



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة ابن خلدون تيارت

UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Thèse

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de :

Doctorat En-Sciences

Spécialité : Sciences Agronomiques

Option : Ecobiologie

Par :

HAMZA Lahouaria

Thème :

Diagnostic écologique et valorisation pastorale d'*Atriplex halimus* L. dans la région de Mostaganem

Soutenue le :

Devant le jury composé de :

REZZOUG Wafaa	Professeur	Université de Tiaret	Président
MEDERBAL Khalladi	Professeur	Université de Tiaret	Rapporteur
REGAGBA Zineb	Professeur	Université de Tiaret	Rapporteur
LARID Mohamed	Professeur	Université de Mostaganem	Examineur
Tajeddine Nadia	MCA.	Université de Mascara	Examineur
BOUKHARI Yahia	MCA.	Université de Mascara	Examineur

Année universitaire : 2023 - 2024

Dédicaces

Je tiens à dédier ce travail

A Ma Fille Ma Vie

Dr Alatrakchi Jihane

Remerciements

Je rends grâce à Allah le tout puissant qui m'a créé et guidé à travers tout mon parcours jusqu'à arriver à faire ce travail.

Au terme de ce travail Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à mon directeur de thèse Professeur Mederbal Khalladi, directeur du Laboratoire Géomatique & Développement Durable. Son encadrement m'a permis de développer la rigueur et l'exigence scientifique indispensables pour bien mené ma thèse.

Je le remercie pour la confiance qu'il m'a accordée tout au long de ces années et la liberté qu'il m'a laissée dans l'orientation de ce travail, ses conseils et sa patience m'ont été plus qu'indispensable tout au long de ce travail.

Mes plus vifs remerciements à mon Co encadrant Professeur Regagba Zineb directrice du Laboratoire de Recherche L Géo2D, qu'elle trouve ici, l'expression de ma profonde et sincère reconnaissance pour tous ses efforts, sa générosité, son savoir, ses critiques constructives et sa confiance. Soyez assuré de mon attachement et de ma profonde gratitude.

Je suis très honorée de remercier de sa présence à mon jury de thèse,

Mme Rezzoug Wafaa professeur à l'université de Tiaret, de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Mes sincères remerciements au professeur Larid Mohamed pour avoir accepté de faire partie du jury d'évaluer mon travail.

J'exprime mes respectueux remerciements à monsieur Ait Hamou Mohamed, professeur à l'université de Tiaret, de m'avoir fait l'honneur d'évaluer mon travail.

A Madame Tajeddine Nadia, professeur à l'université de Mascara je lui adresse mes sincères remerciements de m'avoir fait l'honneur et d'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.

A monsieur Kharoubi yahia, professeur à l'université de Mascara je lui adresse mes sincères remerciements de m'avoir fait l'honneur d'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.

Ce travail n'aurait vu le jour sans la collaboration de nombreuses personnes qu'il m'est agréable de remercier. Vous me pardonnerez les multiples répétitions car comment exprimer ma reconnaissance qu'en utilisant le mot merci.

Nous tenons à rendre hommage au professeur Henri Morvan disparu, et nous souhaitons honorer ici sa mémoire. En effet, il fut l'initiateur de ce projet.

Hommage à mon amie et sœur Dr Bahi Khaira

Je remercie également Docteur Medjahed Mostefa pour le temps consacré à la lecture de cette thèse, et pour les suggestions et les remarques judicieuses qu'il m'a indiquées, ainsi que pour son immense aide pour mener à bien ces travaux.

Mon estime et de ma profonde gratitude Au Dr Dahou AbdelKader El Amine Qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance et mes profonds respects pour son implication dans mes travaux.

Mes remerciements s'adressent également aux anciens membres de l'Equipe de Glycobiologie et Physiologie Végétale qui ont contribué à l'avancement de mes travaux pour leur grande sympathie et leurs nombreux conseils techniques, scientifiques et pédagogique et leurs soutien moral lors de mes stages à l'université d'Artois (Lens) Dr Céline Faugeron ; Pr Jean-Claude Mollet, aujourd'hui Professeur à l'Université de Rouen.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à l'ensemble du personnel des laboratoires d'accueil, pour leur aide, leur sympathie et leurs conseils pour leur disponibilité et ces services qu'ils m'ont rendus durant la réalisation de ce travail, laboratoire de biochimie, pédologie, biologie végétale, de protection des végétaux, de chimie de la Faculté des Sciences Université de Mostaganem.

J'exprime mes sincères remerciements à tous les membres du laboratoire de l'Institut National des Sols, Irrigation et Drainage INSID, El Matmar, Relizane.

Les membres de la Direction des Services Agricoles (DSA) de Mostaganem.

Pr Bouzuina directeur du laboratoire de protection des végétaux Faculté des Sciences Université de Mostaganem pour l'orientation dans mes analyses biochimiques.

Pr Bakhti responsable du laboratoire de chimie Pr Chadli Rabeh pour son soutien moral.

Pr Kouri Lakhdar Directeur du laboratoire de biodiversité et conservation des eaux et des sols Dr Rechidi Nadra et Dr Tafer Boulares vos remarques pertinentes et vos conseils précieux m'ont beaucoup aidé à améliorer la qualité de ce travail.

Dr Chaa Lahouari Vice recteur chargé des relations extérieures à L'USTO (Oran) grand merci pour les discussions que nous avons eues tout au long de mon séjour à l'université d'Artois pour ses conseils, ses encouragements et ses qualités humaines.

Dr Hamrelaine Zakariya pour la correction de la traduction de mon article et Mme Bellami Malika pour sa disponibilité, son soutien, son aide, son amitié et nos discussions interminables dont je ne me lasserai jamais.

Dr Hiber Djahida du département Maths à l'université USTO pour les conseils de traitement statistique des données.

Un très grand merci tout particulier pour Dr Belaib Zine eddine exerçant à l'EHS Canastel Oran.

Sans oublier Pr Bouchouicha (CHU d'Oran) et sa fille Dr Moulay Jihane pour l'organisation des sorties en forêt (Aïn Témouchent) qui ma permis d'identifier beaucoup d'espèces du cortège floristique de l'Atriplex et de beaucoup d'espèces halophytes.

Je remercie chaleureusement Mr Touil Karim Président de l'association Echourouk de la protection de l'environnement et de la faune sauvage et son épouse Dr Tinhinan en me remémorant les nombreuses discussions et sortie forêt de Sassel et les marais salant.

Je voudrai adresser ma reconnaissance aux guides forestiers qui mon accompagné lors de mes sorties de terrain.

Je tiens à remercier chaleureusement les gens qui mon aidé pour mes échantillonnages du cortège floristique de l'Atriplex, Mr Hamid, les inconnus pêcheurs de la Mactaa, les herboristes qui connaissent bien les endroits de la flore tels que les plantes médicinales à Metarba et sidi Medjdoub et Mazagran. Les agriculteurs qui m'ont enrichi avec leurs connaissances du terrain de la station de Debdaba.

Merci à Mr Souane Abdelkader qui ma procurer tous les produit chimique utilisés lors de mes analyses

Mes sincères remerciements au staff du département de Biologie de l'université de Tiarret qui m'ont permis de concrétiser ce projet de thèse en acceptant mon inscription. Je dis merci à Mme Abbid Aicha

Enfin, je remercie tous mes proches, famille et amis pour avoir toujours été présents. Grâce à votre soutien moral, je suis arrivée à poursuivre ce travail.

Je tiens aussi à remercier Ma famille pour le soutien morale, mon frère Hamza Mohamed, ma belle sœur Rachida, ma sœur Hamza Rahima et Benchaa.

Mes nièces Fatima et Hidayate Amine et Ikram .Ma nièce Dr Hamza Fatima.Mon cousin Dr Djabour Lahouari .Ma nièce Dr Hamza zahira.Mes neveux Miloud et Abdelkader.

Ma deuxième famille en Irak Alatrakchi Yesmine, Abou Ali, Oum Ali qui nous ont jamais oubliés j'espère qu'un jour on se réunira.

My second family in Iraq Alatrakchi Yesmine, Abu Ali, and Umm Ali who have never forgotten us I hope that one day we will meet.

Merci

Résumé

Afin de rechercher des individus performants exploitables pour la réhabilitation des zones littorales dégradées, une étude pluridisciplinaire a été réalisée sur les populations spontanées d'*Atriplex halimus* dans 05 stations dans la région de Mostaganem au nord-ouest algérien. L'étude édapho-climatique s'est appuyée sur des profils culturaux pour l'analyse granulométrique et chimique des sols, et sur les données climatiques des stations d'étude sur une période de 10 ans. L'étude de la végétation a été réalisée par une démarche typiquement phytoécologique. La variabilité phénotypique a été réalisée en se basant sur les mesures biométriques des touffes, des feuilles, des valves fructifères et des graines. La composition chimique des feuilles et des brindilles s'est effectuée selon les protocoles standards. L'étude physiologique s'est basée sur l'effet de la température et de la salinité sur la germination des graines des deux sous espèces d'arbustes *Atriplex halimus* subs. *halimus* et *schweinfurthii* récoltées respectivement à Mostaganem et à Thiout (Ain Sefra) à travers le taux de germination (TG%), le temps moyen de germination (Tm) et le taux de germination final (% Gf) des graines à différentes doses de salinité (100,200,300,400 mM) combinées à différentes températures (15,20,25,30,35°C). Les résultats définissent un climat de type méditerranéen, caractérisé par un étage bioclimatique semi-aride à écoulements temporaires et la majorité des stations montrent une prédominance de la texture sablo-limoneuse. L'analyse chimique montre que la plupart des sols analysés sont squelettiques, faiblement à moyennement salés avec une pauvreté très marquée en azote et en calcium et un pH alcalin. L'étude phytoécologique a identifiée 187 espèces avec une prédominance des Thérophytes alors que le spectre phytogéographique global fait ressortir la dominance des espèces d'affinité méditerranéenne. Les résultats de l'analyse des caractères biométriques montrent que l'*Atriplex halimus* L. présente un polymorphisme morphologique prononcé au niveau de la taille et de la forme des touffes, des feuilles, des valves fructifères et des graines. La composition chimique des feuilles relève une matière sèche notamment organique représentée par de la cellulose brute et une matière minérale riche en chlorures et en oxalates. Les brindilles présentent un taux élevé en matière minérale mais aussi en matières azotées totales et en protéines brutes et sont significativement plus fibreuses (NDF, ADF et ADL) que les feuilles. Avec des teneurs en oxalates et en chlorures qui restent acceptables, les rapports ADL/ADF des deux organes prédisent une bonne digestibilité. La teneur en macro éléments dans les feuilles et les brindilles est très élevée en sodium et en phosphore et faible en potassium et en calcium. Même si la sous-espèce *schweinfurthii* se montre plus résistante, les résultats de germination montrent un effet inhibiteur aux fortes

concentrations en sels (300 et 400 mM) quel que soit la température. Ces mêmes doses freinent la croissance des jeunes plantules des deux sous espèces *halimus* et *schweinfurthii*.

Mots-clés: *Atriplex* - *Halimus* - *Schweinfurthii*- Phytoécologie - Salinité - Température – Germination - Croissance

Abstract:

A multidisciplinary study was carried out on spontaneous populations of *Atriplex halimus* at 05 stations in the Mostaganem region in north-western of Algeria, with the aim of identifying high-performing individuals that could be used to rehabilitate degraded coastal areas. The edapho-climatic study was based on cultural profiles for granulometric and chemical soil analysis, and on over a 10-year period climatic data from the study stations. The vegetation was studied using a typically phytoecological approach. Phenotypic variability was determined on the basis of biometric measurements of clumps, leaves, fruiting valves and seeds. The chemical composition of leaves and twigs was determined using standard protocols. The physiological study was based on the effect of temperature and salinity on seed germination of the two shrub subspecies *Atriplex halimus* subs. *halimus* and *schweinfurthii* harvested respectively in Mostaganem and Thiout (Ain Sefra) through the germination rate (TG%), mean germination time (Tm) and final germination rate (%Gf) of seeds at different doses of salinity (100,200,300,400 mM) combined with different temperatures (15, 20, 25, 30, 35°C). The results define a Mediterranean-type climate, characterised by a semi-arid bioclimatic stage with temporary run-off, and the majority of the stations show a predominance of sandy-loam texture. Chemical analysis shows that most of the soils analysed are skeletal, slightly to moderately saline, with a very marked lack of nitrogen and calcium and an alkaline pH. The phytoecological study identified 187 species, with a predominance of Therophytes, while the overall phytoecological spectrum shows the dominance of species with Mediterranean affinities. The results of the biometric character analysis show that *Atriplex halimus* L. exhibits pronounced morphological polymorphism in the size and shape of tufts, leaves, fruiting valves and seeds. The chemical composition of the leaves reveals dry matter, particularly organic matter represented by crude cellulose and mineral matter rich in chlorides and oxalates. The twigs have a high level of mineral matter, but also of total nitrogenous matter and crude protein, and are significantly more fibrous (NDF, ADF and ADL) than the leaves. With oxalate and chloride levels still acceptable, the ADL/ADF ratios of the two organs predict good digestibility. The macro-element content of leaves and twigs is very high in sodium and phosphorus and low in potassium and calcium. Although the *schweinfurthii* subspecies is more resistant, germination results show an inhibitory effect at high salt concentrations (300 and 400 mM), regardless of temperature. These same doses inhibit the growth of young seedlings of both *halimus* and *schweinfurthii* subspecies.

Key words: *Atriplex* - *Halimus* - *Schweinfurthii*- Phytoecology - Salinity - Temperature - Germination - Growth

ملخص

Atriplex تم إجراء دراسة متعددة التخصصات على مجموعات عفوية من في 05 محطات في منطقة مستغانم في شمال غرب الجزائر، بهدف تحديد الأفراد *halimus* ذوي الأداء العالي التي يمكن استخدامها لإعادة تأهيل المناطق الساحلية المتدهورة. استندت إلى الملامح الثقافية لتحليل التربة الحبيبية والكيميائية، وعلى *edapho* الدراسة المناخية البيانات المناخية على مدى 10 سنوات من محطات الدراسة. تمت دراسة الغطاء النباتي باستخدام نهج بيئي نباتي نموذجي. تم تحديد التباين المظهري على أساس القياسات الحيوية للكتل والأوراق والصمامات الثمرية والبذور. تم تحديد التركيب الكيميائي للأوراق والأغصان باستخدام البروتوكولات القياسية. اعتمدت الدراسة الفسيولوجية على تأثير درجة الحرارة والملوحة في *halimus* تم حصاد *Atriplex halimus subs.* إنبات بذور النوعين الشجيريين على التوالي في مستغانم وثبوت (عين الصفراء) من خلال معدل الإنبات *shweinfurthii* و للبدور عند جرعات (%Gf) ومعدل الإنبات النهائي (Tm) ، ومتوسط زمن الإنبات (%TG) مختلفة من الملوحة (100،200،300،400 ملم) مع جرعات مختلفة. درجات الحرارة (15، 20، 25، 30، 35 درجة مئوية). تحدد النتائج مناخ البحر الأبيض المتوسط، الذي يتميز بمرحلة مناخية حيوية شبه قاحلة مع جريان مؤقت، وتظهر غالبية المحطات غلبة للنسيج الرملي الطمي. يظهر التحليل الكيميائي أن معظم أنواع التربة التي تم تحليلها هي تربة هيكلية، ذات ملوحة طفيفة إلى متوسطة، مع نقص ملحوظ في النيتروجين والكالسيوم ودرجة الحموضة القلوية. وحددت دراسة البيئة النباتية 187 نوعاً، مع غلبة النباتات الثيروفيتية، في حين يظهر الطيف الجغرافي النباتي الشامل هيمنة الأنواع ذات الانتماءات إلى البحر الأبيض المتوسط. يظهر تعدد أشكال *Atriplex halimus L.* أظهرت نتائج تحليل الشخصية البيومترية أن واضح في حجم وشكل الخصلات والأوراق والصمامات الثمرية والبذور. يكشف التركيب الكيميائي للأوراق عن المادة الجافة، وخاصة المادة العضوية المتمثلة في السليلوز الخام والمواد المعدنية الغنية بالكوريدات والأكسالات. تحتوي الأغصان على مستوى عالٍ من المواد المعدنية، ولكنها تحتوي أيضاً على إجمالي المادة النيتروجينية والبروتين الخام، وهي أكثر ليفية بشكل من الأوراق. مع استمرار قبول مستويات الأوكسالات (ADL وADF وNDF) ملحوظ

في كلا العضوين تتنبأ بقابلية هضم جيدة. محتوى العناصر ADL/ADF والكلوريد، فإن نسب الكبيرة للأوراق والأغصان مرتفع جدًا في الصوديوم والفوسفور ومنخفض في البوتاسيوم والكالسيوم. على الرغم من أن سلالات شفاينفورثي أكثر مقاومة، إلا أن نتائج الإنبات تظهر تأثيرًا مثبتًا عند التركيزات العالية من الملح (300 و 400 ملمول بغض النظر عن درجة الحرارة. هذه الجرعات نفسها تمنع نمو الشتلات الصغيرة لكل من سلالات هاليموس وشفاينفورثي

الكلمات المفتاحية: أتريبليكس -هاليموس -شفاينفورثي -البيئة النباتية -الملوحة -درجة الحرارة - الإنبات -النمو

Liste des abréviations

ACP	Analyse en composantes principales
ADF	Fibre extraite au détergent Acide
ADL	Lignine extraite au Détergent Acide
AgNO ₃	Nitrate d'argent
ANIREF	Agence nationale d'intermédiation et de régulation foncière.
ANOVA	Analyse de la variance
ANRH	Agence nationale des ressources hydrauliques
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APG	Angiosperm Phylogeny Group classification botanique des angiospermes
AEP	Approvisionnement en eau potable
B.I.P.E.A	Bureau interprofessionnel d'études analytiques
C	Carbone
C ₂ O ₄ ⁻	Ion oxalate, aussi appelé éthanedioate
CaCl ₂	Chlorure de calcium
Ca ⁺⁺	Ion de calcium
Ca CO ₃	Carbonate de calcium
CB	Cellulose brut
CE	Conductivité électrique
C.G.G.	Compagnie Générale de Géophysique
Cl ⁻	Ion chlore

Cm	Centimètre
C/N	Carbone sur azote
Cu SO ₄	Sulfate de cuivre
dS m ⁻¹	Décisiemens par mètre
mg	Milligramme
FeSO ₄	Sulfate ferreux
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
HCl	Acide chlorhydrique
ha	Hectare
H.C.D.S	Haut Commissariat au Développement de la Steppe
HPAE :	Hiver printemps automne été
INRA	Institut national de la recherche agronomique
K ₂ SO ₄	Sulfate de potassium
Km/h	kilomètre par heure
K ⁺	Ion potassium
K	Potassium
KCl	Chlorure de potassium
KHnO ₄	Permanganate de potassium
LCA	Guide pratique : comprendre et utiliser les analyses agro-environnementales
M	Molaire
M ³ /ha	Mètre cube par hectare
MAT	Matière azotée totale
Meq .L ⁻¹	Milliéquivalent
MO	Matière organique
MS	Matière sèche
MM	Matière minérale
Mg	Magnésium
Mg ⁺⁺	Ion magnésium
Mm	Millimole
NDF	Fibre extraite au Détergent Neutre
N	Azote
NE	Nord-est
NW	Nord-ouest
Na	Sodium
NPK	Azote, Phosphore, Potassium
Na ₂ SO ₄	Sulfate de sodium
NO ₃ ⁻	Ion nitrate
ONS	Office national des statistiques
P ₂ O ₅	Pentoxyde de phosphore
PDI	Protéines Digestibles dans l'Intestin

PDIN	Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle
PB	Protéines brutes
P	Phosphore
P	Précipitation
Sub sp	Sous- espèce
SW	Sud-ouest
S	Soufre
SrCl ₂	Chlorure de strontium
T	Température
UFL	Unité fourragère lait
UFV	Unité fourragère viande
UF	Unité fourragère

Liste des photos

Photos 1. Forme des valves fructifères.....	231
Photos 2. Graines d' <i>Atriplex halimus</i> de couleur Brun noirâtre, rousses, noires et brun clair.....	233

Liste des tableaux

Tableau 1: Classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la surface agricole utile S.A.U (Benzellat, 2012).....	16
Tableau 2 : Précipitations moyennes annuelles et saisonnières par zone, en mm (Senouci et Trach, 2014).....	26
Tableau 3 : La répartition générale des terres de la Wilaya de Mostaganem (Senouci et Trach, 2014)	28
Tableau 4 : Classification of plants according to salinity tolerance (Classification des plantes selon la tolérance à la salinité) (González, 2019)	36
Tableau 5 : Liste approximative des halophytes méditerranéennes (Le Houérou ,1993)	37
Tableau 6 : Espèces spontanées et naturalisées	52
Tableau 7 : Répartition numérique des espèces d' <i>Atriplex</i> dans le monde (Le Houérou, 1992).....	52
Tableau 8 : Répartition des différentes espèces d' <i>Atriplex</i> en Algérie (Quézel et Santa, 1962)	54
Tableau 9 : Répartition naturelle de quelques espèces d' <i>Atriplex halimus</i> selon les étages bioclimatiques (Francllet et Le Houérou, 1971).....	55
Tableau 10 : Intérêt fourrager de l' <i>Atriplex</i> (Benslitih, 2001)	61

Tableau 11: Production d'une population d'Atriplex (Malet, 1969).....	63
Tableau 12: Composés isolés de certaines espèces d'Atriplex (Benzarti et al. 2013)	64
Tableau 13 : Candidats potentiels pour l'approche de phytoremédiation (Benzarti et al. 2013).....	65
Tableau 14 : Gènes isolés des espèces d'Atriplex (Benzarti et al.2013)	66
Tableau 15 : Les coordonnées géographiques de Mostaganem, Algérie	73
Tableau 16 Régime saisonnier.....	81
Tableau 17 Tableau 17 : Indice d'aridité de De Martonne	85
Tableau 18 : Le quotient pluviothermique d'Emberger	87
Tableau 19 : Station d'étude Mactaa, Matarba, Sidi Medjdoub, Mazagran et Debdaba.....	95
Tableau 20 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Matarba	103
Tableau 21: Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Sidi Medjdoub	105
Tableau 22 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Mactaa.....	106
Tableau 23 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Debdaba	108
Tableau 24 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Sidi Mazagran.....	110
Tableau 25 Comparaison des moyennes pour les variables SG, SF, LG, LF et A des cinq sols	112
Tableau 26 Corrélation entre les variables d'analyse physico-chimiques des cinq sols	115
Tableau 27 : Situation et caractéristiques des stations	123
Tableau 28 : Teneur en MS, MM, MO, CB, MAT et PB des feuilles et des brindilles d'Atriplex halimus L.....	130
Tableau 29 : Classement des organes analysés (brindilles et feuilles) des stations en groupes homogènes.....	132
Tableau 30 : Classement des stations selon les éléments analysés en groupes homogènes.....	132
Tableau 31: Classement des organes analysés (Ca ⁺⁺ , Na ⁺ , P, et K ⁺) brindilles et feuilles en groupes homogènes	135
Tableau 32 : Classement des stations en fonction des analyses (Ca ⁺⁺ , Na ⁺ , P, et K ⁺ brindilles et feuilles) en groupes homogènes	136
Tableau 33 : Composition en fibres, chlorures et oxalates totaux des feuilles et des brindilles d'Atriplex halimus L.	136
Tableau 34 : Classement des organes analysés (Fibres et sels chlorures et Oxalates).....	137
Tableau 35 : Classement des stations (Fibres et sels chlorures et Oxalates) des brindilles et feuilles en groupes homogènes	138
Tableau 36 : Production fourragère et quelques caractéristiques de semences d'Atriplex halimus L	138
Tableau 37 Nombre d'espèces et des genres par familles.....	159
Tableau 38 Pourcentage des familles Station Matarba.....	161

Tableau 39 Pourcentage des familles Station Sidi Medjdoub	161
Tableau 40 Pourcentage des familles Station Mactaa	162
Tableau 41 : Pourcentage des familles Station Debdaba.....	162
Tableau 42 : Pourcentage des familles Station Mazagan.....	163
Tableau 43 : Inventaire floristique des stations a <i>Atriplex halimus</i> L du site de Matarba (région de Mostaganem, Algérie)	166
Tableau 44 : Inventaire floristique des stations a <i>Atriplex halimus</i> du site de Sidi Medjdoub (région de Mostaganem, Algérie)	169
Tableau 45 Inventaire floristique des stations a <i>Atriplex halimus</i> du site de Mactaa (région de Mostaganem, Algérie).....	172
Tableau 46 : Inventaire floristique des stations a <i>Atriplex halimus</i> du site de Debdaba (région de Mostaganem, Algérie).....	175
Tableau 47 : Inventaire floristique des stations a <i>Atriplex halimus</i> L du site de Mazagan (région de Mostaganem, Algérie).....	177
Tableau 48 : Présentation et localisation des populations	212
Tableau 49 Comparaison des moyennes pour les variables hauteur, diamètres des touffes et longueur, largeur et rapport foliaire.....	213
Tableau 50 Comparaison des moyennes pour les variables longueur, largeur (mm), et rapport des valves fructifères	215
Tableau 51 Comparaison des moyennes pour les variables longueur, diamètre (mm) des graines	215
Tableau 52 : Comparaison des moyennes pour les variables longueur, diamètre (mm) et rapport foliaire des plantules.....	216
Tableau 53 Corrélation entre certaines variables biométriques mesurées sur les individus d' <i>Atriplex halimus</i> L. collectées dans cinq provenances.	219
Tableau 54 : Forme de feuilles des plantules d' <i>Atriplex halimus</i>	231
Tableau 55 : Résultats de l'analyse de la variance des données relatifs à l'effet du sel et de la température sur la germination de l' <i>Atriplex halimus</i> subsp <i>halimus</i>	249
Tableau 56 : Résultats de l'analyse de la variance de données relatives à l'effet du sel et de la température sur la germination de l' <i>Atriplex halimus</i> subsp <i>schweinfurthii</i>	249
Tableau 57 : Résultats des tests d'analyse de la variance de l'effet de la température et la salinité sur le pourcentage final de germination (% Gf) de l' <i>Atriplex halimus</i> subsp. <i>halimus</i> et <i>schweinfurthii</i>	252
Tableau 58 : Résultats des tests d'analyse de la variance de l'effet de la température et la salinité sur le Temps moyen de germination de l' <i>Atriplex halimus</i> subsp. <i>halimus</i> et <i>schweinfurthii</i>	253

Tableau 59 : Effet du stress salin et des températures sur les caractères mesurés chez les plantules d'*Atriplex halimus* subsp *halimus* âgées de 20 jours. Moyennes± Erreur Type.255

Tableau 60 : Effet du stress salin et des températures sur les caractères mesurés chez les plantules256

Liste des figures

Figure 1: Carte de situation	9
Figure 2 : Carte géologique du plateau de Mostaganem, échelle : 1/200 000, carte modifiée à partir de la carte de C.G.G. (1959).....	10
Figure 3: Distribution des unités de relief dans la région de Mostaganem	12
Figure 4 : Carte de reconnaissance des sols d'Algérie Mostaganem (Boulaine, 1923)	15
Figure 5: Zones climatiques en Algérie.....	20
Figure 6 : Carte-pluviométrique pour l'Algérie du Nord (ANRH, 2003)	22
Figure 7 : Morphologie de l'Atriplex halimus	40
Figure 8 : Fleurs d'Atriplex halimus L (Talamali et al. 2003)	42
Figure 9 : Atriplex halimus sous-espèce halimus (Clement et al. 2005).....	44
Figure 10 : Atriplex halimus sous-espèce schweinfurtii (Maâlem, 2002).....	45
Figure 11 : Carte montrant la répartition de l'Atriplex halimus dans le bassin méditerranéen (Ortiz-dora et al. 2005).....	53
Figure 12 : Carte de situation station de Mostaganem	74
Figure 13 : Evolution de la pluviométrie annuelles Station Mostaganem (2009-2019).....	79
Figure 14 Evolution de la pluviométrie mensuelle Station Mostaganem.....	80
Figure 15 Températures mensuelles minimale, moyenne et maximale de la station de Mostaganem (2009-2019).....	81
Figure 16 Humidité relative moyenne (%) de Mostaganem (2009-2019)	82
Figure 17 Total de jours de brouillard Mostaganem (2009-2019)	83
Figure 18 : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent (Km/h) Mostaganem (2009-2019)	84
Figure 19 : Températures (C°) du vent moyen mensuelle Mostaganem	84
Figure 20 Figure 20 : Indice d'aridité de De Martonne.....	86
Figure 21 : Diagramme Ombrothermique de Mostaganem.....	87
Figure 22 : Climagramme d'Emberger Mostaganem.....	88
Figure 23 : Carte de situation et des pentes de la région d'étude	96
Figure 24 : Texture des sols des cinq stations	102
Figure 25 : Texture du sol : station Matarba	103
Figure 26 : Texture du sol: station Sidi Medjdoub.....	104
Figure 27 : Texture du sol : station Mactaa.....	106
Figure 28 : Texture du sol : station Debdaba	108
Figure 29 : Texture du sol : station Mazagran.....	110
Figure 30 Analyse en composantes principales sur les variables d'analyse physico-chimiques des sols d' <i>Atriplex halimus</i>	113

Figure 31: Classification hiérarchisée ascendante de cinq provenances de collectes des sols d' <i>Atriplex halimus</i> effectuée à partir d'indices de similarité entre les variables	114
Figure 32 : Protocole de dosage de la cellulose brute Méthode de Weende	125
Figure 33 : Teneur en Na ⁺ en % de matière sèche (brindilles et feuilles)	133
Figure 34 Teneur en K ⁺ en % de matière sèche (brindilles et feuilles) Error! Bookmark not defined.	
Figure 35 : Teneur en P ₂ O ₅ en % de matière sèche (brindilles et feuilles)	133
Figure 36 : Teneur en Ca ⁺⁺ en % de matière sèche (brindilles et feuilles)	134
Figure 37 : Représentation par secteurs des Famille des stations	165
Figure 38 : Représentation par secteurs des types biologiques	184
Figure 39 : Représentation par secteurs des formes phytogéographiques.....	209
Figure 40 : Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Matarba	210
Figure 41 Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Sidi Medjdoub.....	211
Figure 42 : Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Mactaa.....	212
Figure 43 Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Debdaba	213
Figure 44 Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Mazagran.....	214
Figure 45 Carte de situation des populations d' <i>Atriplex halimus</i> étudiées	213
Figure 46 : Représentation graphique de l'ensemble des populations étudiées dans le plan 1-2 d'une ACP.	217
Figure 47 : Analyse en composantes principales sur les variables biométriques de cinq provenances de collectes d' <i>Atriplex halimus</i>	218
Figure 48 : Classification hiérarchisée ascendante de cinq provenances de collectes d' <i>Atriplex halimus</i> effectuée à partir d'indices de similarité entre variables biométriques.	218
Figure 49 : Forme des touffes d' <i>Atriplex halimus</i> à Mactaa	220
Figure 50 : Forme des touffes d' <i>Atriplex halimus</i> à Matarba.....	221
Figure 51: Forme des touffes d' <i>Atriplex halimus</i> à Sidi Medjdoub	222
Figure 52 : Forme des touffes d' <i>Atriplex halimus</i> à Mazagran	223
Figure 53 : Forme des touffes d' <i>Atriplex halimus</i> à Debdaba.....	224
Figure 54 Formes des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> à Mactaa	225
Figure 55 Formes des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> à Matarba.....	225
Figure 56 Formes des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> à Sidi Medjdoub	226
Figure 57 Formes des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> à Mazagran	226
Figure 58 Formes des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> à Debdaba.....	227
Figure 59 Formes des valves fructifères des cinq stations d'étude	228
Figure 60 Formes et couleur des graines d' <i>Atriplex halimus</i> des stations d'études.....	230

Figure 61: Localisation géographique des sites de collecte de semences Kharrouba Mostaganem: 35°56'57.72"N 0°05'18.48"E Altitude 26m.	244
Figure 62 : Taux de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i> subsp. <i>halimus</i> sous l'influence de la salinité.....	247
Figure 63 : Taux de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i> subsp. <i>schweinfurthii</i> sous l'influence de la salinité.....	248
Figure 64 : Pourcentage final de germination (% Gf) et temps moyen de germination de l' <i>Atriplex halimus</i> subsp. <i>halimus</i>	250
Figure 65 : Pourcentage final de germination (% Gf) et temps moyen de germination de l' <i>Atriplex halimus</i> subsp. <i>schweinfurthii</i>	251

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements.....	ii
Résumé.....	v
Abstract:	vii
ملخص	viii
Liste des abréviations.....	ix
Liste des photos.....	xi
Liste des tableaux.....	xi
Liste des figures	xv
Projet de thèse	xxiv
Plan de thèse	xxv
Introduction.....	1
1- Zone d'étude : Situation géographique, Substrat géomorphologique et Bioclimat.....	7
Introduction.....	7
1.1- Présentation de la zone d'étude	7
1.1.1- Cadre géographique	8
1.1.1.1- Cadre géologique et géomorphologique.....	9
1.1.2- Les Sols.....	13
1.1.2.1- Origine des sols.....	13
1.1.2.2- Relief	17
1.1.3- Caractérisation climatique	17
1.1.3.1- Climat méditerranéen.....	18
1.1.3.3- Synthèse climatique	24
1.1.3.4- Climat à Mostaganem	25
1.1.4-Activités significatives de la Wilaya de Mostaganem	27
1.1.5- Agriculture.....	27

1.1.6- Etablissements humains.....	29
1.2- Biotope de l' <i>Atriplex halimus</i>	30
1.2.1- Présentation des <i>Atriplex</i>	31
1.2.2- Le genre <i>Atriplex</i> :	31
1.2.3- Famille des Chénopodiacées(Amaranthacées)	33
1.2.4- Les Halophytes	35
1.2.5- Taxonomie de l' <i>Atriplex halimus</i>	38
1.2.5.1- Systématique de l'espèce.....	39
1.2.5.2- Description morphologique	39
1.2.5.3- Plantation et techniques de propagation	45
1.2.6- Polymorphisme de l' <i>Atriplex halimus</i>	46
1.2.7- Physiologie de l' <i>Atriplex halimus</i>	47
1.2.7.1- Germination de l' <i>Atriplex halimus</i>	48
1.2.7.2- Action du stress salin et de la température sur la germination et la croissance	49
1.2.8.1- Aire de répartition.....	52
1.3- Exigences édapho-climatiques.....	54
1.3.1- Caractéristiques climatiques de l' <i>Atriplex halimus</i>	54
1.3.2- Caractéristiques édaphiques.....	55
1.4- Importance de l'espèce <i>Atriplex halimus</i>	57
1.4.1- Importance écologique.....	57
1.4.2- Mise en valeur des sols salés	57
1.4.3- Mise en valeur des sols pauvres.....	58
1.4.4- Fixation des dunes et des marnes.....	59
1.4.5- Importance économique.....	60
1.4.5.1- Intérêts fourragers	60
1.4.5.2- Valeur alimentaire	62
1.4.6- Production de bois	62

1.4.7- Autres application potentielles.....	63
1.4.7.1- Intérêts médicaux.....	63
1.4.7.2- Phytoremédiation des sols	65
2.1- Méthodologie.....	73
2.2- Présentation de la zone d'étude	73
2.3- Choix de la période et de la durée	74
2.4- Les facteurs climatiques	74
2.4.1- La pluviométrie.....	74
2.4.1.1- Pluviométrie mensuelle	74
2.4.1.2- Pluviométrie annuelle	74
2.4.1.3- Régime saisonnier.....	74
2.4.1.4- Les températures	75
2.4.1.5- Humidité de l'air.....	76
2.4.1.6- Le brouillard	76
2.4.1.7- Le vent	77
2.4.1.8- Synthèse climatique	77
2.4.1.8.1- Indice d'aridité De Martonne (1926).....	78
2.4.1.8.2- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson	78
2.4.1.8.3- Le climagramme d'Emberger.....	78
2.5- Résultats et discussion	79
2.5.1- Pluviométrie annuelles.....	79
2.5.3- Régime saisonnier.....	81
2.5.4- Températures	81
2.5.4.1 - Les températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (M).....	82
2.5.4.2 - Les températures moyennes du mois le plus froid (m).....	82
2.5.5- Humidité relative	82
2.5.6- Total de jours de Brouillard.....	83

2.5.7- Moyenne mensuelle de la vitesse des vents.....	84
2.5.9- Synthèse climatique	85
2.5.9.1- Indice d'aridité de De Martonne.....	85
2.5.9.2- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	87
2.5.9.3- Le quotient pluviothermique d'Emberger	87
2.6- Analyse physico-chimiques des sols	93
2.6.1- Choix des stations.....	93
2.6.2-Analyse physique du sol.....	96
2.6.2.1- Analyse granulométrique.....	97
2.6.2.2- La classification texturale du sol (Triangle de textures).....	97
2.6.3- Couleur	97
2.6.4- Analyses chimiques des sols.....	98
2.6.4.1- Mesure du pH	98
2.6.4.2- Détermination de la conductivité électrique.....	98
2.6.4.3- Dosage de calcaire total.....	98
2.6.4.4- Calcaire actif (méthode Drouineau – Galet).....	98
2.6.4.5- Les Bases échangeables.....	99
2.6.4.5.1- Phosphore assimilable par Spectrocolorimétrie.....	100
2.6.4.6- Détermination de la teneur pondérale en matières organiques.....	100
2.7- Variables mesurées et analyses statistiques des données.	101
2.8- Résultats d'Analyses physico-chimiques des sols.....	102
2.8.1- Texture des sols des cinq stations.....	102
2.8.2- Analyses physico-chimiques du sol Station Matarba	103
2.8.5- Analyses physico-chimiques du sol station Debdaba.....	108
2.9- Analyses statistiques des données.	111
2.9.1- Analyse de variance	112
2.9.2- Analyse de la variabilité globale des populations.....	113

2.9.3- Corrélations entre variables	114
3-Composition chimique et valeur nutritive de l'espèce spontanée <i>Atriplex halimus L.</i>	121
Cas de la région de Mostaganem	121
3.1- Matériels	122
3.2- Méthodes	124
3.2.1- Détermination de la matière sèche	124
3.2.2- Détermination des matières minérale et organique.....	124
3.2.3- Teneur en cellulose brute (CB).....	125
3.2.4- Détermination de la matière azotée totale.....	126
3.2.5- Dosage des Protéines	126
3.2.6-Teneur en macro éléments (Na, Ca, K, et P)	126
3.2.7-Teneur en constituants pariétaux (ADL, ADF et NDF).....	126
3.2.8-Dosage d'oxalates totaux	128
3.2.9-Dosage des Chlorures	128
3.2.10-Production fourragère et quelques caractéristiques des fructifications de semences d' <i>Atriplex halimus L.</i>	128
3.2.11-Analyse statistique	129
3.3- Résultats et discussion	129
3.3.1- Composition chimique de l' <i>Atriplex halimus L.</i>	129
3.3.2-Teneur en macro éléments (Na, Ca, K, et P) des feuilles et des brindilles d' <i>Atriplex halimus L.</i>	133
3.3.3- Composition en fibres, chlorures et oxalates totaux des feuilles et des brindilles d' <i>Atriplex halimus L.</i>	136
3.3.5- Discussion.....	139
Conclusion	152
Introduction.....	154
4.1- Matériels et Méthodes.....	155
4.2- Choix des stations	156

4.3- Les types biologiques	157
4.3.1- Les Phanérophytes	157
4.3.2- Les Chaméphytes	157
4.3.3- Les Hémicryptophytes	158
4.3.4- Les Géophytes	158
4.3.5- Les Thérophytes	158
4.4- Caractérisation phytogéographique	158
4.5- Indice d'occurrence ou Constance	158
4.6- Indice de perturbation (IP)	159
4.7- Analyse statistique	159
4.8- Résultats et discussion	159
4.8.1- Nombre d'espèces et des genres par familles	159
4.8.2- Inventaire floristique des stations a <i>Atriplex halimus</i> L région de Mostaganem, Algérie)	166
4.8.3- Caractérisation biologique	180
4.7.4- Etude chorologique	184
4.7.5- Discrimination par l'analyse factorielle des correspondances	210
4.7.6- Indice d'occurrence ou Constance	215
4.7.7- Indice de perturbation (IP)	216
4.7.8- Discussion	216
Conclusion	227
Introduction	210
5.1- Matériels et méthodes	211
5.1.1- Caractères morphologiques	211
5.1.2- Etude des jeunes pousses d' <i>Atriplex halimus</i>	211
5.2- Analyse statistique	212
5.3.1- Mesures morphométriques des touffes et feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	213
5.3.2- Morphologie des valves fructifères (Taille) d' <i>Atriplex halimus</i>	214

5.3.3-Morphologie des graines (Taille) d' <i>Atriplex halimus</i>	215
5.3.4- Etude de la morphométrie des feuilles des jeunes pousses d' <i>Atriplex halimus L.</i>	216
5.4. Variables mesurées et analyse statistique des données.....	216
5.4.1- Analyse multivariée.....	217
5.4.2- Corrélations entre variables.....	219
5.5- Forme des touffes d' <i>Atriplex halimus</i>	220
5.6- Formes des feuilles.....	225
5.7- Forme des valves fructifères.....	227
5.8- Forme et couleur des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	229
5.9- Forme de feuilles des plantules d' <i>Atriplex halimus L.</i>	231
<i>Tableau 54. Forme de feuilles des plantules d'Atriplex halimus</i>	231
5.10- Discussion.....	233
Conclusion	239
Introduction.....	242
6.1-Matériels et Méthodes.....	244
6.1.1- Matériel végétal	244
6.1.2- Méthodes	245
6.1.3- Taux de germination (TG) :.....	245
6.1.4- Temps moyen de germination (Tm)	245
6.1.5-Taux de germination final (% Gf):	246
6.1.6-Pourcentage final de germination (% Gf):.....	246
6.1.7- Analyses statistiques.....	246
6.2- Résultats et discussion	246
6.2.1- Effet de la salinité et la température sur le taux de germination (TG)	246
6.2.2-Taux (% Gf) et temps moyen de germination	250
6.2.3. Effet de la salinité et la température sur l'émergence de l'appareil végétatif des subsp d' <i>Atriplex halimus</i>	253

Discussion	263
Conclusion générale	268
Perspectives.....	272
Références bibliographiques	269
Annexes1.....	299
Annexes 2.....	302
Annexes 3.....	312
Annexes 4.....	315
Annexes 5.....	325

***PROJET DE
THESE***

Projet de thèse

La question de base qui a justifié les très nombreux travaux qui ont été consacré à l'espèce ligneuse *Atriplex halimus* L concerne sa raréfaction croissante des zones steppiques nord-africaines en raison d'un pastoralisme excessif. Les données phytogéographiques font état d'un habitat clairsemé où les propriétés physiologiques naturelles de résistance à la sécheresse et à la salinité de cette espèce lui permettent de s'établir là où d'autres espèces n'y parviennent pas.

Les qualités fourragères du feuillage et des jeunes rameaux justifient que cette espèce soit régulièrement soumise aux prédateurs herbivores que sont les troupeaux de bovins, ovins et autres caprins. Des études ont donc été consacrées à la régénération naturelle mais aussi à l'opportunité de recolonisation par plantation. Pour y parvenir, il faut disposer de jeunes plants en abondance, d'où des recherches d'individu performant, qui a fourni beaucoup d'espoir mais peu de résultats conduits à terme avec succès.

Il semble qu'à ce stade et comme le problème n'est pas réglé, il faille s'appuyer sur un véritable bilan pour justifier de poursuivre dans la promotion de cette espèce, d'autant que des tentatives d'introduction d'espèces voisines mais étrangères, américaines (*Atriplex canescens*,) et australienne (*Atriplex nummularia*) pour être plus précis viennent encore complexifier le débat.

La question essentielle qui se pose pour résoudre ce problème n'est pas celle de savoir ce qu'il faut faire mais comment le faire. Autant de questions qui laissent deviner un devenir problématique pour les paysages végétaux méditerranéens à base d'*Atriplex halimus* L.

Les questions à traiter sont :

➤ Est-ce que ces espèces présentent une bonne tolérance aux conditions extrêmement contraignantes principalement les conditions édapho-climatiques du milieu de la région de Mostaganem

➤ Que sait-on exactement de la composition chimique de l'espèce de sa nutrition minérale ? Peut-on envisager de l'améliorer et en d'évaluer immédiatement l'état de nutrition de la plante sachant que la composition chimique en éléments minéraux du végétal reflète la composition chimique du sol et couvrir les besoins nutritionnels des animaux.

➤ La ressource naturelle est-elle réellement menacée ? quelles preuves expérimentales existent et qu'apportent les travaux exposés dans la thèse dans le domaine phytogéographique (phytoécologique). Il faut prévoir des plans efficaces de sauvegarde tant qu'une analyse floristique et phytoécologique n'aura pas été réalisée au niveau de la région.

➤ La diversité morphologique observée et décrite est elle réellement compatible avec le concept d'écotype. Quel est l'approche la plus immédiate de ce polymorphisme ? et es ce que la

description des caractéristiques micros et macro de certain individu devraient nous permettre à court terme de contrôler l'amélioration des méthodes de sélection chez cette espèce.

➤ Comment avoir une meilleure connaissance de la physiologie de ces espèces tolérantes à la sécheresse et à la salinité sans déterminer le seuil critique de sa germination particulièrement en conditions salines et des températures élevées.

Les données concernant ce patrimoine biologique réputé qui est l'*Atriplex halimus L* sont fragmentaires, cette espèce présentent la base d'une nouvelle agronomie fondée à la fois sur la productivité et la lutte contre la désertification. Un autre motif pour le regain d'intérêt pour l'*Atriplex* est sa multifonctionnalité et ces particularités : son intérêt est économique dans la mesure où face à un coût toujours plus élevé des facteurs de production (Fertilisants, semences, carburant).

L'utilisation stratégique de cette espèce requiert avant tout une bonne connaissance de ses caractéristiques, puisque la résistance à la sécheresse et à la salinité est une caractéristique complexe qui implique beaucoup de mécanismes d'interactions.

Une approche pluridisciplinaire basé sur un diagnostic sur l'espèce halophyte *Atriplex halimus L* et son environnement qui est la région de Mostaganem dans les objectifs fondamentaux et appliqués qui ont été fixées dans le seul but est de rechercher des individus performant on contribue à la valorisation de ces ressources naturelles.

Pour répondre à ces objectifs nous avons structuré notre manuscrit en cinq chapitres progressifs et complémentaires, ceci pour arriver aux objectifs assignés à cette thèse.

Une démarche efficace commencerait donc par une introduction charpentée posant le problème dans les termes qui précèdent mais d'une manière plus détaillée de façon à poser les vraies questions, celles qui appellent à des réponses éventuellement contradictoires mais qui nécessitent aussi une expertise justifiant les investigations entreprises dans le cadre de la thèse.

Par la suite chaque chapitre de la thèse comprendrait donc obligatoirement un paragraphe de généralités faisant le point sur les résultats disponibles, un paragraphe de matériel et méthodes, un paragraphe de résultats et une discussion relative à la question traitée.

Pour finir, il conviendrait d'organiser une discussion générale ou l'auteur prendrait parti sur l'ensemble des questions soulevées et des réponses qu'il apporte comparativement aux données existantes.

Plan de thèse

Ce travail de thèse s'articule en cinq chapitres :

Chapitre I

Synthèse bibliographique

Chapitre II

-Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois.

Chapitre III

Composition chimique et valeur nutritive de l'espèce spontanée *Atriplex halimus L.* Cas de la région de Mostaganem.

Chapitre IV

Aspects phytoécologiques des Atriplexaies (*Atriplex halimus L.*) de la région de Mostaganem

Chapitre V

Polymorphisme et variation des caractères biométriques de cinq provenances d'*Atriplex halimus L.* (Amaranthacées).

Chapitre VI

Effet de la salinité et de la température sur la germination de graines d'*Atriplex halimus L.* (Sous espèces *halimus* et *schweinfurthii*) récoltées dans la région nord-ouest Algérienne.

Introduction

Introduction

Les ressources alimentaires des zones semi- arides, en particulier les surfaces destinées au pâturage, diminuent continuellement. Ce phénomène résulte d'une chaîne de facteurs indissociables, accroissement de la population, augmentation consécutive des besoins alimentaires à court terme, mise en culture incontrôlée des zones à utilisation jusque-là pastorale et corrélativement appauvrissement et perte du sol par érosion, dégradation de la couverture végétale par le surpâturage (Dutuit, 1999). Ces régions arides et semi-arides ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif (Le Houérou, 1992).

A cette dégradation concourent également les intermittences de périodes de sécheresse extrême dans les régions arides et semi-arides, notamment autour du bassin méditerranéen, la salinisation des sols et la faible disponibilité des eaux sont parmi les principaux facteurs qui limitent la productivité végétale. Cependant, la sècheresse et la pression anthropique ont amplifié la surexploitation des ressources naturelles. Une spirale de dégradation, ainsi constituée sans intervention, conduira à une désertification irréversible (Cari, 2003).

Les parcours naturels jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des périodes de sécheresse récurrente et à une pression anthropozoogène croissante.

La pression combinée de l'accroissement démographique, de la sédentarisation et la privatisation des terres a favorisé la disparition du couvert végétal, engendrant l'amplification des processus de l'érosion et la réduction du potentiel pastoral.

Le milieu naturel dans la région de Mostaganem semble très fragile, ce milieu a subi beaucoup de dégradation et des perturbations, causées par plusieurs facteurs naturels et anthropozoïque et qui ont marqué et laissé une forte empreinte sur sa physionomie et son état de santé. L'anthropisation, depuis longtemps, a fait perdre à la région de Mostaganem des espèces naturelles qui constituaient auparavant une protection pour le littoral où la dune était le seul milieu d'adaptation.

La région se caractérise par une grande biodiversité principalement des ressources phytogénétiques locales à dominance des halophytes fourragères qui constituent souvent la base de la flore des pâturages du cordon dunaires. Malgré la diversité de ces ressources phytogénétiques et surtout de leurs adaptations aux contraintes locales (tant biotiques qu'abiotiques), ce patrimoine ne semble pas assez bien valorisé au niveau de la région de Mostaganem.

En effet, il a été démontré que chaque écosystème est caractérisé par un seuil de dégradation à partir duquel, même en cas de disparition de la perturbation, le retour à un état antérieur ne peut être que très lent (Ferchichi, 1999).

A long terme, on assiste à un changement dans la composition floristique avec la disparition des espèces fortement appréciées et l'invasion des parcours diminuant la productivité et la qualité des écosystèmes (Çomakli *et al.* 2008). Les espèces halophytes qui constituent un patrimoine phytogénétiques très important dans la région de Mostaganem leur couverture végétale est en régression inquiétante.

L'identification d'halophytes utiles et leur introduction dans les sols fortement salés constituent une approche prometteuse pour la réhabilitation et la valorisation de ces zones marginales et peu propices à la majorité des cultures destinées directement à l'alimentation humaine (Weber *et al.* 2007). Ainsi, plusieurs halophytes exprimant de fortes potentialités de croissance, de prélèvement et de stockage de sel dans leurs parties aériennes sont intéressantes pour la fixation et le dessalement des sols dans les zones arides et semi- arides (Messaidi et Abdelly, 2004).

Le programme de repeuplement végétal dans les zones arides et semi-arides doit comprendre des espèces manifestant une résistance à la salure comme les halophytes (Aslam *et al.* 2011), ces halophytes couvrent environ 1% de la flore du monde (Flowers et Colmer, 2008). Celles-ci sont dotées de caractéristiques requises pour tolérer le sel et de s'adapter, en déclenchant des mécanismes de résistance et/ou de tolérance à ces contraintes (Sambatti et Caylor, 2007).

Les travaux sur la diversité biologique et écologique des formations végétales en général et l'*Atriplex halimus L* en particulier sont peu nombreux dans notre région. La connaissance des particularités biologiques et écologiques des espèces en général est indispensable à toute action de conservation de la biodiversité.

Les *Atriplex* présentent un très grand intérêt en raison de leur rusticité, de leur bonne valeur fourragère, de leur résistance élevée à la sécheresse et de leur excellente productivité, ces espèces supportent bien les conditions climatiques et pédologiques des régions arides et semi arides, elles peuvent être utilisées même dans la lutte contre la désertification qui est un phénomène très lourd (Haddioui et Baaziz, 2006).

L'*Atriplex halimus L*. est un arbuste natif d'Afrique du Nord, il est présent dans des régions où le déséquilibre écologique s'accroît et où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes. Cependant, le surpâturage, les contraintes climatiques et l'absence de gestion rationnelle des parcours ont conduit à une forte dégradation de leurs peuplements, c'est une espèce à comportement héliophile, typique des fourrés halophiles et de divers autres habitats de bords de mer : rochers, hauts de plages, dunes fixées, bords d'étangs, friches, coteaux marneux (Dutuit, 1999). Elles maintiennent l'équilibre écologique, assure la lutte contre la désertification et, en tant que

fouillage, présente un intérêt économique certain ; elle est également utilisée en phytothérapie (Nedjimi, 2013).

L'*Atriplex halimus* croissent spontanément sur des sols plus ou moins halomorphes sur des substrats gypseux, des affleurements gypsosalifères des sols halohydromorphes des étages arides et semi-arides ou mêmes des sols divers dans les zones soumises à l'effet des embruns de mer dans les étages semi-arides à humides. Les *Atriplex* peuvent aussi se développer sur un encroûtement gypsocalcaires et poussent dans les sols sablonneux et en particulier limoneux (Killian, 1953).

Dotée d'une biomasse aérienne et racinaire assez importante, elle constitue un outil efficace et relativement peu coûteux dans la lutte contre l'érosion et la désertification et dans la réhabilitation des terres salées (Mattia *et al.* 2005). Etant espèce hautement polymorphe, l'aspect phénotypique des feuilles varie sur le même pied et sur le même rameau et un grand polymorphisme même dans la production de la biomasse (Hamza, 2002 ; Bouzid, et Benabdeli, 2011).

Tous les travaux réalisés qu'ils soient morphologiques, physiologiques et biochimiques ont confirmé et précisé l'important polymorphisme qui a été souvent évoqué pour l'espèce. Ailleurs et dans ce même domaine, on signale les travaux de (Talamali *et al* (2001) ; Fatmi, (2020) et Dutuit. (1994, 1998).

Ces plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin (Haddioui et Baaziz, 2006). L'*Atriplex halimus* supporte des concentrations de chlorure de sodium voisines de celle de l'eau de mer (Ben Ahmed *et al*, 1996).

La germination semble être un stade de forte sensibilité au stress salin (Zid, 1977). Il constitue un matériel utile pour l'identification des mécanismes physiologiques impliqués dans la résistance aux stress abiotiques (Wang et Showalter, 2004).

Généralement, les graines d'halophytes demeurent viables après avoir été soumises à de fortes concentrations en sel et peuvent germer lorsque le stress salin est levé, ce type constitue une stratégie de survie en milieu salé (Keiffer *et al.* 1995).

Le suivi des plantes dans un milieu donné dépend en grande partie de leur réaction au stade germination, déterminer le seuil critique de germination, d'une plante halophyte et le moyen d'améliorer sa germination en milieu salin (Choukr *et al.* 1998).

Autres leurs adaptation aux conditions climatiques et leurs pouvoir à supporter et survivre en milieu salin les *Atriplex* ont un grand intérêt fourrager pour les zones arides et semi-arides (Le Houérou, 2000 ; Abbad et Benchaâbane, 2004 ; Alowaimer *et al.* 2011).

Ces espèces présentent une palatabilité et une appétibilité très satisfaisantes (Osman *et al.* 2006), Il y constitue, en période de sécheresse et de soudure saisonnière, un fourrage apprécié des camélidés et particulièrement des ovins et des caprins (Kinet *et al.* 1998).

De nombreuses études relatives à la production fourragère et au comportement des *Atriplex* dans différents milieux ont été réalisées (Narjisse *et al.* 1988 ; Bhattacharya, 1989, Valderrabano *et al.*, 1996) et plusieurs travaux sur L'analyse de la composition chimique des *Atriplex* montrent qu'il constitue un excellent fourrage pour le cheptel notamment en période de disette (Walker *et al.* 2014).

La valeur alimentaire d'un fourrage ne dépend pas seulement de sa richesse en différents constituants nutritifs tels que les fibres, les protéines et les minéraux mais c'est beaucoup plus la disponibilité de ces nutriments à l'organisme animale. Pour la qualité des pâturages naturels, la valeur pastorale est un indicateur essentiel, en l'absence d'analyses chimiques et/ou bromatologiques (Akpo et Grouzis, 2001). Toutefois, elle est fonction de la composition floristique et de la qualité fourragère disponible (Akpo *et al.* 2003).

L'amélioration de la productivité du cheptel passe donc par une utilisation rationnelle du disponible fourrager des pâturages naturels qui constituent la principale source alimentaire pour le bétail (Kaboré-Zoungan, 1995). Raisonner l'alimentation des ruminants suppose une bonne connaissance de la composition chimique et de la valeur alimentaire des fourrages pâturés ou conservés utilisés dans les rations (Baumont *et al.* 2005).

Dans la région de Mostaganem les populations naturelles d'*Atriplex halimus* se caractérisent par un cortège floristique très riches et une grande diversité biologique. La connaissance des particularités biologiques et écologiques de ces espèces en général est indispensable à toute action de conservation de la biodiversité.

Le patrimoine floristique de peuplements à *Atriplex halimus*, comme celui des autres zones méditerranéennes, a connu depuis des décennies une continuelle régression due à l'action conjuguée de l'homme (défrichage, surpâturage, urbanisation) et du climat, ce qui a provoqué la substitution d'une végétation mésophytique par une végétation xérophytique à des degrés les plus divers. Il constitue un matériel biologique de choix pour l'enrichissement de la flore et la protection du sol dans les zones arides (Essafi *et al.* 2007 ; Le Houérou, 2006).

L'étude des caractéristiques phytoécologiques de sa végétation peut apporter des indications pour une mise en valeur de ces sols en prenant soin de préciser les capacités de résistance au sel des taxons qui s'y développent, de même que leurs stratégies d'installation.

Si la grande richesse floristique et l'intérêt biogéographique du bassin méditerranéen sont maintenant mis en exergue à l'échelle mondiale (Myers *et al.* 2000 ; Médail et Myers, 2004), la biodiversité végétale de nombreux territoires reste encore méconnue. C'est le cas de plusieurs secteurs d'Afrique du Nord et des synthèses floristiques récentes doivent encore se baser sur des données anciennes faute d'inventaires récents approfondis (Véla et Benhouhou, 2007).

Toutefois, en dépit de son intérêt biologique et écologique, et si la plupart des travaux ont porté sur des aspects phénologiques et écophysologiques, cette espèce reste jusqu'à présent peu connue. La connaissance des caractéristiques phytoécologiques de ce peuplement naturel s'avère donc essentielle pour la compréhension de sa dynamique (régressive ou progressive une des « mesures » les plus fréquentes de la biodiversité d'un peuplement végétal est la richesse floristique, parfois même considérée comme la diversité.

L'*Atriplex halimus* est une excellente espèce pour la réhabilitation des zones dégradées pastorales elles permettraient certainement d'améliorer la production agricole des zones touchées par la salinité, donc un outil efficace et relativement peu coûteux dans la lutte contre la salinisation et la désertification des sols, Sa culture pourrait être envisagée comme source de fourrage dans les zones de grande fragilité écologique

La stratégie principale développée pour aboutir au repeuplement des zones dégradées à l'aide de populations homogènes résistantes adaptées à chaque région était de rechercher des individus performants et de les multiplier.

Chapitre I
Synthèse
Bibliographique

1- Zone d'étude : Situation géographique, Substrat géomorphologique et Bioclimat

Introduction

Parmi les différents facteurs environnementaux contrôlant la végétation, le sol revêt une très grande importance. De la simple présence ou absence de certaines espèces peut être largement révélatrice des conditions de stations.

Le littoral est endroit riche en matière des ressources naturelles, c'est un milieu naturel attractif où se concentrent plusieurs activités telles que le tourisme, industrie, l'agriculture... Tout ça fait des fortes pressions sur l'endroit et résulte des problèmes urbains et environnementaux dans les zones côtières.

L'Algérie est un grand centre de diversité biologique ; sa position géographique et la structure de ses étages bioclimatiques font de ses terroirs un gisement relativement important de ressources génétiques. Cependant, la croissance démographique galopante, les conditions climatiques difficiles, la qualité des sols et leur dégradation constante ont diminué fortement l'autosuffisance alimentaire, entraînant une surexploitation des ressources naturelles et des pratiques culturelles non adaptées telles que le surpâturage, le défrichement et autres.

Dans la littérature, la région de Mostaganem est connue pour être riche en espèces végétales endémiques et rares (Quézel et Santa, 1962-1963). Des espèces aussi important en matière de fixation mais moins présentes ont été notées par Benabdeli et Mederbal (2004). Mais à ce jour, beaucoup d'espèces demeurent peu étudiée, son littoral n'ayant fait l'objet d'aucune recherche floristique ciblée, bien qu'il présente les mêmes caractéristiques climatiques, biogéographiques et édaphiques que les voisines du Sahel d'Arzew, du Sahel d'Oran, des îles Habibas et des Monts des Traras (Yahi *et al.* 2012) qui appartiennent tous au même hot spot régional.

1.1- Présentation de la zone d'étude

Le littoral mostaganémois s'étend sur 124 km avec une profondeur de cette zone côtière n'excédant pas trois (3) kilomètres et a une superficie approximative de 300 km² soit 13% de la superficie totale de la province de Mostaganem (Belbachir, 2012), il est situé au Nord-Ouest de l'Algérie, entre l'embouchure de la Macta à l'ouest jusqu'à l'oued Kramis et un peu au-delà à l'est, en passant par le Cheliff le plus grand fleuve en Algérie (Santa et Daumas, 1958).

Le littoral dans son ensemble est un secteur sensible possédant un géo-système dunaire fragile. De l'Ouest à l'Est, la côte subit une dynamique éolienne qui nécessite une

protection de son arrière pays dunaire afin de préserver les parcelles agricoles de la Salamandre et des Sablettes à Stidia les parcelles se trouvent protégées par le domaine forestier, celles de l'Est de la ville sont menacées beaucoup plus à l'exception de quelques unes ayant des haies et des sillons.

Les monts des Dahra dont les petites collines basses près de l'embouchure s'élèvent progressivement vers l'est. Ces unités présentent un relief ondulé, forme de petits massifs à dominance argileuse dont les plus importants culminent entre 300 et 550 m et des pentes comprises entre 12 % et 25 %.

Le littoral 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.) Neill., *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) , 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 (Santa *et al.* 1958).

1.1.1- Cadre géographique

Mostaganem se situe dans le Nord-Ouest de l'Algérie couvre une superficie d'environ 2175 km² de 0°8' Ouest à 0°46' Est et de 36°29' à 35°37' Nord, elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la wilaya d'Oran et Mascara, à l'Est par la Wilaya de Chélif et au Sud par la Wilaya de Relizane (Figure1). L'agglomération de Mostaganem s'étend en outre de la commune du même nom, sur les communes de Mazagran et de Sayada et comprend une population de 162 885 habitants en 2008. Elle se caractérise par un climat semi-aride et un hiver tempéré, compte tenu de la proximité de la mer.

Les hauteurs de pluies sont inférieures à 400 mm, et varient entre 350 mm au niveau du plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. Les moyennes des maxima du mois le plus chaud est de 28°C. Les moyennes des minima du mois le plus froid est de 9°C.

Le relief de la wilaya de Mostaganem se subdivise en 6 grandes unités morphologiques : le cordon littoral, une zone de collines littorales, les monts de Dahra, une zone de plateau, la vallée du bas Chélif et une zone de plaine (la plaine des Bordjias).

La diversité de la wilaya de Mostaganem lui permet de posséder d'énormes potentialités naturelles (Côte, 1996).

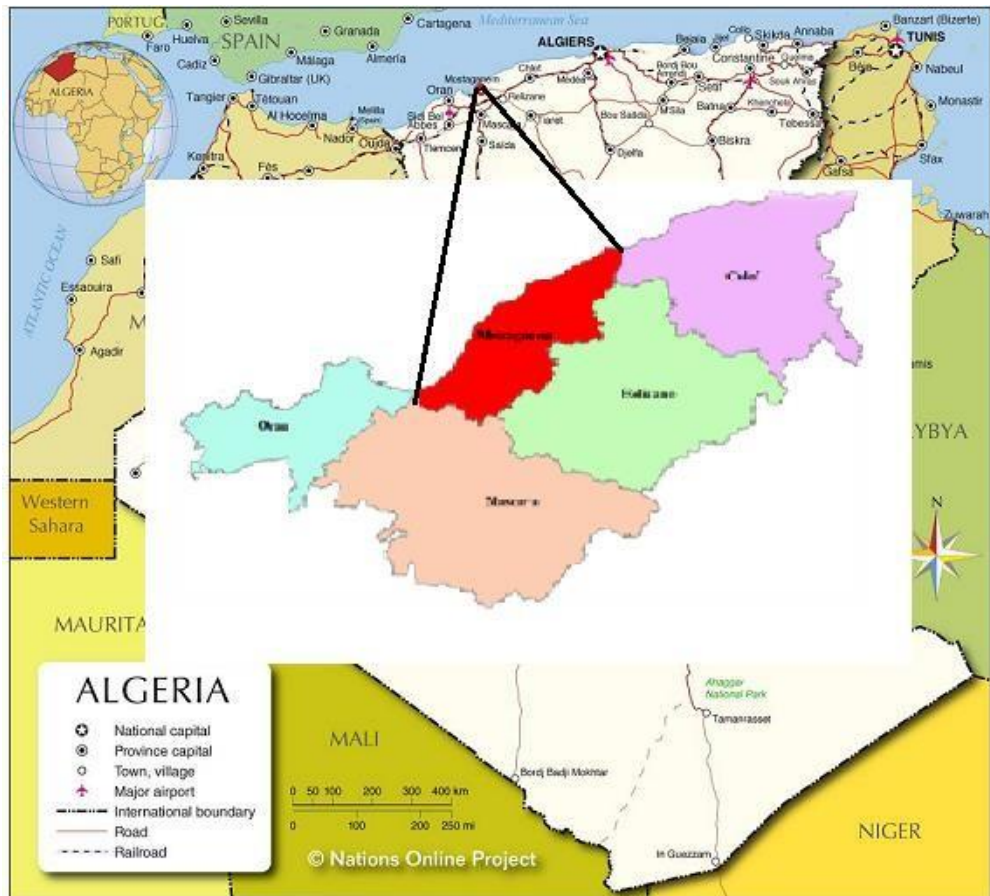


Figure 1: Carte de situation

1.1.1.1- Cadre géologique et géomorphologique

Un aperçu sur la nature géologique est indispensable pour la compréhension du comportement de chaque substrat avec les aléas. Le plateau de Mostaganem constitue un vaste ensemble sablo-gréseux reposant sur des marnes bleues d'âge mio-pliocène ; il comporte une série d'ondulation orientées du Nord-est au Sud-ouest, calquées sur les structures profondes qui orientent l'écoulement des eaux souterraines.

Ce plateau comporte deux secteurs :

- La frange littorale avec des dunes littorales et des formations gréseuses.
- Le plateau, avec de faibles ondulations séparées par des vallées en forme de fuseaux qui s'ouvrent en contrebas de la surface sommitale (Baiche *et al.* 2015).

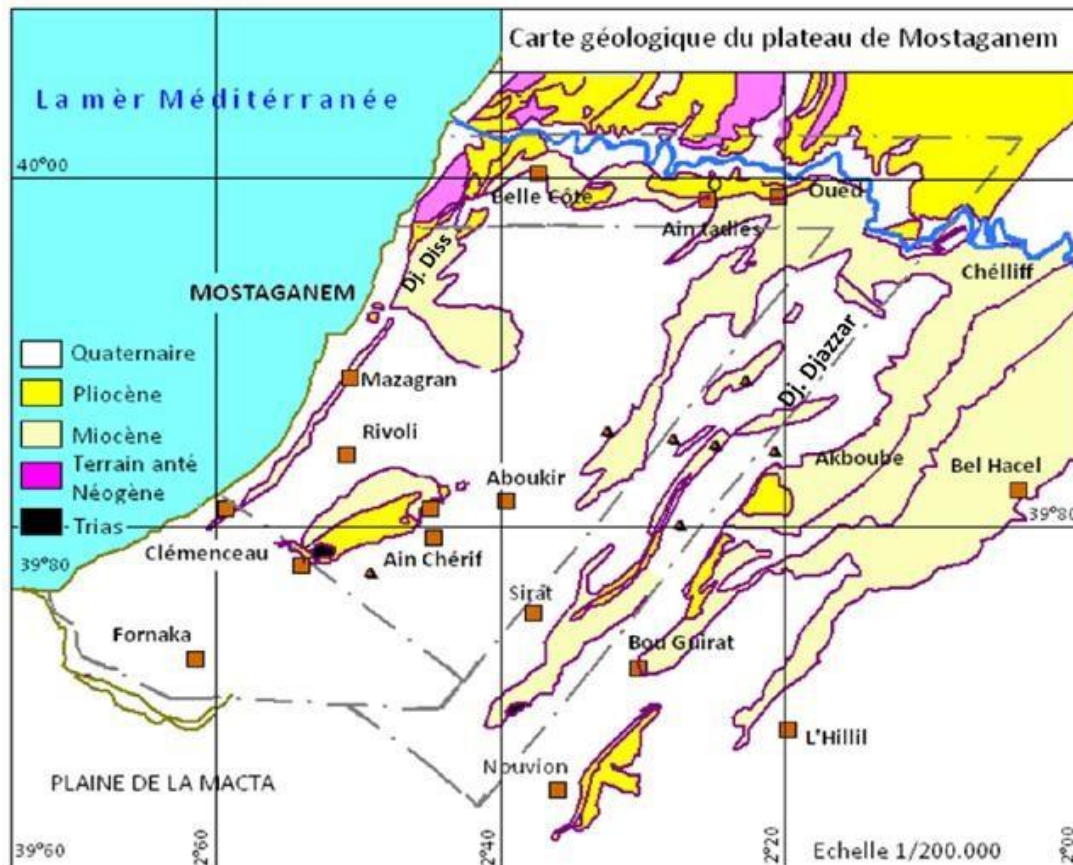


Figure 2 : Carte géologique du plateau de Mostaganem, échelle : 1/200 000, carte modifiée à partir de la carte de C.G.G. (1959).

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 *et al.* 1956). Au Nord, le système est limité par l’affleurement des marnes bleues du Miocène dont la présence entraîne l’existence d’une ligne de sources au contact des sables du plateau.

Au Sud, ces mêmes marnes apparaissent au niveau du Djebel Trek El Tourès. Des communications existent avec la plaine des Bordjias (forêt de la Macta et la région d’Ain Sidi Chérif). À l’Ouest ce sont les marnes du plaisancien et du Miocène supérieur qui définissent les limites de l’aquifère (Figure 2). À l’Est enfin, nous avons volontairement limité l’étude de la nappe au village de Blad Touahria (limite de la carte géologique de Mostaganem (128) au 1/50.000) (Senouci et Trach, 2014).

La nappe est située essentiellement dans les grès « calabriens » et les sables qui constituent le réservoir principal. Des passées sablo-argileuses peuvent rompre par place son homogénéité (Baiche *et al.* 2015).

La surface du plateau est ondulée présentant une succession de dépressions et de rides orientées NE - SW. Cette série de dépressions est très larges, allongées en forme de fuseau, orientées d'Ouest en Est. La dépression de Hassi Mamèche et la Vallée des Jardins au Sud de la ville de Mostaganem.

- La dépression de Kheir-Eddine au Nord.
- La dépression de Hacheme Fouaga au Nord - Est, la dépression d'Ouled Ben Bachir.

Au centre, la dépression d'Ennaro à l'Est d'Ouled Ben Bachir et enfin celle de Torch vers l'extrémité Est du plateau. Ces dépressions sont peu profondes, elles constituent des zones d'accumulation des éléments fins apportés par le vent ou l'eau. La partie du Dahra est constituée par des piémonts à forme molle de texture limoneux- sableuse. Le cordon littoral repose sur un substrat où prédomine des formations tendres.

-Marnes bleues du Mio-Pliocène : Elles sont constituées par les marnes du Miocène supérieur gypseuses et par les marnes du Pliocène inférieur (Plaisancien).

Les formations du substratum du plateau devraient apparaître au pied des falaises grésocalcaire au Nord et au Sud de la ville de Mostaganem, mais elles sont masquées par les éboulis du piémont et les dépôts dunaires de la zone littorale.

Elles sont visibles localement sous les falaises gréseuses côtières au Nord de la ville (Mostaganem) et sous le gré du plateau au Nord du village de Mazagran.

-Sable du plateau :

Les formations s'étalent en manteau continu à la surface du plateau de Mostaganem, résultat de la désagrégation des grès, car les géologues sur un terrain qu'ils connaissent bien, ils n'hésitent pas à reconnaître que les sables des dunes se forment sur place aux dépens des sables pliocènes (Gautier, 1908). Les sables se sont formés dans le pliocène et durant le Quaternaire ; Ce sont des sables plus au moins cimentés par du calcaire (Pomel, 1856).

-Grés du Pliocène: On les appelle les grès jaunâtres du Pliocène supérieur astien et ceux des lumachelles du début du IV ère Calabrien, il forme l'entablement du plateau de Mostaganem, mais sont le plus souvent cachés par les sables plus au moins encroûtés provenant de leur désagrégation ils sont visibles seulement par endroit tout le long de la falaise qui borde le plateau.

Les alluvions quaternaires généralement présentes dans les dépressions du plateau de Mostaganem où avec des compositions limoneuses et/ou sableux- argileuses, ces alluvions se localisent généralement dans des dépressions du plateau telle que la vallée des jardins, la dépression de Hassi Mamèche, Kheir -Eddine, d'Ennaro, et la dépression de Torche, elles renferment surtout des substrats en argile et en limon. Ce sont les formations les plus récentes dans la région.

La majorité des terres de Mostaganem (66,7%) du plateau est grésocalcaire, elle est situées sur des pentes faibles (Larid, 1994).

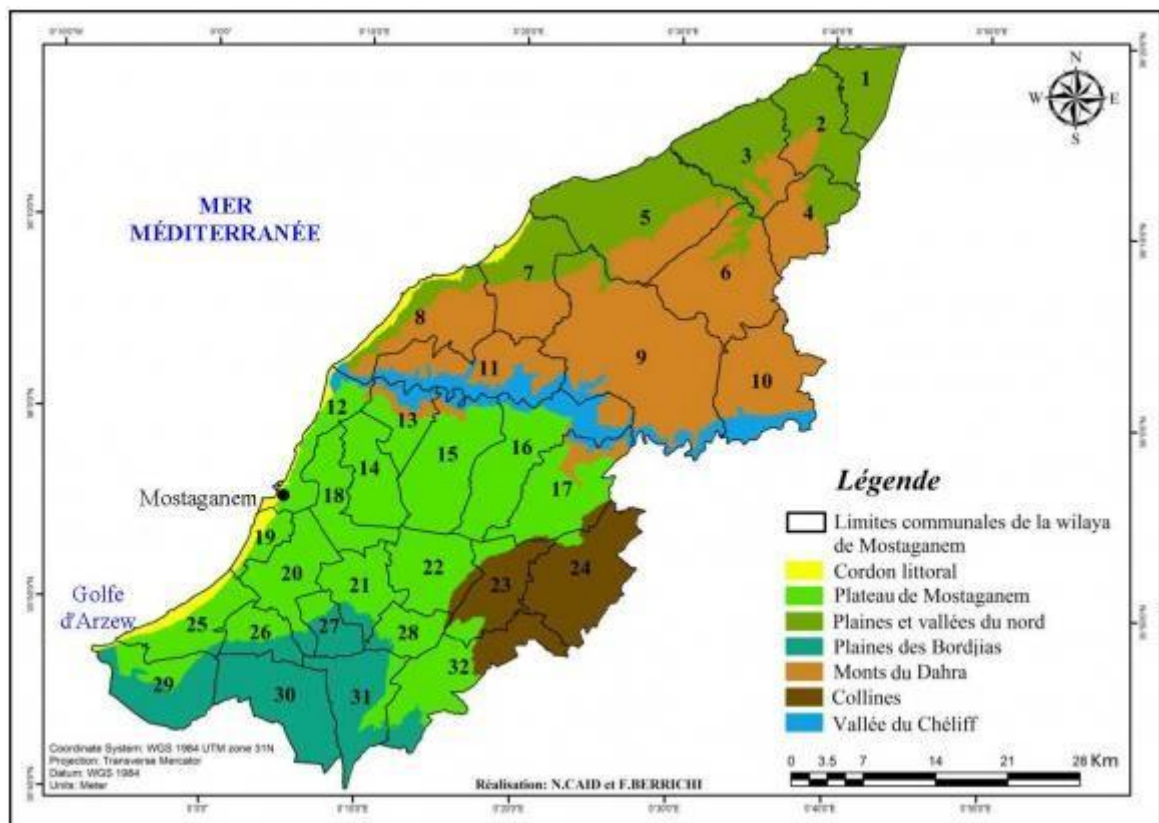


Figure 3: Distribution des unités de relief dans la région de Mostaganem

Les chiffres indiquent les communes : 1 : Ouled Boughalem. 2 : Achaâcha. 3 : Khadra. 4 : Nekmaria. 5 : Sidi Lakhdar. 6: Tazgait. 7: Hadjadj. 8: Abdelmalek Ramdane. 9: Sidi Ali. 10: Ouled Maalah. 11: Sidi Belattar. 12: Mostaganem. 13: Aïn Boudinar. 14: Kheireddine. 15: Aïn Tedlès. 16: Sour. 17: Oued El Kheir. 18: Sayada. 19: Mazagran. 20: Hassi Mamèche. 21: Mesra. 22: Mansourah. 23: Souaflia. 24: Safsaf. 25: Stidia. 26: Aïn Nouissy. 27 : Aïn Sidi Cherif. 28 : Touahria. 29 : Fornaka. 30 : El Hassiane. 31 : Sirat. 32 : Bouguirat(Figure3).

1.1.2- Les Sols

L'Algérie qui offre toutes les variances du climat méditerranéen n'échappe à cette règle, où la sécheresse observée depuis longtemps, a conduit manifestement au processus de salinisation des sols sur 3,2 millions d'hectares affectés (Hamdy, 1999).

De l'Est à l'Ouest, de la côte au Sahara les sols agricoles sont dans leur forte majorité, affectés par les sels ou susceptible de l'être (Halitim, 1973).

Le climat aride à semi-aride est marqué par des précipitations irrégulières dans le temps et mal réparties dans l'espace et une température élevée, ce qui provoque la dégradation des sols, en effet la dégradation des terres augmente et leur potentiel productif s'abaisse, ce qui nécessite la mise en œuvre de techniques de restaurations des sols.

Dans ces régions arides et semi-arides, la disponibilité des eaux, leur salinité et celle des sols sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité végétale (Zid et Grignon, 1991 ; Roose, 1994).

Selon Bolt *et al* (1978) les rares précipitations, l'évaporation élevée, l'irrigation avec de l'eau saline et les pratiques culturales sont parmi les facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante. Par exemple, si une partie d'une plaine littorale est envahie par la mer, bien que le contact soit direct, la salinisation reste secondaire. Cette distinction tend à faire préciser à quel moment de son histoire, un sol a acquis le caractère halomorphe.

Le surpâturage a également sa part de responsabilité, pratiqué essentiellement au niveau des régions arides et semi arides, le couvert subit une pression anthropozoïque importante et par conséquent, la salinisation se développe tendant vers la désertification dans la plupart des cas (Szabolcs, 1992).

1.1.2.1- Origine des sols

L'origine des sols du plateau de Mostaganem est de nature gréseuse et l'abondance du sable dans la région est à l'origine de l'érosion éolienne. Au vu de la fragilité du géo-système dunaire, la partie Ouest et Est de la région de Mostaganem demeure la plus vulnérable à l'ensablement, le Sud-ouest et le Sud-est qui correspondent à la présence d'accumulations sableuses dans le plateau (Mesra, Ain Tedles) le sont mais à un degré moindre.

D'une façon générale les sols de Mostaganem présentent des compositions diversifiées en fonction de la nature du substratum et des conditions climatiques, de la situation topographique.

De ce fait on distingue les sols suivant :

-Sols dunaires

Les sols littoraux se développent sur un substratum quaternaire marin récent et sont caractérisés par la présence d'horizons calcaires sous forme de croûtes, ces sols sont pauvres en matières nutritives et sont peu fertiles. Le défonçage de la croûte calcaire permet d'enrichir ces sols en devenant plus léger et facile à travailler, donc favorables à certaine implantation tel que l'arboriculture et le maraichage primeurs.

Les formations sableuses dunaires ou gréseuses ont subi au cours du quaternaire un lessivage intense : les horizons de surface ont été remaniés par l'érosion éolienne lorsque le complexe argilo-humique n'a pas joué son rôle agrégateur, des dunes secondaires se sont formées et empâté les reliefs et qui ont évolué secondairement toujours dans le sens du lessivage.

-Sols dunaires basiques : Ce sont les dunes du littoral, calcaires et recouvertes d'une maigre végétation.

-Sols dunaires acides : 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 (Boulaine, 1955).

Les dunes sont des butes ou collines de dépôts sableux éoliens. Elles ne sont pas spécifiques aux déserts, on les retrouve là où le sable, en partie découvert, est soumis à des vents violents tels que les cordons littoraux et les lits fluviaux (Derruau, 1974).

- Les sols sableux du plateau : On distingue les sols sableux rouges et les sols sableux jaunes, ils sont moyennement fertiles.

-Les sols de dépressions : Se sont les dépressions du plateau et sur la vallée de Nadour et la vallée des jardins qu'on trouve des sols argileux calcaires fertiles, aussi on a des sols silicoargileux et argileux sableux considéré comme des sols moyennement fertiles ou bien dits des sols à faible rendement.

-Les sols des crêtes et du plateau : Ce sont des sols peu fertiles et constitués de marne et de grés sableux, leurs grandes teneurs en argile les rendent imperméables, ces types de sols sont favorables à la culture de l'olivier (Boulaine, 1955).

-Sols de marais

Ces sols sont caractérisés par leur couleur noire due à l'accumulation des matières organiques et à la prédominance des composés réducteurs :

-Sols de marais du plateau de Mostaganem : ce sont des sols gris à noir, riches en matières organiques, qui occupent les bas-fonds du plateau de Mostaganem. Ils sont généralement sableux et peuvent parfois être constitués à partir de matériaux éoliens.

-Sols de marais associés aux sols salés de la plaine de l'Habra : dans la plaine de l'Habra, les apports des eaux d'hiver créent des sols moins salés au centre de la plaine. Au NW de celle-ci, les eaux s'écoulent très lentement et les sols très argileux sont inondés une partie de l'hiver (Boulaine, 1955).

Si nous considérons la région de Mostaganem (Nord- Ouest d'Algérie), sommairement, sa géomorphologie côtière est dominée par trois principales origines (Benest, 1985) :

- Origine continentale étant donné que le plateau de Mostaganem est recouvert d'un manteau gréso-calcaire reposant sur des marnes du pliocène.
- Origine marine vu que l'action des vagues sur le continent désagrège les roches et le sable s'accumule sur les plages.
- Origine fluviatile par la présence de nombreux Oueds potentiellement capable d'entraîner des apports fluviatiles remaniés par les vagues puis rejetés sur le continent (Figure 4).

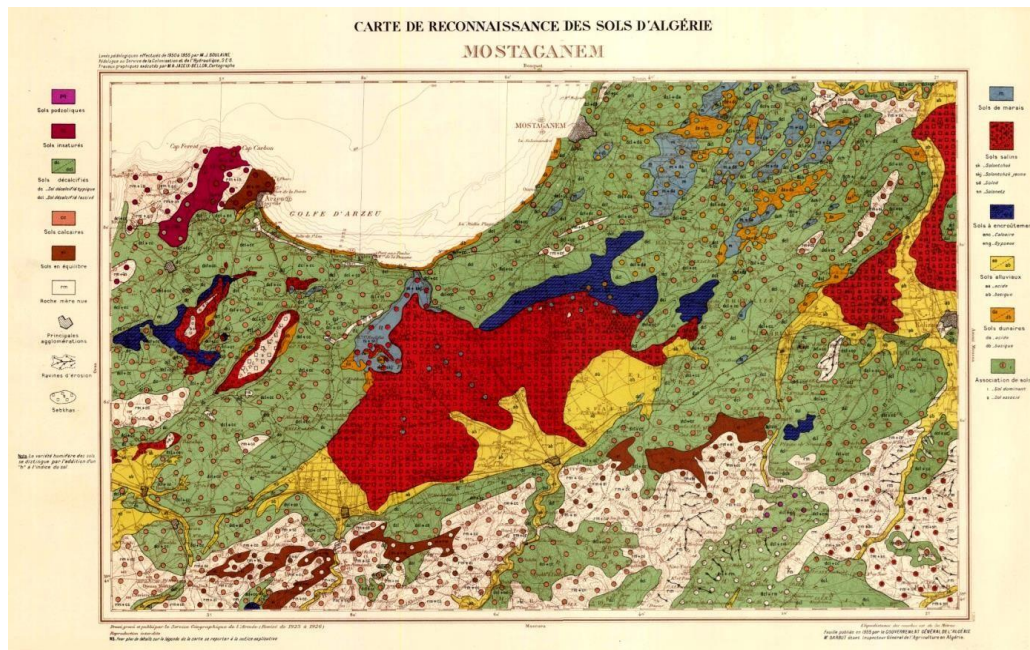


Figure 4 : Carte de reconnaissance des sols d'Algérie Mostaganem (Boulaine, 1923)

Aubert (1976), signale deux types de sols en Algérie, qui sont les Solontchak *et les* Solontchak-Solonetz. Sur les six millions et demi d'hectares cartographiés en Algérie, un million est concerné par sols salés (Chaâbane et Benreda, 1997).

La salinisation est un processus d'enrichissement du sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin (Brady et Weil, 2002 ; Essington, 2004).

D'après Mermoud (2006), la salinisation des sols est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et plus particulièrement dans la zone racinaire, elle se solde par des effets nocifs sur les végétaux et le sol. Vue l'importance de ce phénomène, de nombreux travaux ont étudié

la salinité et la sodicité des sols d'Algérie (Djili, 2000 ; Touaf, 2002). Il ressort de ces travaux que la salinité en Algérie est d'origine primaire et que la salinisation secondaire contribue à son extension spatio-temporelle.

Les sols salés contiennent des sels plus solubles que le gypse susceptible de passer dans la solution du sol en quantité assez importante pour affecter la croissance des plantes. En conséquence, les sols calcaires ne sont pas des sols salés, même si le carbonate de calcium est un sel comme un autre au plan chimique (Legros, 2007).

La superficie affectée par la salinité à Mostaganem est de 1977 ha (Benzellat, 2012). D'une manière générale la flore des sols salins est toujours pauvre et caractérisée par la prédominance d'espèces spécialement adaptées et notamment des représentants de la famille des Chenopodiacées (Ozenda, 1958) (Tableau1).

Tableau 1: Classement des Willayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la surface agricole utile S.A.U (Benzellat, 2012)

Willaya	Surface agricole	Superficie	% de la SAU
Thamanrasset	2510	1445	57.57
Ouargla	17390	9850	56.64
Ghardaïa	7930	3284	41.41
Bechar	13250	2249	1697
Illizi	550	60	10.53
Djelfa	67760	6250	9.22
Relizane	241670	20000	8.28
Ain Temouchent	18350	15000	8.14
Tébessa	231750	13000	5.61
Adrar	14990	780	5.20
Biscra	151530	7272	4.80
Khanchla	177900	4480	2.52
Mascara	328740	6475	1.97
Alger	7940	150	1.89
Mostaganem	131730	1977	1.50
Naama	4150	62	1.49
Laghouat	487740	800	1.48
Batna	85860	5100	1.05
Oran	188620	850	0.99
Chellif	183860	1490	0.79
Guelma	22150	1283	0.70
Msila	72090	100	0.45
Boumerdès	306480	192	0.27
Saida	615340	700	0.23

1.1.2.2- Relief

La région de Mostaganem associe plusieurs unités de relief :

- Au centre et au sud, la façade littorale est constituée de plages sableuses, en arrière desquelles se trouvent des formations dunaires, mobiles ou consolidées.
- Au nord de la vallée du Chélif, les monts du Dahra sont constitués de marnes, de flyschs et de grès. Ils forment une chaîne accidentée, drainée par un réseau hydrographique très dense. Les sommets atteignent de 300 à plus de 550 m d'altitude. Sur des pentes assez fortes, les sols sont souvent peu évolués.
- Entre la mer et les monts du Dahra, des vallées et des plaines littorales forment un ensemble qui s'élargit vers le nord. Le soubassement est presque exclusivement marneux au centre et au sud. Des flyschs apparaissent également dans la partie nord.
- Au sud de la vallée du Chélif, le plateau de Mostaganem, dont le soubassement est formé de grès pliocènes à ciment calcaire, présente une surface ondulée, inclinée vers le sud-ouest et le golfe d'Arzew.

Zaoui (2015) subdivise le relief de la wilaya de Mostaganem se en 6 grandes unités morphologiques : le cordon littoral, une zone de collines littorales, les monts de Dahra, une zone de plateau, la vallée du bas Chélif et une zone de plaine (la plaine des Bordjias).

1.1.3- Caractérisation climatique

Le climat de l'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par deux saisons bien distinctes, celle des pluies et celle de la sécheresse. L'influence du nord - ouest apporte des courants froids et humides, et celle du sud est beaucoup plus liée à des courants chauds et secs. D'une part importante de la fluctuation du pic de pluie du littoral doit appartenir à la thermodynamique de surface au large du bassin algérien (Bouras *et al.* 2007).

Le climat joue un rôle essentiel dans les déterminismes de la répartition des plantes, il détermine le potentiel agricole d'une région. Par ces composantes, il influe sur 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.

Le climat méditerranéen est caractérisé par un climat sec et long (≈ 7 mois), il est défini comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides et relativement froides, l'été, saison plus chaude, étant sec (Emberger, 1954).

Emberger (1939) précise que les données écologiques et en particulier bioclimatiques, influent considérablement sur l'individualisation de la végétation.

Le climat est un facteur du milieu naturel qui Selon Halimi (1980), la croissance des végétaux peut dépendre de deux facteurs essentiels :

- L'intensité et la durée du froid (dormance hivernale),
- La durée de la sécheresse estivale.

Le climat méditerranéen est caractérisé par deux points importants :

- Un régime pluviométrique, plus ou moins régulier avec un maximum en hiver et un minimum en été. Les précipitations sont inversement proportionnelles aux températures.
- Un été sec, avec des pluies qui se font rares pendant 4 à 6 mois en Afrique du Nord (Daget, 1977; Belgharbi, 2002).

1.1.3.1- Climat méditerranéen

Le climat méditerranéen et de toute évidence un facteur important d'instabilité pour les formations végétales. Son action directe apparaît surtout par l'existence de conditions climatiques marginales (Quézel, 2000).

Le climat de la wilaya de Mostaganem est de type méditerranéen semi-aride doux, marqué par la faiblesse du niveau des précipitations moyennes annuelles et saisonnières. Les saisons les plus arrosées sont celles d'automne et d'hiver, et les mois les plus arrosés sont les mois de novembre, décembre, janvier et février. Les mois les plus secs sont juillet et août. Par ailleurs, les précipitations ne sont pas uniformément réparties sur le territoire de la wilaya.

Le semi-aride méditerranéen est une transition entre le méditerranéen vrai et l'aride, c'est un climat très sec presque chaud que le climat méditerranéen aride, il en diffère par une pluviosité plus élevée. Il existe deux types l'un doux avec un minimum nettement au-dessus de 0°C, l'autre un peu plus froid voisin ou légèrement au-dessous de 0°C (Schnell, 1977).

Le maximum pluviométrique a lieu en automne en hiver ou parfois au printemps suivant l'importance de la saison sèche et les températures durant la saison la plus froide, les averses sont les principales composantes étudiées du moins pour la région méditerranéenne sont les précipitations et la température du fait qu'elles constituent des facteurs limitant mais cela n'exclut pas l'influence d'autres composantes telles que les neiges, les vents et les gelées (Duvigneaud, 1980).

Le climat méditerranéen est une mosaïque de cinq climats sous régionaux qui sont le climat méditerranéen aride, semi-aride, tempéré, humide, de haute montagne.

La zone A : Elle comprend le littoral et une partie du versant Nord des chaînes côtières (climat méditerranéen maritime). Cette zone bénéficie d'un climat doux et régulier, dû à l'influence modératrice de la mer. Les températures moyennes y sont sensiblement les mêmes de l'Ouest à l'Est, et en un point donné la température varie relativement peu entre le jour et la nuit comme entre l'hiver et l'été comme le décrit la figure 5.

La zone B : Elle comprend la plaine et les vallées comprises entre les chaînes côtières et l'Atlas Tellien, autre que celle de Chleff (climat méditerranéen continental) ; la plaine du Chélif peut être considérée comme " une zone climatique un peu particulière " de l'Algérie, par les écarts de température considérables que l'on y rencontre. Distante de la mer de moins de 50 km, elle est cependant soustraite à l'influence maritime par la chaîne du Dahra qui la borde au Nord.

L'important massif de l'Ouarsenis qui la domine au Sud augmente les effets du sirocco, les masses d'air transportées des Hautes Plaines s'échauffant en même temps qu'elles s'abaissent vers la plaine du Chélif.

Enfin on trouve confirmée ici la loi générale suivant laquelle toute forme concave du terrain - vallée, cuvette - entraîne de fortes variations de température.

La zone B' : C'est une sous-zone de la zone B. Elle comprend la vallée de Chleff, comprise entre la chaîne de l'Ouarsenis et les montagnes du Dahra et des Braz.

La zone C : Elle comprend les hauts plateaux entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien, avec des altitudes supérieures à 500 m (climat méditerranéen de montagne).

La zone D1: Elle comprend le Sahara au-delà de l'Atlas Saharien jusqu'à la latitude 31°.

Au-delà de l'Atlas saharien, on observe les mêmes fortes amplitudes thermiques, mais des températures plus élevées dues à la moindre altitude et aussi à la latitude plus basse : Touggourt est un exemple typique du climat nord-saharien, avec des maxima absolus voisins de 50°, alors que dans l'Algérie septentrionale ceux-ci dépassent rarement le 45°. La faible humidité atmosphérique permet un rayonnement intense, et les nuits peuvent être très fraîches.

La zone D2 : Elle comprend le Sahara au-delà de la latitude 31° jusqu'à la latitude 26°.

La zone D3 : Elle comprend le Sahara au-delà de la latitude 26° jusqu'aux frontières Sud (Figure 5).

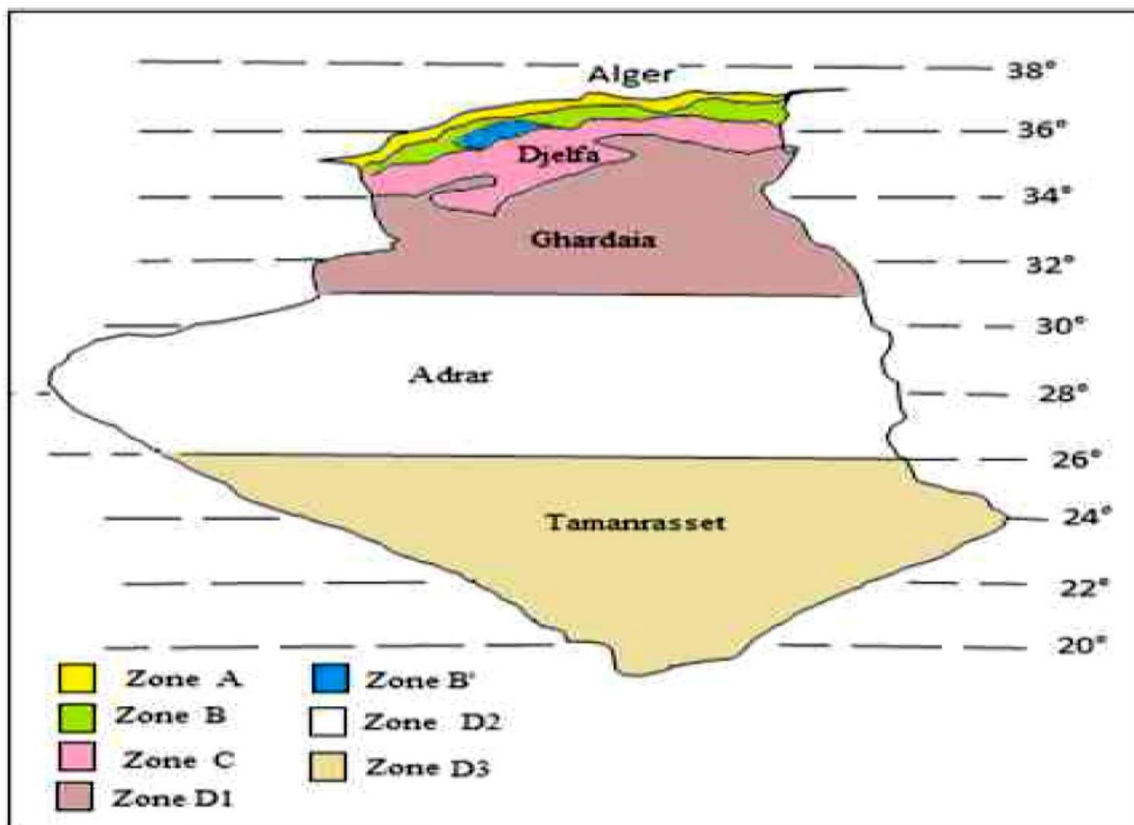


Figure 5: Zones climatiques en Algérie

1.1.3.2- Les facteurs climatiques

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (températures, précipitations, pression atmosphérique et vent), qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. C'est un élément essentiel dans l'étude du fonctionnement des écosystèmes (Thinhoin, 1948).

Dans le pourtour méditerranéen, Barbero et Quézel, (1982-1995) abordent la notion d'étage de végétation en tenant compte des facteurs climatiques majeurs et en particulier la température moyenne annuelle qui permet de traduire, par ses variations, les successions globales altitudinales de la végétation.

Les paramètres du climat ont une influence certaine et directe sur le développement des espèces végétales. Deux principaux paramètres ont été toujours pris en considération, il s'agit des précipitations et de la température.

En effet, celle-ci constitue la charnière du climat car elles influent directement sur la végétation en lui donnant sa typologie (Bary-Lenger *et al.* 1979).

Le facteur climatique est défini par (Peguy, 1970) comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable.

- Les précipitations

La pluviosité est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, cette dernière conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal (Djebaïli, 1978). Elles représentent les seules sources hydriques pour la végétation naturelles des milieux terrestres. Elles exercent une action prépondérante par la définition de la sécheresse globale du climat (Le Houérou *et al*, 1977). La région de l'Ouest algérien se caractérise par de faibles précipitations avec une grande variabilité inter-mensuelle et interannuelle (Bouazza et Benabadji, 2010).

Les précipitations jouent un rôle prépondérant dans la définition de la sécheresse globale du climat (Le Houérou, 1969a).

Le régime pluviométrique contribue dans une proportion importante au maintien et à la répartition du couvert végétal (Berrayah, 2009). Une variabilité très marquée des précipitations est aussi notée (Ardoïn-Bardin, 2004 ; Lino Gaston, 2007; Yao *et al.* 2012). L'altitude, la longitude et la latitude sont les principaux gradients définissant la variation de la pluviosité. En effet, la quantité de pluie diminue du Nord au Sud, de l'Est à l'Ouest et devient importante au niveau des montagnes (Chaâbane, 1993).

Les zones recevant plus de 400 mm sont considérées comme semi-arides, subhumides ou humides (Emberger, 1930) selon l'importance des précipitations (Figure 6).

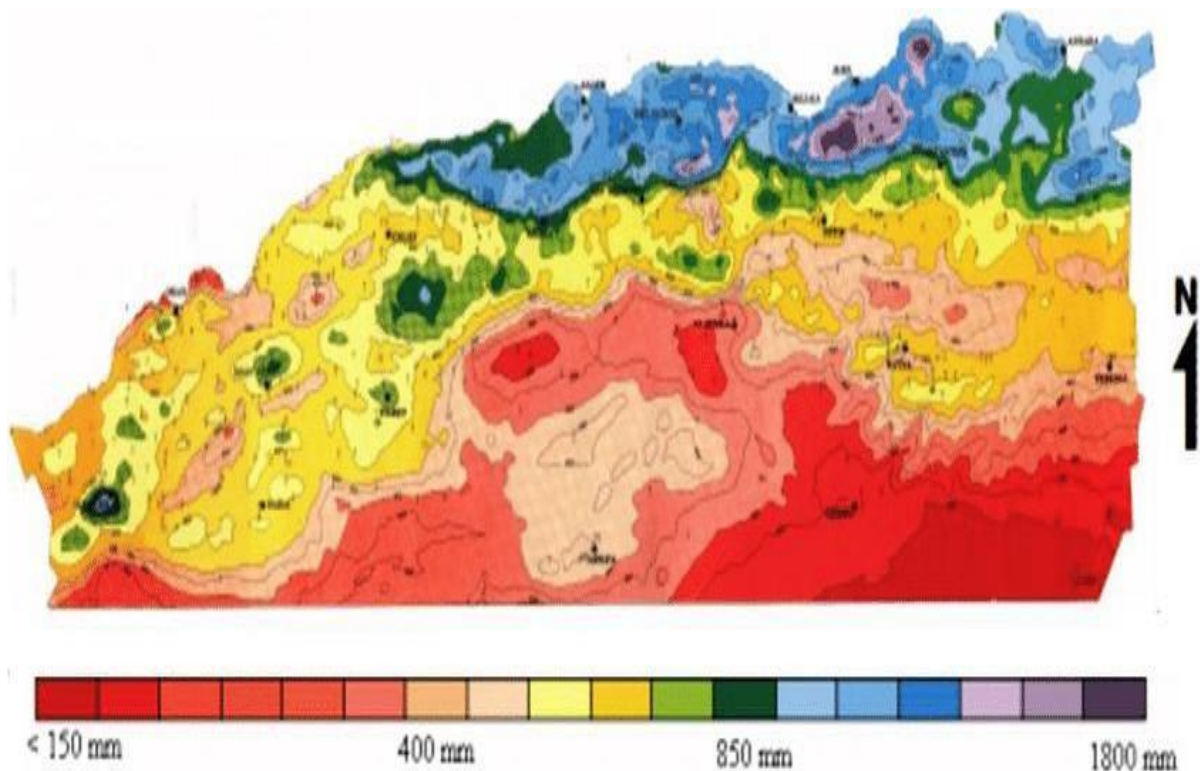


Figure 6 : Carte-pluviométrique pour l'Algérie du Nord (ANRH, 2003)

- Les températures

La température a fluctué pour se stabiliser autour des valeurs actuelles (Guy et Le Treut, 2004).

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales. Elle augmente l'évaporation dans les sols et agit négativement sur le développement des plantes par la forte transpiration (Peguy, 1970).

-Les températures moyennes mensuelles :

Les moyennes mensuelles ou trimestrielles sont fréquemment utilisées par les climatologues et fournissent des résultats plus significatifs (Quézel et Médail, 2003).

A) Les températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (M)

B) Les températures moyennes du mois le plus froid (m)

Dans la classification du climat, Emberger utilise la moyenne du mois le plus froid « m » qui exprime le degré et la durée de la période critique des gelées.

De nombreux processus physiologiques dont la photosynthèse, la croissance cellulaire, la respiration et la transpiration sont dépendants de la température. Les réactions biologiques ont un optimum thermique : leur vitesse augmente jusqu'à cet optimum puis elle diminue (De Parceveaux et Huber, 2007).

- Humidité relative

Il s'agit là du pourcentage d'humidité, ou de vapeur d'eau, contenu dans l'air par rapport à la quantité maximum que peut contenir cet air avant de se condenser, c'est-à-dire avant de se transformer en gouttelettes d'eau. L'humidité est liée inversement à la température de l'air autrement dit elle est maximale pendant les mois les plus froids d'hiver et est minimale pendant les mois d'été.

L'humidité relative joue un rôle important en matière d'apport de vapeur d'eau pour le sol et la végétation. Elle atténue l'effet des fortes températures et peut combler en partie le déficit hydrique accusé, et ceci après les pertes considérables d'eau dues à l'évapotranspiration.

La transpiration est le "moteur" du flux xylémien, dépend de l'humidité lorsque celui-ci est faible, l'alimentation en minéraux est faible, ce qui pénalise la croissance (Brajeul, 2001) L'humidité relative dans l'environnement dépend de la température et de la vitesse du vent.

Il existe des modèles permettant d'évaluer l'évapotranspiration d'un couvert végétal. Un des plus connu est l'équation de Penman-Monteith. Elle prend en compte le rayonnement, la densité et la chaleur spécifique de l'air, la tension de vapeur dans l'air et la tension de vapeur saturante, la résistance aérodynamique et la résistance du couvert végétal (fonction de la résistance stomatique, cuticulaire, de la surface foliaire...) (Djikou, 2006).

- Le vent

Le vent est l'un des principaux facteurs régissant le façonnement des dunes et la répartition du couvert végétal en déracinant les plantes annuelles, modifiant la morphologie des végétaux et en influant sur la répartition des graines lors de leur dissémination.

Selon la vitesse et en tenant compte des seize directions internationales, nous pouvons dire qu'il y a deux types de régimes de vents, un régime journalier et un régime saisonnier, et pendant la journée nous avons un régime diurne et un régime nocturne (Smahi, 2001)

Les vents du secteur Ouest et Sud-ouest sont dominants tout au long de l'année (Belgat, 1984). Les vents du nord-est sont fréquents en été. Ils génèrent des pluies faibles (Meddi, 2009).

La période la plus calme de l'année dure 5,5 mois, du mai à novembre. Le mois le plus calme de l'année à Mostaganem est août, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 13,9 kilomètres par heure (Weatherspark, 2022).

1.1.3.3- Synthèse climatique

Les climagramme et les diagrammes Ombrothermiques sont quelques outils de la bioclimatologie qui permettent d'élaborer des modèles de représentation et de comparer les climats entre eux. Ils sont largement utilisés pour faire apparaître les caractéristiques du climat dans les prévisions et déceler les changements climatiques.

Ils peuvent s'appliquer à une station climatologique en particulier ou décrire certains aspects du climat propre à une zone. Ils combinent généralement plusieurs éléments pour décrire les caractéristiques de différents paramètres : sécheresse, continentalité, phases phénologiques de la végétation, degrés-jours de chauffe, régimes de la circulation à grande échelle... etc.

La synthèse bioclimatique met en évidence les différentes caractéristiques du climat qui permettent de délimiter les étages de végétation (Rivas-Martinez, 1981; Dahmani, 1997).

De nombreux indices climatiques sont proposés :

Indice d'aridité de De Martonne : De Martonne (1926) a défini un indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse.

Les plus courants des indices sont basés essentiellement sur la pluie et la température. C'est le cas du quotient pluvio-thermique d'Emberger (Emberger (1930- 1955) ; Sauvage, 1963) et de l'indice xérothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) qui sont les plus utilisés.

Le mois étant sec lorsque $i < 10$. Mais la définition du mois sec par Gaussen, P (mm) $< 2 T$ ($^{\circ}C$), permet d'élaborer un diagramme Ombro-thermique (du grec ombros, la pluie), facile à interpréter et utilisable dans le monde entier. Appelé aussi diagramme de Gaussen, ce graphique facilite la visualisation de la durée du déficit pluviométrique (le nombre de mois secs), lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures (ces données étant représentées sur l'axe des ordonnées selon le rapport $(P/T = 2)$.

Henri Gaussen situe « l'été méditerranéen » entre un minimum d'un mois sec et un maximum de 8 mois, limites que d'ailleurs il précise avec x de 40 jusqu'à 200 jours secs (Gaussen, 1954).

Quézel et Médail (2003) attribuent au bioclimat semi-aride ($P =$ de 400 à 600 mm) 5 à 7 mois secs, et au climat aride ($P =$ 100 à 400 mm) 7 à 11 mois secs.

Les bioclimats étant définis par le quotient pluvio-thermique (Q_2) ou, de façon plus pratique, par les précipitations annuelles (P, en mm).

- peraride ($P < 100$ mm)
- aride (de 100 à 400 mm)
- semi-aride (de 400 à 600 mm)
- subhumide (de 600 à 800 mm)
- humide (de 800 à 1 000 mm)
- perhumide ($P > 1 000$ mm).

Les étages reposant sur des critères thermiques, la moyenne des minima du mois le plus froid (m) :

- « oro-méditerranéen » : extrêmement froid ($m < -7$ °C)
- « montagnard-méditerranéen » : très froid (m de -3 à -7 °C)
- « supra-méditerranéen » : froid (m de 0 à -3 °C)
- « méso-méditerranéen » : frais (m de +3 à 0 °C)
- « thermo-méditerranéen » : tempéré ($m > +3$ °C)
- « infra-méditerranéen » : chaud ($m > +7$ °C).

Pour ne prendre qu'un exemple, les notions de bioclimats « semi-aride » et « aride » pourront être plus ou moins regroupées sous les vocables connus de climat méditerranéen dégradé, semi-aride, « steppique » (Viers, 1990), le bioclimat « peraride » correspondant alors au climat tropical désertique « saharien ».

1.1.3.4- Climat à Mostaganem

La wilaya de Mostaganem appartient au climat méditerranéen et précisément au climat de l'Oranie, chaud et sec en été, tiède et pluvieux en hiver, les deux éléments principaux du climat (précipitations et températures) conditionnent tous les rythmes d'irrégularités.

Sur le plan climatique, Mostaganem se situe à l'étage méditerranéen semi-aride. La période chaude et sèche couvre au moins cinq mois de l'année (Caïd *et al.* 2019) (Tableau2).

Tableau 2 : Précipitations moyennes annuelles et saisonnières par zone, en mm (Senouci et Trach, 2014).

Saison	Plateau de Mostaganem	Monts du Dahra	Cordon littoral	Plaine de Bordjias
Automne	75.5	97.04	89.6	78.2
Hiver	132.9	241.77	136.7	112.2
Printemps	85.57	124.44	102	104.7
Été	6.45	11.86	9.3	12.0
Total	300.62	448.11	334.6	307.1

Les hauteurs de pluies à Mostaganem sont inférieures à 400 mm, et varient entre 350 mm au niveau du plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. Les moyennes des maxima du mois le plus chaud est de 28°C. Les moyennes des minima du mois le plus froid est de 9°C.

Mostaganem est une zone climatique semi-aride faiblement arrosée :

- Températures : contrastées
- Amplitude thermique annuelle : forte d'environ 15°C
- Précipitations : irrégulières ; il y a moins de 100 jours de pluie par an et elles tombent surtout sous forme d'averses brutales.
- Les saisons : été chaud et sec - hiver doux - pluies violentes au printemps et en automne.
- Vents : violents : tramontane, mistral.
- Végétation : forêt clairsemée, garrigue, maquis.

Les rythmes pluviométriques sont méditerranéens ; ils sont caractérisés par une double irrégularité interannuelle et annuelle, avec une opposition entre une saison fraîche et humide et une saison chaude et sèche (Bellal *et al.*2020).

La station de Mostaganem semble assez représentative des précipitations moyennes sur la wilaya : avec 340 mm/an sur la période 1976-2005, elle occupe le 6^{ème} rang sur 13 stations étudiées, par ordre décroissant, la valeur maximale étant celle de Sidi Lakhdar avec 448 mm/an (Zaoui,2015).

Les précipitations mensuelles de Mostaganem, sont d'une configuration extrêmement simple. Elles se caractérisent par un maximum très accusé en décembre et un minimum entre

juillet- août. Les quatre mois les plus pluvieux (novembre, décembre, janvier et février) enregistrent 54 % des précipitations annuelles avec plus de 44 mm chacun. Aux mois les plus arrosés s'opposent 4 mois secs : juin, juillet, août et septembre, qui ne reçoivent en moyenne que 23 mm de pluies, soit 6 % du total. Juillet et Août sont en fait d'une sécheresse absolue, quant aux mois d'avril et mai, ils totalisent 60 mm en moyenne, soit 16,4 % des précipitations moyennes (Bellal *et al.*2020).

Les moyennes des maxima du mois le plus chaud est de 28°C. Les moyennes des minima du mois le plus froid est de 9°C.

La diminution de la pluviosité enregistrée dans de nombreuses régions du monde implique une adaptation continue des systèmes de production agricoles La diminution de la pluviosité engendre la dégradation de l'environnement et la détérioration de la fertilité du sol (Bulgen *et al.* 1994).

Les stress environnementaux les plus importants, notamment le stress hydriques affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (Madhava Rao *et al.* 2006). Cela est un problème sérieux dans les environnements arides et semi-aride, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydriques (Boyer, 1982).

1.1.4-Activités significatives de la Wilaya de Mostaganem

Les activités significatives sont identifiées à partir de leur poids socio-économique et de la stratégie de développement adoptée pour la wilaya.

Plusieurs critères peuvent être adoptés pour réaliser cette identification. Dans le cas de la Wilaya de Mostaganem, les indicateurs qui paraissent les plus pertinents sont :

- La part dans l'économie de la wilaya,
- Les emplois
- L'empreinte au sol
- L'utilisation des ressources locales
- La dynamique des investissements
- La fréquentation du territoire.

1.1.5- Agriculture

L'agriculture est considérée comme la principale vocation de la Wilaya de Mostaganem. A l'exception des reliefs montagneux du Dahra qui, sur une superficie globale de plus de 78.000 ha (soit 34,38 % de la superficie de la wilaya), sont entaillés par un réseau hydrographique très chevelu et dont des versants présentent des pentes de 12 à 25% voire plus dans la partie

Est, le reste de la wilaya offre une topographie favorable à l'intensification agricole (mécanisation et irrigation) (Tableau3).

La Wilaya de Mostaganem compte parmi les premiers producteurs agricoles et avicoles au niveau national et sa Surface Agricole Utile (SAU) occupe 58% de son territoire. Cette activité centrale est appelée à se renforcer encore plus avec les perspectives de développement d'importants périmètres irrigués.

La pêche et le tourisme (en particulier balnéaire) constituent des secteurs à fort potentiel de développement, s'appuyant sur une façade maritime de 124 km, une diversité de milieux naturels constitués d'un important cordon dunaire, de forêts maritimes montagneuses et un climat favorable (ANIREF, 2020).

Tableau 3 : La répartition générale des terres de la Wilaya de Mostaganem (Senouci et Trach, 2014)

Unité	Surface Agricole Totale				Forêts	Terres Improductives non Agricoles	Superficie Totale
	Surface Agricole Utile	Pacages et Parcours	Terres improductives	Total			
Ha	132.268	5.110	7.400	144.778	32.532	49.590	226.900
% SAT	91.35	3.35	5.12	100	-	-	-
%ST	58.29	2.25	3.27	63.81	14.34	21.85	100

Ces activités s'adossent à un réseau routier constituant pratiquement l'unique infrastructure de transport supportant les échanges intra et extra-wilaya. Ce réseau d'importance régionale voire nationale joue un rôle moteur dans le développement de la wilaya. Il sera appelé à prendre une place encore plus grande à la faveur du renforcement des capacités portuaires du chef-lieu de la wilaya.

Nous y intégrons également deux secteurs transversaux dont dépendent les activités précitées, à savoir l'eau et l'énergie. L'eau est en effet le secteur qui présente la plus forte interaction avec les autres activités et qui constitue un maillon stratégique de la chaîne des valeurs aussi bien pour l'agriculture que pour le tourisme (sans compter bien entendu l'alimentation en eau potable des populations). C'est également le cas de l'énergie, indispensable au fonctionnement de la Wilaya dans toutes ses composantes (ANIREF, 2020).

1.1.6- Etablissements humains

La Wilaya de Mostaganem se caractérise par un peuplement déséquilibré au profit des villes, résultats d'une conjoncture socio-économique défavorable dans les zones rurales.

Cette Wilaya comptait une population de 794.900 habitants, avec une répartition correspondant à la répartition des unités naturelles et des concentrations plus marquées sur le plateau de Mostaganem. Mais de façon générale, la densité de population est relativement élevée, de l'ordre de 339 hab. /km².

Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2008, la population de la commune de Mostaganem est évaluée à 145 696 habitants (ONS, 2008)

L'agglomération de Mostaganem s'étend en outre de la commune du même nom, sur les communes de Mazagran et de Sayada et comprend une population de 162 885 habitants en 2008(ONS, 2008).

L'examen de la répartition par commune révèle cette distribution inégale puisque sur les 32 communes composant la wilaya, 8 d'entre elles (Mostaganem, Ain Tédeles Sidi Ali, Achaacha sidi Lakhdar, Bouguirat, Hassi Mameche et Sayada) totalisent 51,8 % de la population totale sur 28,4% de la superficie de la wilaya.

A elle seule, la commune de Mostaganem abrite 19,8% de la population totale de la wilaya. Urbanisée à 35,6%, la Wilaya de Mostaganem se caractérise par un système urbain où prédomine le chef-lieu de wilaya, Mostaganem. Ce centre régional qui focalise l'essentiel des investissements urbains génère un déversement démographique, résidentiel et fonctionnel au profit des localités suburbaines se traduisant par une évolution démographique relativement forte, et déjà la problématique de la gestion de cette périurbanisation en devenir.

La concentration des populations au niveau des agglomérations génère inévitablement une demande sociale plus importante en matière d'équipements (AEP, réseaux d'assainissement, routes, transports, logements, autres services) tandis que les fortes densités démographiques présentent des risques de dégradation rapide de l'environnement dans lequel elles évoluent.

Le système urbain de la Wilaya de Mostaganem tel qu'il est aujourd'hui configuré pose le problème de la répartition déséquilibrée des villes et celui de la forte concentration des villes sur le plateau et les vallées, menaçant les ressources naturelles.

Le déséquilibre entre la zone littorale et le reste de la wilaya est aussi flagrant puisque la seule ville d'importance relative au-delà de 20 km de la côte est Sidi Ali (ANIREF, 2020).

Conclusion

En premier lieu, une étude bibliographique à partir des différentes lectures est à la base de notre recherche. Nous avons constaté que la région méditerranéenne fait partie des régions les plus sensibles à cette variabilité des précipitations particulièrement sa rive sud qui est considérée comme très vulnérable.

La wilaya de Mostaganem accuse un déficit hydrique inquiétant sous toutes ces formes. Une pluviométrie de plus en plus faible, et une température assez élevée des éléments favorisant la dynamique éolienne et la régression du couvert végétal.

Ces dernières années, la sécheresse s'est manifestée d'une manière préoccupante, sévère, persistante et avec une intensité remarquable.

Les sols à Mostaganem manifestent plusieurs problèmes liés à l'entassement dans les terrains agricoles, aussi une réduction du couvert végétal des espèces vivaces qui est aussi un problème qualitatif entraîné par la raréfaction des espèces appréciées qui sont sélectivement éliminées par les troupeaux.

Le cordon dunaire est déstabilisé dans la région en témoigne parfaitement. Cette détérioration est due au surpâturage qui mène à une réduction du couvert et à l'accumulation du sable dans les terrains.

Les pressions urbaines et rurales sur les milieux fragilisés de la zone, ces dernières créent des perturbations socio-économiques qui se traduisent par le renforcement du risque de dégradation de la zone entières littorale et plateau.

1.2- Biotope de l'*Atriplex halimus*

Les *Atriplex* sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin (Haddioui *et al.* 2008).

L'*Atriplex*, constitue une espèce clé dans les zones de pâturages, doit sa survie à ses aptitudes endogènes grâce auxquelles elle s'établit et se fixe dans ces mêmes zones à fortes contraintes environnementales (Benaradj-Boucherit, 2014)

Les caractéristiques particulières de l'espèce *Atriplex halimus*, espèce typiquement méditerranéenne, valorisant d'une manière écologiquement durable aussi bien le milieu littoral que celui des régions arides, a suscité l'intérêt de beaucoup de chercheurs à travers le monde. Sa réponse aux conditions de salinité et de déficit hydrique en fait une espèce

particulièrement précieuse pour son utilisation dans la réhabilitation des terrains dégradés à risque de désertification (Belkheiri, 2008).

L'espèce est adaptée aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. En outre, les formations à base de buissons fourragers forment une bonne couverture végétale à feuillage dense qui protège le sol des agressions climatiques, sources d'érosion (pluie, vent, grêle, etc.). Connaitre sa morphologie et, sa physiologie et ces exigences édaphoclimatiques permet la mise au point de l'état actuel des populations spontanées d'*Atriplex halimus* avec évaluation des possibilités d'implantation ou de réimplantation et des perspectives économiques

-L'adaptation aux conditions d'aridité et salinité (relevé des caractéristiques du milieu pour chaque région (climatiques, édaphiques, écologiques, etc.).

- sélection in situ des plantes performantes (plantes hautement productives, résistantes aux agressions du milieu, etc.).

1.2.1- Présentation des *Atriplex*

1.2.2- Le genre *Atriplex* :

Les plantes du genre *Atriplex* sont des halophytes présentes dans la plupart des régions du globe. Ce sont des plantes qui poussent sur des terrains riches en chlorures et nitrates (terrains salés) (Le Houérou, 1992).

Ces plantes élèvent leur concentration osmotique à un niveau supérieur à celui du sol et accumulent une grande quantité de sels.

Les *Atriplex* sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques, permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin. Elles sont dominantes dans plusieurs régions arides et semis arides du monde, en particulier dans les habitats qui combinent la salinité relativement élevée du sol avec l'aridité (Nedjimi et Daoud, 2006 ; Walker *et al.* 2014).

Les *Atriplexaies* semblent actuellement les plantes les mieux adaptées pour stabiliser et augmenter la production fourragère en climat semi-aride et aride. Ils sont susceptibles de mettre en valeur des terres où la végétation naturelle est profondément dégradée et la production agricole très irrégulière; ou encore des terres chargés en sels sur les quelles peu d'espèces peuvent se développer. Leur production fourragère, bien qu'ayant un maximum en fin de printemps, peut être exploitée dans certains milieux presque, toute l'année (Froment, 1972).

Le genre *Atriplex* appartient au groupe des plantes en mesure de fixer le CO₂ par biosynthèse C4. De nombreuses recherches ont démontré que ce type de plantes est caractérisé par une grande productivité, la résistance au déficit hydrique, la capacité particulière d'utiliser

l'énergie lumineuse et le fait qu'elles exigent du sodium comme élément essentiel de leur métabolisme.

Pratiquement toutes les espèces appartenant au genre *Atriplex* sont dioïques, il existe cependant des arbustes monoïques. Parmi les espèces les plus ou moins vulgarisées, cinq seulement présentent un réel intérêt pratique : *Atriplex halimus*, *Atriplex canescens*, *Atriplex mollis*, *Atriplex glauca*, *Atriplex nummularia* (Le Houérou et Pontanier, 1988).

Le genre *Atriplex* est le plus grand et le plus diversifié, compte environ 200 espèces réparties dans les régions tempérées et subtropicales; on trouve également des exemplaires de ce genre dans les régions polaires, bien qu'en nombre très réduit. Généralement, il est associé aux sols salins ou alcalins et aux milieux arides, désertiques ou semi-désertiques (Rosas, 1989; Par-Smith, 1982).

Il comprend surtout des plantes herbacées vivaces et, plus rarement, des arbres et des arbustes, appartenant à des halophytes. De nombreuses espèces présentent également des adaptations xérophytiques. Par ailleurs, elles ont la propriété de produire une abondante biomasse foliaire et de maintenir active durant les périodes défavorables de l'année (Mulas et Mulas, 2004).

Les *Atriplex* sont bio climatiquement assez flexibles, puisqu'on trouve certaines espèces à presque toutes les latitudes, en particulier entre la latitude 70° Nord et la latitude 46° Sud (Troughton *et al.* 1974).

Ce genre appartient à la famille des Amaranthacées sont largement répandues dans les habitats salins.

En Afrique du nord, le genre *Atriplex* comprend 15 espèces spontanées et 2 espèces introduites, soit 07 espèces vivaces, 01 bisannuelle et 09 annuelles (Francllet et Le Houérou, 1971). Par ailleurs, Maire (1962) a identifié une dizaine d'espèces en Algérie dont les plus répandues sont : *Atriplex halimus* et *Atriplex portulacata*.

En Algérie, les *Atriplexaies* couvrent une superficie de près d'un million d'hectares plus ou moins dégradés (Dutuit *et al.* 1991).

Les espèces les plus répandues du genre *Atriplex* sont :

-*Atriplex nummularia* : arbuste pouvant atteindre 2 à 3 m de hauteur, très rameuse à rameaux dressés ou étalés, feuilles pétiolées.

-*Atriplex patula* : tige dressée ou ascendant de 30 à 90 cm de longueur, ordinairement très rameuse à rameaux étalés à la base, feuilles brièvement étoilées.

-*Atriplex mollis* : plante frutescente, très rameuse, à rameaux dressés, feuilles alternes épaisses, charnues et sessiles.

- *Atriplex portulacoides* : herbe sous-frutescente à la base, tige très rameuse environ 1 m de longueur, à rameux dressés, feuilles opposées.
- *Atriplex semibaccata* : tige très rameuse dès la base à longs rameaux étalés ou ascendants, feuilles minces atteignant 1 à 4 cm, plus ou moins semi-dentées.
- *Atriplex rosea* : tige dressée 30 à 80 cm de longueur presque cylindriques, très rameux, à rameaux étalés dressés, feuilles brièvement pétiolées ou sessiles.
- *Atriplex tatarica* : tige d'environ 1 m de longueur dressé ou ascendante rameuse à rameaux étalés argentés pulvérulents sur les deux faces.
- *Atriplex inflata* : tige dressée rameuse, à rameux plus ou moins effilés dressés, feuilles alternes brièvement pétiolées.

1.2.3- Famille des Chénopodiacées (Amaranthacées)

Les Chénopodiacées (Amaranthacées) sont répandues dans le monde entier, mais ont une préférence marquée pour les terrains salés (Crété, 1965) vivant surtout sous climat arides et semi aride (Ozenda, 1958).

Les Chénopodiacées sont largement répandues dans les habitats salins tempérés et subtropicaux, en particulier dans les régions littorales de la mer Méditerranéenne, de la mer Caspienne et de la mer Rouge, dans les steppes arides de l'Asie centrale et orientale (Leigh et Wyn, 1984), aux marges du désert du Sahara, dans les prairies alcalines des Etats-Unis, dans le Karoo en Afrique méridionale, en Australie, et dans les Pampas argentines (Mulas et Mulas, 2004)..

Ces espèces, dites " halophiles ", pour s'adapter à la salinité des sols, élèvent leur concentration osmotique à une concentration supérieure à celle du sol, elles accumulent en conséquence une grande quantité de sels (Achour, 2005).

Certaines feuilles des Chénopodiacées ont la forme d'une patte d'Oie (*Chenopodium*) d'où le nom de cette famille (du grec : khèn= oie, podos= pied) (Guignard et Dupont, 2004).

Les Chénopodiacées sont des plantes annuelles ou vivaces, rarement buissonnantes, et souvent halophiles, caractérisées par un cycle végétatif lent avec une période de croissance qui s'étend de Mars à Juin (Yaakoub, 2006).

De nombreuses espèces appartenant à cette famille sont xérophiiles en majorité pérennes, elles doivent leur résistance particulière à l'éventuel épaissement et à la succulence de leurs tiges et à l'état plus ou moins charnu de leurs feuilles ou au contraire, à la réduction de leur système foliaire (Crété, 1965 ; Saadoun *et al*, 2005).

Les Chénopodiacées sont des plantes à fleurs sans pétales, peu visibles, hermaphrodites ou unisexuelles, elles sont regroupées en inflorescences en épi ou à cyme. Du point de vue morphologique, elles sont caractérisées par des racines profondes et pénétrantes, destinées à absorber la plus grande quantité d'eau possible, et des feuilles formées de manière à réduire les pertes en eau dues à la transpiration.

Certains genres ont des tiges pulpeuses, à courts segments inter nodaux et sont entièrement dépourvues de feuilles, ce qui donne aux plantes un aspect singulier semblable à celui d'un cactus.

D'autre part, les feuilles sont souvent recouvertes par des trichomes, ce sont des glandes pédicellées à tête formée par une grosse cellule remplie d'eau (suc vacuolaire riche en sels), en période sèche, ces poils fonctionnent comme réserve d'eau et quand celle-ci est épuisée, la couche de poils flétris forme un revêtement blanchâtre, farineux caractéristique de cette famille (Mulas et Mulas, 2004).

La fleur, dont la morphologie est souvent utile pour l'identification, est enveloppée par deux bractéoles, d'une consistance généralement foliacée, qui permettent de distinguer les espèces en fonction de leur forme et si elles se présentent ou non soudées les unes aux autres. Les fleurs, peu visibles et regroupées en inflorescences en épi ou à cyme, sont petites, hermaphrodites ou unisexuelles. Généralement sont disposées au sommet de l'ovaire ou sur un disque. L'ovaire est constitué par une seule loge, trois carpelles et deux étamines; il produit un seul ovule qui en mûrissant produit un akène (Rosas, 1989).

La famille des Chénopodiacées englobe environ cent (100) genres qui peuvent être divisés, suivant la forme de l'embryon, en deux tribus (Chadefaud et Emberger, 1960).

-*Spirolobae*, qui présente un embryon enroulé en spirale et l'albumen est divisé en deux parties par l'embryon.

-*Cyclobae*, qui présente un embryon en forme de fer à cheval ou en demi-cercle comprenant l'albumen en entier ou en partie. A cette dernière tribu appartient le genre *Atriplex* qui est un genre cosmopolite et qui englobe un grand nombre d'espèces distribuées dans toute les régions arides et semi arides du monde (Rosas, 1989 ; Reyes *et al.* 2008).

Le genre *Atriplex* compte plus de quatre cent espèces réparties dans les différentes régions arides et semi-arides du monde; il est particulièrement répandu en Australie où on peut déterminer une grande diversité d'espèces et de sous-espèces.

1.2.4- Les Halophytes

Une halophyte est une espèce pouvant se produire seulement dans des conditions naturellement saline. Elles sont identifiées comme des plantes qui en conditions naturelles, sont exclusivement trouvées sur des sols salés (Ouis et Belkhodja, 2012).

En fait, actuellement on appelle halophytes toute plante dont une partie quelconque de son organisme, est en contact avec des concentrations anormalement fortes de sel, c'est le cas de la végétation marine ; des plantes de bords de marais ou de lacs salés (Larafa, 2004).

Sur le plan du comportement physiologique les halophytes se caractérisent par leur aptitude à fonctionner activement en présence de fortes concentrations salines grâce à un certain nombre de caractéristiques physiologiques, résumées dès 1922. Leur comparaison montre qu'il existe deux catégories d'halophytes, les halophytes facultatif et les halophytes obligatoires (Binet, 1970).

Les halophytes dits facultatifs peuvent se développer en milieu salin, mais le font encore mieux en milieu imprégné d'eau douce; leur absence dans les milieux non salés pourrait s'expliquer par la concurrence avec les glycophytes, leur installation sur les sols fortement salés étant liée à une faculté plus grande que chez les glycophytes de leur protoplasme à résister aux fortes concentrations salines. Les *Atriplex* sont de halophytes facultatifs (Tableau 4).

Les halophytes dits obligatoires ou halophytes *sensu stricto* dont la croissance est maximale en milieu salé, exigent une certaine teneur en sel dans le milieu pour assurer leur plein développement; il y aurait donc chez ces dernières espèces un aspect (exigence en sel) venant s'ajouter aux problèmes posés par la résistance au sel (Adriani, 1945) (Tableau 4).

Selon (Bendaanoun, 1981) la diversité des différents types de peuplements halophytes est spécialement liée aux conditions écologiques des biotopes qu'ils colonisent (salinité, érosion, vent, sécheresse, sols peu profonds ou mobiles).

Parmi les espèces halophytes les plus ou moins vulgarisées, qui présentent un réel intérêt pratique : *Atriplex halimus*, *Atriplex canescens*, *Atriplex mollis*, *Atriplex glauca*, *Atriplex nummularia* (Le Houérou et Pontanier, 1988).

La région sous climat méditerranéen, de l'océan atlantique à la mer Aral et la vallée indienne, compte 1100 espèces, environ 5% de sa flore terrestre (Le Houérou, 1993). Environ 1/4 des halophytes du monde sont des Chénopodiacées, 1/10 Graminées, 1/20 Légumineuses, 1/25 Composées et Plumbaginacées, 1/33 Aizoacées et Cypéracées, 1/50 Tamaricacées et Zygophylacées.

Les steppes crassulescentes occupent les terrains salés. Les espèces halophiles crassulescentes se présentent assez souvent en peuplement d'allure monospécifique: peuplement à *Arthrocnemum indicum*, à *Salsola tetrandra*, à *Atriplex halimus* (Djebaïlli, 1990).

Les halophytes peuvent tolérer des niveaux de sels extrêmement élevés, telles que *Atriplex vesicaria* qui peut produire des rendements élevés en présence de 700 mM NaCl, tandis que *Salicornia europaea* resterait en vie à 1020 mM NaCl (Zhu, 2003).

Tableau 4 : Classification of plants according to salinity tolerance (Classification des plantes selon la tolérance à la salinité) (González, 2019)

Types	Features	Exemples
Obligate Halophytes	Growth in saline habitats and stimulating the growth with salt ($\geq 200\text{mM NaCl}$)	<i>Arthrocnemum sp.</i> <i>Frankenia sp.</i> <i>Kochia sp.</i> <i>Prosopis sp.</i>
Facultative Halophytes	Growth with moderate salt concentration but their optimum lies in a salt-free or at least low-salt conditions ($\leq 200\text{ mM NaCl}$)	<i>Aster tripolium</i> <i>Atriplex sp.</i> <i>Plantago sp.</i> <i>Chenopodium quinoa</i>
Habitat-indifferent	Growth preferently on salt-free soils, but in soils has a better growth compared to glycophytes	<i>Salsola sp.</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Juncus bufonius</i>
Glycophytes	Salt-sensitive plants ($<100\text{ mM NaCl}$)	Most Agricultural crops

En fonction de leur capacité à tolérer le sel, les halophytes sont caractérisées par une grande diversité morphologique et physiologique qui leur permet de faire face à des conditions salines.

Le stress salin s'applique sur la plante sous deux types de contraintes. Le sel exerce d'abord un effet osmotique, dès que les racines sont en contact avec lui jusqu'à un niveau seuil de concentration en sel ensuite, il s'accumule à des concentrations toxiques dans les feuilles et entraîne un stress ionique (Munns et Tester, 2008).

Les halophytes sont exposées à des variations de température et de salinité et leur succès est tributaire du maintien de leur viabilité et de leur capacité à germer facilement lorsque la température et le stress de la salinité sont réduits (Khan et Gul, 2005).

Parmi les halophytes méditerranéennes deux familles les Plumbaginacées comptent 7 genres et les Chénopodiacées (Amaranthacées) comptent 45 genres (Tableau 5).

Tableau 5 : Liste approximative des halophytes méditerranéennes (Le Houérou, 1993)

Familles	Genres	Nombres de genres	Nombre d'espèces
Plumbaginacées	<i>Limonium</i>	7	301
	<i>Limoniastrum</i>		280
	<i>Armeria</i>		5
	<i>Acantholimon</i>		5
	<i>Goniolimon</i>		4
	<i>Phylliostachus</i>		3
	<i>Limonopsis</i>		
Chénopodiacées	<i>Salsola</i>	47	3
	<i>Atriplex</i> (incl. <i>Halimione</i> et <i>Cnemnophyton Blachiella</i>)		1
	<i>Suaeda</i>		262
	<i>Bassia</i> (incl. <i>chenolea</i>)		75
	<i>Salicornia</i>		50
	<i>Anabasis</i>		25
	<i>Hammada</i>		16
	<i>Agathophora</i>		11
	<i>Climacoptera</i>		9
	<i>Cornulaca</i>		6
	<i>Camphorosoma</i>		5
	<i>Halotis</i>		5
	<i>Halothammus</i> (incl. <i>Aellenia</i>)		5
	<i>Sarcocornia</i>		4
	<i>Gamanthus</i>		3
	<i>Halocharis</i>		3
	<i>Halogeton</i>		3
	<i>Haloxylon</i>		3
<i>Kochia</i>	2		

	<i>Petrosimoria</i>		2
	<i>Polycnemunum</i>		2
	<i>Traganum</i>		2
	<i>Arthrocnemum</i>		2
	<i>Beta</i>		2
	<i>Cyclocoma</i>		2
	<i>Girgensohnia</i>		2
	<i>Halanthrium</i>		2
	<i>Halmocnemum</i>		1
	<i>Halostachis</i>		1
	<i>Halotis</i>		1
	<i>Kalidium</i>		1
	<i>Krascheninnikovia</i>		1
	<i>Maireana</i>		1
	<i>Microcnemum</i>		1
	<i>Nucularia</i>		1
	<i>Ophaiston</i>		1

1.2.5- Taxonomie de l'*Atriplex halimus*

L'*Atriplex halimus*. L est un arbuste natif d'Afrique du nord ou il est très abondant (Kinet, 1998), arbuste autochtone, dont l'intérêt fourrager pour les zones arides et semi-arides a été signalé par de nombreux auteurs (Le Houérou, 2000; Al Owaimer *et al.* 2011).

Les espèces du genre *Atriplex* sont caractérisées par le haut degré de tolérance à l'aridité et à la salinité ; et pour procurer des fourrages riches en protéines et en carotène. Par ailleurs, elles ont la propriété de produire une abondante biomasse foliaire et de la maintenir active durant les périodes défavorables de l'année.

L'*Atriplex* est une plante arbustive, appartenant à la famille des Amaranthacées qui comprend 1400 espèces, réparties en une centaine de genres. Le genre *Atriplex* comprend environ 417 espèces dans le bassin méditerranéen (Le Houérou, 1992).

Il existe de nombreuses populations de cette dernière à l'état pur ou associées avec d'autres espèces halophytes comme *Suaeda sp* et *Salsola sp* réparties généralement dans les zones

salées en Algérie (Chotts Hodna, Skhouna, Melghigh, Zehrez Chergui et Gherbi) (Nedjimi *et al.* 2012).

1.2.5.1- Systématique de l'espèce

Le genre *Atriplex* (les arroches) appartient à la famille des Amaranthacées, autrefois classé dans les Chénopodiacées (Classification APG II, 2003). Il compte environ plus de 400 espèces, avec 40 et 50 espèces dans le bassin méditerranéen (Ortiz-Dorda, 2005).

D'après Chadefaud et Emberger (1960), la classification de l'espèce *Atriplex halimus* L. dans le règne végétal est la suivante :

Règne	Végétal
Sous règne	Phanérogames
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones (eudicotes)
Sous- classe	Caryophyllidées
Ordre	Centrospermales
Famille	Chénopodiacées
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i> L.
Nom vernaculaire français	Arroche halime ou pourpier de mer
Nom arabe	Elragl elmilhi -G'ttaf.
Nom Anglais	Sea orache

1.2.5.2- Description morphologique

D'après Berger (1909) : *Atriplex* signifie : n'a pas trois angles, il est composé de « a » du grec et « Triplex » du latin. C'est le nom d'un genre de Chénopodiacées et qui composait la

famille entière, jusqu'à la période de Linné qui a limité ce genre à sa forme actuelle (Goodin, 1979).

L'*Atriplex halimus* est une espèce halophyte (qui pousse en terrain salé) de 1,5 m à 2 m de haut. Avec son réseau très dense de rameaux dressés à partir du sol, il forme des buissons très touffus, impénétrables. Sa croissance est rapide et il peut s'étendre grâce à ses rejets souterrains. Lorsqu'elle n'est pas soumise au pâturage, elle peut atteindre quatre mètres (Nègre, 1961).

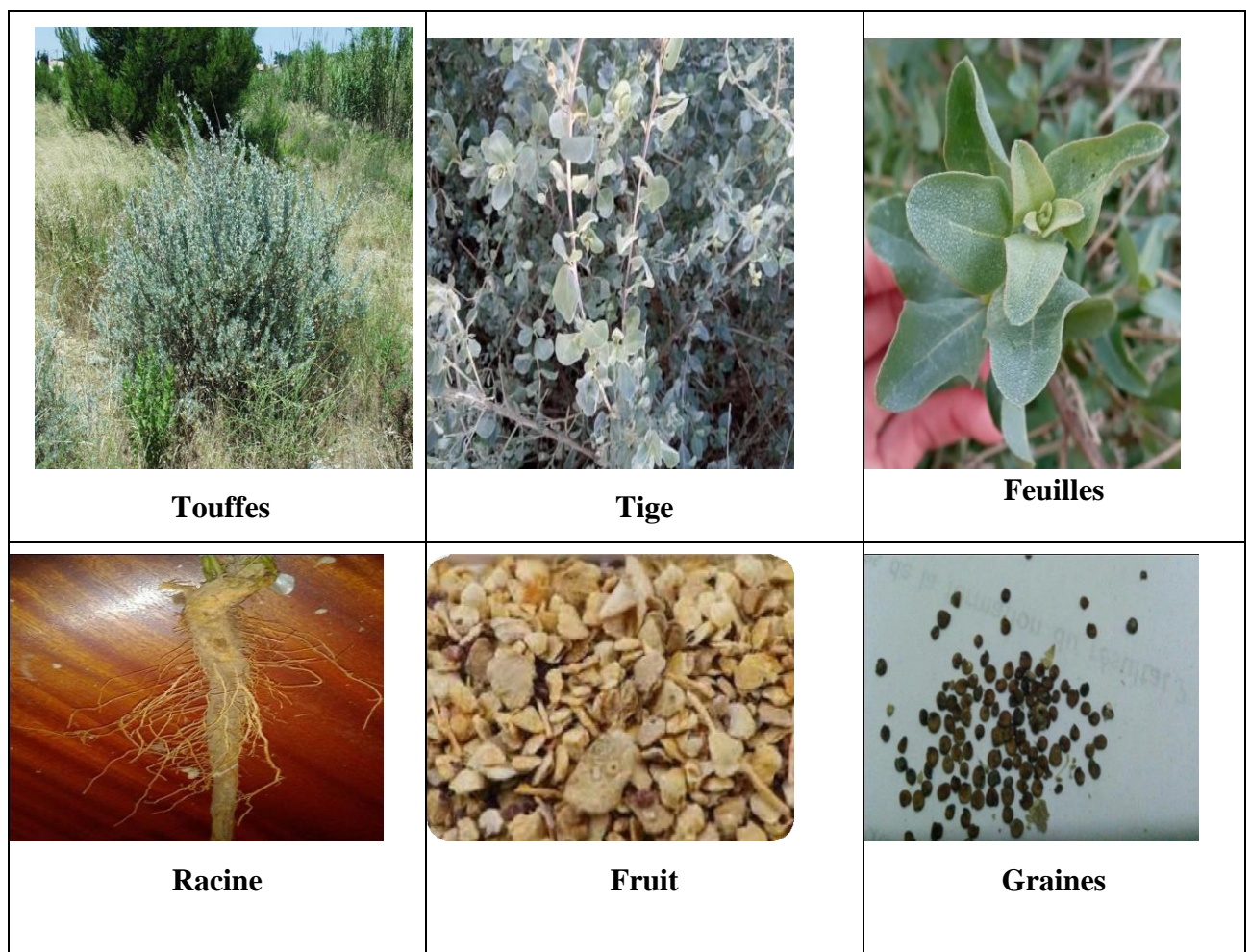


Figure 7 : Morphologie de l'*Atriplex halimus*

Cette espèce se développe en touffes très denses de plusieurs mètres de circonférence et de 2-3 m de hauteur à un aspect général blanc argenté. Les rameaux dressés portent des feuilles alternes à pétioles courtes et très variables de forme et dimension.

La plante adulte est très ramifiée ayant un aspect blanc argenté, à tige dressée d'un couleur blanche grisâtre, à racine pivotante, blanchâtres qui s'orientent horizontalement. La racine peut atteindre 3 à 5 fois la longueur de tige (Benrebiha, 1987) (Figure7).

- Les tiges

Le système aérien forme une bonne couverture végétale à feuillage dense (Ben Hassine *et al.* 2008). Les tiges sont érigées, dressées et ligneuses (Quézel et Santa, 1962), très rameuse, les rameaux dressés, puis étalés, arrondis ou anguleux, blanchâtre, sont souvent plus ou moins effilés. Il est décrit aussi dans certains ouvrages qu'ils sont glauques argentées, couvertes des poils bicellulaires à cellules supérieures vésiculeuse (Maire, 1962) (Figure7).

- Les feuilles

Les feuilles sont très légèrement coriaces, alternes, entière, ovales, à pétiole court, un peu cendrées et en même temps blanches argentées sur les deux faces, peu aigues au sommet qui est terminé par une petite pointe .Le limbe est parcouru par une nervure principale d'où partent deux ou trois paires de nervures secondaires (Maire, 1962) (Figure7).

Chez l'*Atriplex halimus* L. les feuilles sont couvertes par des vésicules spécialisées appelées trichomes. Ces derniers présents sur les deux faces de la feuille et très nombreux sur les feuilles âgées donnant à celles-ci son aspect blanchâtre plus ou moins luisant (Smaoui, 1971) grâce à l'accumulation de grandes quantités de sels dans leurs tissus (Mozafar et Goodin, 1970).

Les trichomes glandulaires sécréteurs sont reconnus comme une structure efficace qui permet d'atténuer les effets du sel sur l'*Atriplex halimus*. Ils sont trouvés sur les bourgeons, les jeunes tiges vertes, et des feuilles. Ils occupent à la fois la surface des feuilles et leur donner une couleur blanchâtre (Abdelly, 2011).

Ces glandes peuvent jouer plusieurs rôles, comme dans les arbustes des zones arides, exemple les *Atriplex*. Le sel sécrété par les glandes dans des petites vésicules de la feuille, permet aux feuilles de puiser l'eau dans les racines en augmentant le gradient de potentiel hydrique et en gardant celui-ci plus négatif dans les feuilles (Purves *et al.* 2005).

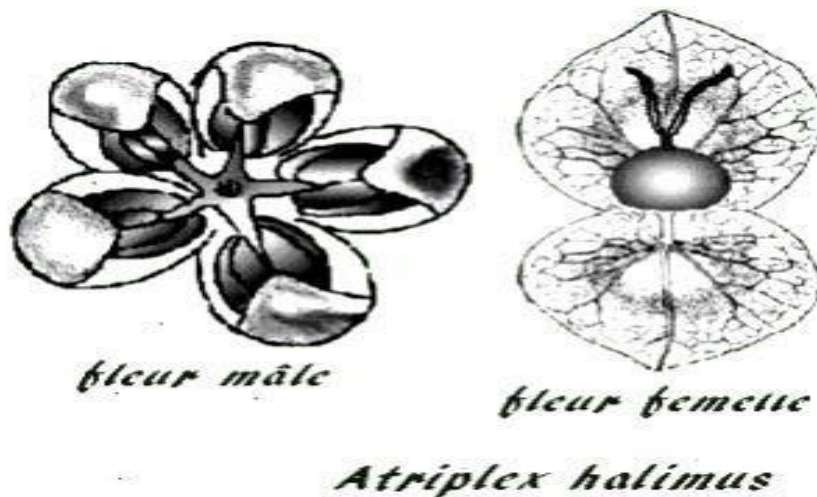
- Les fleurs

Les fleurs sont vertes et petites (Aganga *et al.* 2003) groupées en panicule terminale (Maire, 1962). Un seul individu peut porter à la fois des fleurs unisexuées mâles, unisexuées femelles, et bisexuées. En effet l'*Atriplex halimus* est polygame, particulièrement tri monoïque et classiquement, la fleur femelle d'*Atriplex halimus* L. est sans périnthe. Elle possède deux bractéoles, un ovaire, et un style (Talamali *et al.* 2001 ; Talamali *et al.* 2007). Les glomérules de fleurs mâle à la partie supérieur de l'inflorescence et fleurs femelles à la base (Nègre, 1961). Les fleurs mâles ont des sépales presque libres obovales très furfuracés sur le dos, obtus

infléchi, 5 étamines à filet aplatis, plus au moins cornées à la base. Les anthères externes sont jaunes ovées, les ovaires oblong, courts, hyalin (Maire, 1962). Les fleurs femelles ont deux pré feuilles, absence de périanthe, de couleur verdâtre, ce type de fleur est également actinomorpe, l'ovaire uniforme et uniovulé et surmonté par deux styles filiformes soudés à la base (Zriba *et al.* 1998). La floraison se déroule entre le mois de mai et mois de décembre (Figure 8).

- Le fruit

Le fruit est membraneux, composé par les deux bractéoles (valves fructifères). Les fruits d'*Atriplex* sont très broutés par les herbivores. Les fruits sont des akènes, secs, dispersés par le vent, ils sont contenus dans des bractées, épaisses, membraneuses, un peu charnues à la base, tuberculeuses concrescentes Ozenda, 1982-1983) (Figure7).



Fleur mâle à cinq tépales



Fleurs femelles à deux pré feuilles dont l'antérieure a été rabattue vers le bas

Figure 8 : Fleurs d'*Atriplex halimus* L (Talamali *et al.* 2003)

- Les graines

D'après Beadle (1952), les graines enfermées dans les valves fructifères donnent un pourcentage de germination faible. Cependant avec les graines nues (sans enveloppes) l'imbibition en eau est rapide, et le pourcentage de germination est élevé (Cherfaoui, 1987).

Les graines sont contenues dans des valves fructifères coriaces, entourée du péricarpe membraneux, aplatie en une disposée suivant les genres dans un plan vertical ou horizontal (Quézel et Santa, 1962). L'orientation de la disposition de la graine est importante à examiner pour séparer les genres (Figure7).

Le ramassage des graines est facilité du fait que les fruits restent longtemps attachées à la plante mère d'hiver jusqu'au printemps, leurs dissémination se fait par le vent ou par les animaux, les graines conservent leurs viabilité pendant 3 à 10 ans et gardent une facilité germinative estimé entre 50 % et 90 %. Les graines sont des akènes content des substances inhibitrices de la germination et de part leur dureté, elles mènent aux problèmes de l'indéhiscence, de l'imperméabilité à l'eau et au gaz (Piotto *et al.* 2003).

Les propriétés des semences peuvent rendre compte de la répartition des *Atriplex* sur le littoral (Billard *et al.* 1975). Il est essentiel de reconnaître les semences des principales espèces utilisées .Les caractères suivants peuvent être retenus :

- Graines vêtues ,4 ailes à bord denticulé, de dimensions de 10 -20 mm : *Atriplex canescens*
- Graines vêtues de 2 valves à bord lisse ou denticulé au sommet, dimensions 5 à 20 mm : *Atriplex nummularia*
- Graines entourées de 2 valves à bord denticulé dimension 5 à 7 mm : *Atriplex halimus*
- Graines enveloppées de bractées portant des tubercules de textures liégeuses longues de 1-2 mm : *Atriplex glauca*
- Graines enveloppées de 2 bractées losangiques assez charnues présentant une couleur verte ornée de 3 à 5 denticules au bord supérieur.la dimension des valves est de 3 à 5 mm : *Atriplex semibaccata*
- Graines enveloppées de 2 bractées portant à maturité chacune une vésicule très volumineuse de 1 cm dediamètre : *Atriplex vesicaria*.

- Les racines

L'*Atriplex halimus* se caractérise par une grosse racine tout d'abord étalée oblique puis s'enfonçant verticalement jusqu'à une profondeur variable avec le sol et l'âge de la plante. Elle peut atteindre 3 à 5 fois la longueur de la tige. Elle est formée de radicelles

blanchâtres (Maire, 1962). La croissance racinaire est souvent un indicateur de la capacité de la plante à s'adapter à la sécheresse (Johnson *et al.* 1991).

L'espèce *Atriplex halimus* présente deux sous-espèces, *sub sp halimus* et *sub sp shweinfurthii*. La zone de répartition de la *sub sp halimus* s'étend des zones semi-arides aux zones humides; cette sous-espèce est facilement identifiable grâce à son habitus droit caractéristique et aux branches fructifères très courtes (20 cm) et recouvertes de feuilles (Walker *et al.* 2014 ; Walker et Lutts, 2014) (Figure 9).

En revanche, la sous-espèce *schweinfurthii*, très répandue dans les zones arides et désertiques, présente un port broussailleux enchevêtré, avec des branches fructifères nues au sommet, fortement lignifiées et pointues. Les populations des deux sous-espèces présentent un grand polymorphisme lié à leur diversité d'habitat (Le Houérou, 1992 ; Walker *et al.* 2005). Les populations naturelles d'*Atriplex halimus* dans les régions steppiques algériennes appartiennent presque toutes à la sous-espèce *schweinfurthii* (Walker *et al.* 2005) (Figure 9 et 10).

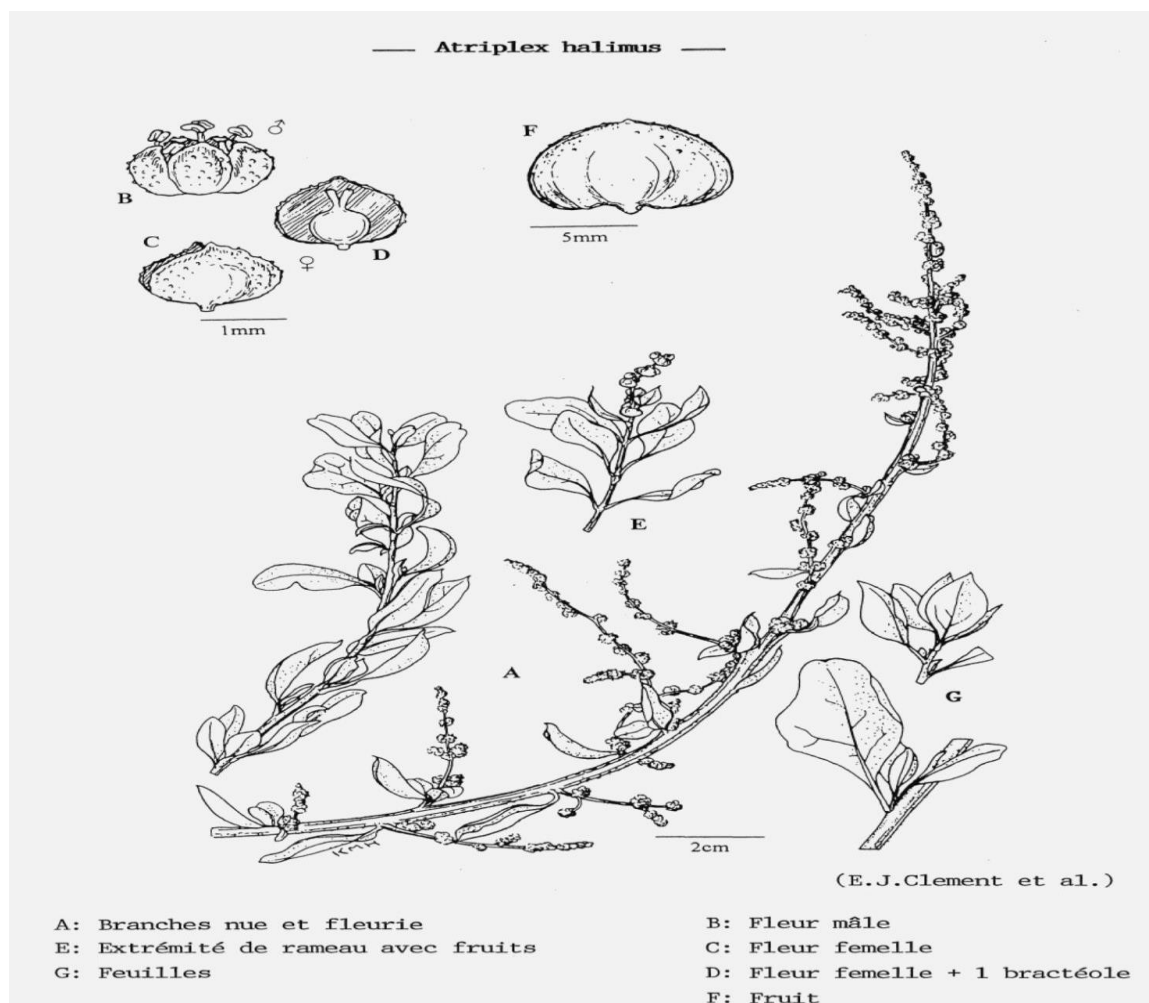


Figure 9 : *Atriplex halimus* sous-espèce *halimus* (Clement *et al.* 2005)



Figure 10 : *Atriplex halimus* sous-espèce *schweinfurtii* (Maâlem, 2002)

1.2.5.3- Plantation et techniques de propagation

La mise en place d'*Atriplex halimus* peut s'effectuer par bouturage direct ou par transplantation de jeunes préalablement élevés en pépinière, dont la taille est d'au moins 30 cm (Djellakh *et al.* 2015). Avec la technique production de plants obtenus en pépinière, il est de planter en absence de vents froids desséchants.

La transplantation de jeunes plants à racines nues est possible en prenant bien soin de disposer convenablement racines. Les plants sont à transplanter définitivement en place quand ils atteignent environ 15 cm. Un bon tassement sol autour des mottes et des racines est indispensable à la reprise. On aura recours à l'irrigation si le terrain est surtout pour les plants à racines nues.

Quand la transplantation s'effectue à partir de plants plus âgés, il convient alors de les rabattre afin de limiter le feuillage. Il est impérieux d'installer une haie protectrice en cactus épineux (Le Houérou, 1980).

La technique de multiplication la plus répandue est celle qui utilise les graines avec la gestion des plantes en pépinière. La multiplication se fait par semis direct, bouturage direct et éclat de souche.

Les distances de semis sont liées à la productivité moyenne par plante qui tend généralement à diminuer en présence de densité plus élevée, en passant de 2500 à 10000 plantes par hectare. En zone aride, les probabilités des pluies sont assez faibles, il est donc nécessaire d'assurer le semis direct sur sol préalablement humidifié par irrigation jusqu'à 50 cm de profondeur. Les meilleures périodes de semis sont : Octobre, Novembre, Février, Mars avec une température optimale qui varie entre 15 à 20°C. Les semis sont effectués en période pluvieuse ou bien disperser des irrigations de départ.

Le bouturage direct s'effectue au mois de Mars avec un arrosage de quelques litres d'eau de trois à quatre reprises durant le mois qui suit la mise en place.

La méthode d'éclat de souche donne des résultats aléatoires, l'*Atriplex* peut être soit préparé en pépinière et transplanté en automne en mottes, soit installé directement au champ (Le Houérou, 1980).

1.2.6- Polymorphisme de l'*Atriplex halimus*

Le littoral mostaganemoins recèle d'importantes ressources phytogénétiques. Ces dernières ont un grand rôle dans le maintien de l'équilibre écologique des écosystèmes naturels mais aussi sur le plan économique. Ce potentiel est soumis de manière permanente à un processus d'érosion qui risque de devenir irréversible.

Le surpâturage et l'extension des surfaces des cultures associées aux sévérités du climat ont conduit à une raréfaction de plus en plus accentuée des populations autochtones d'*Atriplex halimus*.

Les caractéristiques phénotypiques constituent un outil incontournable dans la classification et la taxonomie des micros et macro organismes et continue, à nos jours, d'être utilisée (Stuessy, 1990).

Les avantages de l'utilisation des espèces fourragères, en particulier les *Atriplex*, résident dans leurs stratégies d'adaptations écophysiologicals, leur grande résistance à l'aridité et à la salinité (Pujol *et al.* 2001), leur capacité à produire une biomasse utilisée dans des conditions marginales comme fourrage pour le bétail (Mulas et Mulas, 2004).

Elles ont une bonne valeur nutritive et fournissent un fourrage de qualité (Lesins et Lesins, 1979). Ces caractéristiques font de *Atriplex halimus* d'excellentes espèces pour la réhabilitation des zones dégradées pastorales.

Les marqueurs morphologiques sont des marqueurs phénotypiques (Adam *et al.* 1993). Ils sont disponibles immédiatement, nécessitent seulement un équipement simple, constituent la mesure la plus directe du phénotype, ces marqueurs présentent l'inconvénient de nécessiter une expertise sur la plante cultivée ou l'espèce, ils sont soumis à l'influence de l'environnement, et se trouvent en nombre limité (Brown *et al.* 1996).

L'analyse de diverses données morphologiques permet d'identifier et de caractériser des groupes de diversité et de préciser leur constitution et de cerner bien le polymorphisme phénotypique (variabilité phénotypique), donnée nécessaire pour sa bonne gestion et sa valorisation

L'*Atriplex halimus* présente un remarquable polymorphisme au niveau de la morphologie des structures végétatives et reproductrices ainsi qu'une grande variabilité au niveau du comportement physiologique des individus. Ce polymorphisme semble être une caractéristique des Chénopodiacées. Ex : Feuilles argentées, valves fructifères réniformes, ovales, cordiforme, transversalement semi ovale rhomboïdales.

Une variabilité dans la morphologie des poils vésiculeux est également signalée (Franclet et Le Houérou, 1971). En effet chez *Atriplex nummularia*, les poils ont une forme ovoïde, alors que chez *Atriplex halimus* le poil est globuleux.

Cette espèce est caractérisée par un polymorphisme foliaire important (Ozenda, 1977 ; Dutuit, 1999), concernant la dimension et la forme des feuilles (Ben Ahmed *et al.* 1996). Elles sont ovales, ovales rhomboïdales ou ovales triangulaires, parfois hastées plus ou moins atténuées entières ou un peu sinuées dentées lancéolées, toutes plus ou moins trinervées à la base, à nervure médiane seule un peu saillante en dessous (Maire, 1962).

1.2.7- Physiologie de l'*Atriplex halimus*

Les principales vulnérabilités des écosystèmes arides et semi arides concernent la température, les sécheresses rigoureuses et fréquentes ainsi que la salinité des sols qui se manifeste comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes.

Les plantes tolérantes au sel cultivées dans les sols salins irrigués avec de l'eau saline peuvent être économiquement rentables, améliorent l'environnement et contribuent à la lutte contre l'érosion et la désertification (Marcar *et al.* 1999).

Le taux élevé de sel dans les sols ou les eaux d'irrigation est une préoccupation environnementale majeure et un problème sérieux pour l'agriculture dans les régions arides et semi-arides, réduisant les terres cultivables et menaçant la sécurité alimentaire (Zaman-Allah *et al.* 2009). Les stress abiotiques présentent des éléments communs à la fois pour les dommages occasionnés et pour la réponse de la plante (Navarro, 2009 ; Krasensky et Jonak, 2012).

Les halophytes sont des plantes naturellement tolérantes aux sels solubles et poussent aussi bien dans un environnement salin qu'en conditions normales (Malcolm *et al.* 2003). Bien que ces plantes possèdent une concentration très élevées en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas autant tolérantes au sel au stade germination qui est hautement variable et spécifique à l'espèce (Ungar, 1991).

1.2.7.1- Germination de l'*Atriplex halimus*

La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et, en particulier, par la disponibilité de l'eau dans le sol et la présence de sel (Sharma, 1973, Gutterman, 1993) Ainsi, la germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique (Boulghalagh *et al.* 2006).

On peut considérer que la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (Maillard, 2001) Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Ungar, 1978 ; Debez *et al.* 2001).

Les espèces d'*Atriplex* répondent différemment à la salinité selon les stades de développement de la plante, la germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins (Khan *et al.* 2000).

Pour avoir une bonne germination, les grains d'*Atriplex* doivent recevoir deux types de traitement, un traitement destiné à réduire l'encombrement de la graine en réduisant l'importance des valves fructifères imperméables à l'eau et aux gaz et un traitement destiné à enlever les inhibitions à la germination

La tolérance des plantes au stress salin varie à différents stades de développement, les graines d'*Atriplex halimus* présentent une grande habilité à germer sous les conditions fortement salines. La germination semble être un stade de forte sensibilité au stress salin (Zid et Boukhris, 1977).

L'*Atriplex halimus* est une espèce halophyte qui se produit naturellement dans des milieux fortement salins et possède une concentration très élevée en sels dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas autant tolérantes au sel au stade de germination (Choukrallah *et al.* 1998) cela indique que les grains d'*Atriplex halimus* ne germent pas dans des milieux à haute salinité.

Les graines d'*Atriplex halimus* ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination, plusieurs recherches ont montré que la germination d'*Atriplex halimus* sera inhibée par une augmentation de la salinité à partir de 1 à 5%, cela signifie qu'il y a un niveau de salinité dont la germination sera stimulée, ce niveau a été estimé par Choukrallah *et al.*(1998) à 3 ds/m et au-dessus de ce dernier ; la germination ne peut être effectué.

Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Bouda et Haddioui, 2011).

Le sel en faibles concentrations semble plus toxique pour la germination proprement dite que pour l'élongation de la racine (Katembe *et al.* 1998). La germination de l'*Atriplex halimus* exige une température optimale varie entre 13 et 20 °C, au-dessus de 25 °C la germination sera perturbées (Franlet *et al.* 1971).

La multiplication chez l'*Atriplex* se fait par semis sur sable, au printemps de mars à mai (Achour, 2005). La température de la germination varie selon l'espèce et son origine, elle est de 20 à 25°C pour l'*Atriplex halimus* (Belkhodja et Bidai, 2004) et de 16 à 24 °C pour *Atriplex canescens*. Cependant certaines variétés originaires d'Utah (USA) peuvent germer à 0 - 3 °C (Springfield, 1970).

1.2.7.2- Action du stress salin et de la température sur la germination et la croissance

La salinité des sols est une contraintes pour le développement des plantes (Higazy *et al.* 1995), une menace pour l'équilibre alimentaire (Kinet *et al.* 1998).Ce phénomène s'intensifie et causée par la présence d'une quantité excessive de sels (Hayashi et Murata, 1998 ; (Hamrouni *et al.* 2011), elle présente des perturbations pour la germination des graines, la croissance des plantes, ce qui limite la production agricole (Dantas *et al.* 2005).

Des études ont rapporté un retard de la germination, causé par la salinité chez plusieurs glycophytes et halophytes (Bouda et Haddioui, 2011; Nedjimi *et al.* 2013). L'effet dépressif des sels peut être de nature osmotique ou toxique selon les espèces (Debez *et al.* 2001).

Les halophytes se produisent naturellement dans les milieux fortement salins (Choukr *et al.* 2005), ces espèces possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leur graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade de germination (Belkhodja *et al.* 2004).

Ainsi, une étude comparative d'espèces d'*Atriplex* vis-à-vis de leur comportement à la salinité du sol est indispensable pour l'étiquetage des espèces tolérantes.

Ces espèces répondent différemment à la salinité selon les stades de développement de la plante (Bouda et Haddioui, 2011). En effet, l'excès de sel dans le sol affecte la germination, la croissance des plantules et leur vigueur, la phase végétative, la floraison et la fructification à des degrés variables (Delgado *et al.* 1994 ; Cordovilla *et al.* 1995a ; 1995b).

Le stade plantule est le plus vulnérable dans le cycle de vie de la plante, et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche. Ce stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Khan et Rizvi, 1994 ; Katembe *et al.* 1998).

La température et la salinité sont les deux facteurs abiotiques les plus importants qui affectent la germination (Sartorato et Pignata, 2008 ; Gardarin *et al.* 2010). La salinité affecte l'imbibition, la germination et l'élongation des racines (Katembe *et al.* 1998 ; Daroui *et al.* 2013).

Hawker et Jenner (1993) suggèrent que les hautes températures inhibent la germination des graines en limitant la disponibilité d'énergie et des hydrolysats, événement conséquent d'un retard et d'une inhibition de la synthèse et/ou l'activité des enzymes hydrolytiques. De même, les basses températures entraînent une perturbation et un retard de coordination lors de la mobilisation des réserves (Nykiforuk et Johnson-Flanagan, 1994).

La résistance d'une plante à un stress indique le maintien de la croissance et de son métabolisme fonctionnel, la plante doit supporter le choc chimique ou physique engendré par l'environnement en modifiant ses caractéristiques de croissance et de développement (Yeo, 1983).

Un stress salin extrême conduit au nanisme et à l'inhibition de la croissance racinaire. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir fini leur croissance et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite (Calu, 2006). Si chez certaines halophytes, la croissance est stimulée par un apport modéré de sels, ce phénomène reste limité par un niveau de tolérance (Calu, 2006). Le ralentissement de la croissance peut résulter soit de la perte de turgescence des cellules due au stress osmotique, induit par les solutés externes, ou bien de l'utilisation des composés carbonés et azotés à des fins de protection et d'osmorégulation aux dépens de leurs

implications dans la production de biomasse ; ou encore du déséquilibre nutritionnel causé par l'absorption réduite des ions essentiels, comme le K^+ , le Ca^{++} ou NO_3^- en liaison avec cette accumulation excessive (Haouala *et al.* 2007).

Les halophytes sont exposées à des variations de température et de salinité et leur succès est tributaire du maintien de leur viabilité et de leur capacité à germer facilement lorsque la température et le stress de la salinité sont réduits (Khan et Gul, 2005).

1.2.8- Écologie de l'*Atriplex halimus*

Introduction

Le sol joue un très grand rôle dans la répartition de cette espèce, c'est un milieu dynamique résultant de l'action sur la roche mère des facteurs climatiques et biologiques. La connaissance précise des conditions écologiques du site est indispensable pour l'introduction des plantes, certaines espèces appartenant au genre *Atriplex* méritent d'être testées afin d'augmenter la richesse floristique. L'écologie d'*Atriplex halimus* est différente de celle des autres espèces car sa disparition entraîne la désertification des régions qu'il recouvrait.

Les *Atriplex* présentent une bonne tolérance aux conditions défavorables du milieu. L'*Atriplex* supporte des températures minimales de 5 à 10°C (Froment, 1972) et selon (H.C.D.S. 1996) l'*Atriplex halimus* peut supporter jusqu'à -10°C. Selon Killian (1953) et Froment (1972), les *Atriplexaies* prospèrent dans les sols sableux et limoneux. Par contre l'*Atriplex canescens* se développe mieux dans les sols sableux et argileux (H.C.D.S. 1996).

La proportion des Chénopodiacées décroît très vite lorsqu'on s'éloigne de la partie méditerranéenne de l'Afrique du Nord. La connaissance des conditions climatiques et édaphiques a permis de mieux comprendre le développement de cette espèce très importante, de point de vue économique comme plante de pâturage et plante médicinale.

L'Afrique du Nord comprend 15 espèces d'*Atriplex* spontanées, 2 espèces naturalisées soit 7 espèces vivaces, une bisannuelle et 9 annuelles (Le Houérou et Pontanier, 1988) (Tableau 6).

Tableau 6 : Espèces spontanées et naturalisées

	Espèces spontanées	Espèces naturalisées
Vivaces	<i>Atriplex colerei</i> , Maire <i>A. coriacca</i> , Forsk. <i>A. glauca</i> , L. <i>A. halimus</i> , L. <i>A. malvana</i> , Aellen et Sauvage <i>A. mollis</i> , Desg. <i>A. portulacoides</i> , L.	<i>Bisannuelle : Atriplex semibaccata</i> , R.Br
Annuelles	<i>A. chenopodioides</i> , Batt <i>A. dimorphostegia</i> , Kar. Et Kir <i>A. hastata</i> , L. <i>A. littoralis</i> , L. <i>A. patula</i> , L. <i>A. rosea</i> , L. <i>A. tatrlica</i> , L. <i>A. tornabeni</i> , L.	<i>Atriplex inflata</i> , F.V.Muell

1.2.8.1- Aire de répartition

Dans le monde, les *Atriplex* se rencontrent de l'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (Franclet et Le Houérou, 1971).

Il s'étend également aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'Espagne (Figure 11). C'est une est la plante indigène la plus représentée sur le pourtour méditerranéen, couvrant pas moins de 80 000 ha, en Syrie, Jordanie, Egypte, Arabie saoudite, Libye et Tunisie (Martinez *et al.* 2003).

Sa zone de diffusion s'étend des zones semi-arides aux zones humides (Walker *et al.* 2014) (Tableau 7).

Tableau 7 : Répartition numérique des espèces d'*Atriplex* dans le monde (Le Houérou, 1992)

Pays ou région	Nombre d'espèces	Pays ou région	Nombre d'espèces
Etat- Unis	110	Baja Californie(Mexique)	25
Australie	78	Afrique du nord	22
Bassin méditerranéen	50	Texas	20
Europe	40	Afrique du sud	20
Ex. URSS	36	Iran	20
Proche-Orient	36	Syrie	18
Mexique	35	Palestine Jordanie	17
Argentine	35	Algérie Tunisie	17

Californie	32	Bolivie Pérou	
Chili	30		

En Algérie, l'*Atriplex* est spontané dans les étages bioclimatiques semi-aride et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Tébessa, Batna, M'sila, Boussaâda, Biskra, Djelfa, Tiaret, Saida...). Le genre *Atriplex* se rencontre aussi sur le littoral et même au Sahara, particulièrement dans la région de Béchar où les nappes longent les dépressions d'Oued (Benrebiha, 1987) (Tableau7).

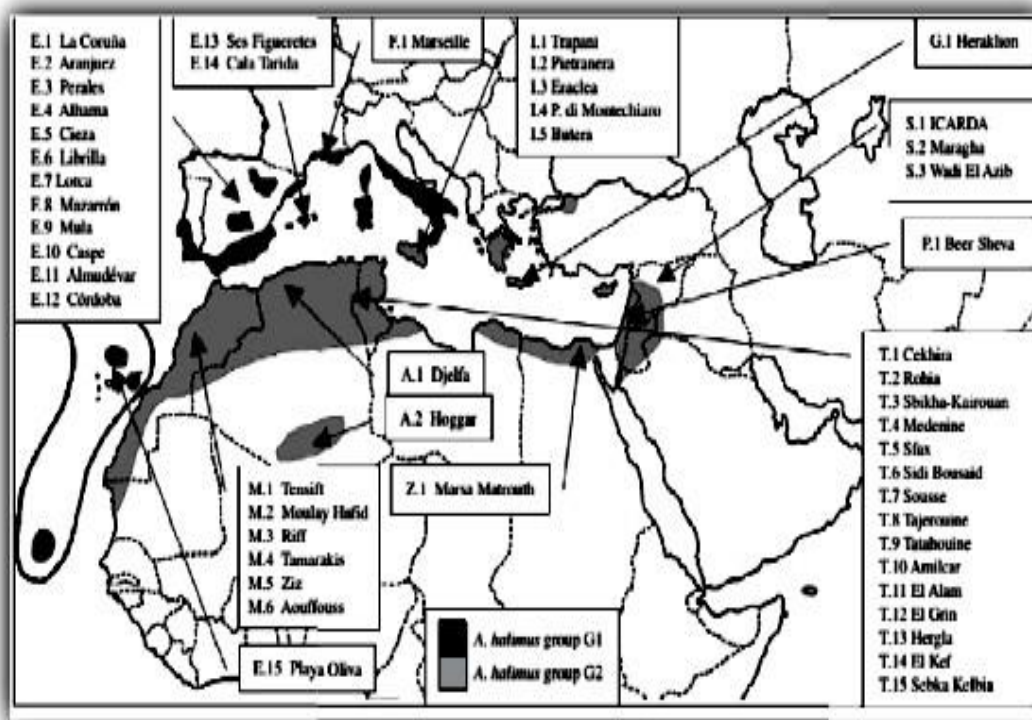


Figure 11 : Carte montrant la répartition de l'*Atriplex halimus* dans le bassin méditerranéen (Ortiz-dora et al. 2005)

Tableau 8 : Répartition des différentes espèces d'*Atriplex* en Algérie (Quézel et Santa, 1962)

Espèces	Noms	Localisation
Annuelle (Différent généralement par la forme des feuilles, du port et des valves fructifères)	<i>A.chenopodioides</i> Batt.	Bouhanifia (Mascara) (très rare)
	<i>A littoralis</i> L	Environs d'Alger (rare)
	<i>A .hastata</i>	Assez commune dans le Tell très rare ailleurs
	<i>A .patula</i> L.	Assez commune dans le Tell et très rare à Aflou
	<i>A.Tatarica</i> L.	Annaba et Sétif (très rare)
	<i>A.rosea</i> L.	Biskra et sur le littoral d'Alger et Oran (très rare)
	<i>A.dimorphostegia</i> Kar et Kir	Sahara septentrional (assez commune) Sahara central (rare)
	<i>A.tornabeni</i> Tinco.	Sahel d'Alger Golf d'Arzew (très rare)
Vivaces (Différent généralement par la forme des feuilles, la taille de l'arbrisseau, le port des tiges et l'aspect du périanthe)	<i>A.portulacoides</i> L.	Assez commune dans le Tell
	<i>A.halimus</i>	Commune dans toute l'Algérie
	<i>A.mollis</i> L.	Biskra et oued –el-khir (très rare)
	<i>A.cariacea</i> Forst	Commune en Algérie
	<i>A.glauca</i> L.f.Lis Des	

1.3- Exigences édapho-climatiques

1.3.1- Caractéristiques climatiques de l'*Atriplex halimus*

Les *Atriplex* présentent un intérêt remarquable qui se justifie par leur aptitude à se développer dans les conditions édapho-climatiques les plus défavorables (Me Kell, 1995). Cette particularité résulte du développement de mécanismes particuliers leur permettant de tolérer, résister ou échapper aux contraintes auxquelles ils sont exposés.

Les *Atriplex* sont les meilleures espèces végétales qui valorisent mieux l'eau du sol des terrains salés, grâce à leur pression osmotique vacuolaire élevée due à de fortes concentrations en sels.

En Afrique du Nord, les *Atriplex* se développent normalement sous une pluviométrie moyenne annuelle située entre 150 et 200 mm (Le Houérou et Pontanier, 1988), et résistent bien au froid du fait qu'ils peuvent supporter jusqu'à -12°C (Le Floc'h, 1989). L'examen de la répartition du genre *Atriplex*, montre que la plupart des espèces se situent dans les régions où les précipitations varient entre 200 et 400 mm/an (Francllet et Le Houérou, 1971).

L'*Atriplex halimus* L s'adapte beaucoup au climat méditerranéen. C'est une espèce robuste, tolérante à une variété des conditions environnementales dures, où les précipitations annuelles inférieures à 150 mm (Le Houérou, 1980), et des températures moyennes de 20 à

25°C du sable, elle se raidit contre la sécheresse, car elle peut survivre des années dans un milieu, dont la précipitation atteignant, le zéro ce qui explique sa propriété manifestée par sa bonne résistance au feu. Cette espèce résiste aussi au froid et aux gelées prolongées jusqu'à des moyennes des minima de janvier voisines de zéro (Francllet, 1971)

L'*Atriplex halimus* se trouve presque sur tous les étages bioclimatiques, étage méditerranéen, aride, semi-aride, humide, subhumide, aride saharien supérieur et inférieur (Tableau 9).

Tableau 9 : Répartition naturelle de quelques espèces d'*Atriplex halimus* selon les étages bioclimatiques (Francllet et Le Houérou, 1971)

Étages	Sous étages	Pluviosité Moyenne annuelle (mm)	Espèces
Étage méditerranéen Humide		800-1200	<i>Atriplex halimus</i>
Étage méditerranéen Sub-Humide		600-800	<i>Atriplex halimus</i> <i>Atriplex nummularia</i>
Étage méditerranéen Semi-aride		400-600	<i>Atriplex halimus</i> <i>Atriplex canescens</i> <i>Atriplex nummularia</i>
Étage méditerranéen Aride	Supérieur	300-400	<i>Atriplex halimus</i> <i>Atriplex canescens</i> <i>Atriplex nummularia</i>
Étage méditerranéen Aride	Moyen	200-300	<i>Atriplex canescens</i> <i>Atriplex nummularia</i>
Étage méditerranéen Aride	Inférieure	100-200	<i>Atriplex nummularia</i>
Étage méditerranéen Saharien	Supérieure	50-100	<i>Atriplex halimus</i>
Étage méditerranéen Saharien	Inférieure	20-50	<i>Atriplex halimus</i>

1.3.2- Caractéristiques édaphiques

Les *Atriplex* sont les mieux adaptés aux régions arides et aux sols les plus médiocres. L'*Atriplex halimus* c'est une plante halophyte qui se développe sur des sols halomorphes,

elle supporte des salures élevées et elle utilise des sols et des eaux généralement considérant comme inaptes à l'agriculture. (Froment, 1972) confirme que l'*Atriplex halimus* n'a pas d'exigences particulières, elle prospère sur tous les sols argileux, gypseux, marneux et halomorphe, mais il se situe le plus souvent autour des chotts où il existe une forte tendance à la salinité.

Selon (Benabadji *et al.* 2004) la tendance salée est bien souligné chez ce taxon sur le plan pédologique.

Les *Atriplex* croissent spontanément sur des sols plus ou moins halomorphes, sur des substrats gypseux, sur des affleurements gypso-salifaires et sur des sols halohydromorphes des étages arides et semi-arides.

Elle se rencontre sur les affleurements de marnes plus ou moins gypseuses, les sols squelettiques et les vertisoles à caractère de salinité dans les étages semi-arides à humides. Il s'agit d'une espèce halophyte qui croît dans toutes les zones gypseuses salées (Le Floc'h, 1988).

Les zones d'*Atriplex* se situent le plus souvent dans les grandes dépressions autour des chotts où il existe une forte tendance à la salinité. Dans les cuvettes salées des bandes de plantes halophiles les *Atriplex* précèdent les nappes blanches sans vie du centre des chotts.

L'*Atriplex halimus* occupent des sols affectés par le sel, ces sols s'étendent à tous les continents et existent sous tous les climats y compris les plus humides.

C'est dans les zones arides et semi-arides à drainage climatique déficient qu'il est le mieux représenté. Les *Atriplex* préfèrent les sols alcalins. Les sols salsodiques ou sols halomorphes sont des sols riches en ions sodium, qui peut exister sous deux formes salines du chlorure de sodium (NaCl) ou de sulfate de sodium (Na₂SO₄).

L'*Atriplex halimus* occupent des sols affectés par le sel, ces sols s'étendent à tous les continents et existent sous tous les climats y compris les plus humides.

C'est dans les zones arides et semi-arides à drainage climatique déficient qu'il est le mieux représenté. Les *Atriplex* préfèrent les sols alcalins. Les sols salsodiques ou sols halomorphes sont des sols riches en ions sodium, qui peut exister sous deux formes salines du chlorure de sodium (NaCl) ou de sulfate de sodium (Na₂SO₄).

Selon Halitim (1988), en fonction d'un gradient de salinité croissante, on voit apparaître des espèces ou groupements végétaux azonaux : *Atriplex halimus*, *Salsola tetendra*, *Suada fructosa*, *Salicornia arabica*, *Suada vermicula* ect....

1.4- Importance de l'espèce *Atriplex halimus*

1.4.1- Importance écologique

Les plantes spontanées vivaces constituent un facteur de protection de l'environnement contre l'érosion éolienne et hydrique, ainsi que la fixation du sol et des dunes. Aussi tôt, elles réduisent l'aridité par l'augmentation de la rugosité et diminution de l'albédo; Certaines plantes spontanées forment un habitat naturel d'autres espèces faunistiques. Les arbustes fourragers valorisent les terres marginales inutilisables en agriculture traditionnelle et procurent une biomasse sur pied régulière tout au long de l'année (Nefzaoui et Chermiti, 1991 ; Belagoune, 2012).

Dans les régions méditerranéennes arides et semi-arides, le problème de la désertification se manifeste principalement par le recul de zones boisées (soit par exploitation non contrôlée, soit par incendie ou autres ravages) et par la perte de végétation de zones steppiques à vocation pastorale. Le repeuplement à base de buissons fourragers constitue une excellente solution.

En effet, ces plantes possèdent un système racinaire très développé qui leur permet d'utiliser les réserves d'eau du sol de façon exhaustive et de former un réseau dense susceptible d'agrèger le sol et de le rendre résistant à l'érosion (Osmond *et al.* 1980).

En outre, les formations à base de buissons fourragers forment une bonne couverture végétale à feuillage dense qui protège le sol des agressions climatiques, sources d'érosion (pluie, vent, grêle, etc.). Ils ont une croissance rapide, nécessitant peu de soins dans les premiers stades de développement, et leur exploitation peut donc commencer rapidement.

Dans ce contexte, l'*Atriplex halimus* joue un rôle très important dans le repeuplement des régions arides et semi-arides méditerranéennes (Dutuit *et al.* 1991). Certains *Atriplex* sont plus résistants au sol comme *Atriplex halimus et glauca* (Froment, 1972), *Atriplex canescens et polycarpa* (Al -Jibury, 1972). En effet, ces arbustes peuvent intervenir dans la mise en valeur des régions où la végétation a été fortement dégradée (Froment, 1972).

En Espagne, l'*Atriplex nummularia* a exprimé un très bon comportement (tolérance au froid et à la sécheresse, grande productivité), tandis que l'*Atriplex halimus* s'est montré moins résistant au froid et de moins bonne qualité, quoique plus productive (Losada, 1984).

1.4.2- Mise en valeur des sols salés

Les *Atriplex* constituent des espèces qu'il convient d'utiliser et d'introduire en assolement dans les régions agricoles menacées par la salure. Ils sont souvent plantés comme haies au bord de mer.

Les plantations d'*Atriplex* peuvent permettre la récupération des zones salées surtout avec l'*Atriplex halimus* qui est particulièrement résistant au NaCl. Sa croissance est stimulée en présence de NaCl à 150 mM (Ben Ahmed *et al.* 1996). Les *Atriplex* peuvent aussi "désaliniser" les sols. En effet la teneur en NaCl atteint 20% de la matière sèche pour *Atriplex nummularia* (Sarson, 1970).

Il est possible d'extraire d'un hectare 1100 Kg de NaCl en une année de culture (Franclet et Le Houérou, 1971). Les *Atriplex* sont donc des plantes qui peuvent être utilisées dans les régions menacées par la salinité.

L'*Atriplex halimus* L est particulièrement résistante au Na Cl, elle a une tolérance peut aller jusqu'à 30 g/l ce qui permet désaliniser les sols, il convient aussi d'utiliser les *Atriplex* dans les régions agricoles menacées par la salinité. L'*Atriplex halimus* peut être planté pour stabiliser les sols et certains estiment qu'elle pourrait contribuer à la désalinisation des sols dans les régions arides (Crisci, 2001).

Les conditions physicochimiques des sols salins peuvent être améliorées par la culture de plantes halophiles telles que l'*Atriplex halimus* (Gharaibah *et al.* 2011).

1.4.3- Mise en valeur des sols pauvres

Les *Atriplex* sont les arbustes les mieux adaptés aux régions arides et au sol pauvres, d'autres part, la couverture d'*Atriplex* accroît considérablement la perméabilité des sols et l'augmentation de drainage dans les horizons superficiels. Elles permettent la reconstitution d'un tapis végétal herbacé.

Elles permettent également de remettre en état de nombreux pâturages à flore et sols dégradés. En Algérie les essais réalisés dans les régions de Djelfa et Boussaâda avec plusieurs espèces d'*Atriplex* dans le cadre du "barrage vert" ont donné des résultats satisfaisants (Benrebiha, 1987). La mise en valeur des sols pauvres à Souassi (Tunisie) réalisé par semis direct des *Atriplex* en un laps de temps court, et à coût réduit tout en disposant de quantités considérables de semences.

Ces espèces se comportent comme plantes colonisatrices des terres agricoles abandonnées, elles permettent la reconstitution d'un tapis végétal herbacé, et s'adaptent aux sols les plus médiocres.

Ces arbustes sont les mieux adaptés régions arides et aux sols pauvres, d'autre part la couverture d'*Atriplex* accroît considérable la perméabilité des sols et l'augmentation drainage

dans les horizons superficiels, elle permet la reconstitution d'un tapis végétale herbacé (Le Houérou, 2002).

En Afrique du Nord elles sont particulièrement indiquées pour la fixation des marnes souvent gypseuse et érodées en « Bad Lands » qui couvrent d'énormes surfaces et posent des problèmes difficiles à résoudre en zones arides (Franclet et le Houérou, 1971).

L'*Atriplex halimus* représente l'une des meilleures options pour la mise en valeur des terres agricoles dégradées dans les zones arides et semi-arides. En raison de son étendue, système racinaire profond, l'espèce a été utilisée dans des projets de conservation des sols dans les terres arides en Algérie particulier comme une haie de contour pour contrôler le ruissellement et l'érosion dans l'argile les sols de marne et de schistes. Sa plantation favorise le recyclage des nutriments, la réduction de la vitesse du vent au niveau du sol et diminue dans le ruissellement et l'érosion (Le Houérou, 1992).

Chisci (2001) a trouvé que la plantation d'*Atriplex halimus* en même temps que *Hedysarum ronarium L.* sur un sol argileux marginal en Italie améliore la porosité du sol et la formation du sol et réduit perte de sol par ruissellement. Mattia *et al.* (2005) a calculé que le renforcement du sol par les racines d'*Atriplex halimus* était inférieure à celle de *Lygeum spartum* et *Pistacia lentiscus L* pour la réhabilitation des déblais de gypse.

En Espagne, Castillejo et Castello (2010) ont découvert que l'addition de compost de déchets solides municipaux stimule la germination et les *Atriplex* sont les mieux adapté aux régions arides et aux sols les plus médiocres.

1.4.4- Fixation des dunes et des marnes

Plusieurs espèces ligneuses ont été utilisées pour la fixation biologique des dunes ayant un système racinaire très développé et une croissance rapide, avec une résistance aux vents et à la sécheresse. Parmi les espèces utilisées au niveau des dunes on rencontre : *Atriplex halimus*, *Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia*, et sur les dépressions inter dunaire : *Atriplex halimus* et *Atriplex nummularia*. Ces espèces contribuent à lutter contre l'érosion et la désertification, elles possèdent un système racinaire très développé qui leur permet d'utiliser les réserves d'eau du sol de façon exhaustive et de former un réseau dense susceptible d'agréger le sol et de le rendre résistant à l'érosion (El Mzouri, 2000). Les *Atriplex* se sont révélés efficace pour la fixation des dunes (Benrebiha, 1987).

Des essais ont été menés en Algérie pour lutter contre la désertification, les plantations d'*Atriplex* dépassent en deux ans la hauteur des palissades utilisées contre l'activité éolienne et l'ensablement, la disponibilité et la rapidité d'exécution des palissades

réalisées en fascines, ont créé un micro climat en milieu dunaire permettant ainsi la réussite des plantations (Kamel, 1997).

L'*Atriplex halimus* s'est révélé efficace pour la fixation des dunes et les sables répandus par les crues. En Tunisie ces phénomènes ont été maîtrisés en utilisant des boutures racinées d'*Atriplex*. Des essais réalisés sur le cordon dunaire dans la région de Djelfa, Boussaâda ou plusieurs espèces d'*Atriplex* semblent donner un résultat satisfaisant (Benrebiha, 1987).

1.4.5- Importance économique

1.4.5.1- Intérêts fourragers

L'Algérie connaît un déficit fourrager important dû à la dégradation des parcours. Pour remédier à ce déficit, la plantation d'arbustes fourragers constitue une ressource renouvelable qui peut fournir une biomasse sur pied régulière tout au long de l'année, comme elle peut constituer un investissement à moyen et à long terme, vue les prix élevés des fourrages et des aliments concentrés.

Les fourrages ligneux représentés par les arbres et les arbustes toutes indiquées pour stabiliser et augmenter la production fourragère, dans ces régions, ils pourront être un complément indispensable pour assurer la soudure à la fin de l'été et de l'hiver et apporter un fourrage vert en pleine saison sèche pour les ruminants qui sont les seuls animaux capables de valoriser les ligneux (Froment, 1972 ; Mebirouk-Boudechiche *et al.* 2014).

Les avantages de l'utilisation des espèces fourragères, en particulier les *Atriplex*, réside dans leurs stratégies d'adaptations écophysiologiques, leur grande résistance à l'aridité et à la salinité (Pujol *et al.* 2001), leur capacité à produire une biomasse utilisée dans des conditions marginales comme fourrage pour le bétail (Mulas et Mulas, 2004).

Elles ont une bonne valeur nutritive et fournissent un fourrage de qualité (Lesins et Lesins, 1979). Ces caractéristiques font de l'*Atriplex halimus* d'excellentes espèces pour la réhabilitation des zones dégradées pastorales.

L'*Atriplex halimus* est un arbuste autochtone présente un grand intérêt comme plante fourragère dans les régions arides et semi-arides en raison de sa rusticité, sa bonne valeur fourragère, sa résistance élevée à la sécheresse et sa faculté de tolérer des taux de salinité importants. Comme elle a été signalé par de nombreux auteurs (Le Houérou, 1992 et 2000; Abbad et Benchaâbane, 2004; Al- Owaimer *et al.* 2011; Najjar *et al.* 2011).

Dans la région de Djelfa (Algérie), Nedjimi (2012) a mesuré des productions de 2 à 3t de matière sèche par hectare dans des peuplements naturels d'*Atriplex halimus* soit 1 000 à 1

500 UF/ha, sous une pluviométrie de 250 à 300 mm/an. Otal *et al* (2010) démontré que la qualité de *L'Atriplex halimus* comme fourrage était liée à la proportion de feuille et de brindilles consommés volontairement par les animaux.

Une bonne formation d'*Atriplex halimus* peut produire jusqu'à cinq tonnes à l'hectare de matière sèche par an sur des sols dégradés ou salins inutilisables pour d'autres cultures.

Au vu de sa grande résistance à la sécheresse, à la salinité et à l'ensoleillement, les *Atriplex* constituent une réserve fourragère importante, utilisable par les ovins, les caprins et les camélidés (Castroviejo *et al.* 1990).

Sous des précipitations annuelles de 200 à 400 mm, l'*Atriplex halimus* compte, avec *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens*, parmi les espèces les plus intéressantes, produisant de 2000 à 4000 kg de matière sèche par an et par ha de fourrage riche en protéine (10 à 20 % de la MS) (Le Houérou, 1992 ; Ben Ahmed *et al*, 1996) (Tableau 10).

Tableau 10 : Intérêt fourrager de l'*Atriplex* (Benslitih, 2001)

Auteurs	Pays	Précipitations	Densité	Biomasse (Production /an)
Ziani (1970)	Tunisie	Aride inférieure	37.5%	9357 Kg MS Biomasse total / pied dont 1009 Kg MS feuilles et 8343 Kg MS bois
Ziani (1970)	Tunisie	Aride inférieure		2634 Kg / MS Biomasse total / 1818 MS feuilles, 816 Kg MS bois
Ziani (1970)	Tunisie	Aride supérieure	2000 pieds/ ha	222 Kg MS Biomasse total / ha, 171 Kg MS feuilles et b
Bouraoui (1969)	Tunisie	200mm à 250 mm		2000 à 3000 Kg MS /ha /an 1000 à 11000 UF
Rodin et al.,(1970)	Algérie	250 mm à 300 mm		2000 à 5000 Kg MS / ha / an (Wilaya de Tiaret)
Le Houérou (1971)	Algérie	250 mm à 300		12000 à 15000 Kg MF/ha/an sur Hodna (M'SILA)
F.A.O (1983)	Libye	320 Uf /ha / an		
Papanastasis (1985)	Grèce	220 mm à 260 mm	1039 Kg MS Biomasse totale do MS	
Mringi et Al	Sicile	120 mm à 160 mm	1660 Kg MS utilisable	

1.4.5.2- Valeur alimentaire

La variation de la valeur nutritive à travers les différents stades phénologiques, fait apparaître des valeurs maximales en UF (0,81 en UFL et 0,79/kg de MS en UFV) et en PDI (165g/kg de MS en PDIN), au stade floraison et grains matures respectivement. Le taux de sodium est minimal au stade végétatif (2,06 % de MS) et maximal au stade grain mature (4,36 % de MS). Les teneurs en Ca et P sont en relation avec le caractère halomorphe du sol, le pH alcalin du sol inhibe l'assimilation du phosphore. Les rapports Ca/P étant équilibrés pour l'ensemble des stades phénologiques (Arbouche *et al.* 2013).

Cependant, la teneur en cendres est de 29% pour les feuilles et 6 à 11% pour les jeunes tiges dans les travaux d'Anduez *et al.* (2005), était bien au-dessus du niveau recommandé 1% (De Ramos *et al.* 2011; Mc Kendry, 2002).

L'*Atriplex halimus* est cultivé comme des épinards, elle peut fournir un appoint à l'alimentation en période de disette. La valeur nutritive dépend essentiellement de la teneur en matières azotées totales (MAT) et en cellulose brut (CB) (Nefzaoui et Chermiti, 1991).

La valeur énergétique estimée entre 0,6 à 0,8 UFL de MS, avec une teneur en lysine avoisinent 7% de MAT et un teneur faible en cellulose brute (10 à 20 MS) (Nefzaoui et Chermiti, 1991).

Les études de valeurs fourragères et de digestibilité ont permis de situer l'*Atriplex halimus* comme source protéique comparativement à d'autres types de fourrages, elle constitue une source importante en matière azotée pour le cheptel, essentiellement en période de disette (Kinet *et al.* 1998 ; El-Shatnawi et Turuk, 2002).

L'*Atriplex halimus* peut produire jusqu'à cinq tonnes à hectare de matière sèche par an sur des sols dégradés ou salins inutilisables pour d'autres cultures (Dutuit *et al.* 1991). Par exemple les cultures intercalaires de l'*Atriplex halimus* dans les cultures d'orge fourragère fournit des ovins et caprins en Espagne au sud-est de l'été et début de l'automne, lorsque les sources alternatives sont très rares (Sotomayor et Correal, 2000).

1.4.6- Production de bois

La production de bois peut contribuer de façon décisive à résoudre le problème de combustible domestique dans les régions arides et semi-arides ou la recherche de bois de feu constitue un des principaux facteurs de la désertification (Tableau 11) (Malet, 1969).

Les plantations d'*Atriplex nummularia* peuvent donner au bout d'une année jusqu'à 3.7 tonnes de bois /ha sur les sols lourds de la région de Kairouan (précipitations 280 mm/an) durant la seconde année la production atteint 5.8 tonnes de bois à l'hectare, les plus grosses

branches sont susceptibles d'être carbonisées. Les plantations d'*Atriplex* pourraient satisfaire très rapidement les besoins réels des populations locales.

Il est donc urgent de développer ces plantations sur tous les terrains disponibles elles fourniront probablement un des moyens les plus efficaces de lutte contre la désertification et la dégradation ainsi qu'une production considérable de bois. La quantité d'*Atriplex halimus* consommée a été déterminé sur la base des diamètres des tiges, le rendement en bois est étroitement corrélé au port de la plante hauteur et diamètre (Benrebiha, 1992). Le bois produit par l'*Atriplex halimus* a été utilisé pendant des siècles pour le chauffage et la cuisine, une pratique qui se poursuit aujourd'hui dans les zones rurales (Bouزيد et Benabdeli, 2011).

Tableau 11: Production d'une population d'*Atriplex* (Malet, 1969)

Année	Eau fournie M ³ /ha	Production en Tonnes/ hectare				Rendement de l'eau	
			Feuilles	Bois	Total	m ³	Kg MS
1968	3600	Matière fraîche	8	3.7	11.7		
		Matière sèche	2	1.9	3.9	0.923	1.08
1969	2400	Matière fraîche	9	5.8	14.8		
		Matière sèche	2.2	3	5.2	0.461	2.17

1.4.7- Autres application potentielles

1.4.7.1- Intérêts médicaux

Les arabes praticiens à base de plantes indigènes utilisent les feuilles pour traiter les maladies cardiaques et le diabète (décoction) et le rhumatisme Il est aussi utilisé comme plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle (Dutuit *et al.* 1991). L'effet antidiabétique a été développé dans produit (« Glucolevel ») combinant de l'extrait de feuilles de l'*Atriplex halimus*, *Juglansregia L*, *Olea europea*, *Urtica dioica L*. (Saïd *et al.* 2007).

L'extrait des parties aériennes de L'*Atriplex halimus* obtenu avec du méthanol ou de l'hexane contenant des alcaloïdes, des stéroïdes, flavonoïdes et glycosides ont montré une activité antibactérienne contre diverses bactéries pathogènes Gram-positives et négatives (Abdel Rahman *et al.* 2011).

D'autres applications thérapeutiques sont possibles : On utilise aussi l'*Atriplex halimus*

pour soigner les inflammations des voies urinaires (cystites) et les lithiases urinaires (Belouad, 2001; Emam, 2011).

L'*Atriplex halimus* est draineur cutané et rénal, diurétique et dépuratif, il accompagne tout régime qui nécessite un drainage des tissus et la désincrustation des déchets et toxines (Belouad, 2001). Grâce à leurs propriétés anti oxydantes, certains flavonoïdes ont un effet protecteur des tissus du foie contre le cancer (Emam, 2011).

En médecine traditionnelle, l'espèce est utilisée par la population steppique pour des fins thérapeutiques, principalement pour soigner l'hyperglycémie chez les patients diabétiques (Nedjimi *et al.* 2013).

Les rats du sable sauvage consomment régulièrement l'*Atriplex* et ne montrent aucun signes de diabète, les scientifiques ont exploré la possibilité que l'*Atriplex* a un effet antidiabétique.

Chikhi *et al.* (2014) suggèrent que l'extrait aqueux de feuilles d'*Atriplex halimus* a des effets bénéfiques sur la réduction de l'élévation du taux de glucose sanguin et hépatiques chez les rats diabétiques induits par la streptozotocine. L'étude d'Aharonson *et al.* (1969) ont montré que l'extrait aqueux de l'*Atriplex halimus* ainsi que le jus pressé des feuilles provoquent un effet hypoglycémiant chez des rats normaux et diabétiques (Tableau 12).

Tableau 12: Composés isolés de certaines espèces d'*Atriplex* (Benzarti *et al.* 2013)

Species	Chemical content	Reference
<i>A. portulacoides</i>	Phenolic compounds	Boughalleb <i>et al.</i> 2009
<i>A. inflata</i>	Phenolic compounds	Boughalleb <i>et al.</i> 2009
<i>A. halimus</i>	Tanins, alkaloids, saponins, ascorbic acid	Benhammou <i>et al.</i> 2009
<i>A. lentiformis</i>	Quercetin 6,4'-dimethoxy-3-fructo rhamnoside, quercetin 4'-methoxy-3-fructo rhamnoside, kaempferol-4'-methoxy-rutinoside, kaempferol 7-rhamnoside, kaempferol 3,7-dirhamnoside, quercetin and kaempferol	Awaad <i>et al.</i> 2012
<i>A. nummularia</i>	Vit E, Vit A, saponins, polypodine, 20 hydroxyecdysone	Keckeis <i>et al.</i> 2000
<i>A. hortensis</i>	Kaempferol 3-O-sulphate-7-O arabinopyranoside quercetin 3-O-sulphate-7-O-arabinopyranoside	Bylka <i>et al.</i> 2001
<i>A. littoralis</i>	Patuletin 3-O-β-D-glucopyranoside, patuletin 3-O[5'''-O-feruloyl-β-D-apiofuranosyl (1'''→2'')-β-D-glucopyranoside	Bylka 2004
<i>A. farinosa</i>	Naringin, naringenin 7-O-glucoside, isorhamnetin 3-O-rhamnosyl (1-6) glucopyranoside and isorhamnetin 7-O-glucopyranoside	Al-Jaber <i>et al.</i> 1992
<i>A. stocksii</i>	Ursolic acid, oleanolic acid, β-amyrin, β-sitosterol, stigmasterol, atriplexinol	Siddiqui <i>et al.</i> 1994

1.4.7.2- Phytoremédiation des sols

Une application possible de l'*Atriplex halimus*, suggérée par sa capacité à stabiliser les sols physiquement et sa tolérance de concentrations élevées d'oligo-éléments dans le milieu de croissance, est dans la mise en état des éléments contaminés traces des sols.

En raison de l'activité minière ou industrielle, ces sols existent dans de nombreuses régions à faible pluviométrie, comme le bassin méditerranéen (Clémente *et al.* 2012 ; Laffont-Schwob *et al.* 2011), le nord du Chili (Vromann *et al.* 2011) et les Etats-Unis (Mendez et Maier, 2008).

A ce jour, il n'y a qu'un seul rapport (Clémente *et al.* 2012) concernant l'utilisation de l'espèce *halimus* en phytoremédiation sous conditions de champs, mais il a fourni des renseignements importants sur la viabilité de cette application. La biomasse séchée de l'*Atriplex canescens* peut être utilisée pour l'élimination des éléments en trace de l'eau contaminée (Sawalha *et al.* 2008) (Tableau 13).

Tableau 13 : Candidats potentiels pour l'approche de phytoremédiation (Benzarti *et al.* 2013)

Species	Metal contaminants	Reference
<i>A. halimus</i>	Cd/Zn/Pb	Lutts <i>et al.</i> 2004
<i>A. portulacoides</i>	Cd/Cu/Zn/Fe/Ti	Luque <i>et al.</i> 1999; Rebordea and Caçador 2007; Cambrollé <i>et al.</i> 2012a, b
<i>A. canescens</i>	Cd/Cr	Sawalha <i>et al.</i> 2006
<i>A. hortensis spp purpurea</i>	Pb/Zn	Kachout <i>et al.</i> 2012
<i>A. hortensis spp rubra</i>	Cu/Ni	Kachout <i>et al.</i> 2012
<i>A. atacamensis Phil</i>	Ar	Vromann <i>et al.</i> 2011
<i>A. conodocarpa</i>	Hg	Lomonte <i>et al.</i> 2010
<i>A. palula</i>	Se	Vickerman <i>et al.</i> 2002
<i>A. spongiosa</i>	Se	Vickerman <i>et al.</i> 2002

1.4.7.3- Isolement des gènes de l'*Atriplex halimus*

L'isolement de l'*Atriplex halimus* des gènes contrôlant les traits qui confèrent une tolérance au sel et leur transfert dans économie importantes espèces végétales, d'étendre la gamme des conditions dans lesquelles ils donnent des rendements viables, est une technologie émergente (Sadder *et al.* 2011) (Tableau14).

Tableau 14 : Gènes isolés des espèces d'*Atriplex* (Benzarti *et al.*2013)

Species	Gene	Gene Bank	Product	Reference
<i>A. gmelini</i>	<i>AgNHXI</i>	AB038492	Antiporter Na ⁺ /H ⁺	Hamada <i>et al.</i> 2001
<i>A. nummularia</i>	<i>AnGAPDH</i>	U02886.1	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase	Niu <i>et al.</i> 1994
	<i>AnCMO</i>	AB112481	Choline monoxygenase	Tabuchi <i>et al.</i> 2005
	<i>AnPEAMT</i>	AB196771	Phosphoethanolamine N-methyltransferase	Tabuchi <i>et al.</i> 2005
	<i>AnSAMS</i>	AB183565	S-adenosyl-L-methionine synthase 5	Tabuchi <i>et al.</i> 2005
	<i>H⁺-ATPase</i>	–	PM H ⁺ -ATPase	Niu <i>et al.</i> 1993
<i>A. hortensis</i>	<i>AhCMO</i>	AF270651	Choline monoxygenase	Zhang <i>et al.</i> 2009; Shen <i>et al.</i> 2002
	<i>AhBADH</i>	DQ497233	Betaine aldehyde dehydrogenase	
<i>A. prostrata</i>	<i>ApCMO</i>	AY082068	Choline monoxygenase	Wang <i>et al.</i> 2004
<i>A. centralasiatica</i>	<i>AcBADH</i>	AY093684	Betaine aldehyde dehydrogenase	Yin <i>et al.</i> 2002
<i>A. halimus</i>	<i>AsDBRE</i>	JF451138	DRE binding transcription factor	Khedr <i>et al.</i> 2011

Conclusion

L'équilibre des écosystèmes naturels a été fortement perturbé au cours des récentes décennies dans la plupart des régions arides et semi-arides sous l'effet de la modification des systèmes d'exploitation du milieu liée à la transformation des conditions socio-économique et à l'évolution des techniques de production.

La plantation d'arbustes fourragers constitue indéniablement un élément de stabilité dans l'alimentation des petits ruminants grâce au report interannuel de fourrage.

Les *Atriplex* présentent un grand intérêt pouvant être utilisé comme plante fourragère en raison de leur rusticité. L'adaptation à la sécheresse apparaît comme la résultante de l'intervention des paramètres morphologiques, physiologiques et bioclimatique.

Les performances écologiques de cette espèce et son adaptation aux conditions de salinité des sols, font que cette espèce participe de manière importante à la valeur pastorale des parcours. De plus, l'*Atriplex halimus* est une espèce utilisée aussi bien pour la lutte contre l'érosion et la désertification, que pour la valorisation des sols marginaux et dégradés.

Les plantations d'arbustes fourragers d'*Atriplex halimus* constituent un facteur de protection de l'environnement (protection contre l'érosion éolienne, protection contre l'érosion hydrique, fixation du sol, conservation des eaux, fixation des dunes protection, réduction de l'aridité. De nombreuses actions jugées prioritaires (essais de semis naturels, création de réserves fourragères) et la nécessité de conserver et de valoriser les ressources phytogénétiques locales.

Chapitre II
Caractérisation édapho-
climatique de la région du
littoral Mostaganémois

2- Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois

Introduction

Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu, il se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes écologiques et détermine le potentiel agricole d'une région. Par ces composantes, il influe sur 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.

On peut distinguer parmi les facteurs climatiques un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la lumière et les températures, des facteurs hydrologiques tels les précipitations et autres facteurs mécaniques (vent). La croissance des végétaux peut dépendre de deux facteurs essentiels, l'intensité et la durée du froid (dormance hivernale) et la durée de la sécheresse estivale (Halimi, 1980).

Deux principaux paramètres ont été toujours pris en considération, il s'agit des précipitations et de la température. En effet, celle-ci constitue la charnière du climat car elles influent directement sur la végétation en lui donnant sa typologie.

Le climat d'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par deux saisons bien distinctes, celle des pluies et celle de la sécheresse. L'influence du Nord - Ouest apporte des courants froids et humides, et celle du Sud est beaucoup plus liée à des courants chauds et secs. D'une part importante de la fluctuation du pic de pluie du littoral doit appartenir à la thermodynamique de surface au large du bassin algérien (Bouras, 2007).

Quézel (2000) signale que l'importance écologique des précipitations, ne doit pas faire oublier celle des rosées et des brouillards littoraux. Ils sont susceptibles d'apporter des lames d'eau parfois équivalentes à celles obtenues par les pluies.

Le climat méditerranéen et de toute évidence un facteur important d'instabilité pour les formations végétales. Son action directe apparaît surtout par l'existence de conditions climatiques marginales. Dans un climat semi-aride les précipitations s'avèrent plus lentes, l'évolution est plus lente et plus discontinue et le premier obstacle est le temps (Le Houérou, 1969).

La région de Mostaganem se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride, son climat est de type méditerranéen caractérisé par une nette opposition entre une saison sèche et humide faisant succéder une période de précipitations intenses et abondantes à une longue période de chaleur et de sécheresse absolues (Hamza, 2002).

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois

L'agressivité du climat de Mostaganem est caractérisée par une période sèche prolongée par rapport à une période humide, la végétation se trouve sérieusement affectée (Lahouel, 2013).

L'approche méthodologique adoptée dans ce travail s'articule autour de l'étude de l'évolution spatio-temporelle de l'environnement climatique et de préciser l'évolution des populations naturels d'*Atriplex halimus L* en fonction des gradients climatiques.

L'analyse des pluviométries est réalisée à travers l'étude du régime annuel, mensuel, saisonnier et le nombre total annuel de jours de pluie, les températures (température moyenne mensuelle « T », température maximale « M », température minimale « m »), humidité de l'air, le brouillard, le vent et la température du vent.

2.1- Méthodologie

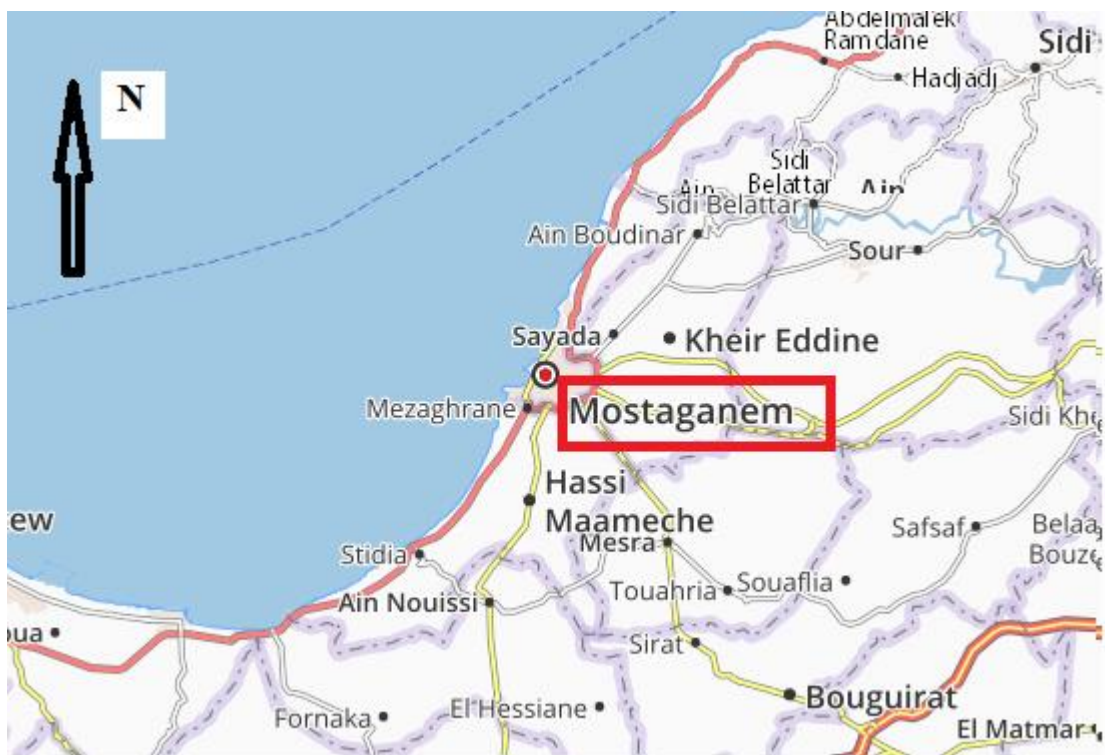
2.2- Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Mostaganem est située au nord-ouest du territoire algérien et couvre une superficie de 2269 Km². Ayant une façade maritime s'étendant sur 150 Km, elle est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranée ;
- A l'Ouest par les wilayas d'Oran et de Mascara ;
- A l'Est par la wilaya de Chlef;
- Au Sud par la wilaya de Relizane ;

Tableau 15 : Les coordonnées géographiques de Mostaganem, Algérie

Station Mostaganem	Latitude	Longitude	Altitude
	35°55'52" Nord	0°05'21" Est	102 m



2.3- Choix de la période et de la durée

Après critique et vérification des données mensuelles et annuelles, la période 2009-2019 (soit 10 ans) a été retenue. En effet nous avons rassemblé les totaux moyens, mensuels et annuels de pluie, température, humidité, vent et brouillard, de la station de Mostaganem pour une période de 10 ans (2009-2019) suivi d'une synthèse climatique (Indice d'aridité de De Martonne, Les diagrammes Ombrothermiques, et le quotient pluviothermique d'Emberger).

2.4-Les facteurs climatiques

2.4.1- La pluviométrie

La précipitation est toutes les eaux météoriques qui tombent à la surface de la terre sont sous forme liquide (pluie, bruine) ou solide (neige, grêle, grésil) (Morell, 1999). Elle varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides (Djebaïli, 1984). Cette dernière agit d'une manière directe sur la végétation et le sol. En effet le régime pluviométrique contribue dans une proportion importante au maintien et la répartition du couvert végétal.

2.4.1.1-Pluviométrie mensuelle

On appelle précipitation mensuelle, la somme des pluies tombées en l'espace d'un mois, la fréquence et l'intensité des pluies jouent un rôle biologique, car la végétation se trouve directement influencée par la répartition des pluies durant l'année. En effet un maximum pluviométrique en période de végétation, n'a pas la même signification biologique qu'un maximum en période d'arrêt de végétation (Nahal, 1975).

2.4.1.2- Pluviométrie annuelle

La précipitation moyenne annuelle établie sur un grand nombre d'année (hauteur moyenne des précipitations annuelles tombant à un endroit donné) est aussi appelée sa valeur normale, son module annuel ou sa valeur interannuelle. La classification pluviométrique générale est basée sur les données annuelles.

2.4.1.3-Régime saisonnier

Le régime saisonnier est défini par Musset (1935) comme étant la méthode qui consiste à un aménagement des saisons par ordre décroissant de pluviosité, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier de chaque station. Cette répartition saisonnière est particulièrement importante pour le développement des annuelles dont le rôle est souvent prédominant dans la

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois
physionomie de la végétation. Si les pluies d'automne et de printemps sont suffisantes, elles seront florissantes ; si par contre la quantité tombée pendant ces deux saisons est faible, leur extension sera médiocre (Corre, 1961).

L'année est divisée en quatre saisons de trois mois pour chacune :

L'hiver (H) « Décembre, Janvier, février », le printemps (P) « Mars, Avril, Mai », l'été (E) « Juin, Juillet, Aout », et l'automne (A) « Septembre, Octobre, Novembre ».

Selon (Daget, 1977) qui définit l'été comme étant le trimestre le moins arrosée et le plus chaud.

2.4.1.4- Les températures

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales, le facteur climatique été défini par (Peguy, 1970) comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable.

La température influe sur le développement de la végétation se sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (Greco, 1966).

Elle intervient dans le déroulement de tous les processus, la croissance, la reproduction la survie et par conséquent la répartition géographique générant les paysages les plus divers (Soltner, 1992).

Les moyennes mensuelles ou trimestrielles sont fréquemment utilisées par les climatologues et fournissent des résultats plus significatifs.

La température influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures externes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée.

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance des variables suivantes :

- Température moyenne mensuelle « T »
- Température maximale « M »
- Température minimale « m »

La température moyenne (C°) = (M+m)/ 2

Avec M : la moyenne des maxima du mois le plus chaud

m : La moyenne des minima du mois le plus froid

Les températures moyennes mensuelles sont calculées à partir de différentes méthodes. Dans notre cas, nous avons utilisé la méthode de la sommation des extrêmes et le calcul de leur moyenne arithmétique « $M+m/2$ »

L'écart thermique « $M - m$ » a une influence directe sur le déroulement du cycle biologique des végétaux. Sa valeur est écologiquement importante à connaître, car elle représente la limite thermique extrême à laquelle chaque année en moyenne les végétaux doivent résister (Djebaili, 1984).

2.4.1.5- Humidité de l'air

Le degré de l'humidité de l'air dépend de la quantité d'eau qui s'y trouve. Les océans constituent la principale source de vapeur d'eau dans l'air, car ils couvrent les trois quarts de la surface de la planète. Les autres sources sont les fleuves, les lacs et les rivières, le sol et la végétation (Doucet, 2006).

L'humidité qui caractérise le climat méditerranéen est due essentiellement à la vapeur d'eau qui provient de la mer, mais aussi de la transpiration des végétaux (forêts bien développées). En allant vers les hautes plaines l'humidité diminue et l'ensoleillement augmente ce qui favorise l'évapotranspiration d'où le climat semi-aride

L'humidité relative (HR) est le rapport entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la quantité d'eau que l'air saturé peut contenir à une température donnée.

Les stations météorologiques effectuent des relevés de l'humidité relative moyenne et son évolution journalière, à l'aide de ces données on peut calculer l'humidité relative moyenne mensuelle pour tracer la courbe d'évolution annuelle de l'humidité relative d'une région. (Chémery, 2006)

2.4.1.6- Le brouillard

Le brouillard est un phénomène de grande variabilité spatiale et temporelle qui est due à des interactions complexes entre divers processus physiques.

Le brouillard se forme lorsque la température reste positive en revanche, si la température devient négative, la condensation se produit sous forme de gelée blanche ou de givre (Delma *et al.* 2007).

Le processus de formation du brouillard est identique à celui des nuages. Les zones côtières sont des zones privilégiées car on y retrouve une source de vapeur d'eau et un fort potentiel de perte de chaleur sur terre. On peut y avoir des brouillards de radiation la nuit mais surtout des brouillards d'advection lorsque de l'air passant au-dessus d'un courant d'eau chaude passe ensuite au-dessus d'eau plus froide, les conditions favorables à la formation de brouillard

sont : pression élevée, température en rapide diminution le soir, forte humidité, pas ou peu de vent.

2.4.1.7- Le vent

Le vent est l'un des principaux facteurs régissant le façonnement des dunes et la répartition du couvert végétal en déracinant les plantes annuelles, modifiant la morphologie des végétaux et en influant sur la répartition des graines lors de leur dissémination.

En absence de végétation, le vent transporte les particules du sol et les dépose à des distances importantes (dépôts éolien) et provoque aussi le dessèchement du sol.

D'après Seltzer (1946), le vent est considéré comme l'élément le plus caractéristique du climat méditerranéen, il contribue à la dégradation des sols et augmente le stress hydrique des végétaux, Il est caractérisé par sa direction, sa force et sa fréquence.

Selon la vitesse et en tenant compte des seize directions internationales, nous pouvons dire qu'il y a deux types de régimes de vents, un régime journalier et un régime saisonnier, pendant la journée nous avons un régime diurne et un régime nocturne.

En Algérie, le sirocco est lié aux perturbations de nature orageuse, ce type de vent est à craindre car son action ne fait que favoriser le déclenchement et la propagation des incendies.

2.4.1.8- Synthèse climatique

Tous les facteurs climatiques agissent en même temps pour former un milieu climatique, et pour estimer leur influence sur le milieu, divers systèmes sont proposés. Les plus utilisés en région méditerranéenne sont : Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le Climagramme pluviométrique d'Emberger, ils servent à résumer le bioclimat d'une station donnée par trois paramètres fondamentaux du climat: précipitations (mm), températures maximales et minimales (°C).

Plusieurs méthodes ont été définies par différents auteurs pour le calcul des indices climatiques. L'utilisation des indices climatiques permet de caractériser la plus ou moins grande aridité du milieu, leur estimation repose sur l'utilisation des mêmes paramètres. La synthèse bioclimatique met en évidence les différentes caractéristiques du climat qui permettent de délimiter les étages de végétation (Rivas -Martinez, 1981 ; Dahmani, 1997).

Ces étages peuvent aussi être classés en fonction des précipitations ou de la température. La température et la pluviosité sont les deux éléments principaux du climat. Les climagrammes et les diagrammes Ombrothermiques sont quelques outils de la bioclimatologie qui permettent d'élaborer des modèles de représentation et de comparer les climats entre eux.

2.4.1.8.1- Indice d'aridité De Martonne (1926)

De Martonne (1926) a défini un indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse exprimé par la relation suivante :

$$I = P / 10 + T$$

P : précipitations moyennes annuelles (mm)

T : température moyenne annuelle (°c)

I : Indice d'aridité.

A partir de la formule, on peut calculer soit l'indice d'aridité annuel, soit mensuel, mais dans le cas étudié nous avons pris l'indice d'aridité annuel. Ce dernier permet d'étudier spécialement les rapports du climat avec la végétation et de positionner la station d'étude.

Grille d'interprétation :

7.5<I<10 climat steppique

10<I<30 climat semi-aride

20<I<50 climat tempéré

2.4.1.8.2- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats (Ramade, 1999). Le diagramme met en évidence la période de sécheresse et son intensité dans une région donnée. Bagnouls et Gaussen (1952) considèrent qu'un mois est sec lorsque le total des pluviométries moyennes exprimé en (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne en degré Celsius ($P \leq 2T$).

Ces auteurs préconisent pour la détermination de la période sèche de tracer un diagramme sur lequel la température est portée à une double échelle de celle des pluies. La durée de cette période sèche est matérialisée par la surface de croisement, où la courbe thermique passe au-dessus de la courbe pluviométrique.

2.4.1.8.3- Le climagramme d'Emberger

Le calcul du quotient pluviométrique Q2 d'Emberger (1955) est nécessaire pour déterminer l'étage bioclimatique.

Le climagramme est utilisé en climat méditerranéen pour la délimitation des aires occupées par diverses associations végétales. Il prend en considération les pluviométries annuelles et l'écart thermique entre le maximum et le minimum des températures au court de l'année.

Emberger a cherché une expression synthétique du climat méditerranéen capable de rendre compte de la sécheresse, le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2), qui a une valeur écologique différente suivant les températures minimales.

Le climat contrôle la répartition des êtres vivants. Il est donc naturel que les écologistes s'efforcent de caractériser les différents bioclimats, pour la région méditerranéenne la méthode d'Emberger a connu un grand succès.

2.5- Résultats et discussion

2.5.1- Pluviométrie annuelles

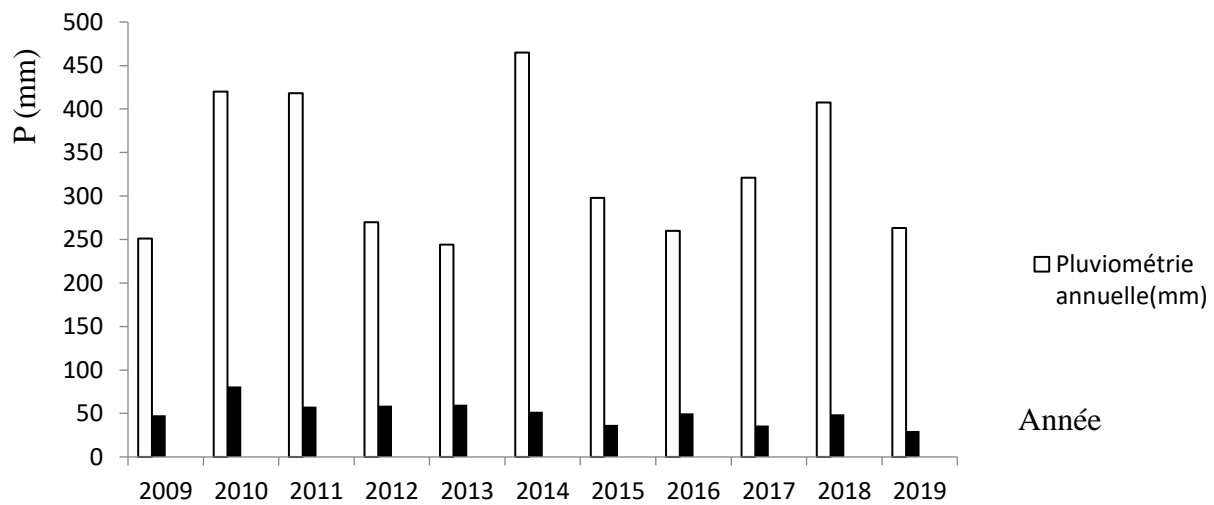


Figure 13 : Evolution de la pluviométrie annuelle Station Mostaganem (2009-2019)

La figure 13, ci-dessous représente la variation des précipitations moyennes annuelles de la station de Mostaganem.

La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 244 mm et 465 mm. Cette figure montre bien les tendances pluviométriques de la région étudiée, Elle illustre bien les pluies moyennes annuelles atteignent les 465 mm, ces pluies diminuent fortement où on enregistre des hauteurs de l'ordre de 244 mm en 2013 dont le rapport est de l'ordre de 2 fois. Seule l'année 2014 enregistre un pic important à Mostaganem. La courbe se trouve en majorité sous la moyenne indiquant l'existence plus d'années sèches que d'années humides.

Le nombre total annuel de jours de pluie (figure 13) est proportionnel aux hauteurs d'eau précipitées annuellement. Il est donc maximal durant l'année 2010 avec des valeurs supérieures de 81 jours de pluies. La diminution du nombre de jours de pluies est enregistrée durant l'année 2019 avec une valeur 30 jours de pluies. Pour les autres années le nombre de jours varie entre 36 et 60 jours.

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganém

D'après l'analyse de la variance concernant la variation des précipitations moyennes annuelles de la station de Mostaganem, on a trouvé un effet hautement significatif ($P < 0.0001$). Le test de Tukey (HSD) a permis de classer les années en fonction de la quantité des précipitations en deux groupes distincts : groupe A (Année 2010, 2011, 2014 et 2018) et groupe B (Année 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, et 2019). Donc ces deux groupes sont significativement différents.

D'après l'analyse de la variance concernant le totale de jours de pluie durant la période 2009-2019, on a trouvé un effet hautement significatif ($P < 0.0001$) (Annexe 01). Le test de Tukey (HSD) a permis de classer années en quatre groupes distincts : groupe A (Année 2010) et groupe B (Année 2011, 2012 et 2013) groupe C (Année 2009, 2014, 2016 et 2018) et groupe D (2015, 2017 et 2019) (Annexe 01).

2.5.2- Pluviométrie mensuelle

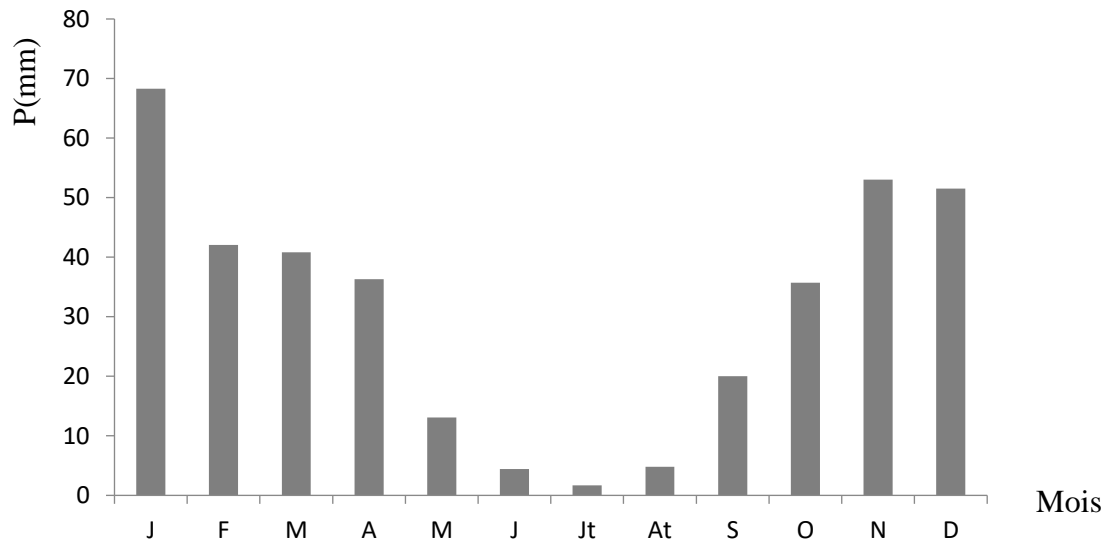


Figure 14 : Evolution de la pluviométrie mensuelle Station Mostaganem

Les pluviométries moyennes mensuelles sont concentrées durant la période allant de septembre à Mai. La quantité de pluies est particulièrement élevée durant les mois de novembre, décembre et janvier avec un taux de 53, 51.5 et 68.3 mm. En été (Juin, juillet et août) la pluviométrie est très faible (4.4 ,1.7 et 4.8 mm) (Figure 14). Les moyennes mensuelles de la pluviométrie (de 2009 au 2019), montrent des maxima et des minima, d'amplitude inégale.

2.5.3-Régime saisonnier

Tableau 16 : Régime saisonnier

Station	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Type
Mostaganem	108.7	161.84	90.2	10.9	HAPE

Un arrangement des saisons par ordre décroissant de pluviométrie, nous a permis d’obtenir la répartition saisonnière des précipitations (tableau 16) qui montre que le maximum pluviométrique est situé en hiver, suivi de l’automne puis le printemps. Le minimum est observé en été.

L’hiver est la saison la plus humide, toutefois nous remarquons une période relativement pluvieuse durant l’automne, une saison sèche durant l’été. On observe une concentration des averses sur une durée assez courte de l’année. Le tableau indique un régime à deux saisons très contrastées.

2.5.4-Températures

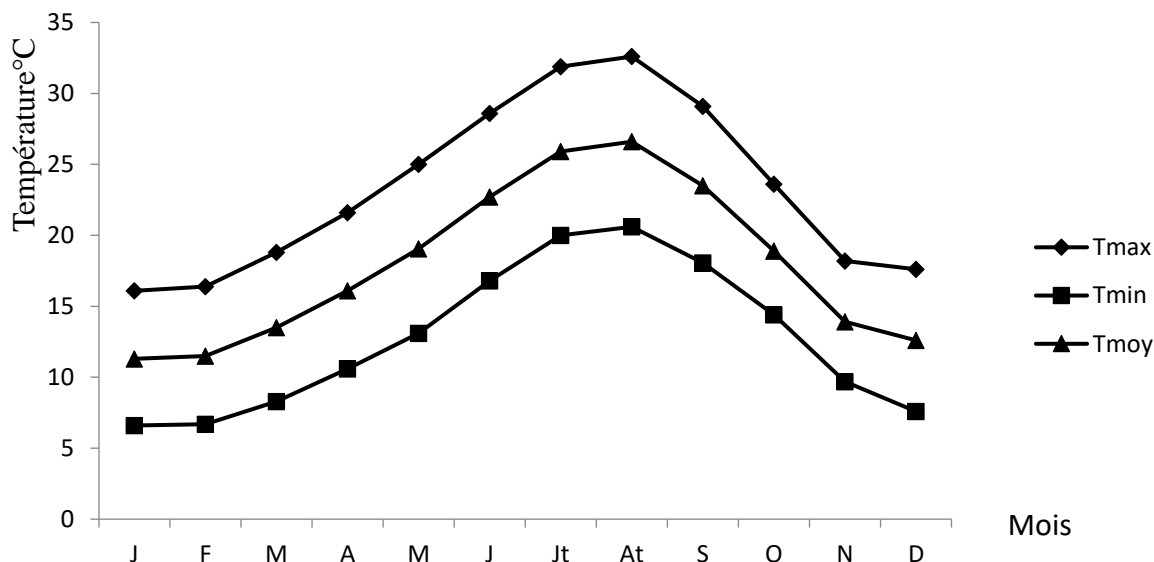


Figure 15 : Températures mensuelles minimale, moyenne et maximale de la station de Mostaganem (2009-2019)

La figure 15 ci-dessus montre la variation des températures mensuelles minimales et maximales par rapport à la moyenne durant l’année, l’amplitude est très variable.

Les moyennes mensuelles des températures confirment que janvier est le mois le plus froid avec une température de 6,6°C.

Pour les températures moyennes les plus élevées, elles se situent au mois de juillet et août, les températures moyennes mensuelles présentent une valeur minimale en janvier avec 6.6 °C et une valeur maximale août 32.6°C pour la période 2009-2019.

2.5.4.1 -Les températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (M)

Selon la figure15. La température du mois le plus chaud est le mois d'août avec une température de 32.6°C.

2.5.4.2 -Les températures moyennes du mois le plus froid (m)

On utilise la moyenne du mois le plus froid « m » qui exprime le degré et la durée de la période critique des gelées. Le mois le plus rigoureux est celui de janvier avec une valeur « m » qui est de 6.6 °C.

Sur la période d'enregistrement disponible, la température moyenne interannuelle est de 18.19 °C par rapport à cette valeur, l'année est divisée en deux : une partie dont les températures sont inférieures à cette valeur le mois de janvier , février, mars, avril ,novembre et décembre, l'autre période où, les températures sont plus élevées les mois de mai juin, juillet, août, septembre, et octobre.

D'après l'analyse de la variance concernant la variation des températures mensuelles moyennes de la station de Mostaganem, on a trouvé un effet hautement significatif ($P < 0.0001$) (Annexe 1). Le test de Tukey (HSD) a permis de classer les mois en trois groupes distincts : groupe A (juin, juillet, août, septembre), groupe B (octobre, avril et mai,) et groupe C (novembre, décembre, janvier, février et mars). Ces trois groupes sont significativement différents.

2.5.5- Humidité relative

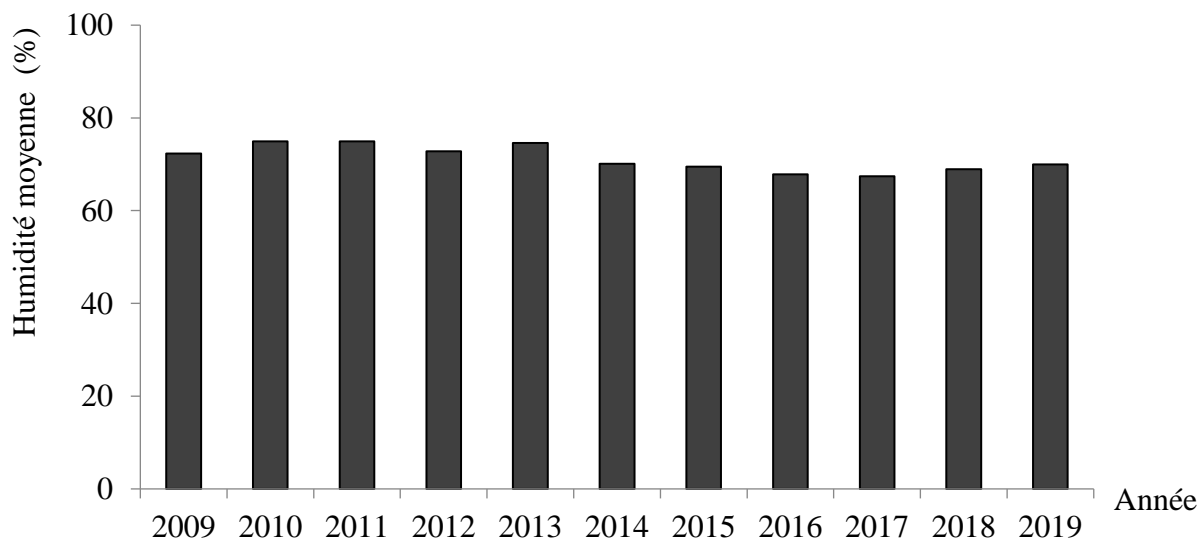


Figure 16 : Humidité relative moyenne (%) de Mostaganem (2009-2019)

L'humidité est inversement liée à la température de l'air autrement dit elle est maximale pendant les mois les plus froids d'hiver et est minimale pendant les mois d'été. La figure 16, montre que l'humidité est élevée pendant les mois de janvier 73.2 %, février 73.09 et mars 75.2 % est minimal le mois de juillet 68,4 %.

La station du littoral (Mostaganem) est caractérisée par un taux d'humidité de l'air élevé (68,4 % à 75,2 %) durant toute l'année vue sa proximité de la mer.

D'après l'analyse de la variance concernant l'humidité relative moyenne (%) on a trouvé un effet hautement significatif. Le test de Tukey (HSD) a permis de classer les années en fonction du taux d'humidité en trois groupes distincts : groupe A (2010,2011 et 2013), groupe B (2009,2012, et 2014) et groupe C (2016, 2017 et 2018). Ces trois groupes sont significativement différents (Annexe 1)

2.5.6- Total de jours de Brouillard

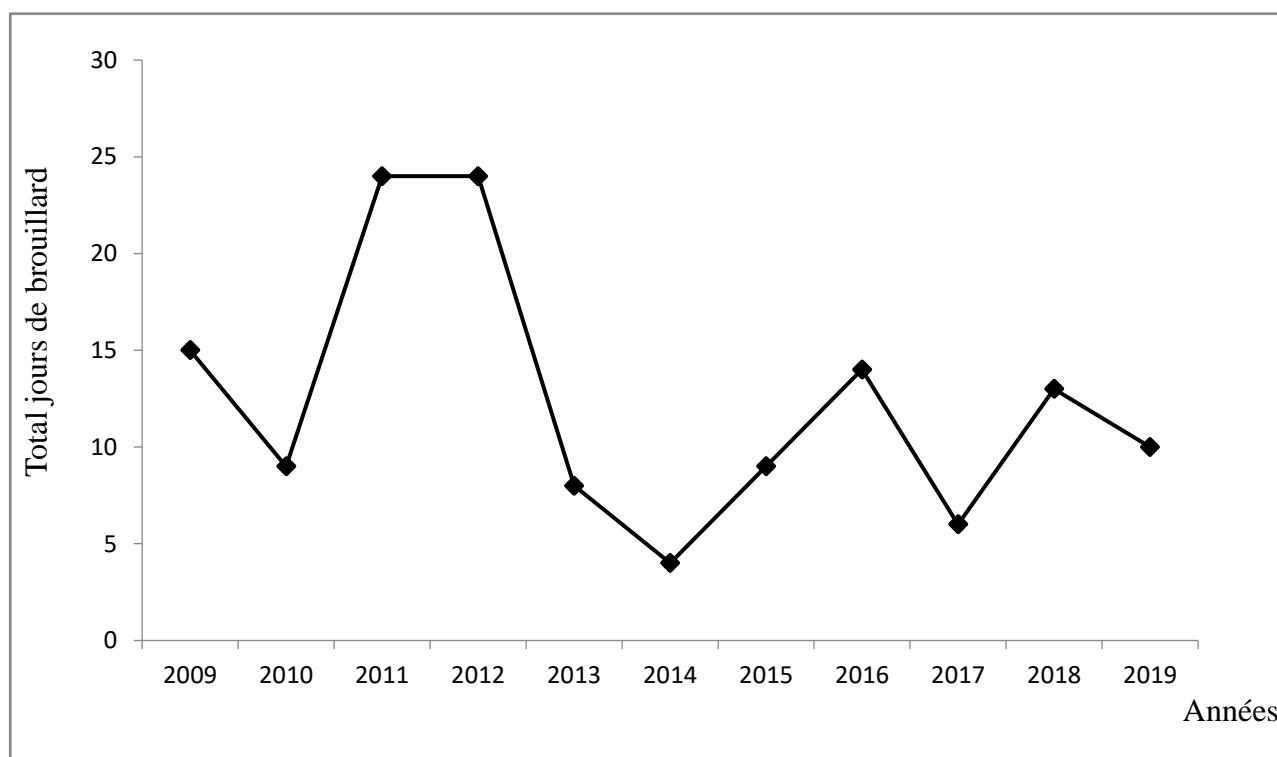


Figure 17 : Total de jours de brouillard Mostaganem (2009-2019)

D'après la figure 17, l'année 2011-2012 marque un nombre de jours de brouillard très élevée par rapport aux autres années avec un totale de 24 jours par contre l'année 2014 marque seulement 4 jours de brouillard.

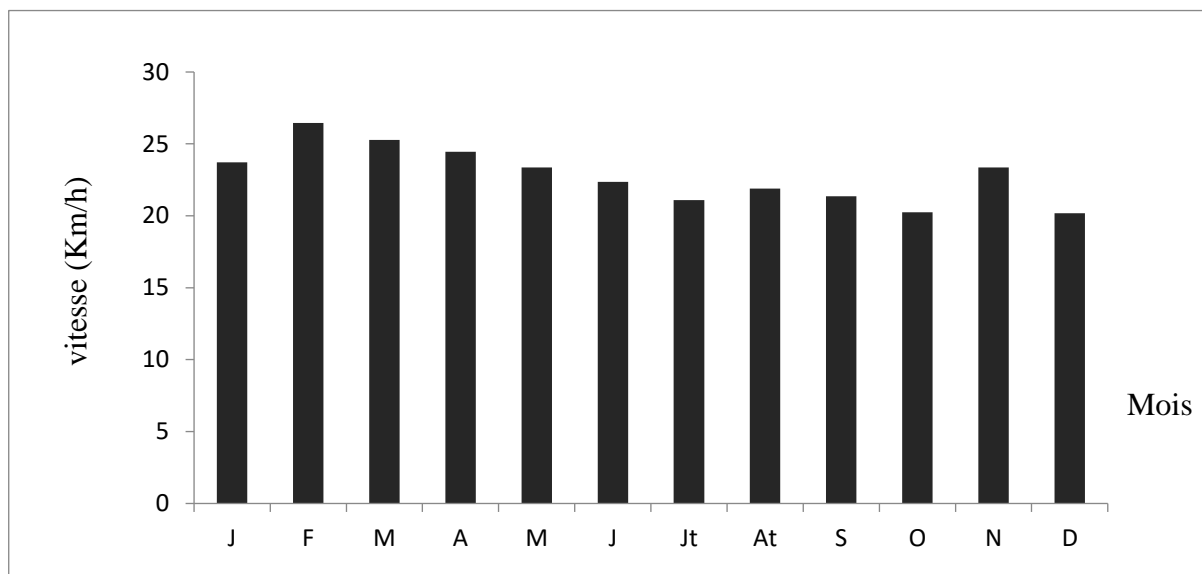


Figure 18 : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent (Km/h) Mostaganem (2009-2019)

La figure 18 montre l'évolution saisonnière et annuelle de la vitesse du vent, à partir de moyennes mensuelles sur Mostaganem. On constate l'existence d'un signal saisonnier important dans la saison hivernale et printemps défini, respectivement, par un maximum aux mois de février 26 Km/h et mars 25.27 Km/h et un minimum au mois d'octobre 20 Km/h.

Le vent moyen souffle fréquemment dans des directions diverses Nord –Ouest(NW) et Nord -Est (NE) tout au long de l'année.

2.5.7.1- Température du vent

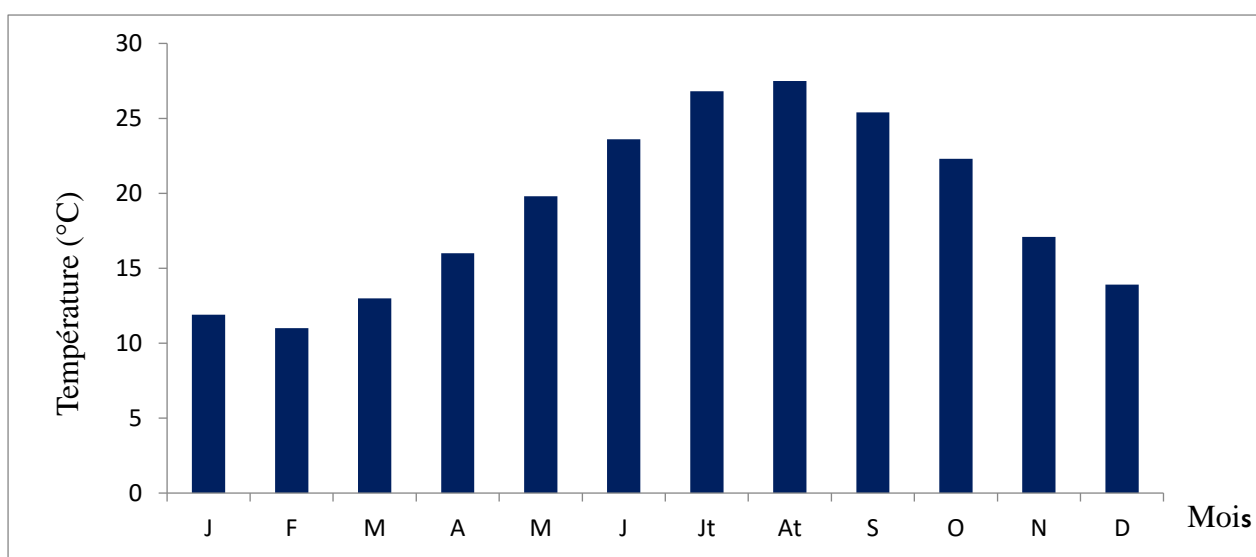


Figure 19 : Températures (C°) du vent moyenne mensuelle Mostaganem

Chapitre II ***Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois***

La figure 19, montre qu'en hiver les vents froids dominent, la température du vent le mois de février et janvier est de 11 °C et 11.9 °C. Les vents humides qui viennent de la mer méditerranéenne. En été la présence du vent chaud qui vient directement du Sud souffle le mois de juillet, août et septembre avec une température de 26.8°C, 27.5°C et 25.4°C.

D'après l'analyse de la variance concernant la moyenne mensuelle de la vitesse du vent (Km/h) et la température du vent de la station de Mostaganem, on a trouvé un effet hautement significatif ($P < 0.0001$) (Annexe 1).

2.5.9- Synthèse climatique

2.5.9.1- Indice d'aridité de De Martonne

Tableau 17 : Indice d'aridité de De Martonne

	P (mm)	T°C	T+10	I
2009-2019	327.4	18.19	28.19	11.61

Selon l'indice d'aridité obtenu et suivant la grille d'interprétation, la wilaya de Mostaganem se trouve dans un climat semi-aride à écoulements temporaires (Figure 20).

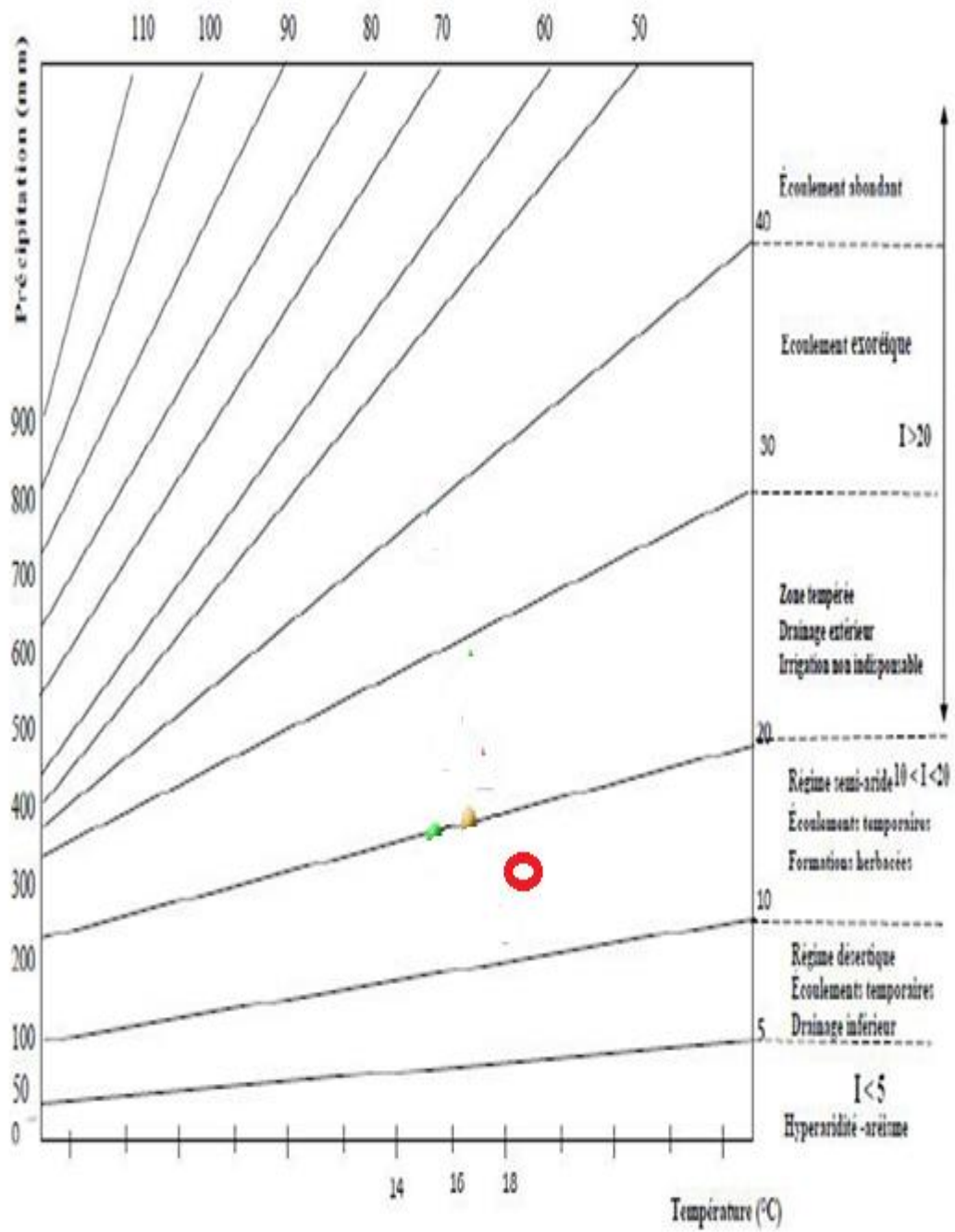


Figure 20 : Indice d'aridité de De Martonne

2.5.9.2- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

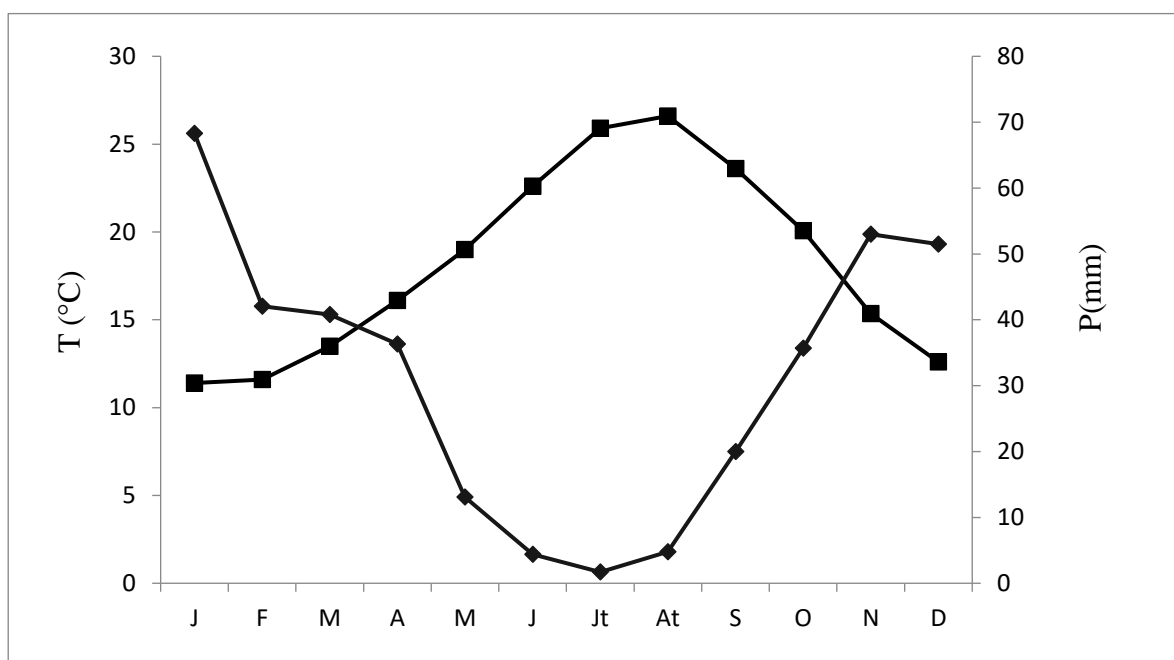


Figure 20 : Diagramme Ombrothermique de Mostaganem

La période sèche s'étale sur une période de 8 mois (Avril à Novembre) (Figure 21). Le climat est sec lorsque la courbe des températures est au-dessus de celle des précipitations et humide dans le cas contraire. Cette période dure 8 mois et coïncide avec la période estivale, englobant parfois une partie du printemps et une partie de l'automne (Figure 21). La durée de la saison sèche subit fortement l'influence de l'altitude.

2.5.9.3- Le quotient pluviothermique d'Emberger

Tableau 17 : Le quotient pluviothermique d'Emberger

Station	Période	Q2	Etage bioclimatique
Mostaganem	2009-2019	43.03	Semi- aride Hiver tempéré

Selon le climagramme d'Emberger, la station de Mostaganem appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré (Tableau 18 et figure 22).

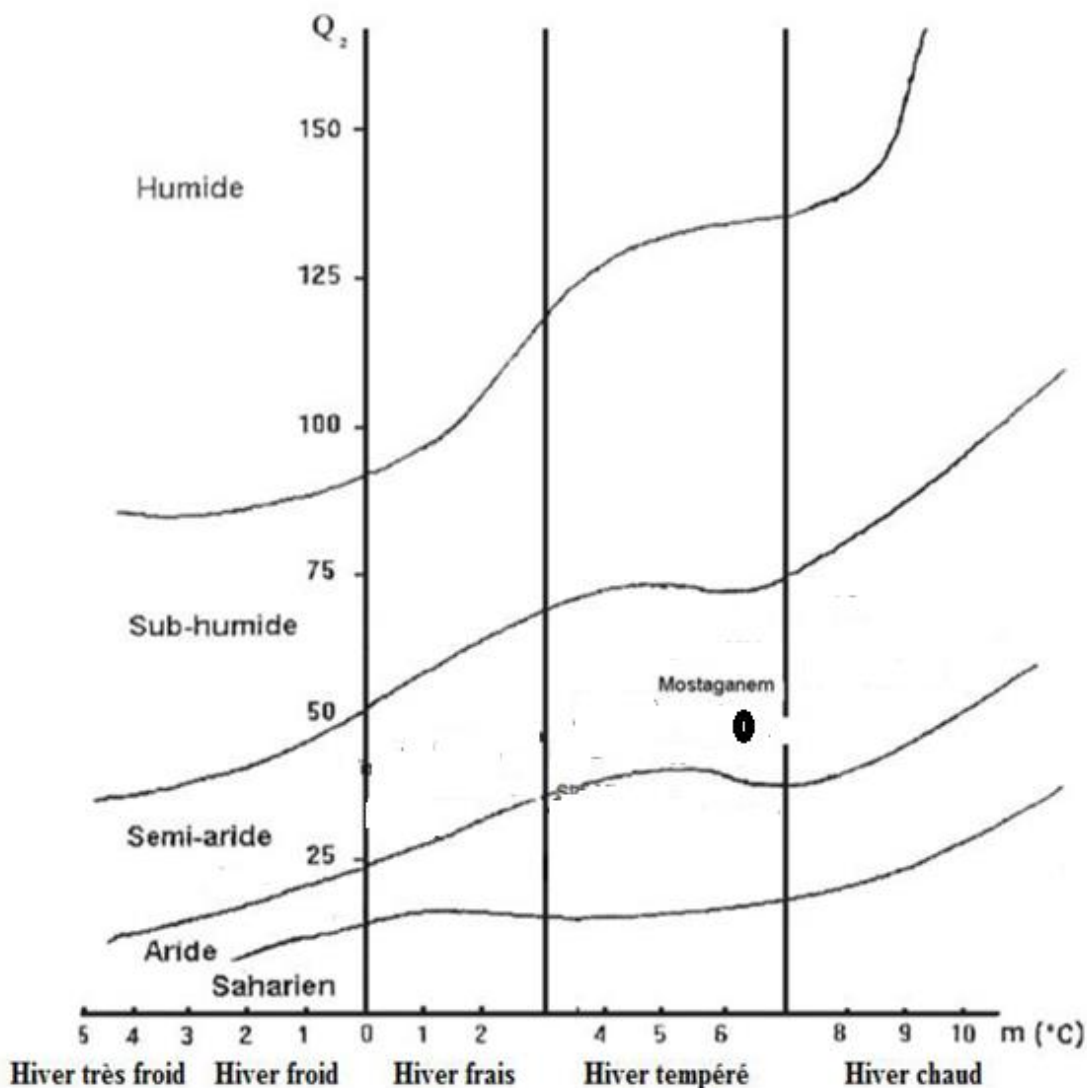


Figure 21 : Climagramme d'Emberger Mostaganem

2.5.9.4- Discussion

La variabilité climatique, notamment pluviométrique, en Algérie en général et à Mostaganem en particulier, n'est plus à démontrer. Cependant, des variables afférentes aux pluies telles que les fréquences de jours de pluies et les durées des saisons pluvieuses, ont été généralement très peu étudiées.

L'étude et l'analyse de l'évolution bioclimatique sont indispensables à une meilleure connaissance de notre environnement.

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganém

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat (Le Houérou *et al.* 1977).

Le climat méditerranéen est caractérisé par deux points importants :

- Un régime pluviométrique, plus ou moins régulier avec un maximum en hiver et un minimum en été. Les précipitations sont inversement proportionnelles aux températures.
- Un été sec, avec des pluies qui se font rares pendant 4 à 6 mois en Afrique du Nord (Belgharbi, 2002).

Le climat de la région d'étude est de type méditerranéen. L'étude pluviométriques relatives à la période (2009/2019), traduisent clairement les variations mensuelles et saisonnières de la distribution des précipitations à l'échelle annuelle (Annexe1). Ainsi, on peut distinguer deux périodes distinctes :

- Une période sèche qui correspond à la saison d'été (juin, juillet, août), caractérisée par un déficit pluviométrique bien marqué.
- Une période humide qui correspond au reste de l'année. Le nombre de jours de pluie est maximal durant l'année 2010 (81jours) une diminution du nombre de jours de pluies est enregistré durant les années 2015, 2018 et 2019 (Figure 13).

Les zones recevant plus de 400 mm sont considérées comme semi-arides, subhumides ou humides (Emberger, 1930) selon l'importance des précipitations.

L'étude de la variabilité du nombre annuel de jours de pluie a été très peu abordée au cours des travaux antérieurs (Servat *et al.* 1998). Du point de vue climatologique l'étude des jours pluvieux peut en effet contribuer à améliorer notre connaissance des déficits pluviométriques saisonniers et annuels ainsi que des changements susceptibles d'affecter l'évolution des pluies (Kouassi *et al.* 2010).

La pluviosité est considérée comme un facteur primordial par son impact direct sur l'hydrologie de surface dont elle représente la seule source hydrique pour la végétation des milieux terrestres (Merzouk, 2010).

La zone d'étude est caractérisée par un régime saisonnier : HPAE les précipitations se concentrent durant la saison d'automne avec 108.7 mm et hiver 161.84 (Tableau 16).

Le climat à Mostaganem est marqué par des conditions climatiques contraignantes ou les pluies saisonnières sont très contrastées et irrégulières.

Les pluies sont caractérisées par une irrégularité spatio-temporelle nettement observée, elle s'exprime par des oscillations d'une année à l'autre.

Chapitre II ***Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois***

Les températures moyennes mensuelles présentent une valeur minimale en janvier avec 11.4°C et une valeur maximale en juillet, août 31.9°C et 32.6°C, le régime d'été sera le plus marqué par cette hausse. A titre indicatif, la température maximale du mois d'août sera régulièrement au-dessus de 30°C (Annexe1). Ces chiffres sont confortés par les données locales qui indiquent que pour la région de Mostaganem, le régime thermique exhibe clairement une tendance au réchauffement au cours de la période 2000-2050, réchauffement largement entamé durant la période 1976 - 2012 (Senouci. et Trache, 2014).

Durant la décennie, (2001-2010) les précipitations ont été supérieures à la normale, notamment en 2010. Cette décennie a également été marquée par une augmentation des phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes (Senouci et Trache, 2014). Nos résultats montrent que l'année 2010 été une année pluvieuse.

La température intervient dans le déroulement de tous les processus, la croissance, la reproduction la survie et par conséquent la répartition géographique générant les paysages les plus divers (Soltner, 1992).

Selon Hadjadj (1995), la saison froide, c'est la période pendant laquelle les températures moyennes sont inférieures à 10 °C. Pour notre station le mois de janvier est le mois le plus froid avec une valeur « m » de 6.6 °C, le mois d'août est le mois le plus chaud avec une température de 32.6°C (Figure 15).

La station du littoral (Mostaganem) est caractérisée par un taux d'humidité de l'air très élevée de 68 % à 75 % durant toute l'année (Figure 16). La zone d'étude se caractérise par un taux élevé d'humidité vue sa proximité de la mer. Les deux principales fonctions de la plante qui sont étroitement liées à l'humidité contenue dans l'air et qui ont un impact sur le rendement des cultures sont la transpiration et la photosynthèse (Scott Shelton. 2005).

L'élévation des minima en période froide pourrait correspondre au développement de brouillard côtier. L'importance de ces brouillards serait responsable de l'augmentation des minima par la réduction du rayonnement nocturne.

Le brouillard est un phénomène de grande variabilité spatiale et temporelle qui est due à des interactions complexes entre divers processus physiques.

Kim et Yum (2010) mentionnent que les brouillards, se formant sur les régions côtières, peuvent être classés en deux catégories : les brouillards côtiers, qui se forment directement sur la partie continentale et leur extension est limitée à ces régions, et les brouillards marins, qui se développent en plein océan et peuvent s'étendre ou se déplacer vers les régions côtières. La station de Mostaganem marque un taux élevé de 24 jours de brouillard pour l'année 2011 et 2012 et de 4 jours seulement pour l'année 2014, des fluctuations tout à fait anormales des moyennes annuelles (Figure 17).

Le brouillard de précipitation est le plus dominant, particulièrement au cours de l'hiver, suivi du brouillard résultant d'affaissement de stratus. Les zones côtières sont plutôt intéressées par les brouillards d'advection durant le printemps (Bari, 2015).

Selon Aimé (1991), l'élévation des minima en période froide pourrait correspondre au développement de brouillards côtiers. L'importance de ces brouillards serait responsable de l'augmentation des minima par la réduction du rayonnement nocturne.

L'action du vent accélère l'évapotranspiration, accentue l'aptitude des végétaux à s'enflammer et facilite la propagation des incendies (Quézel *et al.* 2003).

D'après l'étude réalisée par Smahi (2001) sur le vent à Mostaganem ; l'année se divise en deux saisons : Un régime de vent d'octobre à avril et un autre de mai à septembre. L'étude des types des vents dans la région de Mostaganem nous montre que le processus éolien est observé dans les vents efficaces où les fréquences sont très élevées. A noter que les jours sont venteux et les nuits sont calmes dans la région.

Les mois de février et mars sont les mois les plus venteux. Le vent souffle avec une vitesse de 25 Km/h et 26 Km/h (Figure 18). Le vent chaud lorsqu'il souffle au moment où la végétation est en pleine activité, il cause des dégâts plus ou moins importants, notamment sur les plantes jeunes (échaudage).

Le vent est une source fluctuante de signaux mécaniques qui induit des déplacements de la partie aérienne à différentes fréquences et intensités au cours du développement de la plante (De Langre, 2008). Tous les stimuli mécaniques liés au vent ne peuvent pas être perçus par la plante « il s'agit de réagir à la perturbation, mais pas de sur-réagir » (Der Loughian, 2012)

La partie aérienne va alors se reconfigurer avec l'augmentation de la vitesse du vent, réduisant temporairement la prise au vent de la partie aérienne de la plante. Une autre façon radicale de dissiper l'énergie perçue par le vent est la perte successive des feuilles, des fruits ou des branches (Lopez *et al.* 2011).

La connaissance de la direction, de la force et de la fréquence des vents est nécessaire pour voire non seulement son impact sur le milieu mais aussi pour la mise en valeur agricole d'un périmètre.

Bien que dépendant de la circulation générale atmosphérique, les vents de l'Oranie littorale et sublittoral sont fortement influencés par la présence de la mer et des reliefs côtiers (Lahouel, 2013)

Les vents soufflent à partir de trois directions principales, une direction dépend de la circulation générale atmosphérique, il s'agit des vents Ouest. Les deux autres dépendent de la proximité de la mer, il s'agit du vent du Nord provoqués par la brise de mer, et les vents Sud provoqués par la brise terrestre (Aimé, 1991).

L'étude de la température du vent est un facteur très important c'est un paramètres qui intervient dans le déclenchement et la propagation des incendies de forêt. Le vent joue un rôle particulièrement important son action est multiple, il favorise le dessèchement des végétaux et des sols, augmentant ainsi les risques d'éclosion des feux. Les températures du vent est assez élevée elle atteint 27.5°C le mois d'août, les mois de juillet et septembre les températures sont de 25.4 et 26.8°C(Figure19).

La synthèse bioclimatique montre que le climat de la région d'étude est de type semi-aride avec une période de sécheresse qui dure 8 mois (Avril à Novembre). Cette représentation attribue globalement un découpage saisonnier qui se retrouve probablement sur l'ensemble du littoral algérien (Figure 21).

Selon l'indice d'aridité (11.61) Mostaganem se trouve dans un climat semi-aride à écoulements temporaires (Tableau17, figure 20) et selon le climagramme d'Emberger, la station appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré (Figure 22).

Dreux (1980) montre que le climat est sec quand la courbe des températures est au-dessus de celle des précipitations et humide dans le cas contraire, la durée de la saison sèche subit fortement l'influence de l'altitude. Le climat méditerranéen soumet la végétation à de fortes contraintes, parmi celles-ci, la sécheresse estivale est sans aucun doute la plus forte.

L'évolution progressive de la période de sécheresse impose à la végétation une forte évapotranspiration ; ce qui lui permet de développer des systèmes d'adaptations modifiant ainsi le paysage en imposant une végétation xérophile.

Chaâbane (1993), a confirmé que la xérophilie est un phénomène qui caractérise la végétation du littoral. Aimé (1991), précise que la brise de mer joue un rôle particulièrement important durant l'été en faisant largement baisser les températures maximales et en réduisant ainsi les amplitudes thermiques.

On peut conclure que la Wilaya de Mostaganem de par sa localisation géographique, présente toutes les caractéristiques des régions méditerranéennes et, à ce titre, est exposée aux mêmes conséquences prévues pour ces régions, en l'occurrence l'augmentation des températures, l'évolution du régime des précipitations et des vents, l'élévation du niveau de la mer et les variations dans les paramètres marins (température, salinité, etc.) ainsi que l'augmentation en fréquence et en amplitudes des phénomènes extrêmes (sécheresses, canicules, pluies torrentielles, tempêtes et vents violents, ...).

La zone d'étude est, dans sa partie nord-ouest (zone du Dahra), fortement exposée à l'érosion, qu'elle soit d'origine hydrique ou éolienne. La conjugaison d'épisodes de fortes chaleur et des pluies torrentielles sont susceptibles d'occasionner les glissements de terrain et d'aggraver les phénomènes érosifs.

L'intensification des vents est un facteur supplémentaire d'agression des sols non protégés. Conjuguée au danger de la salinisation des sols et à l'exploitation intensive des terres arables, cette situation peut rapidement conduire à des résultats contraires à ceux souhaités (Senouci. et Trache, 2014).

2.6- Analyse physico-chimiques des sols

La composition d'un sol dépend de nombreux facteurs tels que : le climat, la nature de la roche mère, la pente, l'exposition, etc..., et des facteurs biotiques : couvert végétal, organismes vivant. Sa formation est liée au facteur temps, c'est-à-dire, la durée nécessaire à la dégradation de ses éléments constitutifs organiques et minéraux.

L'Analyse de sol est un des meilleurs moyens pour connaître l'état chimique biologique et physique du sol afin de déterminer les forces et les faiblesses a considéré lors des prochaines recommandations.

2.6.1- Choix des stations

Le choix des stations (Tableau 19) disséminées dans notre étude a été fait sur la base d'un examen évolutif méticuleux après plusieurs sorties sur le terrain, cinq stations ont été retenues pour l'étude du sol, Mactaa, Matarba, Sidi Medjdoub, Mazagran et Debdaba (Figure 23).

Les échantillons ont été prélevés juste au-dessous des espèces végétales considérées, au niveau de la rhizosphère (0 à 30 cm), dans les stations localisées dans le groupement naturelle de l'espèce *Atriplex halimus*. Trois profils ont été choisie pour chaque station, les échantillons de sol pour chaque profil : profils I, profils II et profils III, les profils ont été prélevés aléatoirement. Le prélèvement des échantillons de sol se fait à l'aide d'une tarière dans des profils pédologiques similaires.

Tableau 18 : Station d'étude Mactaa, Matarba, Sidi Medjdoub, Mazagran et Debdaba

Station	Mactaa	Matarba	Sidi Mejdoub	Mazagran	Debdaba
profils	3profils	3profils	3profils	3profils	3profils
Latitude	35°47'4.67"N	35°56'54.07"N	35°57'5.47"N	35°53'58.14"N	35°55'2.24"N
Longitude	0°7'15.73"O	0° 5'14.38"E	0° 5'35.33"E	0° 4'7.04"E	0° 6'43.78"E
Altitude(m)	3	20	53	94	138
Géomorphologie	Plaine sublittorale d'El Habra	Une zone de plateau	Une zone de plateau	Les vallées Basses de l'Ouest	Les Monts du Dahra
Pente%	0 à 3%	0 à 3%	0 à 3%	3 à 12%	12 à 25%
Aspect de la surface	Présence d'une croûte battance	Eléments grossiers en surface <1	Légèrement ou peu pierreux 0,01 à 0,1	Présence d'une croûte battance	Légèrement ou peu pierreux 0,01 à 0,1
Nature	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire
Occupation du sol	Arbres, Arbustes et Strate herbacées	Arbustes et Strate herbacées	Arbres, Arbustes et Strate herbacées	Arbres, Arbustes et Strate herbacées	Maraichages et des Terrains agricoles

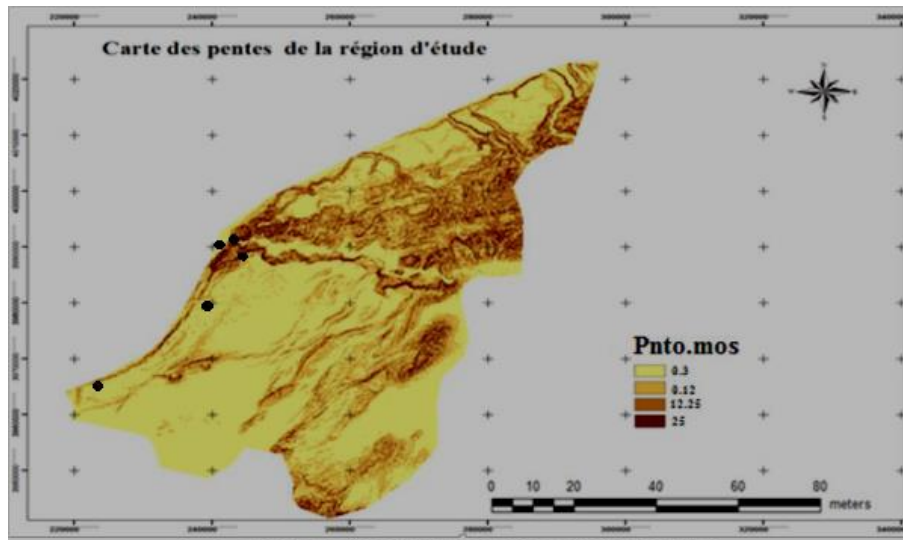


Figure 22 : Carte de situation et des pentes de la région d'étude

Les analyses physico-chimiques concernent cinq stations situées dans la région de Mostaganem (Tableau 19 et figure 23) ils ont été effectuées aux laboratoires de pédologie et de chimie à l'université de Mostaganem et au laboratoire de biologie végétale à l'université de Mascara ainsi que la station INRA de Hmadna (Relizane). Pour mesurer ces paramètres physico-chimiques du sol les échantillons ont subi les étapes suivantes :

- Séchage des échantillons dans un four.
- Broyage et pilonnage de l'échantillon. A la sortie de l'étuve, on broie l'échantillon avec passage forcé à travers une maille de 2 mm (Guénon, 2010).
- Après homogénéisation, on garde l'échantillon de terre fine dans une boîte.

D'après Baize et Girard (1995), le mélange de plusieurs « prises » permet donc de créer un « Échantillon moyen » de représentation.

- L'analyse des échantillons de sol prélevés concerne :
 - La granulométrie
 - Matière organique et azote
 - Complexe absorbant.
 - Réserves minérales et conductivité électrique.

2.6.2-Analyse physique du sol

La propriété physique du sol est liée à sa texture et sa structure. Elle joue un rôle essentiel dans l'aération du sol et à la vie des organismes, dans la résistance à l'érosion du sol et en fin dans sa perméabilité et son lessivage.

2.6.2.1- Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique ou analyse mécanique consiste à séparer la partie minérale de la terre en catégories classées d'après la dimension des particules minérales inférieures à 2 mm et à déterminer, les proportions relatives de ces catégories, en pourcentage de la masse totale du sol minérale.

La classification des textures offre une grande importance, dans la mesure où elle permet de définir, en combinaison avec la structure, l'essentiel des propriétés physiques de sol (Duchaufour, 2001).

La granulométrie s'exprime par un terme, simple (ex. sableuse, argileuse) ou composé (ex. limono-sableuse, argilo-sableuse), repéré dans un triangle des textures minérales, au sein duquel des catégories sont délimitée. La texture reflète la part respective des constituants triés selon leur taille. On distingue la texture minérale qui est la proportion des sables, limons et argiles mesurés par l'analyse granulométrique (Gobat *et al*, 2003).

La méthode d'analyse granulométrique est basée sur la sédimentation des particules minérales, après destruction de la matière organique par l'eau oxygénée et dispersion des particules par l'hexaméthaphosphate de sodium et par agitation mécanique, on effectue des prélèvements à l'aide d'une pipette des différentes fractions minérales (argile, Limon fin, et Limon grossier), les sables sont séparés par tamisage (tamis de 50 et 200 microns (Rouiller et al, 1980) (Annexe 2)

2.6.2.2- La classification texturale du sol (Triangle de textures)

Les pédologues regroupent les textures (% d'argile, de limon et de sable) en classes de textures pour faciliter la description des sols (Delaunois, 2006).

2.6.3- Couleur

La couleur est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogenèse et parfois les vocations possibles du sol considéré. La couleur du sol varie notablement selon, d'une part la teneur en eau et d'autre part l'éclairement. Pour déterminer la couleur on utilise un code. De préférence le code international Munsell, 1992, la couleur est indiquée par les trois éléments dans l'ordre hue value chroma. De cet ouvrage de base, ont été extraites sous forme de planche, les teintes qui peuvent exister au niveau des sols, ce qui facilite la détermination de la couleur de l'échantillon en choisissant celle qui s'en approche plus (Aubert, 1978).

La couleur a été retenue comme critère de classement dans de très nombreux systèmes de classification des sols ; souvent dès le deuxième niveau hiérarchique, à savoir la sous-classe, le grand groupe ou le sous- groupe, suivant les systèmes (Annexe 2).

2.6.4- Analyses chimiques des sols

2.6.4.1- Mesure du pH

La mesure du pH s'effectue sur une suspension de terre fine. Le rapport de suspension pour la mesure de pH à l'électrode à verre est de 1 à 2.5 (une partie de sol pour 2.5 d'eau). La suspension on peut l'obtenir en mélangeant 20 g de terre séchée dans un bêcher de 100 ml avec 50 ml d'eau distillée (Pétard, 1993) (Annexe 2).

2.6.4.2- Détermination de la conductivité électrique

La salinité globale de l'extrait de pâte saturée est déterminée par la mesure de la conductivité électrique (CE), sur l'extrait de pâte saturée, il est possible de réaliser le dosage des anions et cations solubles : carbonates, bicarbonates, chlorures, sulfates, ainsi que Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ et Na^+ . Les teneurs en anions et cations sont exprimées en milieu équivalentes par litre (Baize, 2000). La mesure de la conductivité se fait à l'aide d'un conductivimètre (Pétard, 1993) (Annexe 2).

2.6.4.3- Dosage de calcaire total

Le calcaire joue un rôle essentiel non seulement dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogenèse. Le plus souvent cette valeur est déterminée par calcimétrie volumétrique, (Calcimètre de Bernard). Le calcaire est la source la plus fréquent de calcium, celui- ci étant fixé sous forme d'ions sur le complexe absorbant (Mathieu *et al*, 2003). (Annexe 2).

$$\% \text{ Ca CO}_3 = \text{p.V} / \text{P.v} \times 100$$

Soit : v : le volume de CO_2 dégradé par ; p : prise d'essai de CaCO_3 pur. Soit : V : le volume de CO_2 dégradé par ; P : prise d'essai de terre fin.

2.6.4.4- Calcaire actif (méthode Drouineau – Galet)

Le dosage du calcaire actif est réservé uniquement aux échantillons contenant plus de 5 % de calcaire total. Il s'agit de ne doser que la fraction chimiquement active du calcaire du sol. Le dosage du calcaire total se fait par une réaction violente et totale, alors que celui du calcaire actif se fait par une réaction modérée qui n'intéresse que les particules calcaires les plus fines ou la surface des particules grossières, d'où l'importance du respect des conditions conventionnelles d'agitation.

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois

Le but du dosage de calcaire actif est de déterminer l'activité du calcaire et les conséquences que peut avoir l'excès de calcaire sur la structure du sol et la croissance des plantes.

Calcaire actif (Méthode Drouineau – Galet)

$$\text{Ca CO}_3 (\%) = (\text{N}-\text{n}) \times 5$$

N: Témoin

n : Volume de KHNO_4

2.6.4.5- Les Bases échangeables

On désigne sous le nom de bases échangeables, les éléments adsorbés par le complexe colloïdal du sol (colloïdes minéraux et colloïdes organiques) ces éléments sont extraits par échange d'ions; on se contente dans la grande majorité des cas de doser K, Na, Ca, Mg.

Nous avons choisi d'étudier les cinq principaux macroéléments en raison de leur importance du point de vue pondéral et leur rôle dans la constitution de la plante.

- L'azote (N) : L'azote (N) est un constituant fondamental de la plante, il intervient dans la synthèse des protéines et des acides nucléiques et représente 1 à 3 % du poids sec de la matière végétale. L'azote est pris dans le sol par les racines sous forme de nitrates et sels d'ammonium.

-Le phosphore (P) : Le phosphore (P) joue un rôle important dans le stockage, le transfert d'énergie, et dans la constitution d'éléments structuraux (phospholipides et acides nucléiques), il représente en moyenne 3% du poids sec du végétal.

-Le potassium (K) : Le potassium (K) joue un rôle catalytique, il intervient dans la photosynthèse et diminue la transpiration et les risques de flétrissement en cas de sécheresse.

-Le calcium (Ca) : Le calcium (Ca) localisé autour des membranes cellulaires et contrairement au potassium, diminue la perméabilité cellulaire, il intervient également dans la constitution de certaines enzymes.

-Le sodium : le sodium semble pouvoir se substituer au potassium, et jouer le même rôle (Heller *et al*, 1974).

Au laboratoire, la méthode d'extraction adoptée est celle l'acétate d'ammonium normal et neutre. L'emploi de ce réactif est très répandu et rend ainsi les comparaisons plus faciles (Rouiller *et al*. 1980) (Annexe 2).

On dose les éléments Ca^{++} , Na^+ , K^+ par spectrophotomètre à flamme (Pétard, 1993).

$$Ca^{++} + Na^{+} + Ka^{+} = \frac{n \cdot \Delta \cdot V}{10^3 \cdot P}$$

V : Volume en (ml) d'extraction P : Poids d'échantillon en (g)

Δ Facteur de dilution n : Teneur en (mg) de l'échantillon.

2.6.4.5.1- Phosphore assimilable par Spectrocolorimétrie

Le phosphore assimilable est extrait du sol par agitation pendant 1 heure avec une solution d'acide tamponnée (Pétard, 1993) (Annexe 2).

$$P_2O_5 (\%) = \frac{25 \cdot P}{Q}$$

Q = Concentration (mg/l)

P = Poids d'échantillon (g)

2.6.4.6- Détermination de la teneur pondérale en matières organiques

La teneur en matière organique (MO) est le quotient de la masse de matières organiques contenues dans un échantillon de sol par la masse des particules solides. La détermination de la matière organique, est effectuée par la méthode d'Anne (1945) (Annexe2).

$$MO \% = C(\%) \times (2 \text{ ou } 1,72)$$

2.6.4.7-Le carbone organique On utilise pour le dosage du carbone organique la méthode de (Anne) qui consiste à oxyder le carbone organique par une solution en excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sel de «Mohr» en présence de diphénylamine(Pétard, 1993) (Annexe2).

$$C (\%) = (n - n') \times 0,165 \times 10$$

n= Témoin

n' = Volume de la solution de (MOHR)

2.6.4.8-L'azote total

La teneur en azote total est un bon indice de fertilité, à condition d'être interprétée en fonction du rapport C/N. L'intérêt de résultat, généralement limité aux horizons de surface du sol, est ainsi davantage perçu à travers ce calcul du rapport C/N que de sa valeur propre à laquelle ont préféré, dans la pratique, celle de l'azote minéral. Le dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl.

Le dosage s'effectue à l'aide sulfurique à et en présence d'un indicateur de pH (rouge de méthyle) (Annexe2).

$$N (\%) = V \times 0.07$$

V=Volume de Titration

2.6.4.9-Rapport C/N

Le Rapport C/N est un indicateur de l'activité biologique des sols (Cohan, 2014). Il renseigne sur le degré d'évolution de la matière organique, l'activité biologique, le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation) (Giroux et Audesse, 2004) (Annexe 2).

2.7- Variables mesurées et analyses statistiques des données.

Après avoir étudié les résultats des analyses physico- chimiques, on a effectué une analyse statistique détaillée pour mieux interpréter ces données.

En premier lieu et pour vérifier la manière de répartition de certaines variables mesurées au niveau de chaque profil et entre les différents profils nous avons fait un test d'ANOVA qui a pour but de voir s'il y a une homogénéité entre les profils dans chaque station et par la suite entre l'ensemble des stations. L'analyse de variance (ANOVA) est effectuée par le programme Statbox 6.4.

Une analyse en composantes principales (ACP) qui a permis d'analyser simultanément toutes les variables mesurées à partir des axes principaux. Cette analyse a été faite sur les données centrées réduites obtenues en divisant la moyenne par l'écart-type.

Une classification hiérarchisée ascendante basée sur les indices de similarité à partir de toutes les variables (des analyses physico-chimiques). Cette classification a permis de mesurer le degré de ressemblance entre les sols à *Atriplex halimus*.

2.8- Résultats d'Analyses physico-chimiques des sols.

2.8.1- Texture des sols des cinq stations

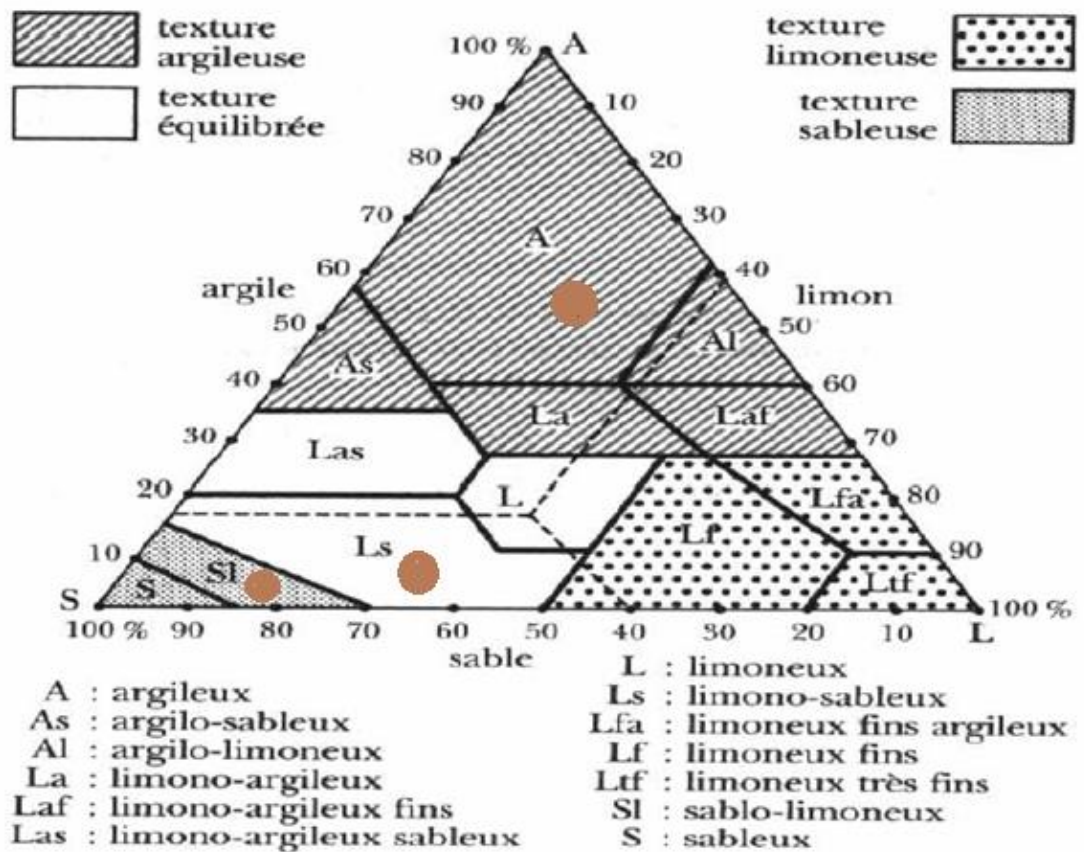


Figure 23 : Texture des sols des cinq stations

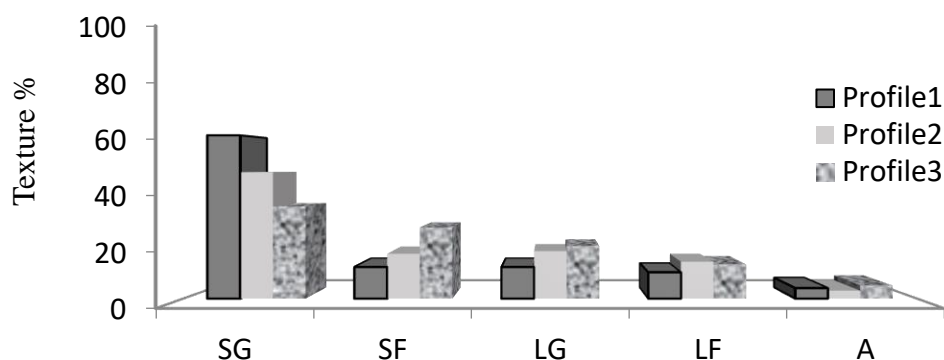


Figure 24 : Texture du sol : station Matarba

Sur la figure 25 des histogrammes des sols d'*Atriplex halimus* on remarque que la plupart des sols ont des texture plus grossière (sablo-limoneuse) et une texture relativement fine (limono-sableuse). Les limons fins réagissent à la dynamique des sels, ces limons forment une croûte de battance à la surface du sol après la pluie, leur teneur en argile est faible entre 3 à 5 %. L'ensemble des sols présentent des structures particulière et lamellaire.

Tableau 19 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Matarba

Analyse physico-chimiques		P1	P2	P3
Granulométrie	Argiles	4	3	5
	Limons	22	32	33
	Sables	74	65	62
	Texture	Sablo-limoneux	Limono-sableux	Limono-sableux
Humidité (%)		51	45.66	46.66
pH		8.4	7.1	7.13
CE (mmhos/Cm)		0.35	0.31	0.61
Ca Co ₃ Total (%)		21.5	26.9	24.14
Ca Co ₃ Actif (%)		3.18	2.28	2.35
Na ⁺		0.202	0.575	0.165
Ca ⁺⁺ (%)		0.575	0.296	0.226
K ⁺ (%)		0.165	0.442	0.396
P ₂ O ₅ (%)		0.297	0.330	0.500
C (%)		1.39	1.56	0.97
MO (%)		2.39	2.74	2.23
N (%)		0.076	0.093	0.102
C/N		18.52	17.15	12.84
Couleur Munsell		7.5YR 8/6	7.5YR 8/4	7.5YR8/3

Les analyses du sol des *Atriplexaies* révèlent :

- Le taux d'humidité pour l'ensemble des profils réalisés est compris entre 45.66 et 51%.
- Le pH est neutre à alcalin dans l'ensemble des profils réalisé, variant entre 7.10 et 8.40.
- La conductivité électrique CE : En se basant sur l'échelle de salure, on remarque que tous les profils sont classés dans la catégorie non salé à peu salé.
- La couleur de nos sols varie de la couleur jaune claire à foncé 7.5YR 8/6, 8/4 et 8/3 selon le nuancier de Munsell (Annexe2).
- Le calcaire total(CaCO₃) et actif (%) : Selon les résultats obtenus, nous constatons que l'ensemble des profils sont modérément à fortement calcaire. Le calcaire actif est faible, le sol est faiblement chlorosant.
- Sels solubles : Les teneurs en calcium sont très faibles (une carence). La concentration en phosphore assimilable est très élevée et le potassium est faible à élevé dans tous les profils étudiés. Les sols analysés présentent une teneur en sodium faible à légèrement élevé.
- Carbone C : La teneur en carbone est entre 0.97 et 1.56% .Ces sols se trouvent dans la catégorie minérale et Organo- minéral.
- Le taux de matière organique : Le taux de matière organique est généralement moyen, la teneur est comprise entre 2.23 % et 2.74 %.
- L'Azote total : L'ensemble des profils sont pauvre en azote
- Le Rapport (C/N) du sol : Le rapport C/N est normale à très élevée dans l'ensemble des profils (Tableau20) (Annexe 2).

2.8.3- Analyses physico-chimiques du sol Station Sidi Medjdoub

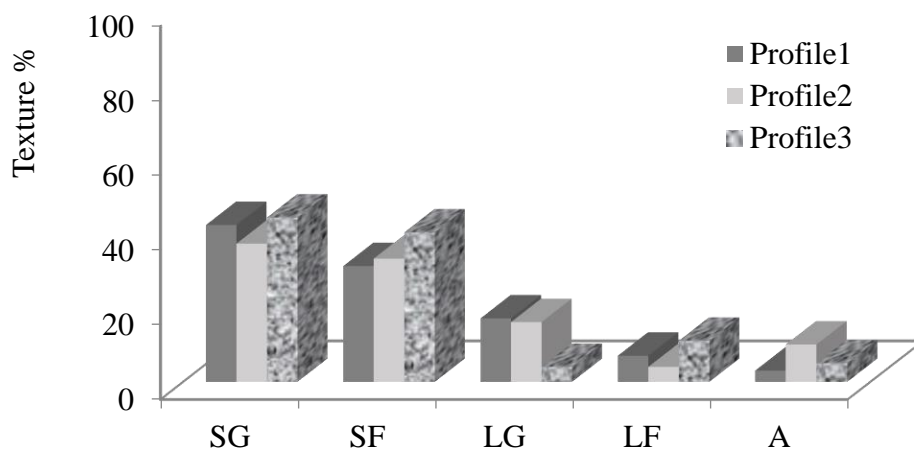


Figure 25 : Texture du sol: station Sidi Medjdoub

Chapitre II *Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois*

Sur la figure 26 des histogrammes des sols d'*Atriplex halimus*, on remarque que la plupart des sols ont des texture plus grossière (sablo-limoneuse) leur teneur en argile est faible entre 3 à 10 %. La structure des sols est particulière.

Tableau 20: Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Sidi Medjdoub

Analyse physico-chimiques		P1	P2	P3
Granulométrie	Argiles	3	10	5
	Limons	24	20	14
	Sables	73	70	84
	Texture	Sablo-limoneux	Sablo-limoneux	Sablo-limoneux
Humidité (%)		47	42.3	45.33
pH		8.02	8.10	8.10
CE (mmhos/Cm)		0.17	0.19	1.02
Ca Co ₃ Total (%)		27	25.33	17.33
Ca Co ₃ Actif (%)		4.76	4.53	7.84
Na ⁺		Na ⁺ (%)	0.39	0.142
Ca ⁺⁺ (%)		Ca ⁺⁺ (%)	0.26	0.12
K ⁺ (%)		0.29	0.19	0.16
P ₂ O ₅ (%)		0.14	1.2	0.33
C (%)		1.14	1.2	0.33
MO (%)		1.95	2.06	0.56
N (%)		0.024	0.083	0.064
C/N		43.74	14.46	5.14
Couleur Munsell		7.5YR 4/3	7.5YR 4/2	7.5YR 4/3
P1, P2,P3 :Profils				

Les analyses du sol des *Atriplexaies* révèlent que :

- Le taux d'humidité pour l'ensemble des profils réalisés est compris entre 42.3 et 47 %.
- Le pH est alcalin dans l'ensemble des profils réalisé, ses valeurs varient entre 8.02 et 8.10.
- La conductivité électrique CE, En se basant sur l'échelle de salure, on remarque que tous les profils sont classés dans lacatégorie non salée à peu salé.
- La couleur de nos sols varie de la couleur marron à marron - gris foncé 7.5YR 4/3 et 7.5YR 4/2selon le nuancier de Munsell) (Annexe2).
- Le calcaire total(CaCO₃) et actif (%)
- Selon les résultats obtenus, nous constatons que l'ensemble des profils présentent une teneur élevé en calcaire, le calcaire actif est faible à assez élevé. Le sol est faiblement chlorosant.
- Les sels solubles en calcium sont très faibles (une carence). La concentration en phosphore assimilable est élevé à très élevé, le potassium est faible à élever dans tous les profils étudiés. Les sols analysés présentent une teneur en sodium faible à moyenne.

Chapitre II *Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois*

- La teneur en carbone indique que les sols se trouvent dans la catégorie minéral et Organo-minéral.
- Le taux de matière organique est généralement faible à élevé.
- Les teneurs en azote total sont très faibles.
- Le Rapport (C/N) du sol varie selon les profils de faible, élevé et très élevé (Tableau 21) (Annexe 2).

2.8.4- Analyses physico-chimiques du sol Station Mactaa

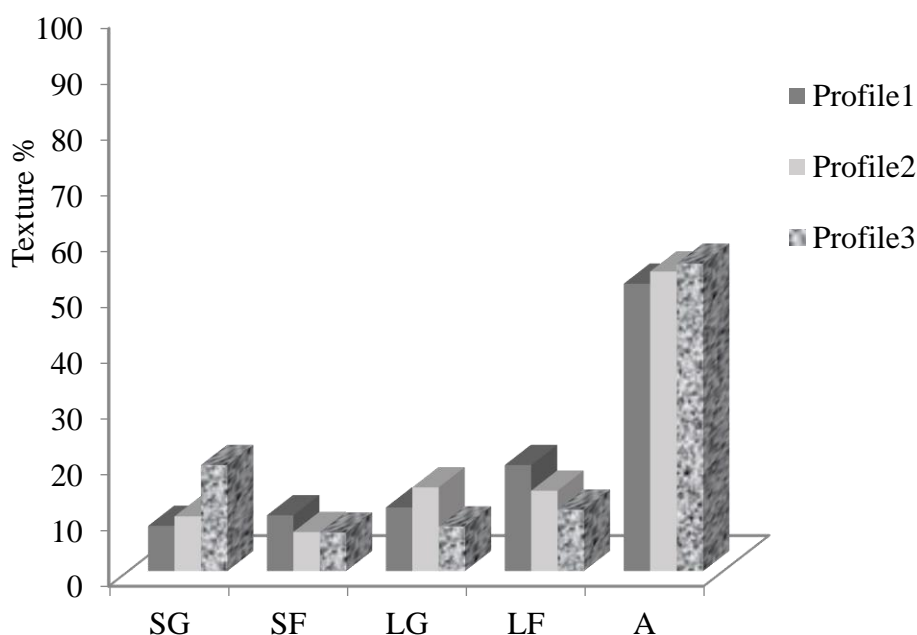


Figure 26 : Texture du sol : station Mactaa

Sur la figure 27 des histogrammes des sols d’*Atriplex halimus*, on remarque que la plupart des sols ont des textures fine (Argileuses). L’ensemble des profils présentent une structure lamellaire.

Tableau 21 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Mactaa

Analyse physico-chimiques		P1	P2	P3
Granulométrie	Argiles	51.5	53.7	55.1
	Limons	30.4	29.4	19
	Sables	18.1	16.8	25.9
	Texture	Argileux	Argileux	Argileux
Humidité (%)		84.66	83.66	85.66

Chapitre II *Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois*

pH	8.74	8.26	8.78
CE (mmhos/Cm)	1.44	0.81	0.88
Ca Co ₃ Total (%)	12.40	13.94	15.01
Ca Co ₃ Actif (%)	0.14	0.155	0.245
Na ⁺	0.61	0.58	0.60
Ca ⁺⁺ (%)	0.76	0.91	0.78
K ⁺ (%)	1.92	1.95	1.92
P ₂ O ₅ (%)	0.072	0.075	0.072
C (%)	0.70	1.8	1.07
MO (%)	1.194	3.09	1.84
N (%)	0.07	0.093	0.10
C/N	9.46	20.04	7.94
Couleur Munsell	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/2	7.5 YR 6/2
P1, P2,P3 :Profils			

D'après les résultats du tableau 22, on a constaté que :

- Le taux d'humidité pour l'ensemble des profils réalisés est compris entre 83.66 et 85.66 %.
- Le pH est basique à très basique dans l'ensemble des profils réalisés, ses valeurs varient entre 8.26 et 8.78.
- La conductivité électrique CE : En se basant sur l'échelle de salure, on remarque que les profils sont classés dans la catégorie peu salé à salé.
- La couleur de nos sols varie de la couleur marron clair à gris 7.5 YR 6/4 et 7.5 YR 6/2 selon le nuancier de Munsell) (Annexe2).
- Le calcaire total (CaCO₃)
- Selon les résultats obtenus, nous constatons que l'ensemble des profils présentent une teneur élevée en calcaire, le calcaire actif est faible. Le sol est faiblement chlorosant.
- Sels solubles : Les teneurs en calcium sont très faibles (une carence). La concentration en phosphore assimilable est élevée, le potassium est faible dans tous les profils étudiés. Les sols analysés présentent une teneur en sodium moyenne à élever.
- La teneur en carbone indique que les sols se trouvent dans la catégorie Organo- minéral.
- Le taux de matière organique est généralement faible à élever.
- L'Azote total : Les teneurs en azote total sont très faibles.
- Le Rapport (C/N) du sol varie selon les profils de faible, normale à très élevée (Tableau 22) (Annexe2).

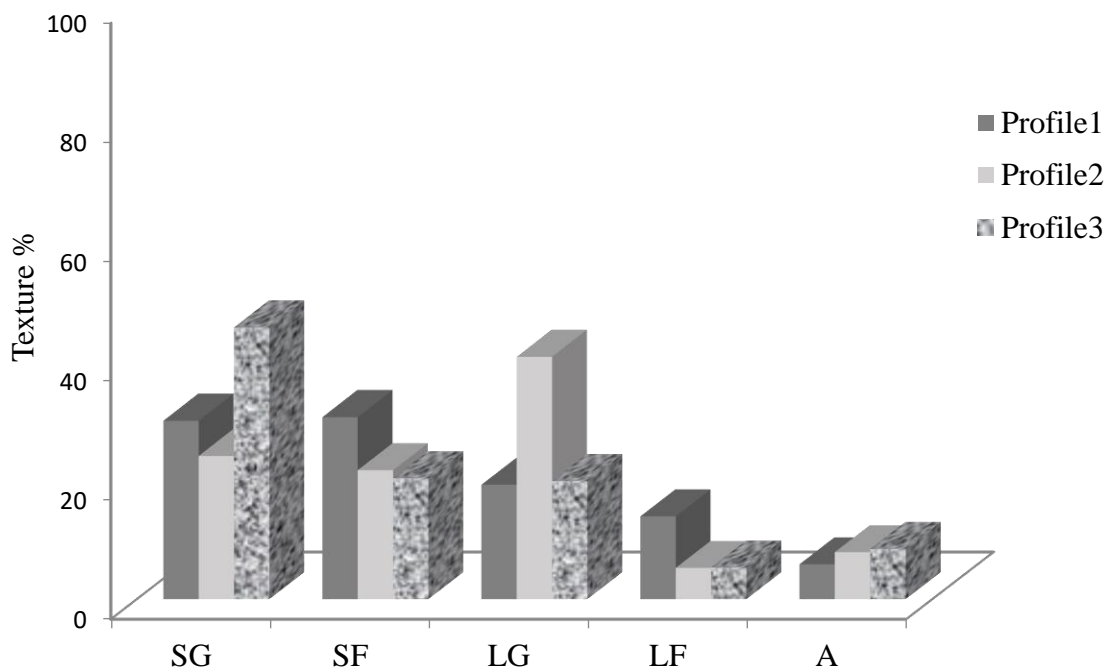


Figure 27 : Texture du sol : station Debdaba

Sur la figure 28 des histogrammes des sols d'*Atriplex halimus*, on remarque que la plupart des sols ont des textures relativement fine (limono-sableuse). Leur teneur en argile est faible entre 5.88 à 8.5 %. La structure des profils est lamellaire.

Tableau 22 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Debdaba

Analyse physico-chimiques		P1	P2	P3
Granulométrie	Argiles	5.88	7.94	8.5
	Limons	33.34	46.06	25.35
	Sables	60.78	46	66.15
	Texture	Limono-sableux	Limono-sableux	Limono-sableux
Humidité (%)		58.33	57.33	55.33
pH		7.64	7.73	8.08
CE (mmhos/Cm)		1.82	0.42	0.205
Ca Co ₃ Total (%)		17.4	13.76	16.56
Ca Co ₃ Actif (%)		2.17	2.22	2.06
Na ⁺		Na ⁺ (%)	0.23	0.24
Ca ⁺⁺ (%)		Ca ⁺⁺ (%)	0.346	0.27
K ⁺ (%)		K ⁺ (%)	0.4	0.2
P ₂ O ₅ (%)		P ₂ O ₅ (%)	0.19	0.20
C (%)		C (%)	0.41	0.98
MO (%)		MO (%)	0.705	1.68

Chapitre II **Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois**

N (%)	N (%)	0.04	0.059
C/N	C/N	10.24	13.69
Couleur Munsell	Couleur Munsell	7.5YR 6/1	7.5YR 7/1
P1, P2,P3 :Profils			

D'après les résultats obtenus (Tableau 23) on a constaté que:

- Le taux d'humidité pour l'ensemble des profils réalisés varie entre 55.33 et 58.33 %
- Le pH est basique à très basique dans l'ensemble des profils réalisés, ses valeurs varient entre 8.26 et 8.78.
- La conductivité électrique CE : En se basant sur l'échelle de salure, on remarque que les profils sont classés dans la catégorie peu salé à salé.
- La couleur de nos sols varie de la couleur gris clair à gris foncé 7.5 YR 6/1 et 7.5 YR 7/1 selon le nuancier de Munsell) (Annexe2).
- Le calcaire total (CaCO₃) et actif (%): Selon les résultats obtenus, nous constatons que l'ensemble des profils présentent une teneur élevée en calcaire, le calcaire actif est faible. Le sol est faiblement chlorosant.
- Sels solubles : Les teneurs en calcium sont très faibles (une carence).La concentration en phosphore assimilable est élevée, le potassium est élevé dans tous les profils étudiés. Les sols analysés présentent une teneur en sodium faible.
- La teneur en carbone indique que les sols se trouvent dans la catégorie minéral et Organo- minéral.
- Le taux de matière organique est généralement faible à très faible.
- Les teneurs en azote total sont très faibles.
- Le Rapport (C/N) du sol varie selon les profils de normale, élevé à très élevé (Tableau23) (Annexe2).

2.8.6-Texture du sol de la station Mazagan

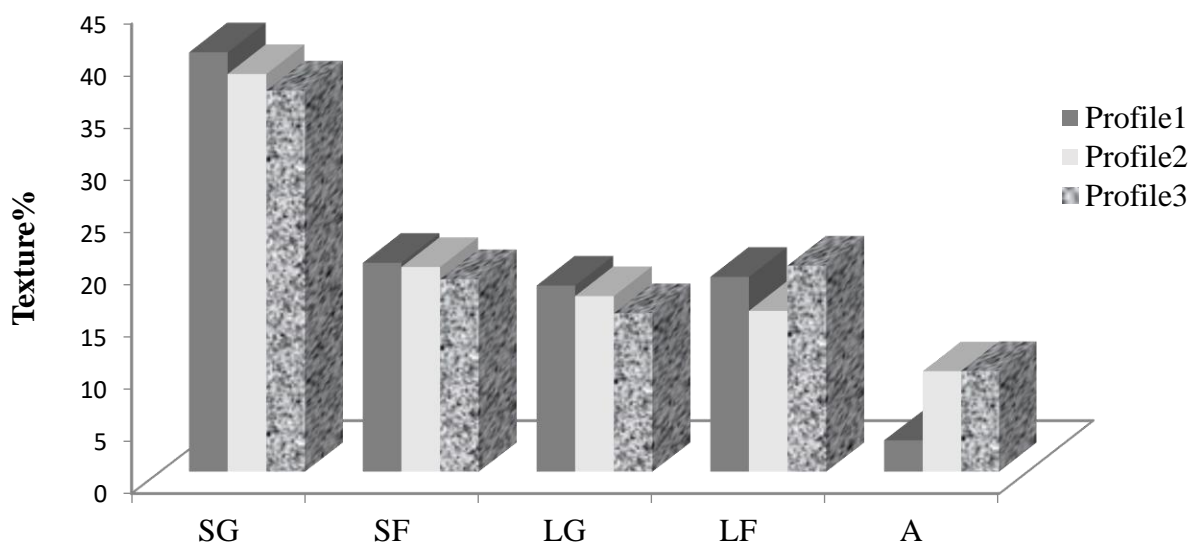


Figure 28 : Texture du sol : station Mazagan

Sur la figure 29 des histogrammes des sols d'*Atriplex halimus*, on remarque que la plupart des sols sont des textures relativement fine (limono-sableuse). Leur teneur en argile est faible entre 3.04 à 9.78 %. La structure des profils est lamellaire.

Tableau 23 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol. Station Sidi Mazagan

Analyse physico-chimiques		P1	P2	P3
Granulométrie	Argiles	3.04	9.75	9.78
	Limons	36.69	32.45	35.14
	Sables	60.27	57.8	55.08
	Texture	Limono-sableux	Limono-sableux	Limono-sableux
Humidité (%)		66.66	67.66	67
pH		7.7	7.6	8.28
CE (mmhos/Cm)		0.21	0.34	0.218
Ca Co ₃ Total (%)		5.66	7.66	39.4
Ca Co ₃ Actif (%)		/	/	2.58
Na ⁺		0.13	0.138	0.5
Ca ⁺⁺ (%)		0.23	0.38	0.24
K ⁺ (%)		0.55	0.49	0.26
P ₂ O ₅ (%)		0.26	0.3	0.46

Chapitre II **Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois**

C (%)	1.45	1.49	0.5
MO (%)	2.49	2.56	0.86
N (%)	0.07	0.057	0.056
C/N	20.68	2.61	8.92
Couleur Munsell	7.5YR 6/1	7.5YR 6/1	7.5YR 6/1
P1, P2,P3 :Profils			

D'après les résultats obtenus (Figure 29) on a constaté que : Le taux d'humidité pour l'ensemble des profils réalisés est compris entre 55.33 et 58.33 %

- Le pH est basique à très basique dans l'ensemble des profils réalisés, ses valeurs varient entre 7.7 et 8.28.
- La conductivité électrique CE : En se basant sur l'échelle de salure, on remarque que les profils sont classés dans la catégorie peu salé.
- La couleur de nos sols est gris clair 7.5 YR 6/1 selon le nuancier de Munsell) (Annexe 2).
- Le calcaire total (CaCO₃) et actif (%)
- Selon les résultats obtenus, nous constatons que l'ensemble des profils présentent une teneur faible en calcaire à fortement calcaire, le calcaire actif est faible. Le sol est faiblement chlorosant.
- Sels solubles : Les teneurs en calcium sont très faibles (une carence). La concentration en phosphore assimilable est élevée à très élevée, le potassium est élevé dans tous les profils étudiés. Les sols analysés présentent une teneur en sodium faible à moyenne.
- La teneur en carbone indique que les sols se trouvent dans la catégorie Organo- minéral.
- Le taux de matière organique est généralement très faible à moyen.
- Les teneurs en azote total sont très faibles.
- Le Rapport (C/N) du sol varie selon les profils de normale à très élevée (Tableau 24) (Annexe 2).

2.9- Analyses statistiques des données.

Après avoir étudié les résultats des analyses physico- chimiques, on a effectué une analyse statistique détaillée pour mieux interpréter ces données.

En premier lieu et pour vérifier la manière de répartition de certains variables mesurés au niveau de chaque profils et entre les différents profils nous avons fait un test d'ANOVA qui a pour but de voir s'il y a une homogénéité entre les profils dans chaque station et par la suite entre l'ensemble des stations.

Une analyse en composantes principales (ACP) qui a permis d'analyser simultanément toutes les variables mesurées à partir des axes principaux. Cette analyse a été faite sur les données centrées réduites obtenues en divisant la moyenne par l'écart-type.

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois

Une classification hiérarchisée ascendante basée sur les indices de similarité à partir de toutes les variables (des analyses physico-chimiques). Cette classification a permis de mesurer le degré de ressemblance entre les sols à *Atriplex halimus*.

Analyse de variance effectuée sur différentes variables SG, SF, LG, LF et A des cinq sols. Plus de 53 % des profils analysés ont une texture limoneuse- sableuse, alors que 26.66 % présente un sol sablo- limoneux. Enfin 20 % présente les relevés à texture argileuse. La texture limoneuse - sableuse est dominante.

L'analyse de variance montre qu'il existe un effet très hautement significatif ($P < 0,05$) entre les stations en ce qui concerne les variables sable fin et argile (Annexe2).

Tableau 24 Comparaison des moyennes pour les variables SG, SF, LG, LF et A des cinq sols

Variables Stations	SG	SF	LG	LF	A
Matarba	48.33 ± 13.51a	15.33 ± 2.88 c	16.66 ± 4.16NS	12.33 ± 2.08ab	4 ± 1 b
Sidi Medjdoub	41 ± 3.60 a	34.66 ± 4.72 a	12.33 ± 7.23NS	7.33 ± 3.51 b	6 ± 3.60 b
Mactaa	12.3 ± 5.86 b	7.96 ± 1.76 d	11.46 ± 3.5NS	14.8 ± 4.01ab	53.43 ± 1.81a
Debdaba	33.32 ± 11.10ab	24.31 ± 5.56 b	26.70 ± 12.19NS	8.21 ± 5.01 b	7.44 ± 1.38b
Mazagran	28.28 ± 15.69 ab	19.45 ± 0.80 bc	16.72 ± 1.32NS	18.04 ± 2.24a	7.52 ± 3.88b

Test de Newman Keuls 5 % : les provenances dont les moyennes portent les mêmes lettres ne sont pas statistiquement différents donc constituent des groupes homogènes.

SG : sable grossier, SF : sable fin, LG : limon grossier, LF : limon fin et A : argile

Le test de Newman- Keuls au seuil de 5 % a fait ressortir trois grands groupes : groupe A (, Mactaa (A), Matarba (SG), Sidi Medjdoub (SG) (SF) et Mazagran(LF)), groupe B : (Matarba (A), Sidi Medjdoub (LF) (A), Mactaa (SG), Mazagran (A) et Debdaba (SF, LF et A) et enfin groupe AB : Matarba, Mactaa(LF), Debdaba et Mazagran (SG) (Tableau 25).

2.9.1- Analyse de variance

L'analyse de variance est effectuée sur différentes variables mesurées sur les caractères chimiques des cinq sols.

Les coefficients de variation (CV) qui varient le moins entre les profils est l'humidité relative et le pH (CV = 3.06 % et 5.09 %). Les quatre caractères les plus variables entre les individus sont : La CE (CV= 80.18), le C/N (CV=72.14), le Ca CO₃ total (CV= 56,08 %) et le Na (CV= 51,44 %).

2.9.2- Analyse de la variabilité globale des populations

L'analyse en composantes principales (ACP) effectuée sur les caractéristiques physico-chimiques des sols a montré que les deux axes principaux expliquaient 72 % de la variabilité observée (axe 1 : 45 %, axe 2 : 26 %).

Les variables explicatives de l'axe 1 ont été Sable grossier, sable, azote, limon grossier et phosphore.

L'axe 2 influencé par les variables calcaire total, matière organique, limon, carbone limon fin et calcium (Figure30).

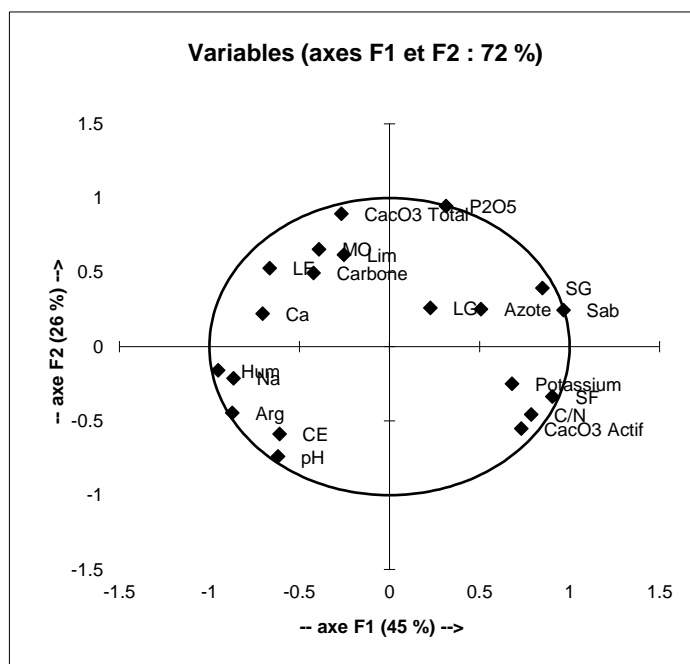


Figure 29 Analyse en composantes principales sur les variables d'analyse physico-chimiques des sols d'*Atriplex halimus*

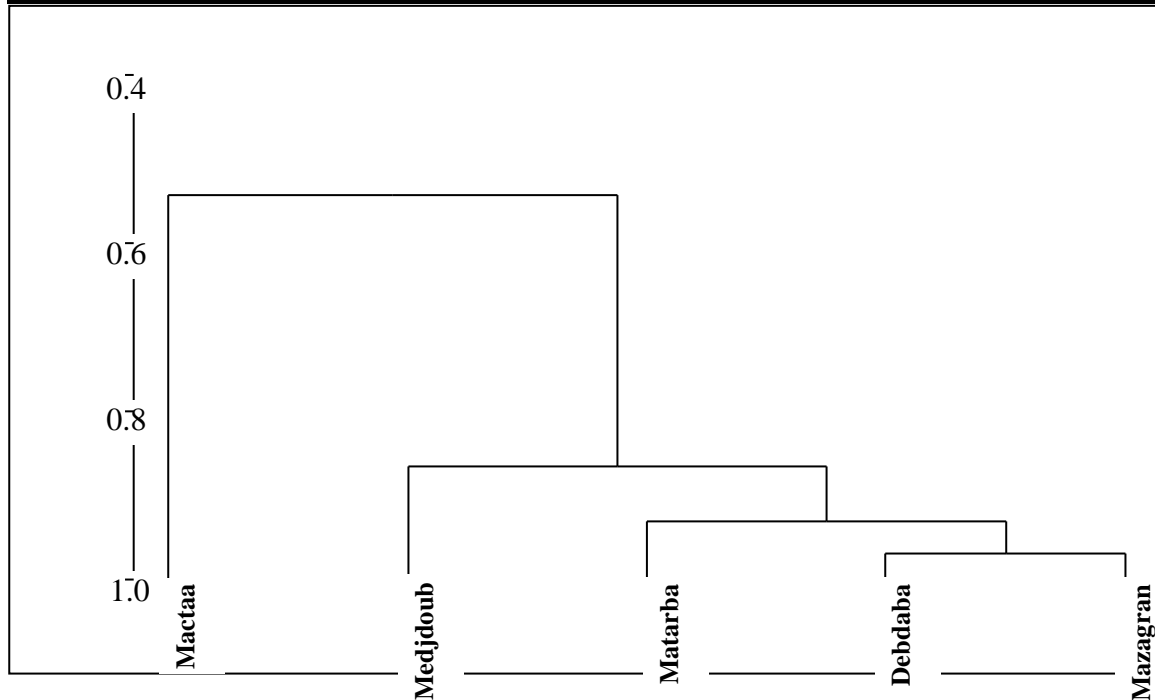


Figure 30: Classification hiérarchisée ascendante de cinq provenances de collectes des sols d'*Atriplex halimus* effectuée à partir d'indices de similarité entre les variables

Une analyse du dendrogramme de classification hiérarchique fait ressortir deux groupes (Figure 31) :

- les provenances de la station Mactaa
- les provenances de la station Sidi Medjdoub. Ce deuxième groupe se scinde lui-même en deux sous-groupes, l'un constitué par la station Matarba l'autre par la station Debdaba et Mazagran. Ces deux sous-groupes montrent une forte proximité.

2.9.3- Corrélations entre variables

Une analyse de corrélation effectuée sur les variables mesurées sur les cinq sols a mis en évidence deux catégories de corrélations entre variables : des corrélations positives et des corrélations négatives.

L'analyse des relations entre les variables fait ressortir que :

- L'argile présente une corrélation positive avec le pH (0.89) et le Na (0.93)
- L'humidité présente une corrélation positive avec le sable grossier (0.96)
- Le carbone est corrélé positivement avec la matière organique (0.95)
- La matière organique présente une corrélation positive avec le calcium(Ca) (0.95)
- Le sable et l'argile sont négativement corrélés (-0.95).
- Le sable grossier et sable fin sont négativement corrélés avec l'humidité (-0.96), le calcium(Ca)(-0.88) est le sodium(Na) (-0.88).

- Le limon et le rapport C/N sont négativement corrélés (-0.95) (Tableau26).

Tableau 25. Corrélation entre les variables d'analyse physico-chimiques des cinq sols

	SG	SF	LG	LF	Sab	Lim	Arg	Hum	pH	CE	CacO3 Ac	CacO3 Tot	Na	Ca	P2O5	MO	C/N	Potassium	Azote	Carbone
SG	1	0,55	0,23	-0,49	0,91	-0,12	-0,87	-0,96	-0,84	-0,64	0,43	0,22	-0,67	-0,28	0,62	0,08	0,63	0,66	0,65	-0,06
SF	0,55	1	0,17	-0,69	0,80	-0,32	-0,68	-0,74	-0,29	-0,42	0,63	-0,61	-0,82	-0,88	-0,02	-0,69	0,77	0,57	0,29	-0,63
LG	0,23	0,17	1	-0,30	0,23	0,74	-0,46	-0,24	-0,55	0,06	-0,36	0,34	-0,46	-0,32	0,27	-0,43	0,09	-0,44	-0,57	-0,67
LF	-0,49	-0,69	-0,30	1	-0,48	0,42	0,34	0,65	0,15	-0,18	-0,65	0,46	0,37	0,37	0,33	0,62	-0,95	-0,59	-0,04	0,69
Sab	0,91	0,80	0,23	-0,48	1	-0,12	-0,95	-0,95	-0,76	-0,77	0,60	-0,06	-0,88	-0,63	0,54	-0,19	0,64	0,62	0,60	-0,25
Lim	-0,12	-0,32	0,74	0,42	-0,12	1	-0,20	0,24	-0,42	-0,08	-0,79	0,65	-0,20	-0,04	0,49	0,02	-0,58	-0,83	-0,57	-0,14
Arg	-0,87	-0,68	-0,46	0,34	0,95	-0,20	1	0,87	0,89	0,78	-0,33	-0,16	0,93	0,63	-0,70	0,17	-0,44	-0,36	-0,41	0,28
Hum	-0,96	-0,74	-0,24	0,65	-0,95	0,24	0,87	1	0,74	0,68	-0,61	0,03	0,75	0,46	-0,44	0,16	-0,78	-0,73	-0,59	0,26
pH	-0,84	-0,29	-0,55	0,15	-0,76	-0,42	0,89	0,74	1	0,68	0,05	-0,58	0,70	0,25	-0,88	-0,16	-0,21	-0,16	-0,34	0,05
CE	-0,64	-0,42	0,06	-0,18	-0,77	-0,08	0,78	0,58	0,68	1	-0,27	-0,18	0,70	0,45	-0,79	-0,22	-0,04	-0,32	-0,69	-0,25
CacO3 Ac	0,43	0,83	-0,35	-0,65	0,60	-0,79	-0,33	-0,61	0,05	-0,27	1	-0,77	-0,42	-0,56	-0,27	-0,44	0,81	0,85	0,55	-0,29
CacO3 Tot	0,22	-0,61	0,34	0,46	-0,06	0,65	-0,16	0,03	-0,58	-0,18	-0,77	1	0,11	0,54	0,73	0,70	-0,49	-0,38	0,00	0,47
Na	-0,67	-0,82	-0,49	0,37	0,88	-0,20	0,93	0,75	0,70	0,70	-0,42	0,11	1	0,86	-0,49	0,47	-0,44	-0,24	-0,23	0,51
Ca	-0,23	-0,88	-0,32	0,37	-0,63	-0,04	0,63	0,46	0,25	0,45	-0,56	0,54	0,86	1	-0,04	0,76	-0,40	-0,15	-0,01	0,68
P2O5	0,62	-0,02	0,27	0,33	0,54	0,49	-0,70	-0,44	-0,88	-0,79	-0,27	0,73	-0,46	-0,04	1	0,50	-0,21	-0,02	0,43	0,36
MO	0,08	-0,69	-0,43	0,62	-0,19	0,02	0,17	0,16	-0,16	-0,22	-0,44	0,70	0,47	0,76	0,50	1	-0,48	0,01	0,46	0,95
C/N	0,63	0,77	0,09	-0,95	0,64	-0,58	-0,44	-0,78	-0,21	-0,04	0,61	-0,49	-0,44	-0,40	-0,21	-0,48	1	0,80	0,33	-0,52
Potassium	0,65	0,57	-0,44	-0,59	0,62	-0,83	-0,36	-0,73	-0,16	-0,32	0,65	-0,38	-0,24	-0,15	-0,02	0,01	0,80	1	0,80	0,07
Azote	0,65	0,29	-0,57	-0,04	0,60	-0,57	-0,41	-0,59	-0,34	-0,69	0,55	0,00	-0,22	-0,01	0,43	0,46	0,33	0,80	1	0,54
Carbone	-0,05	-0,63	-0,67	0,69	-0,25	-0,14	0,28	0,26	0,05	-0,25	-0,29	0,47	0,51	0,68	0,36	0,95	-0,52	0,07	0,54	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0.05 (test bilatéral)

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha= 0.05 (test bilatéral)

2.10- Discussion

Une des fonctions essentielles du sol, outre son rôle de support, consiste à fournir à la plante les éléments nutritifs (nutriments) qui lui sont nécessaires.

Un sol est constitué d'éléments minéraux et de matières organiques, le complexe argilo-humique résulte de l'association des argiles à l'humus grâce à l'action stabilisatrice du calcium. Il forme la phase solide (minérale et organique) du sol. Le complexe argilo-humique constitue donc un véritable réservoir d'éléments nutritifs pour les plantes qui échange et en permanence des ions avec la solution du sol de plus, il est l'un des facteurs les plus importants qui influencent la croissance d'une plante (Hamza, 2002).

Les analyses de sols offrent d'excellents critères d'identification, d'évaluation et de gestion cependant, la qualité de leur interprétation ne peut progresser que par une meilleure gestion et confrontation de résultats. Le cordon littoral est une zone homogène constituée la frange située au littoral de la wilaya de Mostaganem et se compose de formation de sables mobiles qui constituent les différentes plages de la wilaya, ainsi que des formations dunaires mobiles ou consolidées jalonnant l'ensemble de la côte.

Borsali, (2013) montre que la teneur en eau gravimétrique des sols dépend en premier lieu des conditions climatiques (températures et précipitations). Le fractionnement granulométrique des sols étant peu destructif, les agrégats sont préservés et les résultats de la distribution massique des différentes fractions de sol sont différents des résultats texturaux du sol (Six *et al.* 2004; Abiven *et al.* 2009).

Trois structures ont été remarquées lors de l'analyse granulométriques de profils, une texture limoneuse- sableuse, sablo- limoneuse et une texture argileuse avec une dominance de la texture limoneuse – sableuse, ces structures sont particulières et lamellaire. La structure particulière se caractérise par une faible rétention d'eau et des ions et une porosité élevée.

Un sol de texture limoneux sableux aussi appelés sols siliceux, est bien aéré, facile à travailler mais aussi très perméable et l'eau y passe comme dans un filtre entraînant avec elle les matières minérales fertilisantes, c'est pourquoi ils sont pauvres en éléments nutritif. Ce que nous avons remarqué que nos sols sont généralement pauvres en éléments nutritif (Annexe2).

Les profils de la station Mactaa sont argileux, ce taux élevé d'argiles au niveau du sol peut être expliqué par la nature de leurs fonds géochimiques naturels qui se distinguent par des roches mères. Des roches sédimentaires argileuses qui présentent une richesse importante en argiles (Tararina *et al.* 2011).

La station de Sidi Medjdoub se caractérise par un sol où la fraction sable grossier et sable fin est dominante, la station Mazagran la fraction limon fin est dominante, ces trois stations sont classées selon le test de Newman- Keuls au seuil de 5 % dans le groupe A (Tableau 25).

Les valeurs de l'humidité du sol se situent entre une valeur minimale de l'ordre de 47 % station Sidi Medjdoub et une valeur maximale de l'ordre 85% station Mactaa.

Plus le taux d'humidité des sols est élevé, plus le taux de décomposition augmente, et inversement. Combinée aux fluctuations de températures, l'évolution des précipitations aura des incidences sur la structure et l'acidité des sols et, par conséquent, sur leur capacité à stocker l'eau. Ainsi, la connaissance de l'humidité du sol est très précieuse pour détecter des périodes de stress hydrique (Escorihuela, 2007).

L'ensemble des profils montrent un pH basique à très basique. C'est une fourchette des pH courants pour les sols en régions semi arides (Madani, 2008). Les sols argileux détiennent un pouvoir tampon important retiennent les éléments minéraux et s'opposent aux variations rapides du pH (Jayalath *et al.* 2016).

La dégradation des sols par alcalinisation en zone aride ou semi-aride, ce sont là les types de dégradation les plus fréquentes, et souvent liées à la désertification. C'est donc le jeu de processus chimiques qui va conditionner de très mauvaises caractéristiques physiques des sols. Enfin, le pH alcalin diminue l'assimilation de nombreux éléments nutritifs par les plantes.

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois

La conductivité d'un sol dépend de nombreux facteurs, elle est fortement dépendante de l'humidité du sol. La relation entre la conductivité et l'humidité est de type sigmoïde. La conductivité maximale est atteinte lorsque l'humidité est supérieure ou égale à la capacité au champ, elle augmente significativement lorsque la température du sol augmente et varie en fonction de la température la conductivité est reliée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. La majorité des sols des stations étudiés sont des sols peu salé à non salés (Annexe2).

Le niveau d'élément nutritif peut être bas pour soutenir une croissance vigoureuse quand la conductivité est très basse. Un sol légèrement salé est un sol qui cause une diminution du rendement des cultures très sensibles au sel.

Différents facteurs du milieu qui entraînent la dissolution de sels calcaires dans le sol, pouvant interagir les uns avec les autres, sont à l'origine de la variation de la conductivité électrique du sol.

L'analyse des sols montrent que le calcaire total est présent en des proportions très élevées alors que le calcaire actif est faible (Annexe2). En présence de calcaire, il y aurait oxydation rapide de la lignine, ce qui ralentirait sa fragmentation, ainsi que sa minéralisation par les micro-organismes. L'ammonification nette est nettement plus faible et la quantité d'azote minéral total mis à la disposition des plantes est beaucoup plus faible en sol carbonaté qu'en sol décarbonaté (Le Tacon, 1978).

Les modifications quantitatives et qualitatives de la matière organique, en présence de calcaire, ont des conséquences importantes sur la minéralisation de l'azote. Les teneurs moyennes de nos sols en calcaire total des cinq stations d'études nous rapportent des valeurs moyennes à élever, justifié par leurs pH alcalins (Annexe2) ; plus le sol est calcaire plus il est alcalin (Zupančiča et al. 2018).

La teneur en argiles est inversement proportionnelle au pourcentage du calcaire et qu'à partir du seuil de 40 %, les teneurs en calcaire des sols diminuent très fortement quand les taux d'argiles augmentent, ce phénomène serait dû probablement au fait que la faible perméabilité hydraulique des horizons très argileux ne permet pas l'entraînement et l'accumulation des carbonates de calcium dans le sol (Oliveira et al. 2018).

La teneur du sol en principes non-échangeables dépend de la composition chimique de la roche-mère dont le sol dérive, de sa structure cristalline et de son degré d'altération climatique. Le sol fournit l'essentiel de l'eau et des éléments nutritifs sous forme d'ions minéraux. L'analyse des sols montre des teneurs plus faibles (une carence) en calcium. Un sol déficitaire en Ca^{++} est synonyme de problèmes sur les cultures qui sont liées généralement à la toxicité aluminique (Guerin, 2016).

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois

Le calcium et le magnésium sont généralement en quantité suffisante pour assurer les besoins des plantes ; le complexe absorbant est pratiquement saturé en alcalineux-terreux, calcium et magnésium. Les cations du calcium qui en résultent seront fixés sur les surfaces spécifiques de la fraction fine (Tessier *et al.* 1999 ; Saidi *et al.* 2008).

Le phosphore et le potassium sont des éléments majeurs indispensables à la croissance et au développement des végétaux. L'analyse des sols marque un taux très élevé en phosphore et un taux faible à élever en potassium. Les sols trop riches en phosphore entraînent un risque de pollution des eaux (entraînement du phosphore par ruissellement, érosion hydrique ou lessivage).

Le potassium est un élément peu présent à l'état naturel, à l'exception de certains sols calcaires ou argileux. Le potassium est indispensable à la vie de la plante est souvent présent dans les sols argileux ; par contre, il montre des carences dans les horizons profonds des sols sableux. La libération de K minéral est déterminée par les vitesses d'altération des minéraux

Le sodium est un élément secondaire dont la teneur naturelle dans nos sols est faible (sauf situations de sols de marais).

Le taux de sodium dans l'ensemble des profils varie entre faible, moyen à élever (Annexe2).

La stabilité structurale des sols affectés par les sels solubles et le sodium échangeable est un facteur déterminant de leur évolution structurale superficielle sous l'action des pluies et des irrigations. Concernant l'effet néfaste du sodium échangeable sur la structure des sols, le seuil de 15 % est initialement considéré comme le niveau critique qui affecte la stabilité structurale des sols (U. S. Salinity Laboratory, 1954).

Les sols susceptibles d'émettre le plus de carbone sont ceux qui contiennent le plus de matière organique (Union européenne, 2011). D'après les analyses effectuées le taux de matière organique est faible à moyen pour l'ensemble des profils. Par contre les teneurs en azote sont faibles à très faible.

Les matières organiques sont essentielles pour assurer la santé des sols, maintenir leur structure, fournir des éléments nutritifs par infiltration, fixer les polluants et améliorer l'infiltration et la rétention de l'eau. Elles se trouvent au centre de nombreux services écosystémiques rendus par les sols (Dominati *et al.* 2010). La quantité de matière organique qui dépend du type du sol et du groupement végétal (Kebaili, 2009). Les sols pauvres en argile et en matière organique offrent moins de sites d'échange et, par conséquent, retiennent moins le potassium (Munroe, 2018).

La vitesse de minéralisation joue un rôle au moins aussi grand et elle est déterminante dans la répartition des groupements végétaux présentés (Aafi, 2003).

Chapitre II Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois

La diminution de la teneur de l'azote dans le sol est due aux activités biologiques et la mobilité de l'azote dans le sol sous l'effet des eaux de précipitations totales qui provoque son lixiviation dans le sol. La plupart des profils analysés sont très pauvre en azote (Annexe2)

La perte de carbone organique n'induit pas seulement un problème de fertilité des sols mais peut aussi engendrer une perte de leur structuration spatiale (Bronick et Lal 2005).

Le rapport C/N est largement utilisé pour classer les types de matières organiques dans un sol. Il représente un indicateur de dégradation des résidus dans un sol. Il renseigne sur le degré d'évolution de la matière organique, l'activité biologique, le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation). D'après LCA, 2008 ce rapport est très élevé donc ces horizons ont une activité biologique réduite, avec une décomposition lente de la matière organique.

Borsali, (2013) a montré que l'augmentation concomitante des teneurs en azote total aux teneurs en carbone organique, avec comme conséquence une diminution du rapport C/N, suggère également des apports de matières organiques fraîches riches en azote

Nos résultats ont par ailleurs révélé que le rapport C/N est légèrement élevé à très élevé dans l'ensemble des profils (Annexe2).

Quand le rapport C/N est élevé (> 25), l'azote risque de manquer aux cultures si le sol est pauvre en matières organiques. Si le rapport est faible (<15), beaucoup d'azote est disponible pour les cultures (Elzein et Balesdent, 1995).

L'analyse de variance effectuée sur différentes variables mesurées sur les caractères chimiques des cinq sols montre que l'humidité et le pH varient le moins entre les profils puisque tous les sols sont alcalin le. La CE, C/N, Ca CO₃ total et le Na sont les éléments les plus variables.

La station Mactaa est classée selon le test de Newman- Keuls au seuil de 5 % dans le groupe A (Figure 31) pour l'ensemble des variables des analyses chimiques.

Une corrélation positive entre l'argile et le pH et le Na, l'humidité et le sable grossier, le carbone avec la matière organique et la matière organique avec le calcium (Tableau 36).

Conclusion

Le sol est une ressource non renouvelable essentielle à l'activité humaine et à la survie des écosystèmes. Sa préservation nécessite une étude et un suivi basés notamment sur des indicateurs de sa qualité.

La présente étude pose la problématique des sols squelettiques et pauvre du littoral ou la situation est aggravée par la dégradation du tapis végétale ce qui expose ces sol vulnérable au risque de l'érosion. Ce présent travail, fournit un document de base, apporte quelques réponses notamment en terme de choix des zones prioritaires d'intervention pour restaurer ces terres en

Chapitre II ***Caractérisation édapho-climatique de la région du littoral Mostaganémois***
vois de dégradation et conserver ce patrimoine génétique des populations naturelles d'*Atriplex halimus*

L'analyse de nos échantillons de sols des zones colonisées par une végétation halophyte constituée essentiellement d'*Atriplexaies*, sont soumises à la prédominance d'une texture fine et des sols qui subis la perte progressive de leur fertilité,

La structure fine à base de limon réagisse à la dynamique des sels, en période sèche, ils favorisent le mouvement ascendant des sels solubles par remontée capillaire et le gradient de salinité est orienté alors vers la surface. En période pluvieuse, il favorise la stagnation des plans eau et l'engorgement de l'horizon superficiel. Ces deux facteurs édaphiques sont fondamentalement à l'origine de la répartition des espèces halophytes, notamment *Atriplex halimus* de nos différentes stations.

Le pH alcalin des sols des cinq stations considérés, confirme que le taux de carbonates élevés est le résultat de phénomènes d'ordre hydrogéologique. Un taux faible en azote et en matière organique affecte en premier lieu la nutrition minérale de la plante.

Chapitre III

***Composition chimique et
valeur nutritive de l'espèce
spontanée *Ariplex halimus****

3-Composition chimique et valeur nutritive de l'espèce spontanée *Atriplex halimus* L.

Cas de la région de Mostaganem

Dans les zones semi-arides la production fourragère est assujettie à différentes contraintes climatiques, entre autres, la désertification et l'érosion. Devant cette situation, le problème majeur auquel l'élevage fait face dans ces zones est la rareté et l'irrégularité des ressources fourragères.

En Algérie, l'alimentation des animaux est constituée par une végétation annuelle spontanée des pâturages naturels, des jachères, des foins grossiers parfois de mauvaise qualité, ainsi que par les résidus de l'agriculture, principalement de la paille (Abdelguerfi, 1994).

L'*Atriplex halimus* L constitue indéniablement l'une des espèces prometteuses qui permet non seulement la lutte contre l'érosion et la mise en valeur des terres agricoles, mais aussi une contribution à l'alimentation du cheptel (Le Houérou, 2000). Plante halophyte de grande importance écologique et économique dans les régions méditerranéennes de par son adaptation aux conditions pédoclimatiques des zones arides et semi-arides et son rôle dans l'alimentation du bétail (Mc Kell 1989 ; Martinez *et al.* 2003 ; Haddioui et Baaziz, 2001).

Cette espèce est utilisée comme plante fourragère, notamment durant la période de sécheresse estivale (Valderrábano *et al.* 1996 ; Bajji *et al.* 2002 ; Abbad *et al.* 2004).

Kinet *et al.* (1998), ont montré que cette espèce constitue un fourrage très apprécié par les camélidés, les ovins et les caprins, particulièrement en période de soudure.

L'analyse de la composition chimique constitue la base des méthodes d'évaluation de la valeur nutritive des plantes fourragères, car elle permet de quantifier les teneurs en nutriments de l'aliment, et donc de renseigner sur sa richesse ou sa faiblesse pour tel ou tel élément nutritif. Elle permet donc au nutritionniste de sélectionner la combinaison d'aliments qui répond au mieux aux besoins de l'animal (Arab *et al.* 2009).

La valeur nutritive d'un fourrage est dépendante du contenu et de la forme des éléments nutritifs présents dans la plante et de la quantité qui sera ingérée par l'animal (Tremblay *et al.* 2002). La connaissance de cette valeur nutritive est indispensable pour le rationnement afin de couvrir les besoins nutritionnels des animaux et éviter les déséquilibres alimentaires. L'objectif du présent travail réalisé est d'évaluer la possibilité d'utilisation de cette espèce

comme constituant des rations alimentaires dans l'élevage et de sélectionner des écotypes d'*Atriplex halimus. L* les plus intéressants sur le plan nutritionnel afin de trouver des stratégies de gestions de ces parcours ou leur aire de répartition se réduit de plus en plus, par suite de surpâturage.

La détermination de la composition chimique de l'espèce a été évaluée par une analyse chimique concernant la matière sèche (MS), matière organique (MO), matière minérale (MM), matière azotée totale (MAT), cellulose brute (CB), protéines, éléments minéraux majeurs : sodium, (Na), potassium(K), calcium(Ca), phosphore(P).

Une analyse des constituants pariétaux, les fractions NDF (Fibre extraite au Détergent Neutre), ADF (Fibre extraite au détergent Acide) et ADL (Lignine extraite au Détergent Acide), suivi par un dosage des Chlorures et Oxalates totaux et enfin une évaluation de la production de biomasse par pied et quelques caractéristiques de fructification et semences d'*Atriplex halimus L*.

3.1- Matériels

Les échantillons ont été collectés dans les populations naturelles d'une région semi-aride Mostaganem située dans le littorale d'Algérie, cinq stations ont été choisi durant la période d'automne, période de fructification ou la plante est très brouté par les animaux.

L'aménagement de ces stations en vue d'une amélioration de production fourragère des parcours passe d'abord par une meilleure connaissance de la valeur alimentaire de l'espèce halophyte telle que *l'Atriplex halimus L* (Tableau 27).

Tableau 26 : Situation et caractéristiques des stations

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Caractéristiques des stations
Mactaa	35°47'4.67"N	0° 7'15.73"O	3	Une grande biodiversité et une richesse floristique. Dégradation alarmante des pieds d' <i>Atriplex halimus L.</i>
Matarba	35°56'54.07"N	0° 5'14.38"E	20	Sol sableux. Surpâturage et coupes des touffes les plus développées dans la zone.
Sidi Mejdoub	35°57'5.47"N	0° 5'35.33"E	53	Disparition de plusieurs espèces et dégradation alarmantes des pieds d' <i>Atriplex halimus L.</i>
Mazagran	35°53'58.14"N	0° 4'7.04"E	94	Une grande richesse floristique. Les pieds d' <i>Atriplex halimus L.</i> sont plus ou moins dégradés.
Debdaba	35°55'2.24"N	0° 6'43.78"E	138	Les pieds d' <i>Atriplex halimus L.</i> se trouvent entre les cultures, une dégradation visible due à la coupe et au surpâturage

Les stations ont fait l'objet d'un échantillonnage systématique. Les sorties ont été effectuées entre les mois de Novembre, Décembre (Automne) pendant cette période, il y a une remontée biologique potentielle. Le plan d'échantillonnage comporte un transect orienté nord-sud depuis le littoral jusqu'à l'intérieure des terres comporte cinq stations Matarba, Sidi Medjdoube, Mactaa, Debdaba et Mazagan.

Les échantillons ont été effectués sur des quadrats dont l'aire minimale avoisine les 100 m² et dont la distance dépend de la densité des pieds de l'*Atriplex halimus*. L est estimée à vue d'œil tout au long du transect, y compris les espaces de pâturage.

Les prélèvements viennent successivement après la réalisation de la fosse pédologique ; pour notre expérience on a choisi deux compartiments brindilles et feuilles, sitôt le prélèvement fait, il est impératif de loger l'échantillon avec une étiquette qui porte le nom de la culture et le numéro du profil.

Des échantillons de 300 g de feuilles et de brindilles séchées au four de chaque arbuste ont été broyés pour passer un tamis de 0,4 mm et utilisés pour des analyses chimiques ultérieures.

3.2- Méthodes

3.2.1- Détermination de la matière sèche

Après détermination le poids de matière fraîche, un échantillon par compartiment brindilles et feuilles a été transporté au laboratoire.

Dans un creuset en porcelaine préalablement sèche et taré (P_0), peser une masse (m) d'échantillon. Mettre dans une étuve à 105°C jusqu'à obtenir une masse d'échantillon constante. Refroidir dans un dessiccateur et peser l'ensemble de masse P_1 (AOAC, 1990). (Annexe3).

3.2.2- Détermination des matières minérale et organique

La matière minérale (MM) représente la partie d'un produit végétal qui reste une fois que la matière organique en a été totalement extraite. Elle est déterminée par calcination de l'échantillon. Placer l'échantillon sec préalablement obtenu dans un four à 550°C pendant 6 heures. Refroidir dans un dessiccateur et peser l'ensemble de masse (AOAC, 1990).

3.2.3- Teneur en cellulose brute (CB)

Elle est déterminée par la méthode de Weend à partir d'une prise d'essai de 1 g de matière sèche. C'est une technique qui consiste à une double hydrolyse. La première par l'acide sulfurique (H_2SO_4) et la seconde par la soude (NaOH). Suivie d'un lavage à l'acétone, un étuvage de 8 h à $105^\circ C$ et une calcination de 3 h à $550^\circ C$ dans un four à moufle.

La méthode utilisée pour le dosage de la cellulose brut est celle de Weende (Sauvant, 1988) (Figure32).

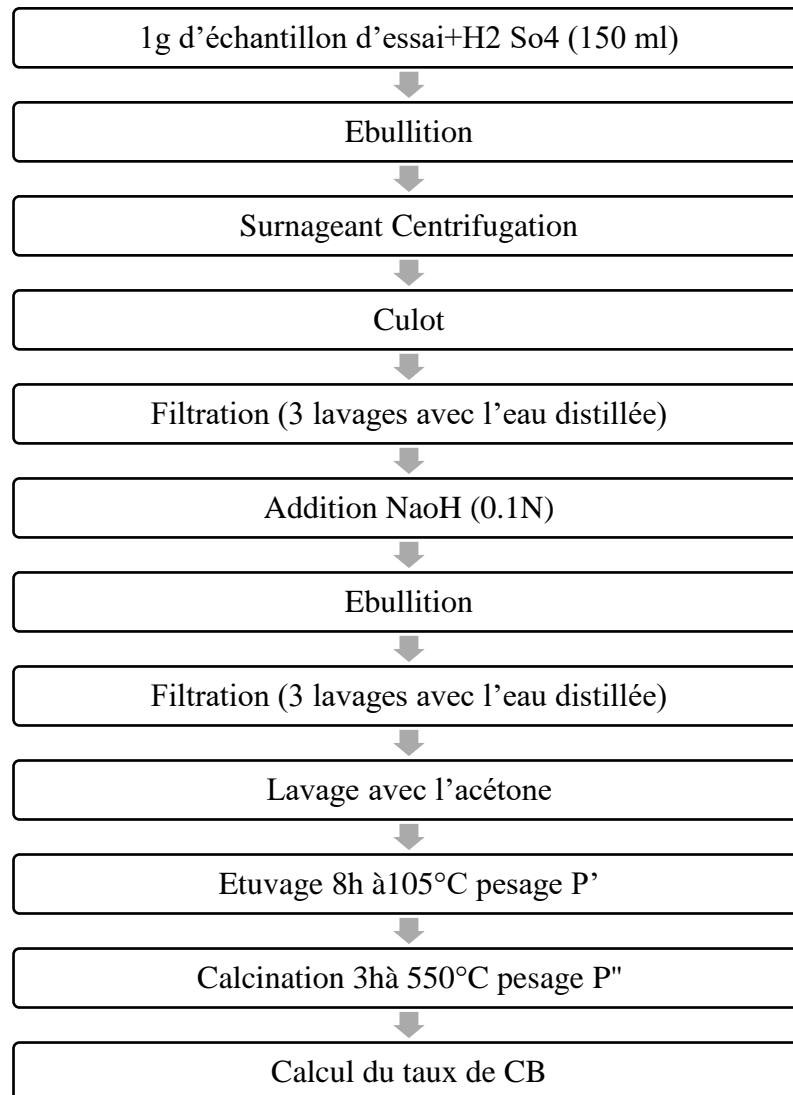


Figure 31 : Protocole de dosage de la cellulose brute Méthode de Weende

3.2.4- Détermination de la matière azotée totale

L'azote a été analysé par la méthode de Kjeldahl, qui consiste en la transformation des composés azotés dosables par minéralisation de l'échantillon à chaud en présence d'acide sulfurique et d'un catalyseur (Sélénium) puis distillé par entraînement à la vapeur à l'aide d'acide chlorhydrique fort en excès. L'excès d'acide est alors titré par une solution de soude de normalité connue. On dose par cette méthode les formes réduites de l'azote, soit l'azote organique et l'azote ammoniacal (AOAC, 2000).

3.2.5- Dosage des Protéines

La méthode utilisée pour la détermination des protéines est celle de Kjeldahl. Cette méthode comprend deux grandes étapes essentielles :

- La minéralisation sulfurique (Digestion).
- La distillation suivie du titrage avec l'acide chlorhydrique (HCl).

La teneur en matières azotées totales (MAT) est obtenue en multipliant la teneur en azote par 6,25.

3.2.6-Teneur en macro éléments (Na, Ca, K, et P)

Le dosage des éléments biogènes nécessite une minéralisation et une mise en solution de la poudre végétale homogène. Les éléments sodium, calcium et potassium sont dosés à partir des solutions obtenues, directement sur la fraction minérale (cendres) par spectrophotométrie à flamme.

Le phosphate en présence de molybdate d'ammonium et en milieu acide forme un complexe coloré jaune qui, en milieu réducteur (FeSO_4), devient bleu. Il est alors dosable par spectrophotométrie. La mesure de l'intensité de coloration bleue dépend de la concentration en Phosphate. Une courbe d'étalonnage est réalisé dans les mêmes conditions. Le phosphore est déterminé par colorimétrie, un colorimètre réglé à une longueur d'onde de 420 nm.

(Didier de saint-Armand et CAS, 1967).

3.2.7-Teneur en constituants pariétaux (ADL, ADF et NDF)

Une des composantes importantes des aliments pour animaux est la teneur en fibres. Elle représente la fraction de l'aliment la plus difficile à digérer, la fraction complémentaire (non fibreuse), est facilement digérée par la plupart des animaux. Chez le ruminant, des différences dans la quantité et les propriétés physiques et chimiques des fibres dans l'aliment

peuvent altérer les fermentations dans la panse, le métabolisme, le taux de lipides dans le lait produit et finalement, la santé de l'animal à long terme (Mertens, 1997).

Les fractions NDF (Fibre extraite au Détergent Neutre), ADF (Fibre extraite au détergent Acide), ADL (Lignine extraite au Détergent Acide) et qui est indigestible donc non utilisable par l'animal ont été déterminés sur des pieds d'*Atriplex halimus L* durant la période automne en utilisant la méthode de Van Soest *et al.* (1991).

L'NDF est la partie résiduelle obtenue après traitement hydrolytique de l'échantillon végétal par un détergent neutre. Cette hydrolyse permet de séparer les constituants fibreux des parois (cellulose, hémicellulose, lignine, cutine, etc.) des constituants cellulaires solubles (sucres, pectines, acides organiques, lipides, sels minéraux, etc.).

Les échantillons végétaux séchés et moulus finement sont mis dans des sachets scellés et puis lavés par la solution neutre bouillante additionnée d'une enzyme amylolytique. Les sachets sont ensuite lavés plusieurs fois avec de l'eau bouillante puis à l'acétone puis mis dans des creusets tarés à sécher dans une étuve à 100 °C pendant 8 heures. Le résidu sec est alors déterminé par pesée. Les sachets sont ensuite mis à incinération dans un four à moufle et les cendres sont déterminées

NDF(%)= (Poids sec après étuvage – Poids des cendres)*100/ Poids de l'échantillon

L'ADF obtenue par action d'un détergent acide récupère la silice, le complexe tanins-protéines, et en partie la pectine. La fraction de la fibre déterminée est donc la cellulose, la lignine, la cutine, et éventuellement les tanins et les pectines et quelques substances minérales insolubles. L'échantillon végétal mis dans des sachets en papier résistant scellés est traité avec une solution de détergent en milieu acide (acide sulfurique 1 N) bouillon pendant une heure et est ensuite lavé plusieurs fois avec de l'eau bouillante jusqu'à disparition totale de la couleur, puis lavé avec de l'acétone et mis à sécher. Le poids sec est alors déterminé par pesée.

ADF(%) = Poids sec après passage à l'étuve*100/ poids de l'échantillon

Sur les sachets qui ont servi pour la détermination de l'ADF, on détermine l'ADL qui constitue principalement la lignine brute. Ces sachets sont donc mis dans une solution d'acide sulfurique à 72% pendant trois heures avec agitation chaque demi-heure puis lavés plusieurs

fois à l'eau chaude puis mis à sécher dans l'étuve, le poids sec est alors déterminé. Les sachets sont ensuite mis à incinérer dans un four à moufle refroidis et le poids des cendres est déterminé.

ADL(%) = (Poids sec à l'étuve- Poids des cendres)*100/Poids de l'échantillon sec

3.2.8-Dosage d'oxalates totaux

Les oxalates solubles et les oxalates totaux sont extraits respectivement à l'eau distillée et dans un mélange eau distillée - acide chlorhydrique (6 N) (1 / 19 : v / v) pendant 1h dans un bain – marie bouillant. Les oxalates extraits sont dosés après oxydation par le permanganate de potassium (0,09 N) en milieu acide sulfurique 1 N à chaud.

Les papiers filtres utilisés dès la 2ème filtration sont introduits dans les béchers. L'acide sulfurique (1:4 v / v) y est ajouté progressivement jusqu'à dissolution complète du précipité. Le contenu du bécher est amené à la limite de l'ébullition (70 – 80°C) et titré avec une solution titrante de permanganate de potassium (0,09N) jusqu'au virage au rose stable pendant environ 30 sec. En présence de l'acide sulfurique et à chaud, l'acide oxalique est oxydé par le permanganate de potassium (AOAC, 1990) (Annexe3).

3.2.9-Dosage des Chlorures

La méthode de Mohr est une méthode de titrage des chlorures. Elle consiste en un dosage argentimétrique des ions chlorures par le nitrate d'argent en présence de chromate de sodium. Ce dernier est l'indicateur coloré qui réagit en fin de dosage pour former le chromate d'argent, apparaissant comme un précipité rouge brique. L'argentimétrie (ou argentométrie) désigne un ensemble de méthodes de titrage par précipitation ayant pour point commun d'utiliser une solution contenant des ions Ag⁺. La solution titrante est généralement une solution de nitrate d'argent (AgNO₃) (Annexe3).

3.2.10-Production fourragère et quelques caractéristiques des fructifications de semences d'*Atriplex halimus* L.

L'estimation de la phytomasse d'*Atriplex halimus*L est basée sur la méthode de l'unité de référence (UR) Cette méthode consiste à couper une plante entière moyenne représentative (ou de référence) d'une espèce donnée (Floret et Pontanier ,1982 ; Kirmse et Norton, 1985).

Des pieds d'*Atriplex halimus L* sont coupés aux ras du sol, séchées puis pesées. Le séchage a été fait au laboratoire dans l'étuve jusqu'à poids constant à une température de 105°C durant 24h. Le poids de matière sèche obtenu en gramme par mètre carré est converti en kilogramme de matière sèche par hectare (Kg.ha-1). Pour les semences de cette dernière le poids de mille graines vêtues et nues a été calculé à l'aide d'une balance de précision.

3.2.11-Analyse statistique

Les données ont été traitées par une analyse de variance mono factorielle organisée en bloc, suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls. L'analyse de variance (ANOVA) est effectuée par le programme Statbox 6.4.

3.3- Résultats et discussion

3.3.1- Composition chimique (MS, MM, MO, CB, MAT et PB) des feuilles et des brindilles de l'*Atriplex halimus L*

Les arbustes étudiés présentent des teneurs en MS qui varie entre l'organe analysé, les brindilles présentent des teneurs plus élevée de 50.1%, pour la station Mactaa, les teneurs les plus faibles sont enregistrés pour les feuilles de la station Debdaba (23.2 %).

Le pourcentage de la matière minérale varie selon le développement et les besoins du végétal en minéraux. Le taux maximal de la MM des feuilles et des brindilles se situe aux alentours de 46.09 et 49.2% de la MS pour la station de Mazagran. En effet, la matière organique (MO) est la composante la plus forte avec des valeurs allant de 68.3 à 74.73 % de la MS pour les feuilles et les brindilles de la station Mactaa.

Le taux de cellulose brute évolue avec le développement de la plante pour atteindre une teneur maximale de 12.3 à 18.5 % de la MS pour les brindilles et les feuilles de la station Mactaa. En ce qui concerne la teneur en matières azotées totales (MAT), nous constatons des teneurs variables avec une fourchette de 22.4 et 24.2 % de la MS pour les feuilles et brindilles. En dernier lieux les taux de protéines brut les plus élevés ont été enregistrés chez les arbustes du site Mactaa de 14 à 15% de la MS (Tableau 28).

Tableau 27 : Teneur en MS, MM, MO, CB, MAT et PB des feuilles et des brindilles d'Atriplex halimus L

Stations	MS (%)		MM (%MS)		MO (%MS)		CB (%MS)		MAT (%MS)		PB (%MS)	
	Organes		Organes		Organes		Organes		Organes		Organes	
	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe
Mactaa	38.7±0.625	50.1±5	31.7±2.138	25.27±2.702	68.3±0.586	74.73±1.612	12.3±1.473	18.5±0.5	24.2±0.833	22.4±1.60	15±1	14±1
Matarba	30.2±1.058	36.70±1.47	49.2±0.854	29.8±0.721	50.8±2.433	70.2±1.114	11.8±0.346	15.4±0.656	21.5±2.831	16.8±4.027	13.5±1.732	10.5±1.323
Sidi Medjdoub	29±1	34.66±0.57	47.6±0.529	39.29±1.585	52.4±4.613	60.71±1.482	10.5±1.411	15±0.917	20±0.80	19.2±1.60	12±0.5	12±1
Debdaba	23.2±1.3	26.68±0.67	43.47±0.872	47.22±0.700	56.6±0.458	58.8±0.917	11.1±1.473	14.8±1.473	22.9±0.924	21.6±1.386	14±0.577	13.5±0.866
Mazagran	24.6±0.529	26.09±1.852	46.09±0.956	49.07±0.978	53.1±0.964	50.3±1.015	10.9±0.954	13.7±0.265	17±2.444	15.4±2.444	10.66±1.528	9.66±1.528

Br : Brindilles : Fe : Feuilles

L'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif ($p < 0,05$) entre les stations en ce qui concerne le taux de matière sèche, matière minérale, matière organique, cellulose brut et protéines brute et un effet non significatif pour les teneurs en matière azotée total dans les organes feuilles et brindilles d'*Atriplex halimus L* (Tableau28).

Tableau 28 : Classement des organes analysés (brindilles et feuilles) des stations en groupes homogènes

Groupes Homogènes	MS (%)		MM (%MS)		MO (%MS)		CB (%MS)		MAT (%MS)		PB (%MS)	
	Organes		Organes		Organes		Organes		Organes		Organes	
	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe
	B	A	A	B	B	A	B	A	A	B	A	B

Br : Brindilles Fe : Feuilles

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les organes analysés brindilles et feuilles des stations en deux groupes distincts A et B (Tableau 29).

Tableau 29 : Classement des stations selon les éléments analysés en groupes homogènes

Groupes Homogènes		MS(%)	MM (%MS)	MO (%MS)	CB (%MS)	MAT (%MS)	PB (%MS)
Stations	Mactaa	A	E	A	A	A	A
	Matarba	B	D	B	B	B	B
	Sidi Medjdoub	B	C	C	B	B	B
	Debdaba	C	B	C	B	AB	A
	Mazagra	C	A	D	B	C	C

A, B et C groupes homogènes selon le test de Newman Keuls au risque $\alpha=0,05$

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les stations selon les éléments analysés en six groupes distincts A, B, AB, C, D, E (Tableau 30).

3.3.2-Teneur en macro éléments (Na, Ca, K, et P) des feuilles et des brindilles d'Atriplex halimus L.

Teneur en Na⁺ en % de matière sèche (feuilles et brindilles)

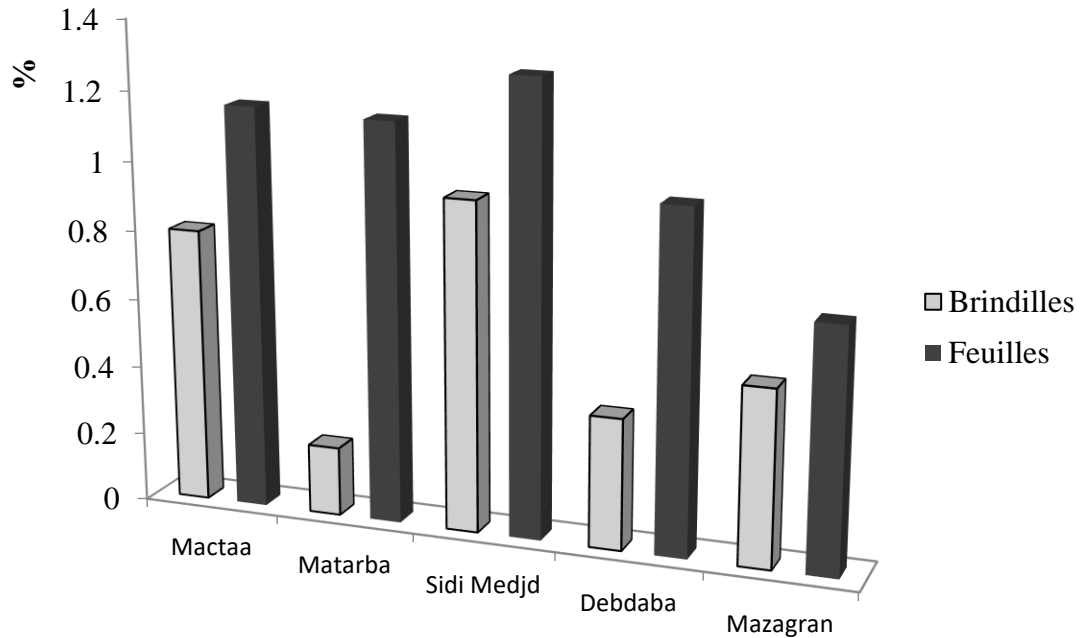


Figure 32 : Teneur en Na⁺ en % de matière sèche (brindilles et feuilles)

Teneur en K⁺ en % de matière sèche (feuilles et brindilles)

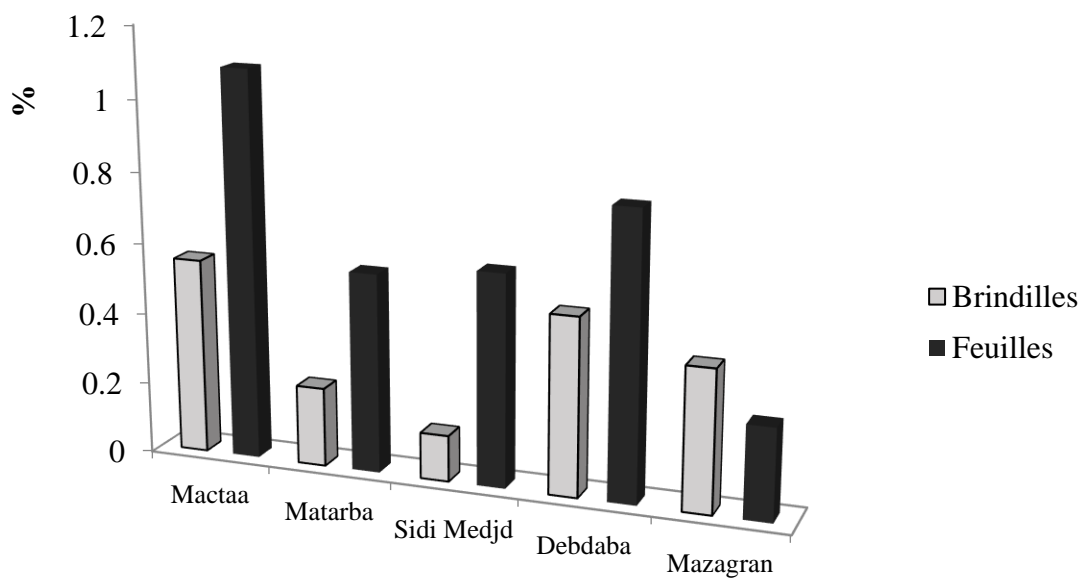


Figure 34: Teneur en K⁺ en % de matière sèche (brindilles et feuilles)

Teneur en P₂ O₅ en % de matière sèche (feuilles et brindilles)

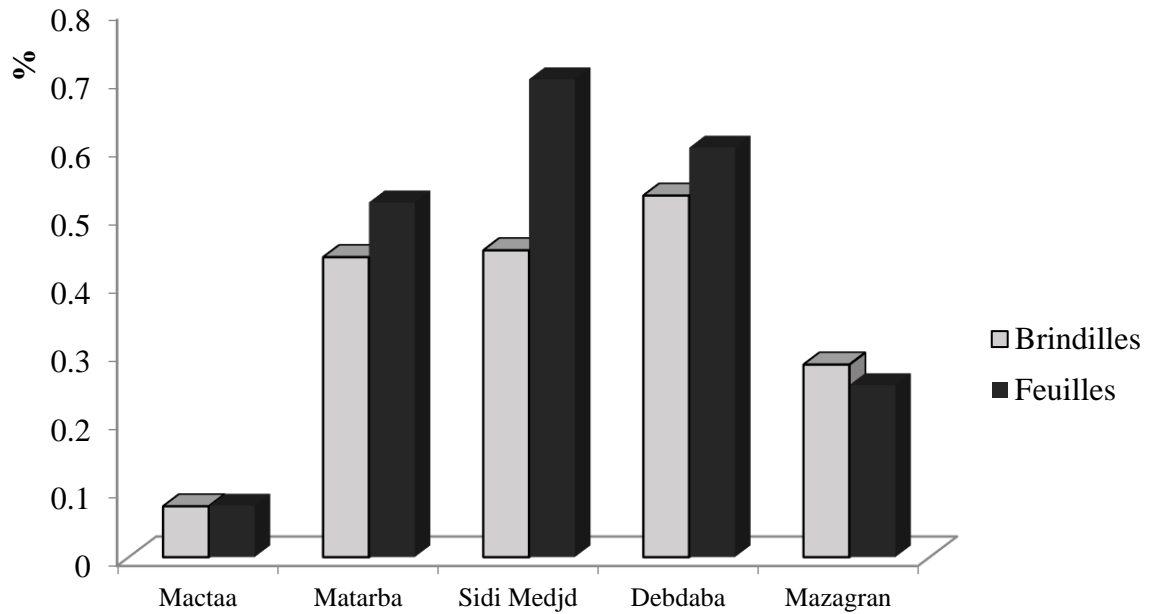


Figure 35 : Teneur en P₂ O₅ en % de matière sèche (brindilles et feuilles)

Teneur en Ca⁺⁺ en % de matière sèche (feuilles et brindilles)

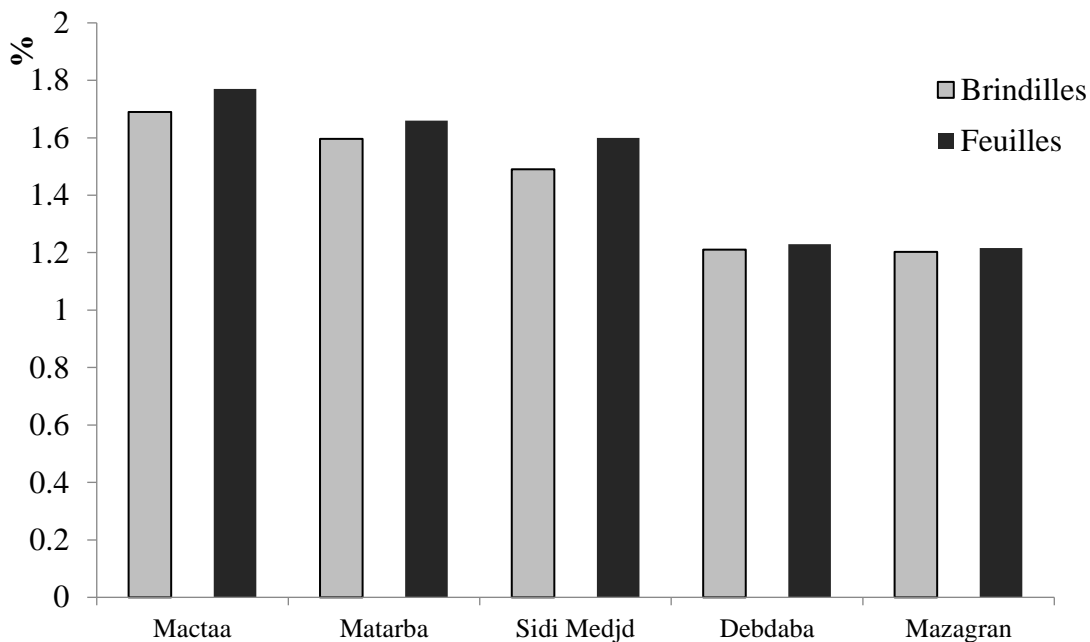


Figure 33 : Teneur en Ca⁺⁺ en % de matière sèche (brindilles et feuilles)

D'après les figures 33, 34,35 et 36 l'analyse des brindilles et des feuilles montrent un taux très élevé en sodium de 0.20 à 0.95% de la MS pour les brindilles et de 0.7 à 1.29 % de la MS pour les feuilles les teneurs en potassium sont 0.13 à 0.55% de la MS pour les brindilles et de 0.26 à 1.09% de la MS pour les feuilles.

L'assimilation du phosphore est très bonne, les teneurs en phosphore enregistrés sont 0.075à 0.53% de MS pour les brindilles et pour les feuilles de 0.076 à 0.70 % de la MS.

Les teneurs en calcium sont de 1.69 à 1.203 % de la MS pour les brindilles et de 1.21 à 1.77% de la MS pour les feuilles.

Selon les normes de d'interprétation de la composition chimique des plantes Chapman (1961), l'analyse des brindilles et des feuilles montrent un taux très élevé en sodium, les pieds d'Atriplex halimus de la station de sidi Medjdoub sont les plus riche en cet élément, l'absorption du sodium est étroitement liée à la nature du sol.

Les teneurs en potassium sont faibles à très faible, les teneurs en phosphore enregistrés sont très élevés et, les brindilles de la station Debdaba et les feuilles de la station sidi Medjdoub sont plus riche en phosphore .Les concentrations en calcium sont excessivement basses dansles brindilles et les feuilles pour l'ensemble des stations étudiées.

L'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif ($p < 0,05$) entre les stations en ce qui concerne le taux de sodium, potassium, phosphore et calcium.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les organes analysés brindilleset feuilles des stations en deux groupes distincts A et B (Tableau31).

Tableau 30: Classement des organes analysés (Ca^{++} , Na^{++} , P, et K^+) brindilles et feuilles en groupes homogènes

Groupes Homogènes	Ca^{++}		Na^+		P		K^+	
	Organes		Organes		Organes		Organes	
	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe
	B	A	B	A	B	A	B	A

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les organes analysés brindilles et feuilles des stations en deux groupes distincts A et B (Tableau31).

Tableau 31 : Classement des stations en fonction des analyses (Ca^{++} , Na^{++} , P, et K^{+}) brindilles et feuilles en groupes homogènes

Groupes Homogènes Stations		Eléments			
		Ca^{++}	Na^{+}	P_2O_5	K^{+}
Stations	Mactaa	A	A	D	A
	Matarba	B	B	B	C
	Sidi Medjdoub	C	A	A	C
	Debdaba	D	B	A	B
	Mazagra	D	B	C	C

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les stations en quatre groupes distincts A, B, C, D (Tableau 33).

3.3.3- Composition en fibres, chlorures et oxalates totaux des feuilles et des brindilles d'*Atriplex halimus L.*

Tableau 32 : Composition en fibres, chlorures et oxalates totaux des feuilles et des brindilles d'*Atriplex halimus L.*

Stations		NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	ADL/ADF	Chlorures (%)	Oxalates Totaux (%)
Mactaa	Br	27.18±1.896	28.2±0.794	8.89±0.475	0.31±0.017	9±1	5.67±0.411
	Fe	27.21±1.114	16.8±0.329	7.44±0.122	0.44±0.015	12.5±0.5	5.60±0.724
Matarba	Br	36.67±0.286	33.6±0.361	9.1±0.361	0.27±0.006	8.5±0.361	5±0.458
	Fe	21.64±0.342	18.3±0.200	7.56±0.517	0.41±0.026	10.8±0.2	5.38±0.354
Sidi Medjdoub	Br	34.23±0.275	15.60±0.436	7.89±0.101	0.50±0.009	8±1.735	4.46±0.561
	Fe	21.66±1.148	15.2±0.985	6.30±0.304	0.41±0.01	10±1	4.86±0.201
Debdaba	Br	41.60±1.914	17.2±0.361	7.66±0.251	0.44±0.006	7±1.4	4.25±0.709
	Fe	20.10±0.348	16±0.458	6.73±0.311	0.42±0.029	11±1.321	5.50±0.454
Mazagan	Br	44.38±0.688	27.1±1.153	9.66±0.362	0.35±0.01	7.6±0.608	4.67±0.113
	Fe	27.61±0.557	20.2±1.836	8.66±0.314	0.42±0.031	11.5±0.577	4.96±0.242

D’une manière générale, on constate que les substrats étudiés présentent une composition pariétale différente entre les feuilles et les brindilles. Pour la fraction NDF qui représente la paroi totale (cellulose + hémicelluloses + lignine), elle varie entre 27.18 % et 44.38 % MS pour les brindilles par contre pour les feuilles elle est de 20.1 et 27.61 % MS.

La valeur la plus élevée de l’ADF (Fibre extraite au détergent Acide) est notée pour les brindilles et les feuilles de 20.2 et 33.6 % MS, la plus faible est de 15.2 et 15.6 respectivement.

Le taux en fibres ADL (Lignine extraite au Détergent Acide) dans notre expérience a été nettement de 6.30 à 8.66 % MS pour les feuilles et de 7.66 à 9.66 % MS pour les brindilles. Le rapport ADL/ADF qui donne une idée sur la digestibilité d’un fourrage enregistre un taux de 0.44 à 0.5 % MS pour les feuilles et les brindilles (Tableau 33).

L’analyse de la variance a révélé un effet significatif ($p < 0,05$) entre les stations en ce qui concerne le taux d’oxalates et les chlorures dans les feuilles et les brindilles d’*Atriplex halimus L.* et un effet hautement significatif ($p < 0,05$) pour les teneurs en ADF (%), NDF (%), ADL (%) et le rapport ADL/ADF dans les organes feuilles et brindilles d’*Atriplex halimus L.* Les feuilles sont plus riches en NDF, ADF, ADL, ADL/ADF, Chlorures et Oxalates (Tableau34). La station Mactaa appartient aux groupes A en ce qui concerne les sels chlorures et oxalates (Tableau35).

Tableau 33 : Classement des organes analysés (Fibres et sels chlorures et Oxalates)

Groupes Homogènes	NDF (%)		ADF (%)		ADL (%)		ADL/ADF		Chlorures (%)		Oxalates totaux(%)	
	Organes		Organes		Organes		Organes		Organes		Organes	
	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe	Br	Fe
	A	B	A	B	A	B	B	A	B	A	B	A

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les organes analysés brindilles et feuilles des stations en deux groupes distincts A et B (Tableau 34).

Tableau 34 : Classement des stations (Fibres et sels chlorures et Oxalates) des brindilles et feuilles en groupes homogènes

Groupes Homogènes		NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	ADL/AD F	Chlorures (%)	Oxalates Totaux (%)
Stations	Mactaa	D	C	B	C	A	A
	Matarba	C	A	B	D	AB	AB
	Sidi Medjdoub	CD	E	C	A	B	B
	Debdaba	A	D	C	B	B	B
	Mazagran	B	B	A	C	AB	B

Les groupes homogènes a $\alpha=0,05$ les lettres différentes A, B, C présentent une différence statistique.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les stations en cinq groupes distincts A, B, AB, C, D (Tableau35).

3.3.4- Production fourragère et quelques caractéristiques de semences d'*Atriplex halimus L.*

Tableau 35 : Production fourragère et quelques caractéristiques de semences d'*Atriplex halimus L.*

Stations	Poids frais Totale du pied (g)	Poids sectotal Du pied (g)	Production Kg MS/ha/pied	Poids de 1000 grainesvêtues (g)	Poids de 1000 graines nues (g)
Mactaa	1111.04	400.01	4000	1.4±0.069c	1.150±0.018d
Matarba	852.09	390.13	3901.3	8.408±0.457a	3.980±0.081a
Sidi Medjdoub	908.85	309.00	3090.09	4.108±1.016b	1.736±0.084b
Debdaba	600.6	208,2	2082	2.624±0.402c	1.280±0.018c
Mazagran	758.09	245.03	2450.3	2.208±0.394c	1.834±0.033b

Le poids frais total du pied d'*Atriplex halimus L* varie entre 0.600 kg à 1.11 kg. La production de matière sèche par pieds est entre 0.208 à 0.400 Kg. Une production de 2082 à 4000, Kg MS/ha/pieds a été enregistré pour l'ensemble des pieds d'*Atriplex halimus L* étudiés.

Le poids de mille graines vêtues(g) le plus élevé est de 8.408g et le plus bas est de 1.4 g, parcontre le poids de mille graines nu varie entre 1.150 et 3.98 g (Tableau36).

L'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif ($p < 0,05$) pour le poids de 1000 grains vêtus (g) et le Poids de 1000 graines Nu (g).

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les stations en ce qui concerne le poids de 1000 graines vêtues(g) en trois groupes distincts : groupe A (station Matarba), groupe B (station Sidi Medjdoub) et groupe C (station Debdaba et Mazagran et Mactaa).

Pour Poids de 1000 graines Nu (g) le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les stations en quatre groupes distincts : groupe A(station Matarba), groupe B (station Sidi Medjdoub et Mazagran), groupe C(station Debdaba) et groupe D(station Mactaa)(Annexe 3).

3.3.5- Discussion

La composition morphologique, la variété de l'espèce végétale, la saison de récolte, les substances anti-nutritionnelles et les conditions agronomiques sont parmi les facteurs discriminatoires de leurs valeurs nutritives, essentiellement chez les arbustes fourragers (Arab *et al.* 2009).

La composition minérale d'un fourrage résulte de l'action combinée de plusieurs facteurs ; la phase végétative de la plante, les conditions de l'environnement et les modes d'exploitation (Chehema, 2005 ; Chehema et Youcef, 2009).

Il y a eu des différences entre plusieurs travaux concernant la composition chimique et digestibilité in vitro de cet arbuste tout au long de l'année (El-Shatnawi et Mohawesh, 2000 ; Khorchani *et al.* 2000 ; Haddi *et al.* 2003).

L'évolution de la composition chimique d'*Atriplex halimus L* au cours des différentes saisons a été étudié par plusieurs auteurs (Muñoz *et al.* 1994 ; Correal *et al.* 1986 ; El Shatnawi et Mohawesh, 2000 ; Haddi *et al.* 2003). Une grande variabilité dans la composition chimique d'*Atriplex halimus L* a été remarqué durant la saison du printemps et en automne (Andurea *et al.* 2005), cela est peut être dû, dans une certaine mesure, aux différences d'origine du matériel végétal (Muñoz *et al.* 1994).

D'autres auteurs (Haddi *et al.* 2003 ; Correal *et al.* 1986) ont également observé des valeurs différentes pour la composition chimique des échantillons d'*Atriplex halimus L* et de différentes espèces d'*Atriplex*, respectivement cueillies à différents moments phénologiques.

Chatterton *et al.* (1971) ont rapporté une large variation de la valeur nutritive des différentes parties de la plante d'*Atriplex polycarpa* (Torr.) pendant l'année.

La teneur moyenne en matière sèche des arbustes d'*Atriplex halimus* L varient selon les auteurs El Shatnawi et Turuk (2002) trouvent une teneur en matière sèche de 52 %. Boussaid *et al.* (2001) trouve une teneur de 34.2 %. Des valeurs qui varient de 23,11 % à 33,70 % ont été également rapportées par Nefzaoui et Ben Salem (2002). Les *Atriplex* de la région d'El Oued (Algérie) ont une teneur en matière sèche de 18.05% (Medila, 2016).

Nos résultats montrent que les brindilles (station Mactaa) sont plus riches en Matière sèche de 50.1 % et les feuilles (station Debdaba) ont une teneur de 23.2% (Tableau 28 et 30).

Dans l'ensemble des stations c'est les feuilles qui sont les plus riches en matière sèche, ces résultats confirment que les feuilles sont le siège de la photosynthèse donc ce qui explique leurs richesse en matière sèche.

Le pourcentage de la matière minérale varie selon le développement et les besoins du végétal en minéraux. Le taux maximal chez l'*Atriplex halimus* L se situe au stade grain mature (28,0 % de MS) et celui du minimal (23,8 % de MS) au stade végétatif (Arbouche *et al.* 2013).

Les brindilles sont plus riches en matière minérale par rapport aux feuilles et le taux maximal de la MM des feuilles et des brindilles se situe aux alentours de 46.09 et 49.2 % de la MS pour la station de Mazagran (Tableau 30). Selmi *et al* (2013) trouve que la teneur en matières minérales était significativement plus élevée ($p < 0,05$) pour l'*Atriplex halimus* L et l'*Opuntia ficus indica*.

La forte teneur en cendres des *Atriplex* est le résultat de la teneur élevée en Na et Cl, les espèces du genre *Atriplex* se caractérisent par sa haute teneur en sel ainsi que ses niveaux élevés de S, Mg, Ca, P et autres composants chimiques (Masters *et al.* 2007).

Les espèces des sols salés sont toujours très riches en matière minérale, MAT, très digestibles et très énergétiques, du fait que ces parcours sont toujours plus humides et riches en sels minéraux (Ozenda, 1991 ; Monod ,1992) et Chehma (2003) ; Andueza *et al.* (2005) trouvent que le contenu en cendres a été de 29% pour les feuilles et de 6 à 11 % pour les jeunes tiges.

En effet, la matière organique (MO) est la composante la plus forte avec des valeurs allant de 68.3 à 74.73 % de la MS pour les feuilles et les brindilles de la station Mactaa. Les feuilles sont les plus riches en matière organique pour l'ensemble des stations (Tableau 28).

Nefzaoui et Chermiti(1991) signale des teneurs très élevés de matière organique 74.60 % chez l'espèce *Atriplex halimus* L. La teneur en matière organique est plus élevée chez

l'acacia par rapport aux *Atriplex*, ceci est lié à une teneur relativement élevée en matières minérales chez l'*Atriplex* (Selmi *et al.* 2013). La digestibilité de la matière organique est au delà de 50% pour l'ensemble des stades phénologiques, avec un maximal de 75% au stade nouaison (Arbouche *et al.* 2013).

La cellulose est le polysaccharide le plus abondant et le plus largement répandu dans la nature, constitue de 20-50 % de la matière sèche de la plus part des tissus végétaux (Fonty et Forano ,1999).

La cellulose brute est une fraction de la matière organique, le constituant qui assure la protection et le soutien dans les organismes végétaux, la complexité de sa structure explique la difficulté de la digérer, au plus on trouve de la cellulose dans un ensilage, au plus celui-ci sera difficile à digérer (Hadjigeorgiou *et al.* 2003).

Les espèces les plus énergétiques sont celles qui sont très riches en azote et pauvres en parois et cellulose brute et par-là, plus digestibles. Ceci confirme les travaux de Chehma *et al.* (2003) qui notent que la valeur énergétique des plantes est liée positivement à leur teneur en matières azotées et négativement à leur teneur en cellulose brute et en parois.

Le taux de cellulose brute évolue avec le développement de la plante pour atteindre une teneur maximale de 12.3 à 18.5 % de la MS pour les brindilles et les feuilles de la station Mactaa. Les feuilles sont plus riches en cellulose brute (Tableau 28). Nos résultats sont similaires aux résultats de Nefzaoui et Chermiti(1991), ou la teneur en CB est de 11.89 % MS Arbouche *et al* (2013) trouvent une teneur en cellulose brute de 18,3% de MS.

D'autres travaux mentionnent que la teneur de la cellulose brute chez l'*Atriplex halimus L* est de 20.85 % dans la région d'El Oued (Algérie) (Medila, 2016).

Andrieu et Weiss (1981) rapportent que l'augmentation de la cellulose brute résulte essentiellement de la diminution de la proportion de feuilles au bénéfice de la proportion de tiges. Plusieurs auteurs soulignent que l'augmentation de la température s'accompagne d'une élévation de la teneur en cellulose brute et de la teneur en parois (Moir *et al.* 1977 ; Demarquilly et Jarrige, 1982).

D'autres auteurs Koné, (1987) ; Chehma *et al.* (2003) et Chehma et Longo, (2004), observent que la diminution de la digestibilité est corrélée à une augmentation de la teneur en cellulose brute et parois. On peut dire que l'espèce *Atriplex halimus L* se caractérise par une teneur faible en cellulose brut en générale donc une bonne digestibilité (Tableau28)

Ozenda (1991) et Faye (1997) remarquent une richesse des espèces en composées pariétaux et en cellulose brute, ceci peut être lié à leur mode d'adaptation au milieu saharien, en diminuant au maximum leurs proportions feuilles/tiges aussi bien en nombre qu'en surface.

La teneur moyenne en cellulose brute est modérée pour l'acacia et faible pour les *Atriplex*, elle est plus faible que les valeurs rapportées par d'autres auteurs (Cibilis *et al.* 1998 ; Saadaniet Ghazel, 1989).

L'examen de l'accumulation des sels et des fractions azotées chez *Atriplex* et leur relation avec la salinité du sol et les facteurs climatiques sont importants à connaître pour définir d'une manière soignée leur rôle dans la nutrition animale (Islam *et al.* 2000). Plusieurs auteurs ont indiqué qu'il faut un minimum de teneur en MAT (8 % de MS) pour assurer un fonctionnement adéquat aux microorganismes du rumen (Norman *et al.* 2007).

Andrieu et Weiss (1981), admettent que la variation en MAT est liée à la composition morphologique (rapport feuilles/tiges). Des études spécifiques ont démontré la grande capacité des espèces du genre *Atriplex* d'absorber l'azote du substrat et en partie de profiter de l'action bénéfique d'organismes fixateurs d'azote (Ismaili *et al.* 2000).

Ce sont des espèces riches en matières azotées (1,5 à 3,7 %), mais pauvres en énergie (El Shaer et Kandil, 1998). D'après nos résultats d'analyses nous constatons une richesse en matières azotées totales de 22,4 et 24,2 % de la MS pour les feuilles et brindilles, les brindilles sont plus riches et il n'y a pas de différence significative entre les stations (Tableau 28).

Nos résultats concordent avec beaucoup de travaux tels que (Correal *et al.* 1986 ; Haddi *et al.* 2003) où les concentrations de l'azote et des acides aminés étaient le plus élevées en été et au début de l'automne (18–31 % de l'azote total) et moins en hiver et au printemps (5–14 % de l'azote total). Boussaid *et al.* (2001) signale que les teneurs en MAT sont de 15,1% MS.

La teneur en MAT représente 18 % dans les feuilles et seulement 6% dans les tiges, durant la saison de printemps le contenu en MAT dans les feuilles varie entre 11,4 et 25,7 % pour la sous-espèce *halimus*, le contenu en MAT de la sous-espèce *halimus* a été élevé dans l'échantillon pris au printemps, tandis que pour la sous-espèce *schweinfurthii*, le contenu en MAT a été élevé en automne (Andueza *et al.* 2005).

L'*Atriplex halimus* L a une teneur en matières azotées totales (MAT) de 20,4 % MS supérieure à celle des autres arbustes *Opuntia ficus indica*, *Medicago arborea* ($p > 0,05$), alors que *Opuntia ficus indica* a la valeur la plus faible (7,4 %) (Selmi *et al.* 2013).

Des analyses plus approfondies ont été effectuées sur l'*Atriplex halimus* L, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* présentent des teneurs en matière azotée totale de l'ordre de 20 à 25 % de la matière sèche (Nefzaoui et Chermiti, 1991).

La concentration de l'azote total était significativement moins chez l'*Atriplex nummularia* que chez *Atriplex amnicola* durant toute l'année (Muhammad et Mark, 2000).

Demarquilly *et al.* (1981) rapportent que les protéines des fourrages verts sont situées pour l'essentiel dans les cellules chlorophylliennes (feuilles) et le cytoplasme.

Les espèces d'*Atriplex* font partie des rares plantes tolérantes au sel qui ont une quelconque valeur agricole dans les zones extrêmement arides et salines en raison de leur teneur exceptionnellement élevée en protéines et de leur exceptionnelle tolérance au sel (Gates, 1968). L'*Atriplex* est une source précieuse d'énergie et de protéines brutes, il tolère la sécheresse et le pâturage intensif (Vallance, 1989 ; Nefzaoui, 1997).

Kessler (1990) a signalé que les taux élevés en protéines et en sels minéraux permettent l'utilisation de l'*Atriplex halimus* L comme réserve fourragère en été et en automne, en vue de combler la carence en fourrage qui se manifeste avant la croissance printanière des espèces fourragères herbacées.

La grande partie de la protéine brute chez *Atriplex spp* est sous forme d'azote non protéique (Masters *et al.* 2001). Ces teneurs en protéines totales, comprises entre 15 et 20 %, ont été signalées aussi par (Glenn et O'leary, 1984). El Shatnawi et Mohawesh (2000) signalent la richesse en protéines brutes de l'espèce, cette dernière constitue une source importante en matière azotée pour le cheptel.

L'analyse des brindilles et des feuilles montrent des taux de protéines brut les plus élevés ont été enregistrés chez brindilles en premier lieu avec 14 à 15% de la MS suivi par les feuilles qui marquent un taux de 9,66 à 14 % de la MS, les pieds d'*Atriplex halimus* L de la station Mactaa sont les plus riches en protéines (Tableau 28).

L'*Atriplex halimus* L présente des taux élevés en protéines (10 à 20 % de la MS) (Le Houérou, 1992 ; Ben Ahmed *et al.* 1996) ces espèces, sont relativement riches en protéines brutes (CP) et de cendres (12,6 % MS et 22,7 % MS respectivement) (El Shaer, 2010).

La teneur en protéine brute se situe dans la plage de 10 % à 25 % rapportée par Ben Salem *et al.* (2010). Lorsqu'il est pâturé, l'*Atriplex halimus* L fournit des protéines, des vitamines, et minéraux aux moutons en été et en automne (Benjamin *et al.* 1959).

El-Shatnawi et Turku (2002), dans une expérience menée en Jordanie, n'a trouvé aucune différence significative entre les feuilles et les tiges d'*Atriplex* des échantillons du printemps et d'automne, tandis qu'en hiver, ils ont observé que la teneur en protéines dans les tiges était plus élevée que celle des feuilles et la plante entière.

Ce que nous avons remarqué que la différence entre la teneur en protéines n'est pas trop importante entre les brindilles (15% de la MS) et les feuilles (14% de la MS) (Tableau

28). Mirreh *et al* (2000) trouvent que la composition du fourrage (feuille) de certaines *Atriplex* à la sixième année en protéine brute chez l'*Atriplex halimus L* est de 20,5% de la MS, chez l'*Atriplex nummularia* 18,2 % et l'*Atriplex canescens* est de 11,1%.

Ces discordances dans les teneurs de protéines brutes au sein des espèces pourraient être attribuées aux différences constatées dans le stade de la croissance de la plante et à la proportion d'échantillons de feuilles collectées pour l'analyse (Al-Soqeer, 2008).

La composition chimique de l'*Atriplex nummularia* en matière sèche comestible se compose de 10,3 à 25,9 % de protéines brutes et 17,9 à 35,4 % de cendres évalués dans différents pays (Ben Salem *et al.* 2010). Au Chili, Meneses et Squella (1996) ont rapportés un pourcentage en protéine brute est de 16,3 % et 22,9 %.

La concentration des éléments minéraux dans les plantes varie fortement avec le type de sol, le climat, le stade de la maturité et la saison de la récolte (Longo, 2007). Les variations qui existent sont liées d'une part aux espèces elles mêmes (facteurs génétiques) et d'autre part au lieu d'habitat ou parcours, (facteurs édaphiques).

Le stade de développement et le cycle de végétation influent sur la composition minérale de la plante, non seulement par les variations de la teneur en minéraux de chaque organe de la plante mais surtout par les modifications des rapports en poids de ces organes entre eux (Guéguen, 1959).

Les feuilles riches en constituants protoplasmiques, matières azotés et composés phosphorés, magnésium, calcium ont des teneurs élevées que les autres organes en éléments minéraux cet écart s'accroît au cours du développement de la plante, tous les organes des plantes s'appauvrissent en éléments minéraux en vieillissant (Guéguen, 1959).

Selon Spear (1994), la concentration des éléments minéraux dans les plantes varie fortement avec le type de sol, le climat, le stade de la maturité et la saison de récolte. Mais ces concentrations salines et durant l'hiver, saison de forte utilisation de ces arbustes diminuent considérablement suite au lessivage des trichomes des feuilles qui contiennent au moins 50 % du sel des feuilles (Pallaghy, 1970).

La variabilité saisonnière peut affecter considérablement l'apport alimentaire en minéraux en conséquence des changements dans la composition, le stade de croissance et la disponibilité des pâturages et aux variations de la teneur en humidité et de la salinité du sol (Ahmed et El-Hag, 2004). Les arbustes ont généralement des niveaux élevés de protéines brutes, de phosphore et de calcium tout au long l'année (Stidham *et al.* 1982).

L'*Atriplex nummularia* contient également de fortes concentrations de S, Mg, Ca, P, Na et KCl), la haute teneur en minéraux et d'autres composants chimiques limitent sa consommation (Aganga *et al.* 2003).

L'analyse des brindilles et des feuilles montrent un taux très élevé en sodium de 0,95 à 1,16 % de la MS, les teneurs en phosphore enregistrés sont très élevés 0,53% de la MS (brindilles) et 0,70 % de la MS (feuilles).

Les teneurs en potassium sont faibles à très faible (normes Chapman, 1961), le taux maximal est de 0,80 de la MS (feuilles) et de 1,09 % de la MS (brindilles). Les concentrations en calcium sont excessivement basses dans les brindilles et les feuilles de 1,20 à 1,77 % de la MS (Figures 33, 34, 35 et 36).

Les macroéléments tels que calcium assure la gélification des pectines et donc la rigidité des parois végétales (Martin-Prevel *et al.* 1984). A fortes doses, il contrôle l'ouverture des stomates due à l'antagonisme compétitif calcium / potassium, diminue la perméabilité cellulaire et il freine la pénétration de l'eau et la plupart des ions (Hopkins, 2003) (Nefzaoui et Ben Salem, 2002).

Nos échantillons feuilles et brindilles marquent une carence en cet élément (Annexe3) Le Houérou et Franclet (1971) trouvent une teneur de calcium de 0.65 %, Nefzaoui et Chermiti(1991) une teneur de 1,66 % et enfin, Garcia *et al.* (2002) une teneur de 1,21 % de la matière sèche chez l'*Atriplex halimus L.*

El Hamrouni et Sarson (1974), ont mentionné une teneur maximale est de 1,98 % de la MS pour des *Atriplex* cultivés, l'absorption de cet élément est étroitement liée à la nature du sol. Selon les auteurs Le Houérou et Franclet (1971) suggèrent que le poids /100 g Ms de sodium était de 0,34 % ; Nefzaoui et Chermiti. (1991) le poids est de 3,33 % et pour Garcia *et al.* (2002) le poids est de 11 % de la matière sèche.

Les feuilles d'*Atriplex halimus L* ont recouvertes de plusieurs couches de poils, la concentration de Na⁺ et K⁺ à l'intérieur des trichomes était très élevée et augmentait significativement chez les plantes poussant sur milieux salins (Mozafar et Goodin, 1970). Selon El Hamrouni et Sarson (1974) le taux du sodium est de 7,4 % de la MS.

Les organes analysées feuilles et brindilles enregistrent un taux très élevés en sodium (Tableau 31, Annexe 3) cela confirme le caractère halophyte de l'espèce, une grande quantité de cet élément est accumulé dans les trichomes. Les échantillons analysés ont été prélevés au stade mature ce qui explique les teneurs très élevés en sodium et la plupart des pieds poussent sur un sol sableux et reçoivent les embruns marins (Figure 33).

Le taux de sodium est minimal au stade végétatif (2,06 % de MS) et maximal au stade grainmature (4,36 % de MS) (Arbouche *et al.* 2013).

De plus, des études ont montré que la teneur totale en sel dans les feuilles matures d'*Atriplex halimus L* augmentent considérablement avec la salinité, 50 % des sels sont présent dans les feuilles et sur la surface des feuilles (Mozafar, 1969). Nos résultats d'analyses du sol confirme que les sols de la station Mactaa et sidi Medjdoub se caractérisent par un taux très élevé en sodium ce qui influence la quantité de sodium dans les feuilles. Les pieds d'*Atriplex halimus L* de la station Mactaa et Sidi Medjdoub sont les plus riches en cet élément vu leur proximité de la mer et leurs sols salés (Tableau 32).

L'analyse statistique nous a permis de déduire que les feuilles étaient plus riches en élément sodium que les brindilles (Tableau 31).

Chez l'*Atriplex amnicola* et *Atriplex nummularia*, la concentration de Na⁺ était d'environ de 4,5 % durant la saison d'hiver, elle augmente au maximum de 7 à 8 % durant l'été (Muhammad et Mark, 2000).

Le phosphore joue un rôle central dans le métabolisme des animaux aussi bien que celui des plantes est présent en concentrations suffisantes chez les deux espèces (Belkheiri, 2008).

L'*Atriplex* doit être récoltée ou brouté au moins une fois par an pour stimuler la croissance ; sinon, il y aura perte de feuilles et diminution dans sa production (Wilmot et Norman, 2006). Nefzaoui et Chermiti, (1991) trouvent un taux de phosphore de 0,44 % de la MS, pour Garcia *et al* (2002) le taux est de 0,28 % de la MS. L'analyses des organes feuilles et brindilles marquent une teneur très élevé en phosphore, les feuilles sont plus riches (Figure 35, Tableau 31). Ce qui traduit l'existence d'une absorption minérale sélective particulièrement efficace, s'exerçant différemment toutefois suivant les éléments minéraux.

Le conseil national de recherches, (1975), recommande pour les animaux au pâturage un taux de phosphore de 0,16 à 0,37 %, mais était suffisant pendant le reste de l'année.

Chez les deux espèces l'*Atriplex amnicola* et l'*Atriplex nummularia*, la concentration en phosphore était plus élevé durant la saison d'hiver (Muhammad et Mark, 2000).

Une carence en élément potassium a été enregistrée lors de l'analyse des organes, cet élément joue un rôle important dans la résistance des plantes au stress hydrique (Tableau 31).

La concentration en potassium augmente en hiver à 3 % pour *Atriplex amnicola* et 3,6 % pour l'*Atriplex nummularia*. Durant la majeure partie de l'année c'est l'*Atriplex nummularia* qui présente la concentration la plus élevé en potassium (Muhammad et Mark, 2000).

La lignine est un composé complexe qui se dépose sur les composés de cellulose au fur et à mesure que la plante vieillit. Elle forme des liaisons avec les glucides des parois cellulaires rendant ceux-ci moins accessibles à l'attaque des microbes du rumen (Hadjigeorgiou *et al.* 2003).

Le complexe composé de lignine qui se dépose sur la cellulose est appelé lignocellulose ou bien la partie de fibres non solubles dans un détergent acide (ADF) ou fibre de détergent acide (cellulose et lignine) (Gaëtan *et al.* 2000 ; Arrigo, 2001). La fibre NDF donne un estimé assez précis de la fibre totale d'un aliment (Fournier, 2003).

La fibre brute est la méthode officielle pour mesurer le contenu en fibre d'un aliment, les aliments de bétail contiennent plus de 50 à 80% d'hydrate de carbone (Yaakoub, 2005). Arbelot, (1993) et Chehma et Seddi, (2001), rapportent qu'il existe une corrélation négative entre les proportions de lignine et la digestibilité des parois cellulaires, en raison des relations complexes existantes entre la lignine et les autres molécules de la paroi cellulaire. Jarrige (1981), ajoute que les facteurs climatiques agissent sur la teneur et la composition des parois avant tout par l'intermédiaire de la composition morphologique mais ils peuvent aussi avoir une action directe.

Le stade de croissance et la maturité influent considérablement la valeur nutritive, la palatabilité et l'utilisation d'*Atriplex spp.* Ces plantes sont nutritives durant la saison humide alors qu'ils sont pauvres durant la saison sèche (El Shaer *et al.* 2000).

Le contenu moyen en NDF oscille entre 31 et 33,5% dans les feuilles jusqu'à 69-84% dans les jeunes tiges. De petites différences dans le contenu en NDF, ADF et ADL ont été remarquées entre les sous espèces d'*Atriplex halimus L.*, environ 30% de l'azote sont liés aux fibres (Andueza *et al.* 2005).

Les teneurs en différents types de fibres des feuilles chez *Atriplex* sont inférieures à celle de certaines plantes méditerranéennes telle qu'*Erica arborea*. La teneur en ADL est basse (12,30 % MS) que celle des feuilles de ces plantes (36 % MS) (Ammar *et al.* 2005).

Les tiges d'*Atriplex halimus L.* sont significativement plus fibreuses (NDF, ADF et ADL) que les feuilles (Tableau 33).

Le taux du NDF et ADF est plus élevé chez les brindilles (44,38 % et 33,6 %) par contre le taux du ADL enregistre un taux relativement bas de 9,66 % de la MS (brindilles), les feuilles sont moins riches (6,30% de la MS) par rapport aux brindilles en fibres. Le taux du NDF, ADF et ADL enregistré chez les feuilles est de 27,61, 20,2 et 8,66 % de la MS (Tableau 34). Ces résultats se concordent avec les résultats de plusieurs auteurs.

Les teneurs élevées de la fraction NDF dans ces plantes pourraient s'expliquer par les conditions environnementales qui règnent dans la région de Mostaganem (haute température et faibles précipitation).

En effet, Pascual *et al* (2000) indiquent que les températures élevées et les faibles précipitations tendent à augmenter la fraction pariétale (NDF) et à diminuer le contenu soluble des végétaux. Selon Kellems et Church (2001), les plantes ayant des teneurs en NDF et en ADF, respectivement, de 70 à 88 % et de 39 à 67 % sont classées comme des espèces de faible qualité fourragère.

La digestibilité des clones d' *Atriplex halimus L* estimée selon Schroeder (1994) à des valeurs allant de 70 à 78 % au printemps et de 62 à 75 % pour les échantillons d'été contre les valeurs de 59 % au printemps et 49 % en été donnés par El Aich (1992).

Le rapport ADL/ADF qui donne une idée sur la digestibilité d'un fourrage et indique une digestibilité basse s'il est supérieur à 50 % (El Aich, 1992)

Les clones d' *Atriplex halimus L* MOR 2 et SOR 4 ont en effet des rapports ADL/ADF allant 29 à 47 % pour le clone MOR 2 et de 36 à 41 % pour le clone SOR 4 (Belkheiri, 2008).

Le rapport ADL/ADF est de 50 % pour les brindilles et de 41% pour les feuilles ce rapport est de moins 50 % donc une bonne digestibilité (Tableau 33).

La plus grande partie de l'acide oxalique contenu dans les plantes s'y trouve sous forme d'oxalates solubles de sodium et de potassium, 10 à 20 % seulement apparaissent comme oxalate insoluble surtout dans les membranes cellulaires, l'acide oxalique en solution peut réagir directement avec les protéines et empêcher ainsi leur hydrolyse par les enzymes (Sefa-Dedeh et Agyir-Sackey, 2004). L'acide oxalique constitue jusqu'à 75 % des acides totaux des espèces d' *Atriplex* (Osmond, 1967).

La répartition de l'acide oxalique chez les végétaux varie d'une famille à une autre (Sefa-Dedeh et Agyir-Sackey, 2004), avec une plus grande concentration dans les tissus foliaires des plantes (Fournier et Ruel, 2002). La teneur en oxalates des plantes fourragères dépendent également de l'âge, du stade de développement de la plante, ainsi que des variations saisonnières (Patel *et al.* 2013; Rahman *et al.* 2009).

Il n'est pas rare que plantes poussant dans des zones salines accumulent des composés (par exemple oxalate, tanins, etc.), et ceux-ci peuvent nuire à l'appétence, à la consommation d'aliments et à la santé des animaux (Masters *et al.* 2001).

Rahman *et al.* (2006) ont rapportés que les tissus des feuilles et des tiges obtenus au début d'été présentaient des niveaux presque équivalents d'oxalate, la teneur en oxalate des tissus

foliaires a diminué progressivement, alors que la diminution a été plus rapide dans les tissus de la tige.

Les analyses montrent que les teneurs en oxalates dans les brindilles et les feuilles se situent aux alentours de 5,60 à 5,67 % de la MS, les pieds des stations proches de la mer Mactaa et Matarba et Sidi Medjdoub marquent les taux les plus élevés en oxalates (Tableau 35). Ces résultats se concordent avec ceux trouvés par Abu-Zanat *et al.* (2003).

L'auteur trouve aussi que des niveaux beaucoup plus élevés d'oxalate pendant la saison de printemps (8,96 % et 7,62 %) par rapport à la saison d'automne (5,06 % et 4,78 %) pour l'*Atriplex halimus L* et l'*Atriplex nummularia*, respectivement.

Les halophyte telles que l'*Atriplex halimus L* et l'*Atriplex nummularia* contiennent des niveaux élevés de métabolites secondaires, principalement de l'acide oxalique.

L'*Atriplex halimus L* contenait des niveaux plus élevés d'oxalate (7,01 %) par rapport à l'*Atriplex nummularia* (6,20 %), les arbustes d'*Atriplex halimus L* (10,69 %) contiennent plus d'oxalate que les jeunes plants (8,8 %) (Alazzeah et Abu-Zanat, 2004).

Il ya une variation dans la teneur en oxalates en fonction de la saison et la présence des sels dans le sol (Abu-Zanat *et al.* 2003).

Mathams et Sutherland (1952) ont rapporté une augmentation immédiate et marquée des oxalates dans le buisson d'*Atriplex semibaccata* après les pluies. Cependant, l'acide oxalique peut affecter le goût et donc l'apport du bétail.

Waisel et Eshel. (1971) et Waisel (1972) ont rapportés que le Na⁺ et Cl⁻ des halophytes se distribue différemment entre les tissus végétaux et même entre les parties de la cellule. La majeure partie du chlore étant présent sous forme de NaCl et que des portions importantes des ions Na⁺ et Cl⁻ se trouvent dans les feuilles (Mozafar et Goodin, 1970). Une faible teneur en chlore dans les feuilles ne doit pas être négligée (Ellern, 1972).

Les sels de chlorure s'accroissent en grandes quantités dans les feuilles d'*Atriplex* (7, 20 %)(Wood, 1925).

La teneur moyenne en sel de chlorures des feuilles d'*Atriplex halimus L* prélevées durant le mois de juillet était de 8,2 % de la MS, en novembre un moyenne de 7,9 % ; alors que l'arrivée de la pluie a provoqué une différence significative, la teneur en chlorure a chuté à 6,3% (Sigmund, 1974).

Les feuilles analysées sont plus riches en chlorures (12,5 % de la MS) par rapport aux brindilles (9 % de la MS) les échantillons sont prélevés durant la saison d'automne avant la saison des pluies ce qui explique le teneur élevée. Les stations à proximité de la mer présente un taux élevé en chlorures (Tableau 33).

Beadle *et al.* (1957) d'autre part, présentent clairement une preuve que sur le terrain, le chlore des feuilles, bien qu'il varie de 9,6 à 13,6 % dans la matière sèche, n'avait aucun lien avec l'énorme variation du chlore du sol allant de 19 à 9,250 ppm.

Le rapport Na / Cl était plus faible dans les buissons d'*Atriplex* à haute teneur en chlore (Sigmund *et al.* 1974). Dans les feuilles d'*Atriplex* il y a une association d'une faible teneur en chlore avec une teneur élevée en acide oxalique et vice versa a été signalée par Osmond (1963, 1967).

Lachover et Tadmor (1965) ont découvert que variations saisonnières de la teneur moyenne en chlore des feuilles de trois buissons d'*Atriplex halimus L* dans l'est de la Galilée est étroitement lié au changement du sodium dans les feuilles. Ce que nous avons remarqué lors des analyses de la teneur en chlorures qui est très élevés dans les organes feuilles est proportionnel avec la quantité de sodium très élevé (Figure 33, Tableau 31).

Des analyses fourragères et de production de biomasse ont montré l'intérêt de l'*Atriplex halimus L* dans les régions semi- arides de type méditerranéen (Ben Ahmed *et al.* 1996 ; Kinetet *al.* 1998).

L'utilisation des plantes halophytes pour le pâturage et la production de fourrage est la seule solution économique actuellement disponible (Khan et Duke, 2001). Ce groupe de plantes tolèrent non seulement des niveaux élevés de salinité mais affiche une croissance optimale dans des conditions salines (Flowers, 2004).

La sélection de génotypes d'*Atriplex* pour l'alimentation animale s'est souvent basée sur des considérations agronomiques, surtout sur le rendement en matière sèche de ces arbustes avec une considération minimale pour la valeur nutritive et la palatabilité.

Selon Ouadah (1982), les *Atriplex* peuvent dans certaines conditions atteindre un rendement 11 tonnes de bois vert à l'hectare. Ces chiffres varient considérablement d'une station à l'autre en fonction de la quantité d'eau réellement mise à la disposition de la plante et qui reste un facteur limitant à prendre en considération car son impact est significatif sur le rendement.

La production fourragère des pieds d'*Atriplex halimus L* varie selon les stations, les stations Mactaa, Matarba et Sidi Medjdoub marquent une production de 4000, 3901.3et 3090.09 Kg MS/ha/pieds on peut expliquer que cette quantité de matière sèche produite est le résultat de l'adaptation de l'espèce aux conditions climatiques rudes et au sol sableux squelettique pauvre en matière minérale en générale.

Une biomasse fraîche de 1111.04 g est produite par les pieds pour la station Mactaa, donc on peut dire que ces espèces contribue à une biomasse foliaire accessible importante pour les

animaux est offert une disponibilité fourragère relativement importante durant la saison d'automne (Tableau 36).

Connaître la masse de 1000 grains d'un échantillon donne des indications sur le mode d'élaboration du rendement et des problèmes que la plante a pu rencontrer pendant son développement, cette analyse permettra de calculer plus précisément les doses de semences nécessaires pour répondre à un objectif de densité de semi.

Saulnier (2012), estime que le poids de 1000 grains est un bon critère de sélection pour améliorer indirectement le rendement en grain. D'autres auteurs trouvent le contraire tel que Hamada, (2002), qui signalent que ce paramètre a une faible incidence sur la production. Holloway et Jeffree (2017), indiquent que le déficit hydrique provoque une réduction du poids de 1000 grains peut atteindre les 50 %. On a constaté un faible poids des graines probablement dû à la sécheresse que connaît la région depuis plusieurs années (Tableau 36).

Le poids est globalement plus élevé à Matarba avec un poids de 1000 graines nu(g) de 3.980 g suivi de la station de Mazagran avec un poids de 1.846 g, la station Mactaa et Debdaba ont un poids plus proche de 1.150 et 1.280 g. On peut expliquer ces résultats par l'effet de l'environnement, car la différence entre les moyennes entre les stations est hautement significatif (Tableau 36).

Le poids de mille grains, autre composante de rendement est notablement affectée par les conditions climatiques intervenant sur les étapes de formation et du remplissage du grain. Les semis précoces donnent les plus grands poids de mille grains. Par contre les semis tardifs donnent le poids le plus faible (Hafez *et al.* 2013).

La production moyenne annuelle par hectare du genre *Atriplex* reste relativement élevée comparée aux autres espèces introduites dans les programmes de mise en valeur des zones arides (Correal *et al.* 1990 ; Le Houérou, 2000 ; Cherouk, 2000).

Selon Forti (1971) en matière de production le genre *Atriplex* assure, selon la tranche pluviométrique, une biomasse sèche oscillant entre 1000 et 3000 kg/ ha sous des conditions de pluviosité comprises entre 100 et 400 mm. Sous des précipitations annuelles de 200 à 400 mm, l'*Atriplex halimus L* peut produire 2 000 à 4 000 kg de matière sèche par an et par hectare (Le Houérou 1992, Ben Ahmed *et al.* 1996).

La production de biomasse verte des tiges est estimée à 3358 kg, soit un accroissement moyen annuel de 1119 kg par hectare, représentant un taux moyen annuel de 62,3 % (Bouزيد, Benabdeli, 2011). Tous les auteurs s'accordent à souligner que le maximum de rendement du genre *Atriplex* avoisine les 6500 kg de matière sèche par ha sous des précipitations supérieures à 400 mm. Cette espèce est également importante quant à la production de

biomasse ligneuse dans des conditions ambiantes extrêmes comme celles du Maroc méridional (Benchaabane, 2000).

Abu Zanat (2004), trouve que la production de matière sèche de l'*Atriplex halimus* et l'*Atriplex nummularia* en Jordanie ont été de 273 et 979 kg/ha respectivement et ce aux espacements de plantation de 8 et 12 mètres respectivement.

En plus, on doit considérer l'évidence que l'animal préfère des arbustes spécifiques à d'autres au sein de la même espèce. L'identification des facteurs qui influencent la sélection et la consommation des *Atriplex* donnera des opportunités pour augmenter la production animale des parcours salés et donnera une raison économique pour la restauration des zones salées (Norman *et al.* 2004).

Il semble que l'*Atriplex halimus L* pourrait couvrir les nutriments essentiels pour besoins d'entretien des petits ruminants en bonne pluviométrie saisons selon les besoins nutritionnels recommandés du bétail (El Shaer, 2010).

Conclusion

Ce travail a permis d'évaluer la valeur nutritive d'arbustes fourragers d'*Atriplex halimus L* collectés à Mostaganem région qui appartiennent à l'étage bioclimatique semi-arides, dans un but d'utiliser ces espèces comme un moyen potentiel pour augmenter la qualité et la disponibilité des ressources alimentaires vertes pour les ruminants locaux et de préserver les parcours pastoraux, surtout pendant les périodes de sécheresse.

La composition chimique diffère selon les saisons et aussi selon les écosystèmes ; cette campagne d'analyse de la composition n'est donc qu'une première approche qui mérite d'être approfondie mais elle confirme l'intérêt potentiel de ces espèces fourragères.

Sur la base de leur composition chimique, les arbustes prospectés sont une source importante de matière sèche, de matières azotées, de protéines brutes, de cellulose et de cendres qui constituent les éléments de calcul de la valeur des fourrages, ce qui indique un potentiel d'utilisation comme fourrage dans les rations du cheptel local.

En vue, de pouvoir concilier les valeurs nutritives de l'*Atriplex halimus L* et son pouvoir absorbant en sodium, l'analyse chimique a été réalisée à l'automne au stade grain mature, ceci permettra de mettre à la disposition des éleveurs un fourrage conditionné qui évitera la pratique de la transhumance.

Bien que fibreuses (NDF et ADF élevées) ces plantes fourragères, ou du moins leur parties aériennes comestibles ne sont pas plus lignifiées.

L'analyse montre que les teneurs en oxalates et en chlorures sont à des niveaux acceptables, ces espèces ayant moins tendance à accumuler de l'oxalate doit être sélectionné pour la culture. Les résultats obtenus montrent que l'*Atriplex halimus* L permet, en plus de son rôle protecteur du sol et production d'unités fourragères, de produire une biomasse ligneuse appréciable, et de production intéressante de biomasse verte et de bois.

La disponibilité d'une biomasse verte palatable servant d'alimentation aux troupeaux et l'utilisation du bois comme énergie domestique renouvelable.

Au regard des résultats très encourageants enregistrés, l'utilisation d'*Atriplex halimus* L pourrait être généralisée sous des conditions climatiques et édaphiques semblables à celles de l'expérimentation.

Il serait intéressant de développer des recherches qui contribueraient à une meilleure connaissance de ces espèces halophytes, de travailler sur d'autres sites avec un nombre plus élevé d'espèces, permettant de connaître leur développement, leur physiologie, et leur composition chimique. Ces recherches seraient d'autant plus profitables dans le cadre d'une culture et d'une éventuelle utilisation en nutrition animale.

Chapitre IV

*Aspects phytoécologiques des Atriplexaies (*Atriplex halimus* L) de la région de Mostaganem*

4-Aspects phytoécologiques des *Atriplex* (*Atriplex halimus L*) de la région de Mostaganem

Introduction

La végétation est le résultat de l'intégration des facteurs floristiques, climatiques, géologiques, géographiques (Loisel, 1978). En intégrant de multiples facteurs stationnels et en réagissant finement aux conditions du milieu et à leurs variations, les espèces et les communautés végétales constituent d'excellents descripteurs biologiques du fonctionnement des écosystèmes : ils complètent ainsi parfaitement les descripteurs du milieu physique (Dupieux, 2004).

De nombreuses études floristiques sur les halophytes en général et les *Atriplex* en particulier ont été réalisées dans le bassin méditerranéen. Parmi ces recherches : Simonneau (1961) ; Franclet et Le Houérou, 1971 ; Benchaâbane, 1996).

Parmi les travaux récents sur la végétation de l'Ouest algérien et la région de Mostaganem, nous avons ceux de Sauvage (1980) ; Hadjadj (1988, 1995) et Mederbel, 1992).

Les travaux sur la diversité biologique et écologique des formations végétales à base d'*Atriplex halimus L* en particulier sont peu nombreux dans la région de Mostaganem.

Le cortège floristique des formations à *Atriplex halimus L* couvre de grandes surfaces, il constitue un patrimoine floristique très important pour la région.

Ces populations sont influencées par plusieurs phénomènes, climatiques, édaphiques et anthropozoïques, celles-ci ne cessent de façonner leur physionomie. Rappelons que cette flore se développe sous un climat typiquement méditerranéen, caractérisé par une pluie concentrée sur la saison froide, une sécheresse estivale qui persiste sur plusieurs mois allant jusqu'à 7 ou 8 mois durant lesquelles peut sévir le risque des incendies.

Une classification des espèces selon les types biologiques de Raunkiær (1904-1934) s'appuie principalement sur l'adaptation de la plante à la saison défavorable et met l'accent sur la position des bourgeons hibernants par rapport à la surface du sol, en s'efforçant de classer les plantes de formes semblables et l'étude phytogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (Olivier *et al.* 1995).

Pour Quézel (1991), une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

Tout travail biogéographique et d'inventaire des priorités de conservation se heurte à des difficultés taxonomiques, surtout dans les pays où la flore et la faune sont peu voire très peu connues et/ou n'ont pas été révisées continuellement, comme c'est le cas en Algérie.

La dernière flore algérienne de Quézel et Santa (1962-1963) et l'index synonymique de l'Afrique du Nord de Dobignard et Chatelain (2010-2013) résolvent certains conflits taxonomiques.

La connaissance des particularités biologiques et écologiques des espèces en général est indispensable à toute action de conservation de la biodiversité. La sauvegarde et la conservation des ressources sont basées sur un concept de ressources naturelles basées sur un concept de protection et de mise en défens, ont certes évolué de nos jours vers une approche de rationalisation de la gestion de ces ressources incluant leur utilisation pour les besoins de la population (Akrimi, 1990).

Il faut prévoir des plans efficaces de sauvegarde tant qu'une analyse floristique et phytoécologique n'aura pas été réalisée. Parmi toutes les études menées jusqu'à l'heure actuelle dans le domaine phytoécologique, aucune ne porte sur l'inventaire du cortège floristique qui accompagne l'espèce *Atriplex halimus* L à Mostaganem. Cette étude peut présenter une certaine originalité à caractère surtout phytoécologique et fait appel notamment à trois variantes écologiques majeures : le bioclimat, le sol et la végétation.

4.1- Matériels et Méthodes

La surface des relevés doit être suffisante pour comprendre le maximum d'espèces végétales. Selon Guinochet (1973), une surface de végétation doit être floristiquement homogène, ce qui correspond à la notion d'aire minimale. Cette méthode consiste à établir l'inventaire complet des espèces sur une placette de 1 m².

En doublant successivement cette surface, on ajoute les espèces nouvelles qui apparaissent. On est supposé obtenir une aire « m », appelée « Aire minimale », c'est à dire une surface où il n'y a plus d'espèces nouvelles (Guinochet, 1973). Comme Godron (1984) le précise, les relevés ont été établis sur des surfaces où la végétation est suffisamment homogène pour que la liste floristique soit représentative.

Plusieurs sorties sur le terrain ont été réalisées dans le but de mieux connaître les formations végétales existantes et pour identifier les principales zones homogènes dans la région selon la méthode de (Gounot, 1969), les espèces sont échantillonnées de manière systématique.

A l'intérieur de chaque zone, nous avons choisi une station dans laquelle nous pouvons effectuer des relevés floristiques, comprenant les différentes informations sur les caractéristiques du milieu notamment la localisation, l'exposition, la pente, la présence des effets de l'érosion, le taux de recouvrement etc.

4.2- Choix des stations

Le choix des stations est dirigé par la présence de la diversité floristique au sein des *Atriplexaies*. Ces données nous ont permis de caractériser cinq stations dans la région.

Les cinq stations, représentent des populations naturelles autochtones de l'espèce *Atriplexhalimus L*, ces espèces sont pâturées durant quasiment toutes les saisons.

L'ensemble de ces stations quasi coalescentes forme une première zone importante pour les plantes, que nous nommerons «cordon littoral de Mostaganem».

Les trois stations Matarba, Sidi Medjdoub, et Mactaa sont des stations très exposées au embrin marin vu leur proximité de la mer et l'action anthropique est très présente. La station de Mazagran est une station qui se démarque par une grande richesse floristique et une dégradation alarmante des touffes et la station de Debdaba se trouve à proximité des terres de cultures ou la fertilisation par des engrais NPK ce qui favorise en générale le développement des nitratophiles.

En effet, selon Daget et Godron (1982) : la liste des espèces végétales d'une station n'est jamais connue d'une manière parfaite. L'incapacité de couvrir la totalité de la zone à étudier nécessite la mise en place d'un échantillonnage adéquat pour toute la surface à couvrir. Celui-ci consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble de la zone (Gounot, 1969).

L'exécution des relevés est accompagnée de l'enregistrement des caractères stationnels (lieu, altitude, exposition, substrat géomorphologique, pente).

L'utilisation de cette approche méthodologique, nous permettra l'élaboration de tableaux floristiques pour chaque station. L'aire minimale adoptée varie en fonction de la physionomie et la structure de la végétation (Kadik et Godron, 2004).

La méthode de relevés est linéaire parce qu'elle convient surtout au contrôle de l'évolution des pâturages en zone semi-aride ou dans les autres types de végétation ouverte. Cette méthode comporte un transect orienté depuis le littoral jusqu'à l'intérieur des terres, dont la distance dépend de l'hétérogénéité floristique estimée à vue d'œil tout au long du transect, y compris les espaces de pâturage.

.A cet effet, Il en découle qu'il sera parfois nécessaire de réaliser plusieurs relevés floristiques au cours d'une même saison de végétation pour rendre compte de ces successions étagées dans

le temps. La fréquence du suivi dépendra de la dynamique de la végétation : plus celle-ci sera rigoureuse et plus les suivis devront être rapprochés. Des relevés à un rythme annuel à bisannuel suffiront dans la plupart jusqu'à un rythme quinquennal (Dupieux, 2004).

4.3- Les types biologiques

Les formes biologiques constituent un élément de référence intervenant dans la définition des formations végétales (Delpech *et al.* 1985). Depuis le premier système de classification, purement descriptif, basé sur l'observation de la capacité d'une plante à fleurir et fructifier durant une période dans les systèmes de classification proposés (Grisebach, 1872 ; Warming, 1908 ; Ozenda, 1977).

Raunkiær (1904) signale que les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu. Dans notre étude, la classification de Raunkiær (1934) référencée, est celle appliquée par (Ozenda, 1977 ; Rekkis, 2012 ; Salemkour *et al.* 2012). Elle se base sur la position qu'occupent les méristèmes en dormance par rapport au niveau du sol durant la saison difficile (Lacoste et Salanon, 2001).

Les types biologiques sont conditionnés par les facteurs du milieu. Nous avons déterminé les spectres biologiques des formations à *Atriplex halimus* L situées sur le littoral mostaganémois. Quatre formes de vie ont été prises en considération : les Phanérophytes, les Chamaephytes, les Hémicryptophytes, les Thérophytes et les Géophytes (Raunkiær, 1905)

4.3.1- Les Phanérophytes

Les Phanérophytes sont des arbres ou des arbustes dont les bourgeons se trouvent en hiver très au-dessus de la couche de neige, c'est-à-dire à plus de 25 à 40 cm au-dessus du sol et qui assurent la protection de leurs bourgeons contre le froid en les entourant dans des enveloppes.

4.3.2- Les Chaméphytes

Les Chaméphytes sont des arbustes de moins de 50 cm de hauteur et censés se retrouver, en hiver, sous la couche de neige protectrice. Les bourgeons des chaméphytes sont aussi protégés par des enveloppes.

On distingue : Les chaméphytes non vasculaires : lichens chaméphytes dressés, couchés ou rampant, en coussins. Bryophytes chaméphytes.

Les chaméphytes vasculaires : chaméphytes dressés, rampant, à stolons, en coussins ou pluvines, chaméphytes bulbeux, lianes, succulents.

4.3.3-Les Hémicryptophytes

Les Hémicryptophytes dont les bourgeons, au ras du sol, sont enfouis dans des rosettes de feuilles (Pissenlits, Plantains, Iris, etc. Ils y a des Hémicryptophytes non vasculaire, vasculaires, cespiteux, à rosette partielle, rampants, bisannuelles.

4.3.4-Les Géophytes

Les Géophytes dont les bourgeons sont souterrains (plantes dont les tiges souterraines sont des rhizomes, des tubercules ou des bulbes.

4.3.5-Les Thérophytes

Les Thérophytes sont des plantes à cycle vital complet, de la germination à la graine mûre, compris dans une courte période végétative et ne se survivant pendant la période défavorable que sous forme de graines, de spores ou d'autres corps spéciaux (et d'habitude résistants) (Daguet-Godron 1974).

4.4- Caractérisation phytogéographique

Il est connu depuis la première synthèse phytogéographique de Maire (1926), que les territoires botaniques de l'Algérie appartiennent à l'empire holarctique, à la région méditerranéenne et à la région saharienne. Cependant, de nombreux auteurs ; citons principalement Eig (1931), Quézel et Santa (1962, 1963) et Zohary (1971) ; se sont penchés sur les problèmes des subdivisions de la région méditerranéenne à propos de la zone de transition assurant le passage à l'empire paléo-tropical.

Cette zone a été qualifiée de zone saharo-sindienne (Gaussen, 1963), de région saharo-sindienne Quézel (1965) et enfin de sous-région saharosindienne (Barry *et al.* 1974).

L'étude phytogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (Olivier *et al.* 1995). Zohary (1971) a attiré l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore méditerranéenne.

4.5- Indice d'occurrence ou Constance

La fréquence d'occurrence de l'espèce *i* (C_i), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de relevés contenant l'espèce *i* (p_i) au total des relevés réalisés (P) (Dajoz, 1985) (Annexe 4). Elle est calculée par la formule suivante :

$$C \% = (p_i / P) * 100$$

4.6-Indice de perturbation (IP)

L'indice de perturbation (IP) a été calculé sur le nombre d'espèces rencontrées ; il est donné par la relation :

$$IP = (\text{Nombre de Chaméphytes} + \text{Nombre de Thérophytes}) \times 100 / \text{Nombre total d'espèces.}$$

Loisel et Gamila (1993) ont calculé l'indice de perturbation qui permet de quantifier la thérophytisation d'un milieu.

La systématique des taxons cités tient compte de la classification APG III (Angiosperm Phylogeny Group, 2009). La nomenclature retenue a été actualisée selon African Plants Database (2012) et l'Index synonymique Flore Afrique du Nord (Dobignard et Chatelain, 2010-2013), ainsi des plateformes en ligne « Base de données des plantes d'Afrique » (Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève, 2012) et « World Flora Online » (2020).

La nomenclature a été réactualisée à l'aide du catalogue synonymique commenté de la flore de Tunisie (Le Floch *et al.* 2010) éventuellement actualisé. Les taxons relevés ont été renseignés : type biologique, chorologie. Tout cet ensemble constitue les données relatives à la flore.

4.7-Analyse statistique

L'analyse factorielle des correspondances pour les différents taxons des cinq stations considérées est effectuée par le programme Statbox 6.4. Une discrimination est faite en fonction de la répartition des taxons le long du plan factoriel (Axe 1-2).

4.8- Résultats et discussion

4.8.1- Nombre d'espèces et des genres par familles

Tableau 36 Nombre d'espèces et des genres par familles

Familles	Genres	Espèces
Aizoacées	1	1
Anacardiacees	1	1
Amaranthacées	11	10
Asparagacées	3	3
Apiacées	6	6

Aracées	1	1
Astéracées	35	35
Brassicacées	7	8
Borraginacées	5	5
Cactacées	2	2
Campanulacées	1	1
Caryophyllacées	3	3
Composées	21	21
Cistacées	1	1
Convolvulacée	2	2
Crassulacées	1	1
Cupressacées	2	2
Dipsacacées	1	1
Ephedracées	1	1
Euphorbiacées	4	4
Géraniacées	1	1
Juncacées	1	1
Iridacées	1	1
Fabacées	7	7
Fagacées	1	1
Labiées	1	1
Lamiacées	10	10
Liliacées	1	1
Malvacées	1	1
Myrtacées	1	1
Moracées	1	1
Oléacées	1	1
Orobanchacées	2	2
Oxalidacées	1	1
Papavéracées	3	3
Pinacées	1	1
Plantaginacées	4	4
Primulacées	1	1
Poacées	19	19
Polygonacées	3	3
Plumbaginacées	1	1
Ranunculacées	2	2
Résédacées	1	1
Rubiacées	3	4
Scrophulariacées	1	1
Solanacées	1	1

Salsolacées	2	2
Salicacées	1	1
Zygophyllacées	1	1
Urticacées	1	1
Tamaricacées	1	1
Thyméléacées	1	1
Total 52 Familles	186	187

L'inventaire floristique effectué a permis de comptabiliser 187 espèces appartenant à 186 genres plurispécifiques et 52 familles botaniques. Le plus grand nombre d'espèces appartient à la famille des Astéracées avec 35 genre est 35 espèces, les Composées (21 genre est 21 espèces), les Amaranthacées (11 genre est 10 espèces) et les Lamiacées (10 genre est 10 espèces) (Tableau37).

Tableau 37 Pourcentage des familles Station Matarba

Familles	%	Familles	%
Lamiacées	1.75	Zygophyllacées	1.75
Liliacées	1.75	Papavéracées	3.50
Poacées	10.52	Plumbaginacées	1.75
Primulacées	1.75	Scrophulariacées	1.75
Caryophyllacées	1.75	Malvacées	1.75
Fabacées	1.75	Aizoacées	1.75
Brassicacées	7.01	Caryophyllacées	3.50
Amaranthacées	3.50	Asparagacées	3.50
Composées	5.26	Orobanchacées	1.75
Convolvulacées	1.75	Oxalidacées	1.75
Rubiacees	1.75	Plantaginacées	1.75
Borraginacées	1.75	Astéracées	14.03
Ephedracées	1.75	Résédacées	1.75
Solanacées	1.75	Fagacées	1.75
Apiacées	3.50	Salsolacées	1.75
Géraniacées	1.75	Crassulacées	1.75
Euphorbiacées	1.75	Polygonacées	1.75

Tableau 38 : Pourcentage des familles Station Sidi Medjdoub

Familles	%	Familles	%
Poacées	12%	Campanulacées	2%
Astéracées	20%	Composées	4%

Lamiacées	2%	Plumbaginacées	2%
Primulacées	2%	Malvacées	2%
Asparagacées	4%	Orobanchacées	2%
Brassicacées	8%	Oxalidacées	2%
Ranunculacées	2%	Plantaginacées	6%
Iridacées	2%	Amarantacées	4%
Polygonaceae	2%	Fabacées	4%
Papavéracées	6%	Borraginacées	8%
Apiacées	2%	Urticacées	2%

Tableau 39 : Pourcentage des familles Station Mactaa

Familles	%	Familles	%
Poacées	11,66%	Lamiacées	1,66%
Astéracées	23,33%	Aizoacées	1,66%
Amaranthacées	8,33%	Oxalidacées	1,66%
Asparagacées	1,66%	Géraniacées	1,66%
Fabacées	6,66%	Pinacées	1,66%
Brassicacées	5%	Ranunculacées	1,66%
Composées	5%	Euphorbiacées	1,66%
Dipsacacées	1,66%	Polygonacées	1,66%
Apiacées	1,66%	Fagacées	1,66%
Convolvulacées	1,66%	Solanacées	1,66%
Euphorbiacées	1,66%	Tamaricacées	1,66%
Juncacées	1,66%	Labiées	1,66%
Cupressacées	1,66%	Thyméléacées.	1,66%
Rubiacées	1,66%	Plantaginacées	1,66%
Labiacées	1,66%	Urticacées	1,66%

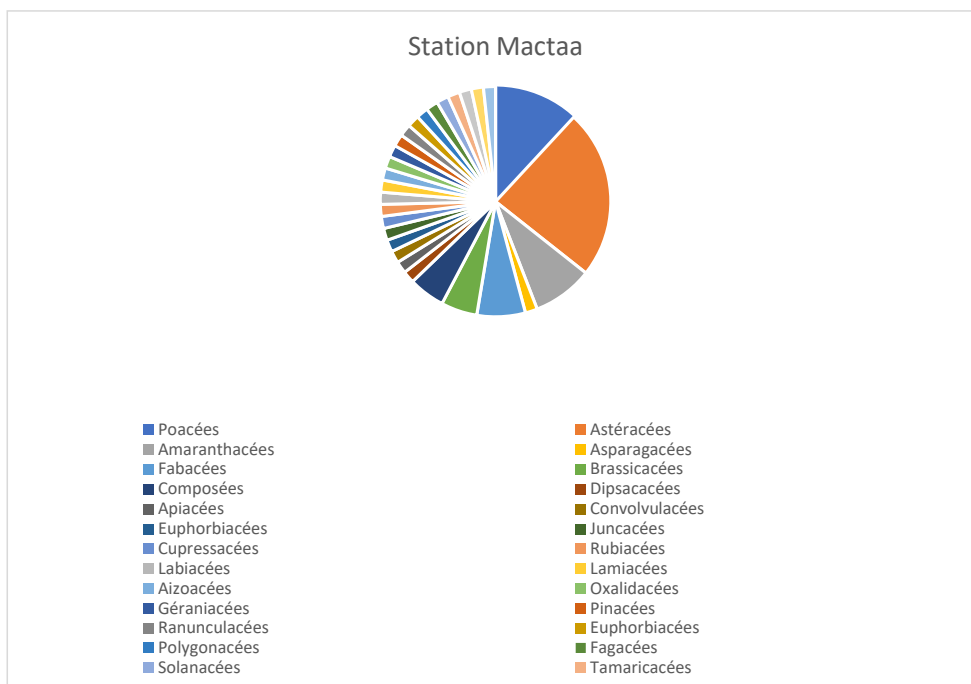
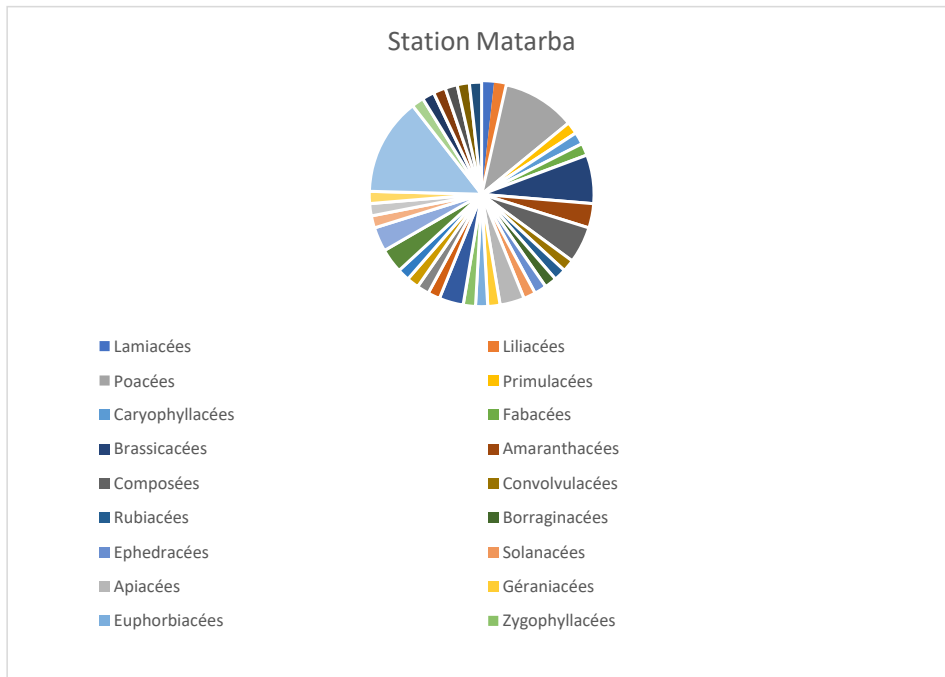
Tableau 40 : Pourcentage des familles Station Debdaba

Familles	%	Familles	%
Astéracées	7,31%	Borraginacées	2,43%
Lamiacées	9,75%	Myrtacées	2,43%
Composées	17,07%	Moracées	2,43%
Poacées	9,75%	Cistacées	2,43%
Fabacées	7,31%	Oxalidacées	2,43%
Asparagacées	2,43%	Cactacées	2,43%
Orobanchacées	2,43%	Oleacées	2,43%

Apiacées	2,43%	Plantaginacées	4,87%
Convolvulacées	2,43%	Salicacées	2,43%
Rubiacées	4,87%	Solanacées	2,43%
Cupressacées	2,43%	Urticacées	2,43%
Amaranthacées	2,43%		

Tableau 41 : Pourcentage des familles Station Mazargan

Familles	%	Familles	%
Composées	16,98 %	Polygonacées	1,88%
Lamiacées	11,32 %	Papaveracées	1,88%
Amaranthacées	5,66%	Cupressacées	1,88%
Aracées	1,88%	Malvacées	1,88%
Poacées	5,66%	Oxalidacées	1,88%
Orobanchacées	3,77%	Oleaceae	1,88%
Fabacées	3,77%	Anacardiacees	1,88%
Brassicacées	1,88%	Pinacées	1,88%
Astéracées	9,43%	Plantaginacées	1,88%
Cistacées	1,88%	Ranunculacées	1,88%
Convolvulacées	1,88%	Apiacées	1,88%
Cactacées	1,88%	Fagacées	1,88%
Euphorbiacées	5,66%	Caryophyllacées	1,88%
Boraginacées	1,88%	Plantaginacées	1,88%



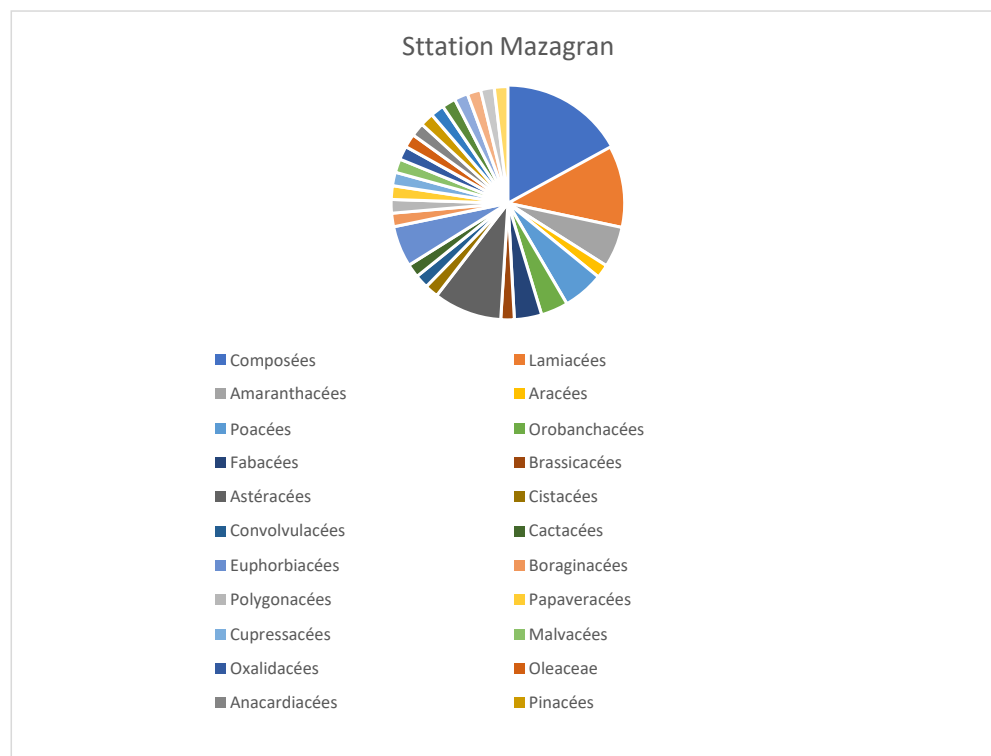
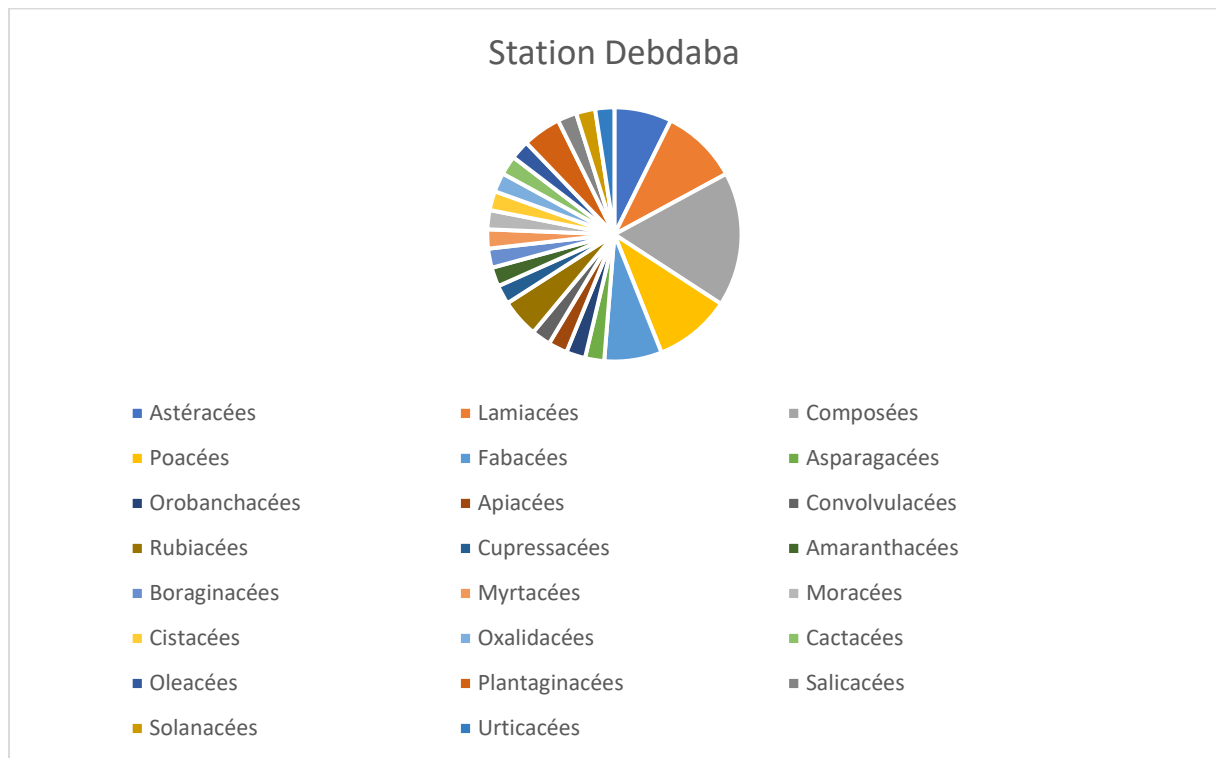


Figure 34 : Représentation par secteurs des Famille des stations

La station de Mactaa (Tableau 40) vient en première position avec 60 famille suivi par la station de Matarba 57 familles (Tableau 38), station de Sidi Medjdoub 50 familles (Tableau 39) et enfin la station de Mazagran avec 53 familles (Tableau 42) et Debdaba avec 41 Familles (Tableau 41).

Le pourcentage des familles de la station Mactaa est de 11.66 % (Poacées) ,8.33 % (Amaranthacées, 6.66 % (Fabacées) ,5 % (Brassicacées et Composées).

La station de Matarba avec 14.03% (Astéracées) ,10.52 % (Poacées) ,7.01 % (Brassicacées) et 5.26 % (Composées).

La station de Sidi Medjdoub avec 20 % (Astéracées) ,12 % (Poacées), 8 % (Brassicacées et Boraginacées), 6 % (Papaveracées et Plantaginacées).

La station de Debdaba avec 17.07 % (Composées) ,9.75 % (Lamiacées) et 7.31 % (Astéracées et Fabacées).

La station de Mazagran avec 16.88 % (Composées) ,11.32 % Lamiacées) ,9.43 % (Astéracées), 5.66 % (Amaranthacées, Poacées et Euphorbiacées) (Figure 37).

4.8.2-Inventaire floristique des stations a *Atriplex halimus L* région de Mostaganem, Algérie)

Tableau 42 : Inventaire floristique des stations a *Atriplex halimus L* du site de Matarba (région de Mostaganem, Algérie)

Stations	Matarba
Altitude(m)	20
Exposition	NE
Substrat	Manteaugrésocalcaire reposant sur des marnes du pliocène.

N°	Code et lettres	Espèces	Familles	Type biologiques	Type phytogéographiques
01	Ai	Ajuga iva L.	Lamiacées	Chamaephytes	Méditerranéen
02	At	Allium textile A.Nelson & J.F.Macbr.	Liliacées	Géophytes	Introduite d'Amérique Nord du
03	Ap	Alopecurus pratensis (R.Br.) Barnh.	Poacées	Hémicryptophytes	Eurasiatique

04	Ap	Anagallis arvensis (L.) U.Manns & Anderb.	Primulacées	Thérophytes	Cosmopolite
05	Ae	Arenaria emarginata Brot.	Caryophyllacées	Chamaephytes	Cosmopolite
06	Aa	Astragalus armatus L.	Fabacées	Thérophytes	Endémique Afrique du Nord
07	Am	Anthemis maritima L.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Occidental
08	Ac	Anacyclus clavatus Desf.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen- Occidental
09	As	Avena sterilis L.	Poacées	Thérophytes	Méditerranéen (eury)
10	Bf	Brassica fruticulosa Cirillo,	Brassicacées	Thérophytes	Méditerranéen
11	Bv	Beta vulgaris L.	Amaranthacées	Thérophytes	Eurasiatique
12	Bp	Bellis perennis L.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
13	Br	Bromus rubens L.	Poacées	Thérophytes	Méditerranéen
14	Ca	Calendula arvensis M.Bieb	Astéracées	Thérophytes	Sud- Méditerranéen
15	Cs	Centaurea sphaerocephala L.	Composées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Occidental
16	Ca	Convolvulus althaeoides L.	Convolvulacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
17	Cb	Crepis bursifolia L.	Composées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Occidentale
18	Cm	Crucianella maritima L.	Rubiacées	Thérophytes	Euro- Méditerranéen
19	Cd	Cynodon dactylon.L	Poacées	Géophytes	Cosmopolite
20	Ds	Digitaria sanguinalis L.	Poacées	Thérophytes	Cosmopolite
21	Ds	Datura stramonium L.	Solanacées	Thérophytes	Cosmopolite
22	Dm	Daucus muricatus L.	Apiacées	Nanophanérophyt es	Ouest Méditerranéen
23	Em	Eryngium maritimum L.	Apiacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Atlantique
24	Es	Echium sabulicola Pomel.	Borraginacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen - Occidental

25	Ef	<i>Ephedra fragilis</i> Desf.	Ephedracées	Microphanérophytes	Méditerranéen
26	Ec	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Géraniacées	Thérophytes	Cosmopolite
27	Eg	<i>Euphorbia graminifolia</i> Vill.	Euphorbiacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
28	Fc	<i>Fagonia cretica</i> L.	Zygophyllacées	Chamaephytes	Sud-Méditerranéen
29	Fm	<i>Fumaria munbyi</i> Boiss. & Reut.	Papavéracées	Thérophytes	Méditerranéen
30	Ld	<i>Limonium densiflora</i> Guss.	Plumbaginacées	Chamaephytes	Méditerranéen
31	Lt	<i>Linaria tingitana</i> Boiss. & Reut.	Scrophulariacées	Thérophytes	Méditerranéen - Occidental
32	Lo	<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poacées	Thérophytes	Macaronien-Méditerranéen
33	Lm	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	Brassicacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
34	Mp	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvacées	Thérophytes	Méditerranéen
35	Ms	<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R.Br.	Brassicacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen-Atlantique
36	Mc	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.	Aizoacées	Thérophytes	Macaronien-Méditerranéen
37	Mg	<i>Minuartia geniculata</i> Poir.	Caryophyllacées	Chamaephytes	Méditerranéen
38	Mm	<i>Muscaris maritimum</i> Desf.	Asparagacées	Nanophanérophytes	Euro-Méditerranéen
39	OI	<i>Orobanche litorea</i> Guss.	Orobanchacées	Géophytes	Méditerranéen
40	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidacées	Thérophytes	Méditerranéen
41	Pr	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papavéracées	Thérophytes	Européen
42	Pc	<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginacées	Hémicryptophytes	Eurasiatique
43	Pcp	<i>Picris cupuligera</i> Durieu.	Astéracées	Thérophytes	Nord-Africain
44	Pp	<i>Pseudorlaya pumila</i> L.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
45	Ra	<i>Reseda alba</i> L.	Résédacées	Thérophytes	Eurasiatique

46	Rm	Rotama monosparma (L.)Boiss.	Fagacées	Nanophanérophyt es	Méditerranéen - Occidental
47	Sk	Salsola kali L.	Salsolacées	Thérophytes	Cosmopolite
48	Sp	Senecio pinguiculus Pomel.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
49	Sc	Silene colorata Poir.	Caryophyllacées	Thérophytes	Méditerranéen
50	Sa	Sinapis arvensis L.	Brassicacées	Thérophytes	Européen tempéré
51	Sap	Sonchus asper All.	Astéracées	Thérophytes	Cosmopolite
52	Sm	Sueda maritima (L.)Dumort.	Amaranthacées	Thérophytes	Méditerranéen- Atlantique
53	Ss	Sedum sediforme Jacq.	Crassulacées	Chamaephytes	Méditerranéen
54	Rb	Rumex bucephalophorus L.	Polygonacées	Thérophytes	Méditerranéen
55	Xs	Xanthium strumarium L.	Composées	Thérophytes	Subcosmopolite
56	Ud	Urtica dioica L.	Urticacées	Géophytes	Cosmopolite
57	Um	Urginea maritima L.	Asparagacées	Géophytes	Méditerranéen

Tableau 43 : Inventaire floristique des stations a *Atriplex halimus* du site de Sidi Medjdoub (région de Mostaganem, Algérie)

Stations	Sidi Medjdoub
Altitude(m)	53
Exposition	NE
Substrat	Manteau grésocalcaire reposant sur des marnes du pliocène.

N°	Code et lettres	Espèce	Familles	Type biologiques	Type phytogéographiques
01	Al	Aeluropus littoralis Gouan.	Poacées	Phanérophytes	Méditerranéen
02	Ac	Anthemis chrysantha J.Gay.	Astéracées	Thérophytes	Eurasiatique

03	Ai	Ajuga iva L.	Lamiacées	Chamaephytes	Méditerranéen
04	Ap	Alopecurus pratensis L.	Poacées	Chamaephytes	Eurasiatique
05	Aa	Anagallis arvensis L.	Primulacées	Thérophytes	Cosmopolite
06	Aac ut	Asparagus acutifolius L.	Asparagacées	Nanophanérophyt es	Méditerranéen
07	Af	Atractylis flava Desf.	Asteracées	Chamaephytes	Nord-Africain Nord- Saharien
08	Bf	Brassica fruticulosa Cirillo.	Brassicacées	Thérophytes	Méditerranéen
09	Cbp	Capselle bursa-pastoris Medik.	Brassicacées	Thérophytes	Cosmopolite
10	Cs	Centaurea sphaerocephala L.	Astéracées	Chamaephytes	Méditerranéen
11	Cb	Clematis brevipes Rehder.	Ranunculacées	Phanérophytes	Méditerranéen
12	Cc	Crocus chrysanthus Herb.	Iridacées	Chamaephytes	Méditerranéen
13	Cm	Cerithe major L.	Boraginacées	Thérophytes	Méditerranéen
14	Cbur	Crepis bursifolia L.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Occidentale
15	Cd	Cynodon dactylon L.	Poacées	Géophytes	Cosmopolite
16	Ds	Digitaria sanguinalis L.	Poacées	Thérophytes	Cosmopolite
17	Es	Emex spinosa L.	Polygonaceae	Thérophytes	Méditerranéen
18	Eh	Echium humile L.	Boraginacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Atlantique
19	Ev	Echium vulgare L.	Boraginacées	Hémicryptophytes	Européen
20	Fm	Fumaria munbyi Boiss. & Reut.	Papavéracées	Thérophytes	Méditerranéen
21	Fc	Ferula communis L.	Apiacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
22	Gc	Glaucium corniculatum L.	Papavéracées	Thérophytes	Méditerranéen
23	Jc	Jasione corymbosa L.	Campanulacées	Nanophanérophytes	Méditerranéen- Ouest

24	Hs	<i>Helichrysum stoechas</i> L.	Astéracées	Chaméphyte	Méditerranéen-Atlantique
25	Lo	<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poacées	Thérophytes	Macaronien-Méditerranéen
26	Ll	<i>Leysera lyseroides</i> Desf.	Composées	Chamaephytes	Nord-Africain
27	Li	<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC.	Astéracées	Hémicryptophytes	Eurasiatique
28	Ld	<i>Limonium densiflorum</i> Guss.	Plumbaginacées	Chamaephytes	Méditerranéen
29	Lc	<i>Launaea capitata</i> Spreng.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen-Saharo-Sindien
30	Mp	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvacées	Thérophytes	Méditerranéen
31		<i>Myosotis secunda</i> Al.Murray.	Boraginacées	Hémicryptophytes	Europe-Occidental
32	OI	<i>Orobanche litorea</i> Guss.	Orobanchacées	Géophytes	Méditerranéen
33	Om	<i>Onopordum macracanthum</i> L.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen-Asiatique
34	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidacées	Thérophytes	Méditerranéen
35	Pr	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papavéracées	Thérophytes	Européen
36	PC	<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginacées	Hémicryptophytes	Eurasiatique
37	Pm	<i>Polypogon maritimus</i> Will.	Poacées	Thérophytes	Méditerranéen
38	Pa	<i>Polycnemum arvense</i> L.	Amarantacées	Thérophytes	Eurasiatique
39	Rm	<i>Retama monosperma</i> Boiss.	Fabacées	Nanophanérophytes	Méditerranéen - Occidental
40	Sk	<i>Salsola kali</i> L.	Amarantacées	Thérophytes	Cosmopolite
41	Sa	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicacées	Thérophytes	Européen tempéré
42	Sp	<i>Symphotrichum pilosum</i> Willd.	Composées	Thérophytes	Méditerranéen
43	Spi ng	<i>Senecio pinguiculus</i> Pomel.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
44	So	<i>Sisymbrium orientale</i> L.	Brassicacées	Thérophytes	Méditerranéen

45	Sasp	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Astéracées	Thérophytes	Cosmopolite
46	Sm	<i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumort.	Amaranthacées	Thérophytes	Méditerranéen-Atlantique
47	Vo	<i>Veronica officinalis</i> L.	Plantaginacées	Hémicryptophytes	Circumboréale
48	Vs	<i>Vicia sativa</i> L.	Fabacées	Thérophytes	Européen méridional
49	Ud	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticacées	Géophytes	Cosmopolite
50	Um	<i>Urginea maritima</i> L.	Asparagacées	Géophytes	Méditerranéen

Tableau 44 : Inventaire floristique des stations a *Atriplex halimus* du site de Mactaa (région de Mostaganem, Algérie)

Stations	Mactaa
Altitude(m)	3
Exposition	NO
Substrat	Gypse, Argile, Calcaire, grès du Miocène

N°	Code et lettres	Espèces	Familles	Type biologiques	Type phytogéographiques
01	Ar	<i>Anthemis ruthenica</i> M.Bieb.	Astéracées	Thérophytes	Eurasiatique
02	Aa	<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link.	Poacées	Géophytes	Circumboréal
03	Ap un	<i>Ammochloa pungens</i> (Schreb.) Boiss.	Poacées	Chamaephytes	Afrique Nord -Ouest
04	Af	<i>Atractylis flava</i> Desf.	Astéracées	Chamaephytes	Nord-Africain Nord- Saharien
05	Ap	<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC.	Amaranthacées	Thérophytes	Circumboréale
06	Aa	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Asparagacées	Nanophanérophytes	Méditerranéen
07	Aar m	<i>Astragalus armatus</i> L.	Fabacées	Thérophytes	Endémique Nord-Africain

08	Ac	Arctotheca calendula(L.) Levyns.	Astéracées	Thérophytes	Endémique, Nord-Africain Naturalisée en Eur-Occidentale,
09	Bp	Brassica procumbens Poir.	Brassicacées	Thérophytes	Méditerranéen
10	Ca	Calendula algeriensisBoiss. & Reut.	Astéracées	Chamæphytes	Méditerranéenne etde Macaronésie.
11	Cb p	Capselle bursa-pastorisMedik.	Brassicacées	Thérophytes	Cosmopolite
12	Cs	Ceratonia siliqua L.	Fabacées	Phanérophtes	Méditerranéen
13	Cc	Crepis capillaris L.	Composées	Hémicryptophytes	Européen
14	Cv	Crupima vulgaris Cass.	Astéracées	Thérophytes	Eury- Méditerranéen
15	Cg	Cephalaria gigantea(Ledeb.) Bobr.	Dipsacacées	Microphanérophytes	Europe centrale
16	Dc	Daucus carota L.	Apiacées	Hémicryptophytes	Européen
17	Ds	Digitaria sanguinalis L.	Poacées	Thérophytes	Cosmopolite
18	Eb	Erigeron bonariensis L.	Astéracées	Thérophytes	Introduire (Amérique tropical)
19	En	Evolvulus nummulariusL.	Convolvulé es	Hémicryptophytes	Tropical-subtropical
20	Ep	Euphorbia pithyusa L.	Euphorbiacée s	Chaméphytes	Méditerranéen Occidental
21	Fa	Filago arvensis L.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
22	Je	Jacobaea erratica(Bertol.) Fourr.	Astéracées	Hémicryptophytes	Européen
23	Jm	Juncus maritimus Lam.	Juncacées	Géophytes	Cosmopolite
24	Jo	Juniperus oxycedrus L.	Cupressacées	Nanophanérophtes	Méditerranéen- Atlantique
25	Hr	Hypochaeris radicata L.	Astéracées	Hémicryptophytes	Européen méridional
26	Hs	Hyoseris scabra L.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
27	GT	Galactites tomentosus Moench.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
28	Gp	Galium parisiense L.	Rubiacées	Thérophytes	Méditerranéen
29	Lo	Lagurus ovatus L.	Poacées	Thérophytes	Macaronien- Méditerranéen
30	Ma	Marrubium alyssoides Pomel.	Lamiacées	Hémicryptophytes	Euro- méditerranéenne

31	Ma	Malcolmia arenaria(Desf.) DC.	Brassicacées	Thérophytes	Endémique
32	Mc	Mesembryanthemum crystallinum L.	Aizoacées	Thérophytes	Méditerranéen Sud- Africain Macaronésie
33	Oa	Ononis antennataPomel.	Fabacées	Thérophytes	Nord-Ouest Afrique
34	Op	Ornithopus pinnatus(Mill.) Druce.	Fabacées	Thérophytes	Méditerranéen- Atlantique
35	Oc	Oxalis corniculata L.	Oxalidacées	Thérophytes	Méditerranéen
36	Pi	Pelargonium inodorumWilld.	Géraniacées	Nanophanérophytes	Subcosmopolite
37	Ps	Paspalum setaceumMichx.	Poacées	Hémicryptophytes	Introduite (Amérique)
38	Ph	Pinus halepensis Mill.	Pinacées	Phanérophytes	Méditerranéen
39	Pa	Phragmites australisAdans.	Poacées	Géophytes	Cosmopolite
40	Pc	Poa compressa L.	Poacées	Hémicryptophytes	Euro-Asiatique
41	Pm aj	Polycnemum majus Al. Braun.	Amaranthacées	Thérophytes	Européen- Occidental
42	Pm	Polypogon monspeliensis Desf.	Poacées	Thérophytes	Subtropical (paléo)
43	Rc	Ranunculus circinatus Sibth.	Ranunculacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
44	Rt	Reichardia tingitana(L.) Roth.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen et Ouest Asie
45	Rco m	Ricinus communis L.	Euphorbiacée s	Nanophanérophytes	Subtropical
46	Rc	Rumex crispus L.	Polygonacées	Hémicryptophyte	Cosmopolite
47	Rm	Rotama monospermaBoiss.	Fagacées	Nanophanérophytes	Méditerranéen - Occidental
48	Sf	Salsola fruticosa L.	Amaranthacées	Chaméphyte	Cosmopolite
49	Sm	Sueda maritima (L.)Dumort.	Amaranthacées	Thérophytes	Méditerranéen- Atlantique
50	Sa	Sonchus arvensis (L.)Hill.	Astéracées	Hémicryptophytes	Cosmopolite
51	Sl	Senecio leucanthemifolius Poir.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
52	Sc	Solanum chenopodioides Lam.	Solanacées	Hémicryptophytes	Introduite (Amérique du sud)
53	So	Spinacia oleracea L.	Amaranthacées	Thérophytes	Introduite (Asie)

54	Sp	<i>Symphotrichum pilosum</i> Willd.	Composées	Thérophytes	Méditerranéen
55	Tg	<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricacées	Microphanérophytes	Méditerranéen
56	Tc	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	Labiées	Chamaephytes	Endémique NordAfrique
57	Xs	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Composées	Thérophytes	Subcosmopolite
58	TP	<i>Thymelaea passerina</i> L.	Thyméléacées.	Thérophytes	Méditerranéen (eury)
59	Vo	<i>Veronica officinalis</i> L.	Plantaginacées	Hémicryptophytes	Circumboréale
60	Ud	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticacées	Géophytes	Cosmopolite

Tableau 45 : Inventaire floristique des stations à *Atriplex halimus* du site de Debdaba (région de Mostaganem, Algérie)

Stations	Debdaba
Altitude(m)	138
Exposition	NE
Substrat	Manteau grésocalcaire reposant sur des marnes du pliocène.

N°	Code lettré	Espèces	Familles	Type biologiques	Type phytogéographiques
01	As	<i>Achillea setacea</i> (Waldst. & Kit.)	Astéracées	Chamaephytes	Méditerranéen
02	Ai	<i>Ajuga reptans</i> L.	Lamiacées	Chamaephytes	Méditerranéen
03	Ac	<i>Artemisia campestris</i> L.	Composées	Géophytes	Eurasiatique
04	Ag	<i>Agrostis perennans</i> (Walter) Tuck.	Composées	Nanophanérophytes	Subcosmopolite
05	Am	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	Composées	Nanophanérophytes	Eurasiatique
06	Ah	<i>Asparagus horridus</i> L.	Asparagacées	Nanophanérophytes	Méditerranéen
07	Bt	<i>Bupleurum tenuissimum</i> L.	Apiacées	Thérophytes	Méditerranéen-Atlantique

08	Bl	Bromus latiglumis (Shear) Hitchc.	Poacées	Thérophytes	Paléo- Sub tropical
09	OI	Orobanche litorea Guss.	Orobanchacées	Géophytes	Méditerranéen
10	Cl	Carlina lanata L.	Composées	Thérophytes	Méditerranéen
11	Cs	Ceratonia siliqua L.	Fabacées	Phanérophytes	Méditerranéen
12	Cv	Clinopodium vulgare L.	Lamiacées	Hémicryptophytes	Circumboréale
13	Calt	Convolvulus althaeoidesL.	Convolvulacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
14	Ca	Crucianella angustifolia L.	Rubiacées	Thérophytes	Euro- Méditerranéen
15	Csem	Cupressus sempervirensL.	Cupressacées	Mégaphanérophytes	Méditerranéen- Orientale
16	Cp	Cyathula prostrata (L.)Blume	Amaranthacées	Nanophanérophytes	Tropical- subtropical
17	Es	Echium sabulicolaPomel.	Boraginacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Occidentale
18	Er	Elymus repens (L.) Gould	Poacées	Géophytes	Circumboréal
19	Eg	Eucalyptus globulusLabill.	Myrtacées	Mégaphanérophytes	Introduite (Australie)
20	Eb	Erigeron bonariensis L.	Composées	Thérophytes	Introduite (Amér. tropicale)
21	Fg	Ficus glumosa Delile.	Moracées	Mésophanérophytes	Afrique-tropical
22	Fa	Filago arvensis L.	Composées	Thérophytes	Méditerranéen
23	Gq	Galinsoga quadrisadiata Ruiz.	Astéracées	Thérophytes	Introduite (Amérique du sud)
24	Ha	Helianthemum apenninum (L.) Mill.	Cistacées	Chaméphytes	Européen méridional
25	Hr	Hedypnois rhagadioloides (L.)F.W.Schmidt	Composées	Thérophytes	Méditerranéen
26	Lo	Lagurus ovatus L.	Poacées	Thérophytes	Macaronien- Méditerranéen
27	Mv	Marrubium vulgare L.	Lamiacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
28	Op	Ornithopus pinnatus (Mill.) Druce.	Fabacées	Thérophytes	Méditerranéen

29	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidacées	Thérophytes	Méditerranéen
30	Ofi	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Cactacées	Nanophanérophytes	Introduit (Amérique tropicale)
31	Oe	<i>Olea europaea</i> L.	Oleacées	Phanérophytes	Méditerranéen
32	Pt	<i>Phlomis tuberosa</i> L.	Lamiacées	Nanophanérophytes	Europe
33	Po	<i>Plantago ovata</i> Forssk.	Plantaginacées	Phanérophytes	Asie, Méditerranéen, et Nord-Africain
34	Pm	<i>Polygonum monspeliensis</i> (L.) Desf.	Poacées	Thérophytes	Subtropical
35	Rp	<i>Rubia peregrina</i> L.	Rubiacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen (eury)- Atlantique(eury)
36	Sa	<i>Salix alba</i> L.	Salicacées	Mégaphanérophytes	Euro-Asiatique
37	Sc	<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	Solanacées	Hémicryptophytes	Introduite (Amérique dusud)
38	Sm	<i>Silybum marianum</i> L.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
39	Vp	<i>Veronica persica</i> Poir.	Plantaginacées	Hémicryptophytes	Circumboréale
40	Vs	<i>Vicia sativa</i> L.	Fabacées	Thérophytes	Européen méridional
41	Ud	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticacées	Géophytes	Cosmopolite

Tableau 46 : Inventaire floristique des stations a *Atriplex halimus* L du site de Mazagran (région de Mostaganem, Algérie)

Stations	Mazagran
Altitude(m)	94
Exposition	NE
Substrat	Manteau grésocalcaire reposant sur des marnes du pliocène.

N°	Code et lettres	Espèces	Familles	Type biologiques	Type phytogéographiques
01	Av	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Composées	Chamaephytes	Eurasiatique
02	As	<i>Achillea setacea</i> (Waldst. & Kit.) .	Composées	Nanophanéophytes	Eurasiatique
03	Ai	<i>Ajuga iva</i> L.	Lamiacées	Chamaephytes	Méditerranéen
04	Ap	<i>Alternanthera pungens</i> Kunth.	Amaranthacées	Nanophanéophytes	Introduite Amérique tropicale)
05	Avul	<i>Arisarum vulgare</i> (O.Targ.Tozz.).	Aracées	Géophytes	Méditerranéen
06	Bh	<i>Bassia hyssopifolia</i> (Pall.) Kuntze.	Amaranthacées	Thérophytes	Méditerranéen
07	Bi	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	Poacées	Hémicryptophytes	Eurasiatique
08	Bt	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Orobanchacées	Thérophytes	Méditerranéen
09	Cb	<i>Carlina biebersteinii</i> Bernh ex Hornem.	Composées	Hémicryptophytes	Européen
10	Cs	<i>Calicotome spinosa</i> (L.)Link.	Fabacées	Phanéophytes	Méditerranéen
11	Cb	<i>Capsella bursa -pastoris</i> L.	Brassicacées	Thérophytes	Cosmopolite
12	Cv	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Astéracées	Hémicryptophytes	Eurasiatique
13	Ct	<i>Cistus heterophyllus</i> Desf.	Cistacées	Nanophanéophytes	Méditerranéen-Occidentale
14	Cs	<i>Crepis sancta</i> L.	Composées	Thérophytes	Euro- Méditerranéen
15	Ca	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Convolvulacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
16	Cl	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> F.M.Knuth.	Cactacées	Phanéophytes	Cosmopolite
17	Eg	<i>Euphorbia graminifolia</i> Vill.	Euphorbiacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
18	Es	<i>Echium sabulicola</i> Pomel	Boraginacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen-Occidentale
19	Es	<i>Rumex spinosus</i> L.	Polygonacées	Thérophytes	Méditerranéen

20	Eb	<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Composées	Thérophytes	Introduite (Amérique tropicale)
21	Fm	<i>Fumaria munbyi</i> Boiss. & Reut.	Papavéracées	Thérophytes	Méditerranéen
22	Hs	<i>Hieracium scabrum</i> Michx.	Composées	Hémicryptophytes	Cosmopolite
23	Ha	<i>Hypochaeris achyrophorus</i> L.	Astéracées	Thérophytes	Méditerranéen
24	Ko	<i>Krigia occidentalis</i> Nutt.	Composées	Chamaephytes	Amérique du nord
25	Is	<i>Ifloga spicata</i> (Forssk.)Sch.Bip.	Composées	Thérophytes	Saharo- Sindien
26	Jo	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Cupressacées	Nanophanéphytes	Méditerranéen- atlantique
27	Lo	<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poacées	Thérophytes	Macaronien- Méditerranéen
28	Ld	<i>Lavandula dentata</i> L.	Lamiacées	Chaméphytes	Méditerranéen
29	Lt	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
30	Mp	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvacées	Thérophytes	Méditerranéen
31	Mj	<i>Micromeria juliana</i> (L.)Benth.	Lamiacées	Chaméphytes	Méditerranéen
32	Om	<i>Onopordum macracanthum</i> Schousb.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen- Asiatique
33	OI	<i>Orobanche litorea</i> Guss.	Orobanchacées	Géophytes	Méditerranéen
34	Op	<i>Ornithopus pinnatus</i> (Mill.)Drus.	Fabacées	Thérophytes	Méditerranéen
35	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidacées	Thérophytes	Méditerranéen
36	Oe	<i>Olea europaea</i> L.	Oléacées	Phanérophytes	Méditerranéen
37	Pl	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiacées	Nanophanéphytes	Méditerranéen
38	Ph	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinacées	Phanérophytes	Méditerranéen
39	Pc	<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginacées	Thérophytes	Euro-Asiatique
40	Pm	<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	Poacées	Thérophytes	Subtropical
41	Pt	<i>Phlomis tuberosa</i> L.	Lamiacées	Nanophanéphytes	Euro-Asiatique
42	Rc	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	Ranunculacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen

43	Rcom	Ricinus communis L.	Euphorbiacées	Nanophanérophytes	Subtropical
44	Rs	Ridolfia segetum (L.)Moris.	Apiacées	Thérophytes	Méditerranéen
45	Rm	Rotama monospermaBoiss.	Fagacées	Nanophanérophytes	Méditerranéen-Occidental
46	Sk	Salsola kali L.	Amaranthacées	Thérophytes	Cosmopolite
47	Sg	Sapium glandulosum (L.) Morong.	Euphorbiacées	Mésophanérophytes	Néotropical
48	Tb	Taraxacum bessarabicum Hornem.	Composées	Hémicryptophytes	Européen méridional
49	Sv	Salvia verbenaca L.	Lamiacées	Hémicryptophytes	Méditerranéen-Atlantique
50	Sc	Silene colorata Poir.	Caryophyllacées	Thérophytes	Méditerranéen
51	Sm	Silybum marianum (L.)Gaertn.	Astéracées	Hémicryptophytes	Méditerranéen
52	Tv	Thymus vulgaris L.	Lamiacées	Chamaephytes	Méditerranéen-Occidental
53	Vo	Veronica officinalis L.	Plantaginacées	Hémicryptophytes	Circumboréale

Les familles les mieux représentées dans l'ensemble de nos relevés sont les Astéracées avec 35 espèces, les Composées (21) les Poacées (19), les Amaranthacées et les Lamiacées(10), les Brassicacées(8), les Fabacées (7), les Apiacées(6), les Borraginacées(5), les Euphorbiacées, les Rubiacées et les Plantaginacées(4) et enfin les autres familles restantes comportant moins de 4 espèces sont nombreuses(Tableau47).

4.8.3- Caractérisation biologique

La répartition des types biologiques dans les formations végétales à *Atriplex halimus* L suivent cependant les schémas suivants :

Matarba: Th > Hé> Ch> Ge> Ph

Sidi Medjdoub: Th> Hé >Ch > Ph> Ge

Mactaa: Th > Hé> Ph> Ch> Ge

Debdaba: Th > Hé> Ph> Ch= Ge

Mazagran: Th > Hé> Ph >Ch >Ge

L'analyse des types biologiques des espèces relevées montre la prédominance des thérophytes dans toutes les stations à *Atriplex halimus L* avec 54.38 % à Matarba, 48 % à Sidi Medjdoub, 43.33 % à Mactaa ,33.96 % à Mazagran et 31.71 % à Debdaba (Figure 38).

Les Chamaephytes, les Hémicryptophytes, les Phanérophytes et les Géophytes occupent dans l'ordre comme suit :

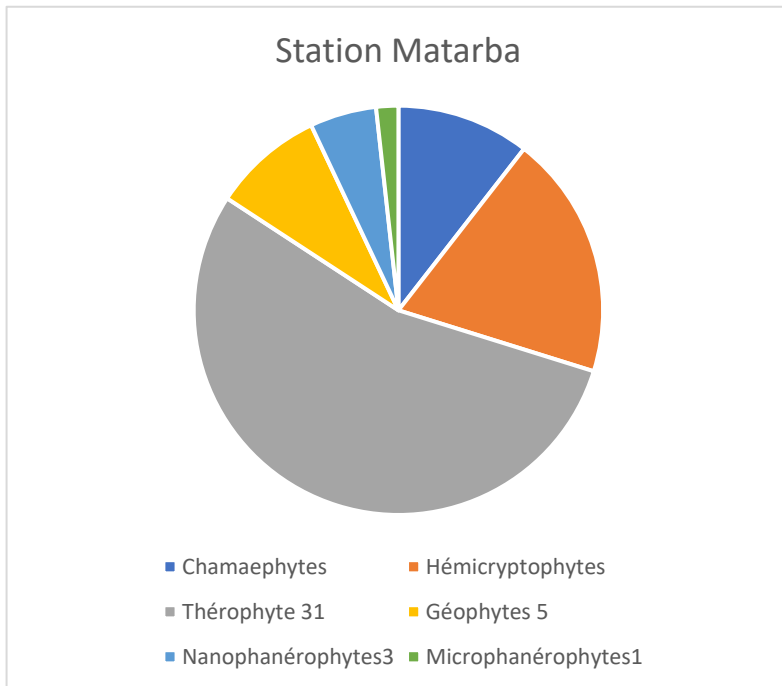
Les Chamaephytes : 16 % Sidi Medjdoub ,11.32 % à Mazagran, 10.52 % à Matarba, 10 % à Mactaa et 7.31% à Debdaba.

Les Hémicryptophytes : 26.41 % à Mazagran, 25 % à Mactaa, 21.95 % à Debdaba, 19.29 % à Matarba, et 18 % à Sidi Medjdoub.

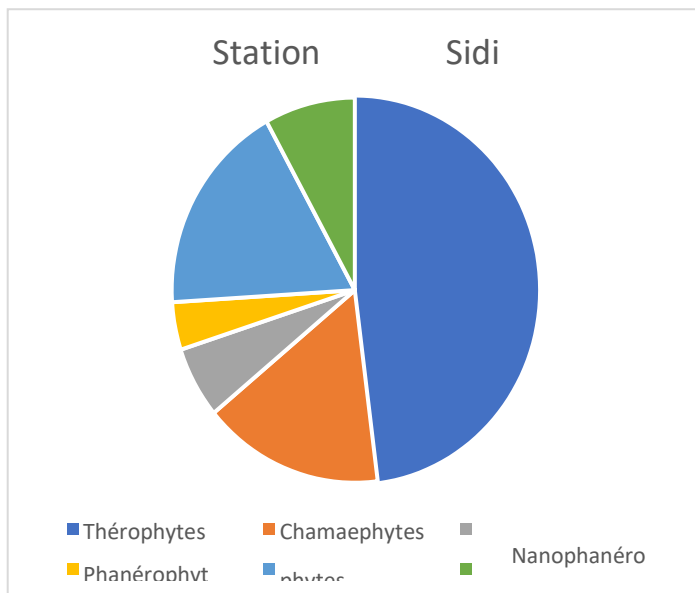
Les Phanérophytes : 24.51 % à Mazagran, 21.68 % à Debdaba, 14.99 % à Mactaa, 10 % à Sidi Medjdoub et 7.01 % à Matarba.

Les Géophytes : 8.77 % à Matarba, 8 % à Sidi Medjdoub, 7.33 % à Debdaba, 6.66 % à Mactaa et 3.77 % à Mazagran.

Atriplexaies

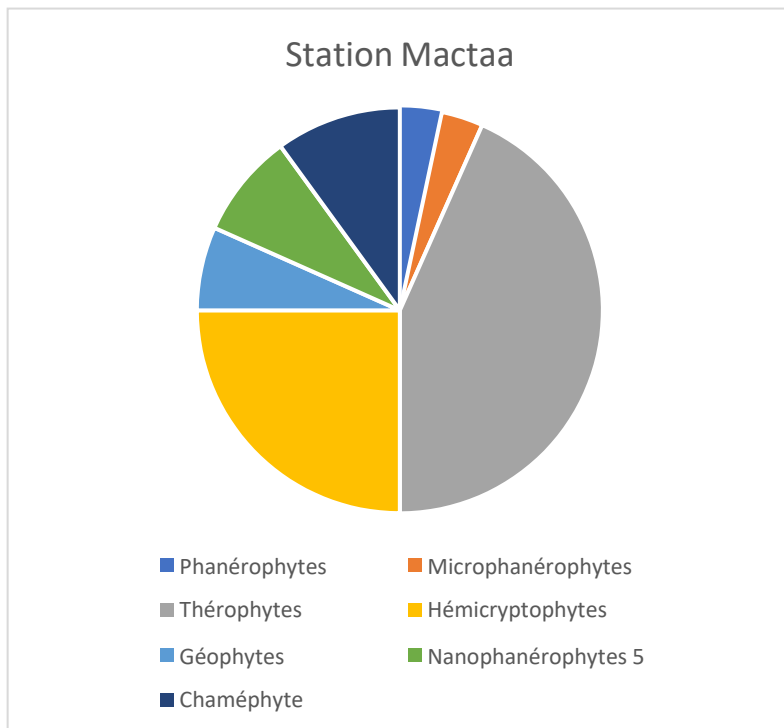


Type biolog.Matarba	%
Thérophyte	54,38
Hémicryptophytes	19,29
Chamaephytes	10,52
Géophytes	8,77
Phanérophytes	7,01

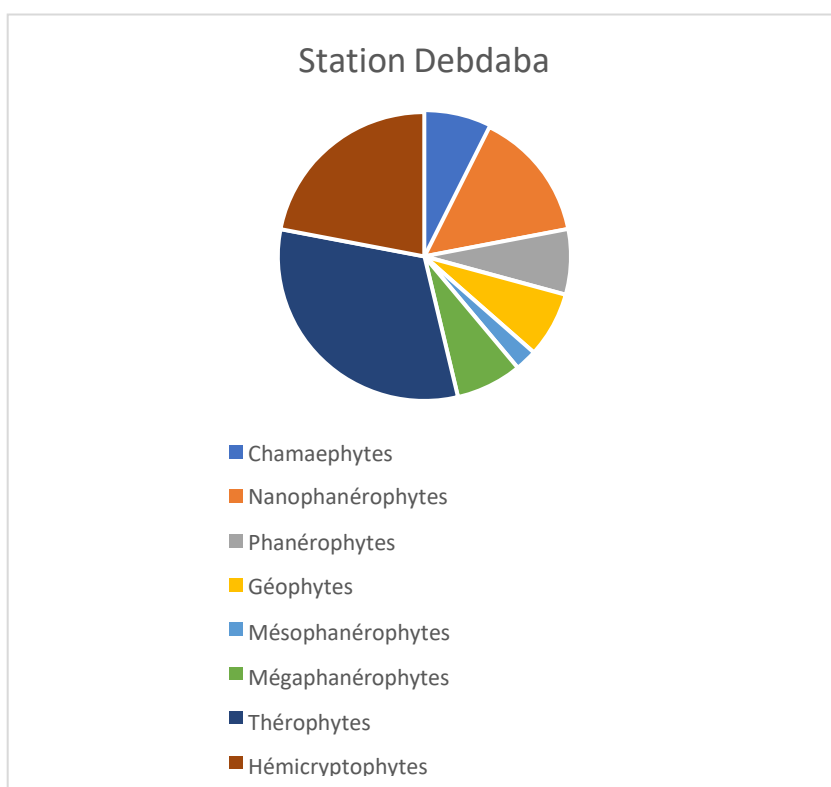


Type biolog. Sidi Medjdoub	%
Thérophytes	48
Hémicryptophytes	18
Chamaephytes	16
Phanérophytes	10
Géophytes	8

Atriplexaies



Type biolog.	%
Thérophytes	43,33
Hémicryptophytes	25
Phanérophytes	14,99
Chamaephytes	10
Géophytes	6,66



Type biolog.	%
Thérophytes	31,70
Hémicryptophytes	21,95
Phanérophytes	21,68
Géophytes	7,31
Chamaephytes	7,31

Atriplexaies

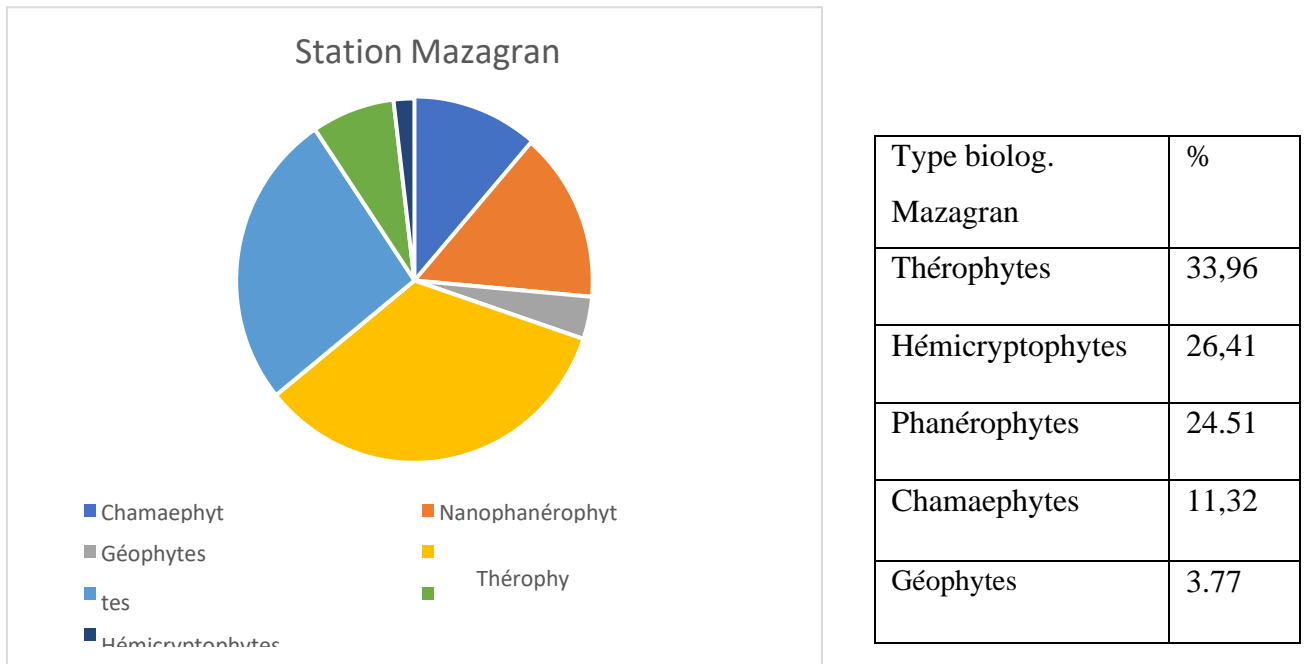


Figure 35 : Représentation par secteurs des types biologiques

4.7.4- Etude chorologique

- Ensemble méditerranéen

C'est le plus représenté dans nos stations par ordre d'importance nous avons 24 taxons à Mazagra, 22 à Sidi Medjdoub, 20 à Matarba, 14 à Debdaba et 12 à Mactaa.

Cet ensemble est suivi de près par les espèces méditerranéennes occidentales 17 à Matarba, 4 à Mazagran, 2 à Mactaa et une à Sidi Medjdoub. On compte aussi les Atlantiques méditerranéennes avec 3 à Matarba ,3 à Sidi Medjdoub ,3 à Mactaa et 2 à Mazagran.

Les espèces Macaronien – Méditerranéen : 2 à Matarba, 2 à Mactaa, 1 à Sidi Medjdoub et 1 à Mazagran. Les européennes méditerranéennes : 2 à Matarba, 2 à Mactaa.

- Ensemble septentrional

Les éléments eurasiatiques constituent le fond floristique majeur des régions tempérées, on dénombre 4 à Matarba, 4 à Sidi Medjdoub et 3 à Mactaa.

Le nombre d'espèces chez les autres éléments circumboréales 3 à Mactaa et 3 à Debdaba. Tropicale et sub tropicale 2 à Mactaa ,3 à Debdaba et 2 à Mazagran.

-Ensemble endémique.

Atriplexaies

Le nombre d'espèces endémiques comprend par ordre de d'importance l'élément endémique Nord-africain : 3 espèces à Mactaa et 1 espèce à Matarba

- Les sahariennes

Avec 2 espèces à Sidi Medjdoub et 1 espèce à Mactaa et 1 espèce à Mazagran

- Les Nord Africaines

Représentées par 1 espèce uniquement à Matarba ,1 espèce à Sidi Medjdoub et 1 espèce à Mactaa.

-Ensemble à large répartition

Cet ensemble est encore bien représenté, l'élément cosmopolite arrive en tête avec 9 espèces à Matarba, 8 à Mactaa, 7 à Sidi Medjdoub et 4 à Mazagran. Les sub cosmopolite avec 2 à Mactaa. L'élément européen est présenté par 3 espèces à Mactaa, 1 à Materba, 1 à Debdaba et 1 espèce à Mazagran.

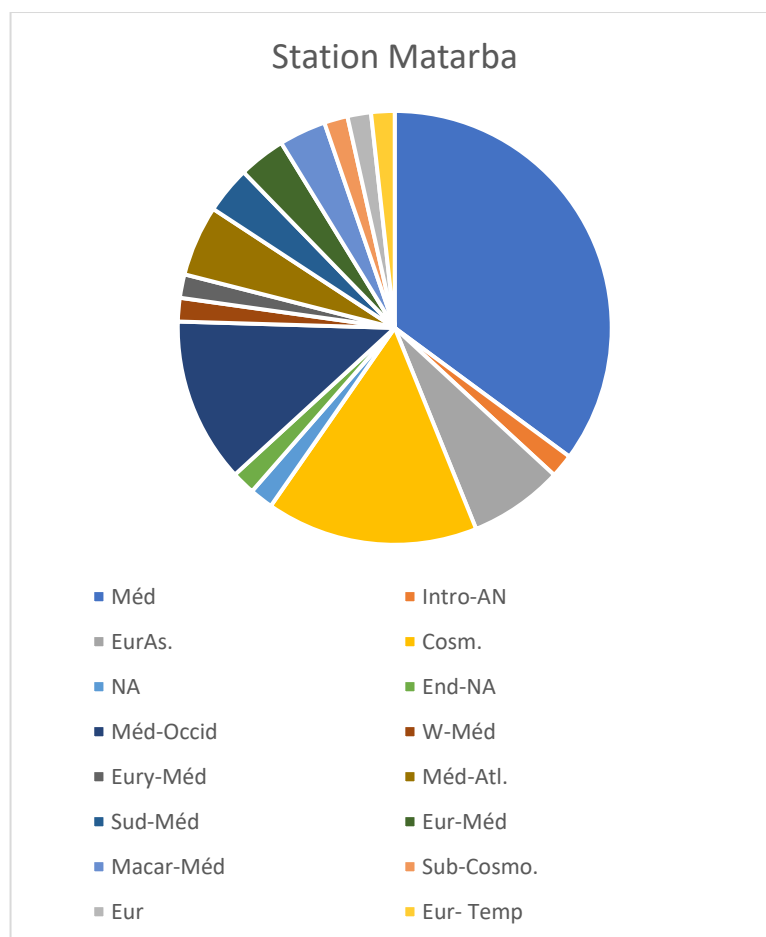
Européen tempéré 1 à Materba, 1 à Sidi Medjdoub. Européen-occidental 1 à Sidi Medjdoub, 1 à Mactaa.

Européen méridional 1 à Sidi Medjdoub, 1 à Mactaa et 1 à Debdaba.

L'élément introduit d'Amérique est présenté par 3 espèces à Mactaa, 4 à Debdaba et 2 à Mazagran (Figure 39).

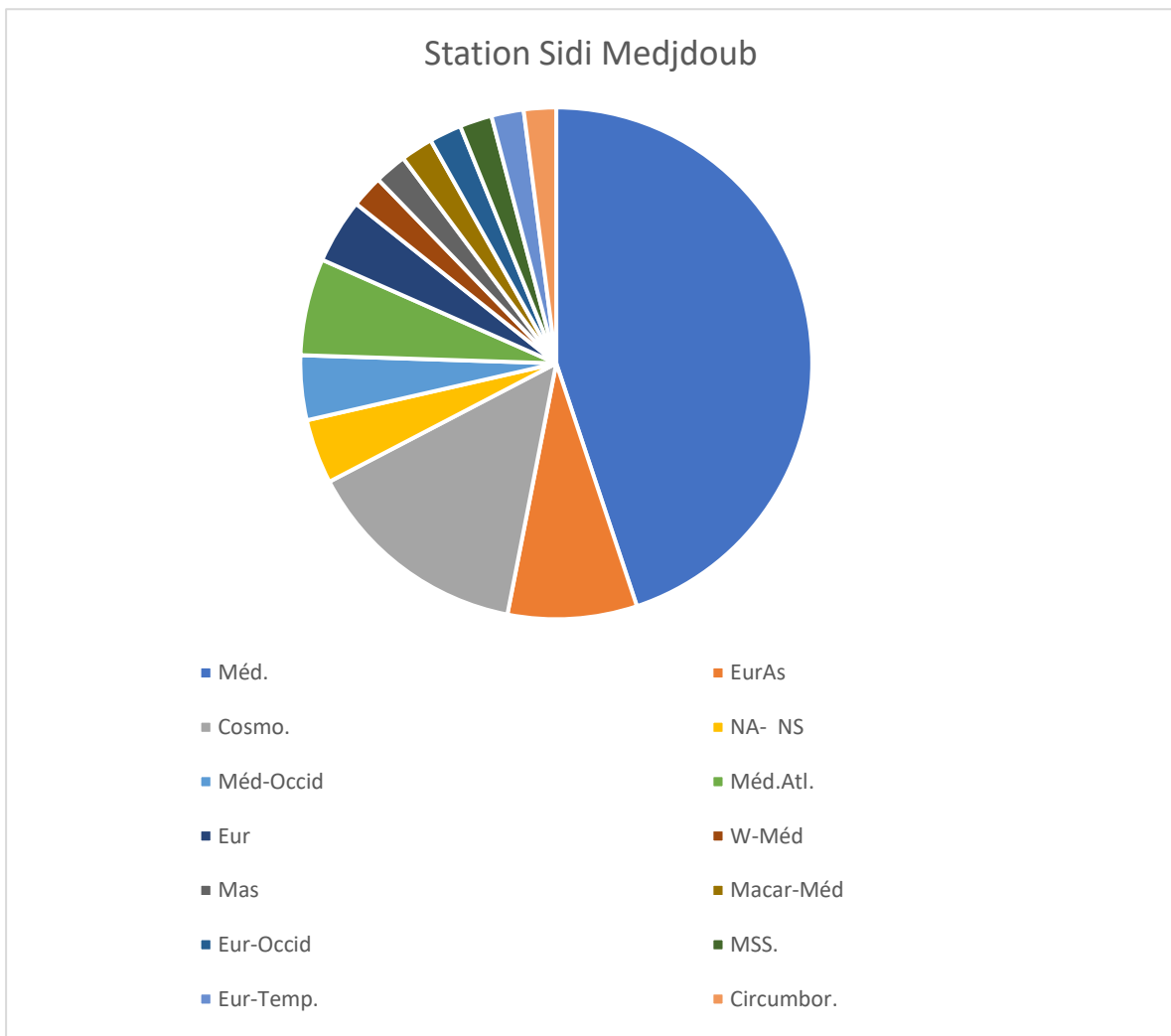
Atriplexaies

Type phytog. Matarba	%	Type phytog. Matarba	%
Méditerranéen	35.08%	Méditerranéen (eury)	1.75%
Introduite d'Amérique du Nord	1.75%	Méditerranéen -Atlantique	5.26%
Eurasiatique	7.01%	Sud- Méditerranéen	3.50%
Cosmopolite	15.78%	Euro- Méditerranéen	3.50%
Nord-Africain	1.75%	Macaronien- Méditerranéen	3.50%
Endémique Afrique du Nord	1.75%	Subcosmopolite	1.75%
Méditerranéen - Occidental	12.28%	Européen	1.75%
Ouest .Méditerranéen	1.75%	Européen tempéré	1.75%



Atriplexaies

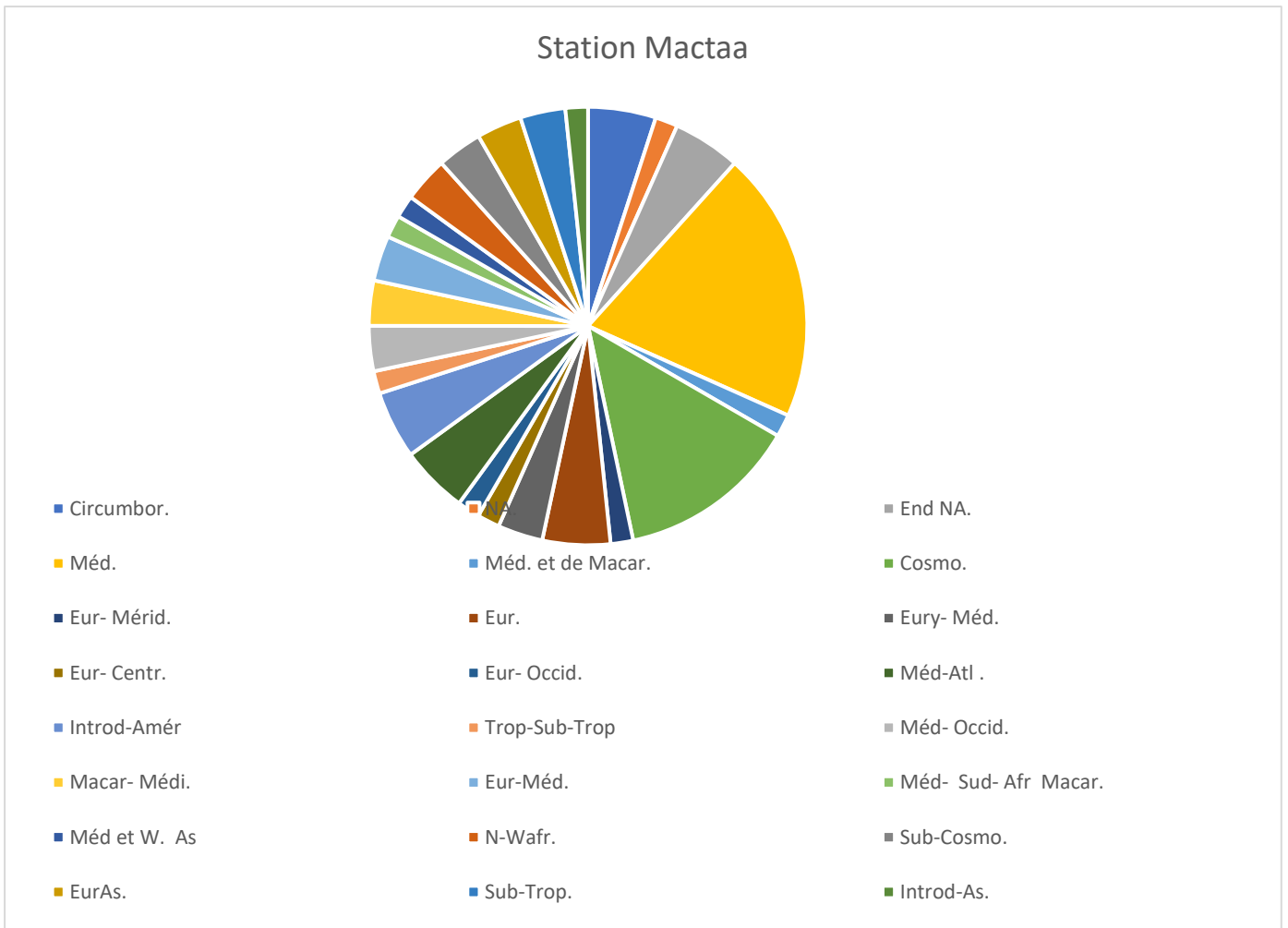
Type phytog. Sidi Medjdoub	%	Type phytog. Sidi Medjdoub	%
Méditerranéen	44%	Méditerranéen- Ouest	2%
Eurasiatique	8%	Méditerranéen-Asiatique	2%
Cosmopolite	14%	Macaronien- Méditerranéen	2%
Nord-Africain	4%	Europe –Occidental	2%
Méditerranéen-Occidentale	4%	Méditerranéen -Saharien- Sindien	2%
Méditerranéen-Atlantique	6%	Européen tempéré	2%
Européen	4%	Circumboréale	2%



Atriplexaies

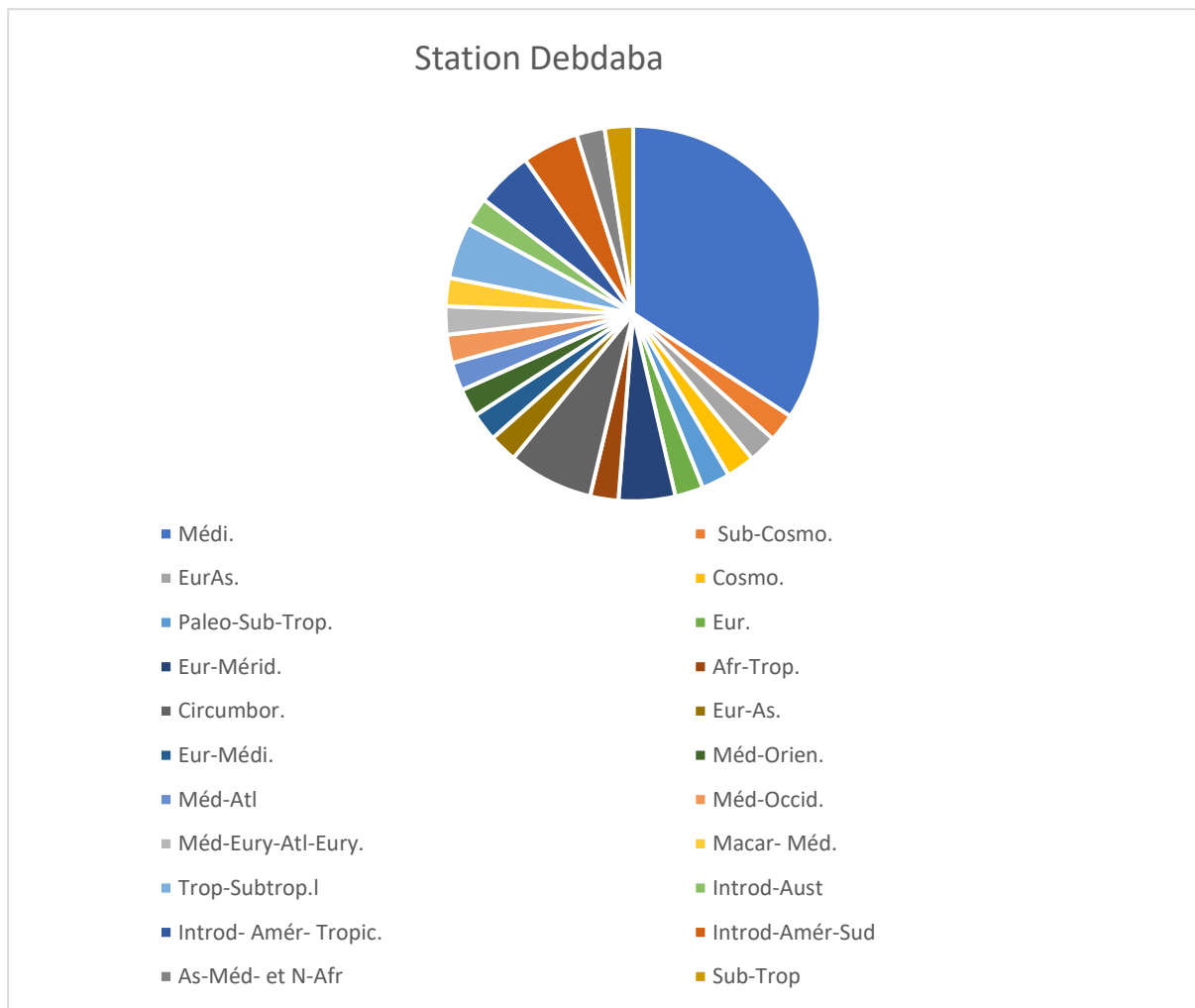
Type phytog. Mactaa	%	Type phytog. Mactaa	%
Circumboréal	5 %	Euro-méditerranéenne	3.33%
Nord-Africain	1.66%	Méditerranéen Sud- Africain Macaronésie	1.66%
Endémique - Afriquedu nord	5%	Mediterranean and West Asia	1.66%
Méditerranéen	20%	Nord-West Afrique- Afrique Nord – West	3.33%
Méditerranéenne et de Macaronésie	1.66%	Subcosmopolite	3.33%
Cosmopolite	13.33%	Euro-Asiatique	3.33%
Européen méridional	1.66%	Subtropical	3.33%
Européen	5%	Introduit (Asie)	1.66%
Eury- Méditerranéen	3.33%	Méditerranéen Occidental	3.33%
Europe centrale	1.66%	Macaronien- Méditerranéen	3.33%
Européen- Occidental	1.66%	Euro-méditerranéenne	3.33%
Méditerranéen-Atlantique	5%	Nord-West Afrique- Afrique Nord – West	3.33%
Introduire Amérique	5%	Subcosmopolite	3.33%
Tropical-subtropical	1.66%	Euro-Asiatique	3.33%
Méditerranéen Occidental	3.33%	Subtropical	3.33%
Macaronien- Méditerranéen	3.33%		

Atriplexaies



Atriplexaies

Type phytog. Debdaba	%	Type phytog. Debdaba	%
Méditerranéen	34.14%	Méditerranéen-Orientale	2.43%
Subcosmopolite	2.43%	Méditerranéen-Atlantique	2.43%
Eurasiatique	2.43%	Méditerranéen-Occidentale	2.43%
Cosmopolite	2.43%	Méditerranéen (eury)-Atlantique (eury)	2.43%
Paléo- Sub tropical	2.43%	Macaronien- Méditerranéen	2.43%
Europe	2.43%	Tropical-subtropical	4.87%
Européen méridional	4.87%	Introduit (Australie)	2.43%
Afrique-tropical	2.43%	Introduit (Amér. tropicale)-	4.87%
Circumboréale	7.31	Introduite (Amérique du sud)	4.87%
Euro-Asiatique	2.43%	Asie, Méditerranée et Afrique du Nord	2.43%
Euro-Méditerranéen	2.43%	Subtropical	2.43%



Atriplexaies

Type phytog.Mazagran	%	Type phytog.Mazagran	%
Eurasiatique	11.31	Saharo- Sindien	1.88%
Euro-Asiatique	3.77%	Circumboréale	1.88%
Méditerranéen	45.28%	Macaronien- Méditerranéen	1.88%
Introduite (Amérique tropicale)	1.88%	Euro-Asiatique	3.77%
Cosmopolite	7.45%	Subtropical	3.77%
Européen	1.88%	Mediterranéen-Asiatique	1.88%
Méditerranéen-Occidentale	7.54%	Euro- Méditerranéen	1.88%
Méditerranéen-atlantique	3.77%	Européen méridional	1.88%
Méditerranéen-Asiatique	1.88%	Saharo- Sindien	1.88%
Euro- Méditerranéen	1.88%	Circumboréale	1.88%
Européen méridiona	1.88%	Macaronien- Méditerranéen	1.88%
Introduit (Amérique tropicale)	3.77%	Néotropical	1.88

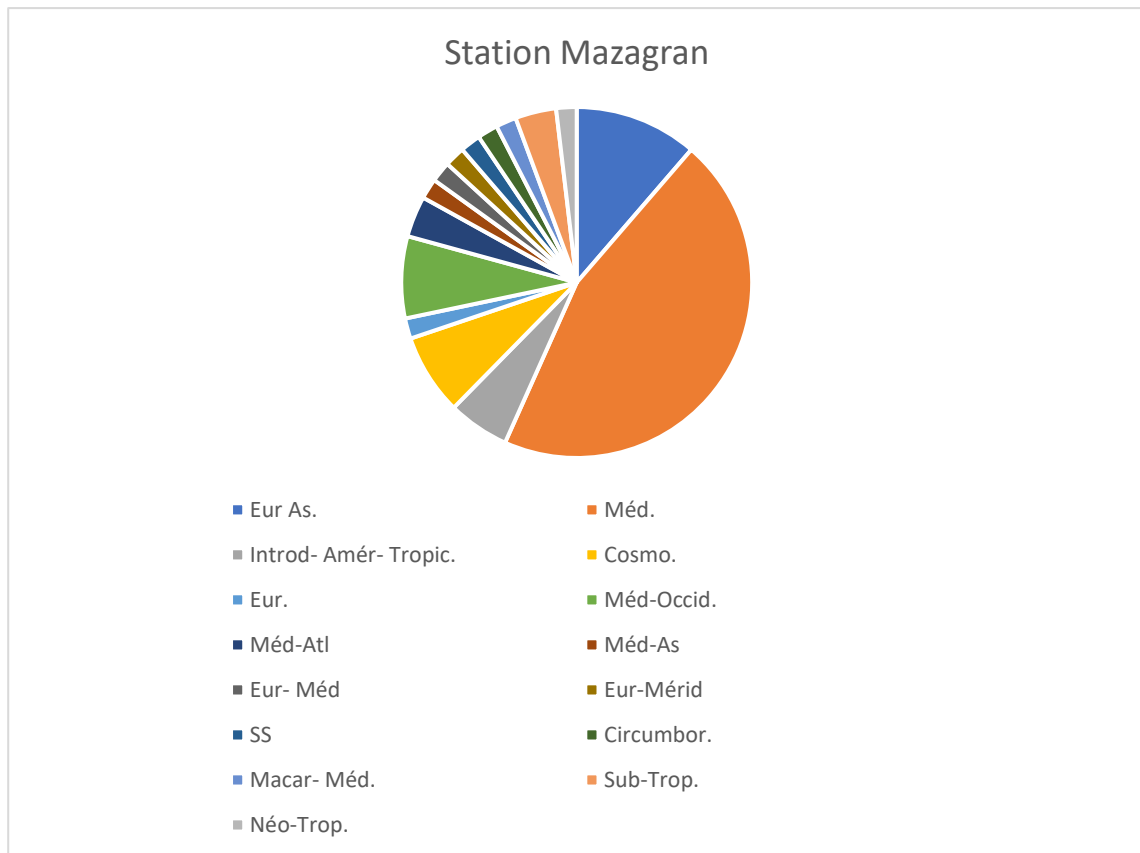


Figure 36 : Représentation par secteurs des formes phytogéographiques

Atriplexaies**4.7.5- Discrimination par l'analyse factorielle des correspondances.**

- Station Matarba.

Les valeurs des coordonnées et les codes des différents taxons inventoriés ont été des guides pour les cinq stations considérées (Figure 40, 41, 42,43 et 44). Cette discrimination est faite en fonction de la répartition des taxons le long du plan factoriel (Axe 1-2) considéré comme le plus significatif vu l'importance de sa valeur propre et son taux d'inertie.

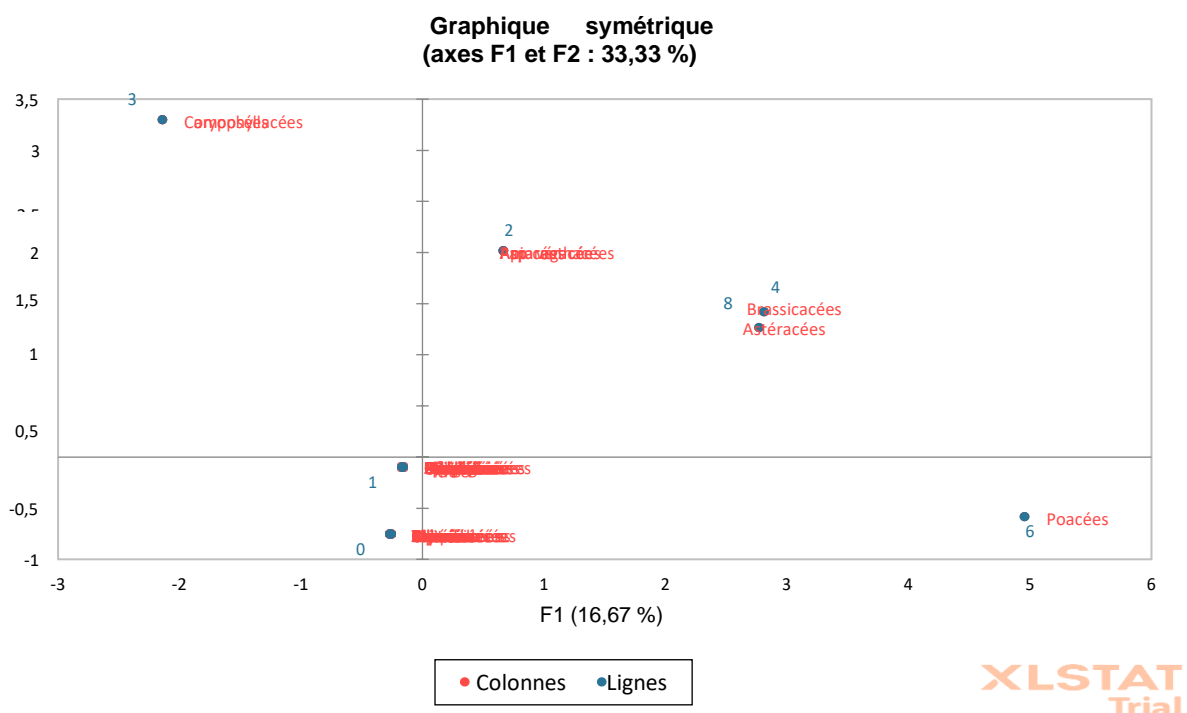


Figure 37 : Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Matarba

Interprétation de l'axe 1-2 : Taux d'inertie = 33.33% % (Figure 40). Au niveau de cet axe nous retrouvons : les Poacées à forte contribution sur le côté positif comme *Avena sterilis*, *Bromus rubens*, *Lagurus ovatus*, *Digitaria sanguinalis* indiquant un gradient de thérophytisation. Un ensemble de famille de types biologiques thérophytes tels que :

Atriplexaies

Les Brasicacées *Brassica fruticulosa* et *Sinapis arvensis*. Les Astéracées (*Senecio pinguiculus*, *Anacyclus clavatus* et *Sonchus asper*) et une Hémicryptophytes (*Anthemis maritima*).

Les Amaranthacées, *Sueda maritima* et *Beta vulgaris*. Les Papavéracées, *Papaver rhoeas* et *Fumaria munbyi*.

Les Brasicacées, Astéracées, Papavéracées sont des Thérophytes, les Amaranthacées sont des halophytes. Sur le côté négatif du plan se regroupent les Caryophyllacées (*Arenaria Emarginata*), les Chamaephytes (*Minuartia geniculata*) qui font partie de la végétation xérophiles. La thérophytisation est en rapport avec la fragmentation que connaît cette station, la présence des halophytes qui sont mêlés aux thérophytes. Les Chamaephytes sont à l’opposé des Thérophytes (Figure 40).

- Station Sidi Medjdoub

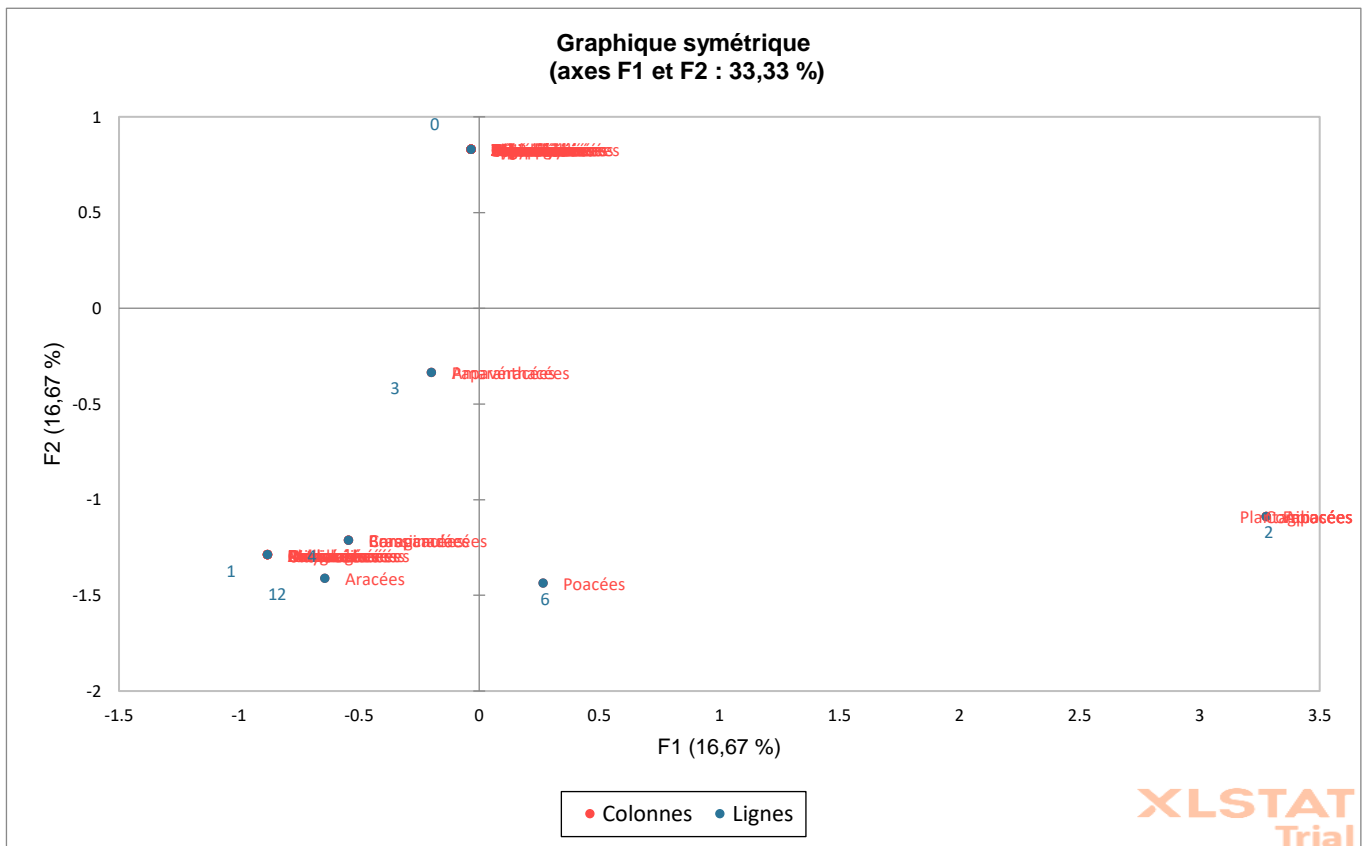


Figure 38 Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Sidi Medjdoub

Atriplexaies

*Interprétation de l'axe 1-2 : Taux d'inertie = 33,33% (Figure 41). Cet axe compte sur le côté positif :

Les Plantaginacées de type biologique Hémicryptophyte (*Veronica officinalis* et *Plantago coronopus*).

Les Composées tels que *Leysera lyseroïdes* (Chamaephytes), *Symphotrichum pilosum* (Hémicryptophytes).

Les Poacées de type biologique Phanérophytes *Aeluropus littoralis*, *Alopecurus pratensis* (Chamaephytes), *Cynodon dactylon* (Géophytes), *Digitaria sanguinalis*, *Lagurus ovatus* et *Polypogon maritimus* (Thérophytes).

Le côté négatif, nous retrouvons les deux familles : Les Malvacées de type biologique Thérophytes (*Malva parviflora*) et les Polygonacées (*Emex spinosa*).

Les Brassicacées *Sinapis arvensis*, *Brassica fruticulosa* (Thérophytes). Les Boraginacées de type biologique Hémicryptophytes : *Echium vulgare*, *Echium humile* et *Myosotis secunda*.

Les Amaranthacées *Suaeda maritima* et *Salsola kali* (Thérophytes) et les Papavéracées *Papaver rhoeas*, *Fumaria munbyi* (Thérophytes).

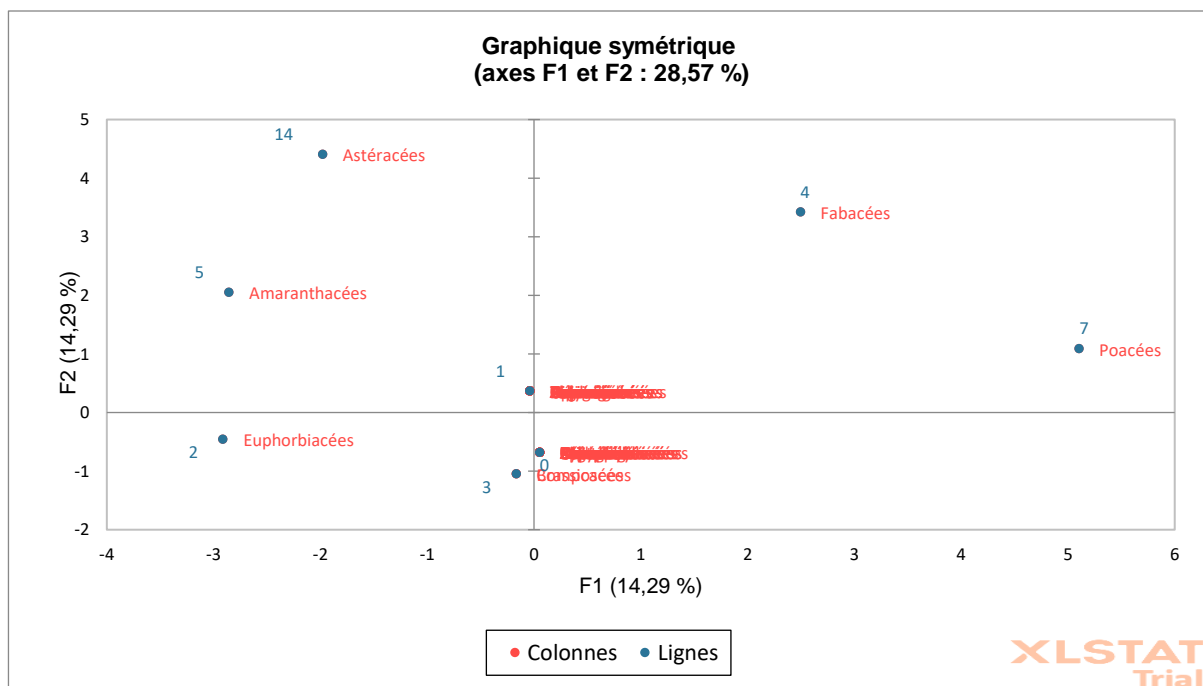
Station Mactaa

Figure 39 : Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Mactaa

Atriplexaies

*Interprétation de l'axe 1-2 : Taux d'inertie = 28.57% (Figure 42). Du côté positif de cet axe, nous avons :

Les Poacées de type biologique Thérophytes (*Digitaria sanguinalis*, *Lagurus ovatus* et *Polypogon monspeliensis*), des Géophytes (*Ammophila arenaria* et *Phragmites australis*), des Chamaephytes (*Ammochloa pungens*) et des Hémicryptophytes (*Paspalum setaceum* et *Poa compressa*).

Les Fabacées de type biologique Thérophytes (*Astragalus armatus*, *Ononis antennata* et *Ornithopus pinnatus*). Les poacées sont à forte distribution s'opposent de l'autre côté négatif les espèces comprenant :

Les Amaranthacées de type biologique Thérophytes (*Spinacia oleracea*, *Sueda maritima*, *Polycnemum majus* et *Atriplex prostrata*), les Chaméphyte (*Salsola fruticosa*). Les Astéracées de type biologique Thérophytes (*Senecio leucanthemifolius*, *Filago arvensis*, et *Erigeron bonariensis*, *Crupima vulgaris* et *Anthemis ruthenica*). Les Euphorbiacées de types biologiques Chaméphytes (*Euphorbia pithyusa*). Les Brassicacées de types biologiques Thérophytes (*Brassica procumbens*, *Capselle bursa-pastoris* et *Malcolmia arenaria*).

Les Composées de types biologiques Thérophytes (*Symphytichum pilosum* et *Xanthium strumarium*).

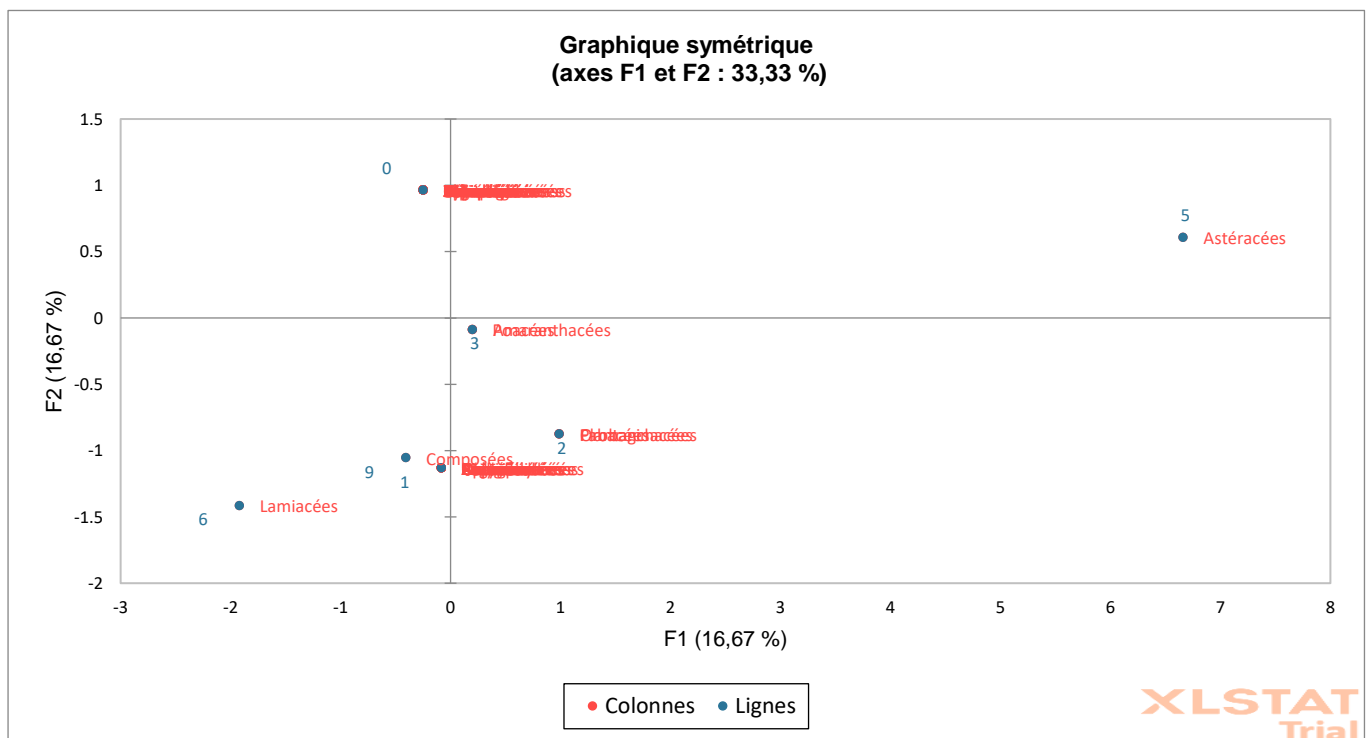
- Station Debdaba

Figure 40 : Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Debdaba

Atriplexaies

*Interprétation de l'axe 1-2 : Taux d'inertie = 33,33 % (Figure 43).

Les Astéracées de types biologiques Chamaephytes (*Achillea setacea*), Thérophytes (*Galinsoga quadriradiata*) et Hémicryptophytes (*Silybum marianum*).

Les Astéracées présentent une distribution forte.

Les Orobanchacées de types biologiques Géophytes (*Orobanche litorea*).

Les Fabacées de types biologiques Thérophytes (*Ornithopus pinnatus* et *Vicia sativa*).

Les Plantaginacées de types biologiques Phanérophytes (*Plantago ovata*), les Hémicryptophytes (*Veronica persica*).

Les Poacées de types biologiques Thérophytes (*Bromus latiglumis*, *Lagurus ovatus*, et *Polypogon monspeliensis*), les Géophytes (*Elymus repens*).

Les Amaranthacées de types biologiques Nanophanérophyte (*Cyathula prostrata*).

L'autre côté opposé de cette axe réunit deux familles Composées de types biologiques Thérophytes (*Erigeron bonariensis*, *Filago arvensis*, *Filago arvensis* et *Hedypnois rhagadioloides*) et les Lamiacées de types biologiques Hémicryptophytes (*Marrubium vulgare*), et Nanophanérophytes (*Phlomis tuberosa*).

- Station Mazagran

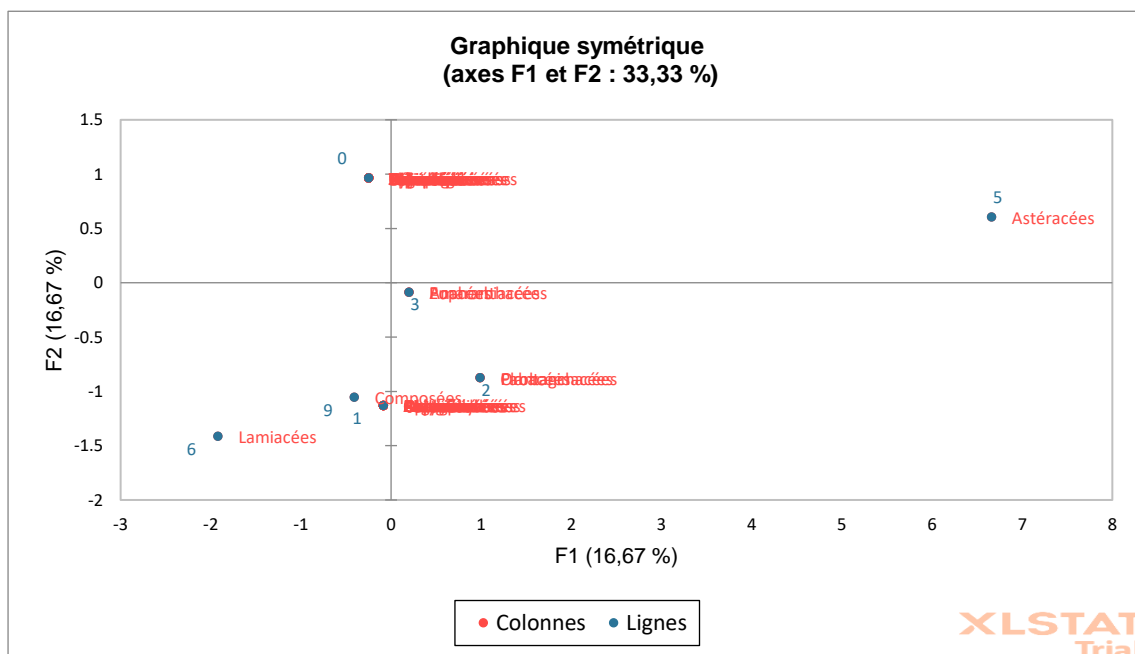


Figure 41. Plan factoriel des espèces (Axe 1 – 2), station Mazagran

*Interprétation de l'axe 1-2 : Taux d'inertie = 33,33 % (Figure 44).

Atriplexaies

Au niveau de cet axe nous retrouvons les Astéracées de types biologiques Hémicryptophytes (*Leontodon tuberosus*, *Onopordum macracanthum* et *Silybum marianum*), la distribution des Astéracées est forte.

Les Plantaginacées de type biologique Thérophytes (*Plantago coronopus*), les Hémicryptophytes (*Veronica officinalis*). Les Orobanchacées de types biologiques Thérophytes (*Bellardia trixago*). Les Fabacées de types biologiques Thérophytes (*Ornithopus pinnatus*).

Les Poacées de type biologique Thérophytes (*Polypogon monspeliensis* et *Lagurus ovatus*), les Hémicryptophytes (*Bromus inermis*). Les Euphorbiacées de types biologiques Hémicryptophytes (*Euphorbia graminifolia*).

Les Amaranthacées de type biologique Thérophytes (*Salsola kali* et *Bassia hyssopifolia*).

Sur le côté négatif du plan se regroupent : Les composées de type biologique Thérophytes (*Crepis sancta*, *Erigeron bonariensis* et *Ifloga spicata*), les Hémicryptophytes (*Carlina biebersteinii*, *Hieracium scabrum* et *Taraxacum bessarabicum*).

Les Boraginacées de type biologique Hémicryptophytes (*Echium sabulicola*) et les Apiacées de types biologiques Thérophytes (*Ridolfia segetum*).

Les Lamiacées de type biologique Chamaephytes (*Ajuga iva*, *Lavandula dentata* et *Thymus vulgaris*).

L'utilisation de L'AFC nous a donné le privilège de ressortir les espèces à fortes contribution dans les plans factoriels et comprendre leur répartition sur ces derniers. Cette répartition est indéniablement tributaire des facteurs écologiques illustrés par des gradients. Nous avons pris en considération les plus indicatrices pour définir les différents gradients écologiques auxquels est exposée la station d'étude. Le reste des taxons figure au niveau du Tableau (44, 45, 46, 47, et 48) chacun affecté de son code respectif. Ces codes nous permettent de repérer l'espèce aisément sur le plan factoriel

4.7.6- Indice d'occurrence ou Constance

Selon Dajoz (1985), la fréquence est répartie en plusieurs classes, nous remarquons que les espèces *Echium humile*, *Lagurus ovatus*, *Oxalis corniculata* sont des espèces omniprésente (Fo=100) dans tous les stations étudiés. Les espèces *Veronica persica*, *Urtica dioica*, *Salsola kali*, *Polypogon monspeliensis*, *Plantago coronopus*, *Orobanche litorea* Guss, *Crepis sancta*, *Ajuga iva*, sont des espèces constantes (Fo = 80 %).

Les espèces *Brassica fruticulosa*, *Bromus rubens*, *Capsella bursa-pastoris*, *Erigeron bonariensis*, *Euphorbia graminifolia*, *Fumaria munbyi*, *Malva parviflora*, *Ornithopus*

Atriplexaies

pinnatus , *Rotama monosperma* , *Rumex*, *Senecio pinguiculus* , *Sonchus asper* , *Suaeda maritima* sont des espèce régulières (Fo = 60 %), le reste des espèces sont des espèces accessoires (Fo = 40 %)(Annexe 4)

4.7.7- Indice de perturbation (IP)

L'indice de perturbation atteint 53.33 et 64 % respectivement à Mactaa et Sidi Medjdoub. Le maximum est obtenu à Matarba avec 64.91 % (Annexe 4)

Dans notre zone d'étude l'indice de perturbation nous a permis de quantifier la thérophytisation. Ces taux élevés montrent la forte pression anthropozoogène (défrichement, urbanisation, pâturage) que subissent les formations à *Atriplex halimus L* dans a région de Mostaganem.

4.7.8- Discussion

Les populations à haute valeur patrimoniale, souvent de faible effectif, sont directement menacées (Barbaro, 1999). Sur les l'ensemble des relevés floristiques effectués, nous avons recensé 187 espèces végétales appartenant à 186 genres et 52 familles botaniques de plantes vasculaires.

Le coefficient générique, c'est-à-dire le rapport du nombre de genres au nombre d'espèces, atteint ici 99.46 %.

De fortes valeurs de ce coefficient caractérisent des flores appauvries (Diels, 1917 ; Maire, 1938), dans notre région d'étude beaucoup des familles ne sont représentées que par un ou deux genres et la plupart des genres par une ou deux espèces seulement (Tableau 38)

Les familles les mieux représentées sur les plans génériques et spécifiques sont les Astéracées, les Composées, les Poacées, les Amaranthacées, les Brassicacées, les Fabacées, les Apiacées, et les Borraginacées (Tableau 38). La composante floristique de nos stations d'étude représente de 4.53 % de la flore totale de l'Algérie septentrionale (187/4125). Ce taux est considéré comme négligeable au vue de la superficie des sites parcourus.

La région méditerranéenne de l'ensemble des trois pays du Maghreb (Maroc, Algérie et Tunisie) selon Quézel (2000) rapportés par Gharzouli et Djellouli (2005), le nombre d'espèces atteint 4033. Ce dernier chiffre là aussi peut paraître relativement faible comparé à une zone nord méditerranéenne sub-humide où on rencontre jusqu'à 60 espèces sur des surfaces de seulement 400 m² (Vela, 2002).

Atriplexaies

Ces familles recensées dans nos sites sont globalement les mêmes familles qui prédominent dans les flores des sud Oranais, Algérois et Constantinois (Bouzenoune, 1984 ; Boughani, 1995). D'après les données de la littérature (Ozenda, 1991 ; Quézel, 1965), les Asteraceae, Fabaceae et Poaceae dominent dans le sous-secteur de l'Atlas saharien aurésio-constantinois du domaine maghrébin steppique. Par contre, le domaine saharo-méditerranéen se caractérise par la prépondérance des éléments sahariens dominés par les Amaranthacées (Chenopodiacées), Boraginacées et les Apiacées.

Selon Ozenda (1991) les Asteracées, Poacées et les Fabacées représentent 35 à 40 % de la flore de chaque secteur saharien par contre, les familles à distribution holarctique comme les Ranunculacées sont très faiblement représentées, dans notre cas les Ranunculacées présentent 2 genres et 2 espèces (Tableau 38)

Le plus grand nombre d'espèces appartient à la famille des Astéracées qui sont prédominantes avec 35 espèces, soit un taux de 18,71% de la totalité des taxons. Les Composées sont aussi importantes et viennent juste en seconde position avec un taux de 11,22 %, les Poacées viennent en troisième position (10,16%), suivit des Amaranthacées et les Lamiacées avec un taux de 5,34 % chacune, les Brassicacées (4,27 %), Les Fabacés (3,74 %), les Apiacées (3,20 %) et les Bourraginacées (2,67). Le reste des familles à savoir : les Euphorbiacées, Plantaginacées, Rubiacées (2,13 %), les Caryophyllacées et les polygonacées sont moins représentées avec une seule espèce seulement soit un taux de 1,60 % pour chacune (Tableaux 39-43).

Romane (1987), met en évidence l'existence d'une bonne corrélation entre les types biologiques et de nombreux caractères phénologiques. Il recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateur de la distribution des autres caractères morphologiques et probablement des caractères physiologiques.

Dans nos stations étudiées, l'*Atriplex halimus* L s'accompagne de nombreuses autres espèces d'halophytes qui est la seconde tranche de formation végétale très présente, caractéristique des zones salées, cette formation occupe aussi les cuvettes argileuses riches en sels (Mactaa).

Il est représenté par les espèces suivantes : *Salicornia fruticosa*, *Suaeda fruticosa*, *Salsola kali*, *Juncus maritimus* *Atriplex prostrata* (Mactaa) et *Limonium densiflorum* (Matarba et Sidi Medjdoub) (Tableau 37). Tafer (1993) mentionne que ces espèces occupent la partie nord-est de la Mactaa, sur des terrains inondés à drainage naturel très faible.

Ces populations d'*Atriplex halimus* L hébergent avec elles de nombreuses thérophytes comme *Astragalus armatus*, *Avena sterilis*, *Brassica fruticulosa* *Malcolmia arenaria* mais aussi

Atriplexaies

diverses géophytes tels que *Ajuga iva*, *Urginea maritima*, *Juncus maritimus*. A cela, il faut ajouter de remarquables espèces holoparasites de la famille des Orobanchacées, *Orobanche litorea* (Sidi Medjdoub, Mazagran et Debdaba) (Figure 38).

En bordure de la mer, la première végétation qui apparaît avec les touffes d'*Atriplex halimus* L est de type côtier. Il s'agit d'une strate arborescente composée par deux espèces dominantes tels que *Juniperus oxycedrus* et *Retama monosperma*. La retamaie et un peuplement frutescent, prestéppique et paucispécifique thermo-méditerranéennes (Munoz Valles *et al.* 2013; Munoz Valles *et al.* 2014) et enfin, les espèces arbustives, constituant les fourrés et les maquis pré-forestiers, sont plus sensibles à la richesse du sol en matière organique, les espèces *Pistacia lentiscus* et *Ephedra fragilis*, Elle est développée sur une formation essentiellement dunaire.

Un cortège floristique constitué par *Polygonum maritimum*, *Sueda maritima*, *Euphorbia pithyusa*, *Euphorbia graminifolia*, *Salsola kali* et *Eryngium maritimum*, ces formations végétales jouent un rôle clé en matière de fixation des dunes particulièrement en présence d'une forte activité éolienne Matarba, Sidi Medjdoub et Mactaa (Tableau 38).

D'autres espèces moins présentes peuvent être notées *Ammophila arenaria* (Mactaa), *Plantago coronopus* (Matarba, Sidi Medjdoub et Mazagran), *Centaurea sphaerocephala* (Matarba et Sidi Medjdoub), *Ononis antennata* (Mactaa) et *Silene colorata* (Matarba et Sidi Medjdoub et Mazagran), ces espèces sont aussi importantes en matière de fixation du sol (Tableau 38). Benabdeli et Mederbal (2004) trouvent que ces espèces jouent un rôle très important dans la fixation des dunes.

On remarque la présence du genre *Launaea*, *Reseda* et *Euphorbia* dans nos stations d'études (Guinet et Sauvage, 1954 ; Ozenda, 1991, trouvent que ces genres sont d'ailleurs bien représentés dans le Sahara septentrional.

Le paysage est diversifié comprenant d'une part les peuplements pré-forestiers (*Calycotome spinosa*, *Cistus heterophyllus*, *Thymus ciliatus*) d'autre part, les gypsophytes (*Suaeda fruticosa*) et les nitratophiles (*Astragalus armatus*, *Urtica dioica*). Beaucoup de Poacées, il s'agit de : *Poa compressa*, *Avena sterilis*, *Aeluropus litoralis* et *Bromus rubens*, des plantins (*Plantago coronopus*, *Plantago ovata*) et d'autres peu fréquentes tels que *Lavandula dentata* (Tableau 38).

Selon Barry (1988) les types biologiques ou formes de vie des espèces expriment la forme présentée par les plantes dans un milieu sans tenir compte de leur appartenance systématique. Ils traduisent une biologie et une certaine adaptation au milieu.

Atriplexaies

Plusieurs auteurs dont Raunkiaer (1905), Daget (1980), Floret *et al.* (1990), ont étudié les relations qui mettent en évidence les dépendances entre la distribution des types biologiques et les facteurs de l'environnement notamment le climat (précipitations et températures) et aussi d'autres facteurs comme l'altitude et la nature du substrat.

L'intervention de l'homme et son troupeau exercent une certaine influence sur la répartition des différentes classes des types morphologiques (Simoneau, 1961).

Les types biologiques qui sont l'objet d'une description séparée, peuvent être associés à chaque espèce, en vue de l'établissement de spectres biologique. Ces derniers permettent d'apprécier les différences de stratégies de vie (Mahamane, 2005).

Toutefois, la classification d'une plante dans un type plutôt que dans un autre n'est pas évidente : outre le caractère tranché inhérent à tout système de classification, l'observation sur le terrain a montré que le type biologique d'une même plante peut changer selon le climat, ce qui implique que les types biologiques doivent être notés tels qu'ils sont dans la végétation étudiée (Kaabèche *et al.* 1995). Enfin, l'existence de plusieurs sous-types biologiques au niveau des milieux naturels dénote une certaine diversité biologique des formes de vie au niveau régional.

L'analyse du spectre biologique des cinq stations (Figure 38) montre que la proportion des diverses catégories de types biologiques est variable d'une station à l'autre. Les résultats obtenus, témoignent d'une variation entre les types biologiques, le taux des thérophytes est respectivement entre 31,71 % à Debdaba et 54,38 % à Matarba, les thérophytes sont prédominantes sur les autres formes de vie (Tableau 39 - 43).

Concernant les proportions des types biologiques dans l'inventaire, le nombre élevé des thérophytes témoigne d'une forte action anthropique, même si leurs pourcentages restent souvent et habituellement assez élevés au niveau des formations végétales méditerranéennes (Grime, 1977 ; Daget, 1980 ; Dahmani, 1997).

La dominance des thérophytes avec une centaine d'espèces (60% de l'effectif total) dénote d'une thérophytisation avérée ce qui constitue une réelle menace pour la flore originale de ces milieux (Miara *et al.* 2016).

Cette proportion élevée en thérophytes apparaît dans plusieurs travaux en zone méditerranéenne aride (Aidoud, 1984, 1997 ; Danin et Orshan, 1990 ; Floret *et al.* 1990). Selon Olivier *et al.* (1995), une attention particulière est généralement accordée à la répartition des thérophytes dont la proportion en région méditerranéenne est de l'ordre de 50 %.

Atriplexaies

Cette richesse en thérophytes est une caractéristique des zones méditerranéennes et arides où domine un fort stress hydrique (Daget, 1980 ; Madon et Médail, 1997 ; Médail et Myers, 2004). En effet, la richesse en thérophytes représente un signe d'aridité du milieu (Nègre, 1966 ; Chalane *et al.* 2015) et le phénomène de thérophytie est considéré par Daget (1980) comme une stratégie d'esquive des périodes défavorables et une forme de résistance à la sécheresse (Barbero *et al.* 1990 ; Kadi, 2003) ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides et un stade de dégradation ultime (Quézel, 2000).

Une longue période annuelle de sécheresse qui peut s'étaler à six mois quelque fois pourrait encourager la prédominance des thérophytes (Rivas- Martínez, 1996). Certains auteurs s'accordent à dire qu'elle est une forme de résistance aux rigueurs climatiques, à Mostaganem cette dominance thérophytique est due aux périodes de sécheresses répétées et qui dure 9 mois dans l'année.

En effet, une aridité climatique est susceptible de favoriser une thérophytisation massif des milieux naturels en région méditerranéenne (Bammi *et al.* 2004 ; Miara *et al.* 2013). Néanmoins, Verlaque *et al.* (2001) soulignent que la vulnérabilité des thérophytes indigènes peut surprendre et plusieurs facteurs anthropiques sont responsables du taux élevé de thérophytes.

Cette thérophytisation est liée encore aux perturbations du milieu par le pâturage. Floret *et al.* (1992) signalent que plus un système est influencé par l'homme (surpâturage, culture), plus les thérophytes y prennent de l'importance.

Dans nos stations d'études ces thérophytes sont essentiellement formées par *Avena sterilis*, *Bromus rubens*, *Brachypodium distachyum*, *Hordeum murinum*, *Chenopodium album*, *Adonis luteola*, *Lotus hispidus*, *Trifolium angustifolium*, *Malva sylvestris*, *Plantago albicans*, *Plantago serraria*, *Galium aparine*, *Calendula arvensis*, *Anagallis arvensis*, *Launaea resedifolia*, *Crepis vesicaria* etc...

Les Chaméphytes sont également bien représentés avec 16 % (Medjdoub) ,11.32% (Mazagran), 10,52 % (Matarba) ,10 % (Mactaa) et 7,31 % (Debdaba) à cause de leur bonne adaptation aux conditions d'aridité (moins de 400 mm de pluie par an à Mostaganem).

Nous avons parmi les Chamaephytes les espèces : *Atractylis flava*, *Limonium densiflora*, *Ajuga iva*, *Alopecurus pratensis*, *Atractylis flava* et *Astragalus armatus* (Figure 38).

La plupart de ces Chamaephytes sont faiblement appétantes. Quézel (2000) ajoute aussi que la chamaephytisation est assimilée à la présence d'espèces épineuses, non palatables

Atriplexaies

et délaissées par le bétail (*Atractylis*, *Noaea*...) elles sont en effet plus xérophiles (Benabadji et Bouazza, 2002).

Ces types biologiques peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse, se traduisant par la réduction de la surface foliaire et seraient bien adaptées au phénomène d'aridification des sols par le développement d'un puissant système racinaire (Orshan *et al.* 1984 ; Floret *et al.* 1990). Les proportions augmentent dès qu'il y a dégradation des milieux préforestiers, car en effet les Chamaephytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux que les Phanérophytes (Anderson 1988, Danin et Orshan (1990).

Les Chamaephytes viennent en deuxième plan, sont souvent refusés par les troupeaux dans les milieux ouverts et pré-forestiers (Médail et Diadema 2006, Barbero *et al.* 1990).

Le pâturage semble ainsi favoriser de manière globale les Chamaephytes (Ramade, 2008 ; Benabadji *et al.* 2004-b). Le Houérou (1992) souligne l'augmentation des Chaméphytes ligneuses dans les steppes graminéennes par suite de surpâturage par les ovins et les bovins.

La chamaephytisation a pour origine le phénomène d'aridisation (Raunkiær, 1934). Le succès des Chaméphytes provient de leurs bonnes adaptations aux biotopes à fortes contraintes de basse et haute altitudes (Aronson et Shmida, 1992).

Les Géophytes occupent la dernière position pour les quatre stations Medjdoub, Mactaa, Debdaba et Mazagran sauf que pour la station de Matarba sa position est la troisième et présentent en générale un faible taux qui varie entre 3.77 % (Mazagran) et 8.77 % à Matarba. (Figure 39). Celle-ci provient d'après Verlaque *et al.* (2001) des handicaps cumulés par les taxons bulbeux et tubéreux : vandalisme (plantes décoratives), multiplication végétative, fructification et germination faibles, propagation à courte distance et problèmes de reproduction. Par contre, la majorité des taxons rhizomateux, plus alticoles, ont une reproduction sexuée et végétative efficaces, d'où leur meilleur maintien. Ceci rejoint aussi les propos de Barbero *et al.* (1989) selon lesquels les Géophytes régressent et disparaissent dans les pelouses et les zones steppiques.

Dans nos stations plusieurs espèces représentent les Géophytes, il s'agit de : *Allium textile*, *Urginea maritima*, *Ammophila arenaria*, *Juncus maritimus*, *Phragmites australis*, *Orobanche litorea*, *Elymus repens*, *Arisarum vulgare* et *Urtica dioica* (Tableau 38).

Atriplexaies

Danin et Orshan (1990) trouvent des proportions plus importantes en Géophytes en domaine méditerranéen que steppique.

Les résultats d'analyse montrent que la région d'étude est dominée par les Hémicryptophytes qui sont en deuxième position avec un taux entre 18 % (Medjdoub) et 26,41 % (Mazagran). Parmi les espèces recensées on trouve : *Alopecurus pratensis*, *Anthemis maritima*, *Centaurea sphaerocephala*, *Convolvulus althaeoides*, *Crepis bursifolia*, *Veronica officinalis*, *Daucus carota*, *Marrubium alyssoides*, *Poa compressa* et *Sonchus arvensis* (Tableau 38).

La position des Hémicryptophytes en deuxième position est également assez logique. Barbero *et al* (2001) signalent l'abondance des Hémicryptophytes dans les pays du Maghreb, due à la présence de matière organique et d'humidité. D'après Verlaque *et al.* (2001), le succès de ces bisannuelles repose sur une stratégie d'optimisation des ressources, avec certains réajustements selon les conditions locales. Ceci leur permet une fructification quatre à cinq fois supérieure à celle des autres herbacées.

La présence de Hémicryptophytes est la conséquence de pâturage, où les parcours pacagés sont tout spécialement riches en ce type biologique (Godron, 1995)

Les taux des Hémicryptophytes chutent dans les milieux où nous observons une dégradation des conditions écologiques générales, liées au climat et aux perturbations induites par l'action de l'homme et de ses troupeaux (Quézel, 2000).

D'après Kazi Tani *et al.* (2010) les Hémicryptophytes préfèrent les milieux assez stables et un sol riche en matière organique. Il semblerait que la pluviosité, la faiblesse des éclaircissements lumineux et les pâturages des sous-bois favorisent le développement des Hémicryptophytes. Cette richesse en Hémicryptophytes peut s'expliquer aussi par l'importance des mycorhizes dans le sol (Whigham, 2004).

Les Phanérophytes (arbres et arbustes) occupent une position qui est habituelle au niveau des formations méditerranéennes. Ces plantes, bien plus résistantes que les autres types biologiques, sont constituées essentiellement d'arbustes pérennes et d'arbres sclérophylles. Ce type biologique peut modifier et améliorer les conditions microclimatiques de ces écotones par leur ombre portée et leur rôle de brise-vent, mais aussi les paramètres physico-chimiques du sol (enrichissement en matière organique) en relation avec des dépôts de litière (Médail, 1996).

Dans les trois stations Mactaa, Debdaba et Mazagran les Phanérophytes occupent la troisième position pour les stations de Majdoub et Matarba elles sont en quatrième et cinquième

Atriplexaies

position. Les Phanérophytes sont représentés avec un taux faible de 7.01% (Matarba) et 24.51% à Mazagran ((Tableau 39-43) Malgré leur faible diversité spécifique, les Phanérophytes dominent parfois par leur recouvrement et jouent de ce fait un rôle déterminant dans la mise en place d'un cortège floristique spécifique (Le Compte Barbet, 1975).

Kadi (2003) confirme que les Phanérophytes sont toujours relégués au dernier rang des types biologiques dans les formations steppiques d'Algérie.

En termes de vulnérabilité, Verlaque *et al* (2001) soulignent que la position privilégiée des Phanérophytes repose sur une stratégie de compétition optimale : longévité, grande taille, bon semencier, en général allogamie et zoochorie (dispersion efficace des graines lourdes ; Oakwood *et al.* 1993) et la tolérance écologique (Grime, 1977 ; Médail, 1996).

Dans nos stations nous assistons à la disparition progressive des Phanérophytes aux dépens des autres types comme les Thérophytes et les Chamaephytes, plus adaptés aux conditions écologiques rigoureuses, ces dernières subissent des coupes régulières par l'homme.

En vue de comparer les communautés végétales, en complément des méthodes phytosociologiques basées sur la composition floristique, des relations sont recherchées entre les types biologiques, les traits fonctionnels des plantes et l'environnement (Orshan *et al.* 1988 ; Danin et Orshan, 1990 ; Floret *et al.* 1990).

Les méthodes et les connaissances permettant de juguler la pression croissante des activités anthropiques existent pourtant, et sont déjà appliquées avec succès dans diverses régions du bassin méditerranéen. Les perturbations anthropiques et les feux sont pour une très large part responsables de l'état actuel des structures de végétations au Maghreb (Quézel et Barbero, 1990).

La région méditerranéenne en générale reste soumise à une forte destruction des écosystèmes qui peuvent provenir des conséquences de la pression des activités humaines qui s'exercent avec une intensité sur le milieu naturel (Quézel et Médail, 2003) ce qui traduit un déterminisme climatique fortement lié aux précipitations. Barbero *et al* (1990) soulignent que les perturbations causées par l'homme et ses troupeaux sont nombreuses et correspondent à des situations de plus en plus sévères.

Notons qu'une même espèce sous conditions stationnelles différentes, du climat par exemple, peut apparaître sous l'aspect de plusieurs types biologiques différents.

La coexistence de nombreux types biologiques, dans une même station, accentue sans doute une richesse floristique stationnelle, la proportion des divers types biologiques traduit très souvent le degré d'évolution d'un groupement au sein d'une série de végétation. Selon les

Atriplexaies

conditions de milieu, un type biologique prend souvent le pas complètement sur les autres (Floret et Pontanier, 1982).

L'information sur la répartition géographique des espèces est une ressource scientifique stratégique à de nombreuses fins de recherche, d'innovation et de développement, comme l'évaluation de la biodiversité, la gestion de l'habitat et des espèces, la restauration et la conservation pour prévoir les effets des changements environnementaux mondiaux sur la biodiversité (Sinclair *et al.* 2010 ; Fady *et al.* 2016 ; Noce *et al.* 2016).

Quézel et Santa (1962) expliquent cette importante diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne par des modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène, ce qui a entraîné des migrations d'une flore tropicale.

Il s'agit essentiellement d'éléments thermo méditerranéens cantonnés dans les variantes tempérées et chaudes des bioclimats semi-arides et subhumides (Quézel, 1992) ; citons *Agropirum rupens*, *Aeluropus littoralis*, *Hordeum murinum*

La flore étudiée appartient à plusieurs ensembles chronologiques (Figure 39). L'analyse du spectre phytogéographique globale de la végétation des populations d'*Atriplex halimus* L fait ressortir la dominance des espèces d'affinité méditerranéenne avec un taux qui varie entre de 20 % (Mactaa) à 45.28 % (Mazagran) par rapport aux autres stations.

Les éléments de souche méditerranéenne autochtone sont les plus importants suivi des Méditerranéen -Occidental, Méditerranéen-Atlantique, Macaronien- Méditerranéen, Sud-Méditerranéen et les Euro- Méditerranéen (Tableau 38). On y trouve aussi des taxons plurirégionaux comme les Eurasiatiques entre 8 % (Sidi Medjdoub) et 11.31 % à Mazagran, les Subcosmopolite, Européen, Européen tempéré, Européen méridional, Europe centrale, Européen- Occidental, Introduite d'Amérique et d'Asie occidentale (Tableau 38).

Nous avons noté certaines espèces assez communes ayant une large répartition mondiale, les Cosmopolites avec un taux de 7.45 % (Mazagran) et 15.78 % (Matarba) (Tableau 39).

Selon Ozenda, 1977, les espèces de Chénopodiacées (Amaranthacées) constituent un groupe cosmopolite et leurs proportions diminuent lorsqu'on s'éloigne de la partie méditerranéenne de l'Afrique du Nord. Les Zygophyllacées constituent la seule famille typiquement saharienne. Une seule espèce *Fagonia cretica* de la famille des Zygophyllacées a été trouvée à la station de Matarba (Tableau 42).

Les Nord-africains trois espèces ; *Leysera lyseroïdes*, *Atractylis flava* et *Picris cupuligera*. On trouve aussi à Debdaba les Circumboréals (7.31%).

Atriplexaies

Les flores Tropicales/subtropicales avec un taux entre 1.66 % (Mactaa et 4.87 % à Debdaba (Figure 39). Quézel (1983) explique l'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique Méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène entraînant des migrations d'une flore tropicale.

En Afrique du Nord, ce cortège floristique est inféodé aux ambiances bioclimatiques subhumides et humides de l'étage thermo méditerranéen (Dimanche et Schoenenberger, 1970 ; Quézel et Médail, 2003), ce qui traduit un déterminisme climatique fortement lié aux précipitations. Son origine est en partie la conséquence d'anciennes voies de migration des espèces végétales en provenance du nord, sud et de l'ouest (Arènes, 1951 ; Pottier-Alapetite, 1958), qui peuvent être rapportées aux périodes pluviales du Quaternaire pour les flores Tropicales/subtropicales et Atlantiques, et aux périodes glaciaires pour les flores Eurasiatiques/circumboréales (Quézel et Médail, 2003 ; Petit, 2002).

Par ailleurs, notre liste compte une espèce endémique *Astragalus armatus* de la famille des Fabacées, cette espèce a été trouvée à la station de Matarba et Mactaa. À celles-ci, s'ajoutent des espèces communes dans nos régions qui sont considérées comme rares ailleurs : *Atriplex prostrata*, *Oxalis pres-caprae*, *Sinapis arvensis*, *Salsola kali*, *Suaeda maritima* (Quézel et Santa, 1962-63).

En se référant aux subdivisions phytochorologiques de la nouvelle flore d'Algérie, telles que proposées par Quézel et Santa (1962, 1963). Les proportions des types chorologiques se rapprochent globalement à celles observées dans la région du Maghreb (Barbéro *et al.* 1989),

L'interprétation des plans factoriels (1-2) pour chaque station nous a fournis des éléments d'information suffisant pour expliquer la signification écologique.

Le long de cette étude et à travers des cinq stations, il a été mis en évidence un certain nombre de gradients qui sont gérés par différents facteurs écologiques. Ces gradients sont positifs ou négatifs par rapport aux pôles et sont de différentes natures (anthropisation, salinité, thérophytisation).

La mise en évidence de ces gradients écologiques pourra servir à réorganiser les axes de recherches au niveau de ces populations d'*Atriplex halimus*, par un déclenchement d'une démarche globale qui s'articulera sur un dispositif participatif de gestion conservatoire. L'étude des populations d'*Atriplex halimus* qui individualise la région de Mostaganem à travers la discrimination par l'analyse factorielle des correspondances, a permis de isoler des types de gradients écologiques, responsable de la répartition des taxons dans ces populations.

Atriplexaies

Le premier est le gradient est la salinité. Ce gradient s'illustre bien surtout au niveau de la station de la Mactaa, dans laquelle les groupements végétaux sont des halophytes avec des formations matorralisées plus ou moins ouverte. Le deuxième gradient est le gradient thérophytisation qui est présent dans toutes les stations étudiées ou la présence des thérophytes est à forte distributin. Le troisième gradient c'est l'anthropisation ou certain station marquent une dégradation totale du tapie végétale (Figure 40 et 44).

Les résultats de l'étude de la fréquence fait ressortire des espèces omniprésentes, des espèces constantes, des espèces régulières, le reste était des espèces accessoires (Annexe 4).

L'indice de perturbation atteint 53.33, et 64 % respectivement à Mactaa et Sidi Medjdoub, le maximum est obtenu à Matarba avec 64.91% (Annexe 4)

Dans notre zone d'étude l'indice de perturbation nous a permis de quantifier la thérophytisation. Ces taux élevés montrent la forte pression anthropozoogène (défrichement, urbanisation, pâturage) que subissent les formations à *Atriplex halimus L* dans la région de Mostaganem (Annexe 4).

La connaissance des facteurs expliquant l'organisation spatiale de la diversité biologique demeure jusqu'ici l'outil indispensable pour la définition de stratégies de conservation de la biodiversité (Hammada *et al.* 2004). Une stratégie nationale de conservation et de mise en valeur de ces ressources exige une bonne connaissance de la flore afin que les gestionnaires puissent atteindre cet objectif (Chemli, 1997).

Il en est ainsi quel que soit le paramètre écologique ; la biodiversité diminue quand augmente : la sécheresse stationnelle, l'humidité, la teneur du sol en sel, la durée de la saison sèche et la rigueur de la saison froide, etc (Daget et Poissonet, 1997). La mise en évidence des groupements végétaux a fait également ressortir les facteurs écologiques responsables de leur répartition (Khelifi ,1987 et Delcros, 1993).

Zohary (1971) était le premier à attirer l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore méditerranéenne sur différentes espèces par élément biogéographique qui reste hétérogène. A chaque région phytogéographique correspond un élément défini (Ellenberg *et al.* 1967). Quézel (1999) souligne qu'une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

Atriplexaies

Conclusion

La valeur du patrimoine phytogénétique de la zone d'étude est évidente ; les populations spontanées d'*Atriplex halimus L* représentent un patrimoine floristique et une grande richesse spécifique donc une haute valeur patrimoniale, leur part est importante dans la diversité biologique.

L'*Atriplex halimusL* montre une hétérogénéité qui est liée d'une part au facteur climatique et d'autre part à l'impact de l'homme et son troupeau, ces formations témoignent des conditions biotiques et abiotiques de la région.

Nos travaux de recherche de terrain et de systématique nous ont permis de proposer un premier inventaire actualisé de la flore (types biologiques, types biogéographiques actualisés). Cet inventaire est présenté sous la forme d'un catalogue floristique renfermant 187 espèces appartenant à 52 familles. Ces familles sont dominées essentiellement par les Asteracées, les Composées, les Poacées et les Amaranthacées.

Ces dernières (Amaranthacées) que nous considérons comme des joyaux floristiques, car la pluparts sont des halophytes, espèces très utilisé dans la désalinisation des sols salés.

L'analyse du spectre chorologique des espèces correspond globalement à un schéma caractéristique de formations méditerranéennes donc nous sommes bien en présence d'une flore méditerranéenne typique, avec la domination des éléments du groupe méditerranéen sur tous les autres groupes.

L'analyse de ce spectre biologique de nos espèces révèle la dominance des thérophytes sur l'ensemble des types biologiques. Cette forte représentation des thérophytes, une thérophysation dénote d'une certaine ouverture de ces milieux et donc de la dégradation des populations d'*Atriplex halimus L*.

La combinaison des facteurs naturels et anthropiques, conjuguée aux fluctuations des précipitations est à l'origine de l'occupation des sols par des formations naturelles où dominant des espèces adaptées aux conditions du milieu et à son mode d'exploitation.

Dans les stations à *Atriplex halimus L*, la matorralisation et l'anthropisation marquent le paysage floristique. Ces populations montrent une hétérogénéité qui est liée d'une part au facteur climatique et d'autre part à l'impact de l'homme par des interventions irréfléchies, le pâturage, l'extraction de sable, l'urbanisation et les activités anarchiques du tourisme de masse.

Atriplexaies

L'intérêt que l'on doit porter à ces formations à *Atriplex halimus* L est confirmé par le mauvais état de ses peuplements. Les résultats sur la répartition des espèces, exprimés par des stratégies adaptatives face à des contraintes du milieu, montrent que les thérophytes et les hémicryptophytes tendent à envahir le tapis végétal de ces *Atriplexaies*.

Une politique de préservation et de renforcement de ce patrimoine phylogénétique et par conséquent la sauvegarde de ces formations fragilisée par l'homme demeure indispensable dans la région de Mostaganem. La prise de conscience de leur intérêt et de l'urgence de leur protection pour une conservation active nous paraît une priorité absolue.

Cette première analyse a permis de souligner l'intérêt floristique et phytogéographique de l'espèce *Atriplex halimus*L. Elle mérite d'être approfondie par des études plus ciblées, portant sur d'autres sous espèces dans d'autres régions du littoral Algérien et enfin la recommandation pour la préservation de ces peuplements en zones vulnérables par des actions concrètes diminuant et/ou limitant l'action anthropique dévastatrice et protégeant notre patrimoine biologique régional.

Chapitre V

*Polymorphisme et variation
des caractères biométriques de
cinq provenances d'*Atriplex
halimus L (Amaranthacées).**

5. Polymorphisme et variation des caractères biométriques de cinq provenances d'*Atriplex halimus* L.(Amaranthacées)

Introduction

Le littoral mostaganemois recèle d'importantes ressources phylogénétiques. Ces dernières ont un grand rôle dans le maintien de l'équilibre écologique des écosystèmes naturels mais aussi sur le plan économique. Ce potentiel est soumis de manière permanente à un processus d'érosion qui risque de devenir irréversible.

Le surpâturage et l'extension des surfaces de cultures associées aux sévérités du climat ont conduit à une raréfaction de plus en plus accentuée des populations autochtones d'*Atriplex halimus*.

Les caractéristiques phénotypiques constituent un outil incontournable dans la classification et la taxonomie des micros et macros organismes et continue, à nos jours, d'être utilisée (Stuessy, 1990).

Les avantages de l'utilisation des espèces fourragères, en particulier les *Atriplex*, réside dans leurs stratégies d'adaptations écophysiologicals, leur grande résistance à l'aridité et à la salinité (Pujol *et al.* 2001), leur capacité à produire une biomasse utilisée dans des conditions marginales comme fourrage pour le bétail (Mulas et Mulas, 2004).

Elles ont une bonne valeur nutritive et fournissent un fourrage de qualité (Lesins et Lesins, 1979). Ces caractéristiques font de *Atriplex halimus* d'excellentes espèces pour la réhabilitation des zones dégradées pastorales.

L'analyse de diverses données morphologiques permet d'identifier et de caractériser des groupes de diversité et de préciser leur constitution et de cerner bien le polymorphisme phénotypique (variabilité phénotypique), donnée nécessaire pour sa bonne gestion et sa valorisation. Plusieurs sorties sur le terrain ont été réalisées dans le but de mieux connaître les populations naturelles de l'espèce *Atriplex halimus* existantes le long du littoral de Mostaganem et identifier les principales zones homogènes.

Les populations d'*Atriplex halimus* manifestent une action anthropique visible à l'œil qui exerce une influence à un point tel qu'il en résulte une dynamique régressive, ses actions néfastes qui se traduisent, le plus souvent, par la diminution de la densité des populations naturelles voire même leurs disparitions .

Les placettes de sondage (100 m²) sont installées aléatoirement dans chaque population pour effectuer les mesures morpho-métriques. La distribution géographique a été déterminée par une prospection aléatoire de stations situées dans le littoral de Mostaganem.

Les populations naturelles d'*Atriplex halimus* L présentent des niveaux élevés de variabilité morphologique et physiologique. Cependant, la variabilité morphologique de ses fruits est peu connue. Nous avons localisé et échantillonné cinq populations d'*Atriplex halimus* L. pour évaluer la diversité de leurs tailles (longueur et largeur et diamètre) ainsi que la forme des touffes, feuilles, valves fructifères et graines.

5.1- Matériels et méthodes

5.1.1- Caractères morphologiques

Nous avons considéré 16 caractères quantitatifs qui permettent d'étudier la variabilité morphologique

- Touffes
- Hauteur(H)
- Diamètres des touffes (m)
- Forme des touffes
- Taille des feuilles
- Longueur, largeur, largeur moyenne (cm) et Rapport foliaire (RF)
- Formes des Feuilles
- Taille des valves fructifères
- Longueur et largeur (mm) et rapport des valves fructifères
- Forme des valves fructifères
- Taille des Graines
- Hauteur
- (HG) des graines (mm)
- Diamètre des graines (DG) ((mm)
- Forme
- Couleur

5.1.2- Etude des jeunes pousses d'*Atriplex halimus*

Les graines destinées à la germination et croissance sont préalablement désinfectées par l'hypochlorite de sodium (NaClO) à 5% pendant 5 minutes puis rincées abondamment trois fois à l'eau distillée pour éliminer toute trace de chlore.

Elles ont été ensuite immergées dans l'eau pendant 1 h avant d'être semées deux à deux, dans des sachets en polyéthylène (8 cm × 25 cm) remplis de terre prélevée en pépinière. Les sachets ont été placés en planches protégées du rayonnement solaire par des ombrières. À

la levée, soit environ 45 jours après semis, un démariage a été effectué afin de ne laisser qu'une seule plantule par sachet. Sauf en cas de pluie, une irrigation manuelle a été faite le matin. Aucun traitement phytosanitaire n'a été appliqué.

L'objectif de l'étude est l'analyse de diverses données morphologiques afin de cerner le polymorphisme phénotypique de l'espèce *Atriplex halimus* L.

Nos travaux ont cherché à caractériser phénotypiquement les écotypes d'*Atriplex halimus* de diverses provenances (Tableau 48). Notre hypothèse de travail a été que les caractères biométriques des touffes, feuilles, valves fructifères, graines et des plantules étaient des marqueurs aptes à discriminer les provenances de l'*Atriplex halimus*.

5.2- Analyse statistique

Une analyse de variance variable par variable avec le modèle linéaire généralisé (GLM) dans lequel nous avons testé l'effet provenance sur chaque variable.

Cette analyse a été suivie d'une comparaison de moyenne par le test de Newman et Keuls au seuil de 5 % qui a permis d'identifier les groupes homogènes.

Une analyse en composantes principales (ACP) qui a permis d'analyser simultanément toutes les variables mesurées à partir des axes principaux. Cette analyse a été faite sur les données centrées réduites obtenues en divisant la moyenne par l'écart-type. Elle a eu pour objectif de donner le même poids à toutes les variables de l'analyse (Dagnelie, 2000).

Une classification hiérarchisée ascendante (CAH) basée sur les indices de similarité à partir de toutes les variables. Cette classification a permis de mesurer le degré de ressemblance phénotypique des provenances.

Tableau 47 : Présentation et localisation des populations

Stations	Abréviation	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Mactaa	Pop1	35°47'4.67"N	0° 7'15.73"O	3
Matarba	Pop2	35°56'54.07"N	0° 5'14.38"E	20
Sidi Mejdoub	Pop3	35°57'5.47"N	0° 5'35.33"E	53
Mazagran	Pop4	35°53'58.14"N	0° 4'7.04"E	94
Debdaba	Po5	35°55'2.24"N	0° 6'43.78"E	138

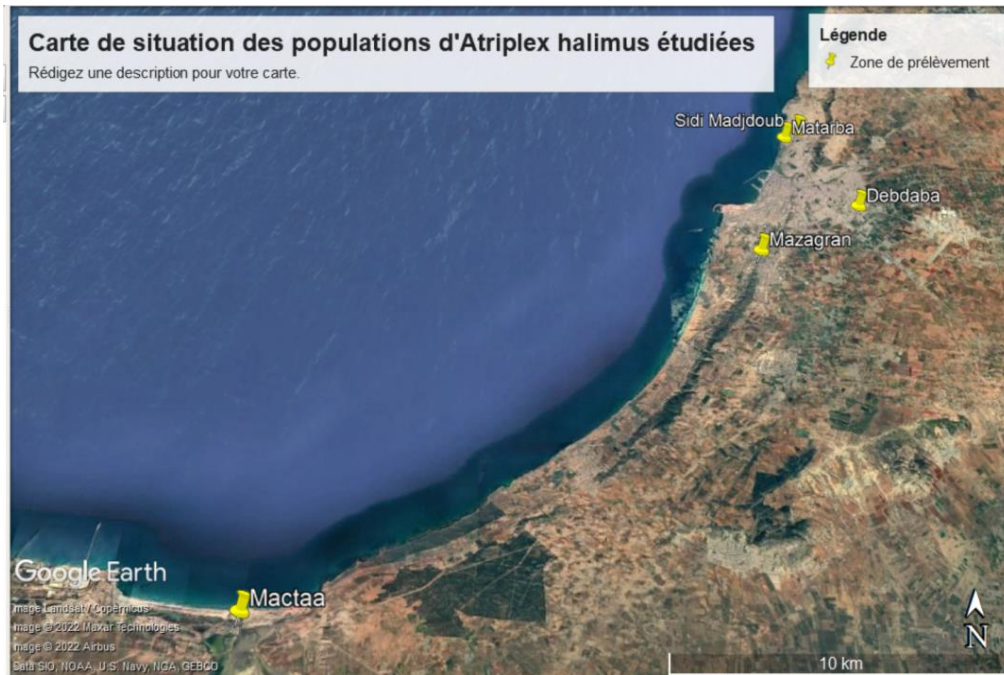


Figure 42 : Carte de situation des populations d'Atriplex halimus étudiées

5.3- Résultats et discussion

5.3.1- Mesures morphométriques des touffes et feuilles d'Atriplex halimus

Tableau 48 Comparaison des moyennes pour les variables hauteur, diamètres des touffes et longueur, largeur et rapport foliaire

Provenances	Touffes		Feuilles		
	Hauteur (cm)	Diamètre (cm)	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Rapport foliaire
Mactaa	1.076b±0.11	1.026b±0.29	3±0.70	2.410±0.93	1.351±0.37
Matarba	1.430b±0.11	1.256b±0.03	3.49±1.1	2.374±0.45	1.471±0.39
Sidi Mejdoub	1.608ab±0.55	6.088a±3.25	3.21±0.88	2.380±0.78	1.431±0.42
Mazagran	2.056a±0.62	5.672a±3.25	3.25±0.65	2.140±0.55	1.577±0.42
Debdaba	1.240b±0.17	8.56a±1.26	3.39±0.40	2.110±0.26	1.632±0.30

Test de Newman Keuls 5 % : les provenances dont les moyennes portent les mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, donc constituent des groupes homogènes.

Pour les variables hauteur et diamètre des touffes, les moyennes générales observées ont été respectivement entre 1.07 m et 2.056 m (Hauteur) et entre 1.02 m et 8.56 m (Diamètre).

Au niveau de la population de Mazagran, les individus ont montré en moyenne une hauteur de 2.056 m par contre pour le diamètre c'est la population Debdaba qui enregistre un diamètre le plus élevé de 8.56 m.

L'analyse de variance effectuée pour chacune des variables mesurées sur les Touffes a mis en évidence un effet provenances hautement significatif ($P < 0,001$) pour les variables hauteur et diamètres (Tableau 49).

Afin d'étudier la diversité morphologique des feuilles au niveau de populations spontanées d'*Atriplex halimus* une deuxième étape de notre démarche est la représentation des feuilles dimensions (Longueur, largeur, largeur moyenne (cm) et Rapport foliaire (RF) et formes. Dans cette étape, notre contribution se situe à deux niveaux :

— D'une part, les représentations foliaires proposées sont définies de manière à refléter la composition et la forme générale des feuilles telles qu'elles sont définies par les botanistes.

— D'autre part la composition se manifeste par les représentations des différentes formes du limbe et caractérisation des feuilles selon la forme du sommet et la base du limbe

Les individus de la population d'*Atriplex halimus* L ont montré en moyenne un rapport foliaire qui varie entre 1.35 et 1.63 cm pour l'ensemble des mesures et une largeur maximale des feuilles de 1.13 cm à 2.63 cm. Le rapport le plus élevé indique que les feuilles sont plus longues et moins larges.

Au niveau de la population de Matarba, les individus ont montré en moyenne la longueur et largeur la plus élevées des feuilles (3.49 cm et 2.410) et le rapport foliaire le plus élevé a été enregistré chez la population de Debdaba (1.632) (Tableau 49).

5.3.2- Morphologie des valves fructifères (Taille) d'*Atriplex halimus*

Une variabilité morphologique entre les individus des populations se manifeste au niveau des dimensions et forme des valves fructifères, nous avons remarqué que la taille des valves fructifères varie entre de 2.62 à 5.2 mm (longueur) et de 3.36 à 6.2 mm (largeur). Le rapport

et de 0.66 à 1.09 mm, ceci indique que les valves fructifères sont plus longues et moins larges (Tableau 50).

Tableau 49 : Comparaison des moyennes pour les variables longueur, largeur (mm), et rapport des valves fructifères

Provenances	Valves fructifères		
	Longueur (mm)	Largueur (mm)	Rapport des valves fructifères
Mactaa	3.04±1.74	3.66±1.83	0.81±0.31
Matarba	4.34±1.81	5.22±1.93	0.82±0.04
SidiMejdoub	2.58±0.92	3.88±0.93	0.66±0.12
Mazagran	3.56±0.93	3.36±0.76	1.092±0.39
Debdaba	5.2±1.30	6.2±2.16	0.894±0.26

5.3.3-Morphologie des graines (Taille) d'*Atriplex halimus*

Tableau 50 : Comparaison des moyennes pour les variables longueur, diamètre (mm) des graines

Provenances	Graines			
	Longueur (mm)		Diamètre (mm)	
	Moyenne	Ecart- type	Moyenne	Ecart- type
Mactaa	1.6	±0.54	1.98b	±0.82
Matarba	1.6	±0.41	1.1c	±0.15
SidiMejdoub	1.8	±0.27	0.9c	±0.22
Mazagran	1.7	±0.27	3a	±0.14
Debdaba	1.1	±0.22	2.62a	±0.41

L'observation de l'aspect des graines de différents pieds d'*Atriplex halimus*, a révélé que la taille et la forme des graines est très variable. En effet les graines montrent clairement l'existence de diverses formes et couleurs.

Par ailleurs, nous avons remarqué que la taille des graines varie entre de 1.1 à 1.8 mm de longueur et de 0.9 à 3 mm de diamètre (Tableau 51).

L'analyse de variance effectuée pour chacune des variables mesurées sur les graines a mis en évidence un effet provenances hautement significatif ($P < 0,001$) pour le diamètre des graines (Tableau 51).

5.3.4- Etude de la morphométrie des feuilles des jeunes pousses d'*Atriplex halimus L.*

Tableau 51 : Comparaison des moyennes pour les variables longueur, diamètre (mm) et rapport foliaire des plantules

Provenances	Feuilles					
	Longueur (mm)		Largeur (mm)		Rapport foliaire	
Mactaa	2.458	±0.86	1.13b	±0.76	0.183	±1.48
Matarba	3.6	±0.80	2.142 ^{ab}	±0.34	0.298	±1.49
SidiMejdoub	3.984	±1.60	2.432 ^{ab}	±1.14	0.164	±1.61
Mazagran	3.8	±0.51	2.63 ^a	±0.55	0.169	±1.47
Debdaba	3.8	±0.69	2.1 ^{ab}	±0.63	0.594	±1.90

L'analyse des résultats (Tableau 52) révèle que la longueur moyenne des feuilles est entre 2.45 à 3.93 cm et une largeur de 1.13 à 2.63 cm. Le rapport le plus élevé a été remarqué chez la population Debdaba (1.90) ce qui indique que les feuilles sont plus longues et moins larges. L'analyse de variance effectuée pour chacune des variables mesurées sur les feuilles des jeunes plantules a mis en évidence un effet provenances hautement significatif ($P < 0,001$) pour la largeur des feuilles des jeunes plantules (Annexe 4).

5.4. Variables mesurées et analyse statistique des données

Les résultats de l'analyse de variance appliquée aux cinq populations (Annexe 4) mettent en évidence un effet population au moins significatif pour tous les caractères considérés. Les variations importantes observées pour les différents paramètres hauteur et diamètre des touffes, diamètres des graines et largeur des feuilles des plantules témoignent d'un polymorphisme phénotypique important entre les populations.

Les coefficients de variation (CV) pour les 13 caractères morphologiques quantitatifs notés sur cinq populations sont présentés dans le (Annexe 4).

Le caractère variant le moins entre les individus est le rapport foliaires des feuilles des plantules (CV = 20.48 %).

Les quatre caractères les plus variables entre les individus sont le diamètre des touffes (CV=47.33 %), la longueur et largeur des valves fructifères (CV=37.31% et 36.49 % respectivement) et largeur des feuilles des jeunes plantules (CV= 35.32 %).

5.4.1- Analyse multivariée

L'analyse en composantes principales (ACP) effectuée sur les caractéristiques biométriques des individus des cinq populations naturelles d'*Atriplex halimus* L a montré que les deux premiers axes principaux expliquaient 74 % de la variabilité observée (axe 1 : 48 %, axe 2 : 25 %).

Les variables explicatives de l'axe 1 ont été longueur et largeur des valves fructifères, longueur des feuilles, rapport foliaire, longueur feuilles plantules et rapport foliaire plantules. Cet axe pourrait donc être défini comme l'axe de la biomasse. L'axe 2 on remarque les variables hauteur des graines, hauteur des touffes, rapport des valves fructifères, longueur et largeur des feuilles des plantules (Figure .47).

En superposant les cercles de corrélation des variables et la carte des provenances des individus utilisées créés par les axes principaux, il ressort que les populations de Mazagran et Debdaba sont très corrélés à l'axe 1. Cependant, à l'inverse des autres populations Matarba, Mactaa et Sidi Medjdoub sont situées du côté négatif de cet axe 1. Sur l'axe 2, les populations Mactaa, Matarba, et Debdabaa sont du côté négatif alors que Les populations Mazagran et Sidi Medjdoub sont situées du côté positif (Figure 46).

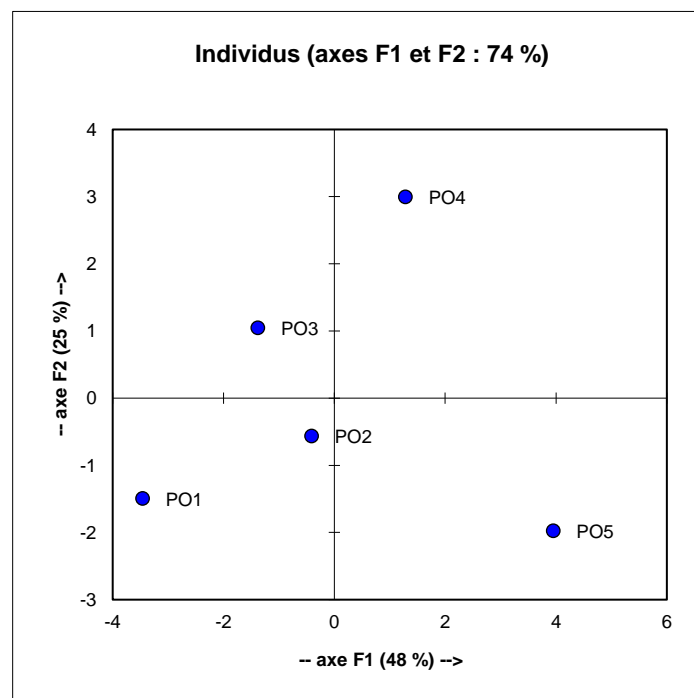


Figure 43 : Représentation graphique de l'ensemble des populations étudiées dans le plan 1-2 d'une ACP.

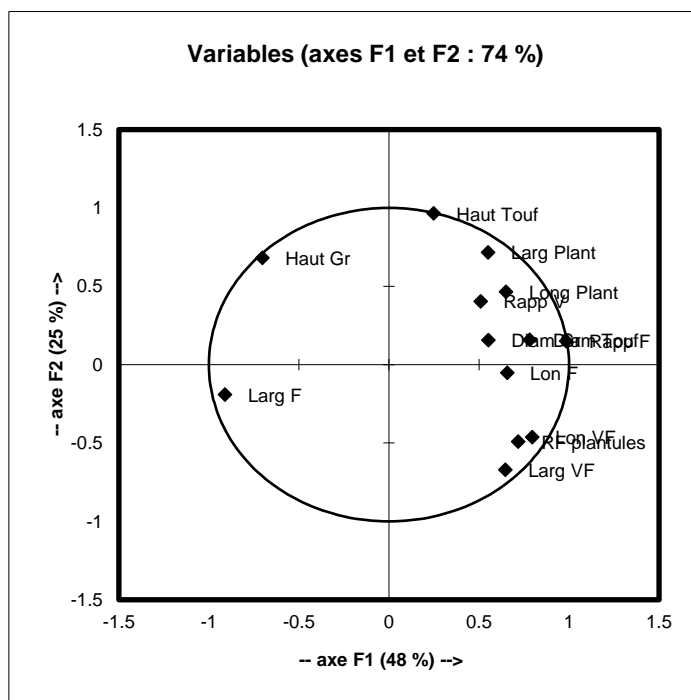
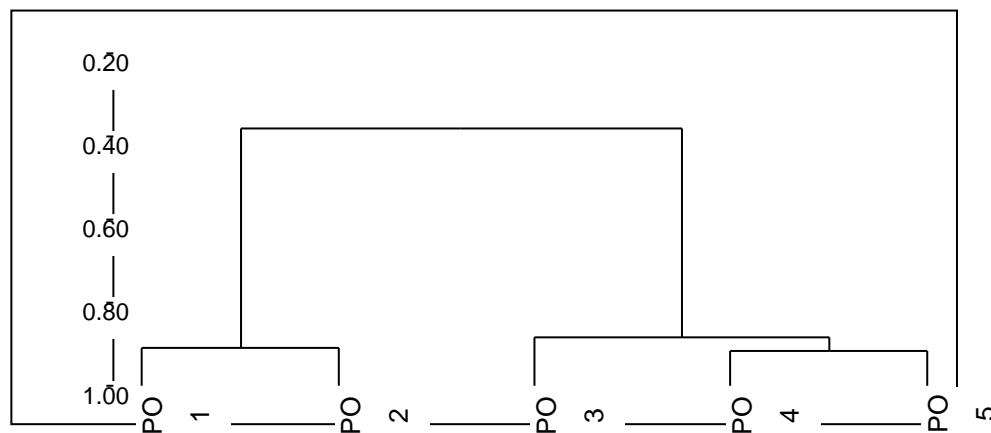


Figure 44 : Analyse en composantes principales sur les variables biométriques de cinq provenances de collectes d'*Atriplex halimus*



P01: Mactaa, P02: Matarba, P03: Sidi Medjdoub, P04: Mazagran, P05: Debdaba

Figure 45 : Classification hiérarchisée ascendante de cinq provenances de collectes d'*Atriplex halimus* effectuée à partir d'indices de similarité entre variables biométriques.

Une analyse du dendrogramme de classification hiérarchique fait ressortir deux groupes de provenances (Figure 48) :

– Les provenances de la station Mactaa et Matarba

– Les provenances de la station Sidi Medjdoub. Ce deuxième groupe se scinde lui-même en deux sous-groupes, l'un constitué par la station Mazagran l'autre par la station Debdaba .Ce deux sous groupe montre une forte proximité.

Tableau 52 : Corrélation entre certaines variables biométriques mesurées sur les individus d'Atriplex halimus L. collectées dans cinq provenances.

	Haut Gr	Diam Gr	Lon VF	Larg VF	Lon F	Larg F	Rapp F	Rapp V	Haut Touf	Diam Touf	Long Plant	Larg Plant	RF plantules
Haut Gr	1	-0,45	-0,87	-0,84	-0,37	0,58	-0,60	-0,20	0,49	-0,45	-0,03	0,19	-0,83
Diam Gr	-0,45	1	0,38	-0,01	-0,11	-0,83	0,63	0,88	0,25	0,41	-0,05	0,07	0,22
Lon VF	-0,87	0,38	1	0,88	0,73	-0,62	0,73	0,38	-0,22	0,32	0,24	0,09	0,62
Larg VF	-0,84	-0,01	0,88	1	0,72	-0,33	0,52	-0,09	-0,46	0,33	0,28	0,01	0,76
Lon F	-0,37	-0,11	0,73	0,72	1	-0,35	0,62	0,14	0,18	0,24	0,66	0,56	0,34
Larg F	0,58	-0,83	-0,62	-0,33	-0,35	1	-0,95	-0,75	-0,39	-0,76	-0,48	-0,49	-0,55
Rapp F	-0,60	0,63	0,73	0,52	0,62	-0,95	1	0,63	0,39	0,76	0,66	0,62	0,60
Rapp V	-0,20	0,88	0,38	-0,09	0,14	-0,75	0,63	1	0,52	0,19	0,08	0,28	-0,10
Haut Touf	0,49	0,25	-0,22	-0,46	0,18	-0,39	0,39	0,52	1	0,30	0,63	0,85	-0,33
Diam Touf	-0,45	0,41	0,32	0,33	0,24	-0,76	0,76	0,19	0,30	1	0,70	0,58	0,78
Long Plant	-0,03	-0,05	0,24	0,28	0,66	-0,48	0,66	0,08	0,63	0,70	1	0,94	0,38
Larg Plant	0,19	0,07	0,09	0,01	0,56	-0,49	0,62	0,28	0,85	0,58	0,94	1	0,11
RF plantules	-0,83	0,22	0,62	0,76	0,34	-0,55	0,60	-0,10	-0,33	0,78	0,38	0,11	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0.05 (test bilatéral)

Coefficient de corrélation de Pearson (ACP normée)

5.4.2- Corrélations entre variables

Une analyse de corrélation effectuée sur les variables mesurées sur les touffes, les feuilles, les valves fructifères, les graines et les feuilles des jeunes plantules a mis en évidence deux catégories de corrélations entre variables :

Des corrélations positives et des corrélations négatives (Tableau 53).

L'analyse des relations entre les variables fait ressortir que :

- La longueur des valves fructifères est positivement corrélée avec largeur des valves fructifères (0.88).
- Le rapport des valves fructifères est positivement corrélé avec le diamètre des graines (0.88)
- Largueur et la longueur des feuilles de jeunes plantules est positivement corrélée (0.94)
- Le rapport foliaire est négativement corrélé avec largeur des feuilles (-0.95) (Tableau 53).

En considérant de façon isolée l'action de chaque variable nous avons observé une corrélation respectivement négative et positive.

5.5- Forme des touffes d'*Atriplex halimus*



Figure 46 : Forme des touffes d'*Atriplex halimus* à Mactaa



Figure 47 : Forme des touffes d'*Atriplex halimus* à Matarba



Figure 48: Forme des touffes d'*Atriplex halimus* à Sidi Medjdoub



Touffes très développées et très ramifiées en remarque un fourré dense difficilement pénétrable.

Figure 49 : Forme des touffes d'Atriplex halimus à Mazagran



Figure 50 : Forme des touffes d'*Atriplex halimus* à Debdaba

L'observation des formes des touffes nous a permis de distinguer des buissons très touffus impénétrables au port compact formant une masse en « coussin » ou plante en coussinet hémisphérique plus ou moins bombé ou en tapis étalé sur le sol , par contre les touffes exposées au vent et à l'embrun marin sur les falaises , l'espèce forment des buissons compacte étalés au ras du sol.

En allant vers l'intérieur des terres loin de la mer, on remarque des touffes très développées et très ramifié, une ramification basale intense diffuse serrée, elles constituent un fourré dense difficilement pénétrable. Les touffes sont très abondantes et bien étalées en largeur, une densité visible à l'œil.

5.6- Formes des feuilles












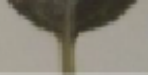



Photos					
Forme	Ob ovoïde	Ovale	Oblongue	Rhomboidale	Elliptique
Sommet du limbe	 Obtuse (arrondi)	 Aiguë	 Obtuse (arrondi)	 Aiguë	 Aiguë
Base du limbe	 cunéiforme	 Tronquée	 Auriculée	 Cunéiforme	 Cunéiforme

Figure 51 : Formes des feuilles d'Atriplex halimus à Mactaa







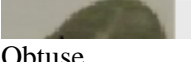

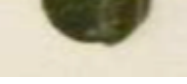

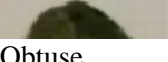
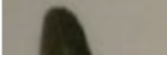
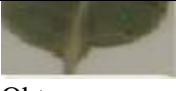

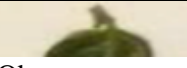
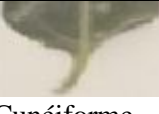
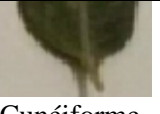
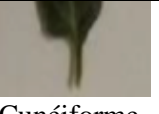
Photos						
Forme	Ovale	Ovale Asymétrique	Orbiculaire	Triangulaire	Elliptique	Oblancéolée
Sommet du limbe	 Obtuse	 Obtuse	 Mucronée	 Mucronée	 Obtuse	 Obtuse
Base du limbe	 Obtuse	 Obtuse	 Obtuse	 Cunéiforme	 Cunéiforme	 Cunéiforme

Figure 52 : Formes des feuilles d'Atriplex halimus à Matarba









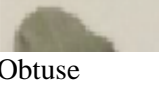


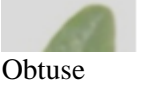


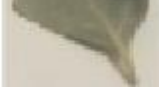



Photos						
Forme	Obovale	Ovale	Rhomboidale	Ovale	Oblongue	Oblancéolée
Sommet du limbe	 Émarginée	 Obtuse	 Obtuse	 Émarginée	 Obtuse	 Obtuse
Base du limbe	 Cunéiforme	 Cunéiforme	 Cunéiforme	 Obtuse	 Cordée	 Cunéiforme

Figure 53 : Formes des feuilles d'Atriplex halimus à Sidi Medjdoub













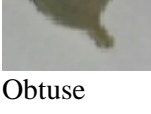






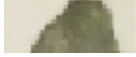
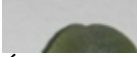
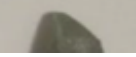



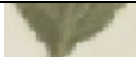
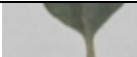
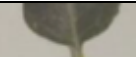

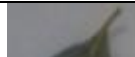

Photos						
Forme	Elliptique	Rhomboidale	Triangulaire	Ovale	Obovale	Oblongue
Sommet du limbe	 Mucronée	 Obtuse	 Obtuse	 Aiguë	 Obtuse	 Obtuse
Base du limbe	 Obtuse	 Cunéiforme	 Tronquée	 Cunéiforme	 Obtuse	 Obtuse

Figure 54 : Formes des feuilles d'Atriplex halimus à Mazagran

Photos						
---------------	---	---	---	--	---	---

Forme	Rhomboidale	Deltoïde	Ovale	Ovoïde	Obovoïde	Obovale (Avec des pointes sur les côtés)
Sommet du limbe	 Obtuse	 Émarginée	 Aigue	 Obtuse	 Acuminée	 Obtuse
Base du limbe	 Cunéiforme	 Cunéiforme	 Tronquée	 Cunéiforme	 Obtuse	 Obtuse

Pop1, 2, 3, 4, 5 : Populations spontanées d'*Atriplex halimus*

Figure 55 : Formes des feuilles d'*Atriplex halimus* à Debdaba

Les feuilles sont entières, simples, pétiolés de disposition alternes plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres.

Les feuilles sont assez dissemblables de forme obovoïde, ovale oblongue, rhomboïdale, elliptique, ovale asymétrique, triangulaire, oblancéolée - obovale, oblongue, deltoïde, ovale, ovoïde.

Le sommet du limbe est obtuse (arrondi), aiguë, mucronée, émarginée, acuminée
La forme de la base du limbe est cunéiforme, tronquée, auriculée, obtuse, cordée

5.7- Forme des valves fructifères



Photos 1. Forme des valves fructifères

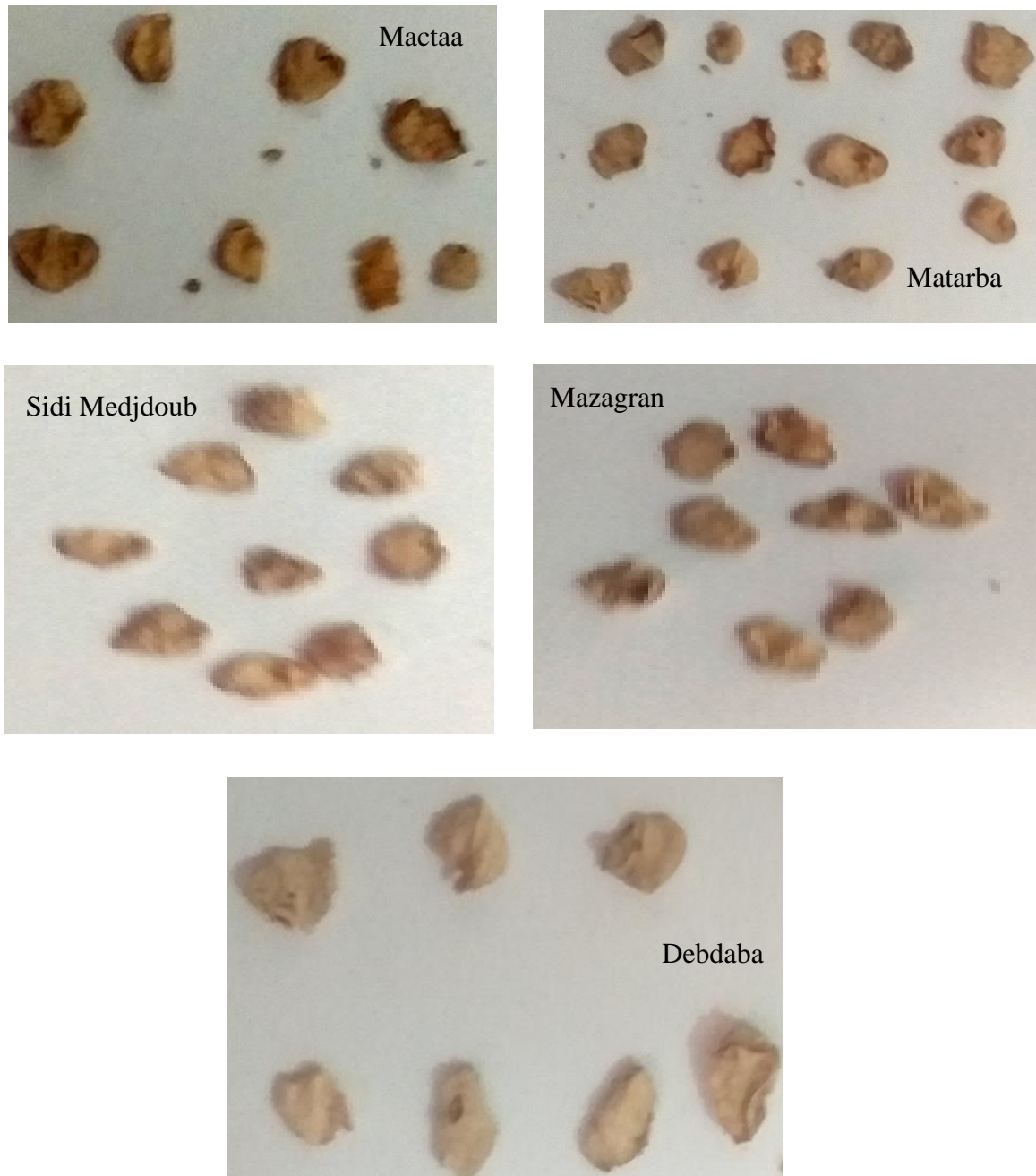


Figure : 56 Formes des valves fructifères des cinq stations d'étude

Les valves fructifères sont, coriaces, légèrement cornées à la base, indurées, droites ou récurvées.

On décèle les formes lisses à marges entières, plus ou moins réniformes à marges entières, crispées, ondulées crispées, arrondies, réniformes.

Les différences de formes s'étendent jusqu'aux deux grandes bractées qui abritaient les graines. L'observation visuelle des valves fructifères, a révélé une grande diversité morphologique (Figure 59).

5.8- Forme et couleur des graines d'*Atriplex halimus*



Photos 2 : Graines d'*Atriplex halimus* de couleur Brun noirâtre, rousses, noires et brun clair

Les graines sont des akènes disposés verticalement lenticulaires, à marge obtuse, lisse, des graines à bord enflé et un peu déprimées à leur centre et des graine renflées en verre de montre aux deux faces et à bord aigus.

L'observation de la couleur des graines, montrent clairement l'existence de diverses couleurs des graines de teinte roussâtre, brun clair, brun noirâtre, noirs(Photos2).

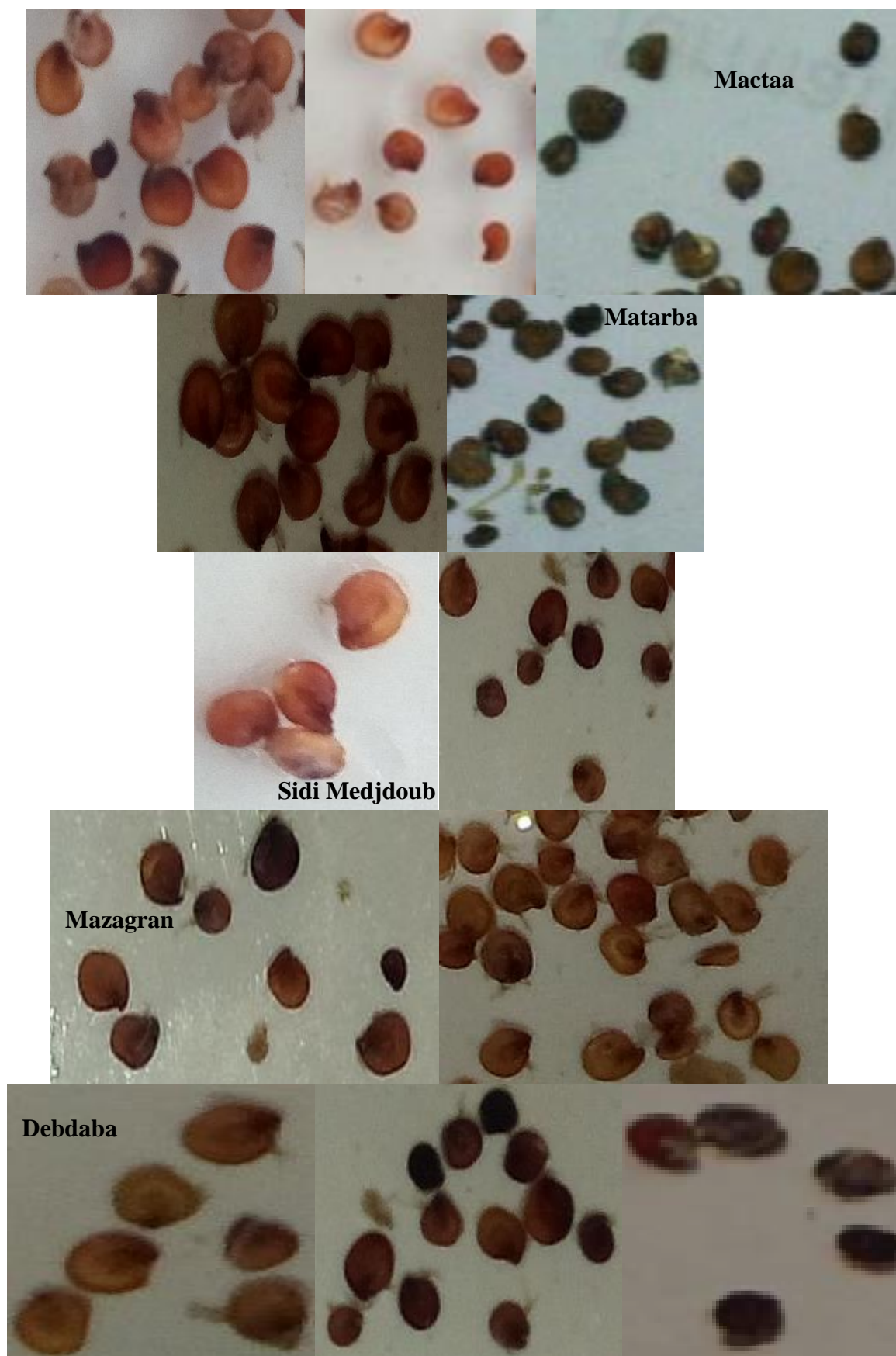



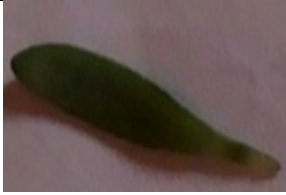




Figure 57 : Formes et couleur des graines d'Atriplex halimus des stations d'études



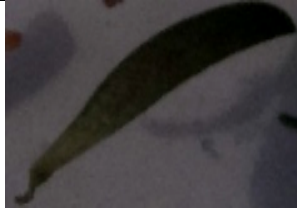


L'observation de l'aspect des graines de différents pieds d'*Atriplex halimus*, a révélé que la taille et la forme des graines est très variable. En effet les graines montrent clairement l'existence de diverses formes et couleurs (Figure 60).

Par ailleurs, nous avons remarqué que la taille des graines varie entre de 1.1 à 1.8 mm de longueur et de 0.9 à 3 mm de diamètre.

5.9- Forme de feuilles des plantules d'*Atriplex halimus* L.

Tableau 53 : Forme de feuilles des plantules d'*Atriplex halimus*

Populations	Forme	Photos
Pop1	Oblongue	
	Cunées «bec de canard »	
	Lancéolée	
Pop2	Linéaire	
Pop3	Lancéolée	
Pop4	Lancéolée	

	Oblancéolée	
	Spatulée	
Pop5	Lancéolée	
	Oblancéolée	
	Spatulée	

L'analyse des résultats révèle plusieurs formes de feuilles parmi celle-ci la forme oblongue, cunées, lancéolée, linéaire, oblongéolée, spatulée. La forme prédominante des feuilles dans laplupart des populations étudiées est la forme lancéolée (Tableau 54).

5.10- Discussion

La variabilité est une des caractéristiques essentielles chez tous les êtres vivants. Elle est particulièrement marquée chez les espèces végétales. Cette variabilité se rattache à des caractères phénotypiques, elle se trouve sous la dépendance de deux ensembles de facteurs de nature génétique et environnemental tel que le phénotype (effets du génotype plus effets de milieu plus interactions génotypiques des facteurs de milieu) (Demarly, 1991). Les formes et les caractères peuvent changer selon le milieu où se trouve l'espèce végétale.

Le polymorphisme traduit l'existence de formes diversifiées, il exprime l'hétérogénéité au sein d'une population. Il est aussi employé pour désigner des espèces dont les individus peuvent revêtir des formes différentes, l'étude de ces variations nécessite l'utilisation de la morphométrie qui donne des renseignements sur le polymorphisme des espèces, leurs états de dégradations et les adaptations aux différentes conditions (Delpech, 2006).

Dans les programmes de sélection des plantes, les caractères morphologiques sont les premiers à être observés, ils intéressent diverses parties de la plante, par exemple longueur des tiges, surface foliaire, initiation de la floraison (Gomez *et al*, 2004).

Ces caractères sont utilisés également pour estimer la variation intra et inter populations. Ils sont généralement limités en nombre de caractères relevés et directement influencés par l'environnement. Néanmoins, ils fournissent des informations utiles pour décrire et identifier le matériel biologique (Châtelet, 2000 ; Sanderson et Mc Arthur, 2004)

Le polymorphisme semble être une caractéristique des Chénopodiacées (Ozenda, 1983), ce dernier se manifeste au niveau de la dimension et de la forme des feuilles, des valves fructifères et des graines (Osmond *et al*, 1980) et dans la production de biomasse (Atia *et al*. 2010).

Dans la région aride et semi-aride, les *Atriplex* présentent un grand intérêt pouvant être utilisé comme plante fourragère en raison de leur rusticité. L'adaptation à la sécheresse apparaît comme la résultante de l'intervention des plusieurs espèces d'*Atriplex*, ces espèces ont développés une stratégie remarquable de polymorphisme qui leur permet de s'adapter aux environnements différents et aux différentes conditions du sol (Brodie, 1996).

Plusieurs auteurs ont montré que les *Atriplex* sont dotés d'un polymorphisme important qui se manifeste dans divers caractères, comme il a été décrit chez *Atriplex hortensis*, *Atriplex patula* et *Atriplex triangularis* (Ungar, 1995).

Par ailleurs, Franclet et Le Houërou (1971) ; Ben Ahmed. (1995) ; Kinet *et al.* (1998), ont mis en évidence (in situ et in vitro) le remarquable polymorphisme de l'*Atriplex* au niveau de la morphologie des structures végétatives et reproductrices ainsi que sa grande variabilité au niveau du comportement physiologique des individus, ainsi que dans la production de biomasse.

L'*Atriplex halimus* présente une variabilité morphologique au niveau du port, forme et la taille des feuilles (Benchaâbane, 1998), forme et taille des valves fructifères, des graines, et de la production de biomasse en général (Ben Ahmed *et al.* 1996).

Abbad *et al.* (2004), ont confirmé l'existence, au sein de l'espèce *Atriplex halimus*, d'un grand polymorphisme (phénotypique et génétique) et d'une différenciation qui est d'autant plus importante que les populations sont éloignées géographiquement et croissent sous un climat différent.

Le polymorphisme de cette espèce semble être lié à sa diversité d'habitat impliquant vraisemblablement une forte adaptabilité de la plante à son milieu naturel et probablement en relation sa reproduction allogame dominante (Talamali *et al.* 2001, 2003). Ce remarquable polymorphisme varie également avec la prévenance de l'individu et sur un même pied, selon l'état physiologique de la plante ou la position de la feuille par un axe (Dutuit, 1998).

D'autres espèces tels que l'*Atriplex hostansis* présente de fortes variations morphologiques en termes de hauteur de la plante, surface foliaire, largeur des feuilles, la taille des graines longueur du pétiole, rendement en feuilles par plante, diamètre des pousses, nombre d'inflorescences (Tsewang *et al.* 2017).

- Morphologie des touffes d'*Atriplex halimus*

L'*Atriplex halimus* est un arbuste très rameaux, le port est variable, dressé ou étalé, érigé ou intriqué, la hauteur des touffes est de l'ordre de 1 à 3 m identique à celle d'autres espèces comme l'*Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens*, chez l'*Atriplex semibaccata* et l'*Atriplex glauca*, elle est de 0.3 à 1m (Ben Ahmed, 1996).

Les résultats de l'étude de la taille des touffes montrent que les individus étudiés marquent l'aspect d'un arbuste buissonneux étalé, dressées très touffus. Les touffes présentent une hauteur de 1.07 à 2.056 m et un diamètre de 1.02 à 8.56 m (Tableau 50), en forme de coussinet ou en forme d'un buisson très rameux difficilement pénétrable (Figure 49).

Les résultats des démentions et la forme coïncide avec beaucoup de travaux (Mottet et Hamm, 1968 ; Quézel et Santa, 1962 ; Benrebiha, 1987 ; Le Houérou, 1992 ; Bonnier et Douin. (1996) ; Walker *et al.* 2005 ; Lamare et pavon, 2020).

Lorsqu'elle n'est pas soumise au pâturage, elle peut atteindre quatre mètres et constituer un fourré difficilement pénétrable par les animaux (Nègre, 1961).

Selon Saadoun, (2005) ces plantes sont en majorité pérennes, prenant une forme en boule ou en coussinet afin de réduire l'échauffement.

Une variabilité dans les dimensions et les formes des touffes a été remarquée pour l'ensemble des populations étudiées donc un polymorphisme remarquable. Nos résultats coïncident avec les travaux d'Abbad (2004) et Fleury (2007) sur la variabilité phénotypique et le polymorphisme des touffes d'*Atriplex halimus* L.

L'aspect de la plante peut varier d'un pied à l'autre, voir même d'une branche à une autre suivant l'état de développement et la saison (Ozenda, 1983 ; Le Houérou, 1992).

Kinet, (1998) a montré que la dégradation des peuplements d'*Atriplex halimus* L est due à l'absence de la gestion et le surpâturage. Ce que nous avons remarqué pour la plupart des populations étudiées une dégradation alarmante qui s'accélère d'une année à une autre.

- Morphologie des feuilles d'*Atriplex halimus*

Il est fréquent que leur croissance terminée, les feuilles d'un même individu sont assez dissemblables de la base au sommet. L'hétérophyllie, état d'une plante hétérophyllie est beaucoup plus fréquent qu'on ne le suppose souvent, en particulier chez les dicotylédones (Gorenflot, 1998).

Cependant, un intérêt majeur a été accordé à l'organe feuille à raison de la richesse de l'information foliaire. Les feuilles comportent plusieurs éléments caractéristiques (tels que la marge et les nervures) qui sont considérés, par les botanistes, comme étant des clés pertinentes d'identification des espèces végétales (Goëau et Collab, 2011).

La fonction du polymorphisme foliaire est le plus souvent interprétée chez les plantes terrestres comme une des adaptations (associée au mode de ramification, à la longueur des entrenœuds (Niklas, 1998).

Selon Dutuit (1998), les travaux réalisés sur le terrain et le laboratoire, ont mis en évidence chez l'espèce *Atriplex halimus*, un remarquable polymorphisme morphologique, la plante formait des feuilles, entières, ovales ou lancéolées, formes typiquement attribuées à l'espèce *halimus* (variabilité interspécifique et intra spécifique). Cette variabilité a été mise en évidence dans diverses conditions à plusieurs niveaux d'observation floral, foliaire et phytomasse (Dutuit, 1998).

Selon la description de plusieurs auteurs ((Quézel et Santa, 1962 ; Duperat, 1997 ; Ben Ahmed, 1996) les feuilles sont assez grandes de 2 à 6 cm de longueur. Les limbes plats ou légèrement charnus sont soit entiers, dentés, lobés et de forme très variable (Stanley, 2003 ;

Gelin Zhu et Clemants, 2003). Cette espèce est caractérisée par un polymorphisme foliaire important (Ozenda, 1977).

Les feuilles sont triangulaires plus au moins lancéolées de couleur verte argenté et plus ou moins charnues, luisantes couvertes de poils vésiculaires blanchâtres très riches en sel (Duperat, 1997). Selon Abbad *et al.* (2004) il a été observé que la forme des feuilles d'*Atriplex halimus* peut correspondre à celle d'autres espèces du même genre. Elles varient selon la provenance de l'individu et selon l'état physiologique de la plante ou la position de la feuille sur un axe (Castroviejo, 1990 ; Dutuit, 1998). Elles peuvent être entières ou légèrement sinuées, parfois aiguées au sommet et trinervées (Mozafar et Goodin, 1970).

Selon les travaux de Dutuit (1994-1998) les formes des feuilles sont pour l'*Atriplex halimus* (ovale- oblongue), l'*Atriplex halimus/vargranulata* (ovale-oblongue échancrée au sommet), l'*Atriplex littoralis* (étroite –allongée), l'*Atriplex patula* (cunéiforme a la base sub-hastée), l'*Atriplex hostensis* (glauque), l'*Atriplex tornabeni* (ovale deltoïde), l'*Atriplex babingtonii* (hasté à oreillette, étalée), et l'*Atriplex laciniata* (hastée).

Plusieurs formes ont été signalées, rhomboïdales, hastées et lancéolées (Maire, 1962), deltoïdes, orbiculaires à lancéolées (Castroviejo, 1998), ovale-losangique à oblong (Leurquin, 2011).

Les formes des feuilles sont multiples triangulaires de grandes dimensions, jusqu'à 6 cm de longueur, ovoïdales avec un apex aigu, ovoïdales avec un apex obtus, elliptiques d'une consistance herbacée, adaptées aux milieux de haute montagne (Mulas et Mulas, 2004).

C'est au niveau des feuilles que le polymorphisme est très prononcée ou on a remarqué plusieurs formes de feuilles et une variabilité avec la provenance au sein du même individu. Les feuilles sont assez dissemblables de forme obovoïde, ovale oblongue, rhomboïdale, elliptique, ovale asymétrique, triangulaire, oblancéolée, obovale, oblongue, deltoïde, ovale, ovoïde (Figure 50).

Le sommet du limbe est obtuse (arrondi), aiguë, mucronée, émarginée, acuminée. La forme de la base du limbe est cunéiforme, tronquée, auriculée, obtuse, cordée.

L'étude de la morphologie des jeunes feuilles montre que les feuilles sont très bien développées très allongées de forme oblongue, cunées, lancéolée, linéaire, oblancéolée, spatulée. La forme prédominante des feuilles est la forme lancéolée (Figure 50).

Beaucoup de recherche prouvent que la forme lancéolée est la forme typiquement attribuée à l'espèce *Atriplex halimus* L.

-Morphologie des valves fructifères d'*Atriplex halimus* L

L'*Atriplex halimus* est une Amaranthacée monoïque, produit des fleurs présentant deux architectures de base. Le premier motif architectural est constitué de fleurs staminées pentamères avec un verticille externe de tépales jaunâtres et un verticille interne d'étamines. Le deuxième motif architectural est constitué de fleurs femelles avec un seul carpelle enfermé dans deux bractées opposées (Dutuit, 1998).

La fleur, dont la morphologie est souvent utile pour l'identification, est enveloppée de deux bractéoles, d'une consistance généralement foliacée, qui permettent de distinguer les espèces en fonction de leur forme et si elles se présentent ou non soudées les unes aux autres. (Lutts, 2004 ; Gelin et Clemants, 2003; Mulas et Mulas, 2004).

La taille des fruits chez les plantes hétéromorphes à graines est généralement associée à des différences de forme, de couleur ou présence de divers appendices (Manda'k, 1997) et avec des différences marquées dans les propriétés écologiques. Ces différences peuvent refléter le moment de germination.

Le fruit est membraneux, composé par les deux bractéoles (Nègre, 1961 ; Ozenda, 2006), à contour ovale et comprimé entre les 2 bractées de la fleur femelle ou hermaphrodite (Quézel et Santa, 1962 ; Bonnier et Douin, 1994).

Le fruit sec (akènes) entourés de 2 valves, donnant lieu à une structure de fruit qui se disperse comme une unité (Talamali *et al.* 2001-2003). Les bractéoles sont libres entre elles ou soudées jusqu'à mi-hauteur non soudées à l'akène (Leurquin, 2011).

Les résultats de l'étude de la taille des valves fructifères montrent une variabilité dans la longueur et largeur (2.62 à 5.2 mm de longueur et de 3.36 à 6.2 mm de largeur) entre les individus des populations d'*Atriplex halimus* (Figure 51). Le rapport (rapport de la longueur des valves fructifères sur sa largeur maximal) le plus élevé est de 1.09 indique que les valves fructifères sont plus longues et moins larges (Figure 51) Plusieurs recherches montrent que les dimensions des valves fructifères varient entre 3 à 4 mm de longueur et de 4 à 5 mm de diamètre (Mâalem, 2002 ; Leurquin, 2011).

Les bractéoles peuvent s'agrandir, s'épaissir ou devenir des appendices. Ils enserrant étroitement le fruit, sans s'y attacher. Le péricarpe est adné à la graine aplatie et orientée verticalement (Lutts, 2004; Zhu, 2003).

Les fruits des *Atriplex* sont composés par deux bractéoles, arrondis en rein, dentées ou entières, lisses ou tuberculeuses, droites ou récurvées (Nègre, 1961 ; Ozanda, 1983). Ces valves fructifères sont légèrement cornées à la base (Maire, 1962).

On décèle la présence de plusieurs formes : lisses à marges entières, pédonculées, plus ou moins dentées chez l'*Atriplex halimus* var. *halimus* (Francllet et Le Houérou, 1971 ; Hsini,

2002). Les fruits d'*Atriplex* sont ovales, aplatis, renfermés dans les sépales agrandis, contenant une seule graine (Couplan et Styner, 1994).

Les bractées fructifères entourant l'ovaire sont réniformes à sub-orbiculaires, entières ou dentées, et ont une surface dorsale lisse (Castroviejo *et al.* 1990) leurs forme est réniformes, ovales, cordiforme, semi ovale rhomboïdales (Benchaâbane, 1998), orbiculaires à ovales où réniformes, entières ou dentées (Leurquin, 2011).

Hsini (2001) signale que les valves fructifères chez d'autres espèces d'*Atriplex* sont triangulaires, plus ou moins tuberculées à marges dentées (*Atriplex glauca*), succulentes et spongieuses (*Atriplex semibaccata*). Elles sont dentées chez *Atriplex halimus* sous espèce *schweinfurthii* (Francllet et Le Houérou, 1971).

L'observation visuelle de la forme des valves fructifères, a révélé une grande diversité morphologique. On décèle les formes lisses à marges entières, plus ou moins réniformes a marges entières, crispées, ondulées crispées, arrondies, réniformes (Photos 1 et 2).

Une variabilité morphologique entre les individus des populations se manifeste au niveau de la dimension et de la forme des valves fructifères (Figure 51).

La présence de différents genres de bractéoles qui entoure la graine chez *l'Atriplex centralasiatica* semble être une stratégie écologique pour la survie dans des conditions de stress environnementaux (Li *et al.* 2008).

-Morphologie des graines d'*Atriplex halimus*

Les propriétés des semences peuvent rendre compte de la répartition des *Atriplex* sur le littoral (Billard *et al.* 1975). Une variation marquée du temps de germination a été observée entre les traitements et entre les tailles de graines, Les grosses graines ont produit des plantes plus grosses (Aaron, 1987).

Les petites graines à bractéoles et à fleurs généralement unisexuées sont les caractères principaux des espèces d'*Atriplex* (Pottier-Alapetite, 1979; Flores et Davis, 2001).

La graine a un péricarpe membraneux, pendante lenticulaire du couleur sombre (Nègre ,1961) Les graines sont comprimés latérales ou verticales de 0.9 à 1.1 mm (Castroviej, 1990), de 2 mm de diamètre (Nègre, 1961, Quèzel et Santa, 1962 ; Bonnier et Douin, 1994).

Des résultats de recherche ont été rapportés que les espèces d'*Atriplex* possèdent des graines de petite et grandes taille (Khan et Ungar, 1984 ; Manda'k, 2005).

D'après nos résultats nous avons remarqué des graines de petite taille et de graines de grande taille. La taille des graines, définie par la valeur moyenne de sa longueur et son diamètre a donné lieu à 1.1 à 1.8 mm de longueur et de 0.9 à 3 mm de diamètre, la taille des graines est très variable (Tableau 52).

L'observation de l'aspect des graines montre que les graines ont une forme lenticulaires, à marge obtuse, lisse, des graines à bord enflé et un peu déprimées à leur centre et des graines renflées en verre de montre aux deux faces et à bord aigus, on remarque aussi clairement l'existence de diverses couleurs (teinte roussâtre, brun clair, brun noirâtre, noirs)(Photos 3). Les graines ont une couleur rougeâtre à noire (Maire, 1962), noir ou roussâtre (Castroviejo., 1990), roussâtre (Nègre, 1961).

Ungar, (1995) a enregistré la présence de deux types de graines chez l'*Atriplex*, certaines sont petites, noires et dures, d'autres sont grandes, brunes et moins dures. Les graines noires sont caractérisées par une variabilité plus importante par rapport aux brunes, mais leur vitesse de germination est plus faible.

L'analyse statistique nous a permis de déduire que le diamètre des touffes, la longueur et la largeur des valves fructifères et la largeur des feuilles des jeunes plantules sont les caractères qui varient le plus entre les individus des cinq stations, plus les touffes s'étalent en largeur plus on s'éloigne de la forme connue chez l'*Atriplex halimus* L en coussinet plus on a une bonne quantité en biomasse(Annexe 5). Les valves fructifères les plus larges contiennent généralement des graines de taille plus grande et de couleur marron et elles ont un pouvoir germinatif plus élevé.

Les feuilles des jeunes plantules varient en forme pour donner des feuilles adultes qui change complètement de la forme lancéolée vers d'autres formes plus variées donc le polymorphisme s'annonce dès les premiers stades de développement des feuilles (Figure 53).

Une similitude entre les deux stations Mactaa et Matarba en ce qui concerne la plupart des variables étudiées vu la proximité de la mer des deux stations et les conditions climatiques presque les mêmes. La station de Sidi Medjdoub subit une grande dégradation des populations des végétaux en générales et principalement la population de l'espèce *Atriplex halimus* du au surpâturage et la coupe du bois. Les deux stations Debdaba et Mazagan se situent à des altitudes un peu plus élevées et montrent une forte proximité (Figure 48).

Conclusion

La diversité morphologique des groupements à *Atriplex halimus* dans notre région a amené certains chercheurs à étudier le volet morphométrique des feuilles, rares ou les études se sont intéressées au polymorphisme des valves fructifères et des graines dans la zone littorale de Mostaganem pourtant c'est cette partie de la plante qui subit un surpâturage vu que les animaux broutent généralement les valves fructifères qui contiennent les graines.

Toutes les études ont prouvé l'existence d'un polymorphisme remarquable de cette espèce avec une variabilité morphologique sur un même échantillon.

La caractérisation de la diversité morphologique des populations spontanée de l'*Atriplex halimus*, entreprise à l'aide de caractères morphologiques se rapportant au cycle de développement des plantes, a mis en évidence un polymorphisme phénotypique important donc une forte variabilité phénotypique (touffes, feuille, valves fructifères et graines). Les différentes architectures morphologiques décrites soulignent une plasticité phénotypique importante chez cette espèce.

Cette variabilité phénotypique des populations naturelles d'*Atriplex halimus* offre des possibilités de choix pour sélectionner un matériel végétal adapté pour différentes régions.

Les résultats préliminaires escomptés à travers cette étude mettent l'accent sur le rôle primordial d'utilisation de ce patrimoine phytogénétique qui représente une part importante de la diversité biologique. Les populations spontanées de ce patrimoine floristique naturel est soumissent à de fortes pressions de perturbations par les interventions irréflechies de l'homme.

Chapitre VI

*Effet de la salinité et de la
température sur la germination
de graines d'*Atriplex halimus* L*

Introduction

L'Algérie se caractérise par une extension particulièrement importante des milieux salés, les zones halophytes s'étendent surtout dans l'étage bioclimatique semi-aride et aride. Les formations à *Atriplex halimus* se trouvent gravement perturbé et éradiqué par les interventions irréflechies de l'homme, le surpâturage risque de régresser et de faire disparaître ces populations spontanées si la pression se maintient et s'accroît.

La salinité des sols est une contraintes pour le développement des plantes (Higazy *et al.* 1995), une menace pour l'équilibre alimentaire (Kinet *et al.* 1998).Ce phénomène s'intensifie et causée par la présence d'une quantité excessive de sels (Hayashi et Murata, 1998), elle présente des perturbations pour la germination des graines, la croissance des plantes, ce qui limite la production agricole (Dantas *et al.* 2005).

Les halophytes sont des plantes naturellement tolérantes aux sels solubles et poussent aussi bien dans un environnement salin qu'en conditions normales (Malcolm *et al.* 2003). Bien que ces plantes possèdent une concentration très élevées en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas autant tolérantes au sel au stade germination qui est hautement variable et spécifique à l'espèce (Ungar, 1991).

Généralement, les graines d'halophytes demeurent viables après avoir été soumises à de fortes concentrations en sel et peuvent germer lorsque le stress salin est levé, ce qui constitue une stratégie de survie en milieu salé (Keiffer et Ungar, 1995).

Le genre *Atriplex* de la famille Amaranthacées, appartient aux halophytes crassulescentes se présente assez souvent en peuplement d'allure monospécifique. Il se caractérise par leur grande diversité (Kinet *et al.* 1998). Les espèces d'*Atriplex* sont géographiquement omniprésentes au monde et se développent naturellement dans des habitats salins (Belkhodja *et al.* 2010).

L'*Atriplex halimus* est un arbuste halophyte fourrager autochtone, il présente pour la plupart des adaptations xérophytiques (Mulas et Mulas, 2004). Généralement, il est associé aux sols salins ou alcalins et aux milieux arides, désertiques ou semi-désertiques (Rosas, 1989). L'espèce est connue pour sa tolérance à des conditions abiotiques extrêmement dures telles que; salinité, sécheresse et le froid (Martínez *et al.* 2003 ; Walker et Lutts, 2014). La germination des graines exige des conditions favorables externes qui sont la disponibilité en eau, en oxygène et une température compatible avec un métabolisme cellulaire actif (François *et al.* 2012).

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins (Khan *et al.* 2000), ce stade est souvent limitée par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Khan et Rizvi, 1994). La salinité affecte l'imbibition, la germination et l'élongation des racines (Katembe *et al.* 1998).

Les principaux facteurs qui influencent la germination des semences sont, par ordre d'importance décroissante : l'humidité (teneur en eau de la graine et du substrat), la température, la lumière et l'aération autour de la graine (Bonner, 2008).

Hawker et Jenner (1993) suggèrent que les hautes températures inhibent la germination des graines en limitant la disponibilité d'énergie et des hydrolysats, évènement conséquent d'un retard et d'une inhibition de la synthèse et/ou l'activité des enzymes hydrolytiques. L'étude de la germination, sous contrainte saline, est révélatrice d'un potentiel génétique de tolérance des espèces et des variétés, au moins à ce stade physiologique et révèle la capacité de l'espèce à pousser sur des sols très salins (Jaouadi *et al.* 2010). La température et la salinité sont les deux facteurs abiotiques les plus importants qui affectent la germination (Sartorato et Pignata, 2008 ; Gardarin *et al.* 2010).

L'*Atriplex halimus* supporte une salinité équivalente à 25-30 dS m⁻¹ et des températures de -12°C (Le Houérou, 1992), s'adapte bien aux zones climatiques chaudes avec des températures très élevées en été (Walker et Lutts, 2014).

Une des solutions possibles pour faire face aux problèmes posés par la salinité consiste en la sélection de matériel végétal tolérant la salinité, qui resterait la voie économique la plus efficace pour l'exploitation des terrains affectés par la salinité (Ghoulam et Fares, 2001). Ce travail a pour objectif l'étude de l'effet des principales contraintes environnementales affectant la germination de l'espèce *Atriplex halimus* notamment la température qui est un facteur majeur et inhibiteur de la germination et la salinité. L'étude vise à observer le comportement germinatif de l'espèce *Atriplex halimus* comprendre et identifier des mécanismes physiologiques vis-à-vis du stress salin et de la température.

L'utilisation des deux sous espèces d'*Atriplex subsp halimus et subsp schweinfurthii* tolérants aux sels permettrait certainement d'améliorer et valoriser des zones touchées par la salinité et la mise en valeur des terres dégradées.

6.1-Matériels et Méthodes

6.1.1- Matériel végétal

Afin d'évaluer l'effet de la température et la salinité sur le processus de germination, nous avons utilisé en tant que matériel biologique expérimental des graines appartenant à deux sous-espèces d'*Atriplex halimus*, des graines ont été collectées durant la période de fructification à partir de stations situées dans deux contextes climatiques différents.

La sous espèce *Atriplex halimus subsp halimus* est diploïde ($2n = 2x = 18$), facilement identifiable grâce à son port droit et aux branches fructifères très courtes et recouvertes de feuilles, elle se trouve à Mostaganem située sur le littoral Ouest du pays à une altitude de 26m et se caractérise par un climat semi-aride à écoulements temporaires.

En revanche, la sous-espèce *schweinfurthii*, est tétraploïde ($2n = 4x = 36$), présente un port broussailleux enchevêtré, avec des branches fructifères nues au sommet, fortement lignifiées et pointues, situées dans la région de Tiout (Ain Sefra-Naâma) fait partie de la région des hauts plateaux Ouest à une altitude de 1033 m, le climat est désertique sec et froid (Figure 61).



Figure 58: Localisation géographique des sites de collecte de semences Kharrouba Mostaganem: 35°56'57.72"N 0°05'18.48"E Altitude 26m.

Tiout Ain Sefra : 32°46'18.17"N 0°24'16.72"O Altitude 1033m

6.1.2- Méthodes

Les graines enveloppées par des bractées sont séchées au soleil ensuite frottées contre un tamis afin de les séparer de leurs enveloppes. Elles sont ensuite conservées sèchement dans des boîtes jusqu'à leurs utilisations. Pour chaque sous espèces, les graines sont désinfectées à l'eau de javel, rincées abondamment à l'eau distillée.

Elles sont ensuite mises à germer dans des boîtes à pétri stériles tapissées de papier wattman imbibé avec 2 ml d'eau distillée stérile additionnés de différentes concentrations en NaCl (0, 100, 200, 300, 400 mM). Ensuite, les boîtes de Pétri ont été incubées à l'obscurité dans l'étuve à des températures de 15, 20, 25, 30 et 35°C. Chaque traitement a été répliqué 5 fois (25 graines par traitement) et suivi tous les 24h pendant 20 jours.

La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine (Côme, 1970 ; Bajji *et al.* 1998).

Les paramètres morphologiques suivants ont été mesurés : la hauteur finale de plantule (mm), la matière fraîche (MF) et la matière sèche (MS) de la plantule entière. Les poids frais (mg/plant) sont effectués à l'aide d'une balance de précision. Les poids secs (mg/plant) sont obtenus après un passage des échantillons à l'étuve pendant une durée de 24 heures à 85°C. En vue de comparer le comportement des deux sous espèces d'*Atriplex halimus subsp halimus et shweinfurthii* vis-à-vis de la température et la salinité, les paramètres suivants ont été calculés:

6.1.3- Taux de germination (TG) :

Représente le nombre des graines germées par rapport au nombre de graines mises en germination. Ce paramètre constitue un meilleur moyen pour déterminer la faculté germinative des graines. Il s'exprime en pourcent et calculé à partir de la moyenne, le taux quotidien de germination (Mazliak, 1982) est exprimé par :

$$TG \% = (n/N) \times 100$$

n: nombre de graines germées; N: nombre total de graines mises en germination.

6.1.4- Temps moyen de germination (Tm)

Selon Czabator (1962) : $T_m = \frac{\sum N_i T_i}{\sum N_i}$

Avec: N_i étant le nombre de graines nouvellement germées au temps T_i ; N_{i+1} étant le nombre de graines ayant germées entre le temps T_i et T_{i+1}

6.1.5-Taux de germination finale (% Gf):

Ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration saline qui présente la limite physiologique de germination des graines. Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur nombre total de graines.

6.1.6-Pourcentage final de germination (% Gf):

$$\% \text{ Gf} = (\text{Nf} / \text{S}) \times 100$$

Avec : Nf nombre de germinations obtenues à la fin de l'expérimentation (Nf), exprimé en pourcentage du nombre de graines testées (S).

6.1.7- Analyses statistiques

Les résultats obtenus correspondent à la moyenne de 5 répétitions. L'analyse de variance (ANOVA) est effectuée par «Statbox 6.4 software 10».

6.2- Résultats et discussion

6.2.1- Effet de la salinité et la température sur le taux de germination (TG)

La concentration de 100 mM de NaCl est tolérée par les deux sous espèces d'*Atriplex halimus subsp halimus et subsp schweinfurthii* puisqu'elle n'engendre qu'une légère diminution des capacités germinatives (Figure 55 et 56). Le seuil de sensibilité de la germination est de 200 mM, lorsque l'intensité du stress est élevée (300 et 400 mM) les graines sont affectés et montrent un taux de germination différent à celui du témoin. La présence d'une concentration élevée en sel (300 et 400 mM) n'est pas tolérés quelque soit la température étudiées (Figure 56).

La germination des graines de la *subsp schweinfurthii* a été sévèrement limitée à une température de 15 et 20 °C et sous traitements de 200,300 et 400 mM (Figure 56).

D'après l'analyse de la variance, on a trouvé que la salinité et la température ont un effet hautement significatif ($P < 0.05$) sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus subsp halimus et schweinfurthii* (Tableau 55 et 56).

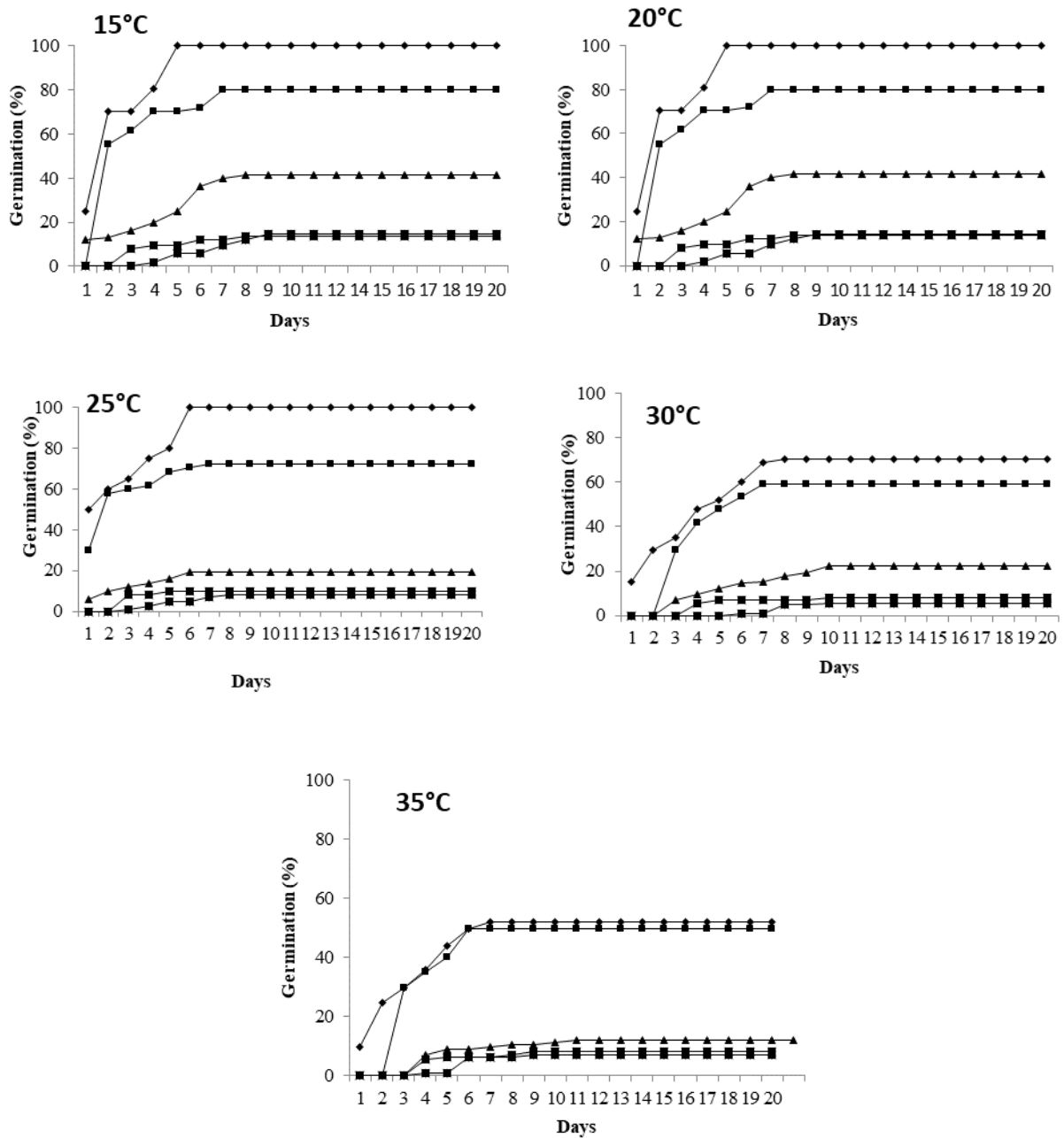


Figure 59 : Taux de germination des graines d'*Atriplex halimus subsp. halimus* sous l'influence de la salinité 0(◆), 100(■), 200(▲), 300(✖) et 400 (✱) mM et des températures (15, 20, 25, 30 et 35°C)

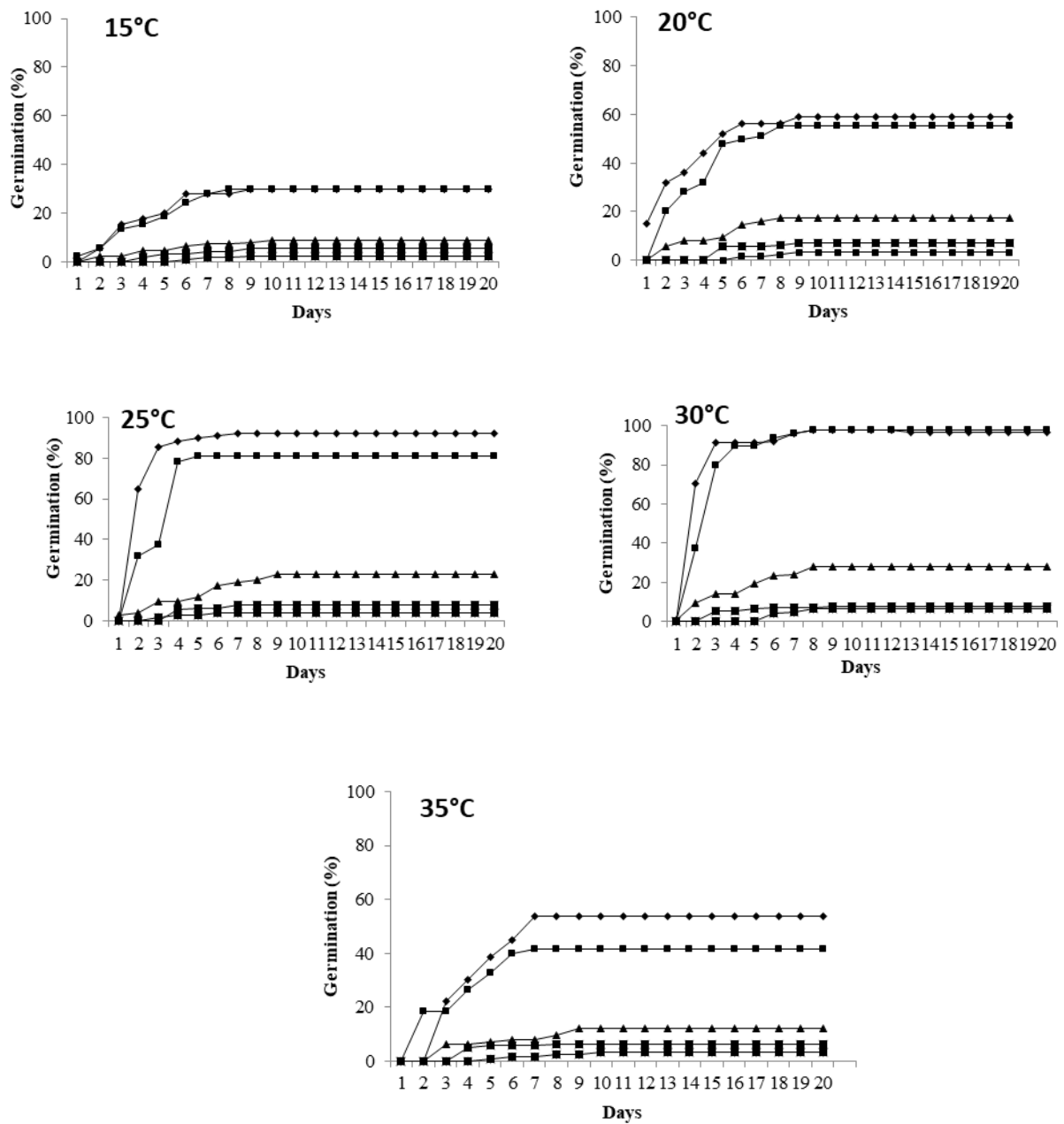


Figure 60 : Taux de germination des graines d'*Atriplex halimus* subsp. *shweinfurthii* sous l'influence de la salinité 0(◆), 100(■), 200(▲), 300(✕) et 400(✱) mM et des températures (15, 20, 25, 30 et 35°C)

La concentration de 100 mM de NaCl est tolérée par les deux sous espèces d'*Atriplex halimus subsp halimus* et *subsp schweinfurthii* puisqu'elle n'engendre qu'une légère diminution des capacités germinatives (Figure 62 et 63). Le seuil de sensibilité de la germination est de 200 mM, lorsque l'intensité du stress est élevée (300 et 400 mM) les graines sont affectés et montrent un taux de germination différent à celui du témoin. La présence d'une concentration élevée en sel (300 et 400 mM) n'est pas tolérés quelque soit la température étudiées (Figure 63).

La germination des graines de la *subsp schweinfurthii* a été sévèrement limitée à une température de 15 et 20 °C et sous traitements de 200,300 et 400 mM (Figure 63).

D'après l'analyse de la variance, on a trouvé que la salinité et la température ont un effet hautement significatif ($P < 0.05$) sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus subsp halimus* et *schweinfurthii* (Tableau 55 et 56).

Tableau 54 : Résultats de l'analyse de la variance des données relatifs à l'effet du sel et de la température sur la germination de l'*Atriplex halimus subsp halimus*

	SCE	DDL	C.M.	TEST F	P	E.T	C.V
VAR Total	7814.768	124	63.022				
VAR Salinité	1084.768	4	271.192	340.693	0		
VAR Température	5691.968	4	1422.992	1787.676	0		
VAR INTER Température*Salinité	958.433	16	59.902	75.254	0		
VAR Résiduelle	79.6	100	0.796			0.892	11.41%

Tableau 55 : Résultats de l'analyse de la variance de données relatives à l'effet du sel et de la température sur la germination de l'*Atriplex halimus subsp schweinfurthii*

	SCE	DDL	C.M.	TEST F	P	E.T	C.V
VAR Total	8762.91	124	70.669				
VAR Salinité	528.109	4	132.027	143.504	0		
VAR Température	7669.71	4	1917.427	2084.16	0		
VAR INTER Température*Salinité	473.091	16	29.568	32.139	0		
VAR Résiduelle	92	100	0.92			0.959	10.04 %

6.2.2-Taux (% Gf) et temps moyen de germination

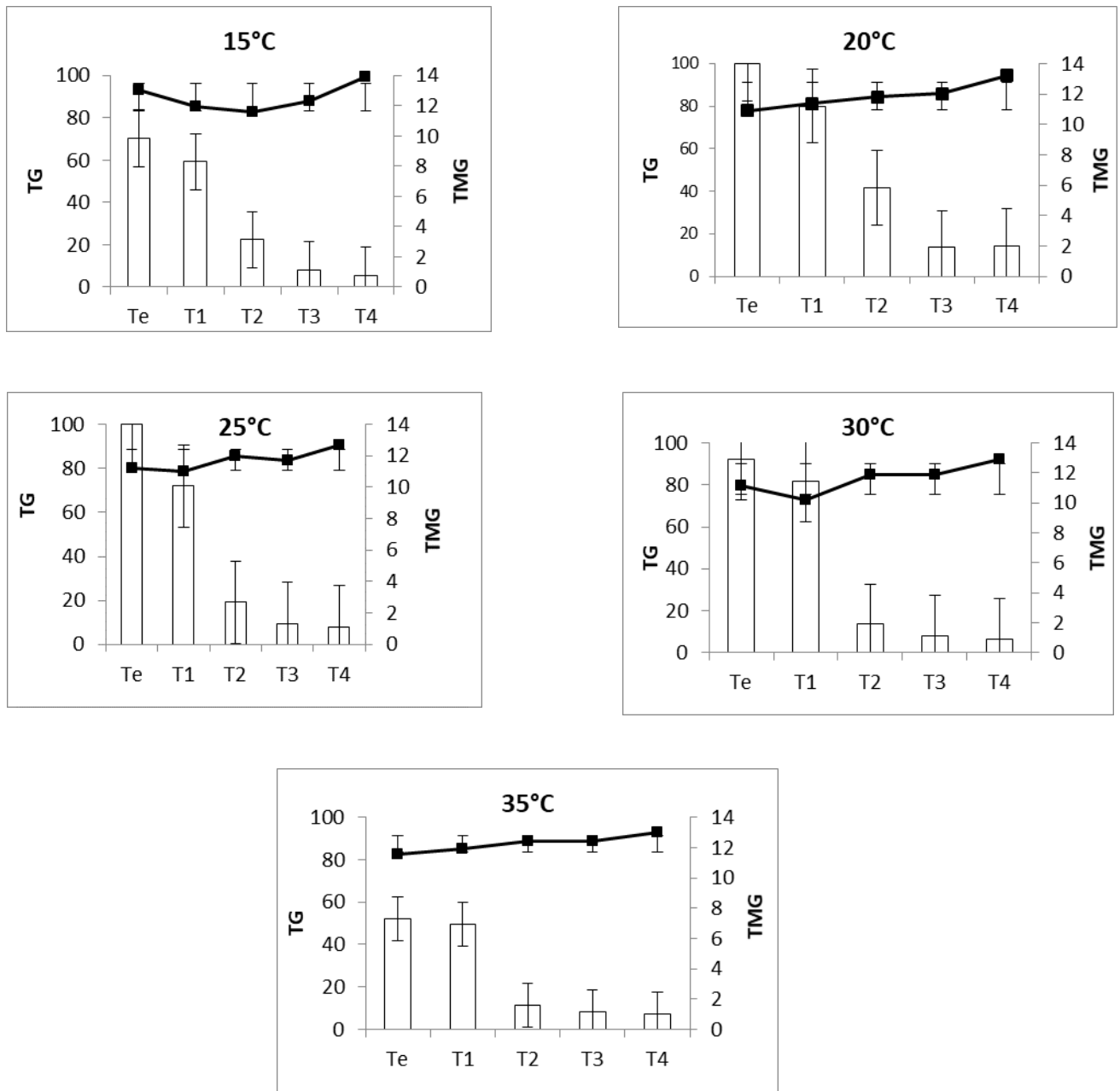


Figure 61 : Pourcentage final de germination (% Gf) et temps moyen de germination de l’*Atriplex halimus subsp halimus* sous effet des différentes températures (15, 20, 25,30 et 35°C) et différents traitement salin. Te témoin= 0mM ; T1=100 mM ; T2=200 mM ; T3=300 mM ; T4=400 mM

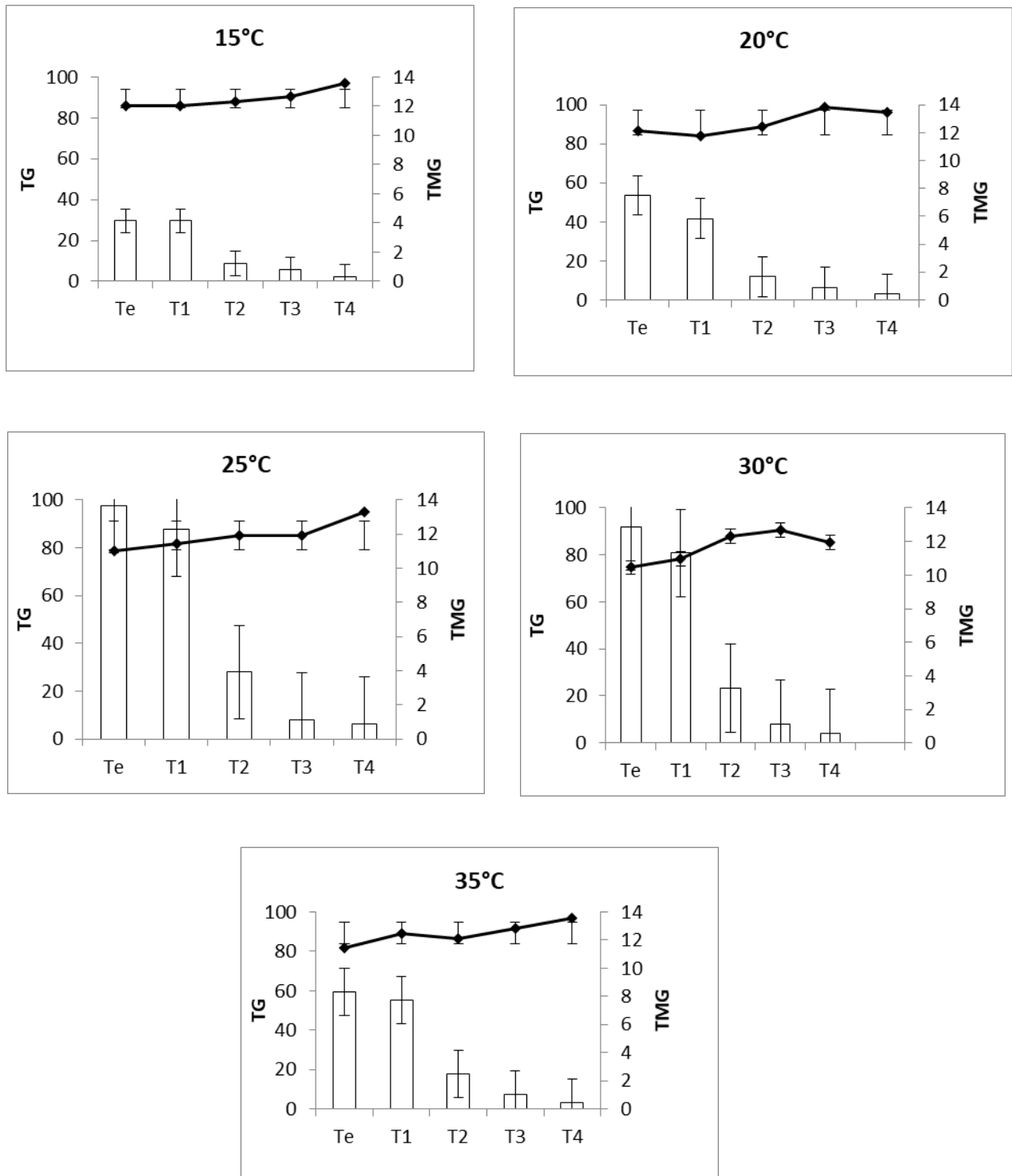


Figure 62 : Pourcentage final de germination (% Gf) et temps moyen de germination de l’*Atriplex halimus subsp schweinfurthii* sous effet des différentes températures (15, 20, 25,30 et 35°C) et différents traitements *s a l i n s*. Tetémoin= 0 mM ; T1=100 mM ; T2=200 mM ; T3=300 mM ; T4=400 mM.

La figure 64 indique que pour l’espèce *Atriplex halimus subsp halimus* à une température de 20 ,25 et 30 C° , le témoin et les graines soumises à une concentration de 100

mM présentent un taux de germination qui varient entre est de 72 et 100 % et un temps moyen de 10 et 11 jours. Les températures de 15 et 35 C° et les concentrations de 300 et 400 mM dans le milieu provoquent une augmentation du temps moyen de germination et une diminution du pourcentage final de germination.

La figure 65 montre que pour la subsp *schweinfurthii* une température de 15, 20 °C et une concentration de 300 et 400 mM entraînent une réduction non seulement du taux de germination mais aussi une augmentation du temps moyen de germination qui est affecté significativement.

Les températures de 25 et 30°C semblent favorable pour la germination des graines du témoin et les graines stressées à une concentration de 100 mM, le pourcentage final de germination est de 80.8 et 97.6 %, le temps moyen est de 10 et 11 jours.

Ces résultats sont confirmés par l’analyse de la variance qui a révélé un effet significatif ($p < 0,05$) sur le pourcentage final de germination des graines pour le temps moyen de germination l’analyse de variance révèle un effet non significatif (Tableau 57). Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a permis de classer les traitements stress salin et températures sur le taux de germination en deux groupes distincts, la *subsp halimus* en groupe A avec une moyenne de 38.144 et *subsp schweinfurthii* en groupe B avec une moyenne de 30.832. La variance (salinité* température) est significatif avec $F_{3,101}$ et $P= 0.01507$, (température *espèces) $F= 7.571$ et $P= 0.00134$, (salinité *espèces) $F=1.298$ et $P=0.31257$

L’effet de la température et la salinité sur le temps moyen de germination selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % qui a permis de classer les traitements en groupe A la *subsp schweinfurthii* avec une moyenne de 12,27 et groupe B la *subsp. halimus* avec une moyenne de 12.04 (Tableau 58).

Tableau 56 : Résultats des tests d’analyse de la variance de l’effet de la température et la salinité sur le pourcentage final de germination (% Gf) de l’*Atriplex halimus* subsp.*halimus* et *schweinfurthii*

* = P < 0.05	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. Totale	51924,89	49	1059,692				
VAR. Température	2924,16	4	731,04	11,305	0,00017*		
VAR. Salinité	41795,79	4	10448,95	161,588	0*		

VAR. SUBSP	668,309	1	668,309	10,335	0,00534*		
VAR.INTER Température*Salinité	3208,063	16	200,504	3,101	0,01507 *		
VAR.INTER Température* SUB SP	1958,27	4	489,567	7,571	0,00134 *		
VAR.INTER Salinité *SUBSP	335,672	4	83,918	1,298	0,31257		
VAR. Residuelle1	1034,629	16	64,664			8,041	23,32%

Tableau 57 : Résultats des tests d'analyse de la variance de l'effet de la température et la salinité sur le Temps moyen de germination de l'*Atriplex halimus subsp.halimus* et *schweinfurthii*

* = P < 0.05	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	P	E.T.	C.V.
VAR. Totale	35,381	49	0,722				
VAR. Température	5,994	4	1,498	9,541	0,00042*		
VAR. Salinité	19,404	4	4,851	30,888	0*		
VAR. SUBSP	0,89	1	0,89	5,666	0,02877*		
VAR. INTER Température * Salinité	4,122	16	0,258	1,64	0,16591		
VAR. INTER Température * SUB SP	1,232	4	0,308	1,961	0,14853		
VAR. INTER Salinité * SUBSP	1,228	4	0,307	1,954	0,14971		
VAR. Residuelle1	2,513	16	0,157			0,396	3,27%

6.2.3. Effet de la salinité et la température sur l'émergence de l'appareil végétatif des subsp d'*Atriplex halimus*

A une température de 20, 25 et 30°C et sous un traitement de salinité de 100 et 200 mM l'*Atriplex halimus subsp halimus* marque une longueur des plantules la plus élevée (Tableau 59) par contre pour la *subsp.schweinfurthii* le traitement de 200 mM et les températures 25, 30 et 35 °C sont favorables sur la longueur de plantules.

(Tableau 60). Sous traitement de 300 et 400 mM, la salinité exerce un effet inhibiteur sur la croissance des plantules qui se traduit par une diminution de la longueur. L'augmentation du sel dans le milieu se traduit aussi par une diminution du poids frais des plantules.

Le poids sec des plantules de la *subsp halimus* augmente avec un traitement de 200mM et sous une température de 20 ,25 et 30°C, en revanche on remarque que le poids sec des

plantules de la *subsp schweinfurthii* augmente avec un traitement de 200 mM quel que soit le traitement de températures (Tableau 59 et 60).

Les résultats de l'analyse de la variance montrent un effet significatif de la température, salinité et de leur interaction pour les paramètres : longueur, poids frais et poids sec ($P < 0,05$) (Annexe5).

graines

Tableau 58 : Effet du stress salin et des températures sur les caractères mesurés chez les plantules d'*Atriplex halimus subsp halimus* âgées de 20 jours. Moyennes± Erreur Type.

<i>Atriplex halimus subsp halimus</i>						
Caractères	Températures	Salinité (mM)				
Longueur de plantules (mm)		0	100	200	300	400
	15°C	34.5±0.50abc	37.3±1.74abc	30.5±0.43abc	16.8±1.85bc	10.65±0.24bc
	20°C	49.3±0.49ab	50.5±1.08aa	56.5±0.92ac	29.4±0.553ac	27.4±0.99ac
	25°C	48.3±0.92abc	45.4±0.67abc	26.1±0.828abc	20.7±0.496bc	15.2±1.00bc
	30°C	45.3±1.66abc	51.5±2.05abc	18.5±0.70abc	17.2±1.76bc	12.5±1.15bc
	35°C	25.6±0.29abc	31.3±1.23ac	15.2±0.42ac	17.1±0.35c	13.7±0.35c
Poids frais (mg)	15°C	9.14±0.25abd	8.51±0.49abd	7.48±0.35abd	4.19±0.76cde	2.61±0.66de
	20°C	12.09±0.29ab	12.38±0.35ab	13.85±0.28ab	7.21±0.36abc	6.72±0.26abc
	25°C	11.13±0.26abc	11.84±0.29abc	12.1±0.21abc	5.07±0.54bc	3.75±0.17bc
	30°C	11.11±0.72abc	11.6±0.94abc	12±0.40abc	4.21±0.89bcd	3.07±0.49bcd
	35°C	7.67±0.33abe	6.27±0.32abe	3.75±0.28abe	4±0.08ce	3.36±0.33ce
Poids sec (mg)	15°C	0.68±0.02ab	0.63±0.029ab	0.56±0.08ab	0.31±0.01db	0.19±0.01d
	20°C	0.9±0.07a	0.92±0.13a	0.95±0.06a	0.54±0.29ad	0.50±0.07ad
	25°C	0.83±0.04a	0.88±0.03a	0.92±0.01a	0.38±0.03ad	0.28±0.03ad
	30°C	0.84±0.08a	0.87±0.014a	0.90±0.12a	0.33±0.02ad	0.23±0.02ad
	35°C	0.57±0.17abc	0.47±0.03abc	0.28±0.02abc	0.3±0.02bcd	0.25±0.02bcd

graines

Tableau 59 : Effet du stress salin et des températures sur les caractères mesurés chez les plantules

<i>Atriplex halimus subsp. schweinfurthii</i>						
Caractères	Températures	Salinité (mM)				
		0	100	200	300	400
Longueur de plantules (mm)	15°C	12.34±0.337bc	17.4±0.648abc	20.1±0.697abc	23.5±0.454abc	10.7±0.294c
	20°C	22.3±1.358bc	24.5±0.408abc	27.3±0.509abc	26.9±0.216abc	14.1±0.697c
	25°C	40.7±1.745abc	57.7±2.307ab	61.7±2.6280ab	33.7±1.363abc	28.7±2.164ac
	30°C	38.3±1.275abc	47.7±1.023ab	52.7±0.697ab	31.7±3.302abc	17.9±0.080abc
	35°C	24.6±0.496bc	32.6±0.432ab	40.1±0.294a	30.3±0.920abc	14.3±0.668bc
Poids frais (mg)	15°C	3.36±0.83be	4.77±0.36abe	5.46±0.45ae	6.4±0.29be	2.93±0.17ce
	20°C	6.1±0.46be	6.68±0.32abd	7.44±0.48ade	7.33±0.74bde	3.88±0.24cde
	25°C	11.11±0.53ab	15.73±0.31ab	17.37±0.57a	9.12±0.91ab	7.82±0.32ac
	30°C	10.44±0.40ab	13±0.35ab	14.37±0.75ab	9.19±0.84ab	4.88±0.27abc
	35°C	7.25±0.735bcd	8.89±0.09ab	10.92±0.05acd	8.25±0.73bcd	3.9±0.29cd
Poids sec (mg)	15°C	0.22±0.02c	0.31±0.017abc	0.36±0.043ac	0.42±0.02bc	0.19±0.08dc
	20°C	0.40±0.06bc	0.44±0.13abc	0.49±0.029abc	0.5±0.07bc	0.2±0.073bcd
	25°C	0.74±0.29ac	0.96±0.108ab	0.99±0.069a	0.61±0.06abc	0.52±0.058ad
	30°C	0.69±0.082ac	0.87±0.120ab	0.96±0.123a	0.6±0.14abc	0.32±0.017ad
	35°C	0.44±0.099bc	0.59±0.029ab	0.73±0.049ab	0.55±0.04bc	0.26±0.043bd

Discussion

Les plantes sont constamment soumises à des variations environnementales ou stress abiotique, tels que la sécheresse et la salinité. Plusieurs facteurs environnementaux tels que la température, la salinité, la lumière et l'humidité du sol influent simultanément la germination (El-Keblawy et Al-Rawai, 2006). Parmi ces différents facteurs de germination, la température est le facteur le plus important de régulation et le développement des plantes (Koger et Bryson, 2004).

Plusieurs auteurs ont rapporté l'importance de la température pendant le développement et la maturation de la graine en tant que facteur important affectant la germination des graines (Gimeno- Gilles, 2009).

Une légère augmentation ou baisse de la température peut affecter un nombre des procédés déterminant la germinabilité des semences (Bewley et Black, 1994).

Shimono et Washitani (2004) suggèrent que la plage de températures la plus élevée dans le régime de température induit une dormance secondaire. Toute variation de la température d'incubation peut affecter en plus de l'activité de certaines enzymes, certains processus indispensables pour le contrôle de la germination comme la perméabilité membranaire et l'extensibilité de la paroi (Gul et Waber, 1999).

Les données de la littérature ont rapporté que la salinité affecte la germination des graines en réduisant la facilité d'absorption d'eau donc une difficulté d'hydratation des semences en raison du potentiel osmotique élevé (Thiam *et al.* 2013).

Al-Karaki (2001) a aussi exposé l'effet de sels sur la germination ; il a constaté que les sels provoquaient une diminution de l'imbibition du fait d'une diminution du potentiel d'eau. La présence de sel en excès dans le sol est un des facteurs critiques qui affecte défavorablement la germination de la graine, empêchant les espèces de s'adapter aux environnements salins (Sosa *et al.* 2005).

Récemment, l'effet dépressif de la salinité sur la germination a également été attribué au stress oxydatif induit par le stress salin (Liu *et al.* 2009). Dans ce cas, les systèmes de protection antioxydants présents dans les graines deviennent inefficaces, ce qui conduit à l'inhibition de la germination (Khan *et al.* 2006).

et de la température sur la germination des graines

En effet, plusieurs auteurs ont constaté que les différences de tolérance à la salinité existent, pas seulement entre les différentes espèces, mais également à l'intérieur de l'espèce, entre les cultivars et populations (Sy *et al.* 2001).

Les plantes déclenchent des mécanismes de tolérance qui contribuent à l'adaptation au stress osmotique et ionique provoqué par la salinité élevée (Lee *et al.* 2004). Les résultats obtenus dans cet essai, montrent que les graines d'*Atriplex halimus subsp halimus* et *schweinfurthii* sont sensibles à la température et au stress salin, même s'il existe une variabilité dans la réponse selon la provenance. Les graines de cette espèce sont caractérisées par leur rapidité de germination et leur faible sensibilité aux faibles concentrations en sel.

La germination est devenue significativement réduite aux concentrations élevées de NaCl (300 et 400 mM). La cinétique de germination semble être régulée par la température, on a constaté que pour la *subsp halimus* une concentration de 100 mM et des températures variant entre 20 et 25°C, la faculté germinative est plus élevée avec une moyenne de 72 et 80 % en revanche des températures de 15, 30 et 35°C et sous traitements de 300 et 400 mM, la germination des graines semble influencé avec une moyenne qui varie entre 5.6 et 8% (Figure 62).

La germination des graines de la *subsp schweinfurthii* montre un pourcentage maximal de germination des graines (80,8 à 97,6%) pour des concentrations en sel de 100 mM et sous effet des températures de 25 et 30°C, lorsque la concentration en sel augmente (200mM), une diminution des taux de graines germées se produit. Alors qu'une forte dose en sel (300 et 400 mM) produit une forte diminution du nombre de graines germées à tous les régimes de températures (Figure 63). La température, la salinité et leur interaction a affecté le pourcentage de germination des graines des deux *subsp d'Atriplex halimus* de manière significative (Tableau 62 et 63).

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par d'autres chercheurs qui notent que les fortes concentrations de sels provoquent une diminution totale de germination (Wei *et al.* 2008), et que les graines de la plupart des espèces atteignent leur maximum de germination en eau distillée (Naidoo et Keit, 2006).

Plusieurs autres études, montrant que les halophytes, en tant que glycophytes sont particulièrement sensibles au sel pendant la phase de germination (Khan *et al.* 2001).

Dès que la concentration en sel augmente, une réduction des taux de graines germées d'*Atriplex halimus* se produit sous les concentrations intermédiaires (350 meq de NaCl) suivie

et de la température sur la germination des graines

par une inhibition de la germination pour les graines exposées à haute salinité (600 meq de NaCl) (Belkhodja et Bidai, 2004).

L'effet dépressif des sels peut être de nature osmotique ou toxique selon les espèces. Chez l'*Atriplex halimus* la germination est totalement inhibée au-delà 40 g/l de NaCl (Debez *et al.* 2001).

Abbad et Benchaâbane (2004) ont constaté que 85 mM de NaCl étaient suffisant à empêcher de manière significative la germination de sept populations marocain d'*Atriplex halimus* ; la réversibilité de l'inhibition était plus grande pour les populations côtière, indiquant une plus grande adaptation au sol salin.

Chez les espèces *Atriplex griffithii* et *Atriplex prostrata* en plus du stress salin et le péricarpe des graines, la température basse a été évoqué comme troisième facteur qui inhibe la germination (Ungar et Khan, 2001).

Nos résultats sur l'effet de la température et stress salin sur le taux (%) et le taux moyen de germination révèlent des réductions importantes des taux de germination des graines soumises aux concentrations plus élevées en sel (300 et 400 mM) et un effet peu marqué du stress salin sur le taux et la vitesse de germination pour des niveaux de salinité modérés 100 mM, dès que la concentration en sel augmente, une réduction des taux de graines germées se produit (Figure 64 et 65).

Un effet significatif de la température et stress salin sur le taux de germination (Tableau 55) des graines d'*Atriplex halimus subsp halimus* et cet effet était plus sur la *subsp halimus* que sur la *subsp schweinfurthii* (Tableau 55 et 56). Par contre pour le temps moyen de germination l'effet de l'interaction entre température et salinité sur les deux *subsp halimus* et *schweinfurthii* l'analyse de variance révèle un effet non significatif (Tableau 58).

Bien qu'il ne reflète pas intégralement le comportement des plantes dans leurs conditions naturelles, le taux de germination, en conditions de stress salin, donne toujours une idée plus ou moins précise du comportement des variétés étudiées (Ben Naceur *et al.* 2001).

La réduction du taux de germination et un ralentissement du processus de germination dans des conditions de salinité a été démontrée par Murillo-Amador *et al.* (2002). La vitesse et le taux de germination baissent (Belkhodja et Bidai, 2004).

et de la température sur la germination des graines

La vitesse de germination est influencée par des facteurs environnementaux, en particulier la température (Yin *et al.* 1995). Les sels agissent sur la germination des graines en réduisant leur faculté et/ou leur énergie germinative (Mauromicale *et al.* 2002).

Une salinité excessive réduit la vitesse de germination ainsi que la faculté germinative (Slama, 2004). D'après Lachiheb *et al.* (2004) ; Mâalem et Rahmoune (2009), le ralentissement de la vitesse de germination, rend les semences plus exposées aux risques du milieu. Ceci abaisse, plus au moins, le taux de graines germées en fonction de la concentration en sel du milieu.

L'étude de la cinétique de germination montre qu'une concentration croissante en sel engendre un retard de la germination, d'après Ben Miled *et al.* (1986) ce retard peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne. Alors que Ghrib *et al.* (2011) ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

Les résultats sur l'effet de la salinité et la température sur l'émergence de l'appareil végétatif des *subsp d'Atriplex halimus* montrent que la salinité réduit en générale la croissance des plantules, la présence 100 mM de NaCl dans le milieu de culture paraît parfois bénéfique si non sans effet sur les paramètres mesurés, ce qui pourrait refléter l'expression du caractère halophile des *Atriplex* déjà signalé par d'autres auteurs (Bajji *et al.* 2002 ; Haddioui et Baaziz, 2001).

Cependant, à une forte dose de sel (300 et 400 mM) une forte réduction de la longueur, du poids frais et le poids sec des plantules se produit (Tableau 59 et 60). La température et le stress salin affecte la croissance des deux *subsp d'Atriplex halimus* d'une manière significative (Annexe4).

La plus part des plantes sont plus tolérantes au sel à la germination qu'à l'émergence et qu'au premier stade de croissance (Maas et Grattan, 1999). La tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'âge physiologique ou du stade de développement de la plante (Maas et Hoffman, 1977).

En effet, plusieurs auteurs ont rapporté que la réponse générale des plantes à la salinité est la réduction de la croissance (Romero-Aranda *et al.* 2001 ; Perica *et al.* 2008).

et de la température sur la germination des graines

Une concentration de l'ordre de 8 g/l de CaCl_2 semble stimuler la croissance du végétal (matière sèche) chez la *subsp shweinfurthii*. Au-delà de cette concentration, le CaCl_2 exerce un effet dépressif sur la croissance du végétal, ce qui exprime le caractère d'une halophilie facultative de cette espèce (Nedjimi *et al.* 2013).

En effet, la salinité du milieu stimule la production de la matière sèche chez l'*Atriplex halimus subsp schweinfurthii*, particulièrement à 4 g NaCl /l, 6 $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ /l ou 8 g CaCl_2 /l (Nedjimi, 2010). Au-delà de ces concentrations, le sel affecte négativement la production de la matière sèche.

La réduction de la croissance aérienne observée au niveau des plantules peut aussi s'expliquer par des augmentations des taux de certains régulateurs de croissance, notamment l'acide abscissique et les cytokinines induites par le sel (Benmahiou *et al.* 2009). Les espèces d'*Atriplex* répondent différemment à la salinité selon les stades de développement de la plante (Brinis et Belkhodja, 2015).

Selon Zhu, (2001), la réduction de croissance de l'appareil végétatif aérien est une capacité adaptative nécessaire à la survie des plantes exposées à un stress abiotique. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles.

Il a été souvent rapporté que l'effet néfaste des hautes salinités sur la germination est atténué autour des températures optimales de germination d'une espèce mais amplifié dès lors que l'on s'éloigne trop de ces optima (El-Keblawy et Al-Shamsi, 2008).

Ces réponses sont attribuées à des changements physiologiques réversibles (par exemple un stress osmotique) ou irréversibles (par exemple une toxicité au Na^+ et Cl^-), en réponse à la salinité selon la température appliquée (Khan et Gulzar, 2003). La capacité des graines à rester viables en conditions hyper-salines a également été montrée comme dépendante de la température d'incubation (Khan et Ungar, 1996).

La présente étude fournit des informations pouvant aider à déterminer lequel des deux *subsp.* d'*Atriplex halimus* qui a une haute tolérance aux températures et stress salin élevés

et de la température sur la germination des graines

La capacité germinative des deux sous espèces d'*Atriplex halimus* et *schweinfurthii* sous contraintes environnementales est assurément suffisante pour envisager l'utilisation de cette espèce contre la désertification et de production de matière fourragère.

La bonne tolérance de l'*Atriplex halimus* au stress salin est un critère important dans le choix des espèces à retenir dans un programme de mise en valeur des zones arides et semi arides en Algérie.

Conclusion générale

L'analyse de la problématique adoptée dans cette thèse nous a permis, dans la première partie, de réaliser une synthèse bibliographique qui se rapporte sur l'espèce *Atriplex halimus* L et son environnement ses exigences édapho-climatique sa morphologie et sa physiologie, la deuxième partie de cette étude consacrée à l'approche expérimentale (bioclimatique, phytogéographique, composition chimique, polymorphisme et physiologie de la germination) des populations spontanées de la région de Mostaganem.

Cette région connaît une littoralisation intense, une dynamique bioclimatique bouleversée, un impact humain de plus en plus néfaste, et une forte pression démographique, les risques d'une aggravation de l'appauvrissement du patrimoine floristique de la région de Mostaganem sont donc réels, il est nécessaire que devant les menaces qui s'accroissent, un ensemble de mesures de sauvegarde doivent être prises dans un avenir immédiat.

Les populations spontanées d'*Atriplex halimus* L sont dans un état avancé de dégradation sous une pression et menace de plus en plus aiguës du a un surpâturage et les effets pervers des changements et variabilités climatiques. La dégradation des terres et la désertification commencent souvent par la réduction ou la destruction du couvert des plantes pérennes.

Ces arbustes fourragers ont toujours joué un rôle significatif dans l'alimentation des animaux en tant que, composants importants de l'affouragement animal, en même temps stabilise la surface du sol réduisant ainsi l'érosion éolienne. Les formations à base de buissons fourragers forment une bonne couverture végétale à feuillage dense, procurent une biomasse sur pied régulière tout au long de l'année et valorisent les terres marginales inutilisables en agriculture traditionnelle.

L'*Atriplex halimus* est une espèce pérenne largement repartie en Algérie sous forme de peuplements spontanés ligneux ayant d'énormes intérêts socio-économiques et écologiques. L'espèce présente des facultés intéressantes comme l'adaptation aux milieux arides et semi

et de la température sur la germination des graines

-aride, une acceptabilité de la salinité, une forte biomasse et une palatabilité appréciée. L'*Atriplex halimus* L constitue un matériel biologique de choix pour l'enrichissement de la flore, la présence de cette espèce permet de créer certainement un microclimat en réduisant la vitesse du vent et en procurant de l'ombre permettant aux espèces herbacées qui l'accompagnent d'augmenter leur productivité. Ceci diminue l'évapotranspiration, conserve l'humidité avec une capacité à résister aux embruns.

Cette thèse présente une nouvelle vision sur un patrimoine floristique primordiale dans la constitution d'une base fourragère afin de combler les déficiences dans ce domaine. Dans ce contexte l'exploitation des résultats obtenus dans cette thèse axés essentiellement sur une approche pluridisciplinaire fait ressortir plusieurs observations pourrait être recommandé pour la valorisation des ces populations. L'analyse des résultats obtenus permet également de souligner les principales conclusions que nous avons pu tirer sont les suivantes :

L'étude bioclimatique a montré une moyenne annuelle indiquant l'existence plus d'années sèches que d'années humides. La région est soumise à l'influence d'un climat méditerranéen caractérisé par une période humide (Décembre, Janvier, Février) et une autre sèche (Juin, Juillet, Août). Les précipitation pluviales souvent limitées, une concentration des averses sur une durée assez courte de l'année.

Sur la période d'enregistrement disponible, la température moyenne interannuelle est de 18.19 °C par rapport à cette valeur, l'année est divisée en deux : une partie dont les températures sont inférieures à cette valeur le mois de janvier , février, mars, avril ,novembre et décembre, l'autre période ou, les températures sont plus élevées les mois de mai juin, juillet, août, septembre, et octobre. Le mois le plus rigoureux est celui de janvier avec une valeur « m » qui est de 6.6 °C.

Selon l'indice d'aridité de De Martonne Mostaganem se trouve dans un climat semi-aride à écoulements temporaires. Le diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussen permet d'apprécier visuellement la durée et l'intensité de la sécheresse, cet indice montre une sécheresse (stress hydrique) dure 8 mois de l'année et qui s'étale bien au-delà de la période estivale. La sécheresse provoque une évapotranspiration évolue suivant les deux saisons pluvio-thermiques; elle est très élevée en saison chaude, ce qui accentue le déficit hydrique après épuisement de la réserve utile des sols.

Cette représentation attribue globalement un découpage saisonnier qui se retrouve probablement sur l'ensemble du littoral algérien. De point de vue écologique et d'après nos résultats, la région d'étude, est sérieusement exposée au phénomène de la dégradation et

et de la température sur la germination des graines

l'utilisation des indices climatiques, mis en évidence par des critères arithmétiques et statistiques, a permis de caractériser les différents phénomènes climatiques et de mieux apprécier leur évolution dans le temps et dans l'espace.

Pour mieux connaître le substrat sol, nous avons effectué une analyse physico-chimique des échantillons prélevés au niveau de la rhizosphère de l'*Atriplex halimus L.*

Les échantillons présentent un pourcentage important de sables et une quantité non négligeable de limons, caractérisant ainsi une texture sablo-limoneuse et limono-sableuse dont les plus dominantes. La région d'étude est caractérisée par des sols peu salé à salé avec des quantités très faibles en calcaire et une richesse en phosphore. En ce qui concerne la matière organique le taux est faible à très faible.

Les sols de la zone d'étude sont assez hétérogènes et leurs caractéristiques suivent la nature du substrat et la topographie. Les pentes agissent puissamment sur leur évolution, la raison pour laquelle ils varient très rapidement d'un point à un autre.

Les *Atriplex* croissent spontanément sur des sols plus ou moins halomorphes, sur des substrats gypseux, sur des affleurements gypso-salifaires et sur des sols halohydromorphes des étages arides et semi-arides.

L'*Atriplex halimus L* est utilisé fondamentalement comme plante fourragère, l'analyse de la composition chimiques des feuilles et des brindilles confirme que l'espèce a une valeur nutritive .Nos résultats montrent que les feuilles sont riches en matière sèche , matière organique et en cellulose brute par contre les brindilles sont riches en matière minérale ,matière azotée totale et en protéine brute, l'analyse montre qu'i y a une variation dans la composition chimique selon l'organe analysé.

L'analyse des brindilles et des feuilles montrent un taux très élevé en sodium et phosphore une carence en élément potassium .Les brindilles présentent une teneur plus élevé en NDF, ADF et ADL, les feuilles sont riche en chlorures et en oxalates. Une production de 2445.3 à 4000, Kg MS/ha/pieds a été enregistré pour l'ensemble des pieds d'*Atriplex halimus L* étudiés. Les résultats préliminaires escomptés à travers cette étude mettent l'accent sur le rôle primordial d'utilisation de cette espèce dans les plantations pastorales.

Le diagnostic phytoécologique sur le littoral mostaganémois révèle une richesse remarquable du cortège floristique de l'*Atriplex halimus L* ,l'inventaire floristique effectué a permis de

et de la température sur la germination des graines

comptabiliser 187 espèces appartenant à 186 genres plurispécifiques et 52 familles botaniques.

L'envahissement des espèces thérophytiques explique en partie cette évolution régressive des populations d'*Atriplex halimus L.* Dans notre zone d'étude l'indice de perturbation (64.91%) nous a permis de quantifier la thérophytisation. L'analyse du spectre phytogéographique fait ressortir la dominance des espèces d'affinité méditerranéenne.

Les résultats des mesures morphométriques ont permis d'évaluer le polymorphisme chez l'*Atriplex halimus L.*, ces mesures ont prouvé l'existence d'un polymorphisme remarquable avec une morphologie variable sur un même échantillon.

Ce polymorphisme important qui se manifeste dans divers caractères, on note une variabilité dans les dimensions et les formes des touffes pour l'ensemble des populations, la plante formait des feuilles, entières, ovales ou lancéolées, formes typiquement attribuées à l'espèce *halimus L.*, on décèle la présence de plusieurs formes de valves fructifères qui entourent la graines, cette dernière révèle l'existence de diverses formes ainsi que la présence de plusieurs couleurs.

Le suivi des plantes dans un milieu donné dépend en grande partie de leur réaction au stade germination, déterminer le seuil critique de germination de l'*Atriplex halimus L.* est le moyen d'améliorer sa germination sous effet du stress salin et de la température. L'approche méthodologique retenue est l'utilisation des deux sous espèces d'*Atriplex subsp halimus et subsp schweinfurthii* qui se situe dans deux contextes climatiques différents.

Les résultats obtenus montrent que les graines d'*Atriplex halimus subsp halimus et schweinfurthii* sont sensibles à la température et au stress salin, même s'il existe une variabilité dans la réponse selon la provenance. Les graines de cette espèce sont caractérisées par leur rapidité de germination et leur faible sensibilité aux faibles concentrations en sel.

La germination est devenue significativement réduite aux concentrations élevées de NaCl (300 et 400 mM). Pour la *subsp halimus* une concentration de 100 mM et des températures variant entre 20 et 25°C, la faculté germinative est plus élevée, en revanche des températures de 15, 30 et 35°C et sous traitements de 300 et 400 mM, la germination des graines semble influencé.

La germination des graines de la *subsp schweinfurthii* montre un pourcentage maximal de germination des graines, pour des concentrations en sel de 100 mM et sous effet des

et de la température sur la germination des graines

températures de 25 et 30°C alors qu'une forte dose en sel (300 et 400 mM) produit une forte diminution du nombre de graines germées à tous les régimes de températures.

La capacité germinative des deux sous espèces d'*Atriplex halimus* et *schweinfurthii* sous contraintes environnementales est assurément suffisante pour envisager l'utilisation de cette espèce contre la désertification. La bonne tolérance de l'*Atriplex halimus* au stress salin est un critère important dans le choix des espèces

Nous espérons avoir contribué à apporter des éléments nouveaux par rapport aux différents travaux effectués précédemment sur le domaine des halophytes avec les *Atriplexaies* en particulier.

En conclusion, les résultats obtenus au cours de cette étude, constituera un outil extrêmement utile pour la préservation des populations spontanées d'*Atriplex halimus* L. Une diversité écologique de l'espèce très importante en liaison directe avec les facteursédaphiques climatiques et anthropiques, son importance réside surtout de l'adaptation de auxconditions édapho- climatiques de la région, elle représente une richesse floristiqueimportante et un rôle primordial dans l'amélioration des disponibilités fourragères et lavalorisation des terres marginales.

Elle peut supporter des températures très élevée et une salinité durant son stade de germination, ce qui facilite la mise en place d'un programme de réhabilitation des zones touchées par la salinité

Perspectives

- Les décideurs responsables de la protection de l'environnement doivent tenir compte de la vitesse de dégradation de ces populations spontanées d'*Atriplex halimus* L fortement anthropisés d'une part et de la qualité des sols à long terme dans la région d'autre part.
- Des solutions doivent être trouvées d'urgence pour concilier la gestion de ces ressources naturelles et leur utilisation rationnelle par les populations riveraines.
- Il est indispensable de mettre en place des orientations et un programme de protection et de préservation de cet exceptionnel patrimoine phylogénétique naturel.
- Une gestion basée sur une réglementation adéquate de leur exploitation mais aussi sur une restauration de leur couvert végétal d'une part, et d'autre part, la préservation de l'originalité de ces paysages d'*Atriplexaies*.

et de la température sur la germination des graines

- Une gestion plus écologique de cette végétation pastorale devrait être entreprise, cette action suppose non seulement une connaissance régulière des facteurs de l'environnement mais aussi des facteurs propres à la végétation : composition floristique des pâturages, croissance et développement, stade de germination.
- Expérimenter, de modéliser et d'expliquer la progression de la dégradation
- Pour répondre à ces divers facteurs de dégradation de la végétation et afin de protéger et de conserver ce patrimoine biologique, il est nécessaire de procéder à la réhabilitation de ce site par des propositions d'aménagement et des mesures conservatoires urgentes telles que la mise en défens.
- Une meilleure quantification de ces ressources
- L'implantation d'un couvert végétal à base d'arbustes fourrager d'*Atriplex* se fait selon les conditions propres de chaque site principalement et bien adaptées à ces milieux littoraux fragilisés.
- Introduire ces arbustes fourragers d'*Atriplex* avec un l'objectif de combler le déficit alimentaire du bétail que pour améliorer le contenu protéique du régime, ainsi qu'en raison de leur grande adaptation aux sols salins et de leur grande efficacité dans l'utilisation de l'eau
- Identifier le potentiel de la valeur nutritionnelle de ces espèces
- Il serait judicieux de procéder à des comparaisons des *Atriplexaies* du littoral algérien.
- Il serait souhaitable de poursuivre ce travail en multipliant le nombre de stations. On aura donc des zones différentes à comparer. Au niveau de la partie bioclimatique, on cherchera à montrer la différence qui existe entre ces zones sur la base des données livrées par les stations météorologiques se trouvant dans chaque région.

Références bibliographiques

- Abbad, A ; Benchaabene .A ; Cherkaoui .M ; Wahid. N et Elhadram. A. (2004).** Variabilité phénotypique et génétique de trois populations naturelles d'*Atriplex halimus*. *S.DECAMPH. Département de biologie, faculté des sciences semlalia, Univ.Cadi-Ayyad, Marrakech, Maroc.*
- Abbad, A. & Benchaabane A. (2004).** The phenological study of *Atriplex halimus* L. *Afr. j. Ecol.*, 42, 69-73.
- Abdelguerfi, A. (1994).** Quelques réflexions sur l'élevage et les ressources fourragères et pastorales en Algérie. *Séminaire national sur l'intensification et l'intégration de la production laitière en Algérie.* Jijel, 27 – 28 juin.
- Abu-Zanat, M. M., Al-Hassanat, F. M., Alawi, M., & Ruyle, G. B. (2003).** Oxalate and tannins assessment in *Atriplex halimus* L. and *A. nummularia* L. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 56(4), 370-374.
- Abu-Zanat, M. W., Ruyle, G. B., & Abdelhamid, N. F. (2004).** Increasing range production from fodder shrubs in low rainfall areas. *Journal of Arid Environments*, 59(2), 205-216.
- Aganga, A., Mtheto J.K., & Tshwenyane S. (2003).** *Atriplex nummularia* (Oldman Saltbush): A potential forage crop for arid regions of Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition* 2. 2: 72-75.
- Ahmed, M and J. R. Goodin. (1970).** Vesiculated Hairs: A Mechanism for Salt Tolerance in *Atriplex halimus* L. *Plant Physiol.* (1970) 45, 62-65.
- Ahmed, M., & EL-Hag F.M. (2004).** Degradation characteristics of some Sudanese forages and tree pods in sacco and gas production techniques. *Sml. Rum. Res. Vol. 54:* 147 -159.
- Aimé, S. (1991).** Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du tell oranais (Algérie occidentale) (*Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3*).
- Alazzeh, A. Y., & Abu-Zanat, M. M. (2004).** Impact of feeding saltbush (*Atriplex* sp.) on some mineral concentrations in the blood serum of lactating Awassi ewes. *Small Ruminant Research*, 54(1-2), 81-88.
- Al-Karaki, GN. (2001).** Germination, sodium, and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. *J Plant Nutr* 24(3):511–522.
- Al-Soqeer, A.A. (2008).** Nutritive value assessment of *Acacia* species using their chemical analyses and in vitro gas production technique. *Res J Agric Biol Sci* 4, 688–694.
- Aman, B., et Khéloufi B. (2011).** Contribution à l'évaluation de la biomasse verte d'une plantation d'*Atriplex halimus* en zone aride de l'ouest algérien (région de Naama). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 2011, 66 (3), pp.303-308. Hal-03530770.
- Ammar, H., Lopez. S., & Gonzalez . J. S. (2005).** Assesment of the digestibility of some Mediterranean shrubs by in vitro techniques. *Animal feed science and technology*. 119. 323-331pp.
- Anderson, D.M. (1988).** Seasonal stooking of tabosa managed under continuous and rotation grazing. *J. Manag. 1:* 78-82.
- Andueza, D., Muñoz, F., Delgado, I., & Correal , E. (2005).** Intraspecific variation in *Atriplex halimus*: Chemical composition of edible biomass. *Options Mediterr*, 377-381.
- Andrieu, J et Weiss PH. (1981).** Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses. In : “XI Journées Grenier de Theix” Prévision de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants”. *INRA Paris*, 61-79.
- ANIREF. (2020).** Wilaya de Mostaganem. Agence nationale d'intermédiation et de régulation foncière. *Direction des Systèmes d'Informations.*

- AOAC. (1990).** Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 15th ed. *Arlington, VA. Ed. USA.*
- AOAC. (2000).** Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 17th ed. *Washington, DC., USA.*
- Aidoud, A. (1983).** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. *Thèse de doctorat de 3e cycle, Université H. Boumediene, Alger, 245 p.*
- Aidoud, A. (1997).** Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. *Académie de Toulouse.*
- Akrimi, N. (1990).** Aptitudes pastorales de la végétation naturelle en zone aride tunisienne et possibilités de son amélioration", *Rev. Marseille (IMEP), Ecol. XVI, (1990), pp. 371-382.*
- Arab, H., Haddi, et M.L., Mehennaoui, S. (2009).** Evaluation de la valeur nutritive par la composition chimique des principaux fourrages des zones aride et semi-aride en Algérie. *Sci. Technol. 30, 50–58.*
- Arabi, M et Roose E. (1989).** Influence de quatre systèmes de production en zone méditerranéenne en moyenne montagne en Algérie. *Bull. Réseau Erosion, n° 9, 39-51.*
- Arbelot, B. (1993).** Prédiction de la valeur nutritive des feuilles des fourrages ligneux tropicaux. *Sécheresse. AGRITROP–CIRAD.*
- Arbouche, F., Y. Arbouche, H.S. Arbouche et R. Arbouche. (2013).** Valeur nutritive de l'*Atriplex (Atriplex halimus L)*, suivant les stades phénologiques, en région steppique (Algérie). *Recherche Agronomique N° 26 – 2013.*
- Ardoin-Bardin, S. (2004).** Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne (*Doctoral dissertation, Université Montpellier II-Sciences et Techniques du Languedoc.*)
- Arénes, A. (1951).** A propos des connexions Ibérico-marocaines et Siculo-tunisiennes, *C. R. Somm. Seances Soc. Biogeo 241 (1951) 67–72.*
- Arrigo . Y. (2001).** Valeur nutritive des plantes de prairies. Actualisation R.A.P. 31 Octobre. 1. Cours S.R.V.A n° 906. *Station fédérale de recherche en production animale.*
- Aronson, J.A. and Shmida A. (1992).** Plant species diversity along a Mediterranean-desert gradient and its correlation with interannual rainfall fluctuations. *J. Arid Environ. 23: 235-247.*
- Atia , A. A, Debez A, Z. Barhoumi, C Abdely and A. R Smaoui. (2010).** "Localization and composition of seed oils of *Crithmum maritimum L.* (Apiaceae)", *African Journal of Biotechnology. Vol 9 (39), pp 6482-6485.*
- Aubert, G. (1976).** Les sols sodiques en Afrique du Nord.
- Bajji, M., Kinet J.M., & Lutts S. (1998).** Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus L.*, and their corresponding callus cultures. *Plant Science , 137: 131- 142.*
- Bajji , M., J.M. Kinet and S. Lutts. (2002).** Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth and ion content of *Atriplex halimus.* (Chenopodiaceae). *Canadian J. Bot., 80: 297-304.*
- Bagnouls, F., Gaussen, H. (1954).** Les pays arides Iroïds. *CR Soc. Biogéogr, 267, 12-15.*
- Bammi, J., et Douira, A. (2004).** Contribution à la connaissance de la flore vasculaire de la forêt de l'achach, plateau central (Maroc). *Acta botánica malacitana, 29, 23-41.*
- Barbero, M. et Quézel P. (1982).** Caractérisation bioclimatique des étages de la végétation forestière sur le pourtour méditerranéen. Aspects méthodologiques posés par la zonation. *Coll. Int. Ecol. Haute altitude. 24(1982), pp : 191 – 202.*
- Barry Lenger, A. Evrard R. et Gathy P. (1979).** La forêt. Liège : *Vaillant-Carmane Imprimeur. 611 p.*

- Bajji, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (2002).** Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Canadian journal of botany*, 80(3), 297-304.
- Barbero, M., G. Bonnin., R. Loisel et P. Quézel. (1989).** Sclerophyllous *Quercus* forests of the mediterranean area: Ecological and ethological significance. *Bielefelder Okol Beitr* 4: 1-23.
- Barbero, M., Quézel P. et Loisel R. (1990).** Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens", *Rev. For. Méd. XII*, (1990), pp.194-215.
- Barbaro, L. (1999).** Dynamique agro-écologique des communautés de pelouses sèches calcicoles du Vercors méridional. Application à la gestion conservatoire de la biodiversité par le pastoralisme. *Thèse de doctorat d'État, Université J. Fourier, Grenoble*, 188 p.
- Barry, D. (2015).** Etude du brouillard en zone côtière par modélisation des processus physiques de la couche limite atmosphérique : cas du Grand Casablanca (Maroc). Océanographie. Français. NNT : 2015TOU30316. Tel -01416307 HAL Id: tel-01416307 <https://theses.hal.science>.
- Barry, J. P., Celles, J. C et Faurel, L. (1974).** Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques : feuille d'Alger au 1: 1,000,000 avec notice explicative. *Editée par la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*.
- Barry, J.P. (1988).** Approche Ecologique des Régions Arides de l'Afrique. *Université de Nice. ISS de Nouakchott*. 107 pages.
- Baiche, A., Sidi Mohamed H., et Abloui H. (2015).** Surexploitation des ressources en eau de l'aquifère du plateau de Mostaganem. *Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°22, June 2015, pp. 153-165*.
- Beadle, N.C.W., R.D.B. Whalley, and J. B. Gibson . (1957).** Studies in halophytes II. Analytic data on the mineral constituents of three species of *Atriplex* and their associated soils in Australia. *Ecology* 38:344-348.
- Belbachir, N. (2012).** Contribution à l'étude écologique de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813) de la frange côtière de Mostaganem : Etat de santé et relation entre plante et Echinoderm. *Diplôme de Magister. Option : Ecosystèmes Côtiers Marins et Réponses aux Stress*.
- Belgharbi. (2002).** Intégration des données de télédétection et des données multi source Dans un système d'information géographique (S.I.G) pour la protection des forêts contre les incendies (cas de la forêt de Guétania (Ouest d'Alger)).*Thèse de Magister. Univ. Tlemcen*.21 p.
- Belgat, S. (1984).** Etude édaphique en vue de l'aménagement du cordon dunaire du littoral de la région de Mostaganem (Algérie). *Thèse de Doct-Ing. Univ. Aix Marseille III*. 213 p.
- Belkheiri, Oumelkheir. (2008).** Adaptabilité des espèces du genre *Atriplex* aux conditions de salinité et d'aridité .*Dottorato di Ricerca in Agrometeorologia ed Ecofisiologia dei Sistemi Agrarie Forestal. Universita degli studi di Sarrari .Facoltà di Agraria*.
- Belkhodja, M. et Y. Bidai (2004).** Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Sécheresse*, 15(4): 331-335.
- Belkhodja, M., Djerroudi-Zidane O., Bitassi S. et Hadjadji S. (2010).** Effect of salt Stress on the proline accumulation in young plants of *Atriplex halimus* L and *Atriplex canescens* (Purch) Nutt. *European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.41, N°2, 249-260*.
- Bellal, Sid-Ahmed, Baiche Abdelkader, et Dari Ouassini. (2020).** Sécheresse et fluctuations des ressources en eau souterraines: Le cas du plateau de Mostaganem (Ouest Algérien) *Cahiers Géographiques de l'Ouest*, n°14-15, 2020.

- Benabadji, N. et Bouazza, M. (2000).** Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Rev. Séch.* 11(2): 117-23.
- Benabadji, N., Bouazza M., Merzouk M., et Ghezlaoui S.M.B.E. (2004).** Aspects phytoécologiques des *Atriplexaies* au Nord de Tlemcen (Oranie, Algérie). *Rev. Sci et Tech.* N° 22. Constantine : 62-79.
- Benabdeli, K. et Mederbal K. (2004).** Contribution à l'étude phytoécologique sur la zone humide de la Macta. *Rapport d'expertise* 9 p.
- Ben Ahmed, H., Zid E., El Gazzah M. et Grignon C. (1996).** Croissance et accumulation ionique chez l'*Atriplex halimus*. Cahiers agricultures vol 5. Numéro 5. PP 365-372 , 9-10, 1996.
- Benaradj, A., & Boucherit, H. (2014).** Integrated management of pastoral resources in the area of Naâma (Algeria). *Revue algérien de développement économique N.*
- Benchaâbane, A. (1996).** Organisation et utilisations des *Atriplexaies* à *Atriplex halimus* dans la région de Marrakech. *Bulletin de liaison du réseau de coopération sur l'Atriplex*, N°3, décembre 1996.
- Benchaâbane, A. (2000).** *Atriplex halimus* L. Source de bois de feu et de fourrage en milieu aride (cas de la région de Marrakech, Maroc). In Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. *Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones* (Vol. 27, pp. 610-616).
- Benest, M. (1985).** Evolution de la plate-forme de l'Ouest Algérien et du Nord-est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé : stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire. *Docum. Lab. Géol. Lyon, n° 95, 581 p., 145 fig., 23 Pl.*
- Ben Hassine, A, Ghanem ME, Bouzid S, & Lutts S. (2008).** An inland and a coastal population of the Mediterranean xero-halophyte species *Atriplex halimus* L. differ in their ability to accumulate proline and glycinebetaine in response to salinity and water stress. *J Exp Bot* 59:1315–1326.
- Benjamin, R., Y. Orev, and E. Eyal. (1959).** Grazing saltbush (*Atriplex halimus*) with cows and sheep. *Rep. Agr. Res. Sta. Bet Dagan, Israël.* N° 266.
- Benmahioul, B., Daguin F et Kaid-Harche M. (2009).** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera* L.). *C.R. Biologies*, 332(8), 752-758.
- Ben Miled, D., Boussaid M., Abdelkefi. A et Cherif A. (1986).** Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de la germination. *Colloque sur les végétaux en milieu aride. Faculté des sciences de Tunis, Agence de coopération culturelle et technique (eds.). Jerba, Tunisie, Septembre*1986. 586-593.
- Ben Naceur, M., C. Rahmoune, H. Sdiri, M.L. et Meddahi, M. S. (2001).** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé, *Sécheresse* 12 (3) (2001) 167–174.
- Benrebiha, F. Z (1987).** Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'*Atriplex* locales et introduites. *Thèse de magister en sciences agronomiques. INA Alger* 1987.
- Ben Salem, H., Norman, H.C., Nefzaoui, A., Mayberry, D.E., Pearce, K.L & Revell, D.K. (2010).** Potential use of oldman saltbush (*Atriplex nummularia* Lindl) in sheep and goat feeding. *Small Rumin. Res.* 91, 13–28.

- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Abdouli, H., Orskov, E. R., Ben, S. H and Nefzaoui, A. (1996).** Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets.
- Benzellat, Benmahammed. (2012).** Contribution à l'amélioration des rendements des plantes cultivées en sols salés. *Mémoire magister université Tlemcen* pp170.
- Berrayah.M, (2006).** Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes cas des monts de Trara (wilaya de Tlemcen) *mémoire de magister département de foresterie université Abou Bakr Belkaid.*
- Bewley, J.D& Black M. (1994).** Seeds: Physiology of development and germination. *London: Plenum Press*, pp: 445.
- Billard, J. P. & Binet P. (1975).** Physio-écologie des *Atriplex* des milieux sableux littoraux. *Soc. Bot. Fr 1975.*
- Bohumil Manda, KA, Petr Pysěk a, b, (2005).** How does seed heteromorphism influence the life history stages of sagittata (Chenopodiaceae) A Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic. *Flora 200 (2005) 516–526.*
- Bonner, F.T. (2008).** Chapter 1: Seed biology. Dans: The woody plant seed manual. *USDA, Forest Service, Agriculture Handbook 727.* p. 3-3.
- Bouazza, M. et Benabadji N. (2010).** Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. *Changements climatiques et biodiversité. Vuibert– APAS. Paris. P:101 – 110.*
- Boughani A. (1995).** Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra) : phytomasse, application cartographique et aménagement. *Thèse Magister, USTHB, Alger*, 226 p.
- Boulaine J. (1923).** "Carte de Reconnaissance des Sols d'Algérie. Mostaganem". *National Soil Maps (EUDASM).*
- Boulaine J. (1955).** Notice explicative de la carte de reconnaissance des sols de l'Algérie au 1/200.000. Feuille de Mostaganem N°21. *Pédologie - C.S. N° 6 Alger 1955.*
- Bouras, D., Matallah A., Mouffok S., Boutiba Z. (2007).** Evolution bioclimatique et action de développement sur le littoral occidental Algérien. *Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, Décembre 2007*, pp. 91-104
- Boussaid, A., Cai, Y., Robinson, J., Gregg, D. J., Nguyen, Q., et Saddler, J. N. (2001).** Sugar recovery and fermentability of hemicellulose hydrolysates from steam-exploded softwoods containing bark. *Biotechnology progress, 17(5)*, 887-892.
- Bouzenoune A. (1984).** Étude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du sud Oranais. *Thèse 3e cycle, USTHB, Alger*, 225 p.
- Bouزيد, A., et Benabdeli, K. (2011).** Contribution à l'évaluation de la biomasse verte d'une plantation d'*Atriplex halimus* en zone aride de l'ouest algérien (région de Naama). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, 66(3)*, 303-308.
- Bolt, G. H & Bruggenwert, M. G. M. (1978).** Soil chemistry. A. Basic elements. *Elsevier Scientific Publishing Company.*
- Boyer, J. S. (1982).** Plant productivity and environment. *Rev Sci, new series, P 443.*
- Brady, N. and R. Weil. (2002).** The Nature and Properties of Soils, 13th. Edition. *Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey* 960 p.
- Brajeul E. (2001).** Le concombre, monographie. *Editions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris*, 349 p.
- Brinis, A et Belkhodja M. (2015).** Effet de la salinité sur quelques traits physiologiques et biochimiques chez *Atriplex halimus* L. *Rev. Sci. Technol., Synthèse 31: 42 -51 (2015).*
- Brodie J. M. (1996).** Great bassin ecosystem. *Office of environmental education and volumeters concepts of ecosystem 1996.*

- Brun A. (1981).** Mise au point bibliographique concernant l'étude des effets de la salinité sur les végétaux. *Ann Fac Sci Yaoundé* ; 28 : 59-84.
- Buldgen, A ; Marc Piraux ; Roger Compère. (1994).** Sécheresse dans le bassin arachidier sénégalais. Analyse SIG des nouvelles zones agro-écologiques et certaines productions à risques. *Revue Sécheresse Vol 05 Num 01 Mars 1994.* p51.
- Caïd, N ; Mustapha Chachoua and Faouzi Berrichi. (2019).** : Analyse spatiale diachronique de l'occupation du vignoble algérien depuis 60 ans : cas de la wilaya de Mostaganem. *Volume 13 2019 p. 53-74 Physio-Géo Géographie physique et environnement* <https://doi.org/10.4000/physio-geo.7675>.
- Calu, G. (2006).** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. *Recherche biotechnologie : du gène à la molécule Spectro Sciences, article 23*, 10 p.
- Castillejo, J. M & Castello, R. (2010).** Influence of the application rate of an organic amendment (municipal solid waste compost on gypsum quarry rehabilitation in semiarid environments. *Arid Land Research and Management*, 24(4), 344-364.
- Castroviejo, S., Lainz M., Lopez Gonzalez G., Montserrat P., Munoz Garmendia F., Paiva J. and Villar, L. (1990a).** In: Flora Iberca Plantanaceae-Plumbaginaceae (party), vol.2, *Real Jardin botanico, Ed, CSIC, Madrid, pp.503-513*.
- Castroviejo, S., Lainz, M., Lopez Gonzalez, G., Montserrat, P., Munoz Garmendia, F., Chaâbane, S., Benreda, Z. (1997b).** Inventaires des sols salés d'Algérie. *ANRH Pédologie*. 22 p.
- Chaâbane, A. (1993).** –Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie: Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement. *Th. Doct. ès-sciences en Ecologie. Uni. Aix-Marseille III*. 205 p.
- Chadefaud, M., Emberger, L. (1960).** Traité de botanique: systématique. (*No Title*).
- Chalane, F; Mehdadi, Z; Hamdaoui, M and Hasnaoui O. (2015).** Evaluation of Plant Diversity and Edaphic Characteristics of the Steppe Alfa (*Stipa tenacissima*) of the Saida Area (western Algeria). *European Journal of Scientific Research*, 128, 265-276.
- Chartzoulakis, K & Klapaki G. (2000).** Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci Hort* 86, 247-260.
- Chatterton, N.J., J.R. Goodin, C.M. McKell, R.V. Parker, and J. M. Ribble. (1971).** Monthly variation in the chemical composition of desert saltbush. *J. Range Manage.* 24 :37–40.
- Châtelet, E., Dutuit, Y., Rauzy, A., & Bouhoufani, T. (1999).** An optimized procedure to generate sums of disjoint products. *Reliability Engineering & System Safety*, 65(3), 289-294.
- Chehma A. et Seddi A., (2001).** Digestibilité *in vitro* de la matière sèche des sous produits du palmier dattier chez le dromadaire et le Mouton : *Revue « Recherche Agronomique » n°8 INRA Algérie.* pp. 41-45.
- Chehma, A. (2003).** Productivité pastorale et productivité laitière en Algérie. Atelier sur la filière laitière cameline en Afrique, Niamey, 5-8 Novembre 2003. *FAO, Production et Santé Animal, 2. Rome, 2004.* pp. 43-51.
- Chehma A et Longo H F. (2004).** Bilan azoté et gain de poids chez le dromadaire et le mouton, alimentés à base de sous-produits de palmier dattier, de Drinn "*Stipagrostis pungens*" et de paille d'orge. *Cahiers Agricultures*, 13: 221-226.
- Chehma, A. (2005).** Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas de la région d'Ouargla et Ghardaïa. *Thèse doctorat, université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie*, 178 p.

- Chehma A, Youcef F. (2009).** Variations saisonnières des caractéristiques floristiques et de la composition chimique des parcours sahariens du sud est algérien. *Sécheresse*, 20 : 373-381.
- Chemli R. (1997).** Plantes médicinales et aromatiques de la flore de Tunisie. In: V. H. Heywood and M. Skoula Eds Identification of Wild Food and Non-Food Plants of the Mediterranean Region (*Chania: CIHEAM*), pp. 119–125.
- Chémery Laure. (2006).** Petit atlas des climats, 2006, p : 7.
- Cherfaoui A.E.K. (1897).** Contribution à l'étude comparative de la germination des grains de quelques *Atriplex* de provenance Djelfa. *Th I.N.A. El Harrah. Alger*, 34-36p.
- Cherouk, A. (2000).** Contribution à la définition d'une méthode d'estimation de la biomasse d'*Atriplex nummularia* au Maroc oriental. Pp 334-339 in: G. Gintzburge, M. Bounejmate & A. Nefzaoui (eds.). Fodder shrub development in arid and semi-arid zones. Proceedings of the workshop on native and exotic fodder shrubs in arid and semi-arid zones, 27 Oct-2 Nov. 1996, Hammamet, Tunisia. Vol. ii. ICARDA, Aleppo (Syria).
- Chikhi, I., Allali, H., Dib, M. E. A., Medjdoub, H., & Tabti, B. (2014).** Antidiabetic activity of aqueous leaf extract of *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Asian Pacific journal of tropical disease*, 4(3), 181-184.
- Choukr, A., Hamdy A., Lahmer F.Z. (1998).** Germination d'*Atriplex halimus* dans des milieux salins. *Cahiers d'Agriculture 6-1998. Réseaux transnationaux*.
- Choukr-Allah, R., & Hamdy, A. (2005).** Wastewater treatment and reuse as a potential water resource for irrigation. *The use of non- conventional water resources. Bari: CIHEAM/EU DG Research*, 101-124.
- Cibils Andres, F., Swift David M., Mc Arthur E. et Durant. (1998).** Plant-herbivore interactions in *Atriplex*: Current state of knowledge. Gen. Tech. Rep. RMRS -GTR-14. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 31p.
- Clement, E. J., Smith, D. P., & Thirlwell, I. R. (2005).** Illustrations of alien plants of the British Isles. *Botanical Society of the British Isles (BSBI)*.
- Clemente, R., Walker, D.J., Pardo, T., Martínez-Fernández, D., Bernal, M.P., 2012.** The use of a halophytic plant species and organic amendments for the remediation of a trace elements-contaminated soil under semi-arid conditions. *Journal of Hazardous Materials* .Volumes 223–224, 15 July 2012, Pages 63-71.
- Côme, D. (1970).** Les obstacles à la germination. *Ed. Masson et Cie, Paris*. Pp: 162.
- Cordovilla, M.P., Ligerio F. & Luch C. (1995a).** Influence of host genotypes on growth, symbiotic performance and nitrogen assimilation in Faba bean (*Vicia faba* L.) under salt stress. *Plant Soil*, 172, 289-297.
- Cordovilla, M.P., Ocana A., Ligerio F. & Luch C. (1995b).** Growth stage response to salinity in symbiosis *Vicia faba*-*Rhizobium leguminosarum* bv *Viciae*. *Plant Physiol.*, 14, 105-111.
- Corre, J. J. (1961).** Une zone de terrains salés en bordure de l'Etang de Mauguio: étude du milieu et de la végétation (*Doctoral dissertation*).

- Correal, E., Silva, J., Boza, J. and Passera, C. (1986).** Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del genero *Atriplex* (*A. nummularia*, *A. cynerea*, *A. undulata* y *A. zampa*). *Pastos*, 16(1-2): 177-189.
- Correal, G., Piñeros, F., Van Der Hammen, T. (1990).** Guayabero I : un sitio precerámico de la localidad Angostura II, San José del Guaviare. *Caldasia*, 245–254.
- Côte M. (1996).** *Guide d'Algérie : paysages et patrimoine. Algérie, Média-Plus, 1996, 319 p. (ISBN 9961-922-00-X), p. 60, 61.*
- Couplan, F., & Styner, E. (1994).** Guide des plantes comestibles et toxiques. *Edition Delauchaux et Nestlé. Paris.*
- Crété, P. (1965).** Précis de botanique. V. 2: Systématique des Angiospermes.
- Crisci, J. V. (2001).** The voice of historical biogeography. *Journal of Biogeography*, 28(2), 157-168.
- Czabator, F.J. (1962).** Germination Value: An Index Combining Speed and Completeness of Pine Seed Germination. *Forest Science*, 8, 386-396.
- Dagnelie, P. (2000).** La planification des expériences: choix des traitements et dispositif expérimental. *Journal de la Société française de statistique*, 141(1-2), 5-29.
- Demarly, Yet Chalbi, N. (1991).** L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. *John Libbey Eurotext.*
- Dagnelie P. (1998).** Statistique théorique et appliquée, *De Boeck et Larcier, Brux., Belg., 1998.*
- Daget, Ph et Godron .M . (1974).** Vocabulaire d'écologie. Edition : *PARIS, HACHETTE, 1974.*
- Daget, PH. (1977).** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. *Végétation*, 34, 1. p : 1-20.
- Daget, Ph. (1980).** Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégies adaptatives (cas des thérophytes. *Actes du colloque d'écologie théorique, E.N.S. Paris : 89-114.*
- Daget, P., Godron, M., et Ellenberg, H. (1982).** Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés (*Vol. 163*). *Paris : Masson.*
- Daget, Ph et J. Poissonet. (1997).** Biodiversité et végétation pastorale. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1997, 50 (2) : 141-144.
- Dahmani, M. (1996).** Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie. *Ecol. Médit.* XXII (3-4) : 39-52.
- Dahmani-Megrerouche, M. (1997).** Le chêne vert en Algérie, syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. *Thèse d'État Univ. H. Boumediene, Alger, 329 p. (+Ann).*
- Dajoz R. (1985).** Précis d'écologie. *Ed. Dunod. Paris, 505 p.*
- Dalloni, M., Doumergue F. Ehrmann. (1956).** Carte géologique d'Algérie, Bosquet Mostaganem, feuilles 11 et 21, échelle 1/750000.
- Danin, A et Orshan G. (1990).** The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *J. Veg. Sci.* 1: 41-48.
- Dantas, F., Saribeiro L. and Aragao C. A. (2005).** Physiological response of cowpea seeds to salinity stress. *Revista Brasileira de Sements*, 27: 144-148.
- Daroui, E. A., Boukroute, A., Kouddane, N. E., & Berrichi, A. (2013).** Effet de la salinité sur la germination et la croissance in vitro du *Washingtonia filifera* L. *Nature & Technology*, (8), 32 A.
- Debez, A., Chaibi, W. et Bouzid, S. (2001).** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. *Agriculture*. Vol. 10, n°2, pp. 8-135.
- Delcros P. (1993).** Ecologie du paysage et dynamique végétale post-culturale en zone de montagne (*Doctoral dissertation, Université Joseph Fourier (Grenoble ; 1971-2015).*

- Delgado, M. J., Ligeró, F., & Liuch, C. L. (1994).** Effects of salt stress on growth and nitrogen fixation by pea, faba-bean, common bean and soybean plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(3), 371-376.
- Dellakh, F., Sersoub, D., Zaghouane, O., Cicek, H., Rekik, M., Ates, S & Louhaichi, M. (2015).** Effect of stubble grazing, tillage and no-till seeder type on pea/barley forage productivity and botanical composition. In *2nd ICSAE 2015, International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, September 30-October 03, 2015, Konya, Turkey. Proceedings book, volume I & II* (pp. 616-619). Selcuk University.
- Delmas, R., Chauzy, S., et Verstraete, J. M. (2007).** Atmosphère, océan et climat. *Belin pour la science, Paris, France*, 287p.
- De Langre E. (2008).** Effects of Wind on Plants. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 40, 141–168. <https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.40.111406.102135>.
- Der Loughian, C., 2012.** Effets de la dynamique sur la croissance du peuplier en réponse à une stimulation mécanique externe. *Ecole Polytechnique X*.
- Delpech, R., Dumé G. et Galmiche P. (1985).** Typologie des stations forestières : vocabulaire, pp. 243.
- Delpech R. (2006).** La phytosociologie. http://www.tela-botanica.org/page:menu_407.
- Demarquilly, C., Andrieu, J., Weiss, P. (1981).** L'ingestibilité des fourrages verts et des foin et sa prévision. In *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants* (pp. 155-167). *INRA Publications, Paris*.
- Demarquilly, C & Jarrige, R. (1982).** Assessment of the protein value of forages and its expression in the new protein feeding systems. In *Forage protein conservation and utilization. EEC Seminar, Dublin* (pp. 147-172).
- De Martonne. (1926).** L'indice d'aridité. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 3(9), 3-5.
- De Parceveaux, S & Huber L. (2007).** Bioclimatologie-concepts et applications. *Edition 336 p*.
- De Ramos L. E., Trugilho, P. F., Rezende, R. N., de Assis, C. O., Baliza, A. E. R. (2011).** Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. *Pesquisa florestal brasileira*, 31(66), 103-103.
- Derruau, M. (1974).** Précis de géomorphologie. *Editions Masson & Cie, Paris*. 477p.
- Djebailis S. (1978).** Recherche phytoécologique et phytosociologique sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas saharien algérien. *Thèse. Doct. Univ. Sc et Tech du Languedoc. Montpellier*. 299 p.
- Djebaili S. (1990).** Syntaxonomie des groupements préforestiers et steppiques de l'Algérie aride. *Ecologia Mediterranea* . 16 pp. 231-244.
- Djikou S.M. (2006).** Calcul de l'ETP Penmann- Montheith à différents pas de temps sur quatre sites du Haut Bassin de l'Ouémé. *Édit. IRD- AMMA*, 35 p.
- Djili K. (2000).** Contribution à la connaissance des sols du Nord d'Algérie. Création d'une banque de données informatisées et utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et la valorisation des données pédologiques. *Thèse d'état en sciences agronomiques. INA, El- Harrach*, 227p.
- De Martonne. (1926).** L'indice d'aridité. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 3(9), 3-5.
- Doucet R. (2006).** A La science agricole : le climat et les sols agricoles. *Bereger A.C. Québec*. 444p.
- Dreux, P. (1980).** Précis d'écologie. *Paris : Presses universitaires de France*. 231p.

- Didier de saint-Armand J. et CAS.G. (1967).** Dosage des éléments majeurs chez les végétaux. Méthodes appliquées au laboratoire de diagnostic foliaire de l'O.R.S.T.O.M. *O.R.S.T.O.M. PARIS*, 1967.
- Diels L. (1917).** Beitrage zur Flora der zentral Sahara und ihre Pflanzengeographie. *Engl. Bot. Jahreb.*, 45, 51-155.
- Dimanche, P et A. Schoenenberger. (1970).** Description des milieux des Mogods et de Kroumirie, *Institut national de recherches forestières, Tunis*, 1970.
- Dobignard A et Chatelain C. (2010-2013).** Index synonymique Flore Afrique du Nord, vol. 1-5. *Edit Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève*.
- Dupérat M. (1997).** Guide des arbres & arbustes de France. *Sélection du Reader's Digest*.
- Dupieux N. (2004).** Démarche d'harmonisation des protocoles de suivi scientifique des sites du programme Loire nature. *Programme Loire nature, mission scientifique*, 15 pages.
- Dutuit, P., Pourrat, Y., Dodeman, V. L. (1991).** Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. *L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. John Libbey Eurotext*.
- Dutuit P. (1998).** Le polymorphisme chez l'*Atriplex halimus* in étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage *In vitro* et *In vivo* d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitutions de clones. *Rapport final (1994 - 1998). Projet STD3N°S3*CT940264. Université de paris sud XI cedex France*.
- Dutuit P. (1999).** Étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitution de clones Summary reports of European Commission supported STD-3 projects (1992-1995), *published by cta tropical and subtropical agriculture, third std programme* : 138-141.
- Duvigneaud, P. (1980).** La synthèse écologique : populations, communautés, écosystèmes, biosphère, noosphère. *2ème édition, Eds. Doin Paris. 380p*.
- Eig A. (1931-1932).** Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore Palestinienne. *Repert. Spec. Nov. Regui. Veg.*, 63, 201 et 121 p.
- El Aich, A. (1992).** Fodder trees and shrubs in range and farming systems in North Africa. *FAO Animal Production and Health Paper, FAO, Rome, Italy*, (102), 61-73.
- El Hamrouni, A et Sarson M. (1974).** Valeur alimentaire de certaines plantes spontanées ou introduites en Tunisie. *Institut National de recherches Forestières, Tunisie, Note de recherche 2*.
- El-Keblawy, A., Al-Rawai A. (2006).** Effects of seed maturation time and dry storage on light and temperature requirements during germination in invasive *Prosopis juliflora*. *Flora 201*, 135–143.
- El-Keblawy, A., and N. Al- Shamsi. (2008).** Salinity, temperature and light affect seed germination of *Haloxylon salicornicum*, a common perennial shrub of the Arabian deserts *seed Sci. Technol.*, vol. 36, no. 3, pp. 679–688, 2008.
- Ellenberg, I. et Mueller-Doubois, D. (1967).** A key to Raunkiær plant life forms with revised subdivisions. *Ver. Geobot. Int. Bois* 378: 56-73.
- Ellern, S. J. 1972.** Rooting cuttings of saltbush (*Atriplex halimus* L.) *J. Range Manage.* 25: 154-155.
- Ellern, S. J., Samish, Y. B., Lachover, D. (1974).** Salt and oxalic acid content of leaves of the saltbush *Atriplex halimus* in the northern Negev. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 27(4), 267-271.
- Ellison, A. M. (1987).** Effects of competition, disturbance, and herbivory on *Salicornia europaea*. *Ecology*, 68(3), 576-586.
- El Mzouri, E., Chiriyaa A., El Mourid M., Laamari A. (2000).** Improving feed resource and quality in the dryland areas of Morocco by introducing the strip-alley

- cropping system. In: *Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.) Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. II: 340-347.*
- El Shaer, H. M & Kandil, H. M. (1998).** Potential of *Atriplex* species as fodder shrubs under the arid conditions of Egypt. Short Activity Report. Sustainable halophyte utilization in the Mediterranean and Subtropical dry regions. *Europe concerted actions. IC 18 CT 96*, 55, 110-121.
- El Shaer, H.M., Fahmy A.A., Abdulaziz G.M., Shalaby A.S., Abd el gawad A.M. (2000).** Utilization of less and unpalatable halophytes as non conventional feeds for sheep under the arid conditions in Egypt. Proceedings of the 3 rd All Africa conference on animal agriculture and 11 the conference of Egyptian society of animal production. *Egypt, November 2000*, 109-115.
- El Shaer, H.M. (2010).** Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in the Near East region. *Small Rumin. Res.* 91, 3–12.
- El-Shatnawi, M. D. K. J & Mohawesh, Y. M. (2000).** Seasonal chemical composition of saltbush in semi-arid grasslands in Jordan. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 53(2), 211-214.
- El Shatnawi, M. and Turuk, M. (2002).** Dry matter accumulation and chemical content of saltbush (*Atriplex halimus*) grown in Mediterranean desert shrublands. *New Zealand J. Agric. Res.*, 45: 139-144.
- Emam S.S. (2011).** “Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant”, *J. Nat. Prod.*, 4, 25-41.
- Emberger L. (1930).** Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C. R. A. Sc.1991.p* : 389-390.
- Emberger L. (1939).** Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Verof Geobot. LMT. Rübel Zürich*, 14: 40-137. *FLAHAULT C. (1897-1937).495 pages*
- Emberger L. (1952).** Sur le Quotient Pluviothermique. *C.R. Sci. n°234* : 2508-2511. Paris.
- Emberger L. (1954).** Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool. Univ. Montpellier. Série Bot. n°7. PP: 3-43.*
- Emberger L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. *Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48 p.*
- Essington, M. E., Foss, J. E., Roh, Y. (2004).** The soil mineralogy of lead at Horace's Villa. *Soil Science Society of America Journal*, 68(3), 979-993.
- Fady B., Aravanopoulos F.A., Alizoti P., Mátyás C., von Wühlisch G., Westergren M., Belletti P., Cvjetkovic B., Ducci F., Huber G., Kelleher C.T., Khaldi A., Bou Dagher Kharrat, M., Kraigher H., Kramer K., Mühlethaler U., Peric S., Perry A., Rousi M., Sbay H., Stojnic S., Tijardovic M., Tsvetkov I., Varela M.C., Vendramin G.G., Zlatanov T.(2016).** Evolution-based approach needed for the conservation and silviculture of peripheral forest tree populations. *Forest Ecolog Manag* 375:66–75.
- Faye B. (1997).** Guide de l'élevage du dromadaire. *Editions SANOFI. Santé Nutrition Animale.* 126 pages.
- Fonty, G., Forano, É. (1999).** Ecologie de la dégradation et de la fermentation des polyholosides constitutifs des parois végétales dans le rumen. *Cahiers Agricultures*, 8(1), 21-35.
- Forti, M., Levi, Y., Owardi, S., Benjamin, R., Eyal, E., & Tadmor, N. (1971).** Palatability trials with Awassi sheep. *Palatability trials with Awassi sheep.*, 58-59.

- Fournier F. (2003).** Nouvel outil pour évaluer avec plus de précision la valeur énergétique des fourrages. *Conseil Québécois des plantes fourrages, Info-fourrages*, Numéro 1.
- Fleury. (2007).** Cours de Génétique des Populations (<http://gen-net-pop.univ-lyon1.fr> Univ. CB Lyon 1).
- Floret C et R. Pontanier (1982).** L'aridité en Tunisie présaharienne : climat, sol, végétation et aménagement. *Thèse doctorat, Montpellier*, 580 p.
- Floret C., Galan M.-J., Le Floc'h E., Orshan G. et Romane F. (1990).** Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. *J. Veg. Sci.* 1 : 71–80.
- Floret, C., Le Floc'h, E et Pontanier, R. (1992).** Perturbations anthropiques et aridification en zone présaharienne. *L'aridité une contrainte au développement*, Ed ORSTOM Paris, 449-466.
- Flores , H., & Davis, J. I. (2001).** A cladistic analysis of Atripliceae (Chenopodiaceae) based on morphological data. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 297-319.
- Flowers T. J. (2004).** Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental botany*, 55(396), 307-319.
- Francllet , A. et Le Houérou H.N. (1971).** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. *Doct. F.A.O. Rome*. Pp : 249 et Pp : 189.
- François, J., Morot G., et Rogerpart. (2012)-** Biologie végétal croissance et développement 2^{ème} édition, 147 P.
- Franklin, J. (2009).** Mapping species distributions: spatial inference and prediction, Ecology biodiversity and Conservation, *Cambridge University Press*.
- Froment D. (1972).** Etablissement des cultures fourragères d'*Atriplex* en Tunisie centrale. *Bull recherche. Agro. CEM volume extra édit à l'occasion de la semaine d'étude de production méditer.* P 590-600.
- Gaëtan, F. T., Hélène V. P., Carole L. (2000).** Notions de qualité des fourrages. *Agriculture et Agroalimentaire, Canada*, pp 1 – 16.
- Gardarin, A., Dürr C., Mannino M.R., Busset H., Colbach N. (2010).** Seed mortality in the soil is related to the seed coat thickness. *Seed Science Research* 20, 243-256.
- García, L. V., Marañón, T., Ojeda, F., Clemente, L., & Redondo, R. (2002).** Seagull influence on soil properties, chenopod shrub distribution, and leaf nutrient status in semi-arid Mediterranean islands. *Oikos*, 98(1), 75-86.
- Gaston B, Douin R. (1996).** La grande flore en couleurs. *Atriplex In vivo* .Numéro 2. Bulletin de liaison du réseau de coopération sur l'*Atriplex*. La grande flore en couleurs de Gaston Bonnier : France, Suisse, Belgique et pays voisins / Gaston Bonnier et Robert Douin ; illustration par Julie Poinot [nomenclature moderne et index réalisés par] Raoul Palese et David Aeschimann.
- Gates, C. T. (1968).** Water deficits and growth of herbaceous plants. In: T. T. Kozlowski, ed. Water Deficits and Plant Growth, Vol. II. *Academic Press, New York*. pp. 135-190.
- Gausсен, H., Bagnouls, F. (1953).** Saison sèche et indice xéothermique. *Université de Toulouse, Faculté des Sciences*.
- Gausсен H. (1954).** Théorie et classification des climats et microclimats. » In : Paris, C. R. *VIIIe congrès international de botanique, sect. 27* : 125-130.
- Gausсен H. (1963).** Ecologie et phytogéographie. *Abbayes*, pp, 952-972.
- Gautier E.F. (1908).** Tome I - Sahara algérien. *Edité par A. Colin. Paris* - 371 p.
- Gelin, Zhu. & Clemants, S. E. (2003).** Chenopodiaceae (Flora of China). In book: Flora of China (pp.351-414) Volume 5. *Editors: Wu Zhengyi, Peter H. Raven*.
- Gharaibeh, M. A., Eltaif, N. I., Albalasmeh, A. A. (2011).** Reclamation of highly calcareous saline sodic soil using *Atriplex halimus* and by-product gypsum. *International Journal of Phytoremediation*, 13(9), 873-883.

- Gharzouli, R et Djellouli Y. (2005).** Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). *Rev. Sèch.*16 (3): 217-225.
- Ghoulam C. and Fares K. (2001).** Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris L.*). *Seed Sci. Tech.*, 29: 357–364.
- Ghrib, C.D., Kchaou R., Gharbi F., Rejeb S., Khoudja L. et Nejib Rejeb M. (2011).** Tolérance à la Salinité de Trois Espèces d'*Eucalyptus* Aux Stades Germinatif et Plantule, *European Journal of Scientific Research* 50(2): 208-217.
- Gimeno Gilles. (2009).** Étude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*.Thèse de doctorat en Biologie Cellulaire et Moléculaire Végétale. Université d'Angers (France), 174 p.
- Glenn, E. P., O'leary, J. W. (1984).** Relationship between salt accumulation and water content of dicotyledonous halophytes. *Plant, Cell & Environment*, 7(4), 253-261.
- Godron M. (1984).** Ecologie de la végétation terrestre. *Ed. Mass.et Cie, Paris*, 197 p. (1984).
- Godron M. (1995).** L'écologie des parcours. *Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés. Hatier - Aupelf. UREF. Hérisssey.France.* 1995 ; 590 p.
- Goëau, H., Bonnet, P., Joly, A., Boujemaa, N., Barthelemy, D., Molino, J. F., Picard, M. (2011).** The Image CLEF 2011 plant images classification task. In *Image CLEF 2011*.
- González Milagros Bueno. (2019).** Adaptation of Halophytes to Different Habitats Adaptation of Halophytes to Different Habitats In book: Seed Dormancy and Germination. DOI :10.5772/intechopen.87056. CC BY 3.0.
- Gomez, B., Daviero -Gomez, V., Perrichot, V., Thévenard, F., Coiffard, C., Philippe, M., Néraudeau, D. (2004).** Assemblages floristiques de l'Albien-Cénomaniens de Charente-Maritime (SO France). In *Annales de paléontologie (Vol. 90, No. 3, pp. 147-159). Elsevier Masson.*
- Goodin, J. R. (1979).** Arid land plant resources. *D. K. Northington (Ed.). International Center for Arid and Semi-Arid Land Studies.*
- Gorenflot R. (1998).** Heterophyllie *Atriplex* : Étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitution de clones. *In vivo Numéro 6 novembre 1998.*
- Gounot M. (1969).** Méthode d'étude quantitative de la végétation, *Ed. Mass et Cie., Paris.* 314 p.
- Greco J. (1966).** L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. *Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire.*
- Grime J.P. (1977).** Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Amer. Natur.* 111: 1169-1194.
- Grisebach, August Heinrich Rudolph. (1872).** A German taxonomist whose identification of major vegetational units introduced the concept of the floral province. He expounded this idea in *Vegetation der Erde (1872). A Dictionary of Plant Sciences.*
- Group L. A. W. 1999,** Manual of Leaf Architecture: Morphological Description and Categorization of Dicotyledonous and Net-veined Monocotyledonous Angiosperms, Leaf Architecture. *Working Group, ISBN 9780967755403.*
- Guéguen L. (1959).** Etude de la composition minérale de quelques espèces fourragères, influence du stade de développement et du cycle de végétation. *Annales de zootechnie INRA/EDP Science.1959S(3),pp 245-268<hal-00886710>.*
- Guignard, J. L., Dupont, F. (2004).** Botanique Systématique et moléculaire. *Ed Masson. Paris, 284, 13ème.*

- Guinet P, C et Sauvage (1954).** Les hamadas sud-marocaines. Troisième partie : botanique. *Trav. Inst. Sci. Chérif., sér. Généralités*, 2, 75-167.
- Guinochet M. (1973).** Phytosociologie .*Ed. Mass et Cie.* 227 p.
- Gul B, and Weber D J. (1999).** Effects of salinity, light and temperature on germination in *Allenrolfea occidentalis*. *Can. J. Bot.*77: 240–246.
- Gutterman Yitzchak. (1993).** Chapter 3 Maternal Effects on Seeds During Development CAB International 2000. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities, 2nd edition 59 (ed. M. Fenner).*
- Guy Jacques et Le Treut Hervé. (2004).** Le Changement climatique. Commission océanographique intergouvernementale. *ISBN : 978-92-3-203938-5, 92-3-203938-9.*
- Haddi, M. L., Filacorda, S., Meniai, K., Rollin, F., & Susmel, P. (2003).** In vitro fermentation kinetics of some halophyte shrubs sampled at three stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 104(1-4), 215-225.
- Haddioui, A., Baaziz, M. (2001).** Genetic diversity of natural populations of *Atriplex halimus* L. in Morocco: An isoenzyme-based overview. *Euphytica*, 121, 99-105.
- Haddioui, A., Lamine, M. M., Zinelabidine O. M, L. H., Bouda, S. (2008).** Variabilité phénotypique de la phénologie végétative et de la biomasse d'une espèce d'intérêt écologique et économique au Maroc: *Atriplex halimus* L. *Ecologia Mediterranea*, 34(1), 65-72.
- Hadjadj Aouel, S. (1995).** Les peuplements du thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata* Vahl.) en Algérie, phytoécologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles. *Thèse Doctorat en Sciences, Université Marseille III.*
- Hadjigeorgiou, I. E., Gordon, I. J., & Milne, J. A. (2003).** Intake, digestion and selection of roughage with different staple lengths by sheep and goats. *Small Ruminant Research*, 47(2), 117-132.
- Hafez, M., Holm L., Kuktaite R., & Andersson A. (2013).** Individual and combined effects of pre- and post-anthesis temperature on protein composition of two malting Barley cultivars. *Journal of Cereal Science, Volume 58, Issue 2*, Pages 341-347.
- Halitim A. (1973).** Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture. *Thèse de 3eme cycle. Univ de Renne*, 176 p.
- Halimi AEK. (1980),** L'Atlas Blidéen climats et étages végétaux Alger : *Office des publications universitaires, 1 vol. (523 p).*
- Halitim A. (1988).** Sols des régions arides d'Algérie. *Ed. OPU*, 373 p.
- Hamada Y. (2002).** Evaluation de la variabilité génétique et utilisation des espèces tétraploïdes du genre *Triticum* pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Thèse Magister. Université Mentouri Constantine*, 167p.
- Hammada, S., Dakki M., Ibn Tattou M., Ouyahya A., Fennane M. (2004).** Analysis of plant biodiversity of wetlands in Morocco. Rare flora, threatened and halophilic. *Acta Bot Malacit.* 29: 43-66.
- Hamdy A. (1999).** Saline irrigation and management for sustainabel use. *Advanced short Course on saline Irrigation Proc. Agadir: 152-227p.*
- Hamrouni, L., Hanana, M., Abdelly, C., Ghorbel, A. (2011).** Exclusion du chlorure et inclusion du sodium: deux mécanismes concomitants de tolérance à la salinité chez la vigne sauvage *Vitis vinifera subsp sylvestris* (var.'Séjnnène').

- Hamza L. (2002).** Contribution à l'étude écobiologique des écotypes d'*Atriplex halimus* de la zone de Mostaganem et leurs potentialités de développement en culture *in vitro*. Thèse de Magister spécialiste Eco biologie.
- Haouala, F., Ferjani H, Ben El Hadj.S. (2007).** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca⁺⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment 11(3)*. License. CC BY-SA 4.0.
- Hawker, J. S., & Jenner, C. F. (1993).** High temperature affects the activity of enzymes in the committed pathway of starch synthesis in developing wheat endosperm. *Functional Plant Biology*, 20(2), 197-209.
- Hayashi, H. and Murata N. (1998).** Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation. (eds), Elsevier, Amsterdam, 133–148.
- Hayashi, H and Murata N. (1998).** Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation. Sato K., Murata N. (eds.), Elsevier, Amsterdam, 133–148.
- Higazy, MA., MM. Shehata & AI. Allam. (1995).** Free proline relation to salinity tolerance of three sugar beet varieties. *Egypt. J.Agric. R.* 73, (1), p.175-189.
- Holloway P.J and Jeffree CE. (2017).** Epicuticular Waxes, In Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition), edited by Brian Thomas, Brian G Murray and Denis J Murphy, Academic Press, Oxford, Pages 374-386.
- Hopkins W.G. (2003).** Physiologie Végétale. Traduction de la 2^{ème} édition américaine par serge .R. Ed. De Boeck, p.66-81.
- Hsini, K., Harzallah et Bouzid S. (2002).** Variabilité morphologique de la structure des rameaux florifères et inflorescences chez l'*Atriplex halimus* (Chénopodiacées)- Acte du 4^{ème} séminaire du programme INCO-DC (1999-2003) « Biodiversité de l'*Atriplex* » Espagne
- Jaouadi, W., Hamrouni L., Souayeh N. et Khouja M. L. (2010).** Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 14 (4) : 643-652.
- Jarrige R. (1981).** Les constituants glucidiques des fourrages. In : Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Edition INRA publications, Versailles, 580 p.
- Johnson, C. E., Johnson, A. H., Siccama, T. G. (1991).** Whole-tree clear-cutting effects on exchangeable cations and soil acidity. *Soil Science Society of America Journal*, 55(2), 502-508.
- Islam, M., & Adams, MA. (2000).** Nutrient distribution among metabolic fractions in 2 *Atriplex* spp. *J. Range Manage.* 53:79-85.
- Ismaili, M., Saloua B., Salema M.P. (2000).** Biological nitrogen fixation and 15N labeled mineral nitrogen uptake by *Acacia cyanophylla*, *Acacia cyclops* and *Atriplex* spp. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). Fod der Shrub Development in Arid and Semi arid Zones. *Proceedings of the Workshop on 99 Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi- arid Zones, 27 Oct-2 Nov 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. II* : 390-394.
- Kaabèche, M., Gharzouli, R., et Géhu, J. M. (1995).** Phytosociologie et typologie des habitats de la haute vallée de l'oued Bou-Sellam (Sétif, Algérie). *Coll. Phytosociol*, 23, 531-557.
- Kadi-Hanifi H. (2003).** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie", *Rev. Sèch.*, 14 (3), (2003), pp. 169-179.

- Kadik, L., & Godron, M. (2004).** Contribution à l'étude de la dégradation de la végétation dans les pineraies de *Pinus halepensis* Mill d'Algérie et dans les formations dérivées. *Le Journal de Botanique*, 27(1), 9-19.
- Kamel, T., Laid M et Ahmed S. (1997).** Lutte contre la désertification en Algérie stabilisation et reboisement des formations éoliennes. *XI congrès forestiers* 13-22 Octobre 1997. Antalya Turqui
- Katembe, W.J., Ungar I.A. & Mitchell J.P. (1998).** Effect of salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* species (Chenopodiaceae). *Ann Bot*; 82: 165-175 .
- Kazi Tani, C., Le Bourgeois, T., et Munoz, F. (2010).** Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique Oranais (nord-ouest algérien): aspects botanique, agronomique et phytoécologique. *AFPP*.
- Keiffer, CH., & Ungar IA. (1995).** Germination responses of halophyte seeds exposed to prolonged hyper saline conditions. In: *Khan MA, Ungar IA, eds. Biology of salt tolerant plants. Karachi: 43-50.*
- Kellems, R. O., & Church, D. C. (2001).** Supplemental protein sources. *Livestock feeds and feeding, 5th Ed. (Ed. RO Kellems and DC Church). Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ., USA, 86-116.*
- Kessler, J.J. (1990).** *Atriplex* forage as a dry season supplementation feed for sheep in the montane plains of the Yemen Arab Republic, *Journal of Arid Enviroments*. 19:225-234.
- Khan M. A., & Ungar, I. A. (1984).** The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd. *American Journal of Botany*, 71(4), 481-489.
- Khan MA., & Rizvi Y. (1994).** Effect of salinity, temperature and growth regulators on the germination and early seedling growth of *Atriplex griffithi* var. *stocksii*. *Can J Bot* 72: 475-9.
- Khan, M.A., & Ungar, I.A. (1996).** Alleviation of seed dormancy in the desert forb *Zygophyllum simplex* L. from Pakistan. *Ann. Bot.* 80, 395–400.
- Khan, M. A., Gul B. and Weber D. J. (2000).** Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. *Journal of Arid Environments*, 45: 207-214.
- Khan, M.A., Gul, B., and Weber, D.J. (2001).** Effect of salinity and temperature on the germination of *Kochia scoparia*. *Wetlands Ecol. Manage.* 9: 483–489.
- Khan, M. A., & Duke, N. C. (2001).** Halophytes-A resource for the future. *Wetlands Ecology and Management*, 9(6), 455.
- Khan, MA., and Gulzars S. (2003).** Germination responses of *Sporobolus ioclados*: a saline desert grass. *Journal of Arid Environments*, 53: 387–394.
- Khan, M. A., Marwat, K. B., Gul, H., Zahid, H. (2005).** Bioherbicidal effects of tree extracts on seed germination and growth of crops and weeds. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 11(3/4), 179-184.
- Khan, M.A., & Gul, B. (2005).** Halophyte seed germination. In: Khan, M.A., Weber, D.J. (Eds.), *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants. Springer, Netherlands*, pp. 11–30.
- Khan, MA. Zaheer A. M. and Hameed A. (2006).** Effect of sea salt and Lascorbic acid on the seed germination of halophytes. *Journal of Arid Environments*, 67: 535–540.
- Khelifi, H. (1987).** Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations a chêne-liège dans le nord-est Algérien (*Doctoral dissertation, Alger*).
- Khorchani, T., Hammadi, M., Abdouli, H., & Essid, H. (2000).** Determination of chemical composition and in vitro digestibility in four halophytic shrubs in southern Tunisia. In *Fodder shrub development in arid and semi-arid zones. Volume 2. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 Oct-2 Nov 1996, Hammamet, Tunisia (ICARDA)* (pp. 540-550).

- Killian. (1953).** La végétation autour du chott indicatrice des possibilités culturales et son milieu édaphique. *INS Agro. Tome VII.* P. 180.
- Kim, C. and Yum, S. (2010)** Local meteorological and synoptic characteristics of fogs formed over incheon international airport in the west coast of korea. *Advances in Atmospheric Sciences*, 27(4) :761–776, 2010
- Kinet, J.M., Benrebiha F.Z., Bouzid S., Lailhacar S. et Dutuit P. (1998).** Réseau *Atriplex*. Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-arides. *Cahiers Agriculture*. Vol.7, N°6, 505-509.
- Kirmse, R. D., & Norton, B. E. (1985).** Comparison of the reference unit method and dimensional analysis methods for two large shrubby species in the Caatinga woodlands. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 38(5), 425-428.
- Koger, CH., & Bryson CT. (2004).** Effect of Cogongrass (*Imperata cylindrica*) extracts on germination and seedling growth of selected grass and broadleaf species. *Weed Technol* 18(2):236-242.
- Koné, A. R. (1987).** Valeur nutritive des ligneux fourragers des régions sahélienne et soudanienne d'Afrique occidentale : recherche d'une méthode simple d'estimation de la digestibilité et de la valeur azoté. *Thèse de Doctoral dissertation, Paris 6*.
- Kouassi, A. M., Kouamé, K. F., Koffi, Y. B., Dje, K. B., Paturel, J. E., Oulare, S. (2010).** Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest: cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire. *Cybergeo: European Journal of Geography*
- Krasensky, J., & Jonak, C. (2012).** Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of experimental botany*, 63(4), 1593-1608.
- Lacoste, A et Salanon, R. (2001).** Elément de biogéographie et d'écologie. 2ème éd. *Nathan. Paris. 300 p.*
- Lachover, D., and N. H. Tadmor. (1995).** Etude qualitative de l'*Atriplex halimus L* comme plante fourragère puissante dans les conditions semi-arides d'Israël. 1. Variations saisonnières de la teneur en chlorures, en minéraux essentiels et la présence des oxalates dans les différents organes de la plante. *Agron. Trop. Paris* 20:309-322.
- Lachiheb, K.M. Neffati and E. Zid. (2004).** Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes. *Options Méditerranéennes*, 62: 89-93.
- Laffont-Schwob, I., d'Enjoy-Weinkammerer, G., Pricop, A., Prudent, P., Masotti, V., Rabier, J. (2011).** Evaluation of a potential candidate for heavy metal phytostabilization in polluted sites of the Mediterranean littoral (SE Marseille): endomycorrhizal status, fitness biomarkers and metal content of *Atriplex halimus* spontaneous populations. *Ecological Questions*, 14, 89-90.
- Lahouel, N. (2013).** Caractérisation édapho-floristique dans les écosystèmes forestiers dans la région du littoral Mostaganémois (Oranie-Algérie) (*Doctoral dissertation*).
- Lamare Véronique et Pavon Daniel. (2020).** *Atriplex halimus L*. In : DORIS, 16/11/2020 <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/3984>.
- Larafa, M. (2004).** Dynamique de la végétation halophile en milieu aride et semi-aride au niveau des chotts (Melghir, Merouane et Bendjelloul) et Oued Djeddi en fonction des conditions du milieu (Doctoral dissertation, *Thèse. Doct. Sci. Nat. Opt. Biol. Vég. Univ. Annaba: 149 p.*
- Larid, M. (1994).** Le rôle du machinisme agricole dans l'érosion des sols (cas du plateau de Mostaganem, Algérie). *Thèse de doctorat en Géographie 1994*.
- Le Compte-Barbet, O. (1975).** Introduction à une étude de l'endémisme végétal au Maroc. *CNRS. Trav. R. C. P. 249 III.* P15-46.

- Lee, G.J., R.N. Carrow, and R.R. Duncan. (2004).** Photosynthetic responses of salinity stress of halophytic seashore paspalum ecotypes. *Plant Sci.* 166:1417–1425.
- Leigh, R. A., & Wyn Jones, R. G. (1984).** A hypothesis relating critical potassium concentrations for growth to the distribution and functions of this ion in the plant cell. *New phytologist*, 97(1), 1-13.
- Legros Jean-Paul. (2007).** Les grands sols du monde. *Edition PPUR, 2007.*
1re éd .Éditeur: Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, ©2007.
- Le Floch, E. L. Boulos, E. Véla. (2010).** Flore de Tunisie, catalogue synonymique commenté. *Banque Nationale de Gènes, Tunis, 2010.*
- Le Floch E. (1989) :** Plantation d'arbustes fourragers. Bilan préliminaire de 30 ans de pastoralisme. *Ed. : F.A.O.* 204 p.
- Le Houérou, H. N. (1969).** North don Ann. Alg.GBogr., 3, 6, 2-27, Alger. Africa: past, resent, future. In: *Arid lands in transition*; pp. 227-278; *Amér.Ass for Adv. of Science*; Washington, D. C.
- Le Houérou, H.N. (1971).** Les bases écologiques de la production pastorale et fourragère en Algérie. *F.A.O.div.prod.prot.Plats 1971.*
- Le Houérou, H. N. (1977).** Plant sociology and ecology applied to grazing lands research, survey and management in the Mediterranean Basin. In *Application of Vegetation Science to Grassland Husbandry* (pp. 211-274). *Dordrecht: Springer Netherlands.*
- Le Houérou, H. N. ; Claudin J., Pouget. M. (1977).** Etude bioclimatique des steppes algériennes (Avec une carte bioclimatique à 1/1.000.000ème) .*Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord Alger, t. 68, fasc. J et 4, 1977.*
- Le Houérou, H. N. (1980).** Fourrages ligneux en Afrique du nord. In *Les fourrages ligneux en Afrique. État actuel des connaissances. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis Abeba, Éthiopie* (pp. 57-84).
- Le Houérou, H. N et Pontanier. (1988).** Les plantations sylvopastorales dans la zone aride de Tunisie. *Notes techniques du MAB, 18.*
- Le Houérou, H.N. (1992).** The role of saltbushes (*Atriplex x spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: *a review.* *Agroforest. Syst.* 18:107–148.
- Le Houérou, H. N. (1992a).** Relations entre la variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire en zone aride. *L'aridité, une contrainte au développement*, 197-220.
- Le Houérou, H. N. (1992b).** The Role of Saltbushes (*Atriplex spp.*) in Arid Land Rehabilitation in the Mediterranean Basin: *A Review.* *Agroforestry Systems*, 18, 107-148.
- Le Houérou, H. N. (1993).** Salt-tolerant plants for the arid regions of the Mediterranean isoclimatic zone. *Towards the rational use of high salinity tolerant plants: Vol. 1 Deliberations about High Salinity Tolerant Plants and Ecosystems*, 403-422.
- Le Houérou, H. N. (2000).** Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semiarid zones of West Asia and North Africa. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 14(2), 101-135.
- Le Houérou, H. N. (2002).** Man-made deserts: desertization processes and threats. *Arid land research and management*, 16(1), 1-36.
- Lesins, K. A., Lesins, I., Lesins, K. A., Lesins, I. (1979).** Isolating mechanisms, speciation, evolution in *Medicago*, and relationship to other genera. *Springer Netherlands.* (pp. 38-43).
- Leurquin, J. (2011).** Le concept de climax dans le cadre de la dynamique de la végétation. *Natura Mosana*, 64(3), 69-75.
- Li, W., An, P., Liu, X., Khan, M.A., Tsuji, W. and Tanaka, K. (2008).** The effect of light, temperature and bracteoles on germination of polymorphic seeds of *Atriplex centralasiatica* Iljin under saline conditions. *Seed Sci. & Technol.*, 36, 325-338.

- Lieno, G. (2007).** Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau et les transports de matières en suspension de quelques bassins versants représentatifs au Cameroun. *Thèse Dr. Ph D Univ. Yaoundé I.*
- Liu, Y., F. Cheng, Q. Wang, Y. Hu, and Z. Wang. (2009).** Salinity stress responses and -thresholdsin four warm-season turfgrasses. *Acta Prat. Sin.*18:192–199.
- Loisel, R. (1978).** Phytosociologie et phytogéographie : signification phytogéographique du Eud –Est méditerranéen continental Français.
- Loisel, R. et Gamila H. (1993).** Traduction des effets de débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et pré forestiers par indice de perturbation", *Ann. Soc. Sci. Nat. Arch.* Toulon, (1993), pp. 123-132.
- Long, G. (1974).** Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire, I, principes généraux et méthodes", *Ed. Mass et Cie, Coll. 4,5, Paris.*252 p.
- Lopez, D., Michelin, S., de Langre, E. (2011).** Flow-induced pruning of branched systems and brittle reconfiguration. *J. Theor. Biol.* 284, 117–124.
<https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2011.06.027>.
- Losada, M. G. (1984).** Résultats obtenues pour le projet M3 à la Alberta Murcia (Espagne) in (Suber méditerrané de pastons) : *Subi-Network on méditerranée pasteures 2. Badajoz* 64-67.
- Lozet, J. et Mathieu C. (1986).** Dictionnaire des sciences du sol. Technique et documentation, *Lavoisier, Paris.* 269 p.
- Lutts, S., Lefèvre, I., Delpèrèe, C., Kivits, S., Deschamps, C., Robledo, A., et al. (2004).** Heavy metal accumulation by the halophyte species Mediterranean saltbush. *Journal of Environmental Quality*, 33, 1271–1279.
- Maas, E.V. and Hoffman, G.J. (1977).** Crop Salt Tolerance-Current Assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 103, 115-134
- Maas, E.V. and Grattan, S.R. (1999).** Crop Yields as Affected by Salinity. *In: Skaggs, R.W. and van Schilfgaarde, J., Eds., Agricultural Drainage Agronomy Monograph No. 38,* ASA, Madison, 55-108.
- Maâlem, S. (2002).** Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A.canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia* soumises à l’engraisement phosphaté. *Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie,* 76 p.
- Mâalem, S. et Rahmoune C. (2009).** Toxicity of the Salt and Pericarp Inhibition on the Germination of Some *Atriplex* Species. *American-Eurasian Journal of Toxicologic.*
- Madhava, Rao K.V, A.S. Raghavendra, K. Janardhan Reddy. (2006).** Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. *Hardcover I SBN978- 1-4020-4224-9.*
- Madon, O et Médail, F. (1997).** The ecological significance of annuals on a Mediterranean grassland (Mt Ventoux, France). *Plant Ecology*, 129, 189-199.
- Mahamane, L., Mahamane, S., et Nonguierna, A. (2005).** Détermination du degré d’aridité bioclimatique de sept localités du département de Tillabéri (sud-ouest du Niger) : classement en zones bioclimatiques. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 16(2), 107-114.
- Maillard, J. (2001).** Le point sur l’Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. *Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001,*34 p.
- Maire, R. (1926).** Notice de la carte phytogéographique de l’Algérie et de la Tunisie. *Baconnier, Alger.*
- Maire, R., (1938).** La flore et la végétation du Sahara occidental. *Mém, Soc, Biogéogr., VI, La vie dans la région désertique nord-tropicale de l’Ancien Monde,* 325-333.

- Maire, R. (1962).** Flore de l'Afrique du Nord, vol. 59. *P. Chevalier, Paris.*
- Malet, P. (1969).** Premiers résultats d'un essai d'*Atriplex nummularia* sur sols argileux non salés et sous pluviosité naturelle à Hendizitoun dans la plaine de Kairaouene. *Rapport technique N°7. Programmes des nations unies pour le développement.* Rome 1971.
- Malcolm, C. V., Lindley, V. A., O'leary, J. W., Runciman, H. V., & Barrett-Lennard, E.G. (2003).** Halophyte and glycophyte salt tolerance at germination and the establishment of halophyte shrubs in saline environments. *Plant and Soil*, 253, 171-185.
- Marcar, N. E., Guo, J., and Crawford, D. F. (1999).** "Response of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *E. globulus* Lavill ssp *globulus* and *E. grandis* W. Hill to excess boron and sodium chloride. *Plant Soil*, 208, 251–257.
- Martinez, J.P., Ledent J.f. Bajji M., Kinet, J.M and Lutts S. (2003).** Effect of water stress on growth, Na⁺ and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus* L. *Plant Growth Regulation* 41. 63-73.
- Martin-Prevel, P., Gagnard J. ; Gautier P. (1984).** L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales, 810 p.
- Masters, D, Norman H, Dynes R. (2001).** Opportunities and limitations for animal production from saline land. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 14, 199–211.
- Masters, D. G., Benes, S. E., Norman, H. C. (2007).** Biosaline agriculture for forage and livestock production. *Agriculture, ecosystems & environment*, 119(3-4), 234-248.
- Mathams, M. C., and A. K. Sutherland. (1952).** The oxalate content of some queensland pasture plants. *Qld. J. Agr. Sci.* 9: 3 17-322.
- Mattia, C., Bischetti, G.B., Gentile, F. (2005).** Biotechnical characteristics of root systems of typical Mediterranean species. *Plant Soil* 278, 23 e 32.
- Mauromicale G., Licandro P. (2002).** Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of globeartichoke. *Agronomie* 22 : 443-50.
- Mazliak P. (1982).** Physiologie végétale croissance et développement. *Tome3.Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts collecte méthodes. Paris*, 420 p.
- Mc Kell, C.M. (1989).** Shrub biology and utilization . *Academic Press, New York, USA.*
- Mc Kendry, P. (2002).** Energy production from biomass (Part 1): Overview of biomass. *Bioresource Technology* 83(1):37-46.
- Meddour, R. (2010).** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et pré forestiers de la Kabylie Djurdjurienne. *Thèse de doctorat d'État, Université de Tizi Ouzou*, 397 p.
- Médail, F. (1996).** Structuration de la biodiversité de peuplements végétaux méditerranéens en situation d'isolement. *Thèse de doctorat ès sciences, Université Aix-Marseille III*, 192 p.
- Médail F. et Diadéma K. (2006).** Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation : Approches macro et micro-régionales. *Ann. Géogr.* 651: 618- 640.
- Meddi, H. et Meddi M. (2009).** Variabilité des précipitations annuelles du Nord-Ouest de l'Algérie. *Sécheresse*, vol. 20, n° 1, 57-65.
- Mederbal, K. (1992).** Compréhension des mécanismes de transformations du tapis végétal dans l'Ouest algérien. *Thèse de Doctorat Sciences, Université Aix Marseille.*
- Medila, A. I. (2016).** Caractérisation chimique et fermentescibilité in vitro en présence du microbiote ruminal de dromadaire de certaines plantes halophytes de la région d'El Oued. *Thèse Doctorat Sciences Biologiques. Option : Biochimie appliquée. Univ Ouargla.*
- Mendez, M. O., Maier, R. M. (2008).** Phytostabilization of mine tailings in arid and semi-arid environments an emerging remediation technology. *Environmental health perspectives*, 116(3), 278-283.
- Meneses, R., Squella, F. (1996).** Los arbustos forrajeros. *Praderas para Chile*, 2, 149-170.

- Mermoud, A., Xu, D. (2006).** Comparative analysis of three methods to generate soil hydraulic functions. *Soil and Tillage Research*, 87(1), 89-100.
- Mertens, D. R. (1997).** Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of dairy science*, 80(7), 1463-1481.
- Merzouk, A. (2010).** Contribution à l'étude phytoécologique et biomorphologique des peuplements halophiles dans la région occidentale de l'Oranie (Algérie). *Thèse doct. Univ.Sci.Tlemcen*, 277p.
- Miara, M. D., Ait Hammou M et Hadjadj-Aoul S. (2013).** Bioclimats, étages de végétation et zonation altitudinale des groupements végétaux dans les monts de Tiaret (exemple du massif de Guezoul). *Revue Ecol. Environnement V (9)* en ligne : [http : //fsnv. univ-tiaret.dz/index.php/13-la-revue](http://fsnv.univ-tiaret.dz/index.php/13-la-revue).
- Miara, M. D., Ait Hammou, M., Hadjadj Aoul, S., Dahmani, W., Negadi, M., Rebbas, K., Bounar, R. et Smaili T. (2016).** Notes sur les Thérophytes dans les monts de Tiaret (massif deGuezoul Algérie occidentale). *Rev. Écol.-Environ.* 12: 17-24.
- Milagros Bueno González. (2019).** Adaptation of Halophytes to Different Habitats Adaptation of Halophytes to Different Habitats. *In book: Seed Dormancy and Germination* DOI: 10.5772/intechopen.87056. CC BY 3.0.
- Mirreh, M. M., Osman, A. A., Ismail, M. D., Al Daraan, M. S., & Al Rowaili, M. M. (2000).** Evaluation of six halophytic shrubs under center-pivot sprinkler irrigation. In *Fodder shrub development in arid and semi-arid zones. Volume 2. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 Oct-2 Nov 1996, Hammamet, Tunisia* (pp. 293-308). *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)*.
- Moir, K.W., et al, (1977).** The in vitro digested cell-wall and fermentation characteristics of grasses as affected by temperature and humidity during their growth. *J. Agric. Sci. Camb.*, 88,pp. 217-222.
- Monod T. (1992).** Du désert. *Sécheresse*, 3(1). pp. 7-24.
- Morell M., (1999).** Acquisition et constitution d'une information hydrologique de base. *Édition HGA Bucarest*. pp203.
- Mottet, S., and Hamm J. (1968).** Arbres et arbustes d'ornements de pleine terre. *Editions Dunod*, 1968.
- Mozafar, A. (1969).** Physiology of salt tolerance in *Atriplex halimus L.* Ion uptake and distribution, oxalic acid content, and catalase activity. *Doctoral dissertation. University of California, Riverside*.
- Mozafar, A., Goodin J. R. (1970).** Resiculated haus a mechanism for salt tolerance in *Atriplex halimus*. *Plant physiol* 45: 62-65.
- Muhammad, I and Mark A. Adams. (2000).** Nutrient distribution among metabolic fractions in 2 *Atriplex* spp. *J. Range Manage.* 53:79–85 January 2000.
- Mulas, M. and G. Mulas. (2004).** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. *Revue bibliographique .Short and Medium - Term Priority Environmental Action Programme (SMAP)* pp 61.
- Munns, R., and Tester, M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
- Muñoz, F., Pardo, J. and Andueza J.D. (1994).** Composición química y valor nutritivo de *Atriplex halimus* autóctono de Aragón. In: *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Santander (Spain)*, 30 May-2 June 1994. SEEP, Santander.
- Muñoz Vallés, S., Gallego Fernández, J. B., et Cambrollé, J. (2013).** The biological flora of coastal dunes and wetlands: *Retama monosperma* (L.) Boiss. *Journal of Coastal Research*, 29(5), 1101-1110.

- Munoz-Valles, S., Gallego-Fernández, J. B., et Cambrolle, J. (2014).** The role of the expansion of native-invasive plant species in coastal dunes: The case of *Retama monosperma* in SW Spain. *Acta oecologica*, 54, 82-89.
- Murrillo-Amador B., Lopez-Aguilar R., Kaya C., Larrinaga mayoral J et Flores-Hernandez A. (2002).** Comparative Effects of NaCl and polyethylene Glycol on germination, Emergence and Seedling growth of *cowpea*. *S. Agronomy and Crop Science*, 188:235-247.
- Musset, R. (1935).** Les calculs relatifs aux régimes pluviométriques. Fraction pluviométrique, écart pluviométrique relatif, coefficient pluviométrique relatif. *Geocarrefour*, 11(1), 75-85.
- Naidoo G. and Keit J. (2006).** Responses of the saltmarsh rush *Juncus kraussii* to salinity and waterlogging. *Aquatic Botany*, 84: 217–225.
- Nahal. (1975).** Principe de conservation du sol. *Masson et Cle, éditeurs, Boulevard Saint – Germain. Paris VI.*
- National Research Council. (1975).** Nutrient requirements of domestic animals. Publication 5 Nutrient Requirements of Sheep. *5th revised ed Nat. Acad. of Sci. Washington, D.C.*
- Navarro Marie. (2009).** Etude fonctionnelle de gènes de facteurs de transcription CBFs impliqués dans la tolérance au froid chez l’Eucalyptus. *Thèse de doctorat, Université Toulouse III – Paul Sabatier.* 197 p.
- Nedjimi, B., Daoud, Y., Touati, M. (2006).** Growth, water relations, proline and ion content of in vitro cultured *Atriplex halimus subsp. schweinfurthii* as affected by CaCl₂. *Communications in biometry and crop science*, 1(2), 79-89.
- Nedjimi B. (2010).** Etude de la résistance d’*Atriplex halimus subsp schweinfurthii* aux sels solubles. *Acta Botanica Gallica*, Vol. 157, n°4, 787-791
- Nedjimi, B. (2012).** Seasonal variation in productivity, water relations and ion contents of *Atriplex halimus* spp. *schweinfurthii* grown in Chott Zehrez wetland, Algeria. *Journal of the Saudia Society of Agricultural Sciences*, 11(1), 43-49.
- Nedjimi, B. (2013).** Effect of salinity and temperature on germination of *Lygeum spartum*. *Agricultural Research*, 2, 340-345.
- Nedjimi, B., Guit, B., Toumi, M., Beladel, B., Akam, A., et Daoud, Y. (2013).** *Atriplex halimus subsp. schweinfurthii* (Chenopodiaceae): Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques. *Fourrages*, 216, 333-8.
- Nefzaoui, A., Chermiti, A. (1991).** Place et rôle des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi-arides de la Tunisie. *Option Méditerranéennes Ser A* 16, 119–25.
- Nefzaoui, A., and Ben Salem, H. (2000).** Cacti : efficient tool for rangeland rehabilitation, drought mitigation and to combat desertification. In *IV International Congress on Cactus Pear and Cochineal 581* (pp. 295-315).
- Nefzaoui, A., and Ben Salem, H. (2002).** Forage, fodder, and animal nutrition. *Cacti : Biology and uses*, 199-210.
- Nefzaoui, A. (1997).** The Integration of Fodder Shrubs and Cactus in the Feeding of Small Ruminants in the Arid Zones of North Africa. *Presented at the Second FAO Electronic conference on tropical livestock feeds.*
- Nègre, R. (1961).** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. *Tome 1. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris* : 179- 180.
- Nègre, R. (1961-1962).** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. *C.N.R.S.* 979 p. *Paris.*

- Nègre, R. (1966).** Les thérophytes. *Bull. Soc. Bot. France* 113, suppl. 2 : 92-108.
- Noce S., Collalti A., Valentini R., Santini M. (2016).** Hot spot maps of forest presence in the Mediterranean basin. *Biogeosci For* 9:766-774. Doi : 10.3832/for1802-009.
- Niklas, K. J. (1998).** Effects of vibration on mechanical properties and biomass allocation pattern of *Capsella bursa-pastoris* (cruciferae). *Annals of Botany*, 82(2), 147-156.
- Norma, H. Friend .C, Masters. D, Rintoul. A, Dynes. R, Williams,I. (2004).** Variation within and between two saltbush species in plant composition and subsequent selection by sheep. *Australian Journal of Agriculture Research*, 55, 999-1007.
- Nykiforuk, C. L., and Johnson-Flanagan, A. M. (1994).** Germination and early seedling development under low temperature in canola. *Crop science*, 34(4), 1047-1054.
- Oakwood, M., Jurado E., Leishman M. & Westoby M. (1993).** Geographic ranges of plant species in relation to dispersal morphology, growth form and diaspore weight. *J. Biogeogr.* 20 : 563-572.
- Olivier, L., Galland J.-P., Maurin H. et Roux J.P. (1995).** Livre rouge de la flore menacée de France. I - espèces prioritaires. *Collection Patrimoines naturels* 20 : 1-621 p.
- ONS (Office national des statistiques). (2008).** *Armature urbaine (RGPH 2008) : Les principaux résultats de l'exploitation exhaustive, Alger, Office National des Statistiques, septembre 2011, 213 p. ISBN 978-9961-792-74-2.*
- ONS (Office national des statistiques). (2008).** Recensement 2008 de la population algérienne, wilaya de Mostaganem, *sur le site de l'ONS.*
- Orshan, G., Montenegro, G., Avila, G., Aljaro, M. E., Walckowiak, A., & Mujica, A. M. (1984).** Plant growth forms of Chilean Matorral A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 MASL. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 131(2-4), 411-425.
- Orshan, G., E. Le Floch, A. Le Roux et G. Montenegro. (1988).** Plant phenomorphology in mediterranean type ecosystems. In: *F. Dlicastri, Floret, S. RamballL & J.Roy 5eds.*
- Ortiz-Dorda, J., Martínez-Mora, C., Correal, E., Simón, B., & Cenis, J. L. (2005).** Genetic structure of *Atriplex halimus* populations in the Mediterranean Basin. *Annals of Botany*, 95(5), 827-834.
- Osmond, B. (1963).** Oxalates and ionic equilibria in Australian saltbushes (*Atriplex*). *Nature*, 198, 503-504.
- Osmond, B. (1967).** Acid metabolism in *Atriplex*. I. Regulation of oxalate synthesis by the apparent excess cation absorption in leaf tissue. *Aust. J. Biol. Sci.* 29: 575-587.
- Osmond, CB ., Bjorkman, O. and Anderson, D.J. (1980)** Physiological Processes in Plant Ecology: Towards a Synthesis with *Atriplex*, Springer-Verlag, Berlin.
- Otal, J., Orengo, J., Quiles, A., Hevia, M.L., Fuentes, F. (2010).** Characterization of edible biomass of *Atriplex halimus L.* and its effect on feed and water intakes, and on blood mineral profile in non-pregnant Manchega-breed sheep. *Small Rumin. Res.* 91, 208e214.
- Ozenda, P. (1958).** Flore du Sahara septentrional et central. *Ed. CNRS, Paris, 485 p.*
- Ozenda, P. (1977).** Flora of the Sahara. *Flora of the Sahara*, (ed. 2).
- Ozenda, P. (1982).** La cartographie de la végétation des Alpes, centre de gravité d'une étude phytogéographique des montagnes européennes. *Veröff. d. forstl. Bundesversuch.*, 26, 113-133.
- Ozenda P. (1983).** Flore de Sahara - *Edition du CNRS. ISBN 2-222-00292-3.*
- Ozenda, P. (1991).** Flore du Sahara. 3ème édition, complétée. *CNRS, Paris, 662 p.*
- Ozenda, P. (2006).** Les végétaux, organisation et diversité biologique. *2eme édition, Dunod, Paris.*
- Ouadah, y. (1982).** Contribution à l'étude des principales essences d'intérêt fourrager des régions arides et semi-arides d'Algérie. Application à quelques espèces. *Mémoire de fin d'étude, INA, Alger.*

- Ouis, M & Belkhodja.M. (2012).** Réponce protéique d'une halophyte face au stress salin. *Algerian Journal of Arid Environment*.
- Paiva, J. and Villar, L. (1990).** In *Flora Iberica Plantanaceae-Plumbaginaceae (partim), vol. 2, Real Jardin Botanico, Ed, CSIC, Madrid, 503-513.*
- Pallaghy, C.K. (1970).** Salt relations of *Atriplex* leaves. In: R.Jones, (ed) *Biology of Atriplex. CSIRO Division of Plant Industry, Canberra.*
- Parcevaux, S. De et Huber, L. (2007).** Bioclimatologie. Concepts et applications. *Edition Quae, 336 p. 978-2-7592-0047.*
- Par-Smith, G. A. (1982).** Biogeography and evaluation of the shrubby Australian species of *Atriplex*. *Evolution of the Flora and Fauna of Arid Australia. Peacock, Freville, S. Australia. Pp, 221-299.*
- Pascual, J. J, Fernandez C, Diaz J R, Garces C, Rubert-Aleman J. (2000).** Voluntary intake and in vitro digestibility of different date-palm fractions by Murciano-Granadina (*Capra Hirsus*). *Journal of Arid Environments. 45, 183-189.*
- Patel, P. S., Alagundagi, S. C., & Salakinkop, S. R. (2013).** The anti-nutritional factors in forages-A review. *Current Biotica, 6(4), 516-526.*
- Péguy, C.P. (1970).** Précis de Climatologie. *Paris, 1970. Masson, 2e édition, 468 p., 119.*
- Pétard, J. (1993).** Les méthodes d'analyse. Tome 1 Analyses de sols. Notes technique. Laboratoire commun d'analyse N°5© *ORSTOM, Nouméa, 1993.*
- Petit, R. J., Csaikl, U. M., Bordács, S., Burg, K., Coart, E., Cottrell, J & Kremer, A. (2002).** Chloroplast DNA variation in European white oaks: phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. *Forest ecology and Management, 156(1-3), 5-26.*
- Pignatti, S. (1978).** Evolutionary trends in the Mediterranean flore and vegetation. *Vegetation 37: 175-185.*
- Piotto, D., Montagnini, F., Ugalde, L., & Kanninen, M. (2003).** Growth and effects of thinning of mixed and pure plantations with native trees in humid tropical Costa Rica. *Forest Ecology and Management, 177(1-3), 427-439.*
- Pomel, A. (1856).** « Observations sur la structure géologique de l'Algérie », in *C. R. Ac. Sc., 1856, t. XLVII, p. 107* ; Pomel et Pouyanne (sous la dir. de), *Carte géologique générale provisoire de l'Algérie, 2e édition unifiée, revue et complétée par le Service de la Carte géologique, Alger, 1888.*
- Pottier-Alapetite, G. (1958).** Intérêt phytogéographique de la région de Sedjenane en Tunisie, *Végétation 8 (1958) 176–180.*
- Pottier-Alapetite, G. (1979).** Flore de la Tunisie. Angiospermes - dicotyledones .Apétales-Dialypétales.
- Prado, F.E., Boero C., Gallardo M., Gonzalez J.A. (2000).** Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa Willd* Seeds. *Botanical Bulletin of Academia Sinica 41, pp. 27-34.*
- Pujol, J.A., J.F Calvo and L. Ramírez Díaz. (2001).** Seed germination, growth and osmotic adjustment in response to nacl in a rare succulent halophyte from south eastern Spain. *Journal: Wetlands, Vol : 21, N° 2, pages: 256 264.*
- Purves, D. W., & Pacala, S. W. (2005).** Ecological drift in niche-structured communities: neutral pattern does not imply neutral process. *Biotic interactions in the tropics, 107-138.*
- Quézel, P. et Santa S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales. CNRS, *Tomes I et II, (1962), 1190 p.*
- Quézel, P. and Santa, S. (1962, 1963)** Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. *2 Tomes, Editions CNRS, Paris, 1170.*

- Quézel, P. (1965).** La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie. *Vol. II de la coll. Geobotanica selecta, éditée par prof. Dr. R. Tuxen. Gustaf Fisher Verlag, Stuttgart.* XII+333 p.
- Quézel, P. (1974).** Effet écologiques des différentes pratiques d'aménagement des sols et des méthodes d'exploitation dans les régions à forêts tempérées et méditerranéennes. *M. A. B. Paris.* 55 p.
- Quézel, P. (1976).** Les chênes sclérophylles en région méditerranéenne. *Option. Méd.* N°35. Pp:25-29.
- Quézel, P. (1983).** Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. *Bothalia* 14: 411-416.
- Quézel, P. et Barbero, M. (1990).** Les forêts méditerranéennes. Problèmes posés par leur signification historique écologique et leur conservation. *Acta Bot. Malacitana* 15: 145-178.
- Quézel, P. (1991).** Structures de végétation et flore en Afrique du Nord : leurs incidences sur les problèmes de conservation. In : *Rejdali M. Et Heywood V.H. (eds.). Conservation des ressources végétales. Actes Éditions, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat* : 19-32.
- Quézel, P. Barbero M. Benabid A. Loisel R. et Rivas-Martinez S. (1992).** "Contribution à la connaissance des matorrals du Maroc oriental", *Rev. Phytoecologia*, 21 (1-2), (1992), pp. 117-174
- Quézel, P., Barbéro, M., Benabid, A., Rivas-Martinez, S. (1995).** Les structures de végétation arborées à *Acacia* sur le revers méridional de l'Anti-Atlas et dans la vallée inférieure du Draa (Maroc). *Phytocoenologia*, 279-304.
- Quézel, P. (1999).** Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne : facteurs déterminants dans leur mise en place postglaciaire. *Geobios*, 32(1), 19-32.
- Quézel, P. (2000).** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. (*Vol. 1, pp. 1-10*). Paris: *Ibis Press*.
- Quézel, P. Médail F. (2003).** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. *Elsevier (Collection Environnement), Paris .14 pages.*
- Rahman, M.M., Niimi, M., Ishii, Y., Kawamura, O. (2006).** Effects of season, variety and botanical fractions on oxalate content of napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*). *Grassl. Sci.* 52, 161–166.
- Rahman, M.M., Ishii, Y., Niimi, M., Kawamura, O., Others. (2009).** Effect of clipping interval and nitrogen fertilisation on oxalate content in pot-grown napier grass (*Pennisetum purpureum*). *TG Trop. Grassl.* 43, 73.
- Ramade, F. (2008).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. *Dunod. Paris.*
- Raunkiær, C. (1904).** Meddelelser On the biological types, with regard to the plant adaptations to survive unfavorable arstider. *Bot Tidsskr*, 26, 14-5.
- Raunkiær, C. (1905).** Types biologiques pour la géographie botanique. *KLG. Danske Videnskabenes Selskabs, Farrhandl*, 5 (1905), pp. 347-437.
- Raunkiær, C. (1934).** The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography, being the collected papers of C. Raunkiær., Oxford University Press, 1934, p. 2-104.
- Rekis, A. (2012).** Etude spatio-temporelle du changement de la végétation de la région ouest de Biskra. Approche cartographique par télédétection. *Mémoire de magister, Univ. Mohamed Khider, Biskra*, 9 p.

- Reyes-Vera, I., Potenza, C., Barrow, J. (2008).** Hyperhydricity reversal and clonal propagation of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*, Chenopodiaceae) cultivated in vitro. *CSIRO Publishing. Aust. J. of Botany*. 56, 358- 36.
- Rivas Martínez, S. (1981).** Les étages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule ibérique. *In Actas del III Congreso OPTIMA 1980.*
- Rivas-Martínez, S. (1996).** Clasificación bioclimática de la tierra. *Folia Bot. Matrit.* 16: 1-32.
- Romane, F. (1987).** Efficacité de la distribution des formes de croissance des végétaux pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale : cas de quelques taillis de chêne vert du languedoc (*Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3*).
- Rivas-Martínez S. (1981).** "Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule ibérique", *Actas III Congr. optima anales jard. Bot. Madrid*, Vol.37, No.2, 251-268.
- Romero- Aranda, R., Soria T. and Cuartero J. (2001).** Tomato plant-water uptake and plant– water relationships under saline growth conditions. *Plant Sci.*, 160:265–272.
- Roose, E. (1994).** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. (*GCES*) (Vol. 70). *Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.*
- Rosas, M.R. (1989).** El genero *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Chili. *Gayana Bot.* Vol. 46, n° 1-2, pp. 3-82.
- Saadoun, S., Papadopoulos, M. C., Hara-Chikuma, M., & Verkman, A. S. (2005).** Impairment of angiogenesis and cell migration by targeted aquaporin-1 gene disruption. *Nature*, 434(7034), 786-792.
- Sadder, M.T., Al-Doss, A.A., Anwar, F. (2011).** Salt tolerant transcriptome from *Atriplex halimus*. In: *Abstract: Plant & Animal Genomes XIX Conference 2011, San Diego, CA, U.S.A.*
- Said, O., Khalil, K., Fulder, S., Azaizeh, H. (2007).** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. *J. Ethnopharmacol.* 83, 251e265.
- Salemkour, N., Chalabi, K., Farhi, Y., et Belhamra, M. (2012).** Inventaire floristique de la région des Ziban. *Journal Algérien des Régions Arides*, 9, 10-11.
- Sanderson, C. S, Mc Arthur, E. D. (2004).** Fourwing saltbush *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Seed transfert zones. *USDA Forest Service RMRS-GTR-125.*
- Santa, S., Daumas, P., Simonneau, P., Chavassut, G., Jacquard, B. (1958).** Carte de la végétation de l'Algérie. *Feuille de Mostaganem. Echelle, 1(200), 000.*
- Sauvage, C. (1963).** Etages bioclimatiques. (*No Title*).
- Sawalha, M.F., Peralta-Videa, J.R., Duarte-Gardea, M., Gardea- Torresdey, J.L. (2008).** Removal of copper, lead, and zinc from contaminated water by salt bush biomass: analysis of the optimum binding, stripping, and binding mechanism. *Bioresour. Technol.* 99, 4438 -4444.
- Schnell R. (1977).** Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. *Vol. 4, Bordas, Paris*, 369 p.
- Sharma, S. (1973).** Effect of salinity on Na⁺ K⁺ and Cl⁻ content in different organs or "Chickpea" and the basis of ion expression. *Biologia Plantarum.* 34 (3-4): 311-317.
- Smaoui, A. (1971).** Differentiation des trichomes chez *Atriplex halimus* L. *Acad Sci Paris CR Ser D.*
- Sarson et Shmidt-burr. (1970).** Composition chimique des fourrages d'*Atriplex* de Tunisie. *Laboratoire de zootechnie. Ins. Nat.rech.Agro. Tunis.*
- Sartorato and Pignata. (2008).** Base temperature estimation of 21 weed and crop species.

- In: Proceedings 2008 of the 5th International Weed Science Congress (ed. International Weed Science Society), 274. Vancouver, Canada.*
- Saulnier, L. (2012).** Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles, *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, Volume 47, Issue 1, Pages S4-S15.
- Sauvage, Ch. (1961).** Recherches botaniques sur les subéraies marocaines. *Trav. Inst. Sci. Cherifien, Bot. 2* : 1-462.
- Sauvant, D. (1988).** La modélisation de la digestion dans le rumen. *Reproduction Nutrition Developpement*, 28(Suppl. 1), 33-58.
- Sefa-Dedeh, S., Agyir-Sackey, E.K. (2004).** Chemical composition and the effect of processing on oxalate content of *Cocoyam Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta cormels*. *Food Chem.* 85, 479–487.
- Selmi, H., Abdelwahed. Z. Amraoui, Rouissi H. (2013).** Chemical composition, nutritive value and digestibility of some Shrubs from the north of Tunisia. *Renc. Rech. Ruminants*, 2013, 20.
- Senouci, M ; Trach. Abdelhak. (2014).** Etude de vulnérabilité aux changements climatiques de la wilaya de Mostaganem. *Direction de l'environnement de Mostaganem .Septembre 2014.*
- Servat, E., Paturel, J. E., Kouame, B., Travaglio, M., Ouedraogo, M., Boyer, J. F., Marieu, B. (1998).** Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale. *IAHS Publication*, (252), 323-338.
- Seltzer, P., Lasserre, A., Grandjean, A., Auberty, R., & Fourey, A. (1946).** Le climat de l'Algérie. *Impr." La Typo-litho" et J. Carbonel.*
- Shelton Scott. (2005).** "Sweating High Humidity". *Greenhouse Product News.*
- Soltner, D. (1992).** Les bases de la production végétale. *Tome II: le climat. Collection Sciences et technologies agricoles.*
- Shimono, Ayako; Washitani Izumi. (2004).** Seedling emergence patterns and dormancy /germination physiology of *Primula modesta* in a subalpine region *.Ecological research. Volume 19, Issue 5 September 2004. Pages 541-551.*
- Sigmund, J. E, Yochai B. Samish, and D. Lachover. (1974).** Salt and Oxalic Acid Content of Leaves of the Saltbush *Atriplex halimus L* in the Northern Negev. *Journal of range management* 27(4) July 1974.
- Simoneau, P. (1961).** Les centres d'études d'irrigation du Sahara occidental. Essais et études de la campagne 1957-1958-1959-1960. *Trav. Sect. Pédologie et Agrologie N°5 et 6. Publ. Serv. Etudes scientifiques.*
- Sinclair, S.J., White M.D., Newell G.R. (2010).** How useful are species distribution models for managing biodiversity under future climates. *Ecol Soc* 15(1):8. <http://hdl.handle.net/10535/5995>.
- Slama. (2004)** - La salinité et la production végétale. *Centre de Publication Universitaire, Tunis*, 163 p.
- Smail-Saadoun, N. (2005).** Anatomical adaptation of Algerian Sahara Chenopodiaceae to severe drought conditions. *Science et changements planétaires / Sécheresse. Vol 16, Number 2* : 121-4.
- Smahi, El – Joudi. (2001).** Etude du phénomène d'ensablement sur le plateau de Mostaganem et propositions d'aménagement. *Thèse de Magister en géographie physique.*
- Senouci, M., & Trache, A. (2014).** Etude de la vulnérabilité aux Changements Climatiques de la Wilaya de Mostaganem. *GIZ.*
- Sosa, L., Lianes A., Reinoso H., Reginto M., and Luna V. (2005).** Osmotic and specific ion effect on the germination of *Prosopis strobilifera*. *Ann. Bot.* 96: 261 – 267.

- Sotomayor, J. A., & Correal, E. (2000).** Effect of straw supplementation on the *Atriplex halimus* (saltbush) diet consumed by Segureña ewes. In *Fodder shrub development in arid and semi-arid zones. Volume 2. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia* (pp. 558-563). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Spear, J. (1994).** Mineral in forages. In: *Forage Quality, Evaluation, and Utilisation*, in: *National Conference on Forage Quality, Lincoln, Faher J.R. (Eds.)*, pp. 281–317.
- Springfield, H. W. (1970).** Germination and establishment of fourwing saltbush in the southwest (Vol. 55). *Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Forest Service, US Department of Agriculture*.
- Stidham, N. D., Powell, J., Gray, F., & Claypool, P. I. (1982).** Establishment, Growth, Utilization and Chemical Composition of Introduced Shrubs on Oklahoma. *Tall Grass Prairie*.
- Stuessy, T. F., Crawford, D. J., & Marticorena, C. (1990).** Patterns of phylogeny in the endemic vascular flora of the Juan Fernandez Islands, Chile. *Systematic Botany*, 338-346.
- Sy, A., Giraud E, Jourand P., Garcia N., Willems A., de Lajudie P., Prin Y., Neyra M., Gillis M., Boivin-Masson C. & Dreyfus B. (2001).** Methylothetic Methylobacterium bacteria nodulate and fix nitrogen in symbiosis with legumes. *J. Bacteriol.*, 183, 214-220.
- Szabolcsi . (1992).** Salinization of soil and water and its relation to desertification. *Desertification. Control Bulletin*, 21: 32-37
- Tafer, B. (1993).** Etude phytoécologique et syndynamique des complexes de végétation halophile de la plaine de Mohammadia (Macta Oranie) Algérie (*Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3*).
- Talamali, A., Dutuit, P., Le Thomas, A., & Gorenflot, R. (2001).** Polygamie chez *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie*, 324(2), 107-113.
- Talamali, A., Bajji, M., Le Thomas, A., Kinet, J. M., & Dutuit, P. (2003).** Flower architecture and sex determination: how does *Atriplex halimus* play with floral morphogenesis and sex genes? *New Phytologist*, 105-113.
- Talamali, A., Gorenflot, R., & Dutuit, P. (2007).** Hétérostylie intra-individuelle chez *Atriplex halimus* L. (Amaranthaceae). *Comptes Rendus Biologies*, 330(12), 871-879.
- Thiam M., Champion A., Diouf D. et Oureye S.Y.M. (2013).** NaCl effects in vitro germination and growth of some Senegalese cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) cultivars. *ISRN Biotechnology*
- Thinthoin, R. (1948).** Les aspects physiques du Tell oranais, essai de morphologie de pays semi-arides. *Ouvrage publié avec le concours du CNRS Ed. L. Fouqué P*, 639.
- Touaf, L. (2002).** Evaluation du niveau de salinité des sols du Nord de l'Algérie. *Mémoire de Magister. INA, Alger*, 71p.
- Tremblay, G.F., Petit H.V., La frenière C. (2002).** Notions de qualité des fourrages. *Agriculture et Agroalimentaire Canada*.
- Troughton, J. H., Wells, P. V., Mooney, H. A. (1974).** Photosynthetic mechanisms and paleoecology from carbon isotope ratios in ancient specimens of C4 and CAM plants. *Science*, 185(4151), 610-612 .
- Ungar J.A. (1978).** Halophyte seed germination. *Bot rev* -44-233, 1978.
- Ungar, I.A. (1991).** Ecophysiology of Vascular Halophytes. *Boca Raton: CRC Press*. 209 pp.

- Ungar, I.A. (1995).** Seed germination and seed-bank ecology of halophytes. In: Kigel, J., Galili, G. (Eds.), *Seed Development and Germination. Marcel Dekker, New York*, pp. 599–627.
- Ungar, I. A. (1996).** Effect of salinity on seed germination, growth, and ion accumulation of *Atriplex patula* (Chenopodiaceae). *American Journal of Botany*, 83(5), 604-607.
- Ungar, I.A. and M.A. Khan. (2001).** Effect of bracteoles on seed germination and dispersal of two species of *Atriplex*. *Annals of Botany*, 87(2): 233-239.
- Valderrábano, J., Muñoz, F., & Delgado, I. (1996).** Browsing ability and utilization by sheep and goats of *Atriplex halimus* L. shrubs. *Small Ruminant Research*, 19(2), 131-136.
- Vallance, R. A. (1989).** Saltbush as a rangelands feed resource. *Wool Technology and Sheep Breeding* 55: 130-135.
- Van Soest, P. van, Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991).** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.
- Vela, E. (2002).** Biodiversité des milieux ouverts en régions méditerranéennes. Le cas de la végétation des pelouses sèches du Lubéron (Provence calcaire). *Thèse doctorat. ACI, Aix-Marseille III.*
- Verlaque R., Médail F. et Aboucaya A.(2001).** Valeur prédictive des types biologiques pour la conservation de flore méditerranéenne. *Life Sci.* 324 : 1157-1165.
- Viers, G. (1990).** Éléments de climatologie. *F. Nathan, Paris*, 224 p.
- Vromman, D., Flores-Bavestrello, A., Šlejkovec, Z., Lapaille, S., Teixeira-Cardoso, C., Briceño, M., Lutts, S. (2011).** Arsenic accumulation and distribution in relation to young seedling growth in *Atriplex atacamensis* Phil. *Science of the total environment*, 412, 286-295.
- Waisel, Y., and A. Eshel. (1971).** Localisation of ions in the mesophyll cells of the succulent halophyte *Sueda monoica* Forsk by X-ray microanalysis. *Experientia* 27:230-232.
- Waisel Yoav. (1972).** Biology of halophytes. *Academic Press, New York, London* 395p.
- Walker, D. J., Monino, I., Gonzalez, E., Frayssinet, N., & Correal, E. (2005).** Determination of ploidy and nuclear DNA content in populations of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 147(4), 441-448.
- Walker, D. J., Lutts, S., Sánchez-García, M., Correal, E. (2014).** *Atriplex halimus* L: Its biology and uses. *Journal of Arid Environments*, 100, 111-121.
- Walker D.J.1 and Stanley Lutts. (2014).** The tolerance of *Atriplex halimus* L. to environmental stresses Emir. *J. Food Agric.* 2014. 26 (12): 1081-1090.
- Wang, S., J. Z. Pa. (2006).** Integrating and querying parallel leaf shape descriptions», *The SemanticWeb - ISWC 2006, 5th International SemanticWeb Conference, ISWC 2006, Athens, GA, USA, November 5-9, 2006, Proceedings*, p. 668–681.
- Warming, E. (1908).** Om planterigetets livs former. *GEC Gad.*
- Weatherspark. (2022).** Climat et moyennes météorologiques tout au long de l'année pour Mostaganem. Récupéré sur weatherspark.com: <https://fr.weatherspark.com/>.
- Wei Y., Dong M., Huang Z. and Tand. (2008).** Factors influencing seed germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant annual halophyte inhabiting the deserts of Xinjiang, China. *Flora*, 203: 134–140.
- Wilmot, M. G., & Norman, H. C. (2006).** Saltbush biomass in a saline grazing system-use it or lose it.
- Whigham, D. F. (2004).** Ecology of woodland herbs in temperate deciduous forests. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35, 583-621.

- Wood, J. G. (1925).** The selective absorption of chlorine ions and the absorption of water in the genus *Atriplex*. *Aust. J. Exp. Biol. Med. S-i*. 2: 45-56
- Yaakoub F. (2005).** Evaluation "in vitro" de la dégradation des principaux fourrages des zones arides. *Mém. Magister, Université Batna*.139.
- Yahi, N., Vela, E., Benhouhou, S., De Belair, G.,Gharzouli, R. (2012).** Identifying important plants areas (key biodiversity areas for plants) in northern Algeria. *Journal of threatened taxa*, 2753-2765.
- Yao, Y., Chen, X., Guo, H., Wu, Z., Li, X. (2012).** Humidity sensing behaviors of graphene oxide-silicon bi-layer flexible structure. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 161(1), 1053-1058.
- Yeo, A. R., & Flowers, T. J. (1983).** Varietal differences in the toxicity of sodium ions in rice leaves. *Physiologia Plantarum*, 59(2), 189-195.
- Yin, X., Kropff M., McLaren G., Visperas R.M. (1995).** A nonlinear model for crop development as a function of temperature. *Agricultural and Forest Meteorology*. 77: 1- 16.
- Zaman-Allah, M., Sifi B., L'Taief B. & El Aouni M. (2009).** Paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le haricot (*Phaseolus vulgaris L.*). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(1), 113-119.
- Zaoui Mohamed. (2015).** Système d'information géographique et méthodologie multicritère pour le choix de sites de retenus collinaires application pour la wilaya de Mostaganem Algérie.*Thèse de Doctorat Université Mostaganem*.
- Zhu, G, Mosyankin SL, Clemants SE. Chenopodiaceae. In: Wu Z, Raven PH, Hong D. (2003).** Flora of China 5. Beijing and St Louis: *Science Press and Missouri Botanical Garden Press; 2003*. pp. 351-414.
- Zhu, J.K. (2001).** Plant salt tolerance, *Trends Plant Sci.* 6 ; 66–71.
- Zid, Boukhris M. (1977).** Quelques aspects de la tolérance de l'*Atriplex halimus* au chlorure de sodium multiplication, croissances, composition minéral. *Oécol Plant* 12: PP:355-362.
- Zid, E., Grignon, C. (1991).** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. In *L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, deuxièmes journées scientifiques du réseau Biotechnologies végétales, Tunis, 4-9 décembre 1989* (pp. 91-108).
- Zohary, M. (1971).** Phytogeographical foundations of the Middle East. *Plant Life of South west Asia*.
- Zriba D., Harzallah. E .,Bouزيد S. (1998).** Etude de la floraison et influence des facteurs de l'environnement, répartition des sexes et analyse florale : *in étude de la diversité biologique de l'Atriplex halimus par le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des sècheresses*.

Annexes I

Tableau 1 : Evolution de la pluviométrie annuelle Station Mostaganem (2009-2019)

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	moy
Précipitation totale annuelle de pluie (mm)	251	420	418	270	244	465	298	260	321	407.4	263.2	327,4
Total jours de pluie durant l'année	48	81	58	59	60	52	37	50	36	49	30	50.9

Moy : moyenne

Tableau 2 : Evolution de la pluviométrie Mensuelles station Mostaganem (2009-2019)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P (mm)	68,3	42,04	40,8	36,3	13,1	4,4	1,7	4,8	20	35,7	53	51,5

Tableau 3 : Températures mensuelles minimale, moyenne et maximale de la station de Mostaganem (2009-2019)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Tmax	16,09	16,4	18,8	21,6	25,0	28,6	31,9	32,6	29,1	23,5	18,2	17,6
Tmin	6,6	6,7	8,3	10,6	13,1	16,8	20,01	20,6	18,05	14,4	9,7	7,6
Tmoy	11,3	11,5	13,5	16,1	19,05	22,7	25,9	26,6	23,5	18,9	13,9	12,6

Tableau 4 : Humidité relative moyenne (%) de Mostaganem (2009-2019)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Humidité relative moyenne (%)	73,2	73,09	75,2	74,1	70,1	68,9	68,4	70,7	70,3	72,1	69,4	70.6

Tableau 5 : Total jours de brouillard station Mostaganem (2009-2019)

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total jours de brouillard	15	9	24	24	8	4	9	14	6	13	10

Tableau 6. Vitesse moyennes annuelles du vent(Km/h) de Mostaganem (2009-2019)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Vitesse moyennes annuelles du vent(Km/h)	23,72	26,45	25,27	24,45	23,36	22,36	21,09	21,9	21,36	20	23,36	20,18

Tableau 7 : Températures (C°) du vent moyennes mensuelles Mostaganem (2009-2019)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Températures (C°) du vent moyennes mensuelles	11,9	11	13	16	19,8	23,6	26,8	27,5	25,4	22,3	17,09	13,9

Tableau 8 : Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Année (Tukey (HSD))

Modalité	Moyennes estimées (P(mm))	Groupes
T1	427,600	A
T2	288,050	B
T3	251,667	B
T1 (2014,2010, 2011,2018)	T2 (2017,2015, 2012 ,2019)	T3 (2016,2009,2013)

Tableau 9 : Analyse de la variance totale jours de pluie durant l'année

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	1931,49	643,831	114,33	<0,0001
Erreur	7	39,417	5,631	8	
Total corrigé	10	1970,90	9		

Calculé contre le modèle
 $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Tableau 10 : Synthèse de comparaisons multiples par paires pour année Turkey (HSD)

Modalité	Moyennes estimées (TJ pluie (mm))	Groupes
A1	81,000	A
B1	59,000	B
D1	49,750	C

C1 34,333 D

A1 (2010), B1 (2011,2012, 2013), D1 (2014, 2016,2018,2009), C1 (2015,2017,2019)
 A1, B1, D1 et C1 : Année

Tableau 11 : Analyse de la variance températures mensuelles moyennes de la station de Mostaganem (2009-2019)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	328,051	109,350	51,776	<0,0001
Erreur	8	16,896	2,112		
Total corrigé	11	344,947			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Tableau 12 : Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Mois (Tukey) (HSD)

Modalité	Moyennes estimées (temp moy)	Groupes
tm1	24,675	A
tm2	18,017	B
tm3	13,333	C
tm4	11,500	C

tm1 (juin, juillet, août et septembre), tm2 (mai, octobre et avril), tm3 (novembre, décembre et mars), tm4 (janvier, février).

tm1,tm2, tm3 et tm4 : Mois.

Tableau 13 : Analyse de la variance humidité relative moyenne (%) de Mostaganem

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	70,008	35,004	29,706	0,000
Erreur	8	9,427	1,178		
Total corrigé	10	79,435			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

**Tableau 14 : Synthèse des comparaisons multiples par paires pour année
) (HSD)**

Modalité	Moyennes estimées(Hum)	Groupes
H1	74,800	A
H2	71,310	B
H3	68,413	C

H1 (2010, 2011, 2013), H2 (2009, 2012, 2014, 2019),
H3 (2015, 2016, 2017, 2018).
H1, H2, H3 : Année.

Tableau 15: Analyse de la variance vitesse moyennes annuelles du vent(Km/h)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	27,165	9,055	45,722	<0,0001
Erreur	7	1,386	0,198		
Total corrigé	10	28,552			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Tableau 16 : Analyse de la variance températures (C°) du vent moyen mensuel

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	303,586	101,195	51,168	<0,0001
Erreur	7	13,844	1,978		
Total corrigé	10	317,430			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Tableau 17 : Indice de De Martonne Grille d'interprétation

$I < 5$	Climat hyper aride
$5 < I < 10$	Climat désertique
$10 < I < 20$	Climat semi-aride
$I > 20$	Climat humide

Annexes 2

Répéter au moins 5 fois le siphonage. Centrifuger dans des pots de 1000 ml après avoir ajouté un peu de SrCl_2 qui limite de dispersion dus à la dilution

- *Calculs* : dans le cas de la pipette Robinson (volume V prélevé dans 1000 ml) et (à 20°C). Volume réajusté à 1000 ml (les effets de dispersion dus à la dilution). Prise de sol Po.

$$\text{Argile \%} = p_3 \times 1000 / V \times 100 / p_0 = p_3 \times 10^5$$

$$\text{Limons fin LF\%} = p_2 - p_3 / V p_0 \times 10^5$$

$$\text{Limons grossier LG\%} = p_1 - p_2 - p_3 / V p_0 \times 10^5$$

Tableau 18 : Echelle des dimensions des particules

Echelle des dimensions des particules

←----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----->									
2 20 50 100 200 500 1000 2000									
←----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----->									
0.05 0.1 0.2 0.5 1 2									
←	A	LF	LG	SF ₁	SF ₂	SG ₁	SG ₂	SG ₃	EG
←	A	LF Limons fins	LG Limons grossiers	SF Sable fins		SG Sable grossiers			EG
←	A	LT = limons totaux		ST = sable totaux					EG
←	A	LT = limons totaux		ST = sable totaux					EG

Méthodes mesure du pH

La suspension on peut l'obtenir en mélangeant 20g de terre séchée dans un bêcher de 100 ml avec 50 ml d'eau distillée. Ce mélange doit être agité 2 minutes ou moyen de l'agitateur magnétique. En suite on le laisser reposer une demi- heure et on mesure le pH.

Il s'exprime selon une échelle de 0 à 14.

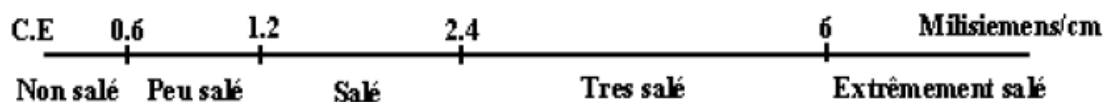
Tableau 19 : Classification des sols en fonction du pH

Valeur du pH	Qualification du sol
< à 5	Fortement acide
Entre 5 et 6	Franchement acide
Entre 6 et 6.6	Légèrement acide
Entre 6.6 et 7.4	Neutre
Entre 7.4 et 7.8	Légèrement alcalin
>à7.8	Alcalin

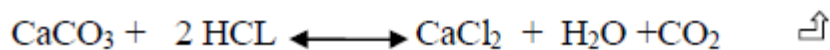
Méthodes de Détermination de la conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique revient en principe à mesurer la résistance d'une solution de sol entre deux électrodes de platine. Cette mesure permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous, donc la conductivité permet d'avoir la fertilité et la salinité du sol.

Pour cela on mélange 10 g de terre fine avec 50 ml d'eau distillée (le rapport sol/eau soit égal à 1/5), on le laisse reposer ½ heure, et puis on filtre la suspension, le filtrat doit être parfaitement clair.



Dosage de calcaire total



1 molécule gramme de CaCO_3 (100g) \longrightarrow 22.4 l de CO_2

1 litre de CO_2 \longrightarrow $100/22.4 = 4.59\text{g}$ de CaCO_3

donc 0.45 g de CaCO_3 \longrightarrow 100ml de CO_2

Tableau 20 : Normes de Calcaire totale dans le sol

<1%	horizon non calcaire
1 à 5%	horizon peu calcaire
5 à 25%	horizon modérément calcaire
25 à 50%	horizon fortement calcaire
50 à 80%	horizon très fortement calcaire
>80%	horizon excessivement calcaire

Tableau 21 : Normes de matière organique dans le sol

MO > 1.5 %	Sol moyennement riche
MO 1 à 1.5 %	Sol moyen
MO < 1 %	Sol pauvre

Méthode dosage des sels solubles

On pèse 10 g de terre fine séchée à l'air dans un Becher de 100 ml, plus 50 ml d'eau déminéralisée, on brasse à l'aide d'un agitateur (Gerhardt) pendant une heure, on filtre la suspension sur papier filtre, on prélève 20 ml du filtrat on verse dans une capsule en polyéthylène, et on dose sur spectrophotomètre.

Méthodes dosage du carbone organique :

Mode opératoire :

- Peser 0,250 g à 1 g de terre fine. La prise d'essai ne doit pas contenir plus de 30 mg de carbone organique.
- Placer la prise d'essai dans un ballon en verre pyrex de 250 ml, à col rodé adaptable sur une colonne réfrigérante.
- Ajouter : 10 ml de solution aqueuse de bichromate de potassium à 8%.
15 ml de H₂ SO₄ concentré pur.
- Porter le ballon sur une chauffe ballon électrique, le raccorder au réfrigérant ascendant.
- Obtenir une ébullition modérée. Poursuivre l'ébullition durant 5 minutes après la chute de la première goutte de condensation.
- Laisser refroidir lentement.
- Si le contenu du ballon est passé durant l'ébullition à la couleur verte, il s'avère que l'excès de bichromate était insuffisant. Dans ce cas, recommencer en réduisant la prise d'essai de moitié.
- Transvaser le contenu du ballon dans une fiole jaugée de 100 ml.
- Ajuster à 100 ml avec de l'eau de rinçage du ballon.
- Après refroidissement de la fiole, ajuster de nouveau à 100 ml autant de fois qu'il est nécessaire.
- Homogénéiser le contenu de la fiole qui doit être à une température voisine de 20°C.

Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl

Mode opératoire :

- Introduire dans un matras Kjeldahl de 750 ml : 5 g de terre fine, 20 ml de H₂ SO₄,
5 g de K₂ SO₄, 5 g de Cu SO₄ anhydre, 0,25 g de sélénium.
- Porter le matras sur la rampe d'attaque placée sous une hotte.
- Chauffer d'abord doucement, puis augmenter progressivement l'intensité du chauffage jusqu'à ce que le contenu du matras soit porté à ébullition.
- Lorsque le mélange se décolore et prend une teinte légèrement verdâtre, noter l'heure et poursuivre l'attaque à ébullition durant une heure.
- Laisser ensuite refroidir progressivement le matras.
- Lorsque la température du mélange est voisine de celle du laboratoire, verser de temps en temps par petites quantités et en prenant des précautions, de l'eau déminéralisée pour diluer la suspension contenue dans le matras.
- Attendre la fin refroidissement du matras qui s'est réchauffé au moment de la dilution.
- Transvaser le contenu du matras dans un tube à centrifuger de 100 ml. Rincer le matras avec de l'eau déminéralisée.
- Centrifuger durant 5 à 10 minutes à 2500 tours-minute de façon à obtenir un surnageant limpide.
- Récupérer le surnageant dans une fiole jaugée de 100 ml.

- Compléter au trait de jauge avec de l'eau déminéralisée.
- Jeter le culot du tube à centrifuger
- Homogénéiser par retournement le contenu de la fiole de 100 ml.
- S'assurer que le niveau du liquide est en face du trait de jauge.
- A l'aide d'une pipette de 20 ml, prélever 20 ml de solution contenue dans la fiole. Verser ce prélèvement dans un matras de 100 ml s'adaptant sur l'appareil de Bouat conçu pour distiller et doser l'ammoniac.
- Ajouter dans le matras de 100 ml, 12 g de soude en pastilles ou 20 ml de soude à 60 %.
- Après le versement de la soude, raccorder immédiatement le matras à l'appareil de Bouat.
- Chauffer fortement le matras, les vapeurs d'ammoniac et d'eau sont entraînées dans une colonne réfrigérante où elles se condensent.
- L'ammoniaque est recueillie dans un vase à doser.
- Le dosage s'effectue à l'aide sulfurique à et en présence d'un indicateur de pH (rouge de méthyle). Soit « x » le nombre de ml de H₂ SO₄ nécessaire pour neutraliser l'ammoniaque

Tableau 22: Classement des sols en fonction de leur rapport C/N

6	8	9	10	11	12	14	
Très faible	faible		Normale		Légèrement élevé	Elevé	Très élevé
Sol à décomposition rapide de la matière organique		Bonne décomposition de la matière organique				Sol d'activité biologique réduite ramenant à une décomposition lente rapide de la matière organique	

La couleur

La charte MUNSELL

Chaque planche correspond à
une teinte de base (*hue*)
en ordonnée : la clarté (*value*)
en abscisse : la pureté ou intensité
ou saturation (*chroma*)

La couleur est indiquée par les
trois éléments dans l'ordre :
hue, value, chroma

Exemple : 7,5YR 5/4

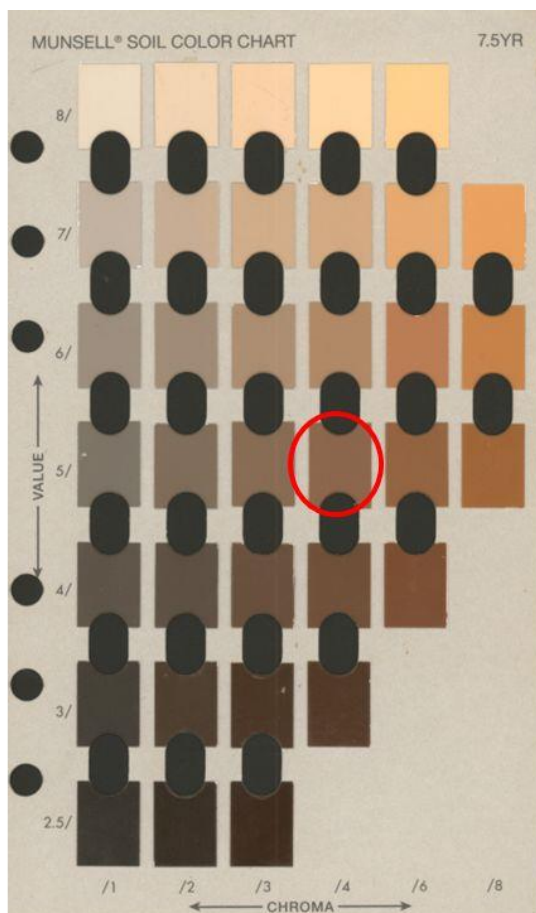


Planche1 : La charte Munsell

Tableau 23 : Structure du sol Station Matarba

Profils	Profile1	Profile2	Profile3
S	74 %	65%	62%
L	22%	32%	33%
A	4%	3%	5%
S : sable L : limon A : argile			

Tableau 24 : Caractères chimiques des sols Station Matarba

Profils	Hr%	pH	CE (mmhos /Cm)	Ca Co ₃ Total (%)	Ca Co ₃ Actif (%)	Na ⁺ %	Ca ⁺⁺ %	K ⁺ %	P ₂ O ₅ %	C %	MO %	N%	C/N
Profile1	51	8.4	0.35	21.5	3.18	0.202	0.83	0.290	0.297	1.39	2.39	0.076	18.52
Profile2	45.66	7.1	0.31	26.9	2.28	0.575	0.296	0.442	0.33	1.56	2.74	0.093	17.15
Profile3	46.66	7.13	0.61	24.14	2.35	0.165	0.226	0.396	0.50	0.97	2.23	0.102	12.84

Tableau 25 : Structure du sol Station Sidi Medjdoub

	Profile1	Profile2	Profile3
S	73%	70%	84%
L	24%	20%	14%
A	3%	10%	5%

Tableau 26 : Caractères chimiques des sols Station Sidi Medjdoub

Profils	Hr%	pH	CE (mmhos /Cm)	Ca Co ₃ Total (%)	Ca Co ₃ Actif (%)	Na ⁺ %	Ca ⁺⁺ %	K ⁺ %	P ₂ O ₅ %	C %	MO %	N%	C/N
Profile1	47	8.02	0.17	27	4.76	0.39	0.26	0.29	0.14	1.14	1.95	0.024	43.74
Profile2	42.3	8.10	0.19	25.33	4.53	0.142	0.12	0.19	0.12	1.2	2.06	0.083	14.46
Profile3	45.33	8.1	1.02	17.13	7.84	0.192	0.14	0.16	0.2	0.33	0.56	0.064	5.14

Tableau 27 : Analyse physique des sols Station Mactaa

Profils	Profile1	Profile2	Profile3
S	18.1%	16.8%	25.9%
L	30.4%	29.4%	19%
A	51.5%	53.7%	55.1%

Tableau 28 : Analyses Chimiques des sols Station Mactaa

Profils	Hr%	pH	CE (mmhos /Cm)	Ca Co ₃ Total (%)	Ca Co ₃ Actif (%)	Na ⁺ %	Ca ⁺⁺	K ⁺ %	P ₂ O ₅ %	C %	MO %	N%	C/N
Profile1	84.66	8.74	1.44	12.40	0.14	0.61	0.76	1.92	0.072	0.70	1.19	0.07	9.46
Profile2	83.66	8.26	0.81	13.94	0.155	0.58	0.91	1.95	0.075	1.8	3.09	0.093	20.04
Profile3	85.33	8.78	0.88	15.01	0.245	0.60	0.78	1.92	0.072	1.07	1.84	0.10	7.97

Tableau 29 : Analyses physiques des sols Station Debdaba

Profils	Profile1	Profile2	Profile3
S	60.78%	46%	66.15%
L	33.34%	46.06%	25.35%
A	5.88%	7.94%	8.5%

Tableau 30 : Analyses chimiques des sols Station Debdaba

Profils	Hr%	pH	CE (mmhos /Cm)	Ca Co ₃ Total (%)	Ca Co ₃ Actif (%)	Na ⁺ %	Ca ⁺⁺	K ⁺ %	P ₂ O ₅ %	C %	MO %	N%	C/N
Profile1	58.33	7.64	1.82	17.4	2.17	0.23	0.346	0.4	0.19	0.41	0.705	0.04	10.24
Profile2	57.33	7.73	0.42	13.76	2.22	0.24	0.27	0.2	0.20	0.98	1.68	0.059	13.69
Profile3	55.33	8.08	0.20	16.56	2.06	0.29	0.27	0.23	0.205	0.39	1.67	0.014	27.96

Tableau 31 : Analyses physiques des sols Station Mazagan

Profils	Profile1	Profile2	Profile3
S	60.27%	57.8%	55.08%
L	36.69%	32.45%	35.14%
A	3.04%	9.75%	9.78%

Tableau 32 : Analyses chimiques des sols Station Mazargan

Profils	Hr %	pH	CE (mmhos /Cm)	Ca Co ₃ Total (%)	Ca Co ₃ Actif (%)	Na ⁺ %	Ca ⁺⁺	K ⁺ %	P ₂ O ₅ %	C %	MO %	N%	C/N
Profile1	66.66	7.7	0.21	5.66	/	0.13	0.23	0.55	0.26	1.45	2.49	0.07	20.68
Profile2	67.66	7.6	0.34	7.66	/	0.138	0.38	0.49	0.3	1.49	2.56	0.057	2.61
Profile3	67	8.28	0.218	39.4	2.58	0.5	0.24	0.26	0.46	0.5	0.86	0.056	8.92

Tableau 33. Les normes d'interprétation des analyses du sol selon (Chapman, 1961)

Eléments	Très faible = Carence	Faible	Bon	Elevé	Très élevé
CaCO ₃	<5	5-10	10-25	25-50	>50
Phosphore Assimilable	0-0.03	0.03-0.05	0.05-0.1	0.1-0.2	>0.2
Azote(N)	<0.5	0.5-1	1.0-1.5	1.5-2.5	>2.5
Calcium Ca ⁺⁺	<1	1-2.3	2.3-3.5	3.5-7	>7
Magnésium Mg ⁺	<0.4	0.4-1	1.0-1.5	1.5-3	>3
Potassium K ⁺	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.4	0.4-0.8	>8
Sodium Na ⁺⁺	-	-	-	-	-
Matière Organique (MO)	<1	1-2	2-4	-	>4
PH	> 9 très fortement alcalin 8.5 à 9 fortement alcalin 7.9 à 8.4 modérément alcalin				

Annexes 3

Formule de calcul

Le pourcentage de la matière sèche

$$Ms \% = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times 100$$

P₁ : Le poids du creuset et du résidu

Le pourcentage de la matière minérale

$$\% \text{ Cendres} = \frac{P_3 - TC}{P_2 - TC} \times 100$$

P₂ : Le poids du creuset après dessiccation

P₃ : Le poids du creuset après incinération (tare + cendres)

TC : Le poids du creuse vide.

Le pourcentage de la matière organique

$$\% \text{ MO} = 100 - \% \text{ MM}$$

Dosage de la cellulose brute (CB)

$$\% \text{ CB} = \frac{(P_1 - P_2)}{PE \times MS_a} \times 100$$

P₁ : poids du creuset après séchage à 105°C (g)

P₂ : poids du creuset après calcination (g)

PE : prise d'essai (g).

MS a : % MS a / 100.

Dosage des Protéines

Minéralisation sulfurique (digestion) : Un gramme d'échantillon a été introduit dans des tubes matras de Kjeldahl (B.I.P.E.A., 1976). Dans ces tubes, ont été ajoutés 12 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 98 % et une pincée de pastilles de sulfate de cuivre (CuSO₄) a été utilisée comme catalyseur. Le sulfate de potassium (K₂SO₄) a été ajouté pour élever le point d'ébullition de H₂SO₄. Apparition d'une fumée blanche qui montre que l'évaporation de l'eau est achevée et que la liqueur obtenue a une coloration vert clair. C'est le sulfate d'ammonium. Distillation suivie du titrage avec l'acide chlorhydrique.

La distillation est la décomposition du Sulfate d'ammonium par la soude (0.5 N), l'ammoniac libéré est entraîné par la vapeur d'eau. Cet ammoniac a été titré à l'aide d'une burette contenant de l'acide chlorhydrique (0.109 N) en présence d'un indicateur coloré qui est le rouge de méthyle.

Le titrage est achevé lors du virage du bleu au rouge. Le résultat obtenu, après titrage, nous permet de calculer le pourcentage d'azote total. Le résultat obtenu, après titrage, nous permet de calculer le pourcentage d'azote total.

La formule est la suivante :

$$\% \text{ Azote total} = (V_{\text{HCl}} - V_0_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} \times 1.401) / P$$

La teneur en azote de la matière sèche est obtenue par l'équation suivante :

Avec :

V HCl = Volume de l'acide chlorhydrique pour l'échantillon (ml)

N HCl = Normalité de l'acide chlorhydrique = 0,9516

V₀ = Volume de l'acide chlorhydrique versé dans le blanc (ml)

Facteur de conversion = 6,25

Constante = 1,401 (B.I.P.E.A., 1976).

Dosage quantitatif des sels minéraux (Ca, K, Na)

$$\text{Ca}^{++}, \text{Na}^+, \text{K}^+ = \frac{n \cdot \Delta \cdot V}{10^3 \cdot P}$$

V : Volume en (ml) d'extraction

P : Poids d'échantillon en (g)

Δ : Facteur de dilution

n : Teneur en (mg) de l'échantillon

Dosage du phosphore

$$P_2 O_5 (\%) = 25 P / Q$$

Q = Concentration (mg/l)

P = Poids d'échantillon (g)

Dosage des Chlorures (Méthode de Mohr)

La méthode de Mohr est une méthode de titrage des chlorures. Elle consiste en un dosage argentométrique des ions chlorures par le nitrate d'argent en présence de chromate de sodium. Ce dernier est l'indicateur coloré qui réagit en fin de dosage pour former le chromate d'argent, apparaissant comme un précipité rouge brique. Cette méthode doit son nom au pharmacien allemand Karl Friedrich Mohr.

L'argentimétrie (ou argentométrie) désigne un ensemble de méthodes de titrage par précipitation ayant pour point commun d'utiliser une solution contenant des ions Ag^+ . La solution titrante est généralement une solution de nitrate d'argent (AgNO_3). L'espèce dosée est un anion comme les halogénures, thiocyanates (SCN^-), cyanures (CN^-) et acides gras.

La concentration équivalente est une unité de mesure chimique. Elle est également appelée normalité. À présent désuète et éclipsée par la molarité, la normalité peut encore se trouver employée alors que le système international de mesure est la mole, avec son dérivé pour les concentrations : la mole par litre. Elle correspond au nombre de mole d'éléments actifs par litre de solution.

Le complexe blanc de chlorure d'argent AgCl est plus stable que le complexe rouge brique du chromate d'argent Ag_2CrO_4 car la constante de formation de chlorure d'argent est plus importante que celle du chromate d'argent. De ce fait, les ions argent Ag^+ vont réagir prioritairement et préférentiellement avec les ions Chlorures contenus en solutions formant ainsi le complexe AgCl de couleur blanche suivant l'équation de la réaction (I), une fois tous les ions Cl^- sont consommés, les ions Ag^+ vont réagir avec les ions chromates CrO_4^{2-} formant le complexe de coloration rouge brique suivant l'équation de la réaction :



Dosage des oxalates totaux

Extraction des oxalates totaux

Dans une fiole de 250 ml contenant 200 ml d'eau distillée et 10 ml de HCl (6N) sont introduits 2g d'échantillon délipidé. Le mélange est chauffé pendant 1h dans un bain –

Marie bouillant, refroidi, complété au trait de jauge et filtré (filtrat 1). La suite de l'extraction suit la même procédure que celle des oxalates solubles.

Les papiers filtres utilisés dès la 2ème filtration sont introduits dans les béchers. L'acide sulfurique (1:4 v / v) y est ajouté progressivement jusqu'à dissolution complète du précipité. Le contenu du bécher est amené à la limite de l'ébullition (70 – 80°C) et titré sous agitation avec le permanganate de potassium (0,09 N) jusqu'au virage au rose stable pendant environ 30sec. En présence de l'acide sulfurique et à chaud, l'acide oxalique est oxydé par le permanganate de potassium suivant la réaction :

L'oxydation de l'acide oxalique est marquée par le virage de l'incolore au rose persistant pendant quelques secondes marquant la fin de la réaction.

L'équation bilan ci – dessus correspond à l'équation de dosage de l'acide oxalique en présence du KMnO_4 . D'après cette équation, 2 moles de KMnO_4 réagissent avec 5 moles de $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$.

Le nombre d'équivalent gramme de permanganate ayant réagi est $E_{\text{éq}} = N \times V \times 10^{-3}$;

N le titre de chute du permanganate (0,05N), V le volume de chute du KMnO_4 .

Le nombre de mole correspondant à 0,05 $E_{\text{éq}}$ de KMnO_4 est $M = E_{\text{éq}} / n$; n est le nombre d'électron échangé (5). Le nombre de moles d'acide oxalique correspondant au nombre de moles de KMnO_4 ayant réagi est : $\text{NOx} = M \times (5 / 2) = M \times 2,5$.

La masse d'oxalate dans 50ml de préparation est $\text{MOx} = \text{PMOx} \times \text{NOx}$; PMOx est le poids molaire moléculaire de l'acide oxalique (126g / mole). La masse d'oxalate pour 250ml de préparation (2g de prise d'essai) est $M'Ox = (250 \times \text{MOx}) / 50 = 5\text{MOx}$. La teneur en oxalate (Q) des échantillons par rapport à 100g de MS est donc calculée par la formule suivante :

$Q = [(M'Ox * 100) / m] * [MS/100]$; m est la prise d'essai de départ.

Tableau 34 : Les normes d'interprétation des analyses de la plante selon (CHAPMAN, 1961)

Élément	Très faible carence	faible	bon	Élevé	Très élevé
P	<0.07	0.07-0.11	0.12-0.18	0.19-0.24	>0.30
Ca	<2	2-2.9	3-6	6.1-6.9	>7
K	0.15-0.30	0.4-0.90	1-1.70	1.8-2	>2
Na	-	0.01-0.06	0.1-0.15	0.20-0.25	>0.25

Annexes 4

Tableau 35 : Indice de perturbation (IP)

Stations	Indice de perturbation (IP)
Matarba	64.91
Sidi Madjdoub	64
Mactaa	53.33
Debdaba	39.02
Mazagran	45.28

Tableau 36 : Fréquence des espèces (Dajoz , 1985).

Espèce omniprésente	Fo=100
Espèce constantes	75 < Fo < 100
Espèce régulières	50 < Fo < 75
Espèce accessoires	25 < Fo < 50
Espèce occidentales	5 < Fo < 25
Espèce rare Fo	< 5

Tableau 37 : Liste floristique globale des stations à *Atriplex halimus* L de la région de Mostaganem, Algérie

N°	Code Lettres	Espèces	Stations	Fréquence
1.	As	<i>Achillea setacea</i> (Waldst. & Kit.).	Mazagran - Debdaba	2
2.	Al	<i>Aeluropus littoralis</i> Gouan.	Sidi Medjdoub	1
3.	Ag	<i>Agrostis perennans</i> (Walter) Tuck.	Debdaba	1

4.	Ai	Ajuga iva L.	Matarba	4
5.	Ai	Ajuga iva L.	Sidi Medjdoub	4
6.	Ai	Ajuga iva L.	Debdaba	4
7.	Ai	Ajuga iva L.	Mazagran	4
8.	At	Allium textile A.Nelson & J.F.Macbr.	Matarba	1
9.	Ap	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Sidi Medjdoub	2
10.	Ap	<i>Alopecurus pratensis</i> (R.Br.) Barnh.,	Matarba	2
11.	Ap	<i>Alternanthera pungens</i> Kunth.	Mazagran	2
12.	Apun	<i>Ammochloa pungens</i> (Schreb.) Boiss.	Mactaa	2
13.	Aa	<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link.	Mactaa	1
14.	Ac	<i>Anacyclus clavatus</i> Desf.	Matarba	1
15.	Ap	<i>Anagallis arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb.	Matarba	2
16.	Aa	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Sidi Medjdoub	2
17.	Ac	<i>Anthemis chrysantha</i> J.Gay.	Sidi Medjdoub	2
18.	Am	<i>Anthemis maritima</i> L.	Matarba	2
19.	Ar	<i>Anthemis ruthenica</i> M.Bieb.	Mactaa	1
20.	Tb	<i>araxacum bessarabicum</i> (Hornem.)	Mazagran	1
21.	Am	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	Debdaba	1
22.	Ac	<i>Arctotheca calendula</i> (L.) Levyns.	Mactaa	1
23.	Ae	<i>Arenaria emarginata</i> Brot.	Matarba	1
24.	Avul	<i>Arisarum vulgare</i> (O.Targ.Tozz.).	Mazagran	1
25.	Ac	<i>Artemisia campestris</i> L.	Debdaba	1
26.	Av	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Mazagran	1
27.	Aacut	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Sidi Medjdoub	2
28.	Aa	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Mactaa	2
29.	Ah	<i>Asparagus horridus</i> L.	Debdaba	1
30.	Aa	<i>Astragalus armatus</i> L.	Matarba	2
31.	Aarm	<i>Astragalus armatus</i> L.	Mactaa	2
32.	Af	<i>Atractylis flava</i> Desf.	Sidi Medjdoub	2
33.	Af	<i>Atractylis flava</i> Desf.,	Mactaa	2
34.	Ap	<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC.	Mactaa	1

35.	As	<i>Avena sterilis</i> L.	Matarba	1
36.	Bh	<i>Bassia hyssopifolia</i> (Pall.) Kuntze.	Mazagran	1
37.	Bt	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Mazagran	1
38.	Bp	<i>Bellis perennis</i> L.	Matarba	1
39.	Bv	<i>Beta vulgaris</i>	Matarba	1
40.	Bf	<i>Brassica fruticulosa</i> Cirillo,	Matarba	3
41.	Bf	<i>Brassica fruticulosa</i> Cirillo.	Sidi Medjdoub	3
42.	Bp	<i>Brassica procumbens</i> Poir.	Mactaa	3
43.	Br	<i>Bromus rubens</i> L.	Matarba	3
44.	Bi	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	Mazagran	3
45.	Bl	<i>Bromus latiglumis</i> (Shear) Hitchc.	Debdaba	3
46.	Bt	<i>Bupleurum tenuissimum</i> L.	Debdaba	1
47.	Ca	<i>Calendula algeriensis</i> Boiss. & Reut.	Mactaa	2
48.	Ca	<i>Calendula arvensis</i> M.Bieb	Matarba	2
49.	Cs	<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link.	Mazagran	1
50.	Cb	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	Mazagran	3
51.	Cbp	<i>Capselle bursa-pastoris</i> Medik.	Sidi Medjdoub	3
52.	Cbp	<i>Capselle bursa-pastoris</i> Medik.	Mactaa	3
53.	Cb	<i>Carlina biebersteinii</i> Bernh. ex Hornem.	Mazagran	2
54.	Cl	<i>Carlina lanata</i> L.	Debdaba	2
55.	Cs	<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.	Matarba	2
56.	Cs	<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.	Sidi Medjdoub	2
57.	Cg	<i>Cephalaria gigantea</i> (Ledeb.) Bobr.	Mactaa	1
58.	Cs	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Mactaa	2
59.	Cs	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Debdaba	2
60.	Cm	<i>Cerinth major</i> L.	Sidi Medjdoub	1
61.	Cv	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Mazagran	1
62.	Ct	<i>Cistus heterophyllus</i> Desf.	Mazagran	1
63.	Cb	<i>Clematis brevipes</i> Rehder.	Sidi Medjdoub	1
64.	Cv	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Debdaba	1
65.	Ca	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Matarba	3

66.	Calt	Convolvulus althaeoides L.	Debdaba	3
67.	Ca	Convolvulus althaeoides <u>L.</u>	Mazagran	3
68.	Cb	Crepis bursifolia L.	Matarba	4
69.	Cbur	Crepis bursifolia L.	Sidi Medjdoub	4
70.	Cc	Crepis capillaris L.	Mactaa	4
71.	Cs	Crepis sancta L.	Mazagran	4
72.	Cc	Crocus chrysanthus Herb.	Sidi Medjdoub	1
73.	Ca	<i>Crucianella angustifolia</i> L.	Debdaba	2
74.	Cm	<i>Crucianella maritima</i> L.	Matarba	2
75.	Cv	Crupima vulgaris Cass.	Mactaa	1
76.	Csem	Cupressus sempervirens L.	Debdaba	1
77.	Cp	Cyathula prostrata (L.) Blume	Debdaba	1
78.	Cl	Cylindropuntia leptocaulis <u>F.M.Knuth.</u>	Mazagran	1
79.	Cd	Cynodon dactylon L.	Sidi Medjdoub	2
80.	Cd	<i>Cynodon dactylon</i> .L	Matarba	2
81.	Ds	Datura stramonium L.	Matarba	1
82.	Dc	Daucus carota L.	Mactaa	2
83.	Dm	Daucus muricatus L.	Matarba	2
84.	Ds	Digitaria sanguinalis L.	Matarba	3
85.	Ds	Digitaria sanguinalis L.	Sidi Medjdoub	3
86.	Ds	Digitaria sanguinalis L.	Mactaa	3
87.	Eh	Echium humile L.	Sidi Medjdoub	5
88.	Es	Echium sabulicola <u>Pomel</u>	Mazagran	5
89.	Es	Echium sabulicola Pomel.	Matarba	5
90.	Es	Echium sabulicola <u>Pomel.</u>	Debdaba	5
91.	Ev	Echium vulgare L.	Sidi Medjdoub	5
92.	Er	Elymus repens (<u>L.</u>) <u>Gould</u>	Debdaba	1
93.	Es	Emex spinosa L.	Sidi Medjdoub	1
94.	Ef	Ephedra fragilis Desf.	Matarba	1
95.	Eb	Erigeron bonariensis L.	Mactaa	3
96.	Eb	Erigeron bonariensis <u>L.</u>	Debdaba	3

97.	Eb	Erigeron bonariensis <u>L.</u>	Mazagran	3
98.	Ec	Erodium cicutarium L.	Matarba	1
99.	Em	Eryngium maritimum L.	Matarba	1
100.	Eg	Eucalyptus globulus <u>Labill.</u>	Debdaba	1
101.	Eg	Euphorbia graminifolia Vill.	Mazagran	3
102.	Eg	Euphorbia graminifolia Vill.	Matarba	3
103.	Ep	Euphorbia pithyusa L.	Mactaa	3
104.	En	Evolvulus nummularius L.	Mactaa	1
105.	Fc	Fagonia cretica L.	Matarba	1
106.	Fc	Ferula communis L.	Sidi Medjdoub	1
107.	Fg	Ficus glumosa <u>Delile.</u>	Debdaba	1
108.	Fa	Filago arvensis L.	Mactaa	2
109.	Fa	Filago arvensis L.	Debdaba	2
110.	Fm	Fumaria munbyi Boiss. & Reut .	Matarba	3
111.	Fm	Fumaria munbyi Boiss. & Reut .	Sidi Medjdoub	3
112.	Fm	<i>Fumaria munbyi</i> Boiss. & Reut.	Mazagran	3
113.	GT	Galactites tomentosus Moench	Mactaa	1
114.	Gq	Galinsoga quadrisadiata Ruiz.	Debdaba	1
115.	Gp	<i>Galium parisiense</i> L.	Mactaa	
116.	Gc	Glaucium Corniculatum L.	Sidi Medjdoub	1
117.	Hr	Hedypnois <i>rhagadioloides</i> (L.) F.W.Schmidt	Debdaba	1
118.	Ha	Helianthemum apenninum (L.) <u>Mill.</u>	Debdaba	1
119.	Hs	Helichrysum stoechas L.	Sidi Medjdoub	1
120.	Hs	Hieracium scabrum <u>Michx.</u>	Mazagran	1
121.	Hs	Hyoseris scabra L.	Mactaa	1
122.	Ha	Hypochaeris achyrophorus L.	Mazagran	2
123.	Hr	<i>Hypochaeris</i> radicata L.	Mactaa	2
124.	Is	Ifloga spicata (Forssk.) Sch.Bip.	Mazagran	1
125.	Je	Jacobaea erratica (Bertol.) Fourr.	Mactaa	1
126.	Jc	Jasione corymbosa L.	Sidi Medjdoub	1
127.	Jm	Juncus maritimus Lam.	Mactaa	1

128.	Jo	Juniperus oxycedrus L.	Mactaa	2
129.	Jo	Juniperus oxycedrus L.	Mazagran	2
130.	Ko	<i>Krigia occidentalis</i> Nutt.	Mazagran	1
131.	Lo	Lagurus ovatus L	Matarba	5
132.	Lo	Lagurus ovatus L.	Sidi Medjdoub	5
133.	Lo	Lagurus ovatus L.	Mactaa	5
134.	Lo	Lagurus ovatus L.	Debdaba	5
135.	Lo	Lagurus ovatus L.	Mazagran	5
136.	Lc	Launaea capitata Spreng.	Sidi Medjdoub	1
137.	Ld	Lavandula dentata <u>L.</u>	Mazagran	1
138.	Lt	Leontodon tuberosus L.	Mazagran	1
139.	Li	<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC.	Sidi Medjdoub	1
140.	Ll	Leysera lyseroides Desf.	Sidi Medjdoub	1
141.	Ld	Limonium densiflora Guss.	Matarba	2
142.	Ld	Limonium densiflorum Guss	Sidi Medjdoub	2
143.	Lt	Linaria tingitana Boiss. & Reut .	Matarba	1
144.	Lm	Lobularia maritima (L.) Desv.	Matarba	1
145.	Ma	Malcolmia arenaria (Desf.)DC	Mactaa	1
146.	Mp	Malva parviflora L.	Matarba	3
147.	Mp	Malva parviflora L.	Sidi Medjdoub	3
148.	Mp	Malva parviflora <u>L.</u>	Mazagran	3
149.	Ma	Marrubium alyssoides Pomel.	Mactaa	2
150.	Mv	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Debdaba	2
151.	Ms	Matthiola sinuata (L.) R. Br.,	Matarba	1
152.	Mc	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.	Matarba	2
153.	Mc	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.	Mactaa	2
154.	Mj	<i>Micromeria juliana</i> (L.) Benth.	Mazagran	1
155.	Mg	<i>Minuartia geniculata</i> Poir.	Matarba	1
156.	Mm	Muscaris maritimum Desf	Matarba	1
157.		Myosotis secunda Al.Murray.	Sidi Medjdoub	1
158.	Oe	Olea europaea L.	Debdaba	2

159.	Oe	<i>Olea europaea</i> L.	Mazagran	2
160.	Oa	<i>Ononis antennata</i> Pomel.	Mactaa	1
161.	Om	<i>Onopordum macracanthum</i> L.	Sidi Medjdoub	2
162.	Om	<i>Onopordum macracanthum</i> Schousb.	Mazagran	2
163.	Ofi	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Debdaba	1
164.	Op	<i>Ornithopus pinnatus</i> (Mill.) Druce.	Mactaa	3
165.	Op	<i>Ornithopus pinnatus</i> (Mill.) Druce.	Debdaba	3
166.	Op	<i>Ornithopus pinnatus</i> (Mill.) Drus.	Mazagran	3
167.	OI	<i>Orobanche litorea</i> Guss.	Matarba	4
168.	OI	<i>Orobanche litorea</i> Guss.	Sidi Medjdoub	4
169.	OI	<i>Orobanche litorea</i> Guss.	Debdaba	4
170.	OI	<i>Orobanche litorea</i> Guss.	Mazagran	4
171.	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Matarba	5
172.	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Sidi Medjdoub	5
173.	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Mactaa	5
174.	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Debdaba	5
175.	Oc	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Mazagran	5
176.	Pr	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Matarba	2
177.	Pr	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Sidi Medjdoub	2
178.	Ps	<i>Paspalum setaceum</i> Michx.	Mactaa	1
179.	Pi	<i>Pelargonium inodorum</i> Willd.	Mactaa	1
180.	Pt	<i>Phlomis tuberosa</i> L.	Debdaba	2
181.	Pt	<i>Phlomis tuberosa</i> L.	Mazagran	2
182.	Pa	<i>Phragmites australis</i> Adans.	Mactaa	1
183.	Pcup	<i>Picris cupuligera</i> Durieu.	Matarba	1
184.	Ph	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Mactaa	2
185.	Ph	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Mazagran	2
186.	Pl	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Mazagran	1
187.	Pc	<i>Plantago coronopus</i> L.	Matarba	4
188.	PC	<i>Plantago coronopus</i> L.	Sidi Medjdoub	4
189.	Pc	<i>Plantago coronopus</i> L.	Mazagran	4
190.	Po	<i>Plantago ovata</i> Forssk.	Debdaba	4

191.	Pc	Poa compressa L.	Mactaa	1
192.	Pa	Polycnemum arvense L.	Sidi Medjdoub	2
193.	Pmaj	<i>Polycnemum majus</i> Al. Braun.	Mactaa	2
194.	Pm	Polypogon maritimus Will.	Sidi Medjdoub	4
195.	Pm	Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	Debdaba	4
196.	Pm	Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	Mazagran	4
197.	Pm	Polypogon monspeliensis Desf.	Mactaa	4
198.	Pp	Pseudorlaya pumila L.	Matarba	1
199.	Rc	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	Mactaa	2
200.	Rc	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	Mazagran	2
201.	Rt	Reichardia tingitana (L.) Roth.	Mactaa	1
202.	Ra	Reseda alba L.	Matarba	1
203.	Rm	Retama monosperma Boiss.	Sidi Medjdoub	1
204.	Rcom	Ricinus communis L.	Mactaa	2
205.	Rcom	Ricinus communis L.	Mazagran	2
206.	Rs	Ridolfia segetum (L.) Moris.	Mazagran	1
207.	Rm	Retama monosperma (L.) Boiss.	Matarba	3
208.	Rm	Retama monosperma Boiss.	Mactaa	3
209.	Rm	Retama monosperma Boiss.	Mazagran	3
210.	Rp	Rubia peregrina L.	Debdaba	1
211.	Rb	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Matarba	3
212.	Rc	Rumex crispus L.	Mactaa	3
213.	Es	Rumex spinosus L.	Mazagran	3
214.	Sa	Salix alba. L.	Debdaba	1
215.	Sf	Salsola fruticosa L.	Mactaa	4
216.	Sk	Salsola kali L.	Matarba	4
217.	Sk	Salsola kali L.	Sidi Medjdoub	4
218.	Sk	Salsola kali L.	Mazagran	4
219.	Sv	Salvia verbenaca L.	Mazagran	1
220.	Sg	Sapium glandulosum (L.) Morong.	Mazagran	1
221.	Ss	Sedum sediforme Jacq.	Matarba	1
222.	Sl	Senecio leucanthemifolius Poir.	Mactaa	3

223.	Sping	Senecio pinguiculus Pomel.	Sidi Medjdoub	3
224.	Sp	Senecio pinguiculus Pomel.	Matarba	3
225.	Sc	Silene colorata Poir.	Matarba	2
226.	Sc	Silene colorata <u>Poir.</u>	Mazagran	2
227.	Sm	Silybum marianum (L.) <u>Gaertn.</u>	Mazagran	2
228.	Sm	Silybum marianum L.	Debdaba	2
229.	Sa	Sinapis arvensis L.	Matarba	2
230.	Sa	Sinapis arvensis L.	Sidi Medjdoub	2
231.	So	Sisymbrium orientale L.	Sidi Medjdoub	1
232.	Sc	<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	Mactaa	2
233.	Sc	<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	Debdaba	2
234.	Sa	Sonchus arvensis (L.) Hill	Mactaa	3
235.	Sasp	Sonchus asper (L.) Hill	Sidi Medjdoub	3
236.	Sasp	Sonchus asper All.	Matarba	3
237.	So	Spinacia oleracea L.	Mactaa	1
238.	Sm	Suaeda maritima (L.) Dumort.	Sidi Medjdoub	3
239.	Sm	Sueda maritima (L.) Dumort.	Matarba	3
240.	Sm	Sueda maritima (L.) Dumort.	Mactaa	3
241.	Sp	Symphyotrichum pilosum Willd.	Sidi Medjdoub	2
242.	Sp	Symphyotrichum pilosum Willd.	Mactaa	2
243.	Tg	Tamarix gallica L.	Mactaa	1
244.	TP	Thymelaea passerina L.	Mactaa	1
245.	Tc	Thymus ciliatus (Desf.).	Mactaa	2
246.	Tv	Thymus vulgaris L.	Mazagran	2
247.	Um	Urginea maritima L.	Matarba	2
248.	Um	Urginea maritima L.	Sidi Medjdoub	2
249.	Ud	Urtica dioica L.	Matarba	4
250.	Ud	Urtica dioica L.	Debdaba	4
251.	Ud	Urtica dioica L.	Mactaa	4
252.	Ud	Urtica dioica L.	Sidi Medjdoub	4
253.	Vo	Veronica officinalis L.	Sidi Medjdoub	4

254.	Vo	Veronica officinalis L.	Mactaa	4
255.	Vo	Veronica officinalis L.	Mazagran	4
256.	Vp	Veronica persica Poir.	Debdaba	4
257.	Vs	Vicia sativa L.	Sidi Medjdoub	2
258.	Vs	Vicia sativa L.	Debdaba	2
259.	Xs	Xanthium strumarium L.	Mactaa	2
260.	Xs	Xanthium strumarium L.	Matarba	2

Tableau 38 : Résultats de l'analyse de variance pour les différents caractères étudiés chez les individus des cinq populations d'*Atriplex halimus* L.

		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Hauteur touffe	VAR.FACTEUR 1	2,848	4	0,712	4,715	0,0077 HS		
	VAR.RESIDUELLE 1	3,02	20	0,151			0,389	26,21%
Diamètre touffe	VAR.FACTEUR 1	214,845	4	53,711	11,735	0,00005 HS		
	VAR.RESIDUELLE 1	91,541	20	4,577			2,139	47,33%
Longueur feuille	VAR.FACTEUR 1	1,397	4	0,349	0,548	0,70442NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	28,692	45	0,638			0,798	24,43%
Largueur feuille	VAR.FACTEUR 1	0,842	4	0,21	0,502	0,73667NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	18,851	45	0,419			0,647	28,35%
Rapport foliaire	VAR.FACTEUR 1	0,824	4	0,206	1,242	0,32536NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	3,32	20	0,166			0,407	29,17%
Longueur Valves fructifères	VAR.FACTEUR 1	21,798	4	5,449	2,793	0,05382NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	39,024	20	1,951			1,397	37,31%
Largueur Valves fructifères	VAR.FACTEUR 1	28,958	4	7,239	2,729	0,05776NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	53,06	20	2,653			1,629	36,49%
Rapport Valves fructifères	VAR.FACTEUR 1	0,495	4	0,124	1,826	0,16269NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	1,355	20	0,068			0,26	30,44%
Longueur Graine	VAR.FACTEUR 1	1,46	4	0,365	2,704	0,05939NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	2,7	20	0,135			0,367	23,55%
Diamètre Graine	VAR.FACTEUR 1	16,865	4	4,216	22,46	0 HS		
	VAR.RESIDUELLE 1	3,754	20	0,188			0,433	22,56%
Longueur Feuille plantule	VAR.FACTEUR 1	7,53	4	1,882	2,006	0,13172NS		
	VAR.RESIDUELLE 1	18,773	20	0,939			0,969	27,46%

Largueur	VAR.FACTEUR 1	6,665	4	1,666	3,067	0,03992HS		
Feuille plantule	VAR.RESIDUELLE 1	10,864	20	0,543			0,737	35,32%
Rapport foliaire	VAR.FACTEUR 1	0,667	4	0,167	1,57	0,22032NS		
Plantule	VAR.RESIDUELLE 1	2,123	20	0,106			0,326	20,48%

S : significatif ; HS : hautement significatif ; NS : non significatif

Annexes 5

Tableau 39 : Hauteur(HT) et diamètre(DT) des touffes (m) d'Atriplex halimus

Caractères	Hauteur des touffes (HT) (m)	Diamètre des touffes (DT) (m)
Populations	Moy	Moy
Pop1	1.076	1.026
Pop2	1.43	1.256
Pop3	1.608	6.088
Pop4	2.056	5.672
Pop5	1.244	8.56

Pop1, 2, 3, 4, 5 : Populations Moy : moyenne

Tableau 40 : Longueur, largeur, largeur moyenne (cm) et Rapport foliaire(RF)

Caractères	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Lm (cm)	RF	
Populations					
Pop1	Moy	2.95	2.41	1.13	1.35
Pop2	Moy	3.49	1.87	2.14	1.47

Pop3	Moy	3.21	2.38	2.43	1.49
Pop4	Moy	2.25	2.14	2.63	1.43
Pop5	Moy	3.39	2.11	2.1	1.63

RF (Rapport foliaire) : rapport de la longueur de la feuille sur sa largeur maximal.

Lm : largeur moyenne des feuilles. Pop1, 2, 3, 4, 5 : Populations spontanées d'*Atriplex halimus*

Tableau 41 : Longueur, largeur (mm) et rapport des valves fructifères

Caractères		Longueur des valves fructifères (mm)	Largueur des valves fructifères (mm)	RV
Populations				
Pop1	Moy	3.04	3.66	0.81
Pop2	Moy	4.34	5.22	0.82
Pop3	Moy	2.62	3.88	0.66
Pop4	Moy	3.56	3.36	1.09
Pop5	Moy	5.2	6.2	0.89

RV (Rapport valves fructifères) : rapport de la longueur des valves fructifères sur sa largeur maximal. Pop1, 2, 3, 4, 5 : Populations spontanées d'*Atriplex halimus*

Tableau 42 : Longueur des graines (LG)(mm) et Diamètre (DG)(mm)

Caractères		Longueur des graines (LG) (mm)	Diamètre des graines (DG) (mm)
Populations			
Pop1	Moy	1.6	1.98
Pop2	Moy	1.6	1.1
Pop3	Moy	1.8	0.9
Pop4	Moy	1.7	3

Pop5	Moy	1.1	2.62
------	-----	-----	------

Pop1, 2, 3, 4, 5 : Populations spontanées d'*Atriplex halimus*

Tableau 43 : Longueur, largeur, largeur moyenne (cm) et Rapport foliaire (RF) des plantules d'*Atriplex halimus*

Caractères		Longueur (cm)	Largeur (cm)	RF	Lm (cm)
Populations					
Pop 1	Moy	2.45	1.13	1.43	1.13
Pop2	Moy	3.6	2.14	1.49	2.14
Pop3	Moy	3.93	2.43	1.61	2.43
Pop4	Moy	3.8	2.63	1.47	2.63
Pop5	Moy	3.56	2.1	1.90	2.1

Pop1, 2,3,4,5 populations spontanés d'*Atriplex halimus* Moy : moyenne

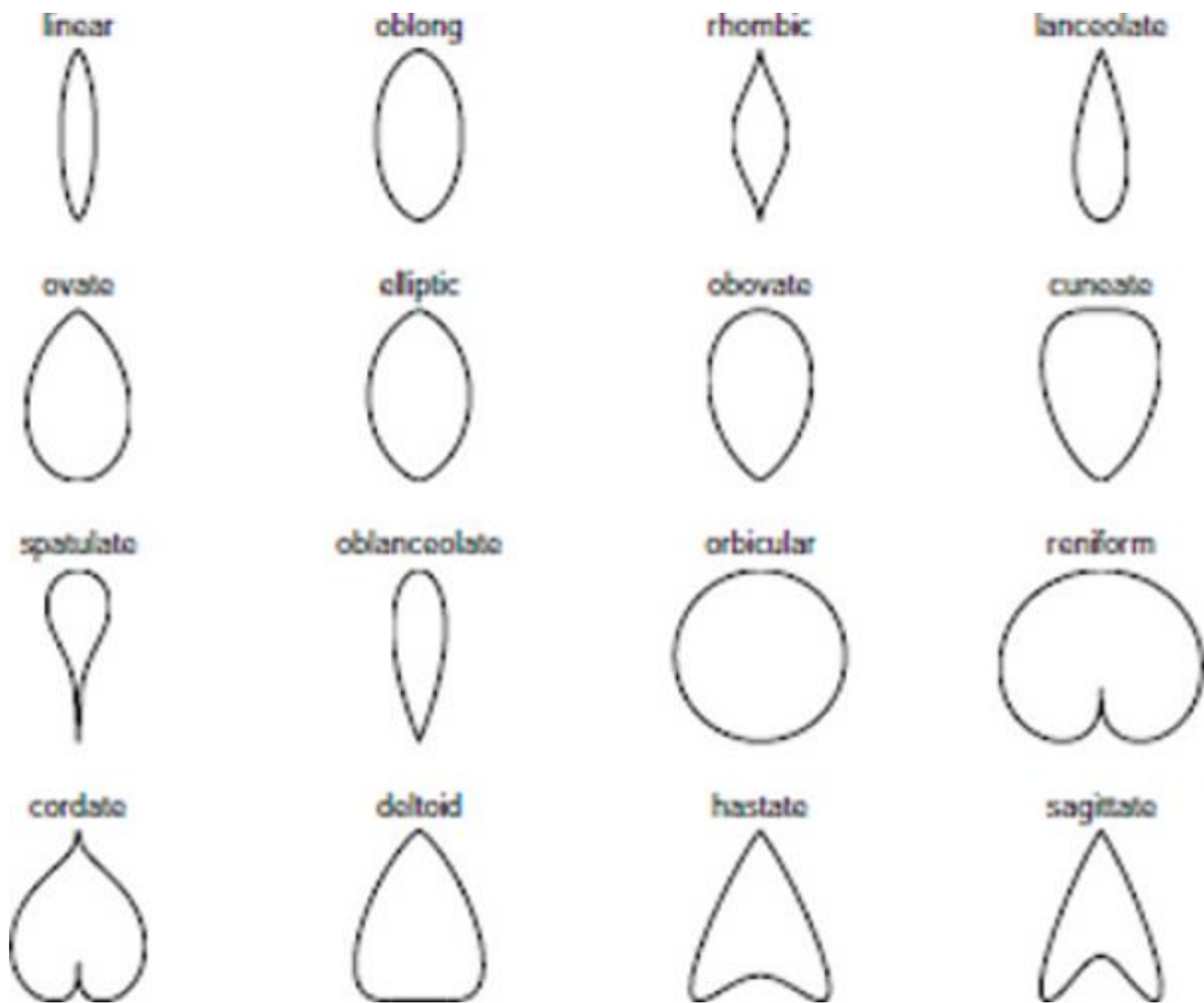
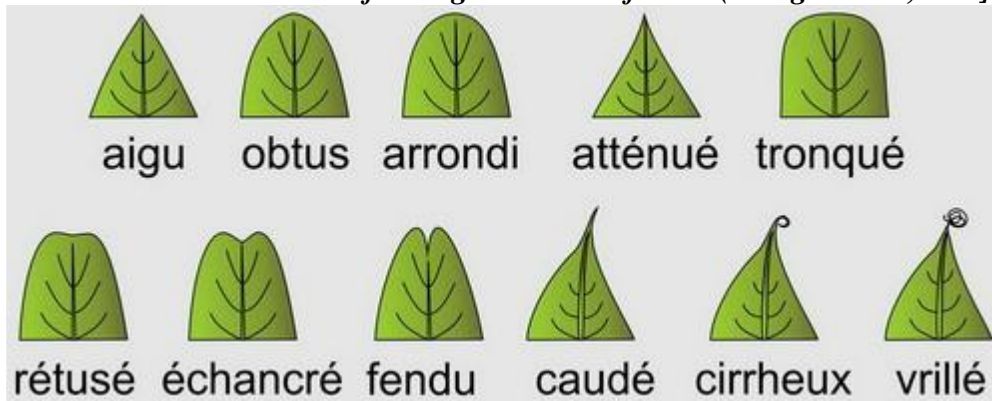
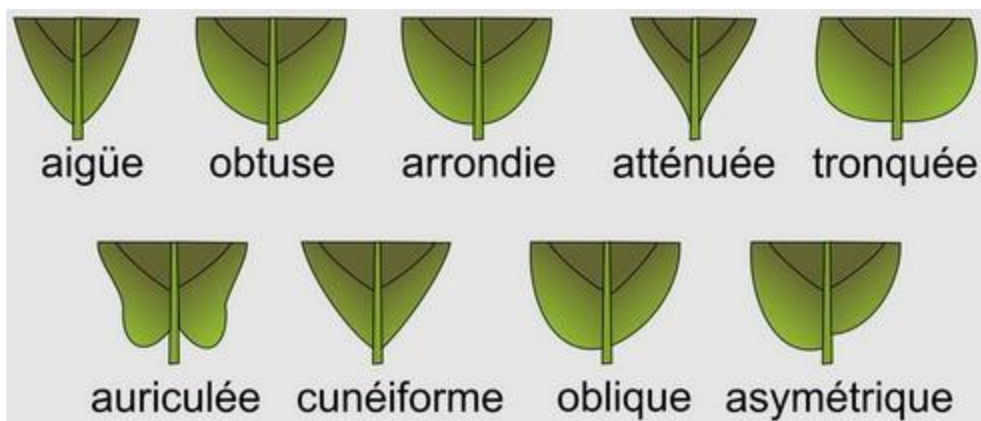


Planche 2 : Variation de la forme globale de la feuille (Wang et Pan ,2006).



A) Partie apicale



B) Partie basale

Planche : Catégorisation botanique selon la forme des parties du limbe (Group L. A. W, 1999).

Tableau 44 : Résultats de l'analyse de variance des données relatifs à l'effet de la température et du sel sur l'émergence de l'appareil végétatif des sub sp d'*Atriplex halimus* et *shweinfurthii*

<i>Atriplex halimus</i> sous espèce <i>halimus</i>						
Source de variation	interaction T x S		interaction T x Sub.sp		interaction S x Sub.sp	
	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Longueur (mm)	0,776	0,69115	10,078	0,00032*	5,456	0,00585*
Poids frais (mg)	2.219	0.06069	16.578	0.00002*	6.755	0.00229*
Poids sec (mg)	2,196	0,06306	15,972	0,00002*	9,273	0,00049*
<i>Atriplex halimus</i> sous espèce <i>shweinfurthii</i>						
Source de variation	interaction T x S		interaction T x Sub.sp		interaction S x Sub.sp	
	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Longueur (mm)	57.03	0	72.75	0	40.20	0
Poids	32.08	0	24.39	0	98.05	0

frais (mg)						
Poids sec (mg)	1.123	0.34	0.828	0.51	0.507	0.733

AF-749
[1-7]

RESEARCH ARTICLE

Indian Journal of Agricultural Research, Volume Issue : ()



Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination of *Atriplex halimus* L. (*Halimus* and *Schweinfurthii* Subspecies) Harvested in Western Algerian Region

L. Hamza¹, K. Mederbal¹, Z. Regagba¹, A.A. Dahou², M. Medjahed²

ABSTRACT

Background: Temperature and salinity effects on the germination and seedling growth of two subspecies of *Atriplex halimus* were studied in order to select the best one for the rehabilitation of degraded lands at risk of desertification.

Methods: Influence of salinity levels (0, 100, 200, 300 and 400 mM) and temperature (15, 20, 25, 30 and 35°C) on seed germination of two subspecies of *Atriplex halimus*, *halimus* and *Schwein furthii*, were assessed. Results showed optimal germination at NaCl concentration of 100 mM that decreases above 200 mM for both subspecies. In *sp* *Schwein furthii* the germination capacity is higher at NaCl concentration of 100 mM and temperatures varying between 20 and 30°C.

Result: High doses of salt (300 and 400 mM) strongly decrease the number of seeds germinated at all temperature regimes. In contrast, at temperatures between 30 and 35°C, seed germination appears to be strongly affected in *sphalimus*. Salinity levels of 300 and 400 mM with temperatures of 15, 20 and 35°C, reduce germination and increase mean germination time. The presence of 100 mM of NaCl in the culture medium sometimes appears to be beneficial for the growth of the seedlings. However, at high doses of salt (300 and 400 mM), length, fresh and the dry weight of the seedlings are reduced.

Key words: *Atriplex halimus* subsp, Germination, *Halimus*, Salinity, *Schwein furthii*, Seedling growth, Temperature.

INTRODUCTION

Arid and semi-arid ecosystems are vulnerable to abiotic stresses like temperature, frequently severe droughts and soil salinization, which cause serious damages and limit plant development (Krasensky and Jonak, 2012). In these ecosystems, excessive amounts of salts (Morgan *et al.*, 2018) in soils or irrigation water are constraints for plant development (Higazy *et al.*, 1995) being a major environmental concern and a serious problem for agriculture, reducing arable land and threatening food security (Kinet *et al.*, 1998). This phenomenon still intensifying affects seeds germination, seedlings, vegetative growth, flowering and fruiting to varying degrees (Cordovilla *et al.*, 1995) and limits agricultural production (Dantas *et al.*, 2005).

Atriplex genus of the family *Amaranthaceae* (Kinet *et al.*, 1998) are halophytes naturally tolerant to soluble salts and grow equally well in a saline environment as under normal conditions (Malcolm *et al.*, 2003). *Atriplex halimus* L., typical Mediterranean species, is a particularly valuable species which can be ecologically and sustainably used for rehabilitation of degraded lands in coastal environment and arid regions (Walker and Lutts, 2014), as they can control erosion and desertification (Marcar *et al.*, 1999). Although *Atriplex* species have very high salt concentration in their tissues during the adult stage, their seeds show highly variable and species-specific tolerance to salt at the germination and seedling stages (Ungar, 1991). Germination stage, crucial for the establishment of species that thrive in saline environments (Khan and Gulzar, 2003) is more

¹Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Faculty of Natural Sciences and Life, University of Ibn Khaldoun Tiaret, Tiaret-14000, Algeria.

²Laboratory of Sciences and Technics of Animal Production, Abdelhamid Ibn Badis University, Mostaganem-Algeria.

Corresponding Author: L. Hamza, Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Faculty of Natural Sciences and Life, University of Ibn Khaldoun Tiaret, Tiaret-14000, Algeria.
Email: hamza.lahouaria@univ-mosta.dz

How to cite this article: Hamza, L., Mederbal, K., Regagba, Z., Dahou, A.A. and Medjahed, M. (2022). Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination of *Atriplex halimus* L. (*Halimus* and *Schwein furthii* Subspecies) Harvested in Western Algerian Region. Indian Journal of Agricultural Research. ():

Submitted: 24-06-2022 Accepted: 01-10-2022 Online:

sensitive to salinity especially when associated with elevated temperatures (Gardarin *et al.*, 2010), by affecting imbibition and root elongation (Katembe *et al.*, 1998). So far, comparative studies of the two subspecies with respect to salt and temperature stresses are scarce.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted during seasons between 2018 and 2021 at the laboratory of plant physiology of the University of Tiaret. Seeds of two subspecies of *Atriplex halimus* were collected during the fruiting period from two

Volume Issue

1

different stations (Fig 1). Sub species *halimus* seeds were collected from Kharrouba site in Mostaganem, located on the western coast of the country, characterized by a semi-arid climate with temporary flows and subspecies *Schwein furthii* seeds were collected from Tiout site in Ain Sefra (Naâma) located in the southern west highlands, where the climate is dry with cold desert. The seeds are shelled by hand and sterilized in 0.5% calcium hypochlorite solution for 20min. They are then rinsed with distilled water and germinated in petri dishes lined with Wattman paper soaked with 2ml of sterile distilled water supplemented with different concentrations of NaCl (0, 100, 200, 300, 400 mM) and incubated in the dark in the oven at temperatures of 15, 20, 25, 30 and 35°C. Each treatment was replicated 5 times (25 seeds per treatment) and followed every 24 h for 20 days. Germination is detected by the exit of the radical from the seed coats (Bajji *et al.* 1998). Measurements related to morphological parameters and physiological ones were done for final seedling height (mm), fresh matter (MF) and dry matter (DM) of the whole seedling. Fresh weights (mg/plant) are performed using a precision balance just after plant has reached isothermal equilibrium. The dry weights (mg/plant) are obtained after passing the samples in an oven for 24 hours at 85°C. Measurements related to physiological parameters concerned percentage of germination were calculated according to Mazliak (1982) and average germination time in days (Tm) according to Czabator (1962) and then was defined the final percentage of germination, considering then number of germinations obtained at the end of the experiment, expressed as a percentage of the number of seeds tested. The means of 5 repetitions were used for the statistical analysis consisting of an anova/manova carried out according to the Newman-keuls test at a risk of error of 0.05 using the Statbox 6.4 software.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of salinity and temperature on germination

The results are as follows.

Effect of salinity on germination rate (TG)

The concentration of 100 mM NaCl is tolerated by the two subspecies since it only causes a slight decrease in germination capacity (Fig 2 and 3). The germination sensitivity threshold is 200 mM, when the stress intensity is high (300 and 400 mM) the seeds are affected and show a different germination rate than the control. The presence of a high salt concentration (300 and 400 mM) is not tolerated regardless of the temperature studied (Fig 2).

The germination of seeds of *subsp. Schwein furthii* appears to have been severely limited to a temperature of 15 and 20°C under treatments of 200, 300 and 400 mM (Fig 3). Based on analysis of variance, salinity and temperature were found to have a highly significant effect ($P < 0.05$) on the percent germination of seeds.

Rate (% Gf) and mean germination time

Fig 4 indicates that for *subsp. halimus* at temperatures of 20, 25 and 30°C, the control and the seeds subjected to a concentration of 100 mM show a germination rate which varies between 72 and 100% and an average time of 10 and 11 days. The temperatures of 15 and 35°C and the concentrations of 300 and 400 mM in the medium cause an increase in the mean germination time and a decrease in the final germination percentage.

Fig 5 shows that for *subsp. Schwein furthii*, temperatures of 15 and 20°C and a concentration of 300- and 400-mM lead to a reduction not only in the germination rate but also an increase in the mean germination time which is significantly affected. The temperatures of 25 and 30°C



Fig 1: Geographical location of seed collection sites.

Kharrouba Mostaganem: 35°56'57.72"N 0°05'18.48"E Elevation 26 m.

Tiout Ain Sefra: 32°46'18.17"N 0°24'16.72"E Elevation 1033 m.

Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination of *Atriplex halimus* L. (*Halimus* and *Schwein furthii* Subspecies) Harvested...

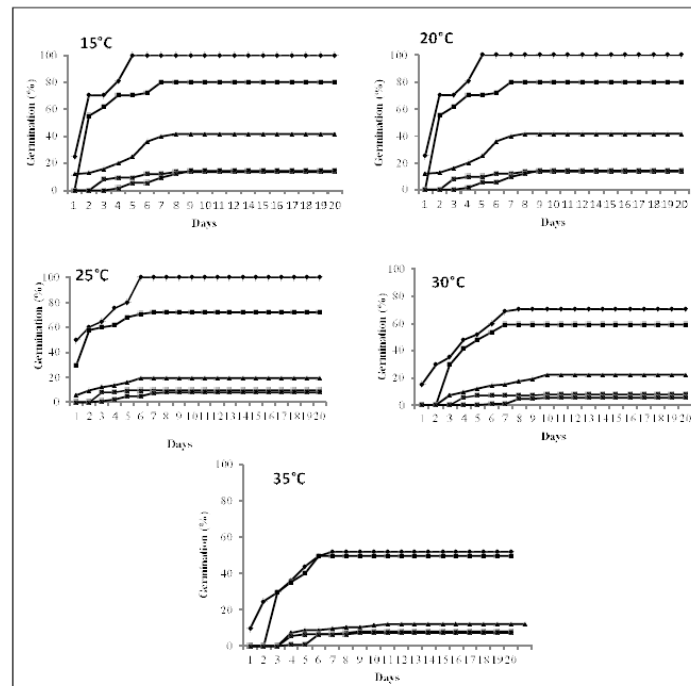


Fig 2: Percentage of germination of *Atriplex halimus sub sp. halimus* under the influence of salinity 0(◆), 100(■), 200(▲), 300(✕) and 400(✱) mM and temperatures.

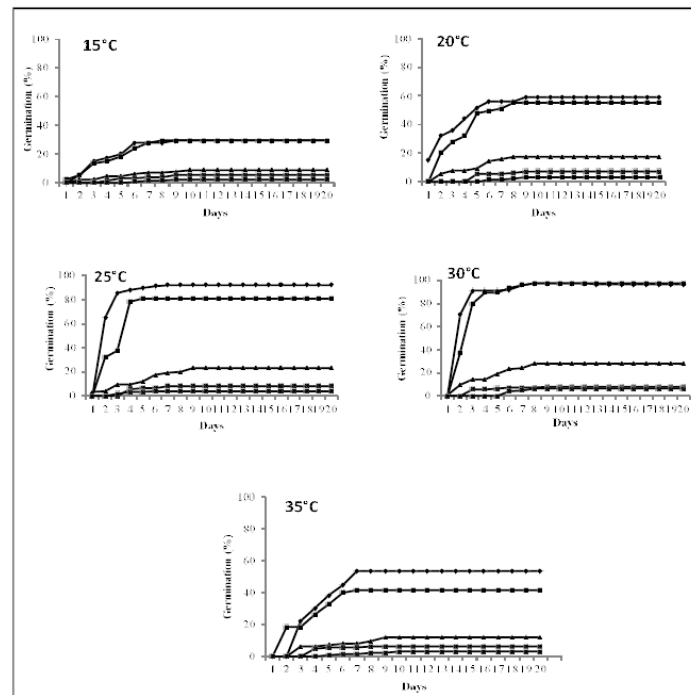


Fig 3: Percentage germination of *Atriplex halimus sub sp. Schweinfurthii* under salinity 0(◆), 100(■), 200(▲), 300(✕) and 400(✱) mM and temperatures.

Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination of *Atriplex halimus* L. (*Halimus* and *Schwein furthii* Subspecies) Harvested....

seem favourable for the germination of the seeds of the control and the seeds stressed at 100 mM, the final germination percentages varied between 80.8 and 97.6% and the average time between 10 and 11 days. These results are confirmed by the analysis of variance which revealed a significant effect ($p < 0.05$) on the final percentage of seed germination and an insignificant effect for the mean germination time.

Effect of salinity and temperature on the emergence of the vegetative system

At temperatures of 20, 25 and 30°C and under a salinity treatment of 100 and 200 mM the *subsp. halimus* shows the longest seedling length (Table 1), on the other hand, for *subsp. Schwein furthii* treatment of 200 mM and temperatures 25, 30 and 35°C are favourable over the length of seedlings (Table 2). Under treatment of 300 and 400 mM, the salinity exerts an inhibitory effect on the growth of seedlings which results in a reduction in their length and fresh weight.

The dry weight of seedlings of *subsp. halimus* increases with a treatment of 200 mM and at temperatures of 20, 25

and 30°C, on the other hand we notice that the dry weight of the seedlings of *subsp. Schwein furthii* increases with 200 mM treatment regardless of temperatures (Table 1 and 2). Analysis of variance shows a significant effect of temperature, salinity and their interaction for length and fresh and dry weight ($P < 0.05$).

Results obtained in this work show that seeds of *Atriplex halimus subsp. halimus* and *Schwein furthii* are differently sensitive to temperature and salt stress depending on their provenance. Indeed, they are characterized by their low sensitivity to low salt concentrations and rapidity of germination which became significantly reduced at high concentrations of NaCl (300 and 400 mM). Temperature, salinity and their interaction affected the seed germination percentage of the two subspecies. These results are similar to those obtained by other researchers who note that the high concentrations of salts cause a total decrease in germination (Belkhodja and Bidai, 2004) and that the seeds of most species reach their maximum germination in distilled water (Naidoo and Keit, 2006).

Our results reveal significant reductions in the germination rates of seeds subjected to the higher salt

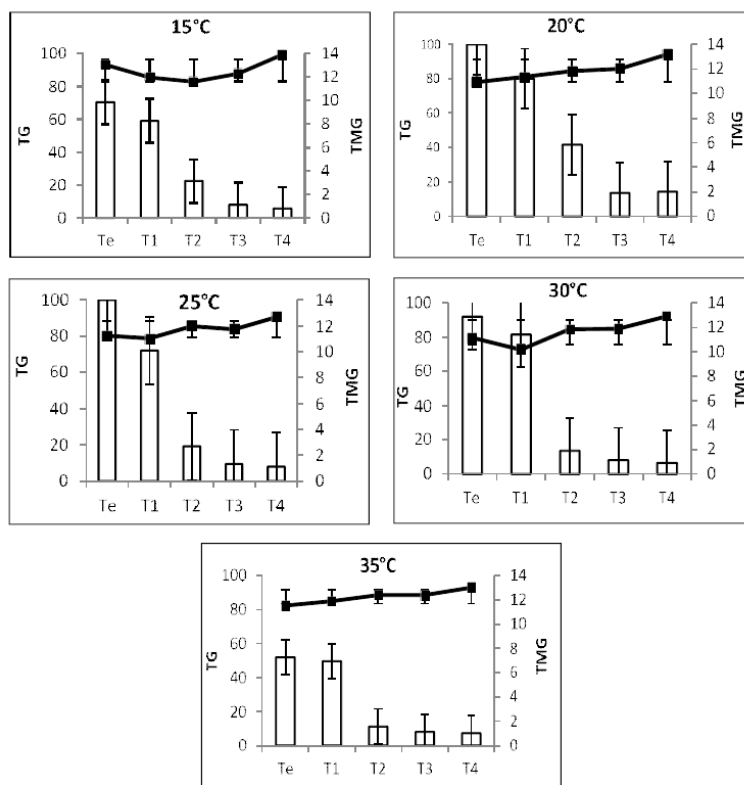


Fig 4: Final percentage of germination (%Gf) and mean germination time of *Atriplex halimus sub sp halimus* due to different temperatures and saline treatments.

Witness Te= 0mMT1= 100 mMT2= 200 mMT3= 300 mMT4= 400 Mm.

Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination of *Atriplex halimus* L. (*Halimus* and *Schwein furthii* Subspecies) Harvested...

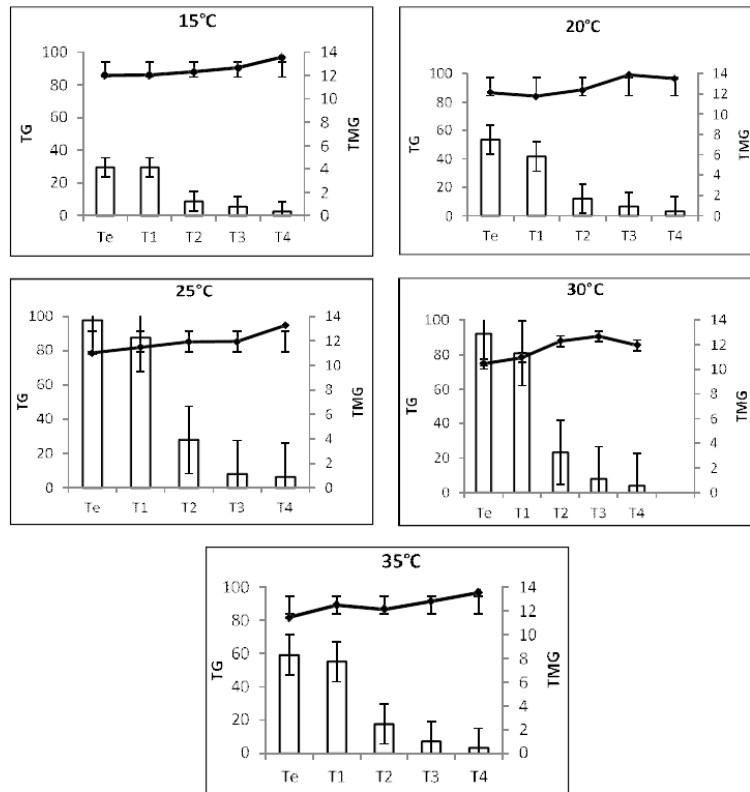


Fig 5: Final percentage of germination (%Gf) and mean germination time of *Atriplex halimus* sub sp *Shwei furthii* due to different temperatures and saline treatments.

Witess=0 mMT1= 100 mMT2= 200 mMT3= 300 mMT4= 400 mM.

Table 1: Effect of salinity and temperature on traits measured in seedlings of 20 days-old *Atriplex halimus* sub sp. *halimus*. Medium±Type error.

Parameters	Temperatures		Salinity (mM)				
	(°C)		0	100	200	300	400
Length of seedlings (mm)	15		34.5±0.500a	37.3±1.745	30.5±0.432	16.8±1.851	10.6±0.247
	20		49.3±0.496	50.5±1.080	56.5±0.920	29.4±0.553	27.4±0.990
	25		48.3±0.920	45.4±0.673	26.1±0.828	20.7±0.496	15.2±1.006
	30		45.3±1.667	51.5±2.050	18.5±0.707	17.2±1.768	12.5±1.157
	35		25.6±0.294	31.3±1.232	15.2±0.424	17.1±0.355	13.7±0.355
Fresh weight (mg)	15		9.14±0.256	8.51±0.491	7.48±0.351	4.19±0.761	2.61±0.668
	20		12.0±0.298	12.3±0.353	13.8±0.285	7.21±0.361	6.72±0.267
	25		11.1±0.265	11.8±0.299	12.1±0.216	5.07±0.540	3.75±0.177
	30		11.1±0.725	11.6±0.949	12.0±0.408	4.21±0.893	3.07±0.496
	35		7.67±0.335	6.27±0.329	3.75±0.285	4.00±0.081	3.36±0.333
Dry weight (mg)	15		0.68±0.021	0.63±0.029	0.56±0.085	0.31±0.016	0.19±0.014
	20		0.9±0.0748	0.92±0.139	0.95±0.063	0.54±0.299	0.50±0.071
	25		0.83±0.049	0.88±0.035	0.92±0.016	0.38±0.035	0.28±0.035
	30		0.84±0.089	0.87±0.014	0.90±0.120	0.33±0.028	0.23±0.028
	35		0.57±0.170	0.47±0.035	0.28±0.021	0.30±0.021	0.25±0.024

a,b,c, d and e : Homogeneous groups according to the Newman-Keuls test at the risk of error $\alpha= 0.05$.

Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination of *Atriplex halimus* L. (*Halimus* and *Schwein furthii* Subspecies) Harvested....

Table 2: Effect of salinity and temperature on traits measured in 20-day-old *Atriplex halimus* sub sp *Schwein furthii* seedlings. Medium± Type error.

Parameters	Temperatures		Salinity (mM)				
	(°C)		0	100	200	300	400
Length of seedlings (mm)	15		12.3±0.337	17.4±0.648	20.1±0.697	23.5±0.454	10.7±0.294
	20		22.3±1.358	24.5±0.408	27.3±0.509	26.9±0.216	14.1±0.697
	25		40.7±1.745	57.7±2.307	61.7±2.628	33.7±1.363	28.7±2.164
	30		38.3±1.275	47.7±1.023	52.7±0.697	31.7±3.302	17.9±0.080
	35		24.6±0.496	32.6±0.432	40.1±0.294	30.3±0.920	14.3±0.668
Fresh weight (mg)	15		3.36±0.835	4.77±0.362	5.46±0.458	6.40±0.294	2.93±0.174
	20		6.10±0.469	6.68±0.321	7.44±0.483	7.33±0.745	3.88±0.243
	25		11.1±0.535	15.7±0.310	17.3±0.574	9.12±0.914	7.82±0.327
	30		10.4±0.402	13.0±0.355	14.3±0.753	9.19±0.841	4.88±0.270
	35		7.25±0.735	8.89±0.094	10.9±0.058	8.25±0.735	3.90±0.294
Dry weight (mg)	15		0.22±0.021	0.31±0.017	0.36±0.043	0.42±0.024	0.19±0.083
	20		0.40±0.062	0.44±0.133	0.49±0.029	0.50±0.070	0.20±0.073
	25		0.74±0.299	0.96±0.108	0.99±0.069	0.61±0.069	0.52±0.058
	30		0.69±0.082	0.87±0.120	0.96±0.123	0.60±0.141	0.32±0.017
	35		0.44±0.099	0.59±0.029	0.73±0.049	0.55±0.040	0.26±0.043

a,b,c, d and e : Homogeneous groups according to the Newman-Keuls test at the risk of error $\alpha = 0.05$.

concentrations (300 and 400 mM) and a little effect of saline stress on the rate and speed of germination for moderate salinity levels 100 mM. In addition, a significant effect of temperature and salt stress on the germination rate of *Atriplex halimus* subsp. *halimus* was signalled. However, analysis of variance shows no significant effect on mean germination time. Reducing the germination rate and slowing the germination process under salinity conditions has been demonstrated by Murillo-Amador *et al.* (2002). Excessive salinity reduces the speed of germination as well as the germination capacity (Slama, 2004). According to Mâalem and Rahmoune (2009), the slowing of the speed of germination makes seeds more exposed to environmental risks.

Results show a reduction of the growth of *Atriplex halimus* subsp seedlings, which may reflect the expression of their halophilic character already reported by other authors (Haddioui and Baaziz, 2001). However, high doses of salt (300 and 400 mM) cause strong reduction in the length, fresh and dry weights of the seedlings. Most plants are more tolerant of salt at germination than at emergence and the first stage of growth (Maas and Grattan, 1999).

Indeed, several authors have reported that the general response of plants to salinity is reduced growth (Askari *et al.*, 2017). These responses are attributed to reversible (osmotic stress) or irreversible (Na^+ and Cl^- toxicity) physiological changes in response to salinity depending on the temperature applied (Khan and Gulzar, 2003).

CONCLUSION

This work has allowed us to confirm the importance of the two subspecies given their low sensitivity to salt stress and their resistance to high temperatures during germination, this character being more visible for the subspecies *Schwein*

furthii. The germination capacity of the two subspecies of *Atriplex halimus* and *Schwein furthii* under environmental constraints is certainly sufficient to consider their use against desertification and their exploitation for the production of fodder material in a program for the development of arid and semi-arid zones in Algeria.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank the team of the "Glycobiology and Plant Physiology laboratory" of the University of Artois, Céline Faugeron, Jean Claude Mollet and to pay tribute to Henri Morvan who left us leaving indelible traces and finally the Directorate General of Scientific Research and Technological Development "DGRSDT" for its support in the development of our scientific research results.

Conflict of interest: None.

REFERENCES

- Askari, H., Kazemitabar S.K., Zarrini, H.N. (2017). Different statistical procedures for selection of salt tolerant barley genotypes at germination stage. *Indian Journal of Agricultural Research*. 51: (5): 453-457.
- Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. (1998). Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. *Plant Science*. 137(2): 131-142.
- Belkhdja, M. Bidai, Y. (2004). Response from *Atriplex halimus* L. seeds salinity at the germination stage. *Drought*. 15(4): 331-335.
- Cordovilla, M.P., Ocana, A., Ligerio, F. and Lluch, C. (1995a). Growth stage response to salinity in symbiosis *Vicia faba-Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*. *Plant Physiol*. 14: 105-111.
- Czabator, F.J. (1962). Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*. 8(4): 386-396.

Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination of *Atriplex halimus* L. (*Halimus* and *Schwein furthii* Subspecies) Harvested...

- Dantas, B.F., Ribeiro, L.D.S. and Aragão, C.A. (2005). Physiological response of cowpea seeds to salinity stress. *Revista Brasileira de Sementes*. 27(1): 144-148.
- Gardarin, A., Dürr, C., Mannino, M.R., Busset, H. and Colbach, N. (2010). Seed mortality in the soil is related to seed coat thickness. *Seed Science Research*. 20(4): 243.
- Haddioui, A. and Baaziz, M. (2001). Genetic diversity of natural populations of *Atriplex halimus* L. in Morocco: An isoenzyme-based overview. *Euphytica*. 121(1): 99-105.
- Higazy, M.A., Shehata, M.M. and Allam, A.I. (1995). Free proline relation to salinity tolerance of three sugar beet varieties. *Egyptian Journal of Agricultural Research (Egypt)*.
- Katembe, William J., Ungar, Irwin A., et Mitchell, John, P. (1998). Effect of salinity on germination and seedling growth of two *triplex* species (Chenopodiaceae). *Annals of Botany*. 82(2): 167-175.
- Khan, M.A. and Gulzar, S. (2003). Germination responses of *Sporobolus ioclados*: A saline desert grass. *Journal of Arid Environments*. 53(3): 387-394.
- Kinet, J.M., Benrebiha, F., Bouzid, S., Lailhacar, S. and Dutuit, P. (1998). Le réseau *Atriplex*. Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-arides. *Cahiers Agricultures*. 7(6): 505-509.
- Krasensky, J. and Jonak, C. (2012). Drought, salt and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*. 63(4): 1593-1608.
- Mâalem, S. et Rahmoune, C. (2009). Toxicity of the Salt and Pericarp Inhibition on the Germination of Some *Atriplex* Species. *American-Eurasian Journal of Toxicologic*.
- Maas, E.V. and Grattan, S.R. (1999). Crop yields as affected by salinity. *Agricultural Drainage*. 38: 55-108.
- Malcolm, C.V., Lindley, V.A., O'leary, J.W., Runciman, H.V. and Barrett-Lennard, E.G. (2003). Halophyte and glycophyte salt tolerance at germination and the establishment of halophyte shrubs in saline environments. *Plant and Soil*. 253(1): 171-185.
- Marcar, N.E., Ismail, S., Hossain, A.K.M.A. and Ahmad, R. (1999). Trees, shrubs and grasses for saltlands: An annotated bibliography. *ACIAR Monograph*. 56: 316 pp.
- Mazliak, P. (1982). *Plant Physiology Growth and Development*. Tome3. Ed. Hermann Publishers of Science and Arts Collect Methods. Paris. pp420.
- Morgan, R.S., El-hady, M. Abd, et Rahim, I.S. (2018). Soil salinity mapping utilizing sentinel-2 and neural networks. *Indian Journal of Agricultural Research*. 52: 5.
- Murillo-Amador, B. Lopez-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J., Flores-Hernandez, A. (2002). Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *J. Agron. Crop Sci*. 188: 235-247.
- Naidoo, G. and Kift, J. (2006). Responses of the salt-marsh rush *Juncus kraussii* to salinity and waterlogging. *Aquatic Botany*. 84(3): 217-225.
- Slama, F., (2004). *Salinity and crop production*. University publishing center. ASIN: B004STSOGQ. Publisher: CPU (Jan 1 2004).
- Ungar, I.A. (1991). *Ecophysiology of Vascular Halophytes*. Boca Raton: CRC Press. 209 pp.
- Walker, D.J. and Lutts, S. (2014). The tolerance of *Atriplex halimus* L. to environmental stresses. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 1081-1090.