAGE ET REALISATION DES RELEVES

La réalisation des relevés de végétation sur terrain est la première étape de tout travail touchant le domaine de l'écologie végétale. Cette première étape est assez délicate à réaliser, où certaines précautions élémentaires doivent être prises en compte (**Delpech, 2006**). Un bon relevé doit donner une image aussi fidèle que possible de la communauté telle qu'elle se présente sur le terrain (**Guinochet, 1955**). Cette exigence de qualité des relevés est à la fois :

- D'ordre floristique : exactitude et finesse des déterminations (**De Foucault, 1987**)

- D'ordre synécologique : stricte homogénéité de milieu (**Géhu, 2000**).

1.1. Echantillonnage :

L'échantillonnage est l'ensemble des actions qui consistent à prélever dans une population des individus représentatifs de l'ensemble et qui devant constituer l'échantillon. Pour (**Dagnellé, 1970**) et (**Guinochet, 1973**) l'échantillonnage est l'opération de prélèvement d'un certain nombre d'éléments de la population que l'on peut observer ou traiter. C'est la seule méthode permettant les études de phénomènes à grande étendue tels que la végétation, le sol, et éventuellement leurs relations. Le relevé est l'un des outils expérimentaux de base pour la botanique et l'écologie végétale.

Pour prélever nos échantillons nous avons choisi l'échantillonnage stratifié. Notre choix se justifié par les éléments suivants :

- La durée de temps du présent travail (deux à trois mois) ne permet pas une étude plus détaillé basé sur un échantillonnage systématique.

- L'absence de précédente étude ne permet pas l'installation d'un protocole basé sur l'échantillonnage au Hazard

- La plupart des auteurs (**Aime, 1991 ; Hadjadj, 1996**)... qui ont travaillé sur les formations forestière et pré forestiers de l'Oranie ont opté pour cette méthode.

1.1.1. Echantillonnage stratifié :

Les études phytoécologiques visent souvent la précise de mesures au cours du temps sur une station, il est indispensable de conduire un échantillonnage stratifié. Pour la réalisation de cette méthode, il est indispensable de disposer de toutes les informations majeures permettant de caractériser les milieux à savoir :

- La géomorphologie
- La pédologie
- La climatologie
- L'occupation du sol

Il faut procéder au rassemblement de toutes les données disponibles et valoriser les informations qu'elles peuvent nous fournir sur les caractéristiques du milieu. Il s'agit en particulier de rechercher toutes les cartographies disponibles et les informations des rapports essentielles à la compréhension de la végétation...

A partir de ces informations, l'échantillonnage stratifié consiste à découper l'espace, à échantillonner, en unités ou strates, successives, homogènes vis-à-vis de quelques paramètres considérés, a priori, comme constituant des facteurs actifs déterminant de la répartition des plantes.

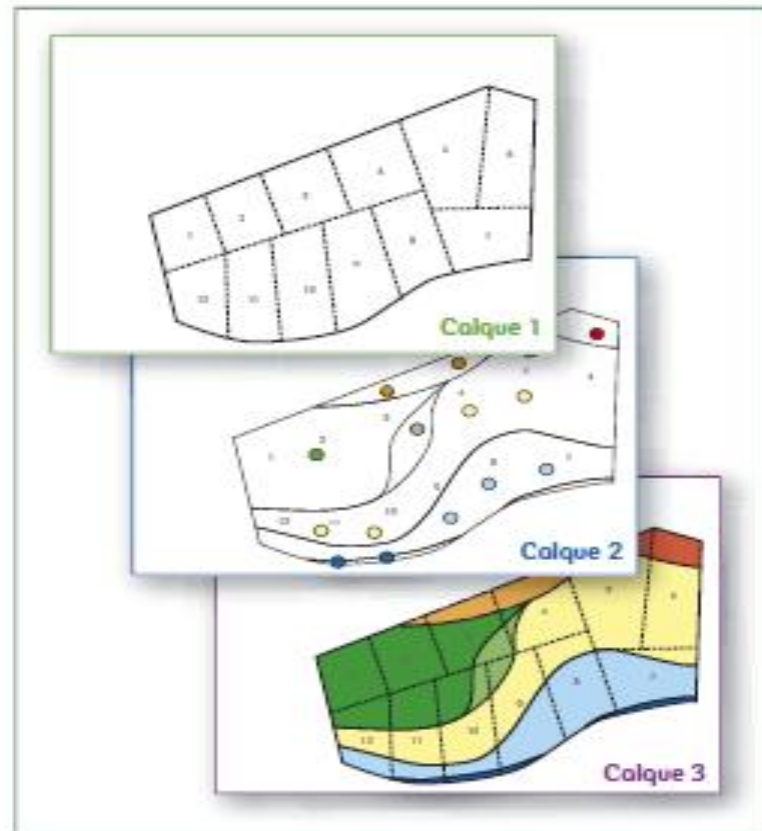


Fig. 6 : exemple de stratification (Google Ourthe)

Le nombre et la répartition des relevés doit aussi être réfléchi afin d'éviter deux principaux écueils à savoir de :

- Effectuer des relevés inutiles à cause d'une sur représentation de certaines strates.
- Privilégier les milieux les plus fréquents en ignorant certains milieux moins étendus mais très significatifs sur le plan écologique.

Afin d'arriver correctement à limiter l'espace échantillonné, un certain nombre de documents de base ont guidés notre travail à savoir :

- Les cartes topographiques et thématiques réalisées dans la région.
- Les documents anciens et récents réalisées dans la région.

La méthode utilisée pour caractériser les groupements à travers l'aire de répartition de ces espèces dans la région, comporte plusieurs phases :

- Reconnaissance des peuplements par enquête dans les principales zones.
- Choix dans ces zones représentant des conditions écologiques différentes.

Ces deux phases nous ont permis de caractériser plusieurs stations représentatives dans la zone d'étude. Ces stations représentent les différents groupements et les différents faciès de dégradation de ces groupements.

1.1.2. Méthode d'élaboration de l'échantillonnage stratifié :

Le premier niveau d'échantillonnage se fait donc à l'échelle du paysage. Dans un deuxième temps, on doit choisir, au sein de chaque unité homogène, un nombre pertinent de sites sur lesquels seront positionnées les stations. Une strate homogène vis-à-vis d'un premier facteur sera donc ensuite subdivisée en tenant compte d'un deuxième facteur et ainsi de suite.

La récolte des données a eu lieu au printemps du mois de Mars jusqu'au mois de Mai de l'année 2022 période durant laquelle 30 relevés ont été réalisés dans la zone d'étude.

L'emplacement des relevés s'est fait d'une manière subjective en veillant au respect du critère d'homogénéité structurale floristique et écologique à l'échelle de la station (**Géhu et Rivaz -Martinez, 1981**). La taille des relevés que nous avons échantillonnés avoisine les 100 m² pour chaque relevé.

1.2. Réalisation des Relevés

Trois conditions sont exigées pour la réalisation d'un relevé :

1- Dimensions adéquates, pour contenir un échantillon d'espèces représentatives de la communauté.

2- Uniformité ou homogénéité du relevé, le relevé ne débordera pas sur deux habitats différents.

3- Homogénéité de la végétation, en n'incluant qu'un stade successional ou qu'une phase dynamique ; il existe des outils statistiques pour tester l'homogénéité de la végétation.

En Europe, il est coutume d'analyser l'ensemble de la végétation en incluant, le cas échéant, les plantes ligneuses, herbacées et muscinales. En Amérique du Nord, pour ce qui est des forêts, on ne prend en compte habituellement que les plantes ligneuses, les plantes herbacées étant négligées. En Algérie certains auteurs incluent dans leurs relevés toutes les plantes vasculaires (spermaphytes et ptéridophytes) il s'agit de relevés phytosociologiques. Les autres ne prennent en considération que les plantes ligneuses (arbre, arbuste, buissons) il s'agit dans ce dernier cas de relevé phytoécologiques (Medjahdi, 2010).

Les données floristiques se résument à une liste exhaustive de toutes les espèces présentes dans la surface de relevé. Chaque relevé comprend des caractères écologiques d'ordre stationnel, recensés ou mesurés sur terrain :

- Le lieu et la date.
- L'altitude.

- L'exposition.
- La pente.
- La nature du substrat.
- La surface du relevé.
- Le recouvrement.



**Photo 15 : Réalisation d'un relevé de végétation dans une station.
(cliché Zemouri) plage sidi mansour**

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Un sécateur pour couper les tiges et les rameaux des espèces ligneuses (buissons, arbustes, arbres),
- Un piochon (ou gros tournevis usé) pour déraciner les espèces bulbeuses ou vivaces à grandes racines,
- Un GPS pour prendre les coordonnées de localisation et l'altitude.
- Un appareil photo numérique pour photographier les stations et les espèces.

Après récolte, les espèces végétales ont été mises dans des journaux étiquettes et placées dans une presse de terrain ou classeur de botaniste.



**Photo 16 : la récolte et l'étalage des espèces végétale sur terrain.
(cliché Zemouri) plage sidi abk**

1.3. Préparation de l'herbier et identification

Pour chaque relevé les noms des espèces reconnues sur le terrain ont été portés sur un bloc note. Les plantes non identifiées ont été mises dans un classeur de botaniste et conservées sous presse pour qu'elles gardent plus ou moins leurs formes naturelles pour faciliter leur identification par la suite. Il est très important de noter le numéro de relevé pour chaque espèce.

Pour l'identification des espèces nous avons utilisé les flores suivantes :

- Le site internet de la version actualisé de la flore Quezel et Santa (1962-1963) qui reste la référence de base pour ce genre d'étude (<https://efloramaghreb.org/>).
- La flore d'Afrique du Nord (Maire, 1952-1987) ;
- La flore pratique du Maroc (Fennane et al, 1999 et 2007) ;
- Le catalogue des plantes vasculaires du Nord du Maroc (Valdès et al, 2001) ;
- Flora Vascular d'Andaluciã Occidental (Valdès et al, 1987).

2. Etape synthétique : traitement des données :

En phytoécologie, les analyses statistiques de préciser l'effet des facteurs écologiques sur la présence et l'agencement, le développement et dispersion des espèces végétales dans une zone ou région selon l'échelle de l'étude. La répartition et la structure des groupements végétaux entretiennent des relations étroites avec l'environnement écologique.

La méthode phytoécologique propose (à partir d'un tableau des données initiales) de regrouper d'une part les relevés proches par leur composition floristique, d'autre part les espèces présentes dans les mêmes milieux, et de rechercher leur signification écologique puis de lier la présence de tel groupe d'espèces à tel type de station. Ainsi les analyses statistiques des tableaux des relevés floristiques permettent d'appréhender la dynamique des groupements végétaux et de mettre en évidence des gradients écologiques par le biais d'analyses statistiques multivariées. Dans ce contexte l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) est souvent utilisée pour ressortir la signification écologique des axes c'est-à-dire les facteurs clés régissant la répartition des relevés de végétations et des groupements.

2.1. Méthode numérique : Ordination et classification

Il existe une profusion de techniques numériques permettant de traiter des tableaux floristiques ; elles sont traditionnellement classées en deux catégories (**Bouxin, 1987 ; Kent & Ballard, 1988**) à savoir :

- Les méthodes d'ordination (analyses factorielles), qui sont des techniques d'analyse directe ou indirecte de gradient au sens de (**Whittaker, 1973**), utilisant les propriétés des espaces vectoriels euclidiens pour décrire les individus et les variables

- Les méthodes de classification au sens de (**Goodall, 1954**), qui peuvent être monothétiques, polythétiques, agglomératives ou divisives, et qui consistent à classer les unités et les variables statistiques à l'aide d'algorithmes préalablement établis.

Nos 15 relevés phytoécologiques ont fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC). Ce type d'analyse est plus utilisé en phytoécologie (**Lacoste & Roux, 1972**).

2.1.1. Principes et interprétation de l'AFC :

Indépendamment des moyens mathématiques impliqués (calcul matriciel), qui sont par ailleurs exposés en détail dans de nombreux ouvrages et publications (**Bouroche & Saporta, 1980**) ; **Benzecri & Benzecri, 1984**) ; **Legendre & Legendre, 1998**) ; **Chessel et al. 2003**)... L'Analyse Factorielle des Correspondances

est l'outil privilégié pour le traitement des données floristiques. Cette technique a pour objet de décrire (en particulier sous forme graphique) le maximum d'information contenue dans un tableau de données, croisant des variables et des individus (relevés et espèces), à visualiser la structure générale des données.

Les représentations graphiques sont les projections du nuage de points sur les axes principaux. Souvent ce sont les deux premiers axes qui représentent le mieux le nuage. En pratique, le nombre d'axes retenus est fixé a posteriori par les contributions à l'inertie totale des valeurs propres et la signification écologique des axes (Benzecri & Benzecri, 1984). Les pourcentages d'inertie associés aux axes permettent d'évaluer le nombre d'axes à prendre en considération ; quand les pourcentages cumulés des 2 ou 3 premiers axes sont importants (sans qu'il soit possible de fixer une norme), l'analyse multivariée est généralement considérée comme utile (**Chessel et al. 2003**)

L'interprétation des graphiques (plans factoriels) se déroule en plusieurs étapes:

- Interprétation des proximités des espèces et des relevés
- Réunion des groupes de relevés
- Interprétation des significations écologiques des axes factoriels

Il faut préciser que le simple examen des graphiques ne suffit pas pour les interpréter correctement, il faut tenir compte de :

- De la proximité entre points et axes principaux, i.e. de la qualité de leur représentation sur l'axe considéré (elle est fournie par la valeur du cosinus carré ou contribution relative (CR))
- Du rôle joué par chaque point dans la détermination d'un axe (part d'inertie du point à la définition de l'axe ou contribution absolue (CA)).

Les éléments qui ont les plus fortes contributions sont les explicatifs pour l'axe considéré.

2.1.2. La classification ascendante hiérarchique (CAH)

Afin de faciliter l'individualisation des ensembles de relevés sur les cartes factorielles obtenues pour interpréter l'AFC, nous avons eu recours à la classification automatique des données. Pour cela, nous avons utilisé la classification ascendante hiérarchique ou C.A.H.

Cette classification est le complément de toutes Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). La CHA permet d'exploiter avec le minimum d'arbitraire les cartes factorielles. Elle tient compte de toutes les dimensions, mais aussi des pondérations. Une CAH, bien utilisée, permet donc la détection et la délimitation efficace des classes homogènes (**Briane, 1994**).

La méthode de CAH permet de construire une typologie (ou partition) d'un ensemble d'individus en classes telles que les individus appartenant à une même classe sont proches alors que les individus appartenant à des classes différentes sont éloignés. Elle permet ainsi, la construction d'un diagramme en arbre ou dendrogramme qui montre la séquence dans laquelle les divisions ou réunions des groupes sont faites.

CHAPITRE IV :

Résultats et discussions

CHAPITRE IV Résultats et discussions

Catalogue floristique des dunes littorales de la région de mostaganem :

PTERIDOPHYTE			
ADIANTACEAE	ASPLENIACEAE	EQUISETACEAE	
Adiantum capillus-veneris L.	Asplenium ceterach L.	Equisetum ramosissimum Desf.	Equisetum telmateia Ehrh.
G. [Subcosm.] Toute l'année. AC.	G. [Méd.] Novembre-Juin, C.	G. (NPh.). [Subcosm.] Mars- Juin, AC.	G. [Euroméd. Asie] Mars-Avril, AR.

SPERMATOPHYTA				
GYMOSPERMEA				
CUPRESSACEAE			EPHEDRACEAE	PINACEAE
Juniperus phoenicea subsp. turbinata (Guss.) Arcang.	Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa (Sm.) Neilr.	Tetraclinis articulata (Vahl.) Masters	Ephedra fragilis Desf.	Pinus halepensis Mill.
Ph. [Méd. Arabie Canarie] Décembre- Février, C.	Ph. [Méd.]. Février- Avril ,C.	Ph. [AMI] Mars-Mai, CC.	Phl. [W. Med.] Avril-Mai, AC.	Ph. [Med.] Mars-Mai, CC.
ANGIOSPERMAE –DICOTYLEDONES				
AIZOACEAE				
Mesenbryanthemum crystallinum L.		Th. [Méd., Sud Afrique, Maca.] Mai-Juin, AC.		
ANACARDIACEAE				
Pistacia lentiscus L.		Nph. [Med.] Mars-Mai, CC.		
APOCYNACEAE				
Nerium oleander L.		Ph. [Med.] Mai-Juillet, CC.		
ARISTOLOCHIAEAE				
Aristolochia baetica L.		Phl. [AMI.] Octobre-Mai AC.		
ASTERACEAE				
Anacyclus clavatus (Desf.) Pers.		Th. [Méd.] Mars-Juin (Septembre- Novembre), CC.		
Anacyclus linearilobus Boiss. & Reut.		Th. [A.], Avril-Mai, C.		
Artemisia arborescens (Vaill.) L.		Ch. [Méd.] Avril-Juin, CC.		
Asteriscus aquaticus (L.) Less.		Th. [Méd. et Maca.] Avril-Juin, AC.		
Calendula arvensis L.		Th. [Euroméd.] Octobre-Juin, CC.		

Carduus spachianus Durieu	Th. [AMI.] Mars-Avril, R.
Carlina lanata L.	Th. [Méd.] Juin-Août, AC.
Centaurea aspera L.	H. [Méd.] Mars-Novembre RR.
Centaurea calcitrapa L.	H. [Cosm.] Juin-Septembre, CC.
Centaurea fragilis DR.	Th. [AMI.] Avril-Juin, AR.
Chrysanthemum coronarium L.	Th. [Méd., SW. Asie, Maca.] Février-Mai (Novembre-Décembre), CC.
Dittrichia viscosa (L.) Greuter	Ch. [W Méd.] Août-Novembre, CC.
Echinops strigosus L.	Th. [AfnI.] Mai-Août, CC.
Filago pyramidata L.	Th. [S. et W. Euro., NW. Afrique, S. Asie et Maca.] Avril-Juillet, CC.
Galactites duriaei Spach ex Durieu	H. [AMI] Avril-Mai, CC.
Hedypnois rhagadioloides (L.) F.W. Schmidt	Th. [Méd.] Mars-Juin, CC.
Helichrysum pendulum (C. Presl) C. Presl	Ch. [W. Méd.] Avril-Août, CC.
Mauranthemum paludosum (Poir.) Vogt et Oberprieler	Th. [AfnI.] Février-Mai, CC.
Pallenis maritima (L.) Greuter	Ch. [W. Méd., Grèce, Maca. (Canaries)] Avril-Mai, CC.
Pallenis spinosa (L.) Cass.	H. [Euroméd.] (Mars) Avril-Juillet(Août), CC.
Phagnalon saxatile (L.) Cass.	Ch. [S. Euro., Afn. Maca.] Février-Juin (Novembre), CC.
Picris cupuligera (Durieu) Walp.	Th. [Afn.] Mars-Juin, CC.
Reichardia tingitana (L.) Roth	Th. (H.) [S. Euro., Afn. et SW. Asie] Mars-Juin, CC.
Senecio leucanthemifolius Poir.	Th. [W. et C. Méd. Crète] Décembre-Juin, CC.
Senecio vulgaris L.	Th. [Euro., N. Afrique, Asie et Maca.] Février-Mai, CC.
Sonchus asper (L.) Hill.	Th. (H.) [Cosm.] Mars-Juillet, CC.
Sonchus oleraceus L.	Th. [Cosm.] Janvier-Décembre, CC.
Sonchus tenerrimus L.	Th. (H.) [Méd.] Décembre-Juillet, CC.
Urospermum picroides (L.) Scop. ex F.W. Schmidt	Th. [Méd. et Maca.] Mars-Mai, C.
BORAGINACEAE	
Echium humile subsp. pycnanthum (Pomel) Greuter & Burdet	H. [AfnI.] Mars-Juin, C.
BRASSICACEAE	
Biscutella baetica boiss. & Reut.	Th. [AMI.] Mars-Juin, CC.
Cakile maritima Scop.	Th. (Th-b.) [Méd. et Maca.] Février-

	Octobre C.
Carrichtera annua (L.) DC.	Th. [Canaries, Méd. SW. Asie jusqu'à l'Iran] Février-Juin, AC.
Eruca vesicaria (L.) Cav.	Th. [S. Euro, SW. Asie, Afn.] Mars-Juin, C.
Lobularia maritima (L.) Desv.	Ch. [Méd. Maca.] Novembre-Juin, CC.
Matthiola fruticulosa (Loefl. ex L.) Maire	Ch. [S. Euro., Afn.] Mars-Juin, C.
Matthiola tricuspidata (L.) R. Br.	Th. [Méd.] Avril-Juin, AC.
CAMPANULACEAE	
Campanula erinus L.	Th. [Subcosm.] Mars-Mai, CC
CARYOPHYLLACEAE	
Arenaria leptoclados (Reichenb.) Guss.	Th. [AMI.] Février-Juin, R.
Cerastium brachypetalum Pers.	Th. [C. & S. Euro., SW. Asie et Afn.] Mars-Mai, R.
Herniaria hemistemon J. Gay	Ch. (H., Th.) [E et S. Méd.] Mars-Avril, R.
Paronychia arabica (L.) DC.	Th. [Afn. et zone désertique W. Asie] Février-Mai, AC.
Polycarpon tetraphyllum (L.) L.	Th. (Ch.) [Cosm.] Avril-Juillet (Août), C.
Silene tridentata Desf.	Th. [Canaries, AfnI. et SW. Asie] Avril-Juin, R.
Silene ramosissima Desf.	Th. [AMI.] Février-Juin, R.
Spergularia diandra (Guss.) Boiss.	Th. [Méd. SW. et C Asie] Février-Mai, CC.
CHENOPODIACEAE	
Suaeda vera J. F. Gmelin	NPh. [SW. Euro. Méd. et Maca.] Mars-Juillet (Novembre) C.
Salsola Kali L.	Ch. [Subcosm.] Mars-Juillet. CC.
CISTACEAE	
Fumana laevipes (L.) Spaech	Ch. [Méd.] Mars-Juin, C.
Halimium halimifolium (L.) Willk.	Ch. [W. Méd.] Avril-Juin, AC.
CONVOLVULACEAE	
Convolvulus althaeoides L.	H. [Méd.] Mai-Juillet (Octobre), CC.
DIPSACACEAE	
Scabiosa stella L.	Th. [W. Méd.] Mai-Juillet, CC.
EUPHORBIACEAE	
Euphorbia paralias L.	Ch. [Méd. Atl.] Mai-Juil, AC
Euphorbia peplus L.	Th. [Euro., W. Asie, Afn. et Maca.] Octobre-Juin, CC.
Euphorbia peplis L.	Th. [Méd. Atl.] Mars-Avril, AC

FAGACEAE	
Quercus coccifera L.	NPh. (Ph) [S. Euro., SW. Asie et Afn.] Mars-Mai, C.
FRANKENIACEAE	
Frankenia composita Pau & Font Quer	Ch. [W. Méd.] Avril-Novembre, RR.
FUMARIACEAE	
Fumaria capreolata L.	Th. [Méd.] Janvier-Juillet, C.
GENTIANACEAE	
Blackstonia perfoliata subsp. grandiflora (Viv.) M.	Th. [SW. Méd.] Mai-Juillet, CC.
Centaurium erythraea Rafin.	H. (Th.) [C-SW. Méd.] Avril-Juin, C.
Centaurium pulchellum (Sw.) Druce	Th. [Paléo-temp.] Avril-Juillet, CC.
GERANIACEAE	
Erodium malachoides subsp. malacoides Maire	Th. [Méd.] Février-Juin, CC.
Geranium molle L.	Th. [Euro., SW. Asie, Maca., et Afn.] Février-Juin, CC.
Geranium purpureum Vill.	Th.(H.) [S. et W. Euro., W. et C. Asie et Afn.] Mars-Juin, CC.
GLOBULARIACEAE	
Globularia alypum L.	Ch. [Méd.] Mars-Juin, CC.
LAMIACEAE	
Lavandula dentata L.	Ch. [AMI.] Mars-Mai, CC.
Lavandula stoechas L.	Ch. [Méd.] Février-Juin, CC.
Marrubium vulgare L.	Ch. [Euro., C. et W. Asie, Afn., Canaries, Açores] Avril-Juillet, CC.
Rosmarinus officinalis L.	NPh. [Méd.] Septembre-Mai, C.
Salvia verbenaca L.	H. [S. et W. Euro., SW. Asie, N. Afrique et Maca.] Février-Juillet, CC.
Thymus munbyanus subsp. coloratus (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet	Ch. [AM.] Mars-Juin, AC.
Thymus munbyanus subsp. munbyanus	Ch. [AM.] Mars-Juin, AR.
LEGUMINOSAE	
Calicotome intermedia C. Presl.	NPh [AfnI.] Mars-Mai, C.
Ebenus pinnata Aiton	Ch. [Afn.] Avril-Juillet, C.
Genista umbellata (L'hér.) Poir.	Ch. [AMI], Juin-Aout, AR.
Hedysarum pallidum Desf.	H. [Afn.] Mars-Mai, C.
Hippocrepis ciliata Willd.	Th. [Méd.] Février-Mai C.
Lotus creticus L.	Ch. [S. Euro., NW. Afrique, SW. Asie et Maca.] Mars-Novembre, C.
Medicago marina L.	Ch. [S. et W. Euro., Afn., SW. Asie]

	Mars-Mai, AC.
Ononis natrix L.	Ch. [S., W. et CW. Euro. et Afn.] Mars-Août, AC.
Retama raetam subsp. bovei (Spach) Talavera et Gibbs.	NPh. [Côtes méditerranéennes de l'Algérie et le Maroc, côtes atlantiques du Maroc et Canaries] Janvier-Avril, AC.
Scorpiurus sulcatus L.	Th. [Méd.] Avril-Juin, C.
Scorpiurus vermiculatus L.	Th. [W. Méd.] Mars-Mai, C.
LINACEAE	
Linum strictum L.	Th. [S. Euro, W. Asie, Abyssine, N. Afrique, Canaries] Mars-Juin, AC.
MALVACEAE	
Malva parviflora L.	Th.(H.) [Méd.] Avril-Juin, CC.
OLEACEAE	
Jasmanium fruticans L.	NPh. [S. Euro., NW. Afrique et SW. Asie] Mars-Juin, CC.
Olea europea L.	Ph. [Méd. et S. Euro.] Mai-Juin, CC.
Phillyrea angustifolia L.	NPh. [W. Méd.] Février-Avril, CC.
OROBANCHACEAE	
Orobanche crenata Forssk.	G. [Méd.], Mars-Avril, C.
OXALIDACEAE	
Oxalis pes-caprae L. Oxalis cernua Thumb.	G. [Nat.] (Décembre) Janvier-Avril, CC.
PAPAVERACEAE	
Glaucium flavum Crantz	H. [S. Euro., SW. Asie, Afn. et Maca.] Février-Juillet, C.
PLANTAGINACEAE	
Plantago afra L.	Th. [Méd. et Irano-Tur.] Février-Juin, CC.
Plantago albicans L.	H. [Méd. et Saharo-arabique] Mars-Juin, CC.
Plantago macrorhiza Poir.	H. [Subcosm.] Février-Mai, C.
Plantago lagopus L.	Th. [Méd. et Maca.] Mars-Mai, CC.
PLUMBAGINACEAE	
Limonium delicatulum (Girard) Kuntze	H. [AfnI.] Juin-Septembre, CC.
POLYGALACEAE	
Polygala monspeliaca L.	Th. [Méd., S. Euro., SW. Asie, NW. Afrique] Mars-Mai, CC.
POLYGONACEAE	
Polygonum maritimum L.	Ch. [Cosm.] Mars-Mai, AC
Rumex bucephalophorus L.	Th. [SW. Asia, Méd. et Maca.] (Janvier) Février-Juin, CC.

PRIMULACEAE	
Anagallis arvensis subsp. arvensis L.	Th. [Subcosm.] (Février) Mars-Juillet, CC.
Asterolinon linum-stellatum (L.) Duby	Th. [Méd. Canaries] Février-Juin, CC.
RESEDACEAE	
Reseda alba L.	Th. [Méd.] Février-Juin, AC.
Reseda phyteuma subsp. collina (Müller Arg.) Ball.	Th.(Ch.) [Afn.] Mars-Juin, C.
Reseda phyteuma subsp. phyteuma	Th.(H.) [C. et S. Euro., SW. Asie et Afn.] Mars-Juin, R.
RUBIACEAE	
Crucianella maritima L.	Ch. [Méd.] Mai-Août, CC.
TAMARICACEAE	
Tamarix africana Poir.	Ph. [C. et W. Méd., NW. France et S. Angleterre] Mars-Juin, C.
THYMELAECEAE	
Thymelea hirsta (L.) Endl.	NPh. [Méd.] Janvier-Mai, CC.
APIACEA	
Crithmum maritimum L.	Ch. [Euro., Méd. et Maca.] Mai-Août, CC.
Daucus carota subsp. carota (L.) Thell.	Th. (H.) [Subcosm.] Mai-Juin (Juillet), R.
Daucus carota subsp. maximus (Lamk.) Sperg.	Th.(H.) [Méd.] (Avril) Mai-Août CC.
Eryngium maritimum L.	Th. (H.) [Eur. Méd.] Mai-Juin (Juillet), C.
Pseudorlaya pumila (L.) Parl. <i>Orlaya maritima</i> Koch.	Th. [Méd.] Mars-Avril, CC.
Scandix pecten-veneris L.	Th. [Euro., SW. Asie, N. Afn.] (Février) Mars-Juin, CC.
Torilis nodosa (L.) Gaertn.	Th. [W. et C. Euro., Méd. et SW. Asie] (Mars) Avril-Juin, CC.
VALERIANACEAE	
Fedia cornucopiae (L.) Gaertn.	Th. [AMI.] Février-Mai, CC.
Valerianella coronata (L.) DC	Th. [NW., C. et S. Euro., Afn., Maca.] Mars-Mai, R.
VIOLACEAE	
Viola arborescens L.	Ch. [W. Méd.] Novembre-Mai, C.
ZYGOPHYLLACEAE	
Fagonia cretica L.	Ch. [Méd.] Mars-Juin, C.
ANGIOSPERMAE –MONOCOTYLEDONES	
ALLIACEAE	
Allium nigrum L.	G. [C. et W. Méd.] Avril-Mai, C.
AMARYLLIDACEAE	
Pancratium maritimum L.	G. [Méd.] Juin-Septembre, AR.
ANTHERICACEAE	

Anthericum liliago subsp. algeriense (Boiss. & Reut.) Maire & Weiller	Ph. [Med.] Mai-Juillet, CC.
APHYLLANTHACEAE	
Aphyllanthes monspeliensis L.	H. [W. Méd.] Février-Juin, AC.
ARACEAE	
Arisarum vulgare Targ. -Tozz.	G. [Méd.] Novembre-Février, C.
ASPARAGACEAE	
Asparagus acutifolius L.	Phl. (Ch.) [Méd.] Juillet-October, CC.
Asparagus horridus L. in Murray	Ch. (Phl.) [Méd. et Maca.] Juillet-Décembre, C.
ASPHODELACEAE	
Asphodelus tenuifolius Cav.	G. [Macar. Méd.] Février-Avril, C.
Asphodelus ramosus L.	G. [S. Euro., W. Asie et Afn.] Février-Juin, CC.
CYPEACEAE	
Cyperus capitatus	G. [Macar. Méd.] Février-Avril, C.
DISCOREACEA	
Tamus communis L.	G. [Euro., Afn. et W. Asie] Février-Mai, C.
HYACINYHACEAE	
Charybdis maritima (L.) Speta	G. [S. Euro., Maca., SW. Asie, Afn.] Septembre-October, C.
Dipcadi serotinum (L.) Medik.	G. [SW. Euro. et Afn.] Février-Mai, C.
Hyacinthoides lingulata (Poir.) Rothm.	G. [Afn.] October-Décembre, C.
Muscari comosum (L.) Mill.	G. [C. Euro., Méd. et Maca.] Mars-Mai, C.
Oncostema peruviana (L.) Speta	G. [S. Euro., Afn., W. Asie] Mars-Mai (Juin), C.
Ornithogalum algeriense Jord. & Fourr.	G. [AfnI.] Avril-Mai, C.
IRIDACEAE	
Gynandrisis sisyrinchium (L.) Parl.	G. [Méd. et SW. Asie] Février-avril, CC.
LILIACEAE	
Gagea algeriensis Chabert	G. [AMI.] Février-Mai, R.
ORCHADACEAE	
Ophrys speculum Link.	G. [Méd.] Février-Avril, AC.
Orchis coriophora L.	G. [AfnI.] Avril-Juin, AR.
POACEAE	
Ammophila arenaria subsp. arundinacea (Host) H. Lindb.	Ch. [Subcosm.] Mars-Juin, C.
Brachypodium distachyon (L.) P. Beauv.	Th. [C. et W. Asie, Méd. et Maca.] Mars-Juin, CC.

Bromus rubens L.	Th. [S. Euro., SW. Asie, Afn., Maca.] Avril-Mai, C.
Catapodium loliaceum (Huds.) Link	Th. [W. et S. Euro., SW. Asie, Afn. et Maca.] Avril-Juin, C.
Desmazeria rigida (L.) Tutin	Th. [W. et C. Euro., Méd. et Maca.] Mars Juin, C.
Hordeum murinum subsp. leporinum (Link) Arcang.	Th. [W. Euro., Méd. et Maca.] Février- Juin, CC.
Hyparrhenia hirta (L.) Stapf.	H. [Méd., Afrique, S. et SW. Asie et Maca.] Janvier-Décembre, CC.
Lagurus ovatus L.	Th. [W. Euro., Méd. et Maca.] Mars- Juillet, CC.
Lamarckia aurea (L.) Moench	Th. [S. Euro., Afn., Maca.] Février-Juin, CC.
Lygeum spartum L.	H. [Méd.] Mars-Mai, C.
Pholiurus incurvus (L.) C.E.Hubb.	Th. [W. et S. Euro., SW. Asie, NW. Asie et Maca.] Avril-Juin, C.
Stipa tenacissima L.	H. [Méd.] Mars-Mai, CC.
SMILACACEAE	
Smilax aspera L.	Phl. [Méd., W. Asie et Maca.] Août- Octobre C.

2. La flore vasculaire du littoral :

L'inventaire du cordon dunaire, nous a permis de mettre en évidence 165 taxons de rang spécifique ou sous spécifique, répartis entre 62 familles, 140 genres. Les angiospermes dicotylédones forment le groupe systématique le plus important avec 123 taxons appartenant à 40 familles et 101 genres ; les monocotylédones contiennent 34 unités taxonomiques réparties dans 15 familles et 32 genres. Les ptéridophytes et les gymnospermes comptent respectivement 3 familles chaque une, 3 et 4 genres et 4 et 5 taxons respectivement.

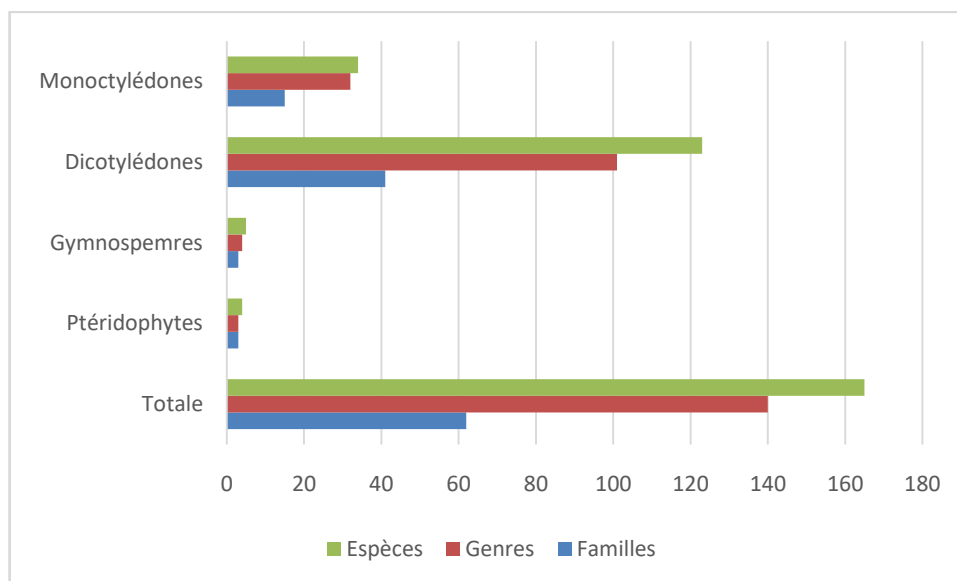


Fig. 7 : Importance des familles, genres, espèces et taxons infra-spécifiques pour les groupes taxonomiques de la flore des cordons dunaires de la région de Mostaganem

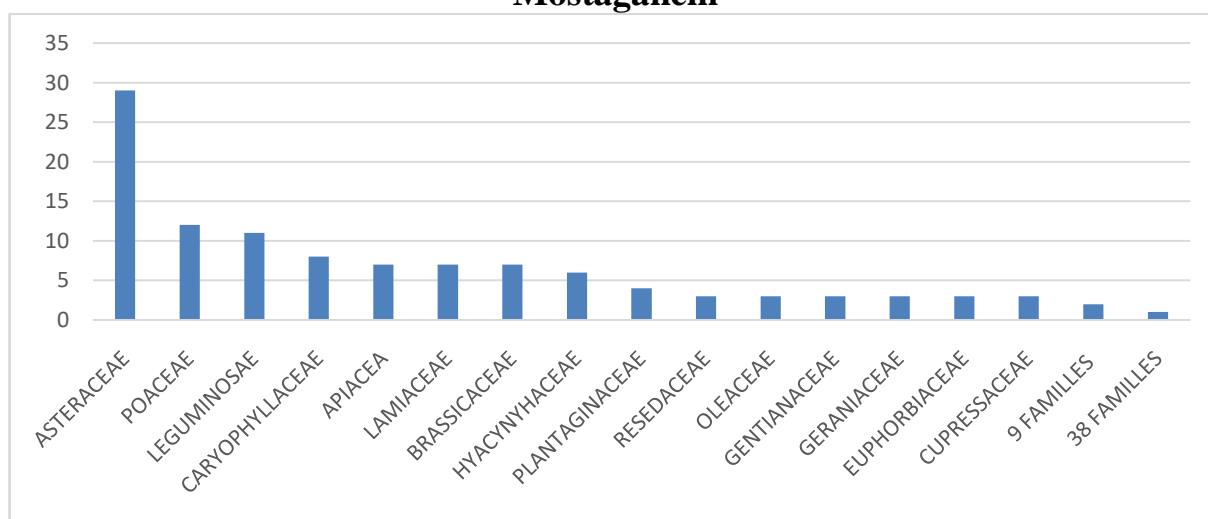


Fig. 8 : Nombre d'espèce par familles pour la flore des cordons dunaires de la région de Mostaganem.

Les familles les plus riches sont les Asteraceae, avec 29 taxons. Suivies mais de loin par les Poaceae, et Leguminosae avec 12 et 11 taxons respectivement. Les Caryophyllaceae comportent 8 taxons et Les Apiacea, Lamiaceae et Brassicaceae 7 taxons chacune. Les Hyacynthaceae avec 6 espèces et les plataginaceae 4 (Fig 8). Les Resedaceae, Gentianaceae, Euphorbiaceae et Cupressaceae comportent 3 taxons chacune. Alors qu'un nombre important de Familles ne contiennent que 2 ou 1 espèces (9 familles avec 2 espèces et 38 familles avec 1 seule espèce).

3. TYPE BIOLOGIQUE

Le spectre biologique est typique du bioclimat méditerranéen semi-aride, avec un important taux des Thérophytes (45%), 10% pour les Hémicryptophytes, 19 % pour les Chaméphytes, 15% pour les Géophytes, 4 % pour les Nanophanérophytes et les Phanérophytes et 3 % pour les Phanérophytes lianes. Même si le pourcentage des Thérophytes est habituellement élevé dans les formations végétales méditerranéennes, avec l'aridité (Daget, 1980) et la dégradation (Grime, 1977), ce pourcentage augmente d'une manière très significative dominant largement les autres types biologiques comme pour le cas présent.

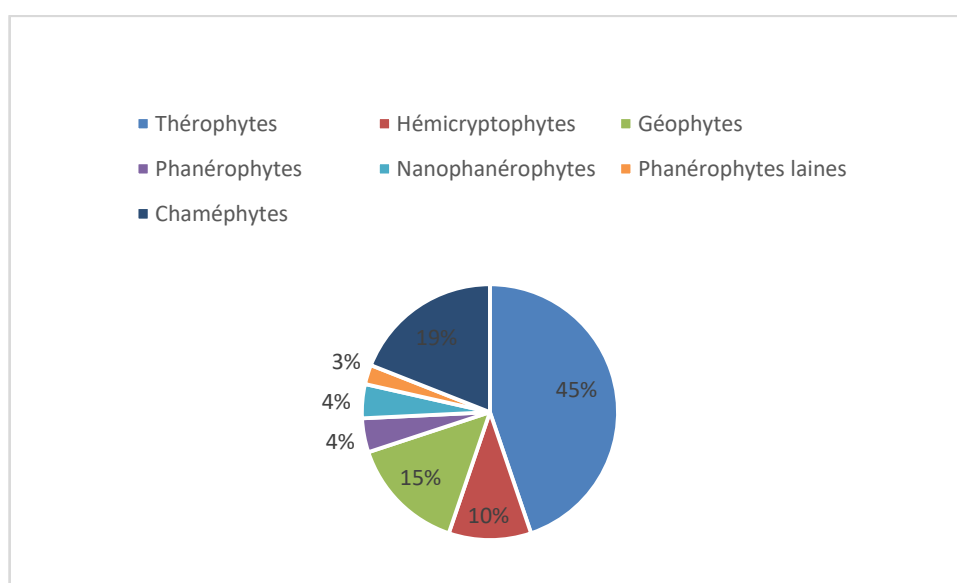


Fig.9 : Pourcentages des types biologiques de la zone d'étude

4. LA FLORE REMARQUABLE DU LITTORAL

La flore vasculaire du littoral de Mostaganem compte 34 taxons endémiques et/ou rare dont 12 endémiques Ibéro-algéro-marocains, 2 endémiques algéro-marocains, 4 endémiques d'Afrique du Nord, 7 endémiques ibéro-Nord Africains et une espèce endémique de l'Algérie il s'agit d'*Anacyclus linearilobus* endémique du littoral oranais.

Les taxons rares sont peu nombreux, Seulement 2 taxons sont très rares, 10 taxons sont rares et 6 sont assez rares. La plupart des espèces inventoriées dans le présent inventaire sont communes ou assez communes pour l'ensemble du territoire national. Les taxons très communs sont les plus dominants avec 46 % du total. Les taxons assez communs et communs sont aussi bien représentés dans ces habitats avec 13 et 30 pourcents respectivement (fig. 9).

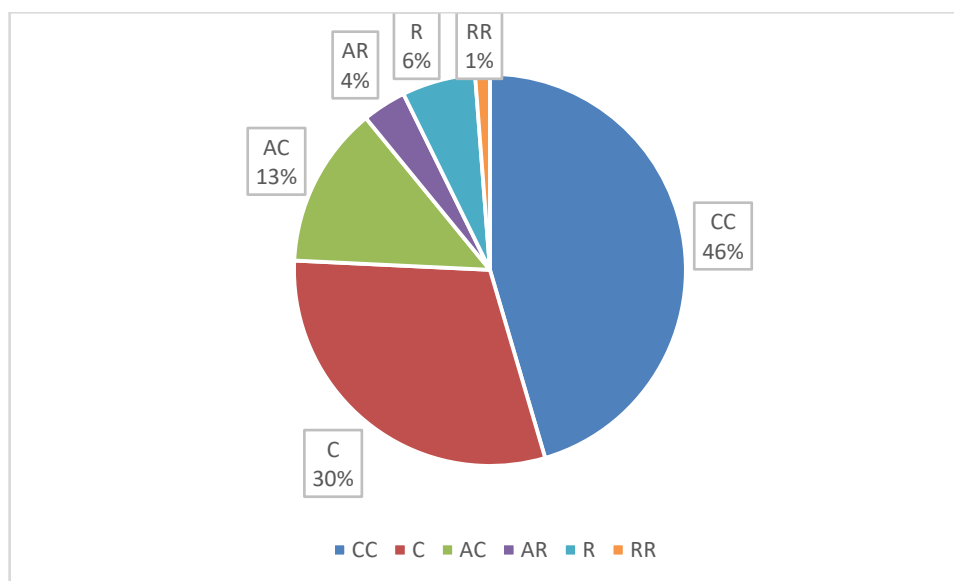


Fig. 10 : Importance des taxons selon le degré d'abondance de Quézel et Santa (1962-1963)

En tenant compte des résultats de cet inventaire floristique, on ne peut que confirmer l'importance de la dégradation et de la banalisation des paysages par l'installation d'espèces opportunistes favorisées par le pâturage, le piétinement mais surtout les décharges sauvages (*Anacyclus clavatus*, *Calendula arvensis*, *Echinops strigosus*, *Malva parviflora*, *Plantago lagopus*, *Rumex bucephalophorus*, *Anagallis arvensis*, *Reseda alba*, *Asphodelus ramosus* et *Charybdis maritima*...).

Notant aussi que la relative importance des endémiques Ibéro-algéro-marocains et des endémiques algéro-marocaines met en évidence l'appartenance de cette zone (littoral de Mostaganem) au complexe bético-rifain. Ce complexe est considéré par Quézel et Médail (1995) comme le plus riche hotspot des dix hotspot du bassin méditerranéen. Alors que la zone d'étude ne représente qu'un nombre très réduit de taxons endémique.

5. ETUDE COMPARATIF DU LITTORAL AVEC LES AUTRES ZONES

La seconde phase du présent travail porte sur l'étude phytoécologique. Pour réaliser cette étude, il a été nécessaire d'effectuer des relevés sur l'ensemble du littoral de la wilaya de Mostaganem suivant la méthodologie développée dans le chapitre précédent.

Après avoir réalisé 30 relevés et identifié les espèces végétales inventoriées dans chaque relevé, nous avons obtenu une matrice de 30 colonnes (relevés) et 165 lignes

(espèces). Une analyse factorielle des correspondances a été appliquée à la matrice obtenue afin de mettre en évidence les groupements végétaux et les significations écologiques des axes c'est-à-dire les principaux facteurs écologiques commandant la structuration des groupements végétaux dans la zone d'étude.

5.1. A.F.C. relevés-espèces

Dans un premier temps, on a tenté une individualisation des groupements végétaux par une analyse factorielle relevés-espèces. La position des points relevés ou des points espèces dans le nuage, sur les cartes relatives à la répartition des relevés et des espèces dans le plan 1-2 (fig. 10), permet de tirer la signification écologique des axes, et de rattacher les groupes de relevés individualisés aux conditions écologiques. Pour le traitement numérique des données floristiques nous avons utilisé le package ADE-4 sur R.

Le tableau ci-dessous résume, les valeurs propres et le pourcentage d'explication, pour les cinq premiers axes. Les valeurs propres et les taux d'inertie, relativement élevés pour le premier axe, deviennent faibles et pratiquement constants à partir du troisième axe. Pour interpréter les résultats nous tenons compte que des deux premiers axes factoriels.

Tab. 6 : Valeurs propres et pourcentage d'inertie pour les cinq premiers axes factoriels

Axes factoriels	1	2	3	4	5
Valeurs propre	0,501	0,472	0,409	0,390	0,350
Pourcentage d'inertie	7,610	6,319	5,670	5,210	5,077
Pourcentage cumulé	7,610	13,929	19,599	24,809	29,886

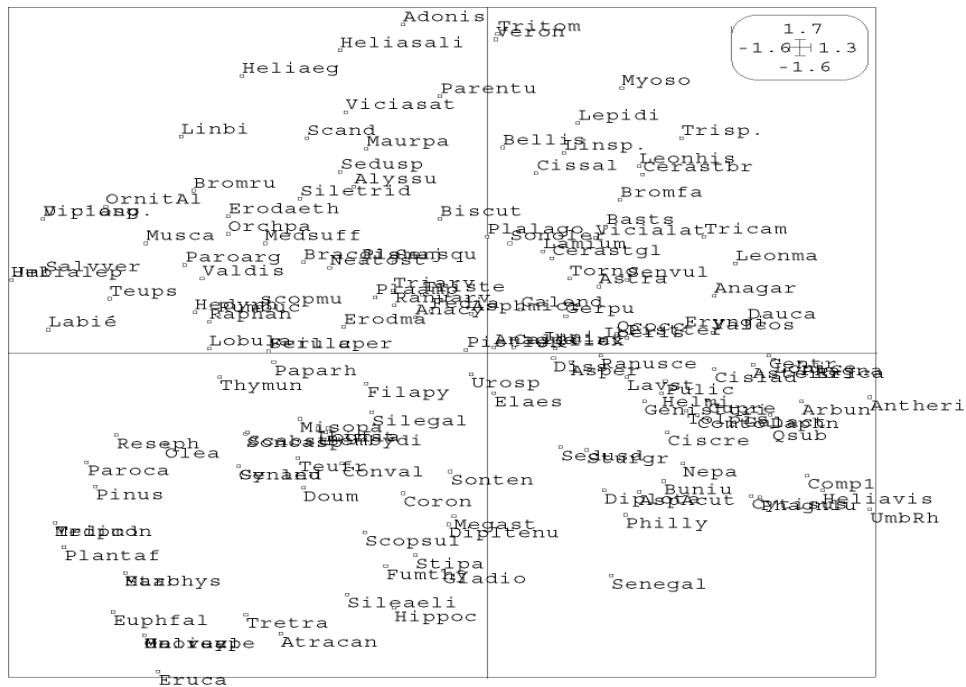


Fig. 11 : Représentation des espèces sur le plan factoriel des axes 1 et 2

Le plan factoriel des axes 1 et 2 absorbe le maximum d'informations, près de 9%. Les contributions relatives de chaque taxon sont utilisées pour définir le gradient écologique des deux premiers axes, en comparant les exigences écologiques de chaque espèce de chaque côté de l'axe considéré.

Sur le premier axe factoriel s'opposent *Ammophila arenaria*, *Medicago marina*, *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum* et *pancratium maritimum*, sur le côté positive aux *Juniperus phoenicea*, *Lavandula dentata*, *Artimesia arborescens* *Tetraclinis articulata* et *Brachypodium distachyon* sur le côté négatif. Cet axe oppose des espèces des dunes mobiles très proches de la mer à des espèces venant souvent sur des substrats stables des dunes boisés situant à l'arrière de la plage. Ainsi le premier axe met en évidence un gradient croissant d'éloignement de la mer et stabilité des dunes.

Sur l'axe 2 le côté positif marqué par la présence, non négligeable, des taxons nitrophiles, apparaissant souvent dans le domaine des dunes fixes ou dunes boisés. On peut noter à titre d'exemple *Urtica dioica*, *Calendula arvensis*, *Ancylus clavatus*, *chrysanthemum coronarium*, *Echinops strogus* ...A contrario le côté négatif est caractérisé par des taxons des substrats très pauvres en matière organiques venant souvent sur les dunes mobiles (*Ammophila arenaria*, *Euphorbia peplis*, *Silene ramosissima*, *Salsola Kali*) . L'axe 2 met en évidence donc un gradient décroissant de richesse du sol en matière organique.

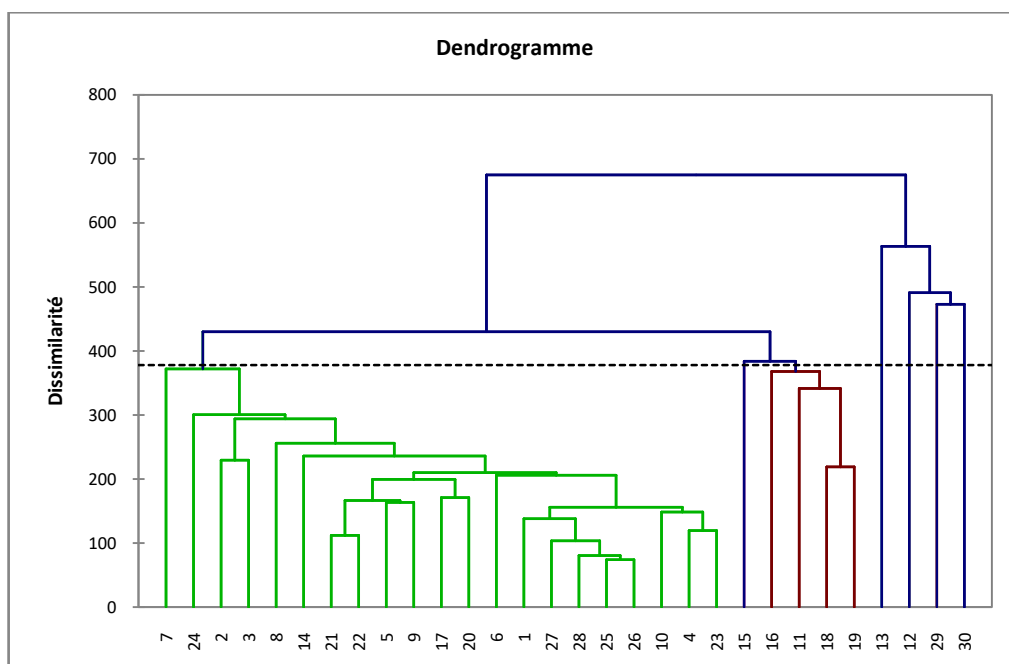


Fig. 12 : Schéma du dendrogramme de la CAH

Légende : groupe 1 en noire, groupe 2 en marron et groupe 3 en vert

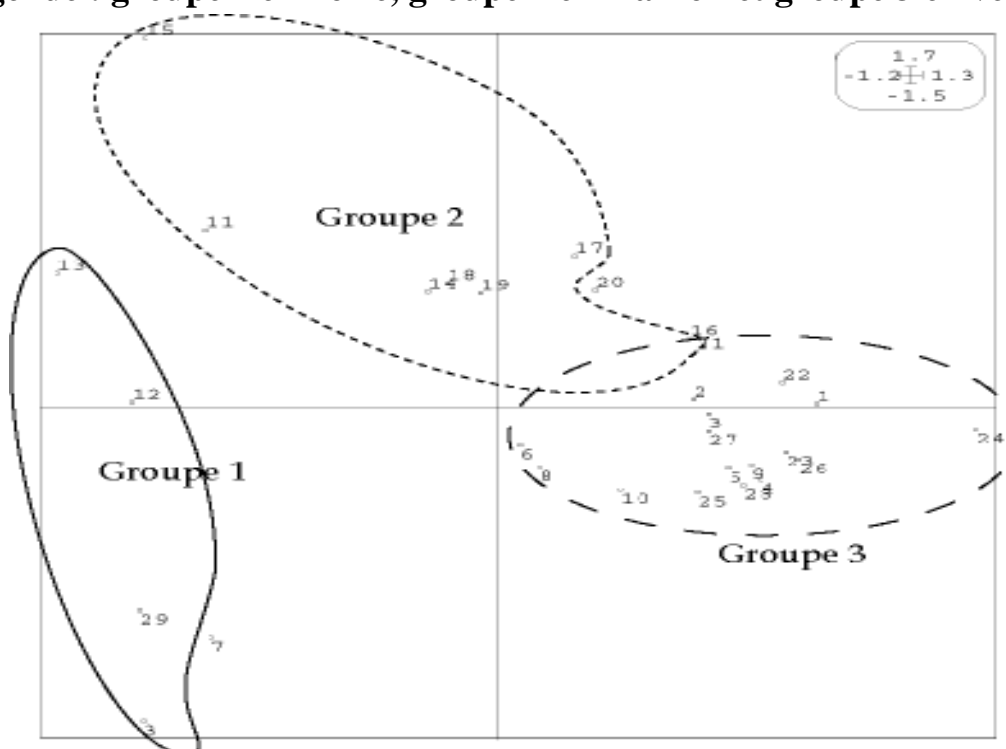


Fig. 13 : représentation des groupes sur le plan factoriel des relevés des axes 1 et 2

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) du moment d'ordre deux a permis de compléter l'analyse précédente, en discriminant trois groupes de relevés

(fig. 11), que nous avons reporté sur la carte factorielle des axes 1 et 2 de l'analyse totale (fig. 12).

5.2. Détermination des groupes identifiés :

❖ Groupe I :

Ce groupe comporte 11 relevés. Sa position sur le plan factoriel par rapport aux axes 1 et 2, montre ses caractéristiques écologiques. Il s'agit de Juniperaies dunaires plus ou moins conservés. Ce groupe est caractérisé par la constance du Genévrier rouge et de son cortège floristique habituel : *Quercus coccifera*, *Ephedra fragilis*, *Pistacia lentiscus*, *Lavandula dentata*, *Rosmarinus officinalis*, *Aphyllanthes monspeliensis* et *Arisarum vulgare*. Ce groupement végétal correspond à l'association *Rhamno rotundifolii-Juniperetum turbinatae* Quézel, Barbéro, Benabid, Loisel & Rivas-Martinez 1988. Cette association est largement développée sur les dunes des côtes oranaises (Aimé, 1991). Elle correspond à la juniperaie dunaire pure dont les caractéristiques sont *Rhamnus oleoides* subsp. *rotundifolia*, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et *Ephedra fragilis*. Les relevés de ce groupe sont donc rattachés à cette association malgré l'absence des caractéristiques.

❖ Groupe II :

Ce groupe est composé par 10 relevés hétérogènes. Par sa position sur le plan factoriel ce groupe représente les formations dégradées du groupe précédents mais plus proche de la mer (venant souvent en contact du groupe 3). C'est là où les pressions anthropiques (décharges, piétinement et surpâturage) sont les plus importantes sans doute. Ces formations sont très ouvertes dominées souvent par des espèces très résistantes au surpâturage. La strate herbacée est souvent dominée par l'*Asphodelus ramosus* et beaucoup d'autres espèces rudérales telles que *Convolvulus althaeoides*, *Erodium malachoides* subsp. *malacoides*, *Eruca vesicaria*, *Echium humile*, *Sonchus asper*, *Sonchus tenerrimus*, *Calendula arvensis*, *Carlina lanata*, *Centaurea calcitrapa*, *Chrysanthemum coronarium*, *Dittrichia viscosa*, *Echinops strigosus*, *Carrichtera annua* et *Anacyclus clavatus*...

❖ Groupe III :

Ce groupe comporte 8 relevés. Par sa position sur le plan factoriel et on s'appuyant sur la signification écologique des axes 1 et 2, nous pouvons dire que ce groupe rassemble les relevés liés à l'*Ammophiletum*. Cette dernière forme un groupement discontinu dominé par les touffes d'oyats (*Ammophila arenaria*) qui présente une excellente adaptation à l'enfouissement d'où leur abondance sur les dunes mobiles et semi-fixes. Cette association n'est pas riche en espèces à cause des conditions extrêmement difficiles des dunes mobiles (salinités, enfouissement, vent et

sècheresse). Le cortège floristique ne dépasse pas les 21 espèces. On peut citer comme caractéristiques : *Ammophila arenaria*, *Erygium maritimum*, *Cyperus Kali*, *Pancratium maritimum*, *Medicago marina*, *pseudorlaya maritima* et *Euphorbia paralias*. Ce milieu est également occupé par de nombreuses annuelles (durant la saison humide) telles que, *Senecio leucanthemifolius*, *Cakile maritima*, *Malcomia arenaria*, *Arenaria cerastioides*, *Silene ramosissima* et *Ononis variegata*.

Dans les zones les plus stabilisées, apparaît *Retema monosperma* subsp. *bovie* qui prépare l'implantation des espèces arborescentes (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* et *Juniperus phoenicea*). A signalé la présence de l'endémique algérienne (spécifique au littoral oranais) *Anacyclus linearilobus* .

Ce groupement végétal est particulièrement menacée par le piétinement intensif (surfréquentation estivale) qui touche actuellement la quasi-totalité des plages du littoral de la wilaya de Mostaganem (même les plus isolées).

CONCLUSION

CONCLUSION

Dans la présente étude nous sommes intéressés au littoral de la wilaya de Mostaganem réputé pour sa richesse floristique et sa végétation bien conservé mais très convoitée, ces dernières années par le tourisme et une urbanisation galopante souvent anarchique. Le littoral de la wilaya de Mostaganem en général et ses cordons dunaires en particulier sont très riches. Cet ensemble fait partie des onze hotspot du bassin méditerranéen, il appartient au complexe bético-réfian (ce complexe est partagé en trois parties : une première partie est située sur le littoral ibérique, la deuxième se trouve au Maroc et la troisième partie est située sur le littoral Oranais). Ce complexe est le plus diversifié des onze hotspot méditerranéen, il comporte un nombre très important d'espèces endémiques.

Nous avons essayé de dresser un bilan de la situation écologique de cette zone. En s'appuyant sur des méthodes basées sur les relevés phytosociologiques, nous avons dans un premier temps établi un catalogue floristique et identifié trois groupements phytoécologiques par la suite grâce à l'utilisation des analyses multi variées.

Le catalogue floristique nous a permis de mettre en évidence l'importance de la dégradation qui touche cette partie du littoral. En effet, pour 30 relevés nous n'avons inventorié que 165 taxons, alors que pour la même intensité d'échantillonnage de nombreux auteurs ont pu recenser un nombre assez important d'espèce (**Taibi, 2010**) à inventorié 242 taxons, (**Maazouz, 2013**) à inventorié 225 taxons pour des milieux plus ou moins conservés). Nos valeurs sont très proches de celles obtenues dans l'inventaire de la forêt de Molay Ismail à Oran (**Abedlaoui, 2018**), à la forêt de Ouled Sidi Yahia à Relizane (**Trari, 2017**) avec 159 et 165 taxons et beaucoup plus importante par rapport au résultat obtenue (96 taxons) à Djebel M'zi dans la région de Nâama (**Soudani, 2018**). Ainsi nos valeurs correspondent aux valeurs obtenues dans des milieux semi-arides dégradés par le surpâturage. Sur le plan biodiversité qualitative, la flore de la zone d'étude est totalement occupée par des espèces ubiquistes (présente un peu partout en Algérie, car elles sont résistantes et peu exigeantes) et rudérales. Les espèces endémiques

et/ou rares sont presque totalement absentes, souvent très localisées une grande partie n'a pas été inventoriée dans ce travail.

Sur le plan phytoécologique les résultats obtenus confirment les conclusions tirées dans le bilan floristique. Les groupements décrits sont très dégradés dominés par des espèces rudérales. L'influence du surpâturage et piétinement est flagrante vu l'importance des espèces résistantes à ces perturbations dans tous les groupements.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- **Abedlaoui M. (2018)**. Etude phytoécologique et inventaire floristique de la forêt de Moulay Ismail. Mémoire Master Foresterie, Université de Tlemcen.
- 2- **Acosta, A., Carranza, M.L. & Izzi, C.F. (2005)**. Combining land cover mapping of coastal dunes with vegetation analysis. *Appl. Veget. Sci.*
- 3- **Aimé, S. (1991)**. Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi arides et arides dans l'étage thermo méditerranéen du Tell Oranais (Algérie nord occidentale). Thèse d'état. Université d'Aix–Marseille 3 .
- 4- **Alcaraz, C. (1977)**. Contribution à l'étude de la végétation dunaire du littoral oranais (Ouest algérien). *C.R.Acad. Sc., Série D*, 284.
- 5- **Alcaraz, C. (1982)**. La végétation de l'Ouest algérien. Thèse d'état : Univ. Perpignan. 415 p. Annexes. Cartes. Tableaux.
- 6- **Alcaraz, C. (1979)**. Étude de la juniperaie littorale oranais (ouest algérien). *Revue de Biologie et d'Ecologie méditerranéenne* **VI** (1).
- 7- **Benzecri J.P. & Benzecri F., (1984)**. Pratique de l'analyse des données. I. Analyse des correspondances et classification. Dunod, Paris.
- 8- **Biondi, E. (2007)**. Thoughts on the ecology and syntaxonomy of some vegetation typologies of the Mediterranean coast. *Fitosociologia*.
- 9- **Bouroche J.M. & Saporta G, (1980)**. L'analyse des données. Presses Universitaires de France, Paris.
- 10- **Bouxin G., (1986)**. Le traitement statistique des tableaux de relevés de végétation. 1. Les petits tableaux. *Biom.-Praxim*.
- 11- **Bouxin G., (1987)**. Le traitement statistique des tableaux de relevés de végétation. 2. Les ensembles de tableaux et les grands tableaux. *Biom.-Praxim*.
- 12- **Bouxin G., (2008)**. Analyse statistique des données de végétation. Adresse internet : <http://users.skynet.be/Bouxin.Guy/ASDV.htm>.
- 13- **Braun-Banquet, J. (1951)**. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetation Kunde. Ed. 2. Springer, Vienne, Autriche.
- 14- **Braun-Blanquet J., Roussine N. et Nègre R. (1952)**. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. CNRS, Paris.
- 15- **Briane J-P. (1994)**. ANAPHYTO. Manuel d'utilisation (version 1/1/94). Doc. Polyc. Univ. Paris-Sud. Centre d'Orsay.

Références bibliographiques

- 16- Brown, G. W. (2013).** Desert Biology: Special Topics on the Physical and Biological Aspects of Arid Regions. Elsevier.
- 17- Calvet, R. (2003).** Le sol : propriétés et fonctions. Volume 1. France Agricole Editions.
- 18- Calvet, R. (2013).** Le sol. Ed. France Agricole.
- 19- Carboni, M., Carranza, M.L. & Acosta, A. (2009).** Assessing conservation status on coastal dunes: A multiscale analysis approach. Landscape and Urban Planning, **91**.
- 20- Chessel D., Dufour A.B. & Thioulouse J., (2003).** Analyse des correspondances simples. Fiche de Biostatistique-Stage 4. adresse Internet : <http://pbil.univ-lyon1.fr/R/stage/stage4.pdf>
- 21- Dagnelie, P. (1970).** Théorie et méthode statistique. Vol. (2). Duclot. Gembloux.
- 22- Dalloni, M, Doumergue, F. & Ehrmann (1956).** Carte Geologique d'Algerie, Bosquet Mostaganem, Feuilles 11 Et 21, Echelle 1/750000.
- 23- Davet, P. (1996).** Vie microbienne du sol et production végétale. INRA Edition, Paris.
- 24- Delpech R., (2006).** La phytosociologie. <http://www.tela-botanica.org/page:menu>.
- 25- Ducellier, L. (1911).** Étude phytogéographique des dunes de la baie d'Alger. Rev. Gén. Bot., **23** .
- 26- Favennec J. (Direction), (2002).** Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique. Editeur ONF, dans la série les dossiers forestiers.
- 27- Faye I. B. Nd. (2010).** La Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux d'Afrique de l'Ouest. Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes. Thèse de doctorat de géographie. Université de Bretagne Occidentale.
- 28- Fennane M. & Ibn Tattou M., Mathez J., Ouyahya A. & El Oualidi J. (Ed.) (1999-2014).** Flore pratique du Maroc. 3 Vol. Trav. Inst. Sci. Sér. Bot. Rabat. n° 36.
- 29- Ferlin, G.R. (1981).** Technique de reboisement dans les zones sub désertiques d'Afriques. CRDI. Ottawa.

Références bibliographiques

30- Forey, E. (2007). Importance de la perturbation, du stress et des interactions biotiques sur la diversité végétale des dunes littorales d'Aquitaine. Thèse Doctorat. Université Bordeaux 1, France.

31- Forey, E., Chapelet, B., Vitasse, Y., Tilquin, M., Touzard, B. & Michalet, R. (2008). The relative importance of disturbance and environmental stress at local and regional scales in French coastal sand dunes. *J. Veget. Sci.*, **19** .

32- Foucault, B. (1987). Nouvelles recherches sur les structures systématiques végétales : caractérisation, ordination, signification. *Phytocoenologia*, **15 (2)** .

33- Géhu J. M. & Géhu J.F. (1986). Données synsystématiques et synchorologiques sur la végétation du littoral tunisien de Bizerte à gabs. Première partie : La végétation psammophile. Document phytosociologique N.S., Camerino **Xb** .

34- Géhu J. M. , Kaabech M. et Gharzouli R. (1992). Observations phytosociologiques sur le littoral kabyle de Bejaia à Djijel. Document phytosociologique N.S., Camerino, **XIV** .

35- Géhu J. M. , Kaabech M. et Gharzouli R. (1994). Observations phytosociologiques dans le Nord-est de l'Algérie. *Phytocoenologia*, Berlin-stuttgart. **24**.

36- Géhu J. M. et Sadki N. (1994). Remarques de phytosociologie et de synchorologie comparées sur le littoral algérois. Document phytosociologique N.S., Camerino **XV** .

37- Gehu, J.M. & Rivaz-Martinez, S. (1981). Notion fondamentales de phytosociologie. *Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk* .

38- Géhu, J.M. (2000). Principes et critères synsystématiques de structuration des données de la phytosociologie. *Coll. Phytos*, **XXVII**, Données de la phytosociologie sigmatiste, Bailleul, **1997** .

39- Goodall, D.W. (1954). Objective methods for the classification of vegetation. III. An essay in the use of factor analysis. *Austr. J. Bot.*, **2** .

40- Guinochet M., 1973 : Phytosociologie. Paris. E^d Masson & Cie.

41- Guinochet, M. et al. (1954). Etude floristique et phytogéographique. In : VIIIe Congrès International de Botanique, Notices botaniques et itinéraires commentés, Paris-Nice, 1954. Publ. Labo. Bot. Gén. & Appliquée, Université d'Alger .

Références bibliographiques

- 42- Hadjadj, S. (1995).** Les Peuplements de (Thuya de Berbérie *Tetraclinis articulata*, Vahl, Masters) en Algérie : phytoécologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille III .
- 43- Hasnaoui, A. (2011).** Analyse des réponses des communautés de cordons dunaires littoraux de l'Algérois aux contraintes et perturbations. Magistère en Sciences de la nature. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene U.S.T.H.B.
- 44- Hénaff, A. ; Lageat, Y. ; Hallégouët, B. ; Jabbar, M. ; Delliou, N. et Diard, M. (2015).** Evolution des accumulations littorales et relations avec les dynamiques d'avant-plage dans l'archipel des Glénan (Sud-Finistère, France). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol. 21 – n° 4 | 2015, 359-384.
- 45- Kacemi, M. (2011).** Protection et valorisation du littoral en Algérie : législation et instruments : Le cas des communes littorales d'Oran. *Études caribéennes* [En ligne], **20**. DOI : <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.5959>
- 46- Kassass, M. (1953).** La végétation et la régénération du sol dans les oueds désertiques. Rapport UNESCO.
- 47- Kent, M. & Ballard, J. (1988).** Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio*, **78**.
- 48- Khelifi H., Bioret F. et Farsi B. (2008).** Apport à la connaissance syntaxonomique du littoral rocheux ouest algérois. *Acta Bot. Gallica*, **155** (2) .
- 49- Khelifi H., (2008).** L'écosystème côtier en Algérie : phytosociologie, symphytosociologie et intérêt patrimonial des végétations littorales du secteur algérois. Thèse Doctorat en Science Agronomique, INA Alger. + annexes.
- 50- Killian, C and Ferrer, D. (1943).** Recherches sur la microbiologie des sols désertiques : résultats des Missions sahariennes. Paul Lechevalier.
- 51- Killian, Ch. (1943).** Les dunes maritimes du littoral d'Alger, leur enrichissement par la végétation et le rôle des micro-organismes du sol. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, **33** .
- 52- Lacoste, A. & Roux, M. (1971).** L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes Maritimes. II. L'analyse des données floristiques. *Oecol. Plant.* **7(2)** .
- 53- Legendre, P. & Legendre, L. (1998).** *Numerical ecology*. Elsevier, Amsterdam, 2nd ed.

Références bibliographiques

- 54- Ley de la Vega, C., Favennec, J., Gallego-Fernández J., et Pascual Vidal, C. (eds) (2012).** Conservation des dunes côtières. Restauration et gestion durables en Méditerranée occidentale. UICN, Gland, Suisse et Malaga, Espagne.
- 55- Maazouz, S. (2013).** Inventaire floristique et étude phytoécologique de la forêt d'Ifry (Wilaya de Tlemcen). Mémoire Master Spécialité Gestion et Conservation de la Biodiversité Continentale. Université de Tlemcen.
- 56- Maier, R. M., Pepper, I. L., Gerba, C. P. (2009).** Environmental microbiology. Amsterdam : Elsevier/Academic Press.
- 57- Maire, R. (1952).** Flore de l'Afrique du Nord. T1. Ed. Le chevalier. Paris.
- 58- Martins, M.C., Neto, C.S. & Costa, J.C. (2013).** The meaning of mainland Portugal beaches and dunes' psammophilic plant communities: a contribution to tourism management and nature conservation. *J. Coast. Conserv.*, **17**.
- 59- Maziani, K. et Belgats, S. (1984).** Le cordon dunaire littoral de la région de Mostaganem. Thèse Doc. Ing. : Univ. Aix-Marseille III. et Annexes.
- 60- Medjahdi, B. (2010)** Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : cas des monts des Trara (Nord-Ouest Algérien). Thèse de doctorat. Université de Tlemcen.
- 61- Meziane, H., Bouazza, M. & Thinon, M. (2009)** La diversité floristique de la végétation psammophile de la région de Tlemcen (nord-ouest Algérie). *C. R. Biologies*. **332**. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2009.03.007>
- 62- Mostari, A. Benabdeli, Kh. Ferah, T. (2021).** Assessment of the impact of urbanisation on agricultural and forest areas in the coastal zone of Mostaganem (western Algeria). *Ekológia (Bratislava)*, **40**. DOI : [10.2478/eko-2021-0025](https://doi.org/10.2478/eko-2021-0025)
- 63- Myres N., Mittermeter R.A., Mittermeter C.G. & al. (2000).** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**.
- 65- Nègre N. (1964).** Carte au 1/50 000ème de Tipasa. Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord N.S. Marseille. **8**. + notice.
- 66- Pouget M., (1980) :** - Les relations sol - végétation dans les steppes Sud Algéroises. Thèse Doct. Univ. Marseille III.
- 67- Quézel P. et SantaS. (1962-1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS. Paris. 2 vol.
- 68- Roger, D. (2000).** Précis d'écologie, 7édition, Dunon . Paris.

Références bibliographiques

- 69- Sadki N., Khelifi H. & Djebaili S., (1993).** La végétation des dunes maritimes de l'Est-Algérois. Coll Phytosoc., **20** : Phytodynamique et Biogéographie historique des forêts. Bailleul, Berlin-Stuttgart.
- 70- Santa S. et Simonneau P. (1951).** Végétation et flore de la forêt de la Macta (Oran). Pub. De la carte de la végétation de l'Algérie (G.G. de l'Algérie).
- 71- Selosse, M.A. (2002).** La vie dans les dunes.
- 72- Siab-Farsi B. (2003).** Contribution à l'étude des végétations littorales de l'Algérois. Thèse de Magister en Science Agronomique, INA Alger. + annexes.
- 73- Soudani, A. (2018).** Etude phytoécologie et inventaire floristique dans les monts de Ksour : cas de djebel M'Zi. Mémoire de Master Gestion et Conservation de la biodiversité. Département des Ressources Forestières, Université de Tlemcen.
- 74- Taibi, Kh. (2010)** Inventaire floristique et étude phytoécologique de la forêt de Sidi Hamza (Est de la wilaya de Tlemcen). Mémoire Ingénieur Forestier, Université de Tlemcen.
- 75- Thomas J. P. (1968).** Écologie et dynamisme de la végétation de la dune littorale dans la région de Djidjelli. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.
- 76- Trari, A. (2017).** Contribution à une étude phyto-écologique de la forêt d'Ouled Sidi Yahia (Daira Zemmoura Wilaya Relizane). Mémoire Master Foresterie, Université de Tlemcen.
- 78- Valdes B. Rejdali M., Achhal El Kadmiri A., Jury J.L. et Monserat J. M., 2002** : Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc. Incluant les clés de détermination. Ed. C.S.I.C., Vol.1 et Vol.2, Madrid.
- 79- Valdés B., Talavera S. & Fenande-Galiano E. (1987).** Flora Vascular de Andaluciã Occidental. Vol I, II & III, Ketres Editora, S.A. Barcelona.
- 80- Zaafour M. (1983).** Contribution à l'étude des principales techniques de fixation des dunes de sables dans la région de Zahrez Gharbi (cas d'el Mesrane, W. de Djelfa). Mémoire d'Ingénieur Agronome, INA, Alger.
- 81- Zaffran J. (1960).** Formation à *Juniperus phoenicea* du littoral algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 51. (7-8).
- 82- Whittaker, R.H. (1973).** *Numerical methods of classification*. In: R.H. Whittaker (ed.), *Handbook of Vegetation Science*. Part 5. Ordination and classification of vegetation. W. Junk, The Hague.

Résumé :

Le littoral de Mostaganem est l'un des hotspots plus importants de l'Algérie et la région méditerranéenne. Dans ce travail nous avons, dans un premier temps réalisé un inventaire floristique qui a permis d'identifier 165 unités taxonomiques appartenant à 62 familles et 140 genres. Les angiospermes dicotylédones forment le groupe systématique le plus important avec 123 taxons appartenant à 40 familles et 101 genres ; les monocotylédones contiennent 34 unités taxonomiques réparties dans 15 familles et 32 genres. Les ptéridophytes et les gymnospermes comptent 6 familles, 7 genres et 9 taxons. L'ensemble de taxons inventoriés sont communs ou très communs pour le territoire algérien. La flore endémique n'est pas très importante ce qui souligne l'importance de la dégradation de cet. En fin dans l'étude phytoécologique ressort trois groupes écologiques qui correspondent à trois grandes situations écologiques. Il s'agit de la juiveries dunaires plus ou moins conservés, les stades de dégradations des formations végétales précitées, et de l'Ammophiletum « formation des dunes mobiles ».

Mots clés : Littoral, cordon dunaire, Inventaire floristiques, biodiversité, Mostaganem.

Summary :

The coastline of Mostaganem is one of the most important hotspots of Algeria and the Mediterranean region. In this work, we first carried out a floristic inventory which made it possible to identify 165 taxonomic units belonging to 62 families and 140 genera. Dicotyledonous angiosperms form the largest systematic group with 123 taxa belonging to 40 families and 101 genera; monocotyledons contain 34 taxonomic units divided into 15 families and 32 genera. Pteridophytes and gymnosperms have 6 families, 7 genera and 9 taxa. The set of taxa inventoried are common or very common for the Algerian territory. The endemic flora is not very important which underlines the importance of the degradation of this. Finally, in the phytoecological study, three ecological groups emerge which correspond to three major ecological situations. These are the more or less preserved dune dunes, the stages of degradation of the aforementioned plant formations, and the Ammophiletum "formation of mobile dunes".

Keywords: Coastline, dune belt, floristic inventory, biodiversity, Mostaganem.

ملخص :

يعد ساحل مستغانم من أهم النقاط الساخنة في الجزائر ومنطقة البحر الأبيض المتوسط. في هذا العمل، أجرينا أولاً جرداً للزهور أتاح تحديد 165 وحدة تصنيفية تنتمي إلى 62 عائلة و 140 جنساً. تشكل نباتات كاسيات البذور ثنائية الفلقة أكبر مجموعة منهجية تضم 123 نوعاً تنتمي إلى 40 عائلة و 101 جنساً؛ تحتوي أحادية الفلقة على 34 وحدة تصنيفية مقسمة إلى 15 عائلة و 32 جنساً. نباتات البتيريدوفيت و عاريات البذور لديها 6 عائلات و 7 أجناس و 9 أصناف. مجموعة الأصناف التي تم جردها شائعة أو شائعة جداً في الأراضي الجزائرية. النباتات المستوطنة ليست مهمة جداً مما يؤكد أهمية تدهور هذا. أخيراً، في دراسة علم البيئة النباتية، ظهرت ثلاث مجموعات بيئية تتوافق مع ثلاث حالات بيئية رئيسية. هذه هي الكثبان الرملية المحفوظة بشكل أو بآخر، ومراحل تدهور التكوينات النباتية المذكورة أعلاه، و Ammophiletum "تكوين الكثبان الرملية المتحركة".

الكلمات المفتاحية: الساحل، حزام الكثبان الرملية، جرد الأزهار، التنوع البيولوجي، مستغانم.