Introduction générale

Les terrains halomorphes, plus communément connus sous le terme de terrains salés, se rencontrent dans toutes les parties du monde et particulièrement en région méditerranéene. Ils sont fréquents au Maghreb, aussi bien en situation littorale que continentale (Chotts, Sebkhas).

Le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et entraîne les conséquences les plus graves à court et long terme (**Halitim, 1985**).

Chaque année des millions d'hectares sont soustraits à une utilisation agro-pastorale par la désertification. La cause de ce phénomène n'est pas uniquement une conjoncture climatique défavorable, mais aussi une action anthropozoïque, entraînant très souvent la salinisation des sols. En effet, le démantèlement de la couverture végétale (défrichement) accentue l'évaporation du sol et favorise les remontées de sels en période sèche.

Les terres arides et semi arides représentent un tiers de la surface du globe. Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole (**Zid et Grignon**, **1991** ; **Baatour et *al.*, 2004 *in* Zidane-Ouiza et *al.*, 2010**).

Une étude sur le schéma d'utilisation des terres mondiales révèle que 7% de la superficie terrestre du monde, s'élevant à 1000 millions d'hectares, est devenu saline (**Tester et Davenport**, **2003 *in* Jithesh et *al.*, 2006**).

Dans la région méditerranéenne, les processus pédologiques hérités et actuels, sont à l'origine d'un ordonnancement temporel et spatial des faciès géochimiques propres à nos régions, ainsi les terrains halomorphes ou salsodiques, caractérisés par une teneur élevée en sels solubles, se retrouvent dans toutes les parties du monde et plus particulièrement en Afrique du Nord. D'après **Boulaine (1957)** leur extension est favorisée par les irrégularités du climat méditerranéen, les influences de l'aridité saharienne et par la remontée de la nappe aquifère sous l'influence de pratiques agricoles (**Servant, 1970 et 1975**). Les eaux d'irrigation souvent de qualité médiocre, le drainage déficient ainsi que les irrigations non contrôlées sont autant de facteurs contribuant à l'installation de la salinité des sols (**Chevery et Robert, 1993**).

Selon **Servant (1986)** la contamination des terres par les sels s'effectue par l'intermédiaire de l'eau qui est le vecteur de la salinité dans la majorité des cas, exception faite, toutefois, des particules de sels pouvant être transportées par le vent lorsque les sols salés présentent une structure poudreuse, pseudosableuse, riche en microcristaux de sel.

La richesse du sol en sels solubles ou en ions défloculant tels que le sodium se répercute dans sa morphologie, en surface et plus ou moins en profondeur. Dès que la salinité atteint un certain seuil, celle-ci provoque la dégradation des propriétés physiques du sol (notamment la structure), des propriétés chimiques et bioclimatiques (toxicité de certains éléments tels que le chlore et le sodium) ainsi que le ralentissement de l'activité biologique des sols (**De Boodt, 1993** ; **Chevery et Robert, 1993**).

En régime naturel, les conditions climatiques (précipitations, évaporation) différencient des dynamiques verticales descendantes, ascendantes ou complexes qui caractérisent les profils salins des sols halomorphes du point de vue des sels solubles ou du sodium échangeable (**Loyer, 1988**). La surface des sols sodiques est parfois recouverte d'une véritable croûte saline ; ce phénomène a déjà été décrit il y a bien longtemps par **Durand (1958)**.

En parallèle avec ces changements édaphiques, des changements importants se manifestent au niveau de la végétation. De ce fait, toute modification du milieu est suivie par une réaction immédiate de la végétation dont la sensibilité et la fragilité sont très accusées (**Bendaanoun, 1981**). Certains groupements disparaissent pour céder leur place à d'autres plus adaptés, il s'agit des peuplements halophiles.

Actuellement on appelle halophyte toute plante qui est en contact par une partie quelconque de son organisme avec des concentrations anormalement fortes de sels : végétation marine, plantes de bords de mer, de déserts, marais ou lacs salés. Les halophytes comprennent en réalité des espèces manifestant « en culture comparée » un meilleur développement dans les milieux enrichis en sels solubles et des espèces dites halo-résistantes en fait les plus nombreuses, qui tolèrent plus ou moins ces mêmes éléments (**Corre, 1975**).

Les halophytes sont un groupe d'espèces végétales spécialisées du point de vue écologique, physiologique et biochimique, se développant sur des substrats salés, capables de produire des masses vertes et des graines pendant la période de vie

(**Aronson, 1985**; **O'Leary, 1985**; **Shamsutdinov, 1995** ***in*** **Shamsutdinov et Shamsutdinov, 2008**).

Les halophytes pérennes varient dans leur capacité à tolérer la salinité (**Khan, 2002**). Cette variation pourrait être due à un certain nombre de facteurs tels que la lumière, la température, et les variations de l'humidité (**Baskin et Baskin, 1998**; **Mahmoud et *al.*, 1983**; **Noe et Zedler, 2000** ***in*** **Zia and Khan, 2004**).

Selon **Ozenda (1982)** la famille des Chénopodiacées fournit le contingent majoritaire dans ces types de peuplements ; beaucoup de ses représentants halophiles ont une apparence de plantes grasses à rameaux articulés, comme les salicornes formant le fond de la végétation de la Camargue. Certaines espèces, peu nombreuses d'ailleurs, supportent des teneurs de 1 à 3 pour 100 de sel dans le sol, mais le caractère halophile de la végétation apparaît déjà pour des teneurs inférieures à 1 pour 100 (**Ozenda, 1982**).

En somme, la végétation se présente comme le meilleur indicateur pouvant nous renseigner sur la nouvelle ambiance du milieu considéré, lequel est soumis la plupart du temps à une évolution perpétuelle. De plus, l'action conjuguée de l'homme et des animaux dite action anthropozoogène, a considérablement modifiée les deux facteurs du milieu cités ci-dessus : la végétation et le sol.

L'exploitation irrationnelle des ressources végétales des écosystèmes étudiés a provoqué une dégradation souvent irréversible, qui s'est produite à des rythmes variables.

L'accroissement des populations du cheptel a créé des besoins qui ont pu durant un certain temps, être couverts par une augmentation des prélèvements et des tentatives de mise en culture. Les modalités de cette désertification ont pu être définies en région méditerranéenne (**Barbero et *al.*, 1990**).

Cette dégradation de la végétation dans la région méditerranéenne a été particulièrement étudiée au cours des dernières décennies ; elle a été la préoccupation de plusieurs chercheurs ou scientifiques notamment : **Harroy (1967)**, **Barbero et Quézel (1979 et 1980)**, **Quezel (1999, 2000)**, **Jauffret et Lavorel (2003), Oztas et *al.* , (2003)** pour ne citer que ceux-là.

Nous insisterons ici plus particulièrement sur les parcours pastoraux qui sont souvent présents sur toutes les formations végétales à *Arthrocnemum glaucum*.

D'après **Long (1960)** un terrain de parcours peut être constitué par toute l'étendue d'un territoire sur lequel le bétail consomme l'herbe de toutes sortes de groupements végétaux, librement et sans contrôle.

Les parcours recouvrent donc d'énormes surfaces parcourues par une dominance de têtes d'ovins très attirées par les espèces à forte palatabilité telles que *Atriplex halimus*, *Plantago lagopus* , *Medicago rugosa*, etc. mais aussi *Arthrocnemum glaucum*. Pour exemple, nous avons quelques chiffres : au niveau de la commune de El-Amria les parcours recouvrent une superficie de 6366 hectares ; ces surfaces sont parcourues par plus de 15880 têtes d'ovins, 542 têtes de bovins et 1149 de caprins (**D.S.A[1], 2002**). Selon **Khaldoun (2000)** ces parcours ne sauraient être interdits pour des raisons économiques, sociales et écologiques évidentes, ils devraient être par contre rigoureusement réglementés pour que l'on n'aboutisse pas, comme c'est souvent le cas, à la thérophytisation voire à la désertification de nos écosystèmes.

Le travail que nous présenterons dans le cadre de cette étude fait suite à un ensemble de travaux sur les sols halomorphes et sur la végétation halophile en Algérie en général et en Oranie en particulier parmi lesquels nous pouvons citer : **Killian (1954)**, **Ruellan (1971)**, **Halitim (1973, 1988)**, **Boukhris et Loussaint (1975)**, **Pouget (1973, 1980)**, **Alcaraz (1982)**, **Djebaili (1984)**, **Aimé (1991)**, **Benabadji (1991, 1995)**, **Bouazza (1991, 1995)**, Adi (2001), **Hellal et *al*. (2004), Mehdadi et *al*. (2004), Ghezlaoui et *al* (2009), Benabadji et *al.* (2009).**

Il convient de signaler quelques travaux de thèse éffectués recemment au sein de notre équipe de recherche du Laboratoire d'Ecologie et de gestion des ecosystèmes steppiques et naturels. **Merzouk (2010)** a abordé l'étude phytoécologique et biomorphologique des peuplements halophiles dans la région occidentale de l'Oranie. **Aboura (2011)** a traité un volet différent, la dynamique et la physionomie des Atriplexaies en Algérie occidentale. Quant à **Ghezlaoui (2011)**, celui-ci a axé son thème de recherche sur la bio morphologie et le polymorphisme des appareils aériens de *Atriplex halimus* et *Tamarix gallica* de l'Oranie.

[1] D.S.A. Direction des Services Agricoles

Rapport-Gratuit.com

En ce qui nous concerne, après une recherche bibliographique, nous sommes arrivés à la conclusion que pas ou très peu de travaux récents, notamment en Algérie, ont porté sur *Arthrocnemum glaucum*. Le terrain étant relativement vierge, nous nous sommes ainsi débattus afin d'essayer de réunir un maximum d'informations concernant cette espèce à l'aspect physionomique un peu étrange et très présente en Algérie occidentale.

Au niveau de notre zone d'étude la répartition et la composition des groupements à *Arthrocnemum glaucum* ont été complètement bouleversées par les actions suivantes, ceci a d'ailleurs motivé une pareille étude :

- Défrichement à des fins agricoles (« Sebkha 1 et 2 ») ;
- Pastoralisme engendrant le piétinement, le surpâturage et l'utilisation anarchique des parcours (« Sebkha 1 et Oglat en Naadja ») ;
- Installation de décharges anarchiques (« Sebkha 1 ») ;
- Rejet d'eaux usées et/ou industrielles (Tannerie d'El-Amria). Ces rejets fortement chargés en matière organique, en sels de chromes, en soude et acides, contribuent aux modifications de la submersion de la Sebkha d'Oran et des conditions d'halophilie ;
- Aménagement d'une plage touristique et rejet d'eaux usées (« Rachgoun 1 et 2, Moscarda ») ;
- Installation d'une station de dessalement de l'eau de mer (« Rachgoun 2) ;
- Projet d'aménagement d'un aéroport militaire à proximité de la station « Sebkha 1 ».

Alors que peu d'observations histologiques et biométriques concernent l'espèce *Arthrocnemum glaucum* en Oranie occidentale, cette étude descriptive, assez originale, pourra t- elle apporter les éléments de réponses relatifs à ce sujet ?

La présence des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* aussi bien dans la région littorale que dans la région steppique du Chott El-Gharbi nous a poussés à étudier leur composition floristique à travers un certain nombre de relevés de végétation et ce, afin de les caractériser botaniquement et les analyser à l'aide de l'outil biostatistique comme l'analyse factorielle des correspondances.

En somme, ce travail se propose d'apporter une contribution à l'étude des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* de l'Oranie, à travers leur taxonomie et leur bio-écologie. Notre objectif principal est de comparer les différents peuplements à

Arthrocnemum glaucum, ceux installés aux alentours de la Sebkha d'Oran à ceux localisés au niveau du littoral notamment les plages de Rachgoun et Moscarda et à ceux localisés au niveau de Chott El-Gharbi qui offrent des conditions écologiques souvent différentes.

Afin de tenter de répondre à notre objectif, les chapitres suivants seront traités :

- Morpho taxonomie et biologie de *Arthrocnemum glaucum ;*
- Zone d'étude, milieu physique ;
- Histologie organographique ;
- Elongation racinaire et mesures morphologiques de *Arthrocnemum glaucum ;*
- Analyse floristique.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chapitre I

Morpho taxonomie et Biologie de Arthrocnemum glaucum

Introduction

I-1- Généralités

I-1-1- Famille des Amarantacées ou Chénopodiacées

I-1-2- Origine du nom : *Arthrocnemum glaucum*

I-1-3- Aire géographique de l'espèce

I-1-4- Intérêt de *Arthrocnemum glaucum*

I-2- Systématique de *Arthrocnemum glaucum*

I-2-1- Classification

I-2-2- Synonymes

I-3- Organographie

I-3-1- Partie aérienne

I-3-1-1- Tige et rameau

I-3-1-2- Feuille

I-3-1-3- Inflorescence

I-3-2- Partie souterraine

I-4- Phytomasse de *Arthrocnemum glaucum* (Matière sèche, matière fraiche)

I-4-1- Teneur en eau de l'espèce

I-4-1-1- Méthodologie

I-4-1-2- Résultats

I-4-1-3- Interprétations

I-4-1-4- Conclusion

I-4-2- Densité de l'appareil aérien et de l'appareil souterrain

I-4-2-1- Méthodologie

I-4-2-2- Résultats

I-4-2-3- Interprétations

I-4-2-4- Conclusion

I-5-Pollu tolérance de *Arthrocnemum glaucum*

I-5-1- Notion de « concentreur biologique »

I-5-2- Méthodologie

I-5-3- Résultats

I-5-4- Interprétations

I-5-5- Conclusion

Conclusion

Introduction

Le terme « halophyte » désigne les espèces végétales qui évoluent dans des milieux salés. Actuellement on appelle halophyte toute plante qui est en contact par une partie quelconque de son organisme avec des concentrations anormalement fortes de sels : végétation marine, plantes de bords de mer, de déserts, marais ou lacs salés. On distingue néanmoins les "halophytes facultatives", qui bien que pouvant résister à d'importantes accumulations de sels dans le milieu extérieur se comportent normalement sur des sols non salés (certaines espèces d'*Atriplex* par exemple), des "halophytes obligatoires". Ces dernières ne peuvent se développer convenablement qu'en présence de fortes concentrations salines par exemple les salicornes telle que *Salicornia fruticosa* qui présente une tolérance en sels de 33 à 42 meq/100g. D'une manière générale, on leur réserve le qualificatif d'halophiles c'est-à-dire plantes aimant le sel (**Dangien, 1980**).

I-1- Généralités

L'*Arthrocnemum glaucum* (Photo n° 1) est une espèce, appartenant à la famille des Chénopodiacées, qui forme des groupements hyperhalophiles colonisant des milieux temporairement submergés (**Corre, 1975 et Metge, 1977**). Selon la nouvelle classification dite APG III (Angiosperms Phylogeny group III) les Chénopodiacées sont dorénavant appelés Amaranthacées. Ce nom d' « Amaranthacée » n'est pas nouveau, **Monteil (1906)** affirme que certains auteurs considéraient les Amaranthacées comme une tribu des Chénopodiacées.

Des études moléculaires et morphologiques ont montré que les Chenopodiaceae étaient très proches des Amaranthaceae, et, selon certains, les deux familles peuvent être fusionnées (**Rodman, 1990 ; Angiosperms Phylogeny Group, 1998, 2003** ; **Judd et Ferguson, 1999**), c'est chose faite.

Photo prise le 25-05-2011 par Bensouna.A

Photo n° 1 : Aspect vert-bleuâtre de *Arthrocnemum glaucum*

I-1-1- Famille des Amaranthacées ou Chénopodiacées

Les Amaranthacées représentent ¼ des halophytes dans le monde.Comprenant plus de cent genres, et 2400 espèces, ce sont des plantes de terrains salés, buissonnantes rarement des herbes, vivant surtout sous les climats arides et semi-arides.

Elles acquièrent, sous l'influence de l'eau salée, des caractères spéciaux ; elles sont moins sveltes, plus charnues, plus succulentes, plus transparentes et d'une couleur verte différente de celle des plantes normales (**Monteil, 1906**).

Selon **Ozenda (1991)** cette famille est caractérisée d'un point de vue floristique par :

- Des fleurs petites sans pétales avec 2 à 5 sépales peu visibles cachés en partie sous les bractées ; la floraison est en général automnale ;
- Un périanthe formé de cinq pièces, persistant autour du fruit ;
- Des étamines en nombre variable, généralement inférieur à cinq ;
- Un ovaire comportant une seule loge, contenant un ovule, généralement surmonté de deux stigmates ;

- La graine est ordinairement aplatie en une lentille, disposée suivant les genres dans un plan vertical ou horizontal.

Selon **Dupont et Guignard (2007)** les fleurs sont très petites, disposées en cymes contractées souvent regroupées en panicules. Elles sont hermaphrodites ou unisexuées monoïques ou même parfois dioïques. La formule florale s'écrit : 5T + 5E + 3C ouverts (parfois 2C). Les stigmates sont libres et bien développés.

L'organisation des genres des Chénopodiacées en sous-familles et tribus a été une source de confusion dès le début des années 1800 (**Blackwell, 1977**). La première division des Chénopodiacées en groupes a été faite par **Meyer (1829)** qui a utilisé la structure des graines pour séparer les espèces avec des semences exalbuminées et un embryon en spirale, de ceux avec des graines albumineuses et un embryon périphérique (**Kapralov et *al.*, 2006**).

Selon **Ozenda (1991)** la classification des Amaranthacées repose toujours essentiellement sur la structure de la graine et la forme de l'embryon, caractères d'une observation assez délicate.

La répartition géographique des Amaranthacées est très vaste.

On les retrouve dans le bassin méditerranéen et le Sahara, au Moyen-Orient dans les steppes et déserts de l'Asie centrale, en Afrique du sud, Australie et les deux Amériques. En Europe, cette famille compte quelques dizaines d'espèces (**Ozenda, 1958**). Cependant les Amaranthacées hyperhalophiles telles que *Halocnemum strobilaceum* ou *Arthrocnemum glaucum* font défaut au Sahara central et méridional. Elles descendent par contre très au Sud dans le Sahara océanique (**Ozenda, 1991**).

I-1-2- Origine du nom : *Arthrocnemum glaucum*

Arthrocnemum signifie « cornes de sel » en français et « articles galbés comme le mollet » en latin. Cet étrange aspect renflé des tiges est dû à une concentration élevée de chlorure de sodium dans les tissus, ce qui crée un appel d'eau et fait enfler les entre-nœuds. Au niveau des nœuds en revanche, la tige semble pouvoir se désarticuler et, de ce fait, elle y est cassante, surtout dans l'axe des épis.

L'adjectif *macrostachyum* (« gros épis ») prend acte de la taille respectable de ces derniers.

Son nom vernaculaire est la salicorne à gros épis. On l'appele aussi parfois salicorne glauque ou grise. En arabe le nom de Hardjem ou Hamel lui est donné, selon

le répertoire des noms indigènes des plantes spontanées cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique de **Trabut (1935)**. Le nom de El-N'jil lui a également été attribué.

I-1-3- Aire géographique de l'espèce

Arthrocnemum glaucum est une espèce méditerranéenne, rare cependant en Provence. Cette espèce colonise les zones frontières entre terre et eaux, on la retrouve dans les bas-fonds salés des chotts (**Quézel et Santa, 1962-1963**).On peut également la rencontrer en bordure de mer, dans les marais salants et les déserts salés.

Selon **Maire (1962)** on retrouve le genre *Arthrocnemum* en Europe méridionale, en Asie occidentale, en Egypte, en Macaronésie, en Afrique tropicale et australe, en Asie méridionale, en Australie et en Nouvelle-Zélande. En Afrique du Nord et plus précisement en Tunisie, il est présent du littoral aux oasis. En Algérie, on le trouve dans les marais salés du littoral, dans les hauts plateaux et dans le Sahara septentrional et enfin au Maroc il est fréquent du littoral au Sahara (**Maire, 1962**).

Habitat : On retrouve cette espèce au niveau des sansouires, marais salants, sables et rochers littoraux à des altitudes nulles.

I-1-4- Intérêt de *Arthrocnemum glaucum*

Selon l'Herbier des plantes sauvages de **Pierre et Délia Vigne (2007)** la salicorne n'a pas de véritable importance commerciale, mais elle fournit un complément de revenus aux sauniers. Riche en iode, phosphore, calcium, silice, zinc, manganèse et en vitamines, les extrémités des jeunes pousses sont consommées en condiments ou en accompagnement du poisson, un peu comme les haricots verts. Brûlée, elle fournissait autrefois des cendres qui donnaient de la soude pour la production du savon et du verre. Au XIV siècle d'ailleurs, les verriers se déplaçaient en fonction des endroits où poussait la salicorne.

Au niveau des stations d'étude cette espèce était très appréciée par le bétail (Photo n° 2). En effet **Ozenda (1991)** affirme que beaucoup de plantes à feuillage mou ou charnu, notamment les Crucifères, les Légumineuses et quelques Chénopodiacées sont broutées par tous les animaux.

Il ajoute aussi, que les besoins en bois de feu des populations sahariennes sont tels, qu'elles utilisent non seulement les arbres mais les souches de nombreux arbustes, en particulier ceux appartenant à la famille des Chénopodiacées. En effet, la proximité d'un campement d'agro pasteur au niveau de la station « Sebkha 1 » justifie l'état de dégradation de la végétation et notamment de *Arthrocnemum glaucum* (Photo n° 3).

L'utilisation traditionnelle des halophytes comme plantes à intérêts médicinales et alimentaires est justifiée entre autres par leur capacité à surmonter le stress oxydatif

déclenché par la salinité. Cette capacité est régie par de multiples mécanismes biochimiques (biosynthèse d'osmolytes, de protéines spécifiques et de molécules anti oxydantes) qui facilitent le maintien et/ou l'acquisition de l'eau, la protection des chloroplastes et le maintien de l'homéostasie ionique.

Aussi **Ksouri et *al.* (2008)** ont valorisé certaines halophytes, pouvant être utilisées comme une source naturelle de biosynthèse d'antioxydants, par la mise en évidence de leurs molécules actives.

Les graines de *Arthrocnemum glaucum* ont fait l'objet d'une étude par **Weber et *al.* (2006)** afin de déterminer leur potentiel à être utilisées comme source d'huile comestible. La quantité d'huile présente variait de 22 à 25% et les taux d'acides gras insaturés sont élevés (65 à 74 %). Les résultats indiquent clairement que ces graines, libres de toutes composantes indésirables, pourrait être utilisées comme source d'huile pour la consommation humaine (**Weber et *al.* , 2006**).

Chandrasekaran et *al.* (2008) ont mis en évidence un effet antibactérien puissant et des activités anti-candidal modérées des extraits FAME de quatre halophytes dont *Arthrocnemum*.

L'administration d'extraits de *Arthrocnemum glaucum* à des rats normo glycémiques produit un effet persistant d'hypoglycémie ; aussi, donnés aux rats diabétiques, ces extraits ont montré un effet hypoglycémiant supérieur à celui de « Daonil » selon **Shabana (1990)** *in* **Bnouham (2006)**.

Photo prise le 13-04-2009

Photo n° 2 : Pression anthropozoïque au niveau de la station « Sebkha 1 » : *Arthrocnemum glaucum* très apprécié par le bétail ovins.

Photo prise en 05-2010

Photo n° 3 : Campement d'agro-pasteurs semi-nomades (Station « Sebkha 1 »)

I-2- Systématique de *Arthrocnemum glaucum*

I-2-1- Classification

Règne : végétal

Embranchement : Spermatophytes

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicots moyennes

Sous-classe : Pré-astéridées

Ordre : Caryophyllales

Famille : Amaranthacées

Genre/Espèce : *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

I-2-2- Synonymes

Arthrocnemum fruticosum (L.) Moq.

A.indicum (Willd) Moq.

A.macrostachyum (Moris).

Salicornia fruticosa (L).

S.glauca

S.virginica

S.macrostachya (Moris)

S.indica Willd

S.originica Forsk.

Selon l'Index synonymique et bibliographique de la Flore d'Afrique du Nord par **Dobignard (2008)**, deux synonymes supplémentaires apparaissent : *Arthronemum perenne* (Miller) Moss = *Sarcocornia perennis*.

I-3- Organographie

Arthrocnemum glaucum forme des touffes denses atteignant 1m maximum (Photo n° 4).

Photo prise en 05-2011

Photo n° 4 : Touffes denses de *Arthrocnemum glaucum* (station « Rachgoun2 »)

I-3-1- Partie aérienne (Fig. 1)

I-3-1-1- Tige et rameau

Il s'agit d'un sous–arbrisseau vivace dont les tiges ligneuses à la base, couchées, se redressent pour porter de curieux rameaux verticaux articulés, aux entre-nœuds courts, qui se renouvellent partiellement au cours de l'année. D'abord charnus et vert bleuâtre (Photo n° 1), puis vert jaunâtre (Photo n° 5), ils passent au rouge en automne (Photo n° 6) puis sèchent et brunissent (Fig. 1).

Sur le plan anatomique, la tige montre de l'extérieur vers l'intérieur : épiderme, parenchyme palissadique, parenchyme aquifère, tissus conducteurs (phloème, métaxylème et protoxylème), parenchyme médullaire.

D'après **Maire (1962)** le chlorenchyme est entremêlé de stéréides allongées transversalement, subrameuses, à membrane très épaissie.

I-3-1-2- Feuille

L'adaptation au milieu s'accompagne d'une réduction des fleurs et des feuilles.

Les feuilles minuscules opposées, sans limbe, sont réduites à des gaines soudées par deux autour de la tige et confondues avec elle. **Maire (1962)** définit les feuilles comme étant la partie libre très courte, formant une gaine légèrement bilobée, à marge hyaline, à lobes apiculés. Les feuilles florales très courtes cachent ordinairement incomplètement les fleurs.

I-3-1-3- Inflorescence

L'inflorescence est en épis latéraux et terminaux, longs de 3 à 6 cms, large de 3 à 4 mm (Photo n° 5 et Fig. 2).

Selon **Maire (1962)** ces épis sont sessiles, subcylindriques ou obtusément tétragones, à rachis excavé au niveau des fleurs, à excavations décussées. Les fleurs petites et sans éclat, sont groupées par trois à l'aisselle de bractées atrophiées. Elles sont ternées, dans une logette simple, égales, atteignant à peine les 2/3 de l'article auquel elles sont accolées. Elles n'ont pas de pétales mais un calice presque clos qui abrite deux étamines et un pistil, mûr après les étamines. Les deux étamines, postérieure et antérieure sont dotées de filets capillaires, concrescents à la base avec l'ovaire et d'anthères à la fin exsertes, jaunes et oblongues **(Maire, 1962)**. L'ovaire est ovoïde, un peu comprimé, à deux stigmates capillaire avec un ovule subsessile, à micropyle infère **(Maire, 1962)**.

Selon **Quezel et Santa (1962, 1963)** le périanthe de 2 à 4 mm est doté de 3 tépales subégaux, apiculés au sommet avec une floraison en mai-juin. Aussi, la

pollinisation est anémophile **(Quezel et Santa, 1962-1963)** et la dissémination est de type hydrochore (**Tela Botanica[2], 2011**).

Formule florale : 3 à 4 S + 0 P + 1 à 2 E+ 2 C

S : sépale P : pétale E : étamine C : carpelle

Diagramme floral (Fig. 3) :

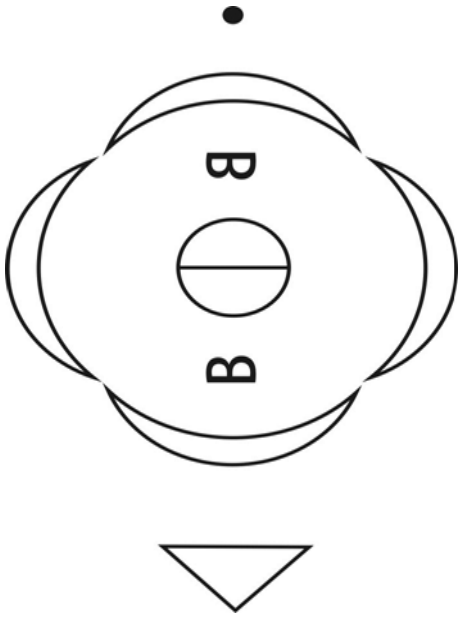


Fig. 3 : Diagramme floral de *Arthrocnemum glaucum*

[2] **Tela Botanica**: réseau collaboratif de botanistes francophones (*www.**tela-botanica**.org)*

Photo prise le 17-05-2009

Photo n° 5 : *Arthrocnemum glaucum* en fleurs

Photo prise en 2011 par Bensouna A.

Photo n° 6 : Aspect rougeâtre de *Arthrocnemum glaucum*

Cachés par le calice (tépales) persistant, les fruits sont des akènes. Leur enveloppe s'amincit et se déchire à la base en laissant saillir une graine comprimée, allongée et noirâtre (Photo n° 7).

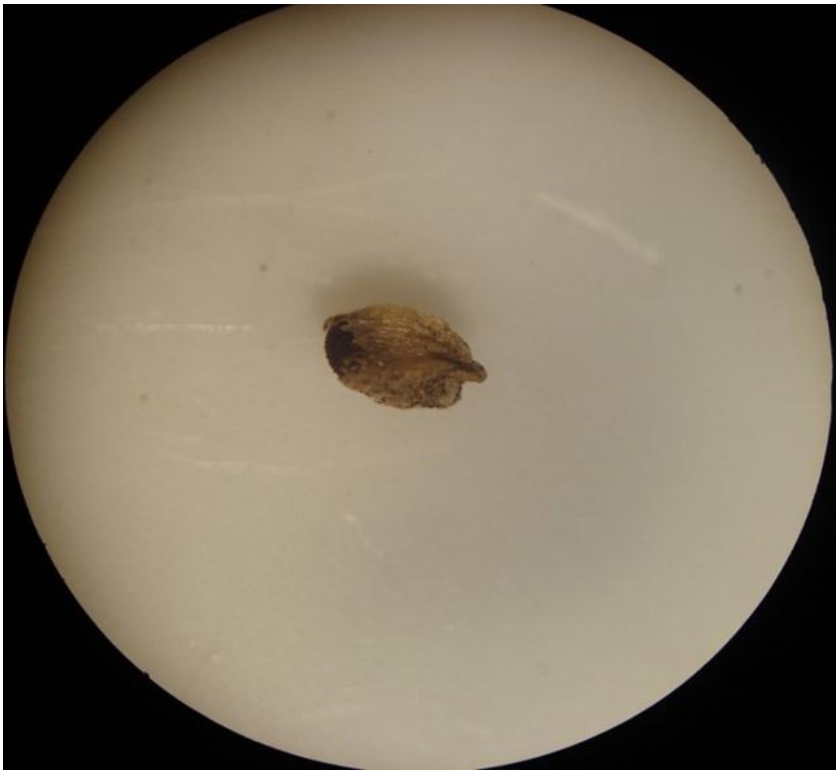


Photo prise le 11-2011 par Bensouna A.

Photo n° 7 : Enveloppe de l'akène se déchire laissant apparaitre la graine de *Arthrocnemum glaucum*

La graine de 0.65 à 0.9 mm est verticale oblongue, un peu comprimée, brun-noir luisante, verruqueuse sur le dos, très finement réticulée sur les faces latérales à albumen abondant et charnu ; l'embryon est dorsal, arqué, à radicule infère **(Maire, 1962)**.

Les semences dimorphes d'*Arthrocnemum* adhèrent aux épis à la fin août mais il est courant d'en trouver au printemps suivant dans les épis desséchés (Photo n°8). Une bonne partie des graines sont arrachées lors de la mauvaise saison par le vent. Les germinations se produisent tout au début du printemps et même parfois en février ; elles coïncident avec le dessalement du sol en surface.

L'orientation de la disposition de la graine est importante à examiner pour séparer les genres.

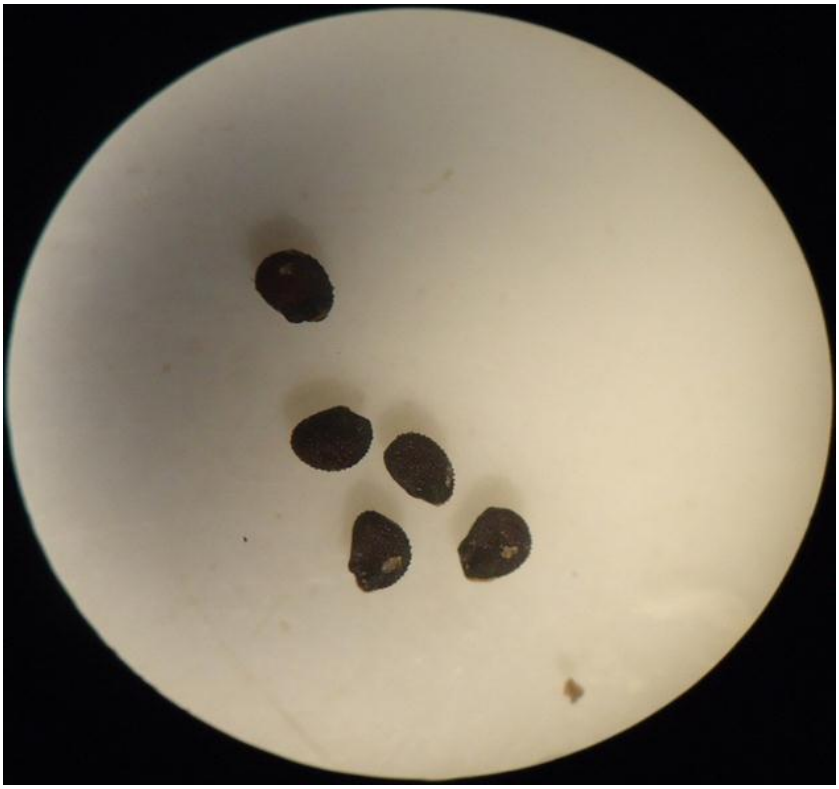


Photo prise le 11-2011 par Bensouna A.

Photo n° 8 : Graines de *Arthrocnemum glaucum* (station « Sebkha 2 »)

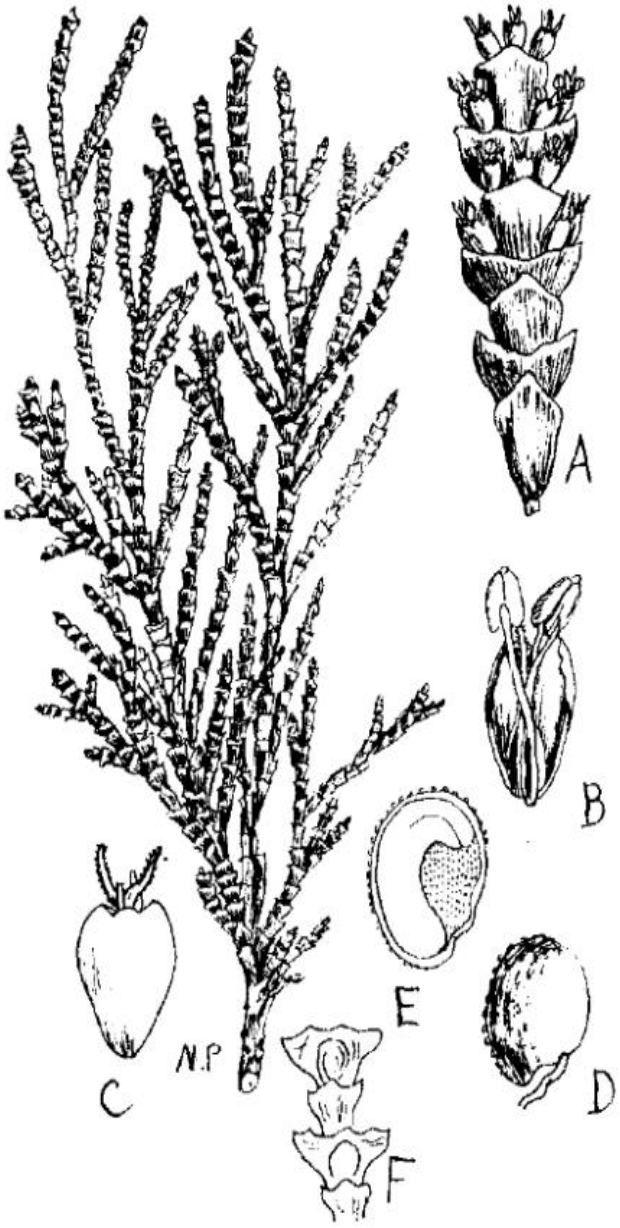
Selon **Shepherd et *al.* (2005**) les semences des Salicornioideae ont une placentation basale, en harmonie avec les autres représentants des Chénopodiacées. Cependant, l'orientation des semences est variable au niveau des espèces.

Les graines des halophytes sont riches en protéines, huiles et hydrates de carbone, ils peuvent fournir ainsi des cultures alternatives d'une valeur inestimable pour les régions agricoles touchées par la salinité (**Shepherd et *al.* , 2005**).

La plupart des graines des Salicornioideae semblent opaques, mais certaines sont translucides, avec un contour de l'embryon et périsperme visible (**Shepherd et *al.* , 2005**).

I-3-2- Partie souterraine (Photo n° 9)

Arthrocnemum glaucum possède un système racinaire très développé et impressionnant où le xylème prend une place très importante, vu les besoins considérables en eau qu'exige cette espèce. La croissance racinaire est souvent un indicateur de la capacité de la plante à s'adapter à la sécheresse.



Arthrocnemum indicum.

A, Fragment d'épi florifère ; B, Fleur (coupe verticale au stade ♂) ; C, Fleur au stade ♀ ; D, Graine ; E, Graine (coupe longitudinale) ; F, Fragment d'axe de l'épi florifère.

Fig. 2 : *Arthrocnemum glaucum* (Maire, 1962)

Aussi, l'appareil radiculaire de ***Arthrocnemum glaucum*** a suscité beaucoup d'attention et sa description a nettement évoluée.

Braun-Blanquet, Bharucha et **Meir (1931)** *in* **Knoerr (1961)**, signalent l'enracinement exclusivement en surface de cette espèce, conséquence de la nature asphyxiante occasionnelle du sous-sol.

Knoerr (1961) a pu observer des racines qui descendaient en profondeur très loin, aussi loin qu'il était possible de sonder à vue d'oeil, c'est-à-dire à plus de 40 cm, les racines était encore vigoureuses bien que n'ayant plus que 2 mm de diamètre.

Gorenflot et De Foucault (2005) le confirment, les systèmes pivotants à extension verticale atteignent plusieurs mètres pour des arbrisseaux des zones arides, ce qui leur permet de parvenir à des profondeurs où le sol reste longtemps relativement humide.

Selon la description de l'espèce faite par **Maire (1962)**, la racine est ligneuse, épaisse, pivotante ou oblique.

Houzir (1994), définit ***Arthrocnemum glaucum*** comme une salsolacée vivace, basse qui bénéficie d'un appareil radiculaire puissant la maintenant en végétation toute l'année.

Selon **Macintosh (2005)** c'est une plante ligneuse vivace à enracinement vite important**.** En ce qui nous concerne, il est impossible de dire jusqu'où va en profondeur le pivot radiculaire, et quelles teneurs en eau et en chlorures il rencontre.

Photo n° 9 : Vue de l'espèce *Arthrocnemum glaucum,* mise en évidence du système racinaire pivotant

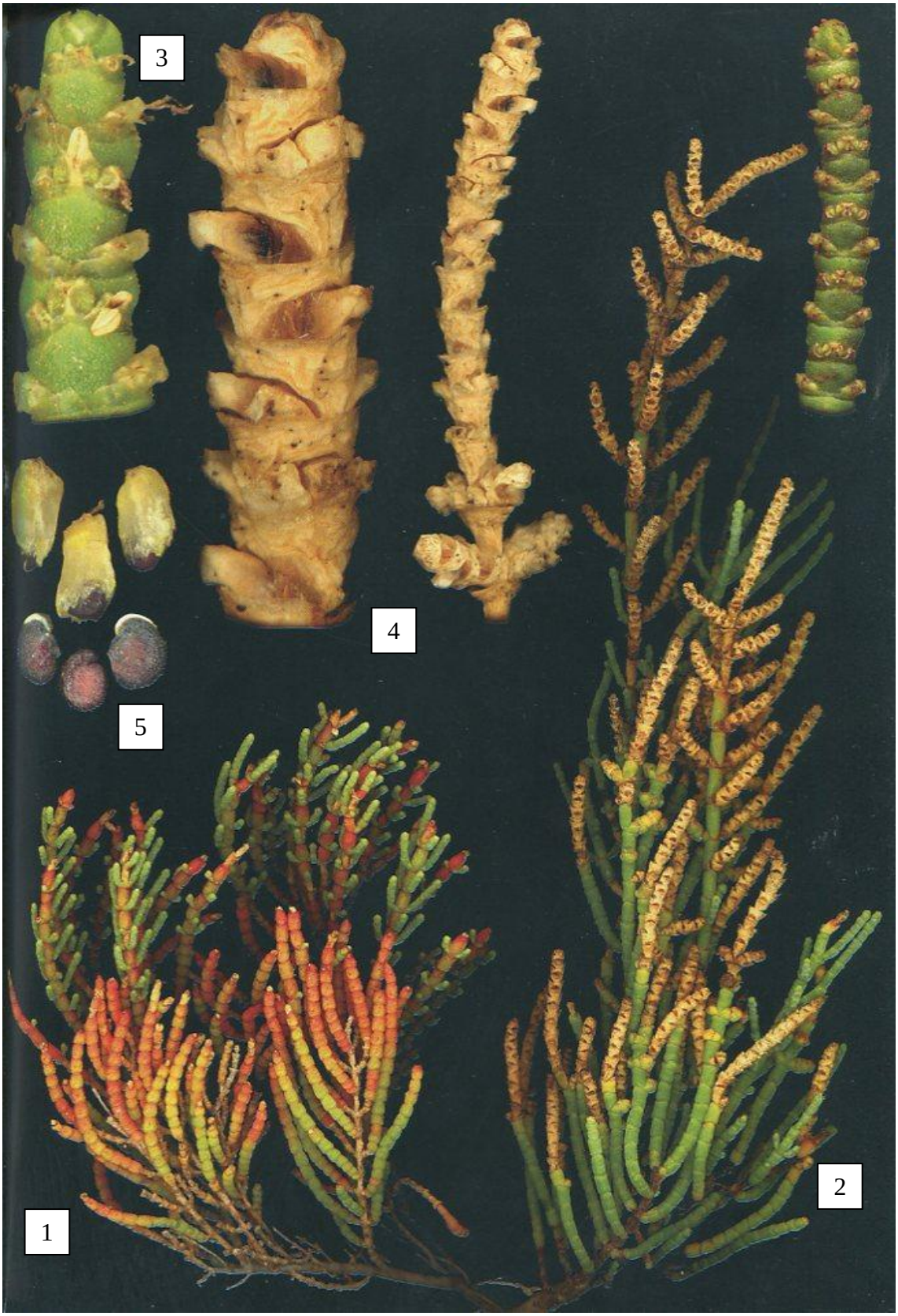


Fig. 1 : Zoom sur *Arthrocnemum glaucum* (Vignes, 2007)

1- Aspect rougeâtre 2- Aspect brunâtre 3- Feuilles réduites
4- Rameau désséché 5- Graines

I-4- Phytomasse de *Arthrocnemum glaucum* (Matière sèche, matière fraiche)

I-4-1- Teneur en eau de l'espèce

I-4-1-1- Méthodologie

Des échantillons de *Arthrocnemum glaucum* ont été récoltés lors des sorties sur le terrain au niveau de chaque station d'étude. Ils ont été pesés immédiatement après le retour au laboratoire. Nous avons délibérément pris 500g de la partie aérienne que nous avons mis dans l'étuve à 105°C pendant 24h. Ces échantillons ont été pesés de nouveau et les valeurs obtenues correspondent au poids sec. Aussi, la teneur en eau des tissus de l'espèce (TET) a été évaluée selon la formule ci-dessous dans une étude sur les mécanismes de tolérance au sel de quelques halophytes d'Arabie Saoudite et d'Egypte :

$$\text{TET (\%)} = \frac{\text{Pf}-\text{Ps}}{\text{Pf}} \times 100$$

I-4-1-2- Résultats

Le poids frais et sec des échantillons prélevés ainsi que leur teneur en eau ont été reportés au niveau du tableau 1 ci-dessous.

Tab. 1 : Mesure du poids frais, poids sec et teneur en eau des échantillons de *Arthrocnemum glaucum*

Echantillons	Poids frais (g)	Poids sec (g)	Teneur en eau (%)
Station « Rachgoun1 »	500	127,5	74,5
Station « Rachgoun2 »	500	91	81,8
Station « Moscarda »	500	209,29	58,14
Station « Sebkha 2 »	500	123,7	75,26
Station « Chott El-Gharbi »	500	125,77	74,84

I-4-1-3- Interprétations

Les teneurs en eau des échantillons des cinq stations d'étude sont importantes.

Celles-ci peuvent être considérées comme liées à la succulence de la plante. Cette dernière augmente avec la concentration en NaCl du milieu jusqu'à un seuil où la concentration très élevée de ce sel devient toxique pour la plante. En effet, cet étrange aspect renflé des tiges est dû à une concentration élevée de chlorures de sodium dans les tissus, ce qui crée un appel d'eau et fait enfler les entre-nœuds. Au niveau des nœuds en revanche, la tige semble pouvoir se désarticuler et de ce fait, elle y est cassante, surtout dans l'axe des épis.

Selon **Hendricks et Bushnell (2008)** les halophytes ont des cellules qui transportent des ions sodium Na^+ qui attirent les ions Cl^- qui à leur tour attirent de l'eau. Tout sel absorbé par les plantes est géré par ces cellules spécialisées. Les halophytes absorbent des ions sodium et les transportent vers les vacuoles via une protéine appelée sodium-proton antiport, qui est très active dans les halophytes, causant un renversement dans la pression osmotique. La pression de turgescence qui en résulte permet à ces cellules dites ampoulées de retenir plus d'eau et maintenir la rigidité de la plante grâce à l'interaction des cellules voisines.

Certaines halophytes ont des systèmes qui fonctionnent comme des membranes semi-perméables pour faire passer l'eau et filtrer les sels. D'autres ont développé des vésicules dans les feuilles qui stockent le sel et peuvent éclater par la suite (**Hendricks et Bushnell, 2008**).

D'après **Grigore et Toma (2007)** la signification écologique de la succulence peut être corrélée avec les facteurs de l'environnement local.

Aussi, pour revenir aux mesures obtenues, on remarque que la teneur en eau de l'échantillon de « Rachgoun 2 » est la plus élevée suivie de près par celle de la « Sebkha » puis de « Chott El-Gharbi » et « Rachgoun1 ». Cependant celle de « Moscarda est nettement plus basse avec 58,14%. Ceci pourrait s'expliquer par la différence de substrat et de biotope entre les différentes stations d'étude. En effet, « Rachgoun 2 » se trouve en bordure de mer où les teneurs en sels sont très importantes, il en est de même pour la station « Sebkha 2 » qui elle, est une dépression endoréique souvent inondée et très salée. « Chott El-Gharbi » est une station correspondant au cœur même du Chott où les concentrations en sels sont souvent à leur maximum.Quant à « Moscarda », on ne comprend pas ces valeurs car celle-ci est également caractérisée par des sols salés. On suppose que d'autres paramètres interfèrent.

I-4-1-4- Conclusion

La distribution des stations d'étude en fonction du gradient paramètre « teneur en eau » des échantillons d'*Arthrocnemum glaucum* suit le schéma suivant :

Rachgoun 2 ≥ Sebkha 2 ≥ Chott El-Gharbi ≥ Rachgoun 1≥ Moscarda.

Dans une ancienne étude faite par **Knoerr (1961**) pour évaluer la vitesse de dessèchement des rameaux de quelques espèces, au bout de 96 h de dessèchement *Arthrocnemum* avait perdu 35% de son poids, alors que les autres espèces avait perdu plus de 50% de leur poids.

Ces faits montrent l'extraordinaire résistance de l'*Arthrocnemum* au dessèchement, résistance qui n'est dépassée que par les plantes dites "grasses": Crassulacées et Cactées.

I-4-2- Teneur en eau de la graine d'*Arthrocnemum glaucum*

I-4-2-1- Méthodologie

Cette expérience a portée sur des graines prélevées au cours de l'automne 2010 au niveau de trois stations d'étude, à savoir « Rachgoun 1, Rachgoun 2 et Sebkha 2 ». Les graines ont été séparées manuellement des inflorescences et triées à l'aide d'une loupe binoculaire vu leurs petites dimensions, seules les semences intactes ont été retenues. Ce travail fastidieux a nécessité beaucoup de patience et de minutie. L'expérimentation a été conduite en quatre répétitions de 25 graines chacune. Celles-ci ont été débarassées de leurs enveloppes, pesées et mises à l'étuve à 105 °C pendant 24h puis pesées de nouveau; les valeurs obtenues correspondent au poids sec.

I-4-2-2- Résultats

Sur le tableau 2 ci-dessous sont portées les valeurs du poids sec et du poids frais des graines des trois stations, à partir desquelles la teneur en eau à été calculée toujours selon la formule citée ci-dessus.

Tab. 2 : Teneur en eau des graines d'*Arthrocnemum glaucum*

Stations	Poids frais	Poids sec	Teneur en eau (%)
« Rachgoun 1 »	0,104	0,0088	91,54
« Rachgoun 2 »	0,01	0,0091	9
« Sebkha 2 »	0,545	0,00475	99,13

I-4-2-3- Interprétations

Les graines de *Arthrocnemum glaucum* prélevées à « Rachgoun 1 » et « Sebkha 2 » sont gorgées d'eau contrairement à ceux de « Rachgoun 2 » qui présentent une très faible teneur en eau. Ce qui peut paraitre surprenant au sein d'une même espèce.

Le critère « teneur en eau » nous a permis de classer ces graines en deux grandes catégories. Selon **Roberts (1973) *in* Ellis et *al.* (1987)**, on distingue de nos jours :

- Les semences orthodoxes (graines sèches) dont la teneur en eau peut être abaissée jusqu'à 5 pour cent environ du poids frais et qui peuvent être conservées à des températures basses ou proches du point de congélation pendant de longues périodes (Ex : stations « Rachgoun 2 »).
- Les semences récalcitrantes (graines aqueuses), qui doivent garder une teneur en eau relativement élevée (le plus souvent de 20 à 50 pour cent du poids frais). Elles sont caractérisées par une vie normale mais une conservation limitée (Ex : stations « Rachgoun 1 et Sebkha 2 »).

Il est possible d'établir certaines subdivisions à l'intérieur de ces deux catégories; on peut par exemple faire la distinction entre les semences orthodoxes à tégument dur et sans tégument dur ou entre les semences récalcitrantes qui peuvent résister à des températures inférieures à 10 °C environ et celles qui ne le peuvent pas.

Dans notre cas pour savoir si les graines de « Rachgoun 2 » sont des orthodoxes à tégument dur ou sans tégument dur, il faudra vérifier dans le futur la viabilité des graines pendant plusieurs décennies. Il ne fait aucun doute que, dans la nature, l'apparition de l'imperméabilité est synchrone avec la diminution de l'humidité des graines par séchage naturel jusqu'à la teneur optimale du point de vue de la longévité. Le durcissement du tégument est donc un puissant facteur d'extension de la viabilité des semences mais d'une restriction de leurs facultées germinatives.

I-4-2-4- Conclusion

Cette petite expérience, en apparence anodine, a été menée afin de préparer un futur travail sur la germination des graines d'*Arthrocnemum glaucum.* Il arrive parfois qu'un genre comporte à la fois des espèces orthodoxes et des espèces récalcitrantes mais pour une même espèce, quoique située dans deux biotopes différents, cela peut paraitre surprenant. Cependant il est souvent diffficile de déterminer clairement s'il s'agit de véritables semences récalcitrantes ou simplement de semences orthodoxes à vie courte.

Dans le cycle de vie des spermatophytes, la graine est le stade vital qui permet la dissémination des plantes. Elle permet à la plante d'échapper aux conditions d'un milieu devenu hostile soit en s'éloignant, soit en attendant le retour de circonstances favorables. Il est donc indispensable de bien l'étudier et la connaitre.

I-4-3- Densité de l'appareil aérien et de l'appareil souterrain

I-4-3-1- Méthodologie

Afin de déterminer l'aire occupée respectivement par la partie aérienne et la partie souterraine de *Arthrocnemum glaucum*, dix jeunes plants ont été prélevés d'une façon arbitraire.

Ce travail a uniquement été fait au niveau de la station « Sebkha 2 » car les plants étaient moins difficiles à prélever en intégrité qu'ailleurs. Chaque échantillon a été mis sur du papier millimétré afin de délimiter son pourtour, dénombrer les carreaux et estimer l'aire occupée.

I-4-3-2- Résultats

Les résultats sont regroupés dans le tableau 3 ci-dessus.

Tab.3 : Estimation de la surface occupée par pied *d'Arthrocnemum*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Partie aérienne (P.A) (cm^2)	17161	7396	5184	3969	1764	2601	13689	6889	3136	5476
Partie souterraine (P. S) (cm^2)	5476	6724	8836	2601	900	1024	10609	2025	1369	2500
P.A/P.S	3,13	1,09	0,58	1,52	1,96	2,54	1,29	3,40	2,29	2,19

I-4-3-3- Interprétations

On remarque que l'aire qu'occupe la partie aérienne est parfois presque égale à celle occupée par la partie souterraine. Elle peut être 2 à 3 fois plus grande mais rarement inférieure. Ce résultat s'explique par le fait que les mesures ont porté sur de jeunes plants peu développés et dont la croissance des parties aérienne et souterraine semble à vue d'œil proportionnelle. Il nous a été impossible de prélever des plants adultes vu l'importance et l'ancrage du système racinaire.

I-4-3-4- Conclusion

Selon **Grouzis (1977)** les racines sont moins sensibles que les parties aériennes au manque comme à l'excès de sel : c'est donc aux salinités considérées comme optimales pour la croissance que le rapport entre les parties aériennes et les racines est le plus élevé ; ceci correspond aux échantillons E8, E1, E6 et E9 du tableau n° 3.

I-5- Pollu-tolérance de l'espèce

L'accumulation de macrodéchets observée au niveau de « Sebkha1 » nous a amenée à nous interroger sur la capacité de *Arthrocnemum glaucum* à accumuler les divers polluants (Photo n° 10) et plus particulièrement les métaux lourds. Susceptibles de les accumuler en les puisant avec les éléments nutritifs dans le sol, la plante est soumise à leur effet toxique, mais elle est aussi à la base des phénomènes de bioaccumulation le long du réseau trophique.

Sachant que tous les métaux lourds sont toxiques à forte concentration et que le quart de la contamination par les métaux lourds est dû aux ordures ménagères (piles au cadmium, batteries au plomb, cuivre et zinc des pesticides, etc.), nous avons procédé au dosage de ces métaux au niveau des différents organes de la plante.

Plusieurs études concernant la tolérance vis-à-vis des métaux lourds ont été réalisées, c'est ainsi que des chercheurs ont démontré que la tolérance aux polluants peut être augmentée par des expositions à faible concentration préléthale (**Misra et Gedamu, 1989** ; **Meertsp et Van Isaker, 1997** ; **Bert et Deram, 1999 ; Lasat, 2000**). Le seuil toxique peut être atteint par des apports répétés de faibles quantités de produits.

Le terme usuel « métaux lourds » désigne des éléments présents, à l'état naturel, à des concentrations inférieures à un pour mille dans le sol.

Le protocole métaux lourds de la convention de Genève désigne par le terme "métaux lourds" les métaux ou dans certains cas les métalloïdes et leur composés qui ont une masse volumique supérieure à 4,5g / cm^3.

D'un point de vue scientifique, le terme "Métaux lourds" est progressivement remplacé par "éléments-traces métalliques" (E.T.M.).

Aussi, il existe deux catégories de métaux lourds:

- les métaux essentiels ayant un rôle biologique pur dans l'organisme tel que le zinc ;
- les métaux non essentiels n'ayant, jusqu'à présent aucun intérêt dans le processus biologique connu des organismes vivants. Néanmoins, accidentellement ingérés et en quantités infimes, ils ont un rôle toxique. Ils sont donc nommés métaux toxiques.

- Plomb

Le plomb est un métal de symbole Pb, gris bleuâtre, de numéro atomique 82. Il fond à 328 °C et bout à 1750 °C et a une densité de 11,34.

Le plomb est un élément ubiquitaire que l'on trouve naturellement dans le sol. **(Downing et *al.* , 1993).**

Le plomb est un élément à plusieurs applications industrielles, les plus grands usages du plomb sont : les batteries, additif d'essence, garniture de câbles.

- Zinc

Le zinc est un élément métallique bleuâtre de symbole Zn, il est de numéro atomique 30, il est extrêmement fragile aux températures ordinaires; mais devient malléable entre 120 et 150 °C, il fond vers 420 °C et bout à 907 °C et a une densité de 7,14.

Le zinc présente une toxicité aigüe sur la plupart des organismes à partir de quelques mg / l .

- Cadmium

Le cadmium est un métal blanc (Cd), avec une densité de 8,65, un numéro atomique de 48 qui fond à 320.9 °C et bout à 765 °C.

Les agents de contamination sont les mines, les rejets urbains et industriels. Le cadmium est un métal dangereux pour les organismes car il a une demi-vie biologique très longue (16 à 33 ans) qui se traduit par une accumulation dans les organes (**Guthrie et Pierry, 1980)**.

- Cuivre

C'est un élément chimique métallique de symbole Cu, de numéro atomique 29, fond vers 1083 °C et bout à 2562 °C. Il possède une densité de 8,93. Le cuivre joue un rôle important dans le métabolisme biologique.

Le cuivre trouve ses applications dans de nombreux domaines tels que les fils électriques, la chaudronnerie (chaudière, récipients industriels), conduites pour fluides,…

- Nickel

Le Nickel est un élément chimique de symbole Ni et de numéro atomique 28. C'est un métal blanc argenté qui fond à 1453 °C et bout à 2732 °C.

Photo prise le 13-04-2009

Photo n° 10 : Pollution au niveau de la sebkha

I-5-1- Notion de « concentreur biologique »

Cette notion de « concentreur biologique » est connue de longue date grâce à l'existence d'espèces capables d'accumuler des substances naturelles à des concentrations plusieurs dizaines de milliers de fois supérieures à celles que l'on rencontre dans les sols ou les eaux. L'espèce *Arthrocnemum glaucum* peut-elle être qualifiée de « concentreur biologique ». Pour tenter d'apporter des éléments de réponse la méthodologie ci-dessous sera suivie.

I-5-2- Méthodologie

Cette étude a porté sur *Arthrocnemum glaucum* de la station « Sebkha 1 ». Une minéralisation a été faite suivie du dosage par spectrophotométrie d'absoption atomique.

I-5-2-1- Minéralisation par la méthode de la "plaque chauffante"(Photos n° 11 et 12)

On procède tout d'abord à la séparation des trois organes de la plante (racines, tiges et feuilles) afin de procéder à leur minéralisation.

Les échantillons sont séchés, broyés, tamisés puis pesés (850 mg) et mis dans des béchers en téflon. On ajoute 5 ml d'acide perchlorique ($HClO_4$ à 60 %), on laisse pendant environ 2 heures à 80 °C sur plaque chauffante, après on évapore à la goutte en remuant sur feu à 80 °C.

Le résidu est récupéré par l'eau régale et laissé pendant 8h à 80 °C sur la plaque chauffante, jusqu'à calcination.

On ajoute 1 ml de HCl + 20 ml d'eau distillée.

Les godets sont mis au frais jusqu'au jour de l'analyse.

I-5-2-2- Dosage et analyse (Photo n° 13)

Pour nos dosages, nous avons choisi la spectrophotométrie d'absorption atomique (S.A.A.), utilisée pour le dosage des éléments-traces métalliques.

Son principe est le suivant : une solution contenant l'élément métallique à doser est injectée dans une flamme dans laquelle les éléments ont tendance à rester à l'état fondamental. Une radiation de longueur d'onde caractéristique de l'élément à doser provenant d'une lampe à cathode creuse est émise à travers la flamme.

En absorbant cette énergie, les atomes passent à l'état excité, la baisse de l'intensité de la radiation due à l'absorption d'énergie est mesurée par un spectrophotomètre et elle est fonction du nombre d'atomes présents sur le chemin de la radiation à tout moment (**Duquesne, 1992**).

I-5-3- Résultats

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 4. Ils représentent les moyennes des concentrations exprimées en mg / kg de poids sec (MS) de chaque métal analysé (Pb, Zn, Cd, Cu, Ni) chez l'espèce végétale étudiée soit *Arthrocnemum glaucum*.

Tab. 4 : Concentrations métalliques retrouvées chez *Arthrocnemum glaucum* en mg/kg de poids sec Station « Sebkha 1 »

Station « Sebkha1 »	Organes	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)
El –Amria 1	Racines	3,066	1,293	0	0,005	0,008
	Tiges	2,576	1,118	0	0,005	0,009
	Feuilles	2,672	1,639	0	0,006	0,011
El –Amria 2	Racines	3,263	1,116	0,008	0,005	0,009
	Tiges	3,697	0,420	0,020	0,005	0,009
	Feuilles	3,078	0,970	0	0,005	0,009

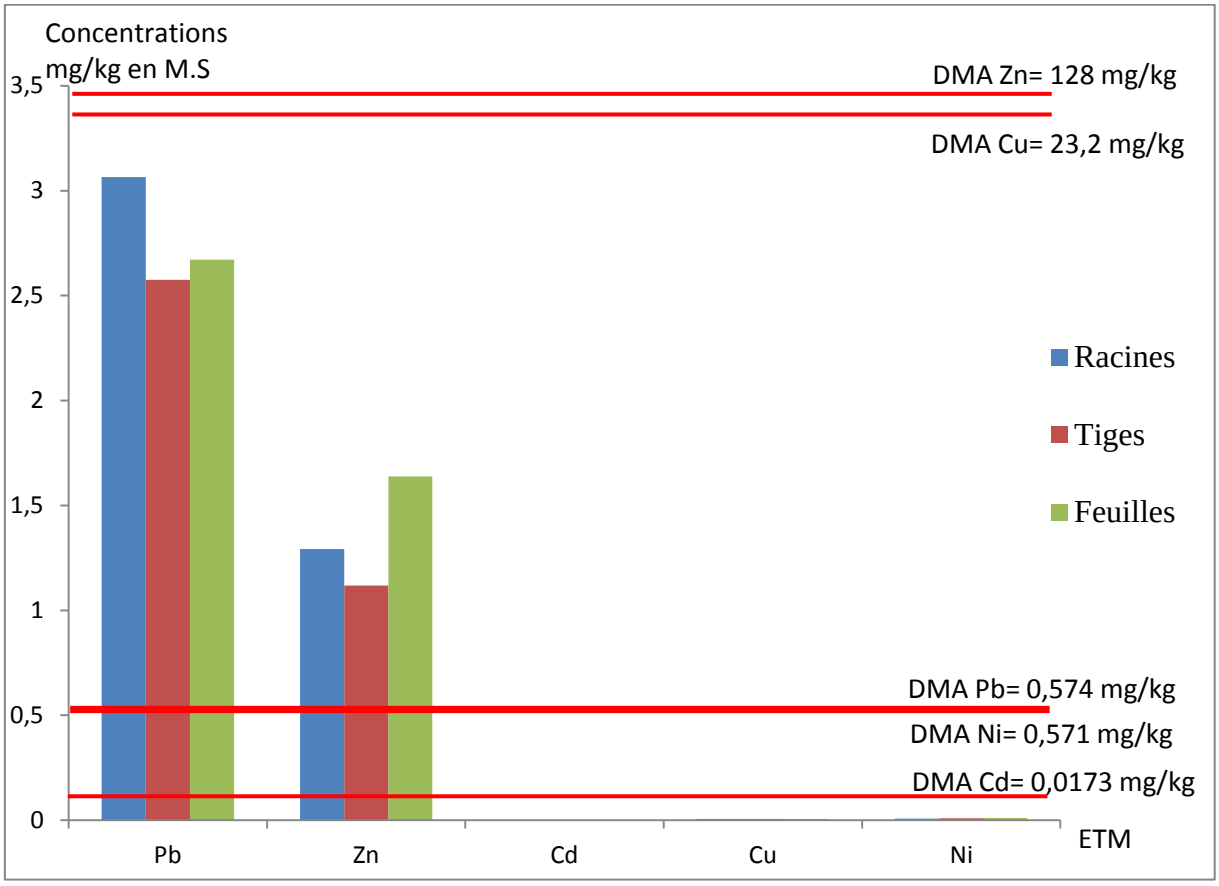


Fig. 4 : Concentrations métalliques en mg/kg de poids sec des trois organes de *Arthrocnemum glaucum* de la station « El-Amria 1 »

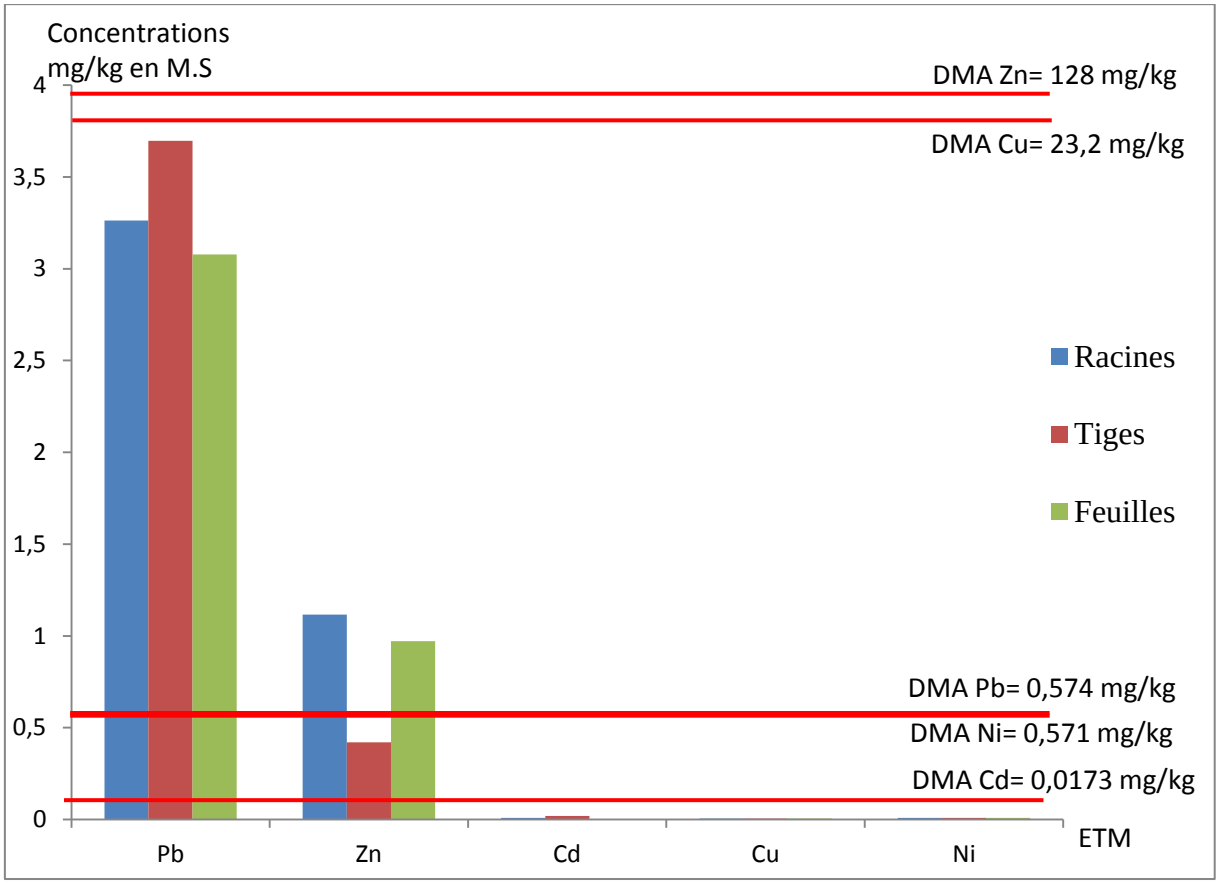


Fig. 5: Concentrations métalliques en mg/kg de poids sec des trois organes de *Arthrocnemum glaucum* de la station « El-Amria 2 »

I-5-4- Interprétations

Le tableau 4 et les figures 4 et 5 nous amènent aux interprétations suivantes.

La plante accumule principalement du plomb et du zinc mais à des concentrations différentes variant en fonction des organes. Afin d'interpréter nos résultats nous avons utilisé comme valeurs de référence les doses maximales admissibles (D.M.A.) pour les algues (**IAEA, 2005**).

Cu: 23.2 mg/kg MS

Pb: 0.574 mg/kg MS

Zn: 128 mg/kg MS

Cd: 0.0173 mg/kg MS

Ni : 0.571 mg/kg MS

Cette extrapolation peut être tolérée sachant que les algues vertes ont donné naissance aux plantes terrestres selon la théorie de l'évolution de l'Abrégé de Botanique par **Dupont et Guignard (2007).**

I-5-4-1- Station « El-Amria 1 »

Les tiges (2,576 mg/kg) et les feuilles (2,672 mg/kg) accumulent le Pb à des quantités presque égales mais moins importantes que les racines (3,066 mg/kg).

Les quantités de plomb dans les trois organes de la plante sont nettement supérieures aux doses maximales admissibles (D.M.A. Pb = 0,574 mg/kg).

La concentration du Zn est plus élevée dans les feuilles (1,639 mg/kg) et les racines (1,293 mg/kg) que dans les tiges (1,118), elle reste néanmoins très en deça des D.M.A. du Zn qui sont égales à 128mg/kg.

I-5-4-2- Station « El-Amria 2 »

Dans cette station les concentrations du Pb restent toujours les plus importantes dans les trois organes. Elles sont néanmoins, plus élevées dans les tiges (3,697 mg/kg) que les racines et les feuilles (3,078 mg/kg pour les feuilles et 3,263mg/kg pour les racines). Elles sont également supérieures aux doses maximales admissibles.

Tout comme à « El-Amria 2 » les quantités de Zinc sont moins importantes dans les tiges (0,420 mg/kg) que dans les racines (1,116 mg/kg) ou les feuilles (0,973 mg/kg) et sont inférieures aux D.M.A.

Nous remarquons aussi qu'il y a la présence du Cd dans les tiges mais avec des concentrations en apparence très faibles (0,020 mg/kg) mais supérieures aux D.M.A. du Cadmium qui sont égales à 0,0173 mg/kg.

Les autres éléments métalliques existent à l'état de trace dans les trois organes et cela, au niveau des deux stations étudiées.

Le tableau 5 regroupe les teneurs métalliques chez *Arthrocnemum glaucum* de l'ensemble de la station « Sebkha 1 ».

Tab. 5 : Moyennes des teneurs métalliques en mg/kg de poids sec chez *Arthrocnemum glaucum* de l'ensemble de la station « Sebkha 1 »

Station « Sebkha 1 »	Organes	Pb		Zn		Cd		Cu		Ni	
		Moyenne	Ecarts types	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
	Racines	3,164	0,139	1,229	0,125	0,004	0,005	0,005	0,0001	0,008	0,001
	Tiges	3,136	0,79	0,804	0,49	0,01	0,014	0,005	0,0001	0,009	0,0002
	Feuilles	2,875	0,28	1,306	0,47	0	0	0,006	0,0002	0,010	0,0001

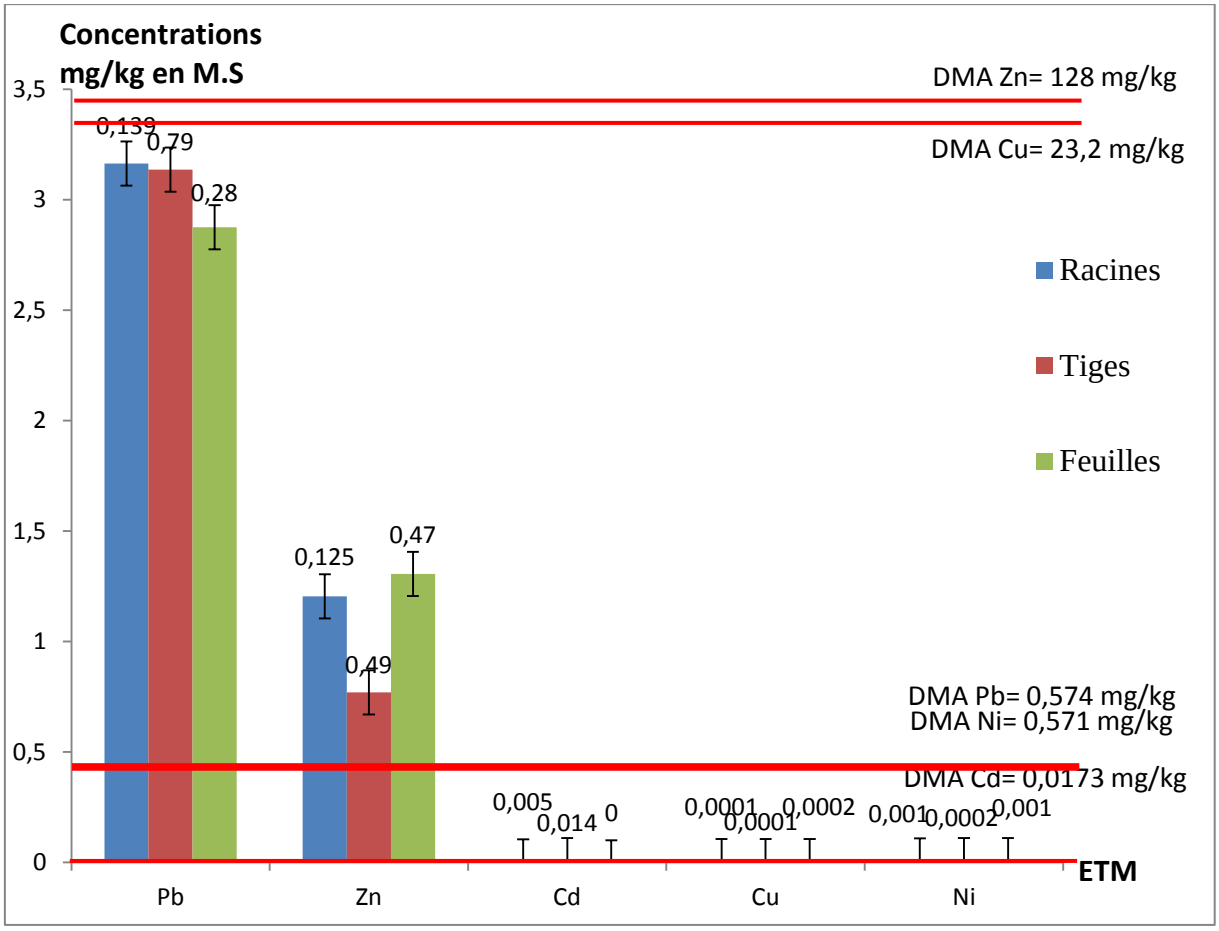


Fig. 6 : Teneurs métalliques moyennes en mg/kg de poids sec chez *Arthrocnemum glaucum* de l'ensemble de la station « Sebkha 1 »

A travers le tableau 4 et la figure 6 nous constatons que la concentration moyenne du Pb dans la plante est de 3,47mg/l, elle est de 1,113mg/l pour le Zn, 0,004mg/l pour le Cd, 0,005mg/l pour le Cu et 0,02mg/l pour le Ni. On remarque une tendance à l'accumulation des métaux représentée par le gradient suivant :

Pb> Zn>Ni > Cu> Cd.

Le gradient montre que le Pb et le Zn présentent des taux d'accumulation plus importants que le Ni, Cu et Cd, dûts aux rejets de l'activité humaine (constructions, déchets domestiques, etc.….). Cependant, seules les concentations de Plomb très au-dessus des D.M.A. pourraient s'avérer dangereuses.

On note aussi le facteur "biodisponibilité des métaux" car plusieurs auteurs ont montré que la biodisponibilité de certaines formes de métal liées aux particules peut être inversement proportionnelle à la force de liaison métal-particule: de ce fait certaines

fractions du métal peuvent être plus disponibles que d'autres **(Ettajani et Pirastru, 1991).**

I-5-4-3- Indice de contamination

Les résultats du dosage par spectrophotomètre ont montré que les racines et les tiges accumulent plus les métaux lourds que les feuilles. L'étude nous a permis également de démontrer que la zone d'étude comportait des concentrations non négligeables en Pb et en Zn.

Cependant, afin de mieux juger la présence d'une pollution éventuelle, nous avons souhaité calculer l'indice de contamination (IC) ; celui-ci permet de situer la zone d'étude selon son gradient de concentration en éléments-traces métalliques.

$$IC = \frac{\text{Valeur observée (en mg/kg)}}{\text{Valeur de référence (en mg/kg)}}$$

Si IC < 3 **:** concentration normale,

Si 3 < IC < 10 : cas de pollution,

Si IC > 10 : zone à risque.

Cependant cet indice n'est valable que pour les sédiments marins par rapport à la roche géochimique du fond. Des recherches bibliographiques plus poussées dans ce domaine s'avèrent nécessaire afin de trouver l'équivalent de cet indice de contamination pour les plantes supérieures.

I-5-5- Conclusion

Pour conclure on peut dire que les résultats obtenus du dosage des métaux lourds dans les deux stations d'étude, montrent que les trois organes accumulent des concentrations plus importantes en Pb et en Zinc qu'en Cd, Cu et Ni. La quantité de Pb est plus élevée au niveau des racines et des tiges alors que la concentration du Zinc est significative dans les feuilles.

Cette accumulation du Pb et du Zc, plus importante que celle des autres métaux, est probablement due à la présence de certaines substances protéiques ou lipidiques chez *Arthrocnemum glaucum* qui forment des liaisons covalentes avec ces métaux et entrainent donc leur concentration dans les tissus de l'espèce. Le caractère halophytique de l'espèce en est peut-être également la cause.

Les concentrations de nickel au niveau de la plante sont insignifiantes, ce qui justifie le bon état de ces individus. D'après la bibliographie, le nickel est relâché dans l'air par les centrales et les incinérateurs de déchets. Ensuite, il se dépose sur les sols ou retombe après réaction avec l'eau de pluie. La part la plus importante du nickel relâché dans l'environnement est adsorbée par les sédiments et les particules du sol et devient par conséquent immobile.

Il n'y a pas beaucoup d'informations disponibles sur les effets du nickel sur les organismes autres que humains. On sait que de hautes concentrations en nickel dans des sols sablonneux peuvent endommager les plantes et de hautes concentrations en nickel dans les eaux de surface peuvent diminuer le taux de croissance des algues. Néanmoins, les dosages du Nickel dans cette étude révèlent des concentations inférieures aux D.M.A.

La détermination de la teneur en E.T.M. au niveau de l'espèce considérée a pour principal objectif d'aboutir à des applications de phytoremédiation. La phytoremédiation est une technique utilisant les plantes pour décontaminer biologiquement les sols pollués par des métaux et métalloïdes, pesticides et contaminants divers **(Salt et Braylock, 1995)**.

Le devenir des métaux lourds dans l'environnement dépend de nombreux facteurs parmi lesquels la nature du sol et son acidité :

- Dans les sols acides et pauvres en humus, les métaux lourds ne s'accumulent pas. Ils sont transférés vers les nappes phréatiques ou absorbés par les plantes et présentent alors un risque pour la santé.
- Les sols basiques riches en humus piègent les métaux lourds, il n'y a donc pas de risque immédiat pour la santé. Mais le sol est contaminé durablement et la concentration en métaux lourds augmente avec les années. Ces derniers sont susceptibles d'être libérés quand l'environnement est modifié (acidification du sol sous l'effet des changements de température, d'humidité, etc.).

D'après les analyses de sol effectuées, les sols des deux stations d'étude sont basiques avec un pH variant de 7,34 à 7,90. Nous sommes donc dans le deuxième cas de figure où les métaux lourds ne sont pas absorbés par les plantes, à l'exception du plomb, et ne présentent pas de risques immédiat pour la santé. Mais l'environnement n'est pas stable et est susceptible d'être modifié.

Donc, pour répondre à la question : *Arthrocnemum glaucum* espèce pollu tolérante, cette même expérimentation doit être menée de nouveau dans les stations étudiées ainsi que dans d'autres stations, en apparence plus polluées, abritant *Arthrocnemum glaucum* ; ceci afin de savoir si cette espèce est capable d'accumuler le polluant à des doses supérieures sans être tuée ou sans que sa reproduction ne soit perturbée par les niveaux du polluant.

De plus, cette espèce est caractérisée par une corrélation simple entre la teneur de la substance polluante au niveau de la plante et sa concentration dans le biotope. Selon **Aubert (1990)** les teneurs en métaux lourds sont souvent très faibles dans les sols « naturels » en place sur les calcaires compacts et sur les dolomies du littoral méditerranéen. Il aurait était donc intéressant de doser les métaux lourds au niveau du sol de la station d'étude afin d'infirmer ou de confirmer cela.

Il convient en outre de comprendre les interactions entre les polluants et les constituants du sol, de décrire les flux des polluants vers les organismes végétaux ainsi que leur devenir dans la rhizosphère.

Photo n° 11 : Phase d'évaporation de la solution

Photo n° 12 : Filtration du résidu

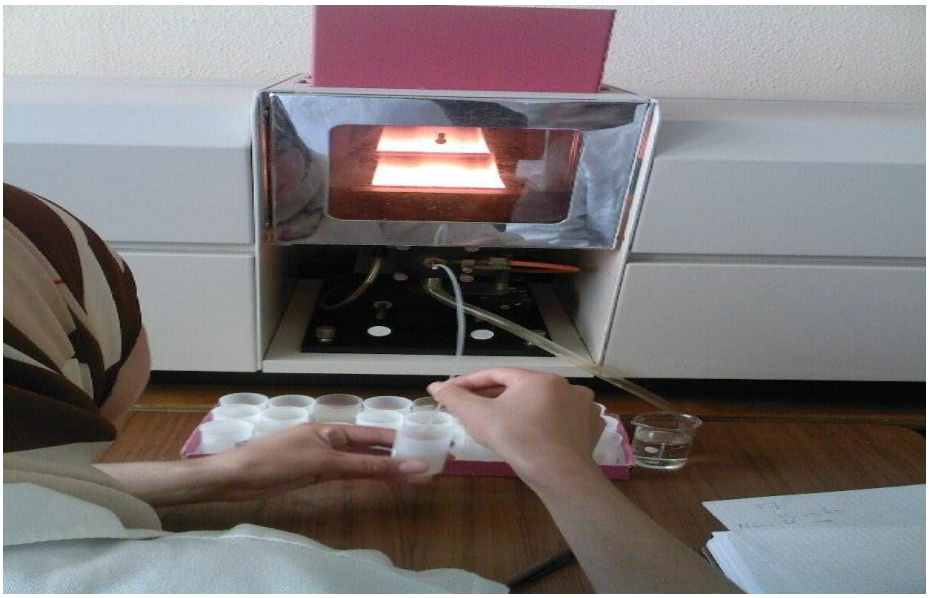


Photo n° 13 : Lecture à l'aide du spectrophotomètre

Conclusion

Après avoir décrit dans le premier chapitre, les caractéristiques morphologiques et biologiques de *Arthrocnemum glaucum*, nous aborderons dans le chapitre suivant la description du milieu physique abritant les peuplements à *Arthrocnemum glaucum* de l'Algérie occidentale.

Chapitre II

Zone d'étude, Milieu physique

Introduction

II-1- Situation géographique de la région d'étude (Fig. 7)

II-2- Etude à grande échelle

II-2-1- Echantillonnage et choix des stations

II-2-2- Description des stations

II-2-2-1- Zone nord

- Station de « Rachgoun1 » (Photos n° 14 et 15)
- Station de « Rachgoun 2 » (Photos n° 16 et 17)
- Station de « Moscarda » (Photos n° 18 et 19)
- Station de « Sebkha 1 » (Photos n° 23, 20, 21, 22 et 3)
- Station de « Sebkha 2 » (Photos n° 24 et 25)

II-2-2-2- Zone sud

- Station de « Oglat en Naadja » (Photos n° 26, 27 et 28)

II-3- Approche bioclimatique

II-3-1- Aperçu bioclimatique régional

II-3-2- Analyse des données climatiques

II-3-3- Synthèse bioclimatique

II-3-4- Conclusion

II-4- Géomorphologie et réseau hydrographique

II-4-1- Sebkha

II-4-2- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda)

II-4-3- Chott El-Gharbi (Oglat en Naadja)

II-5- Contexte Géologique

II-5-1- Sebkha

II-5-2- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda)

II-5-3- Chott El- Gharbi (Oglat en Naadja)

II-6- Edaphologie

II-6-1- Aperçu général des sols

II-6-2- Méthodologie

II-6-3- Résultats

II-6-4- Interprétations

II-6-5- Conclusion

Conclusion

Introduction

Afin de donner un aperçu de la zone d'étude nous avons abordé dans ce chapitre différents éléments du milieu physique à savoir : la bioclimatologie, la géomorphologie, la géologie et l'édaphologie.

II-1- Situation géographique de la région d'étude (Fig. 7)

La région d'étude se trouve sur la partie occidentale du Nord-Ouest et une partie du Sud-Ouest algérien. Au Nord, le milieu d'étude est partagé administrativement entre les wilayas de Ain Temouchent et Oran, il est compris entre les longitudes 01° 00' et 02° 11'Ouest et les latitudes 35° 05' et 35° 51' Nord. Au Sud il appartient exclusivement à la wilaya de Tlemcen.

Naturellement, notre région se trouve entre les monts des Traras au Nord-Ouest et Djebel Murdjadjo au Nord-Est. Plus au sud la région en question est ceinturée respectivement par les monts du Tessala au Sud-Est et l'Atlas saharien au Sud.

II-2- Etude à grande échelle

II-2-1- Echantillonnage et choix des stations

L'échantillonnage est un problème fondamental et tout à fait classique de statistique, auquel des livres entiers sont consacrés. Dans notre cas, pour répondre à la thématique posée nous avons choisi comme cadre d'investigations deux groupes de stations appartenant à deux zones différentes (Fig. 7), ce sont respectivement :

Zone nord : stations de « Rachgoun 1et 2, Moscarda, Sebkha 1 et 2 ».

Zone sud : stations de « Oglat en Naadja ».

Nous n'avons pas eu recours à un échantillonnage particulier vu que le choix des stations a été orienté par la présence des peuplements halophiles et plus précisément de l'*Arthrocnemum glaucum* qui présente une croissance et des aspects très différents d'une station à l'autre. Pour reprendre les types d'échantillonnage décrits par **Gounot (1969)** on pourrait parler d'échantillonnage subjectif. Ce dernier consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs et suffisamment homogènes, de sorte que le phytoécologue ne fait généralement que reconnaître quelques-uns des principaux aspects de la végétation.

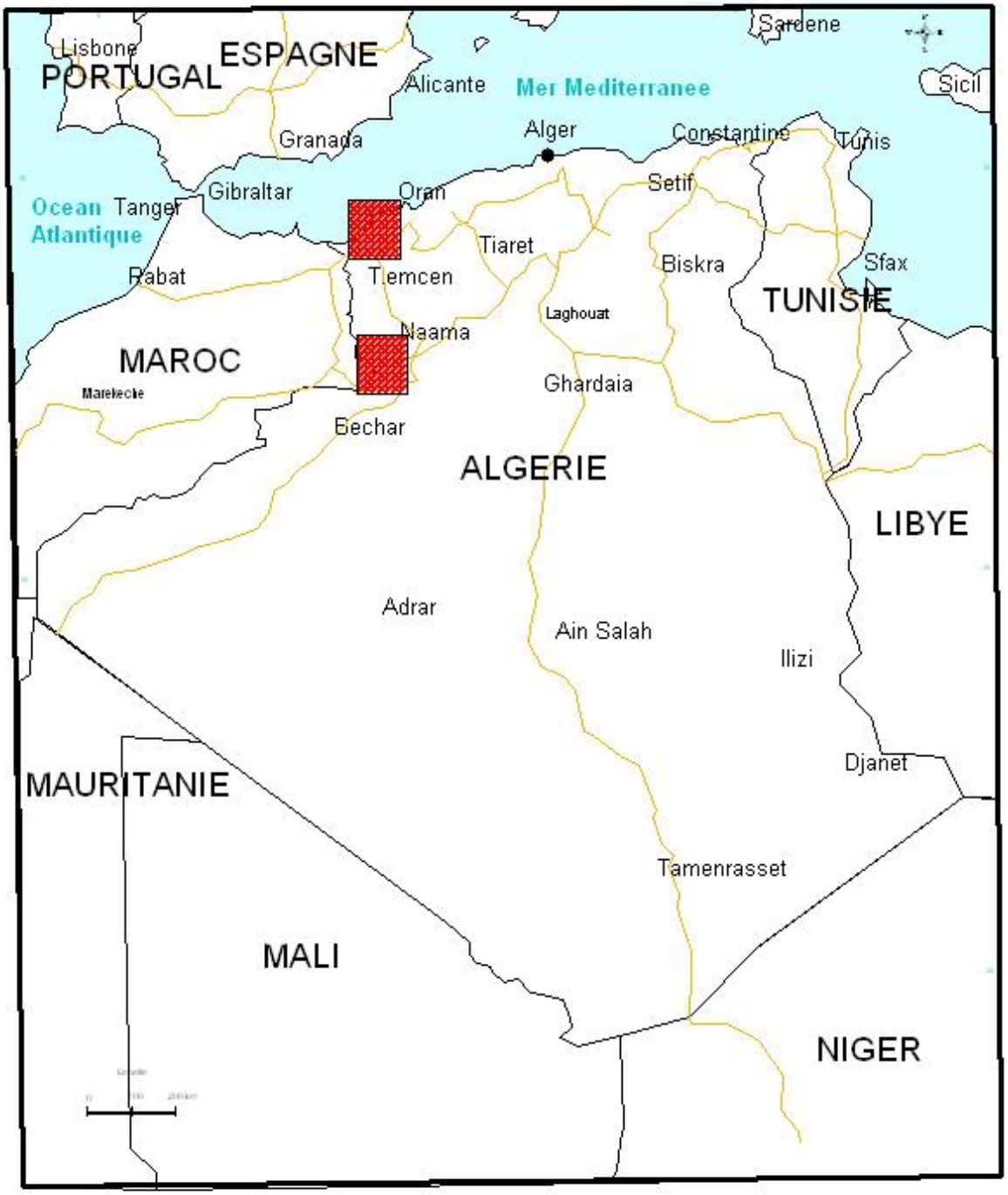


Fig. 7 (a) : Carte de situation géographique de la région d'étude

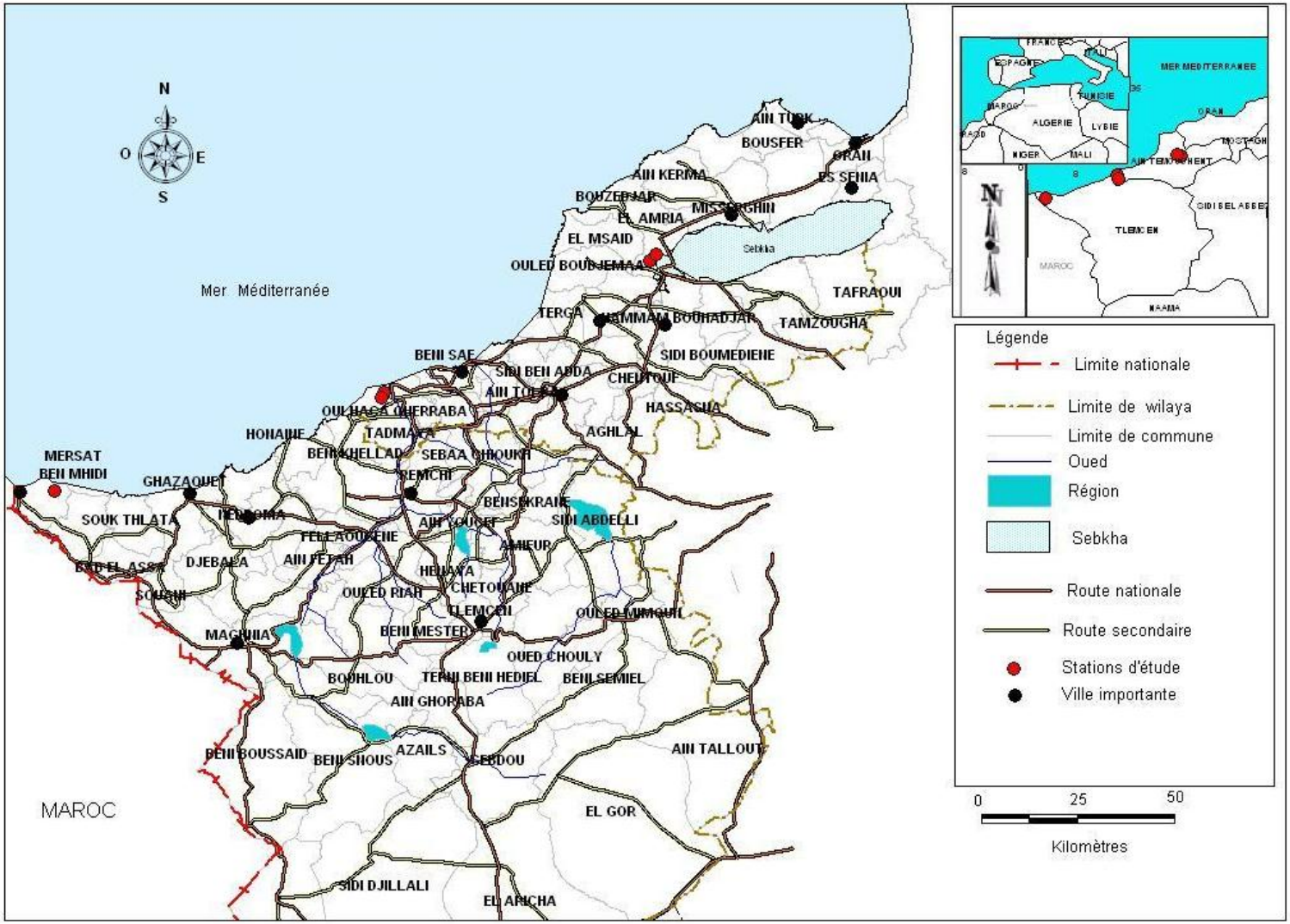


Fig. 7 (b) : Carte de situation géographique des stations nord

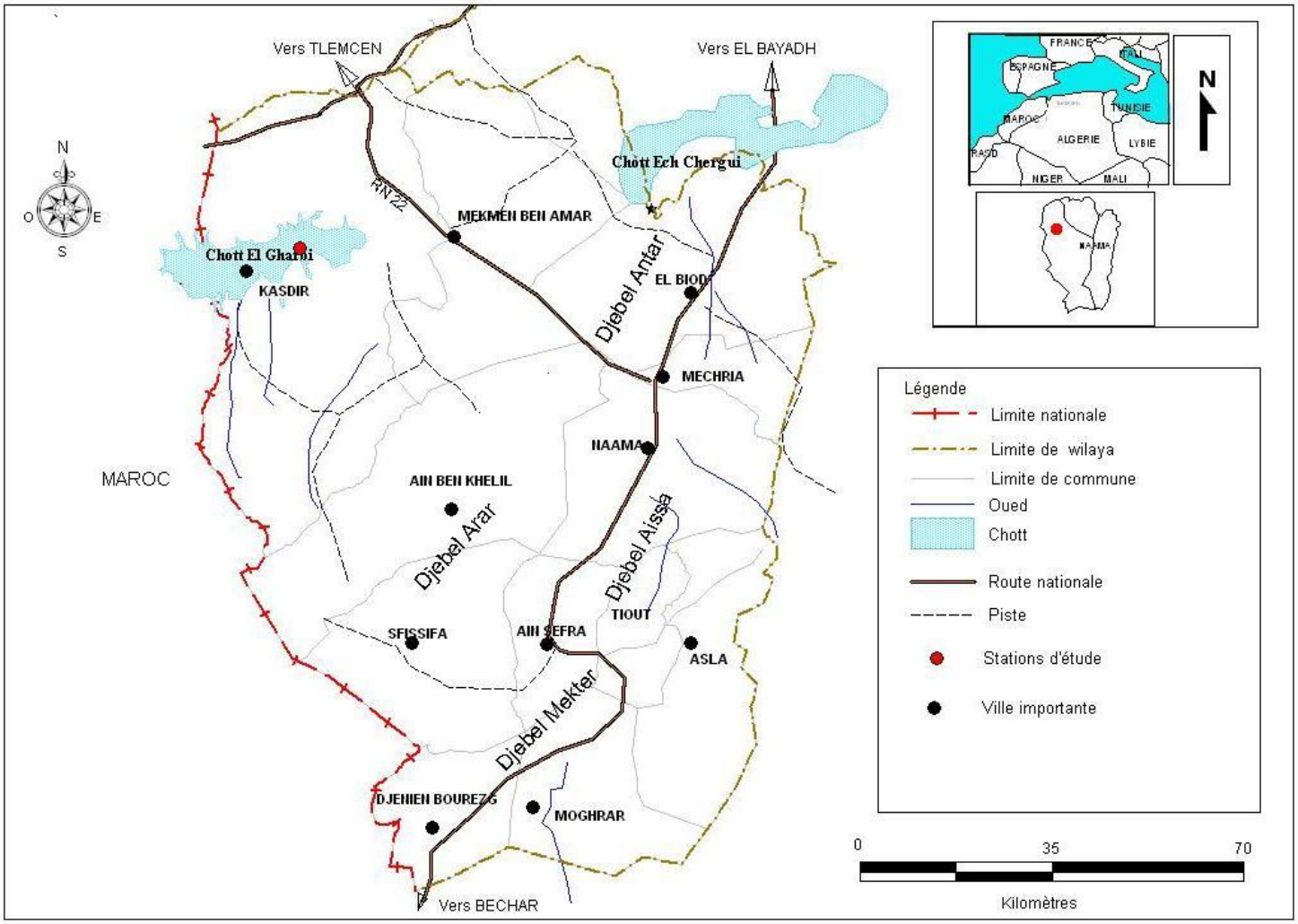


Fig. 7 (c) : Carte de situation géographique de la station sud

II-2-2- Description des stations

II-2-2-1- Zone nord

- **Station de « Rachgoun1 » (Photos n° 14 et 15)**
  Coordonnées Lambert : 01° 47' 98'' longitude ouest
  35° 29' 54'' latitude nord

La station de Rachgoun 1 est située sur la partie nord-ouest du littoral algérien et s'élève à une altitude de 13m. Elle se trouve à proximité (1,5 km) du carrefour de la nationale N° 22, sur le chemin menant à Béni-Saf et non loin de l'agglomération. Cette station, traversée par Oued Tafna est caractérisée par un taux de recouvrement de l'ordre de 70 %. La rive droite est dominée à 60 % par les peuplements à *Arthrocnemum glaucum* alors que la rive gauche est bordée de *Phramites* (roseaux). Ce milieu halo-hydromorphe à substrat sablo-limoneux est particulièrement favorable à l'installation de l'espèce étudiée qui recouvre de larges étendues ; aussi la proximité des pieds d'*Arthrocnemum*, les uns des autres, fait que l'on pourrait même utiliser le terme, dans cette station, de nappe à *Arthrocnemum glaucum*.

Photo prise le 04-2011 par Bensouna A.

Photo n ° 14 : Station « Rachgoun 1 »

Photo n ° 15 : Vue satellitaire de la station d'étude

- **Station de « Rachgoun 2 » (Photos n° 16 et 17)**
  Coordonnées Lambert : 01° 47' 18'' longitude ouest
  35°29'61'' latitude nord

La station de Rachgoun 2 se trouve à 200 m de la précédente, à proximité de la plage, à une altitude quasiment nulle variant de 0 à 7 m. Le taux de recouvrement varie de 50 à 60 % et la hauteur de la végétation naturelle ne dépasse pas 1m en moyenne.

Cette station à substrat siliceux, située sur la rive gauche de l'Oued Tafna est caractérisée par une végétation psammohalophile où domine entre autre *Arthrocnemum glaucum* avec une répartition et un faciès différent liés aux facteurs écologiques stationnels.

Photo prise le 04-2011 par Bensouna A.

Photo n ° 16 : Station « Rachgoun 2 »

Photo n° 17 : Vue satellitaire de la station d'étude

- **Station de « Moscarda » (Photos n°18 et 19)**
  Coordonnées Lambert : 02° 11' 13'' longitude ouest
  35° 05' 13'' latitude nord

La station située à l'extrême Nord-ouest algérien à quelques kilomètres de Marsat Ben M'hidi (plage de Portsay) est caractérisée par une altitude d'environ 6 m, une exposition nord et un taux de recouvrement variant de 20 à 30 %. Les espèces dominantes, côtoyant entre autres *Arthrocnemum glaucum* sont : *Suaeda maritima, Reichardia tingitana, Centaurea pullata, Tamarix gallica, Lygeum spartum, Hordeum murinum* et *Dactylis glomerata*.

Photo n° 18 : Station de Moscarda, *Arthrocnemum* fixant de grandes dunes

Photo n° 19 : Vue satellitaire de la station d'étude

- **Station de « Sebkha 1 » (Photo n° 23)**
  Coordonnées Lambert : 1° 00' longitude ouest
  35°31' latitude nord

**** El-Amria 1 : (Photos n° 20 et 21)**

La station retenue est située au nord de l'agglomération d'El- Amria, à environ 2 km de celle-ci et à une altitude de 80 à 100 m.

La station est caractérisée par un nombre limité d'espèces végétales dont la répartition est conditionnée par le gradient de salinité, l'hydromorphie (submersion) et la microtopographie du milieu. La station constitue un vaste territoire entouré de terres de cultures composées principalement de vignobles et de céréaliculture. Aux abords immédiats de la Sebkha s'installent des formations végétales halophiles, entourées d'efflorescences salines, composées d'*Arthrocnemum glaucum, Suaeda maritima, Mesembryanthemum nodiflorum* et quelques Poacées. Le taux de recouvrement est d'environ 30 % et la hauteur maximale de la végétation herbacée et arbustive est de 40 à 50 cm.

**** El Amria2 : (Photos n° 22 et 3)**

Elle se trouve à proximité de la station précédente, prés d'un campement d'agro-pasteurs semi-nomades témoin d'une forte pression anthropozoogène. Le couvert végétal est très clairsemé avec un taux de recouvrement approximatif de 25 % ; hormis

Arthrocnemum glaucum, les espèces rencontrées sont : *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia radicans*, *Hordeum murinum*, *Stipa parviflora* etc. *Tamarix gallica* est le seul représentant de la strate arborée atteignant en moyenne 2 m 50 de haut.

Photo n°20 : Vue générale de la station « El-Amria 1 »

Photo n° 21 : Station « El- Amria 1 » aux abords immédiats de la Sebkha : Petites touffes clairsemées de *Arthrocnemum glaucum*

Photo prise le 17-05-2009

Photo n° 22 : Vue générale de la station « El-Amria 2 »

-1er plan : Végétation formée d'*Arthrocnemum glaucum, Mesembryanthemum nodiflorum* et *Hordeum murinum*

-2ème plan : *Tamarix gallica*

-3ème plan : Chemin, piste

Photo n° 23 : Vue satellitaire de la station « Sebkha 1 »

- **Station de « Sebkha 2 » (Photos n° 24 et 25)**
  Coordonnées Lambert : 01° 02' 02'' longitude ouest
  35° 50' 30'' latitude nord

Cette station se trouve sur les franges de la grande Sebkha d'Oran. On y accède par une piste située à droite du carrefour menant à El-Amria (route nationale N° 2). S'élevant à une altitude de 87 m, cette station est dominée par les Salicornideae et particulièrement *Arthrocnemum glaucum* qui ajoutés au reste de la végétation présentent un taux de recouvrement avoisinant les 60 % avec une hauteur maximale de 40 à 50 cm.

Photo prise le 02-10-2010 par Ferouani T.

Photo n° 24 : Station « Sebkha 2 »

Photo n° 25 : Vue satellitaire de la station d'étude

II-2-2-2- Zone sud

- **Station de « Oglat en Naadja » (Photos n° 26 et 27)**

Coordonnées Lambert : 00° 43' longitude ouest

33°38' latitude nord

La station fait partie des hautes plaines steppiques et plus précisément de la région du Chott El-Gharbi ; celle-ci est située à 14 km du village d'El-Kasdir et correspond à une cuvette hydromorphe appelée en arabe par les riverains « El Aïn ». On y retrouve *Arthrocnemum glaucum* en abondance, ceinturant la cuvette, acompagné entre autres de *Tamarix gallica, Carex approximata, Agropyron repens, Traganum nudatum* etc.

Photo prise en 05-2011

Photo n° 26 : Station « Oglat en Nadja » (Chott El-Gharbi)

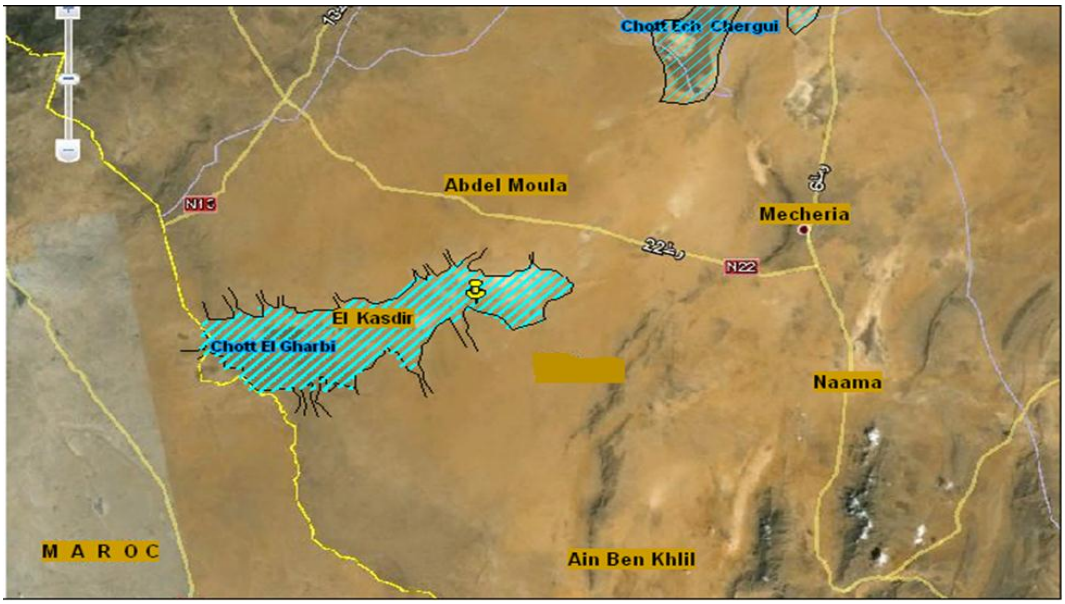


Photo n° 27 : Vue satellitaire de la station d'étude

II-3- Approche bioclimatique

II-3-1- Aperçu bioclimatique régional

La région méditerranéenne s'identifie aux territoires de nombreux pays ; mais pour beaucoup d'entre eux, seule une fraction de leur territoire fait partie intégrante de cette région. Pourtant leurs flores, leurs populations et les modes de vie de ces populations sont différents (**Daget, 1977**). En fait, **Emberger** a bien souligné au cours de ses travaux **(1930, 1971)** que le seul dénominateur commun permettant de définir la région méditerranéenne est avant tout d'ordre écologique et plus particulièrement d'ordre climatique. C'est à la même conclusion que, malgré les réticences de certains d'entre eux **Hisnard (1973)**, bien des géographes **De Martonne (1927)**, **Birot et Gabert (1964 a)** des agroéconomistes **Lignon (1971)** ont été conduits.

C'est donc par le climat qu'il est proposé de définir puis de délimiter la région méditerranéenne. Cependant le climat méditerranéen n'est pas homogène sur toute l'étendue de l'aire qu'il recouvre : c'est un complexe dans lequel des formes climatiques variées peuvent être reconnues (**Daget, 1977**). Les caractères et les particularités du climat et du bioclimat méditerranéen sont à l'heure actuelle bien connus, et il est inutile parfois de s'y attarder longuement (**Daget, 1977** ; **Quezel, 1985** ; **Marchand, 1990**). Néanmoins, tous les climatologues admettent que le trait fondamental du climat méditerranéen est la sécheresse estivale (**Emberger, 1943 ; Le Houerou, 2005**). Celle-ci peut être plus ou moins accusée, mais il y a toujours un contraste très net entre les saisons les plus froides, qui sont humides, et la saison chaude, l'été, qui est toujours sec. De nombreux travaux sur la climatologie et la bioclimatologie ont été réalisés sur l'Algérie en général et sur l'Oranie notamment : **Seltzer (1946)**, **Chaumont et Paquin (1971)**, **Aidoud (1983)**, **Dahmani (1984)**, **Aimé (1991)**, **Quezel et Barbero (1993)**, **Mekioui (1989,1997)**, **Bestaoui (2001), Hirche et *al.* (2007)**. L'ensemble de ces auteurs s'accorde à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen. Différentes sources de données permettent de caractériser le climat en Algérie :

– Les données de 1913 – 1938 publiées dans "le climat de l'Algérie" par **Seltzer (1946)** ;

– Les données de 1926 – 1950 des stations sahariennes publiées dans "le climat du Sahara" par **Dubief (1950 – 1963)** ;

– Les données de 1913 – 1961 publiées dans la notice de la carte pluviométrique de l'Algérie septentrionale, établie par **Chaumont et Paquin (1971)** ;

– La carte pluviométrique publiée par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (1993) ;

– Les données actuelles publiées par l'Office National de la Météorologie (O.N.M).

La zone d'étude, quant à elle, est caractérisée sur le plan climatique à partir de séries de données météorologiques fournies par les différentes stations météorologiques situées dans la région. Seront traités successivement :

- Paramètres climatiques (T (°C) et P (mm)) ;
- Synthèse bioclimatique.

II-3-2- Analyse des données climatiques

II-3-2-1- Méthodologie

Le climat régional est défini à l'aide de l'exploitation de données climatiques de diverses stations météorologiques les plus proches de la zone d'étude. L'étude bioclimatique a donc été réalisée sur 4 stations de référence qui sont : Béni-Saf, Ghazaouet, Es-Senia et Naama (tableau 6) ; celle-ci s'étale de 1980 à 2008 pour les deux premières stations, de 1998 à 2007 pour les deux dernières. Ceci est dû à l'indisponibilité de données complètes pour les années manquantes.

Tab.6 : Coordonnées géographiques des stations météorologiques

Stations	Latitudes	Longitudes	Altitudes	Communes	Wilaya
Béni-Saf	35° 18' N	1° 21' W	68 m	Béni-Saf	Ain Temouchent
Ghazaouet	35° 06' N	1° 52' W	4 m	Maghnia	Tlemcen
Es-Senia	35° 37' N	0° 36 W	90 m	Es-Senia	Oran
Naama	33° 16' N	0° 18 W	1166 m	Naama	Naama

Source : Office National de la Météorologie

II-3-2-2- Données climatiques

Sur le tableau 7 sont reportées les données climatiques des stations météorologiques pour la nouvelle période.

La pluie et la température sont la charnière du climat, elles influent directement sur la végétation (**Bary-Lenger et *al.* , 1979**).

- **Précipitations**

Les précipitations exercent une action prédominante pour la définition de la sécheresse globale du climat (**Le Houerou et *al.* , 1977**). Aussi **Djebaili (1978)** définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat ; elle conditionne le maintien de la répartition du tapis végétal d'une part et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion, d'autre part.

Pour l'écologue, la pluviosité revêt un caractère primordial étant donné qu'elle agit directement sur le bilan hydrique du sol dont dépend le comportement des végétaux. Elle régit également le cycle salin des sédiments et les oscillations de la nappe phréatique. Aussi, les pluies sont un facteur permettant l'enrichissement de la nappe phréatique en chlorure de sodium et en d'autres sels en particulier les sulfates ou carbonates (**Bendaanoun, 1981**).

- **Régimes mensuels**

Les régimes pluviométriques mensuels se distinguent par deux maxima pluviométriques variant selon les stations :

Béni-Saf : Novembre (62,0 mm) et Février (58,3 mm)

Ghazaouet : Novembre (57,9 mm) et Février (46,8 mm)

Es-Senia : Décembre (87,2 mm) et Février (48,23 mm)

Naama : Octobre (28,50 mm) et Septembre (22,80 mm)

On remarque que les maxima ne tombent pas toujours au même mois dans les cinq stations par contre les minima pluviométriques sont toujours en Juin, Juillet ou Août.

La période pluvieuse débute à partir du mois d'Octobre voire Novembre en général pour s'achever au mois de Mai ; elle regroupe approximativement sept mois de l'année.

Ces conditions pluviométriques reflètent bien les caractéristiques du climat méditerranéen où l'aridité du climat et l'irrégularité des précipitations sont dominants.

Dans le tableau 7, on voit nettement la différence des moyennes mensuelles des précipitations entre les stations du Nord et celle du Sud. En effet, les stations de Béni-Saf, Ghazaouet et Es-Senia les plus proches de la mer présentent les chiffres les plus élevés. Ceci peut s'expliquer selon **Halimi (1980)**, d'une part par l'effet des trajectoires des dépressions qui suivent surtout le littoral, d'autre part par l'effet de la diminution progressive de vapeur d'eau atmosphérique au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer.

- **Régimes saisonniers**

Musset (1953) a défini le premier la notion de régime saisonnier. La pluviométrie est très irrégulière et mal répartie au cours de l'année. La saison la moins arrosée est l'été et s'étale de Juin à Août. En effet **Daget (1977)** définit l'été sous le climat méditerranéen comme la saison la plus chaude et la moins arrosée.

Pour les stations du Nord, la saison la plus arrosée est l'hiver suivi néanmoins de très près de l'automne ou du printemps dont les apports d'eau sont de plus en plus importants. Cette répartition saisonnière des précipitations se traduit par un régime pluviométrique de type HAPE ou HPAE au Nord et AHPE au Sud.

- **Régimes annuels**

Il est évident que les hauteurs des précipitations annuelles dépendent directement des hauteurs des précipitations mensuelles et qu'avec les hauteurs mensuelles très dispersées on peut obtenir approximativement les mêmes hauteurs annuelles.

L'examen des régimes de précipitation annuelle nous amène à constater que la pluviométrie est quasiment la même au Nord, elle atteint en moyenne 368,3 mm / an pour la station de Béni-Saf, 315,1 mm / an pour la station de Ghazaouet, 320,47 mm / an pour la station Es-Senia .La station de Naama est la moins arrosée avec 187,87 mm / an.

Djebaili (1984) souligne que la variation de la pluviométrie est fonction de l'éloignement de la mer et de l'exposition des versants aux vents humides. Elle est également liée à l'altitude, les hauteurs de pluies augmentent avec l'accroissement de l'altitude.

- **Températures**

L'élément température est utilisé en phytoclimatologie pour rendre compte de l'apport d'énergie à la végétation à défaut des observations du rayonnement (**Halimi, 1980**). La température agit sur les vitesses de croissance comme sur tout processus organique. La répartition spatiale des températures dépend de très nombreux facteurs généraux et locaux ; certains sont périodiques, et l'effet bioécologique de la température aura toujours un triple aspect : effet de la température moyenne, effet des valeurs extrêmes, effet des périodicités (**Frontier et *al.* , 1998***)*. Donc selon **Emberger (1955)** pour connaître la variation des températures on ne doit prendre en considération que celles qui ont une signification biologique ce sont :

- La moyenne des "minima" (m) ;
- La moyenne des "maxima" (M) ;
- La température moyenne (T).

Le minima thermique "m" exprime le degré et la durée de la période critique des gelées (**Emberger, 1930**). **Sauvage (1960)** souligne également l'importance pour la végétation de la valeur m = - 3°C en dessous de laquelle débute le repos hivernal.

Le maxima thermique "M" peut constituer un facteur limitant pour les plantes.

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud "M" varie avec la continentalité.

- **Écarts thermiques**

L'analyse des écarts thermiques dans nos deux zones d'étude met en relief des températures assez élevées durant l'été particulièrement en Juillet et Août. Les maxima thermiques moyens "M" avoisinent au Nord les 30°C alors qu'à Naama ils sont de

35,3°C. En hiver les températures minimales des stations connaissent des valeurs oscillant entre -2,9 °C au Sud et 10,7 °C au Nord. Pour l'ensemble des stations, le mois le plus froid est Janvier. Ainsi **Hadjadj Aouel (1995)** entend par saison froide, la période pendant laquelle, les températures sont les plus basses de l'année et où les températures moyennes sont inférieures à 10°C. Concernant la station du Sud **Benabadji et Bouazza (2000)** affirment que « les steppes algériennes sont encadrées par les isothermes « m » -2 °C et 6 °C. Ces basses températures expliquent l'absence de certaines espèces dont la vie est liée aux hivers tempérés ».

- **Amplitude thermique moyenne**

La classification thermique des climats proposée par **Debrach (1953)** est fondée sur l'amplitude M – m :

- Climat insulaire : M – m < 15°C ;
- Climat littoral : 15°C < M – m < 25°C ;
- Climat semi continental : 25°C < M – m < 35°C ;
- Climat continental : 35°C < M – m.

Partant de cette classification et d'après les données climatiques, les stations de Béni-Saf, Ghazaouet et Es-Senia sont soumises respectivement aux amplitudes suivantes 19,3, 23,7 et 25,25 avec un climat de type littoral et semi-continental. Pour la station de Naama l'amplitude s'élève à 38,2, ce qui correspond à un climat continental (Tab. 8).

Tab. 8 : Amplitude thermique des stations météorologiques (Nouvelle période)

Stations	M – m	Type de climat
Béni-Saf (1980 – 2008)	19,3	Littoral
Ghazaouet (1980 – 2008)	23,7	Littoral
Es-Senia (1987 – 1997)	25,25	Semi-continental
Naama (1987 – 1997)	38,2	continental

Tab. 7: Données climatiques des stations météorologiques – Nouvelle Période –

Stations	Moyennes mensuelles des précipitations et des températures													Régimes saisonniers			Type		P annuelles (mm)	M"	m"
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	H	P	E	A				
Béni-Saf (1980-2008)	P	50,6	58,3	37,3	34,3	24,1	7,0	4,7	3,0	15,8	30,5	62,0	40,1	149	95,7	14,7	108,	HAPE	367,	30	10,7
	T	12,6	13,3	14,8	16,3	18,9	22,1	24,7	25,6	22,9	20,1	16,6	14,0								
Ghazaouet (1980-2008)	P	42,9	46,8	40,7	27,8	29,2	5,4	1,1	3,6	20,1	33,4	57,9	34,7	124,4	97,7	10,1	111,	HAPE	343,	31,1	7,4
	T	11,5	12,4	14,2	15,9	18,7	22,6	25,8	23,9	23,8	20,1	15,5	12,7								
Es-Senia (1998-2007)	P	28,84	48,23	28,06	18,28	28,98	3,98	1,44	1,11	7,73	22,08	44,54	87,2	164,7	75,32	6,56	74,3	HPAE	320,	30,3	5,05
	T	11,03	12,06	14,15	15,96	19,16	22,12	25,21	26,78	23,19	19,49	15,53	12,37								
Naama (1998-2007)	P	17,5	13,89	7,60	13,00	20,00	9,78	4,50	16,40	22,80	28,50	21,60	12,30	43,69	40,60	30,68	72,9	AHPE	187,	35,3	-2,9
	T	5,63	7,67	11,97	15,08	19,55	25,80	29,25	28,00	23,05	17,91	10,51	6,45								

(Source : Données climatologiques d'après O.N.M.)

II-3-3- Synthèse bioclimatique

Les auteurs ont proposé de nombreuses façons de rendre compte de la globalité du climat essentiellement liée à l'interaction humidité/température. Deux catégories de descripteurs de climats ont été proposées : des descripteurs numériques (indices climatiques) et des descripteurs graphiques (diagrammes) et ce dans l'intérêt de mettre en évidence l'importance de ce facteur climat et son action sur la répartition des espèces végétales.

II-3-3-1- Indices climatiques

- **Indice d'aridité de De Martonne**

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

$$I = \frac{P}{10 + T}$$

où T est la température moyenne annuelle (°C) et P la pluviosité totale annuelle (mm).

Ainsi pour Béni-Saf P = 367,7 mm, T = 18,49 °C donc I = 12,90 ; pour Ghazaouet P = 343,6 mm, T = 18,09 °C donc I = 12,23 ; pour Es-Senia P = 320,47 mm, T = 18,03 °C donc I = 11,43 ; pour Naama P = 187,87 mm, T = 16,70 °C donc I = 7,03. Selon l'abaque d'aridité, on a au nord, un régime semi-aride à écoulement temporaire et au Sud un régime désertique à écoulement temporaire.

- **Quotient pluviothermique d'Emberger et Stewart**

Le quotient d'**Emberger (1955)** est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Ce quotient reflète l'aridité du climat, en effet une région est d'autant plus sèche que M-m est plus élevée (**Halimi, 1980** ; **Boudy, 1948**).

La formule du Q_2 d'Emberger a été modifiée par **Sauvage et Daget (1963)** sur la base de la formule :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\frac{(M-m).(M+m)}{2}} = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : précipitations moyennes annuelles en mm

M : moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en °K

M : moyenne des minima thermiques du mois le plus froid en °K

La valeur $\frac{M+m}{2}$ du fait de son expression en degrés Kelvin varie peu, **Stewart (1969)** l'assimile à une constante k=3,43, d'où le quotient :

$$Q_3 = 3{,}43 \times \frac{P}{M-m}$$

M et m s'expriment en degrés Celsius.

Les valeurs du Q_2 ont été calculées pour chacune des stations et reportées dans le tableau 9 ci-dessus :

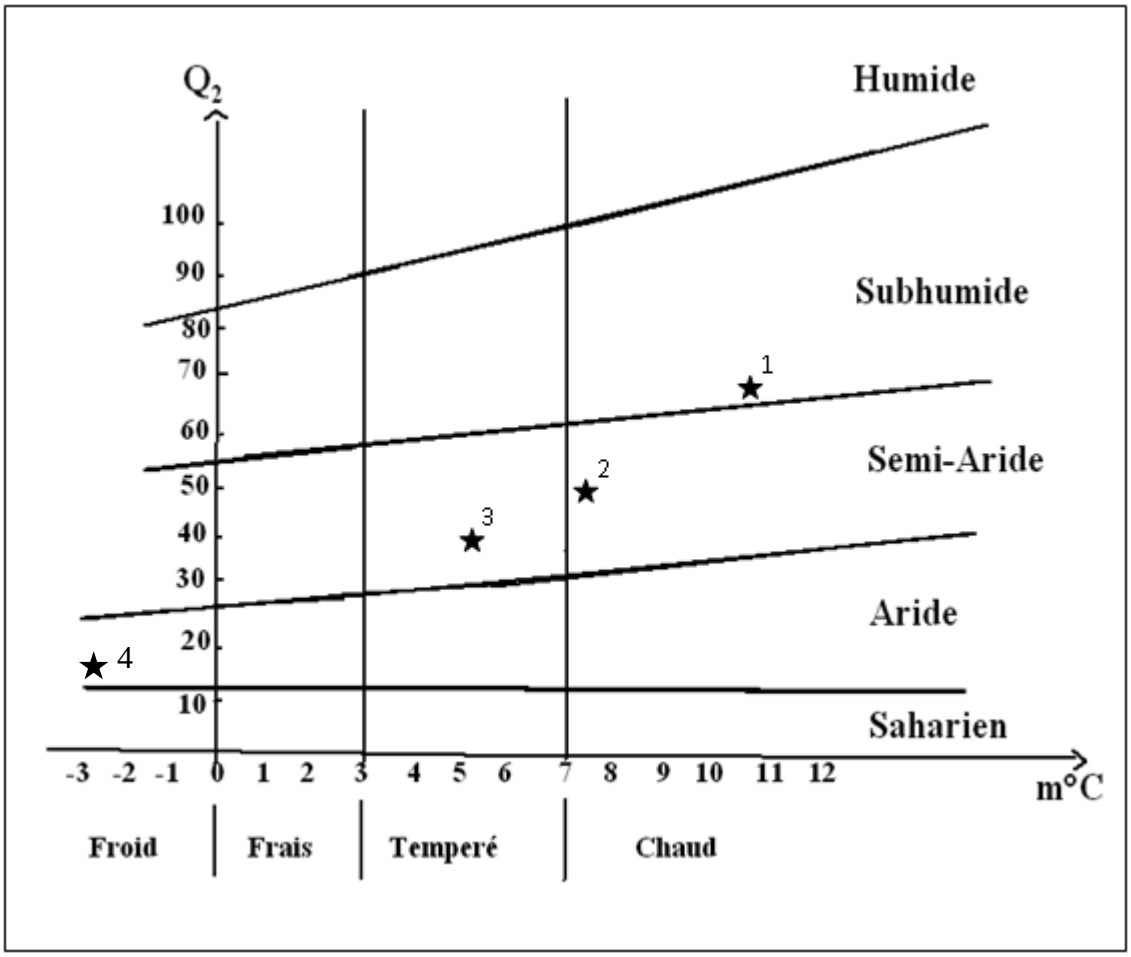
Tab. 9 : Quotient pluviothermique (Nouvelle période)

Stations	M (°C)	m (°C)	P (mm)	Q_2
Béni-Saf	30	10,7	367,7	64,9
Ghazaouet	31,1	7,4	343,6	49,60
Es-Senia	30,3	5,05	320,47	39,73
Naama	35,3	-2,9	187,87	16,45

II-3-3-2- Diagrammes climatiques

- **Climagramme pluviothermique d'Emberger**

Emberger a mentionné qu'un climat ne peut être caractérisé si à la valeur du Q_2 ne vient pas s'ajouter celle de 'm' (**Emberger, 1955**). Ce qui permet aux stations météorologiques de même Q_2 d'être différenciées par leurs valeurs de « m ». Le Q_2 nous a permis de localiser nos stations sur le climagramme d'Emberger (Fig. 8) cet auteur a mis au point un zonage du bioclimat méditerranéen du plus sec vers le plus humide en combinant les données climatologiques et celles de la végétation. Aussi, les moyennes des minima sont directement en relation avec les étages de végétation (zonation altitudinale).



1- Station de Béni-Saf
2- Station de Ghazaouet (1980 à 2008) pour 1 et 2.
3- Station de Es-Senia
4- Station de Naama (1998 à 2007) pour 3 et 4.

Fig. 8 : Climagramme pluviothermique d'Emberger

L'observation du climagramme pluviothermique montre que :

- Béni-Saf se trouve dans le sub-humide inférieur à hiver chaud ;
- Ghazaouet se trouve dans le semi-aride supérieur à hiver chaud ;
- Es-Senia se trouve dans le semi-aride moyen à hiver tempéré ;
- Naama se trouve dans l'aride inférieur à hiver froid.

- **Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausse**n

Les diagrammes ombrothermiques de **Bagnouls et Gaussen (1953)** permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations à l'aide de deux courbes respectives ; leur intersection détermine la durée de la saison sèche. L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures.

À ce sujet, **Emberger (1942)** précise : "Un climat peut être météorologiquement méditerranéen, et posséder la courbe pluviométrique méditerranéenne caractéristique, sans l'être écologiquement ni biologiquement, si la sécheresse estivale n'est pas accentuée ».

Un mois est réputé 'sec' pour la végétation si le total des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieure au double de la température moyenne mensuelle exprimée en °C soit $P \leq 2T$; il est réputé humide dans le cas contraire.

- P : total des précipitations du mois considéré (mm) ;
- T : température moyenne durant le même mois considéré (°C).

Nous avons établi les diagrammes ombrothermiques pour les quatre stations (nouvelle période) (Fig. 9). Le dépassement de la courbe de la température sur la courbe de la pluviosité, indiquant les mois secs, apparait sur les graphiques (Fig. 9).

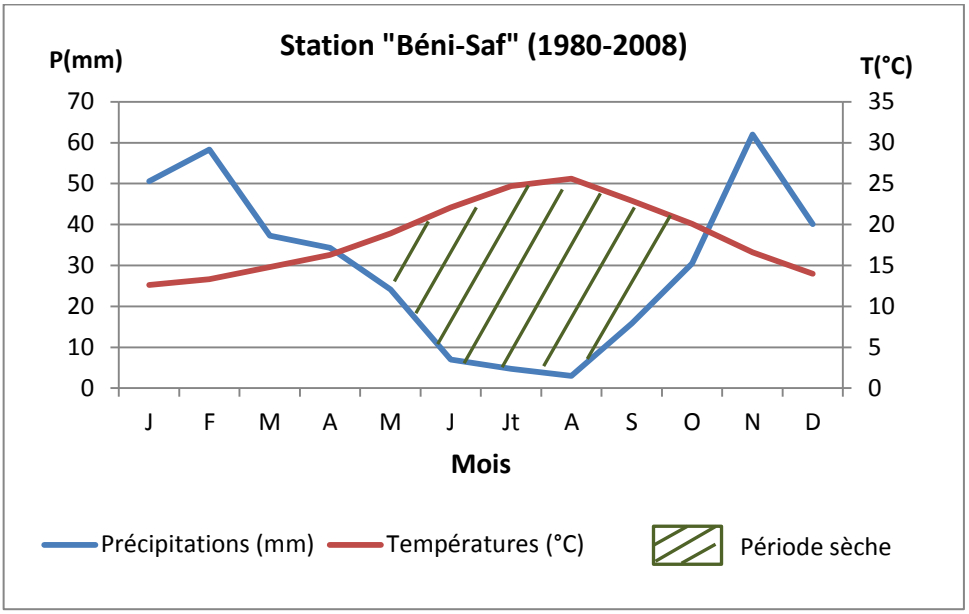
Toutes les stations du Nord sont caractérisées par une saison sèche qui s'étend de début Avril à la fin Octobre ou Novembre. La station du Sud a une période sèche qui s'étale de Février à Novembre.

II-3-4- Conclusion

L'analyse bioclimatique de la zone d'étude nous a conduits aux conclusions suivantes :

Selon la classification thermique de **Debrach (1953)**, nous avons trois types de climat à savoir, semi continental pour la station de Es-Senia, littoral pour les stations de Béni-Saf et Ghazaouet et continental pour la station de Naama. Cette différence est due à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude.

La moyenne des températures minimales du mois le plus froid est plus élevée dans les régions littorales pour les stations de Béni-Saf et Ghazaouet (10,7 °C et 7,4 °C) alors qu'elle atteint -2,9 °C au Sud.



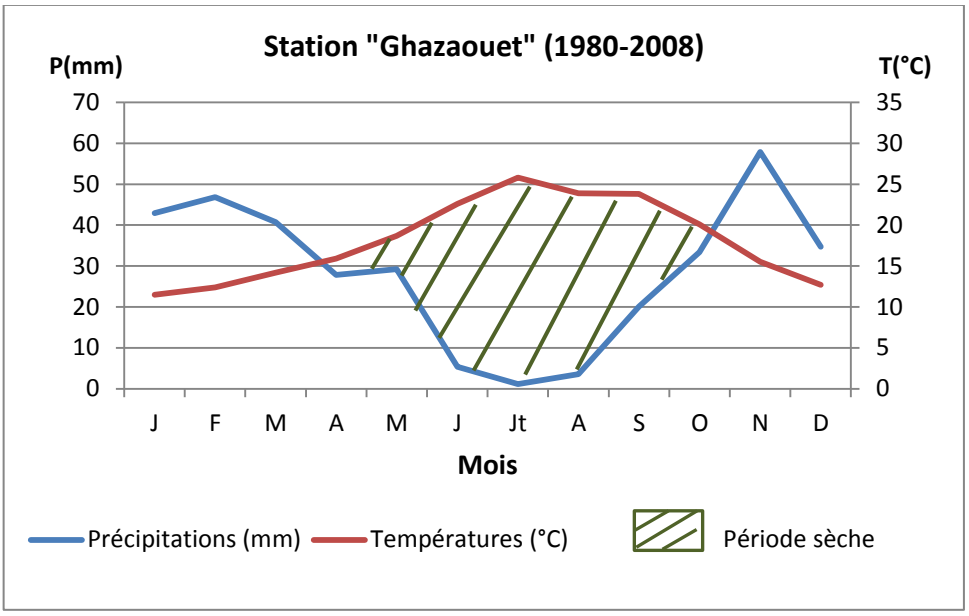
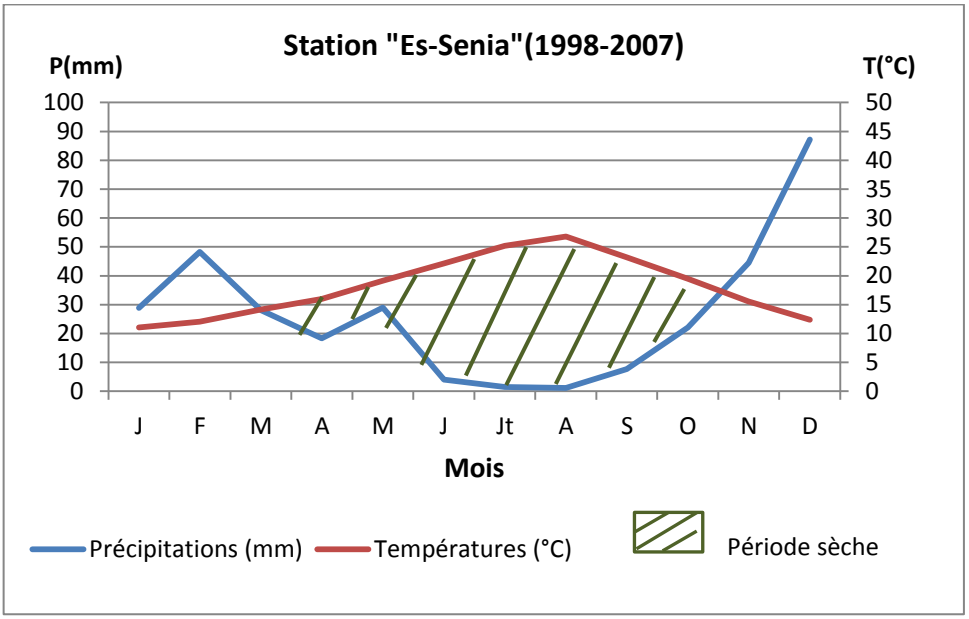


Fig. 9 (a) : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen



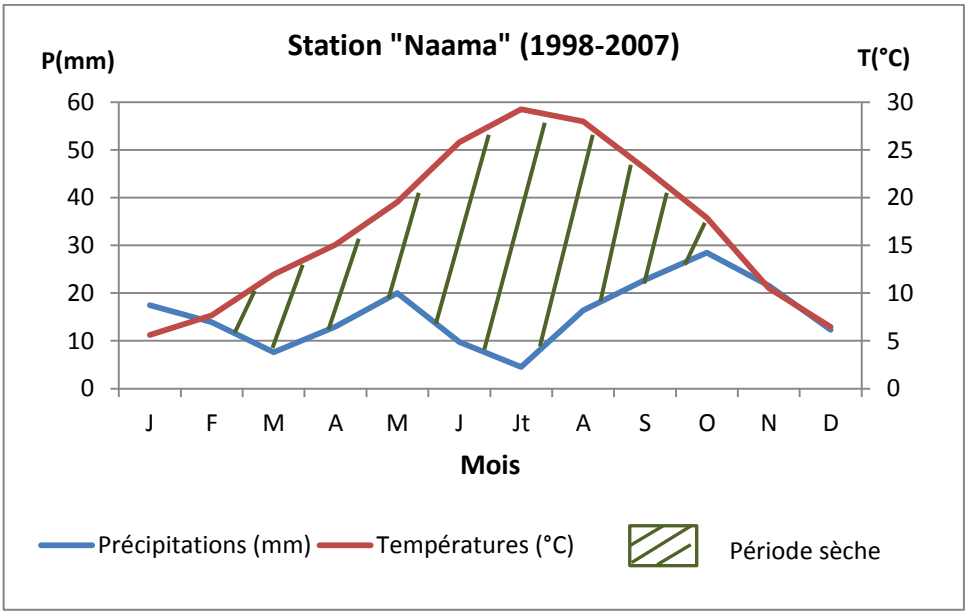


Fig. 9 (b) : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen

Quant à la pluviosité, les précipitations accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle. Cette variabilité est due à l'existence de gradients (**Djellouli, 1999**) ; un gradient longitudinal, un gradient latitudinal et un gradient altitudinal. Selon **Abdelmalek (1986)** cette grande irrégularité annuelle et interannuelle entraîne un déplacement corrélatif des ceintures de végétations autour de la Sebkha ; aussi cette dynamique peut provoquer des chevauchements et des mélanges des groupements végétaux (de matorral et des peuplements halophiles). C'est ce qui a été également observé à « Rachgoun 2 ». L'ensemble de nos stations situées au Nord est caractérisé

par une période de sécheresse estivale variant de 6 à 7 mois. Quant à la station Naama, la période sèche est beaucoup plus longue soit 10 mois.

Selon le climagramme d'Emberger, nos stations appartiennent soit à l'étage bioclimatique sub-humide inférieur, soit au semi-aride supérieur ou moyen soit à l'aride inférieur. Au Nord, *Arthrocnemum glaucum* est présent et bien adapté à des conditions climatiques souvent différentes. En allant vers le Sud, le climat accuse une certaine aridité, où *Arthronemum glaucum* est toujours présente.

II-4- Géomorphologie et réseau hydrographique

Cette étude nous conduit à présenter la géomorphologie et l'hydrologie de trois secteurs homogènes. Ces derniers se situent :

- Sur le littoral ;
- Au niveau de la Sebkha d'Oran ;
- Au niveau du Chott El-Gharbi.

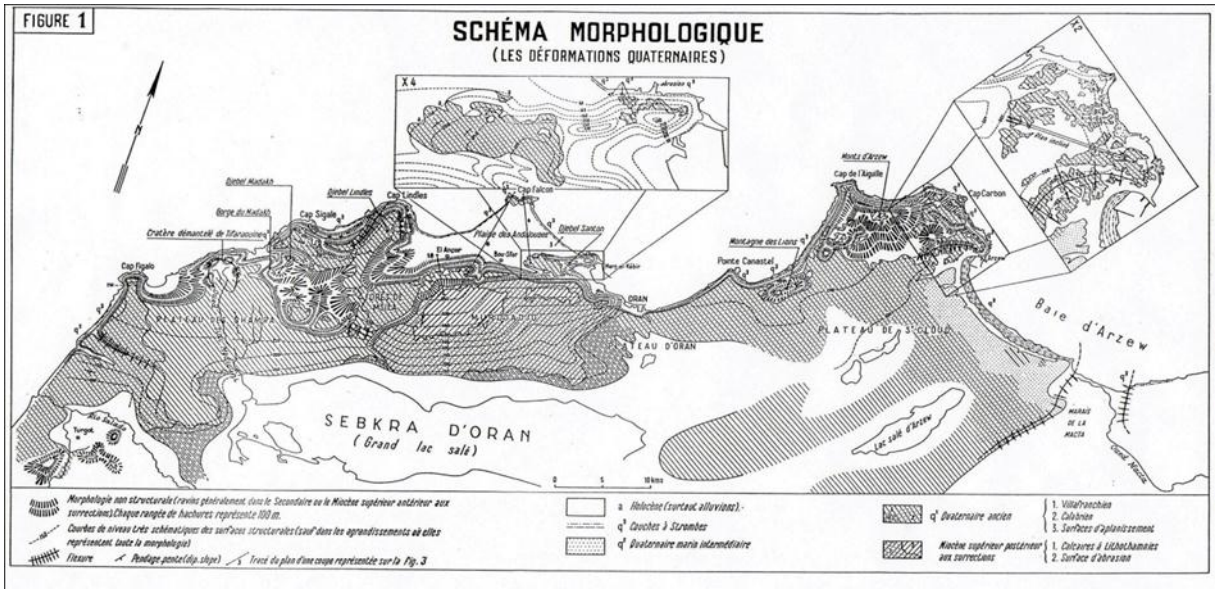
II-4-1- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda)

Les stations « Rachgoun 1 et 2 » sont situées à l'embouchure de la Tafna. A El-Guedim, ce sont des dépôts dunaires et sur la rive droite de l'oued, apparaissent sous ces dunes, des coulées de basaltes de couleur noire interstratifiées avec des tufs volcaniques (sédiments d'origine volcaniques) (**Guardia, 1975**). Oued Tafna, considéré comme une unité hydrographique importante de l'Algérie occidentale, a pour source Ghar Boumaza, au Nord de la ville de Sebdou et se déverse en aval au niveau de la plage de Rachgoun.

La station de Moscarda, à l'extrême ouest du pays, est aussi occupée par des dunes. Cette région correspond à une unité allochtone de type rifain (**Guardia, 1975**). Au niveau de la frontière algéro- marocaine le réseau hydrographique est caractérisé par la présence d'un oued permanent oued Kiss. Ce dernier constitue la frontière avec le Maroc et se jette à Marsat Ben M'hidi.

II-4-2- Sebkha (Fig. 10)

Dans le bas bassin néogène du Cheliff, à l'extrémité occidentale des basses plaines oranaises, s'étend la grande Sebkha d'Oran au sein d'une dépression allongée et fermée. Celle-ci est séparée de la mer Méditerranée par les masses rocheuses du Sahel d'Oran au Nord



Source : **Gourinard (1952)**

Fig. 10 : Schéma morphologique du littoral oranais

(Massif du Murdjadjo) ; au Sud de la plaine de la M'leta, les Monts du Tessala constituent sa limite méridionale. Sa bordure sud-ouest est dominée par les coteaux du Hammoul.

Ce bassin endoréique couvre environ 3200 hectars du territoire oranais avec une longueur de 45 km et une largeur de 7 à 8 km du Nord-Est au Sud-Ouest. Le fond plat de la cuvette remblayé par des alluvions quaternaires, se maintenant à 80 m d'altitude (**Thinthoin, 1948**), est constitué de terrains halomorphes où s'accumulent les eaux de ruissellements chargées en sels provenant des reliefs avoisinants pendant la saison pluvieuse. La Sebkha est alimentée en eaux de ruissellement par un large bassin hydrographique. A partir de Djebel Murdjadjo se déverse de nombreux oueds : d'Est en Ouest on reconnait oued Messerghine, oued El-Dahia, oued Tamsalmet, oued Moguenne, oued Sidi Medioun.

Le réseau hydrographique du revers nord des Monts du Tessala est plus important : il est constitué par l'oued Tafraoui, l'oued Tamazoura, El-Haïmeur, El-Ghassoul, El-Besbès.

Des torrents temporaires à l'occasion d'orages et/ou de pluies apportent un débit éphémère et très irrégulier qui ne prend quelques importances qu'après les pluies d'hiver.

Selon **Gaucher et Burdin (1974)** dans le sous-sol des dépressions, il peut exister plusieurs nappes phréatiques ; elles fournissent généralement des sels, par la concentration et l'évaporation de leur frange capillaire, en formant une croûte salée qui recouvre le sol pendant la saison sèche.

Par ailleurs, les bordures de cette Sebkha d'Oran sont formées de limons argilo-sableux ou de marnes rouges dessinant souvent un décrochement brusque de la ligne de pente des terrains récents sur les rives même du lac (**Soletanche, 1950**). Ils reposent sur des terrains miocènes marneux ou calcaire karstique, à pendage faible tel que le versant méridional du massif du Murdjadjo offrant aussi de grandes surfaces d'affleurements très perméables ou à pendage plus raide résultant de plissement plus jeunes (Tessala bordant la Sebkha au Sud).

Enfin, cette couverture miocène repose sur un substratum schisteux essentiellement Jurassico-Crétacé considéré comme étant imperméable (**Soletanche, 1950**).

Il faut aussi tenir compte d'une activité néotectonique (séismes actuels) dans cette région.

II-4-3- Chott El-Gharbi (Oglat en Naadja)

La région du Chott El-Gharbi correspond à une vaste dépression endoréique constituée de terrains halomorphes à texture sableuse, entourée de deux autres formes physiographiques : les surfaces plus ou moins planes et les Djebels.

Ces massifs sont limités au Nord par Djebel Mékaidou et au Nord –Ouest par Djebel Sidi Abed qui culminent respectivement à 1500 m et 1434 m et avec une pente comprise entre 5 et 25 %. La formation du Djebel Mékaidou date de l'Eocène moyen–supérieur **(Bensalah et *al.*, 1987**) ; Selon **Bensalah (1989)**, cette formation est une succession marno- siliceuse localement gréseuse qui présente plusieurs passées lenticulaires conglomératiques, parfois grossières, notamment à la base. Le milieu de dépôt souvent fluviatile devient fluvio-torrentiel sur les pentes ou au pied de certains reliefs. Quant au Djebel Sidi El Abed, il est formé de calcaire dolomitique et marneux d'âge jurassique.

Néanmoins Chott El-Gharbi est constitué de sédiments d'origine fluviatile (galets, argiles silteuses datés du Miocène supérieur (**Benest et *al.* , 1988**).

Chott El-Gharbi est alimenté en eaux de ruissellement par un large réseau hydrographique endoréique. Ce dernier est constitué de plusieurs oueds dont certains aboutissent au Chott El-Gharbi, parmi ces oueds on cite :

- Oued El-Harmel,
- Oued El-Read,
- Oued El-Attouché.

Tous ces oueds dont les crues peuvent être importantes ont été au contact de terrains et de roches salées plus ou moins meubles et contribuent également à l'alimentation et la salure des nappes ainsi qu'au transport d'une forte proportion d'éléments solides qui se déposent dans les points les plus bas **(Hassaine, 1991)**.

Cependant, selon **Halitim (1988)**, contrairement à la Sebkha l'eau ne stagne que peu de temps et sur une faible épaisseur.

II-5- Contexte Géologique

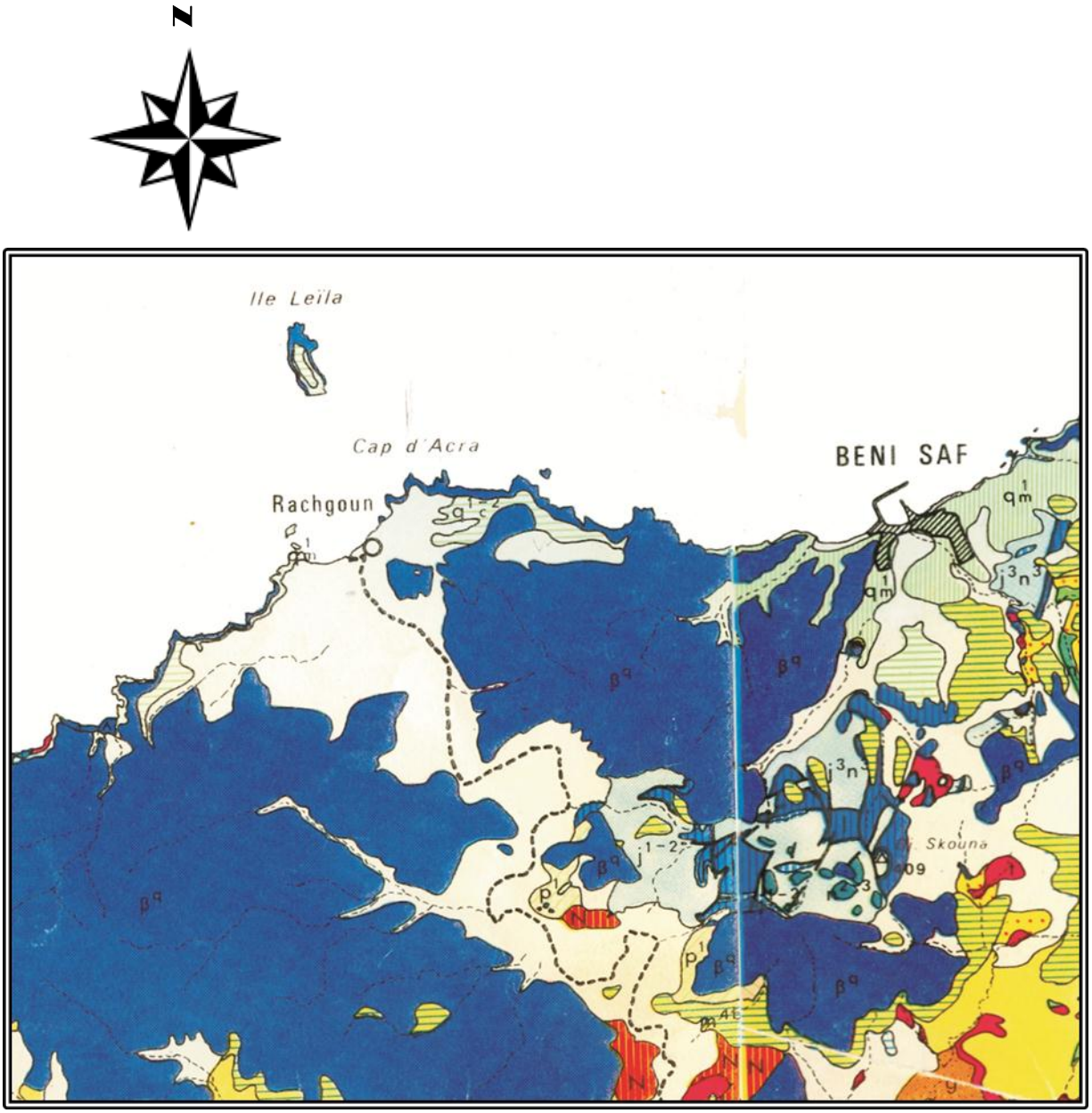
II-5-1- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda)

Les stations de « Rachgoun » sont localisées dans une section où la géologie est constituée d'unités autochtones post-nappes complètement différentes (Fig. 11) :

- Des alluvions, colluvions, dunes récentes et éboulis, datant du quaternaire, en bord de mer.
- Des basaltes quaternaires correspondant à des roches éruptives (B^q), un peu plus en retrait de la côte.
- Des croutes calcaires anciennes ($q^{1-2}c$) appartenant au quaternaire, prés du Cap d'Acra et un peu plus à l'ouest de Rachgoun.

Quant à la zone de « Moscarda », d'après la carte géologique de **Guardia (1975)** généralisée sur toute la partie nord-occidentale de l'Oranie, les formations géologiques rencontrées sont les suivantes (Fig. 12):

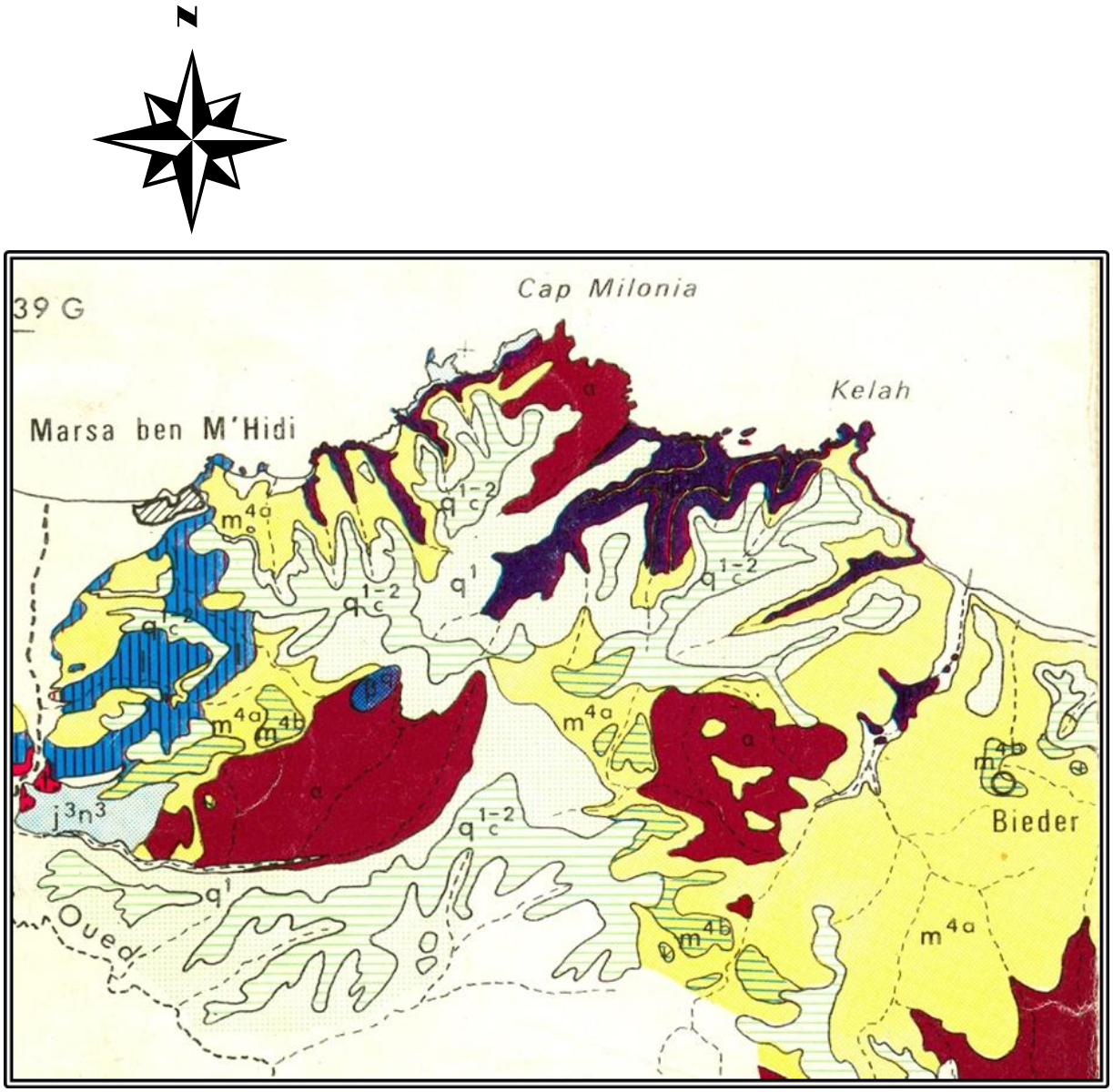
- Les formations du Quaternaire : ce sont les plus récentes, constituées principalement par les alluvions, colluvions, dunes récentes et éboulis ; celles-ci sont vulnérables à l'érosion. On distingue également de petites zones de croutes calcaires anciennes ($q^{1-2}c$).
- Les formations du Tertiaire: il s'agit des dépôts du Miocène post-nappes, ces formations occupent une grande partie de la zone d'étude et sont caractérisées par la présence de marnes autochtones (m^{4a}). Les marnes sont perméables causant ainsi des glissements de terrains entrainant l'apparition de ravines d'érosion.



Echelle : 1/100.000 Source : **Guardia (1975)**

Fig. 11 : Carte géologique de la zone de Rachgoun

N.B. : Cf. légende commune aux figures 11 et 12, p. 79



Echelle : 1/100.000 Source : **Guardia (1975)**

Fig. 12 : Carte géologique de la zone de Moscarda

Légende de la Fig. 11 et 12

AUTOCHTONE

QUATERNAIRE
- Alluvions, colluvions, dunes récentes, éboulis — A
- travertins — T
- croûtes calcaires anciennes — $q^{1}c^{2}$
- post-Calabrien anté-croûte — q^{1}
- Calabrien marin et dunaire — $q^{1}m$

PLIOCENE
- calcaire lacustres — $q^{2}l$
- Pliocène supérieur continental — $p^{2}c$
- Pliocène inférieur marin — p^{1}

MIOCENE
- 2ème cycle post-nappes
  - Calcaires supérieurs — m^{4b}
  - marnes — m^{4a}
  - formations contientales — $m^{4}cpc^{1}$
- 1er cycle post-nappes continental — $m^{3}c$
- syncho-nappes [(a) barre greseuse] — m^{2-3} (a)

Contact stratigraphique (autochtone)

Contact intra-unité (allochtone)

Contact inter-unité (triangles du coté chevauchant)

Contact par faille (a chevauchante)

glissement épiglyptique récent

métamorphisme de contact

Echelle : 1/100.000

AUTOCHTONE

SECONDAIRE
- Cénomanien Turonien, Sénonien inférieur — C^{1-3}
- Barrémien, Aptien — n^{4-5}
- Tithonique, Néocomien — $j^{6}n^{3}$
- Malm et néocomien grési-pélitique — $j^{3}n^{3}$
- Kimméridgien — j^{5}
- Oxfordien supérieur — j^{4C}
- Callovien, Oxfordien — j^{3b-4b}
- marmes : Bajocien, Bathonien Callovien inférieur — j^{1-3a}
- calcaire: Aalénien, Bajocien Bathonien inférieur — j^{8b-2a}
- Domérien supérieur, toarcien Aalénien p.p — j^{6b-8a}
- Lias moyen — j^{3-6a}
- Trias ["Permo-Trias"] — tr

PRIMAIRE
- Viséeen supérieur
  - Volcano-dédimentaire — hb^{1}
  - Dolomitique — ha^{1}
- Dévonien moyen (et Primaire indéterminé x) — d
- Ordovicien, Silurien [(a) phtanites siluriens] — s (a)

UNITES DE TYPE RIFAIN

EL MOKRANE
- Eocène inférieur — e^{5}
- Cénomanien, Turonien, Sénonien — c^{1-6}
- Barrèmien, Aptien, Albien — n^{4-7}

SOUHALIA
- Néocomien [petites et grés] — n^{2-3}
- Tithoniquen Béocomien [calcshistes] — $j^{6}n^{2}$
- Malm — $j^{3}n^{5}$

TADJERA EL MALAH SKOUNA HAOUARIYA
- Béocomien [grés moucehtés] — n^{2-3}
- Malm, Néocomien [schistes] — $j^{3}n^{3}$
- Dogger [calcschiste] — j^{1-2}
- Lias [calcaire] — l
- Trias — l

HOUARIYA
- Primaire [permo-Carbinifère p.p] — hr

UNITES DE TYPE TELLIEN

OLIGO-MIOCENE
- Oligo-Miocène — gm^{1}
- Lutétien supérireur à Aquitanien [calcaire] — $e^{7}m^{1a}$

SENONIENNE
- Eocène moyen-supérieur — e^{7-8}
- Cuisien — e^{5}
- Sénonien supérieur, Paléocène — $c^{4}e^{4}$

CHOUALA
- Oligocène — g
- Crétacé inférieur à base Crétacé supérieur [(a) barre albienne] — $n^{2}c^{3}$ (a)
- Jurassique supérieur — j

COMPLEXE TRIASIQUE
- Lias — l
- Trias — t

UNITE NUMIDIENNE

- Numidien — N

ROCHES ERUPTIVES

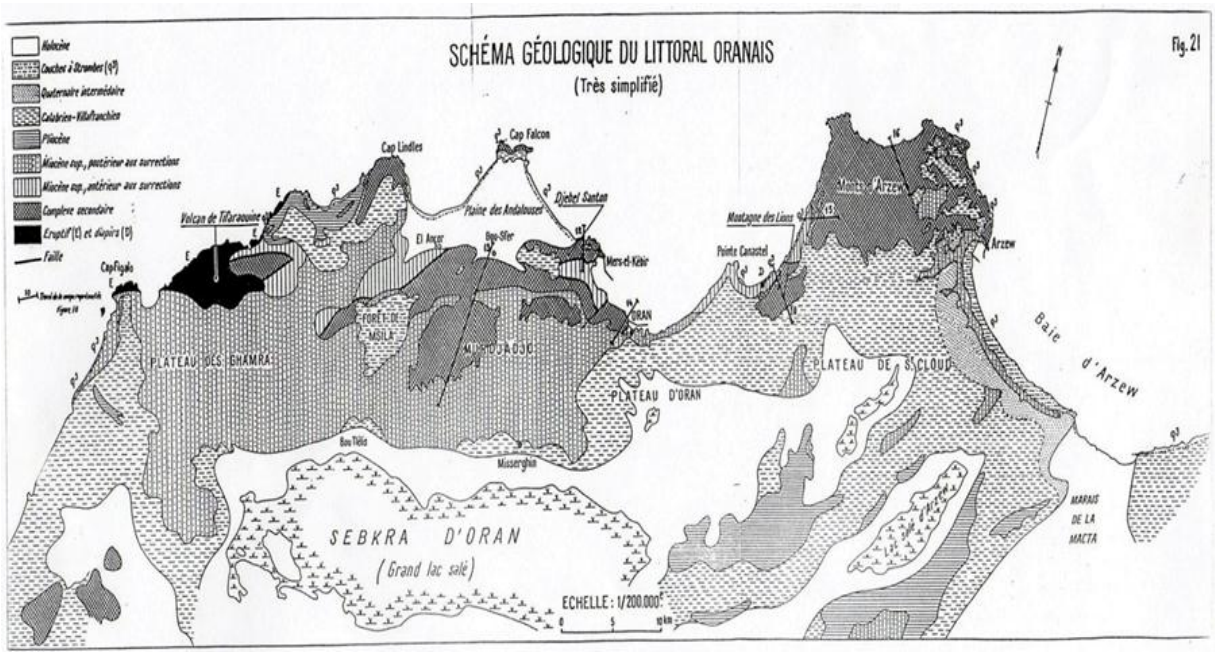
- Basalte quaternaire — β^{q}
- Basalte pliocène — β^{p}
- Basalte miocène — β^{m}
- Andésite miocène — a
- Rhyolite miocène — p
- Tufs rhyolitiques — p^{t}
- Granite hercynien — γ

II-5-2- Sebkha (Fig. 13)

Les stations d'étude sont situées en bordure de la Sebkha qui constitue un bassin endoréique où s'accumulent des dépôts évaporitiques. À la faveur du contraste des saisons (humide et sèche) les pluies érodent les reliefs limitrophes de la Sebkha, lessivent les roches et lors de la période sèche déposent les éléments dissous, le plus souvent des sels du type gypse.

En bordure de cette Sebkha et près de M'Saïd (à proximité de El-Amria) des marnes bleues et des calcaires blancs à algues ou calcaires supérieures d'âge Miocène ont été décrits.

Localement, on peut y observer des roches volcaniques de types basalte et d'âge quaternaire recouvrant ces formations.



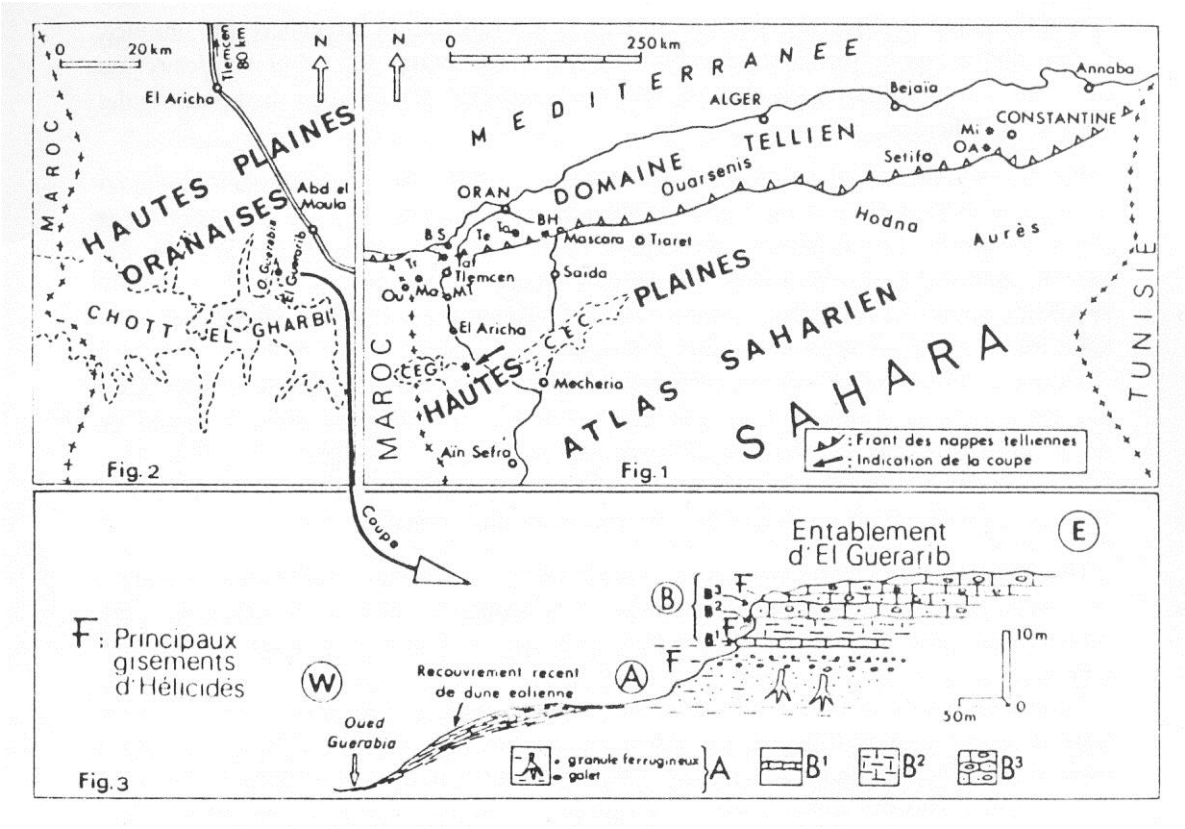
Source : **Gourinard (1952)**

Fig.13 : Carte géologique de la zone de la Sebkha d'Oran

II-5-3- Chott El-Gharbi (Oglat en Naadja) (Fig. 14)

Les roches de la région steppique sont sédimentaires d'origine continentale et d'âge Miocène supérieur et surtout quaternaire (**Cornet, 1952**; **Estorges, 1952**; **Mahrour, 1965**; **Caratini, 1967**; **Pouget, 1980**; **Trayssac, 1980**; **Halitim, 1985** ; **Benest et *al.* , 1988**).

La Hamada du Chott El-Gharbi est datée, dans le Miocène supérieur, du Tortonien, grâce à des faunes à Megalotachea jobaena (CROSSE). Cette importante hamada correspond à une formation détritique sablo-argileuse et conglomératique puissamment transformée par des encroûtements calcaires d'origine pédologique et climatique. Cette formation est le résultat de vastes épandages fluviatiles venus du Nord où des reliefs mésozoïques furent livrés à une intense érosion (**Benest et *al.* , 1988**).



Source : **Benest et *al.* (1988)**

Fig. 14 : 1. Carte très schématique de l'Algérie septentrionale

2. Localisation de la coupe du Chott El-Gharbi

3. Description de la coupe A : A = Sable argileux et limoneux avec traces de systèmes radiculaires et biotubations. B^1 = Encroûtement calcaire en banc mince. B^2 = Sables argileux rouges, indurés et encroûtés avec Hélicidés. B^3 = Barre sommitale de calcaires conglomératiques encroûtés à galets dispersés.

II-6- Edaphologie

II-6-1- Aperçu général des sols

Les sols sodiques en Afrique du Nord sont essentiellement des sols salins et des sols à alcali très salés rassemblés sous le nom de Solontchaks, et parfois des sols peu salés à alcali ; très rarement, et c'est même discutable, des Solonetz. Les Solontchaks gleyiques ou hydromorphes sont surtout abondants dans quelques zones très basses des plaines littorales et des vallées inférieures ainsi que dans les zones centrales des régions des chotts et sebkhas (**Aubert, 1983**).

Plus précisément, le territoire de la région d'étude présente des caractères édaphiques très hétérogènes qui s'identifient globalement comme suit :

II-6-1-1- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda)

On distingue au niveau du littoral, différents sols dont les principaux par ordre d'importance sont les suivants :

- Sols en équilibre : généralement formés à partir d'un substrat de basalte et de calcaire schisteux ; selon **Durand (1954),** lorsque la texture est lourde, ces sols abritent des herbacées et en présence de texture grossière ces sols portent des végétaux buissonnants.
- Sols décalcifiés : ce sont des sols à pente faible argileuse, plus ou moins enrichis en matières organiques, lorsque la texture est lourde toujours selon **Durand (1954)**, ces sols portent des prairies, et s'ils sont associés à la roche-mère, ils sont incultivables (Badland).
- Sols insaturés : ce sont des sols qui se sont développés avec les schistes et quartzites primaires.
- Sols calcaires humifères : sont riches en matières organiques, cela s'explique par le fait que ces sols se sont développés au dépend d'anciens sols marécageux.Ils se trouvent en grande partie à l'ouest de Nedroma et sur la bande littorale de Ghazaouet **(Durand, 1954)**.

II-6-1-2- Sebkha

En Oranie, les sols des dépressions sub-littorales sont de type solontchak à complexe sodique (**Servant, 1975**) principalement chargés en chlorures de sodium (**Hassaïne, 1991** ; **Bouanani, 1991**) qui seront ensuite précipités et déposés sous forme d'efflorecences salines, suite à l'évaporation. Selon **Aubert (1976)** ceci est dû aux conditions aride et semi-aride où les possibilités d'évaporation sont considérables et les précipitations pluviales limitées.

II-6-1-3- Chott El-Gharbi (Oglat en Naadja)

Le Chott El-Gharbi est constitué de sols salés riches en sels soluble, dits halomorphes, que l'on rencontre dans les dépressions (Dayas ou Chotts). Ils peuvent se diviser en solontchaks et solonetzs. Sur les marges arides du domaine méditerranéen, l'imprégnation saline gagne même les régions d'interfluve et les versants. On est alors manifestement en présence d'une insuffisance de la pluviométrie plus ou moins évidente suivant que la roche mère est plus ou moins salifère.

Servant (1975) a utilisé le terme de sols salsodiques au lieu de sols halomorphes en raison de leur caractère salé et sodique. Cette même terminologie a été reprise par **Duchauffour (1984)**. Parmi ces sols les plus connus sont les Solonetz et les Solontchak définis par l'école russe. Les sols salsodiques regroupent donc les sols salins (Solontchak sodique) à profil AC, les sols salins à complexe calcique (Solontchak calcique) et les sols salins à alcalis (Solontchak - Solonetz) à profil A (B) C. Ces sols sont généralement profonds et localisés dans les Chotts et les Sebkhas. Ils sont pauvres en matière organique, leur salinité est chlorurée, sulfatée, sodique et magnésienne.

- **Sols salins à complexe calcique**

Selon **Duchauffour (1988)** ces sols se rencontrent dans les régions steppiques, subdésertiques dans lesquelles les nappes salées contiennent généralement, à côté des sels de sodium, une quantité importante de sels de calcium (souvent gypse). Dans ces conditions, le complexe absorbant se sature de façon préférentielle en cations alcalino-terreux (Ca^{++}, souvent aussi Mg^{++}). Le taux de saturation du complexe Na^{+} est toujours inférieur à 15% ; le pH ne s'élève pas fortement en présence d'eau douce. Le profil est donc saturé en ions bivalents Ca^{++} et Mg^{++} qui maintiennent une structure floculée dans les horizons humifères, il reste peu différencié et de type AC ; il est fréquent que les sels s'accumulent en surface en période de forte évaporation en saison sèche. Ils provoquent alors la formation d'efflorescences blanches en surface (Photos n° 25 et 26), parfois une véritable croûte saline, et par cristallisation, peuvent détruire partiellement les structures (structures "poudreuses" **Servant, 1974**). Selon **Pouget (1980)** ces sols sont de texture généralement grossière, le plus souvent gypseux à très gypseux, possédant le caractère salé.

- **Sols salins à complexe sodique**

Ces sols sont généralement caractérisés par la présence d'une nappe salée, mais cette fois l'ion Na^{+} l'emporte très fortement en concentration sur les alcalino-terreux Ca^{++} et Mg^{++}. En raison de la forte concentration saline qui règne en toute saison, l'influence de la saturation partielle du complexe en sodium n'a que des effets atténués : le profil reste peu différencié (pas de véritable horizon (B)), la structure grumeleuse de l'horizon A_1 est conservée, le pH ne dépasse pas 8,5 environ. Dans bien des cas, les sels

sodiques remontant de la nappe s'accumulent en surface comme dans le cas précédent et confèrent à l'horizon A_1 une structure poudreuse (**Servant, 1974** ; **Duchauffour, 1988**). Selon **Pouget (1980)** ces sols sont de texture moyenne à très fine, faiblement gypseux et possédant à la fois le caractère salé et le caractère sodique.

- **Sols salins à alcalis dits "sols à structure dégradée"**

Ces sols, de texture fine à très fine, présentent une teneur en sel généralement plus faible que dans les précédents (sols peu à moyennement salés), en revanche l'alcalinité est plus marquée : le pH dépasse 8,5. Il en résulte une dégradation de la structure qui devient massive. Cette dégradation est essentiellement due ici à une salure faible, accentuée par l'absence de gypse **(Pouget, 1980)**. Par ailleurs, ces sols sont caractérisés par la formation d'un horizon B due à la dispersion des argiles qui peuvent être lessivées.

II-6-2- Méthodologie

Afin de mieux comprendre les facteurs édaphiques qui régissent la répartition de *Arthrocnemum glaucum*, nous avons réalisé un certain nombre d'analyses physico-chimiques quantitative et qualitative du sol au niveau des stations d'étude.

La méthode d'étude est subdivisée en deux étapes, la première sur le terrain, la seconde au laboratoire où les échantillons seront analysés suivant les méthodes d'**Aubert (1978)**.

Pour chaque station considérée, nous avons choisi, des sols qui nous sont apparus les plus représentatifs sur le terrain. Nous avons effectué par la suite nos prélèvements de préférence au niveau de l'implantation de l'*Arthrocnemum*.

Pour certaines stations, nous avons considéré l'horizon de surface (0–30 cm) uniquement vu l'homogénéité apparente du sol par contre pour la grande majorité, les horizons de surface (0-25 cm) et de profondeur (25-35 cm) ont tous deux été pris en considération. Cette tranche de profondeur correspond à l'horizon fouillé par l'enracinement des végétaux en milieu salé (**Viano, 1963** ; **Babinot, 1982**).

L'humidité résiduelle a été également mesurée. Celle-ci est une des données fondamentales pour étudier et caractériser le régime hydrique du sol. On l'utilise pour la bonne compréhension des phénomènes hydrologiques, mécaniques et chimiques des sols et de son influence sur le développement et la croissance des plantes.

Selon **Ramade (2003)** la capacité de rétention de l'eau dans le sol varie beaucoup en fonction de leur porosité ; la surface disponible pour la rétention de l'eau est d'autant plus grande que les particules seront plus petites.

Nous avons pesé une quantité de terre avant et après passage à l'étuve à 105 °C, la perte de poids subie par le sol représente le poids d'eau évaporé pendant le séchage.

La teneur en eau du sol (% eau) a été calculée en utilisant la formule utilisée par **Youssef (2009)** :

$$\% \text{ eau} = \frac{Pf - Ps}{Ps} \times 100$$

avec Pf : poids frais ; Ps : poids sec.

II-6-3- Résultats et interprétations

Les résultats de l'ensemble des analyses physico-chimiques sol sont consignés dans le tableau 10.

A titre d'exemple, nous avons reporté dans le tableau 11 le poids frais, le poids sec et la teneur en eau du sol de quelques stations d'étude.

Tab. 11: Teneur en eau du sol de trois stations d'étude

Echantillon	Poids frais (g)	Poids sec (g)	Teneur en eau (%)
Station « Rachgoun 1 »	687	490	40,2
Station « Rachgoun 2 »	1425,5	1401	1,75
Station « Sebkha 2 »	1804,85	1360	32,70

La teneur en eau du sol de « Rachgoun 1 » est plus importante car sa texture sablo-limoneuse a tendance à emmagasiner l'eau. Selon **Duchauffour et Souchier (1966)** pour des teneurs en limons n'excédant pas les 30 à 35 % et de notables teneurs en sables, la texture équilibrée assure une structure convenable et de bonnes caractéristiques physiques. De plus, cette station est située en aval de Oued Tafna.

Cette teneur est bien faible pour le sol de « Rachgoun 2 » (1,75 %) en raison de la texture sableuse. Le sol est drainé facilement et n'a qu'une faible capacité de rétention capillaire par suite de la grande taille des particules.

Quant au sol de « Sebkha 2 », il présente un bon pourcentage avec 32,7 % car sa texture est limono-argileuse. La Sebkha est constituée de terrains halomorphes où s'accumulent les eaux de ruissellement chargées en sels provenant des anticlinaux avoisinants pendant la saison pluvieuse (**Ghezlaoui, 2001**).

Cependant ces résultats sont ponctuels et donc difficile à interpréter. Aussi, le volume d'eau emmagasiné dans le sol, sa variation dans l'espace à différentes profondeurs (profil hydrique) et dans le temps (régime hydrique), résultent de la combinaison et de l'interaction d'une multitude de caractères. De ce fait, la disponibilité en eau est très difficilement quantifiable ou prévisible dans l'espace ou dans le temps.

L'alimentation en eau des végétaux supérieurs dépend certes du volume emmagasiné dans le substrat (sol et sous-sol) parcouru par les appareils végétatifs souterrains et des variations dans le temps, mais aussi d'un caractère qualitatif: la teneur en oxygène dissous. En règle générale, quand on pense à l'alimentation en eau des végétaux sous climat méditerranéen, on porte l'attention sur l'aspect quantitatif car c'est de loin le facteur limitant, mais on oublie trop souvent cet aspect qualitatif. En effet, sous climat méditerranéen, après de longues périodes de sécheresse, peuvent se manifester des pluies abondantes qui localement peuvent engendrer un engorgement temporaire (**Aubert, 2007**).

II-6-3-1- Station : « Rachgoun 1 »

La texture est sablo-limoneuse pour l'ensemble des échantillons de cette station. Les échantillons sont généralement salés et présentent un taux de matière organique très faible. Le sol est alcalin avec un fort taux de carbonates.

II-6-3-2- Station : « Rachgoun 2 »

L'analyse granulométrique présente une texture sableuse pour l'ensemble des échantillons avec un taux de sables variant de 81 % à 90 %. La charge en calcaire est très forte avec un pourcentage pouvant atteindre 95,55 % ; ce taux de carbonates élevé peut être expliqué par la présence de la malacofaune, qui après décomposition de leurs coquilles, contribuent à l'augmentation du calcaire du sol.

Le pH est toujours basique. La matière organique est très faiblement représentée et la conductivité électrique fluctue entre 0,2 et 0,6 mS/cm.

Les échantillons de sols sont non salés car prélevés plus en retrait de la plage. Cette faible salinité peut se justifier aussi par le fait que les prélèvements ont été faits pendant la saison humide.

II-6-3-3- Station : « Moscarda »

La texture est sablo-limoneuse, le pH est le plus souvent peu acide avec des valeurs se situant entre 6,23 et 6,46, le taux de calcaire est moyen (10,43 % à 18,26 %) et la matière organique est très faible (0,16 % à 0,4 %).

Ce sol est par contre caractérisé par une salinité certaine (C.E atteint 2,99 mS/cm).

Tab. 10 : Résultats physico-chimiques des sols abritant les peuplements à *Arthrocnemum glaucum*

Profils	Horizons	Couleur	G(%)	S(%)	L(%)	A(%)	Texture	$CaCO_3$ (%)	pH	Cd (mS/cm)	MO (%)	H(%)
E1 R1	0-25cm	2,5Y 5/2	-	55	32	13	s-l	43	7,6	2,2	0,3	40,2
E2 R1	25-35cm	2,5Y 5/3	-	51	29	20	s-l	31,85	7,8	1,4	0,6	-
E3 R1	0-25cm	2,5Y 5/2	-	57	30	23	s-l	34,4	7,8	1,1	0,2	-
E4 R1	25-35cm	2,5Y 5/2	-	54	27	19	s-l	28,66	7,8	1,3	0,3	-
E5 R1	0-25cm	2,5Y 5/3	-	58	31	11	s-l	25,29	7,8	1,3	0,8	-
E6 R1	25-35cm	2,5Y 5/3	-	55	30	15	s-l	33,07	7,9	1,8	0,7	-
E1 R2	0-25cm	10YR 6/3	-	86	10	4	s	61,42	8	0,2	0,8	1,74
E2 R2	25-35cm	10YR 6/4	-	88	9	3	s	53,75	7,9	0,2	0,3	-
E3 R2	0-25cm	10YR 5/3	-	90	8	2	s	53,75	8	0,3	0,6	-
E4 R2	25-35cm	10YR 6/4	-	89	8	3	s	71,66	7,8	0,3	0,4	-
E5 R2	0-25cm	10YR 5/4	-	84	9	7	s	71,66	7,5	0,5	0,4	-
E6 R2	25-35cm	10YR 5/4	-	81	6	13	s	95,55	7,9	0,6	0,5	-
E1 M	0-25cm	2,5YR 7/3	1,36	48	38	14	s-l	10,43	6,3	1,8	0,4	13,3
E2 M	25-35cm	2,5YR 7/3	1,76	52	44,8	3,2	s-l	11,3	6,4	2,9	0,4	14,7
E3 M	0-25cm	2,5YR 7/3	1,06	59	32	9	s-l	12,17	7,8	1,3	0,28	15
E4 M	25-35cm	10YR 7/3	0,86	59	38,44	2,56	s-l	18,26	6,2	1,2	0,4	15,6
E5 M	0-25cm	10YR 7/2	2,32	56	44,1	2,9	s-l	12,17	6,2	1,5	0,16	15,2
E6 M	25-35cm	10YR 7/2	1,5	65	32,5	2,5	s-l	14,78	3,5	1,2	0,24	10,1
E1 S1(A1)	0-30cm	7,5 YR 4/2	-	43	56	1	l-s	9,48	7,8	8,4	0,7	-
E2 S1(A1)	0-30cm	7,5 YR 5/2	-	37	62	1	l-s	10	8	11,9	0,3	-
E3 S1(A1)	0-30cm	7,5 YR 5/2	-	45	55	1	l-s	9,48	7,9	10,3	0,8	-
E4 S1(A1)	0-30cm	2,5YR 5/1	-	44	34	22	l	14,90	7,6	3,9	1,4	-
E5 S1(A1)	0-30cm	10YR 5/2	-	35	21	34	l-a	8,36	7,7	9,3	1,4	-
E6 S1(A1)	0-30cm	10YR 5/4	-	61	28	11	l-s	4,36	7,8	7,1	1,2	-
E7 S1(A2)	0-30cm	10YR 5/3	-	49	28	23	l-a	18,5	7,6	3,4	1	-
E8 S1(A2)	0-30cm	10YR 6/4	-	45	35	20	l	32	7,3	0,6	0,5	-
E9 S1(A2)	0-30cm	10YR 4/1	-	40	33	27	l	20	7,9	0,7	0,7	-
E1 S2	0-25cm	7,5YR 4/4	-	20	53	27	l-a	34,4	7,8	0,5	0,2	32,70
E2 S2	25-35cm	7,5YR 4/4	-	18	55	27	l-a	33,07	7,9	1,0	0,5	-
E3 S2	0-25cm	7,5YR 3/3	-	22	51	27	l-a	34,4	7,9	1,0	0,4	-
E4 S2	25-35cm	7,5YR 3/3	-	21	56	23	l-a	37,39	7,6	2,9	0,9	-
E5 S2	0-25cm	7,5YR 4/4	-	18	54	28	l-a	29,65	8	0,9	0,3	-
E6 S2	25-35cm	7,5YR 4/4	-	18	53	29	l-a	29,65	7,6	2,3	0,6	-
E1 O	0-25cm	10YR 7/6	31,06	80	15,23	4,77	s	10,43	6,4	5,1	0,3	13,66
E1 O	25-35cm	10YR 7/8	45,06	87	12	1	s	2,17	6,5	2,2	0,2	18,29
E3 O	0-25cm	5YR 7/6	27,56	59	36	5	s-l	13,47	6,6	3	O, 4	17,48
E4 O	25-35cm	7,5YR 8/4	55,96	90	9,5	0,5	s	5,21	6,3	3,1	0,1	13,98
E5 O	0-25cm	7,5YR 8/4	48,21	87	12,7	0,3	s	10	6,6	1,2	0,2	12
E6 O	25-35cm	7,5YR 8/4	54,18	86	12,5	1,5	s	2,17	6,4	2,3	0,1	19,87

Signification des abréviations utilisées : G : graviers, S : Sables, L : Limons, A : Argiles, Cd : Conductivité électrique, MO : Matière organique, H : Humidité. s-l : Sablo- limoneuse, s : Sableuse, l-s : Limono-sableuse, l : Limoneuse, l-a : Limono-argileuse. R1 : station « Rachgoun 1 », R2 : station « Rachgoun 2 » ; M : station « Moscarda » ; S1(A1) : station « Sebkha 1 : El-Amria 1 » ; S1(A2) : station « Sebkha 1 : El-Amria 2 » ; S2 : station « Sebkha 2 » ; O : station « Oglat en Naadja.

II-6-3-4- Station : « Sebkha 1 »

- **Station « El-Amria 1 »**

L'élément limoneux domine au niveau des textures ; le plus souvent la texture est limono-sableuse. Le pH est toujours alcalin dans tous les échantillons de la station.

La conductivité électrique mesurée révèle des sols très salés et parfois extrêmement salés avec des valeurs atteignant 9,30 mS/cm. La quantité de calcaire est moyenne.

- **Station « El- Amria 2 »**

La texture est limono-argileuse fine pour l'échantillon 1 avec un pourcentage de limon égale 28 % et un pourcentage d'argile égale 23 % et limoneuse pour les échantillons 2 et 3 avec un pourcentage de limon égale 35 % pour l'échantillon 2 et 33% pour l'échantillon 3 ; ceci provoque un colmatage des pores grossiers et une diminution considérable de l'aération et de la perméabilité.

La conductivité électrique mesurée révèle un sol très salé pour l'échantillon 1 avec 3.40 mS/cm et peu salé pour les échantillons 2 et 3 entre 0.65 mS/cm et 0.75 mS/cm car ils ont été prélevés près d'un campement d'agro-pasteurs à l'arrière de la Sebkha.

Tous les échantillons analysés sont alcalins, les valeurs sont comprises entre 7.34 et 7.90.

La quantité de $CaCO_3$ est moyenne pour les échantillons 1 et 3 et forte pour l'échantillon 2 avec 32 %.

II-6-3-5- Station : « Sebkha 2 »

Les six échantillons de sol sont caractérisés par une texture limono-argileuse avec un pourcentage de limon oscillant entre 51 et 56 %.

Les échantillons de sol de cette station sont calcaires avec des teneurs pouvant atteindre 37,39 % et un pH basique .Quant à la matière organique, celle-ci est faiblement représentée (0,2 à 0,9 %).

Le sol est non salé ou peu salé en surface et peu salé, salé ou très salé en profondeur. Ceci est dû aux effets des précipitations qui entrainent un lessivage des horizons superficiels et donc diminuent leur taux de salinité.

II-6-3-6- Station : « Oglat en Naadja »

Les sols de cette station sont à dominance sableuse. Le pH est peu acide pour les six échantillons, il se situe entre 6,31 et 6,64.

Les échantillons de surface ont des teneurs en calcaire moyenne (10 et 13,47 %) par contre les échantillons de profondeur ont des teneurs moyennes (5,21 %) à faibles (2,17 %).

L'estimation de la matière organique est très faible au niveau de cette station, elle varie de 0,12 à 0,4 %, ceci est probablement lié à la couverture végétale pauvre et éparse.

La conductivité électrique est élevée, elle atteint 5,15 mS/cm au niveau de l'échantillon E1O.

II-6-4- Conclusion

Les peuplemens à *Arthrocnemum glaucum* occupent des zones remarquablement variées tant par la localisation topographique que par la texture et propriétés du sol. Ils se trouvent sur des sols à texture grossière, où les sables prédominent et où la salinité est nettement plus faible comme à « Rachgoun 2 » (Photo n° 28) ou très élevée comme à « Oglat en Naadja » tout comme ils peuvent coloniser des sols relativement lourds de texture limoneuse ou limono-argileuse (Sebkha 1 et 2). Cette texture fine conduit à une très grande microporosité et rend les sols imperméables. Cependant, en conditions aride ou semi-aride les où possibilitées d'évaporation sont considérables et les précipitations pluviales limitées les sols en arrivent à se craqueler (Photos n° 29 et n° 30).

En raison de la rareté de la végétation capable de réduire les déplacements d'air, les zones arides et littoral sont en général venteuses, le principal dommage causé par ce dernier en emportant des particules de terre est le tri des matériaux du sol; l'érosion éolienne enlève progressivement, le limon, l'argile de la surface du sol. Les matières restantes peuvent être sableuses et infertiles. Il est fréquent que le sable s'entasse pour former des dunes et présente une menace grave pour les terre environnantes. Ceci a été observé au niveau des stations de « Oglat en Naadja » mais surtout « Rachgoun 2 » où *Arthrocnemum glaucum* avait un rôle de fixateur de dunes que ce soit par son système racinaire bien développé que par les tiges qui retiennent le sable (Photo n° 31).

Photo prise le 11-06-2011 par Bensouna A.

Photo n° 31 : *Arthrocnemum glaucum* fixant une micro-dune avec d'autres espèces

Arthrocnemum glaucum, halophyte obligatoire, est présente sur des sols salés voir très salés (« Rachgoun 1, Moscarda, Sebkha 1, Oglat en Naadja »).

Les sols de la Sebkha et du Chott tendent à devenir salés parce qu'il ne passe pas assez d'eau à travers le profil pour lessiver les sels qui s'accumulent souvent en surface pendant la période sèche (Photo n° 32). Quant aux terrains salés de la zone côtière, ils tiennent leurs sels de l'eau de mer.

Photo prise le 24-05-2011 par Bensouna A.

Photo n° 32 : Efflorescences salines au niveau de la station « Sebkha 2 »

On retrouve étrangement *Arthrocnemum glaucum* sur des substrats non salés ou peu salés (« Rachgoun 2, Sebkha 2 ») d'après les analyses de sol.

La faible salinité de certains échantillons peut être expliquée par le fait que nous avons fait des prélèvements de sol pendant la saison humide, les pluies qui tombent exercent un lessivage des horizons superficiels.

Les sols des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* sont tous caractérisés par des taux très faibles en matière organique lié en grande partie à la dégradation du couvert végétal.

La végétation joue un rôle fondamental dans le processus de formation des sols en enrichissant le sol par des matières organiques provenant de ses parties aériennes et souterraines. Cependant, ce rôle est réduit dans les stations d'étude du fait de la faiblesse du couvert et du développement limité des parties aériennes.

La quantité de matière organique dans les horizons dépend de l'âge et du type de groupement, mais aussi de l'abondance des éléments grossiers, ces derniers ayant pour effet de concentrer le système racinaire et les substances organiques dans les interstices (**Benabadji, 1991, 1995**). Selon **Pieri (1989)** en régions sèches où les teneurs en matière organique diminuent, le risque de dégradation de la structure des sols s'accroit.

Pour ce qui est de l'humidité du sol, c'est le principal facteur limitant qui conditionne la répartition spatiale des halophytes sur le plan horizontal.

Dans la station de « Oglat en Naadja », le taux d'humidité du sol est nettement plus important (19,57) qu'à « Rachgoun 2 » et ce malgré une même texture sableuse. Les Chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et par des nappes artésiennes profondes arrivant jusqu'en surface par des sources et/ou des suintements (**Pouget, 1980**). En bordure du Chott, la nappe phréatique est généralement située entre 40 et 50 cm de surface, plus en aval cette nappe peut affleurer en surface. Donc à la différence des sols du littoral, les sols du Chott peuvent être considéré comme hydromorphes (Photo n° 33).

Photo n° 33 : Sols hydromorphes au niveau de la station « Oglat en Naadja »

Photo prise le 11-06-2011 par Bensouna A

.

Photo n° 28 : Sol sabloneux de la station « Rachgoun 2 »

Photo prise le 13-03-2011 par Bensouna A.

Photo n° 29 : Station « Rachgoun 1 », sol qui se craquelle

Photo prise le 24-05- 2011 par Bensouna A.

Photo n° 30 : Sol craquelé au niveau de « Sebkha 2 »
sous l'effet de la sécheresse

Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'avoir des connaissances sur les différents constituants du milieu physique des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* ainsi que sur les caractéristiques essentielles de régions très différentes : l'une située au niveau du littoral, l'autre au niveau de la Sebkha et une autre plus au Sud au niveau du Chott El-Gharbi. Tous ces éléments nous amènent à la conclusion que *Arthrocnemum glaucum* présente une grande adaptabilité à l'égard des facteurs écologiques déterminants comme le bioclimat et les éléments du sol.

Chapitre III

Histologie organographique

Introduction

III-1- Matériel et méthode

III-1-1- Matériel utilisé

III-1-2- Technique d'étude

III-1-2-1- Préparation des coupes anatomiques

III-1-2-2- Coloration des coupes

III-1-2-3- Montage des coupes

III-2- Résultats et interprétations

III-2-1- Etude anatomique de la tige de *Arthrocnemum glaucum* (Photos n° 34 à 47)

III-2-2- Etude anatomique de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* (Photos n°48 à 58)

III-2-3- Etude anatomique de la racine de *Arthrocnemum glaucum* (Photos n° 59 à 66)

III-3- Histométrie

III-3-1- Résultats

III-3-2- Interprétations

III-3-2-1- Etude de corrélation

III-3-2-2- Histogrammes comparatifs

III-3-3- Conclusion

Conclusion

Introduction

L'étude anatomique des plantes vasculaires permet de mettre en évidence un certain nombre de tissus, c'est-à-dire d'assemblages de cellules différenciées dans l'accomplissement d'une même fonction.

A l'origine des tissus différenciés, se trouvent des ensembles de cellules jeunes, très actives, à parois minces, gros noyau et petites vacuoles : ce sont les méristèmes. La multiplication des cellules méristématiques selon des règles bien déterminées, leur élongation et leur différenciation, donnent naissance aux tissus différenciés.

Ces tissus sont répartis dans les trois organes fondamentaux de la plante : racine, tige et feuille, dans une disposition propre à chaque organe.

L'histologie végétale est la partie de la biologie végétale qui étudie la structure microscopique des tissus végétaux.

Chez les plantes vasculaires, les principaux tissus sont en outre réunis en unités plus grandes en fonction de leur continuité dans l'ensemble de la plante. Ces unités plus grandes, les systèmes histologiques ou systèmes de tissus, se reconnaissent aisément, souvent à l'œil nu. Il existe trois systèmes de tissus et leur présence dans la racine, la tige et la feuille traduit à la fois la similitude fondamentale entre les organes de la plante et la continuité de l'organisme.

Les trois systèmes sont :

1- Tissus fondamentaux de trois types: le parenchyme, le collenchyme et le sclérenchyme ;

2- Tissus conducteurs comprenant le xylème et le phloème ;

3- Tissus protecteurs représentés par l'épiderme, enveloppe protectrice externe de la structure primaire, puis par le périderme dans les parties de l'organisme qui possèdent un épaississement secondaire **(Raven et *al.* , 2007).**

Les Halophytes sont des plantes capables de croître et se reproduire dans des conditions salines, en tant que groupe ayant plusieurs adaptations physiologiques qui facilitent leur survie dans des environnements salins. Parmi ces derniers, le plus fréquent chez les halophytes, c'est la capacité d'ajustement osmotique, permettant l'absorption de l'eau, malgré la teneur en sel. La plante se trouve ainsi dans l'obligation de se créer un milieu interne en augmentant sa pression osmotique par rapport à celle du sol.

Les Amaranthacées, halophytes par excellence, sont donc des plantes adaptées à la sécheresse, que celle-ci soit due au climat ou qu'elle résulte de la salinité du sol.

Elles s'adaptent à ces conditions défavorables par trois facteurs : l'épaississement et la succulence des tiges (*Arthrocnemum*), l'état plus ou moins charnu des feuilles (*Suaeda*) ou, au contraire, par la réduction extrême de l'appareil foliaire (*Arthrocnemum*) et enfin par la formation de poils vésiculeux en forme d'outre, qui

servent de réservoir d'eau (*Atriplex tatarica*). Desséchés, ils forment la poussière farineuse qui recouvre l'épiderme foliaire d'un grand nombre d'espèces de cette famille.

Le premier travail anatomique d'ensemble sur la famille des Chénopodiacées a été fait par **Gukouchiki (1887) *in* Monteil (1906).** Beaucoup d'espèces y sont étudiées avec détails, principalement du point de vue de leurs caractères histologiques. Ces recherches ont presque exclusivement porté sur la tige et très peu sur la racine et la feuille (**Monteil, 1906**).

Les premières études sur la structure anatomique du genre *Salicornia* ont surtout été menées par **Duval-Jouve (1868)**.

Plus récemment **Keshavarzi et Zare (2006)** et **Grigore et Toma (2008)** se sont également intéressés à l'histologie de certaines Chénopodiacées.

Aussi, afin d'analyser la structure des organes (feuille, tige et racine) de *Arthrocnemum glaucum*, nous avons été amenées à étudier son histologie au niveau de chaque station d'étude. Notre objectif est de connaître ainsi l'organisation des différents tissus existants et la mise en évidence d'éventuelles modifications aussi bien externes qu'internes ou adaptations histologiques profondes de la plante à des milieux très différents (littoral, Sebkha et Chott).

III-1- Matériel et méthode

III-1-1- Matériel utilisé

Le matériel végétal (*Arthrocnemum glaucum)* a été récolté sur une dizaine d'individus par station d'étude. Cette étude histologique a nécessité le matériel suivant:

- pour l'obtention des coupes

  Verres de montre

  Lames de rasoir

  Pince

  Lames porte objets

  Lames couvre objets

  Passoire

  Microscope

- pour la coloration des coupes

  Eau de javel

  Eau distillée

Acide acétique à 10 %

Vert d'iode

Carmin aluné

III-1-2 Technique d'étude

III -1-2-1- Préparation des coupes anatomiques

Une série de coupes transversales effectuées à l'aide d'une lame de rasoir, à défaut de microtome, au niveau de la racine, de la tige et de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* fournissent une vue d'ensemble sur la structure de l'organe, la position et l'importance respective des tissus ; elles sont placées ensuite dans des verres de montre contenant de l'eau distillée. Les plus fines sont alors sélectionnées pour la coloration.

III-1-2-2- Coloration des coupes

On utilise la technique de la double coloration au Carmin – Vert d'iode qui consiste en :

- Destruction du contenu cellulaire, par immersion des coupes dans un verre de montre contenant une solution d'hypochlorite de sodium pendant 15 à 20 minutes ;
- Rinçage soigneux des coupes, en les faisant passer successivement dans trois verres de montres contenant de l'eau distillée afin d'éliminer toutes traces d'hypochlorite de sodium ;
- Immersion des coupes dans l'acide acétique à 10 % pendant 5 à 10 minutes pour permettre la fixation des colorants ;
- Coloration au Vert d'iode pendant 2 à 3 minutes ;
- Rinçage répété à l'eau distillée pour éliminer l'excès de colorant ;
- Coloration au Carmin aluné pendant 10 à 15 minutes ;
- Rinçage répété à l'eau distillée.

III-1-2-3- Montage des coupes

Il y a lieu de choisir les coupes les plus fines, à insérer entre lame et lamelle à l'aide d'une pince, sans oublier de les immerger dans une goutte d'eau et enfin les observer au microscope optique. Les meilleures coupes observées ont été prises en photos grâce à un système photographique monté sur un microscope de type Zeiss.

III-2- Résultats et interprétations

III- 2-1- Etude anatomique de la tige de *Arthrocnemum glaucum* (Photos n° 34 à 47)

L'observation des coupes transversales de tiges de *Arthrocnemum glaucum* au microscope optique a permis la mise en évidence des tissus suivants, en allant de l'extérieur vers l'intérieur on a :

- Epiderme bien défini constitué par une seule rangée de cellules irrégulières plus ou moins épaisses appelée assise épidermique qui sépare la tige du milieu extérieur de par son imperméabilité (Photo n° 35). Notons que la structure de l'épiderme est la même dans tous les échantillons étudiés.

- Cet épiderme contient des stomates, en nombre réduits chez les halophytes, permettant les échanges avec le milieu extérieur. La structure de ces stomates est bien visible, on distingue les deux cellules de garde entourant l'ostiole permettant les échanges gazeux (Photo n° 38). Selon **Keshavarzi et Zare (2006)** les stomates sont de type anemocytique avec des cellules de gardes entourées d'un certain nombre de cellules qui ne diffèrent en rien, ni en forme ni en taille des autres cellules épidermiques de forme pentagonale.

- Selon **Padmini et Rao (1995)** la famille des Amaranthacées dispose de différents types de stomates selon la disposition de la cellule épidermique voisine de la cellule de garde : stomates anémocytiques, anisocytiques, diacytiques et paracytiques.

- Parenchyme palissadique chlorophyllien ou chlorenchyme, riche en chloroplastes (Photos n° 35 et 37) constitué de cellules allongées sans méats formant au-dessous de l'épiderme deux ou trois assises cellulaires perpendiculaires à celui-ci (Photos n° 35, 37, 39, 40). Cela confirme le fait que la tige de *Arthrocnemum glaucum* devient assimilatrice vue l'extrême réduction des feuilles.

Au niveau de ce tissu, on trouve des cellules incolores, dépourvues de chlorophylle, présentant des épaississements spiralés se déroulant au moindre tiraillement, ce sont les trachéides ou « tracheoidioblastes » selon **Grigore et Toma (2008)** (Photos n° 36 et 40).

Ces cellules ont été décrites par **Monteil (1906)** comme des cellules spiralées vraisemblablement aérifères, dont le rôle est indéterminé, trouvées intercalées dans les éléments palissadiques ou au milieu du parenchyme aquifère, selon le même auteur, ces cellules ne sont pas disposées sans ordre, mais au contraire situées au-dessous ou au voisinage des stomates.

D'après **Grigore et Toma (2008)** ces structures particulières ont été définies par **Chermezon (1919)** comme "les grandes cellules spiralées" qui leur a accordé un rôle aquifère. **Mangin (1882)**, cité par **Chermezon (1919)** a considéré qu'ils ont un rôle de

soutien, une fois qu'ils n'ont pas de contacts avec les stomates, tandis que **Warming (1902)**, cité par le même auteur, les a assimilé aux trachéides aquifères.

Cooke (1911) pense qu'ils ont un rôle aurifère, tandis **Keshavarzi et Zare (2006)** ont déclaré plus récemment qu'ils interviennent dans le transport de l'eau vers les tissus périphériques. Leur contribution dans l'équilibre hydrique a été également soutenue par **Anderson (1974)**.

Ces trachéides peuvent aussi être considérées comme un signe d'archaïsme car ceux sont des vaisseaux conducteurs imparfaits caractéristiques du phylum des Ptéridophytes qui sont des plantes inférieures.

Selon **Keshavarzi et Zare (2006)** les trachéides chez *Salicornia europea* L. ont une longueur de 200 à 300 µ et ceux de *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) C. Koch 150 à 250 µ. Ces trachéides de forme cylindrique atteignent rarement l'épiderme et n'ont aucune relation avec le système de faisceaux vasculaires.

Au niveau des coupes effectuées nous avons constatés que les trachéides étaient moins nombreuses chez les sujets de la station « Sebkha 2 » que ceux de la station « Rachgoun 1 et 2 ». Cette différence est probablement due à une adaptation physiologique de l'espèce à un biotope très différent, la Sebkha.

De plus selon **Keshavarzi et Zare (2006)** il existe des cavités respiratoires au niveau de ce parenchyme juste en dessous des stomates de l'épiderme. Ces cavités n'ont pas été vues, un microscope électronique aurait peut-être permis une telle observation.

- Vient ensuite un parenchyme aquifère, riche en méats, constitué de grandes cellules incolores, arrondies, à paroi fine, dépourvues de chlorophylle. Selon **Grigore et Toma (2008)** ce parenchyme, caractéristique des tissus charnus, fournit la succulence à la plante (Photos n° 38 et 39).

Toutes les formations que nous avons décrites jusque-là constituent ce qu'on appelle l'écorce de la tige.

Ce qui se trouve à l'intérieur forme le cylindre central qui comprend :

- Sclérenchyme constitué par une seule assise de cellules particulières avec des membranes internes épaisses colorées en vert.

- Phloème ou tissu criblé, qui assure, de haut en bas la circulation de la sève élaborée, la quelle s'est formée, à partir de la sève brute dans les organes chlorophylliens, en particulier les feuilles au cours de la photosynthèse mais aussi les tiges dans le cas de l'espèce étudiée.
- Xylème ou tissu vasculaire, qui assure la conduction de la sève brute, de bas en haut, à partir des racines qui ont puisé dans le sol l'eau et les sels minéraux qui constituent cette sève brute. Au niveau des coupes on distingue un métaxylème et un protoxylème (Photo n° 41).

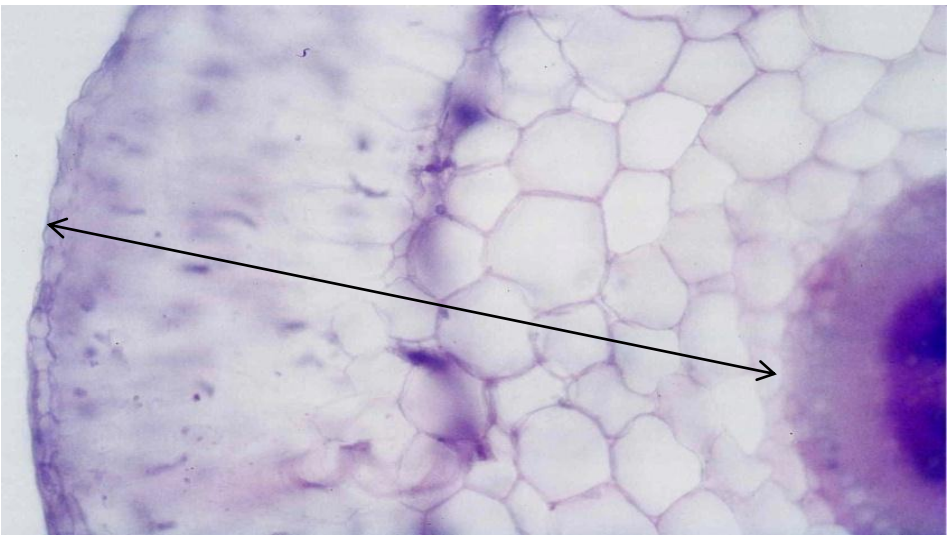
La disposition du xylème et du phloème est superposée ce qui confirme que c'est une tige. Le nombre de faisceaux vasculaires au niveau du cylindre central varie de 6 à 8.

- Au centre de la coupe, toutes les cellules sont parenchymateuses, c'est le parenchyme médullaire.

Au niveau des coupes de tiges des individus de « Oglat en Naadja » nous avons observé une particularité, la présence de mâcles d'oxalate de calcium (Photo n° 47). La coupe effectuée au niveau du nœud ou articulation de la tige justifie cette structure effilée dite nodale que l'on observe et qui a été décrite par **Demalsy et Feller (1990).**

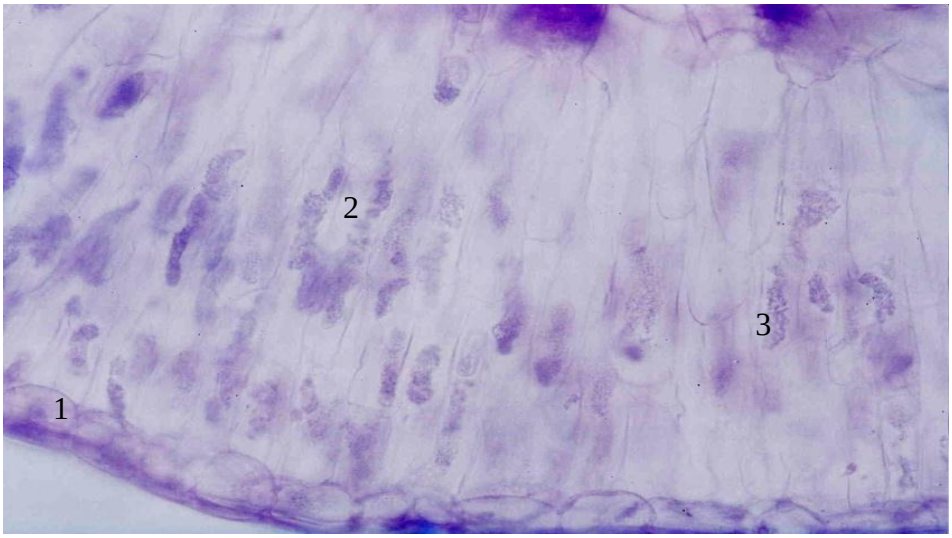
En effet, la cellule végétale met en place des mécanismes de stockage qui peuvent jouer le rôle de détoxification. On peut ainsi observer des stocks importants de calcium (Ca^{2+}) sous la forme de cristaux d'oxalate de calcium (mâcles d'oxalate de calcium). Selon **Sheperd et *al.* (2005)** ces cristaux sont concentrés au niveau du parenchyme palissadique et de l'épiderme et sont totalement absents au niveau du parenchyme aquifère et du cylindre central.

Habituellement, la propriété étonnante des plantes de détoxification leur est permise par stockage des molécules toxiques dans les vacuoles des feuilles, qui tomberont à l'automne. Dans le cas de *Arthrocnemum glaucum* ces mâcles ont été observés au niveau des coupes de tiges et de feuilles. La précipitation de ces métaux lourds dans les vacuoles permet aux plantes de vivre sur des sols extrêmement pollués par des agents métalliques. La station de « Oglat en Naadja » située dans une zone peu fréquentée ne présente pas de pollution apparente, la présence de ces mâcles reste un mystère à élucider dans des études futures.



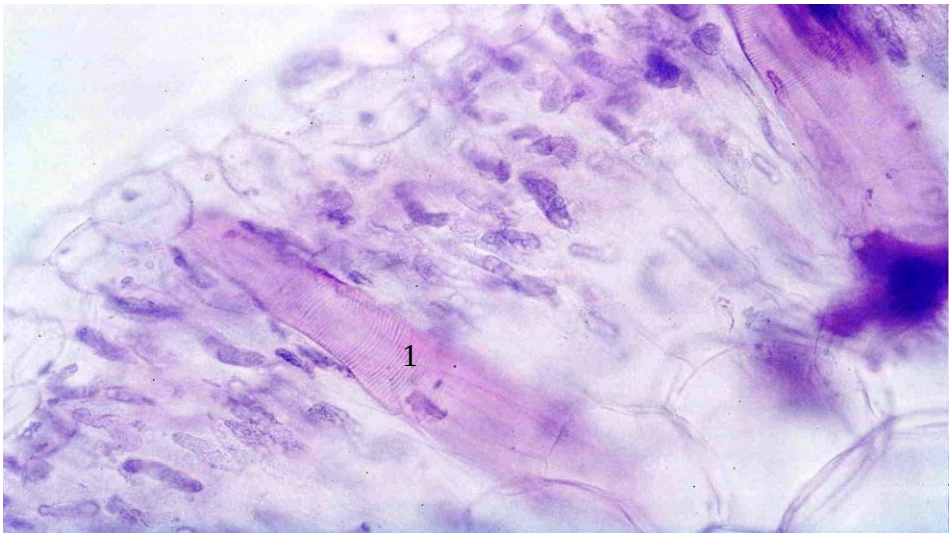
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 34 : Mise en évidence de : 1- Ecorce « Rachgoun 1 » (Gr x 20)



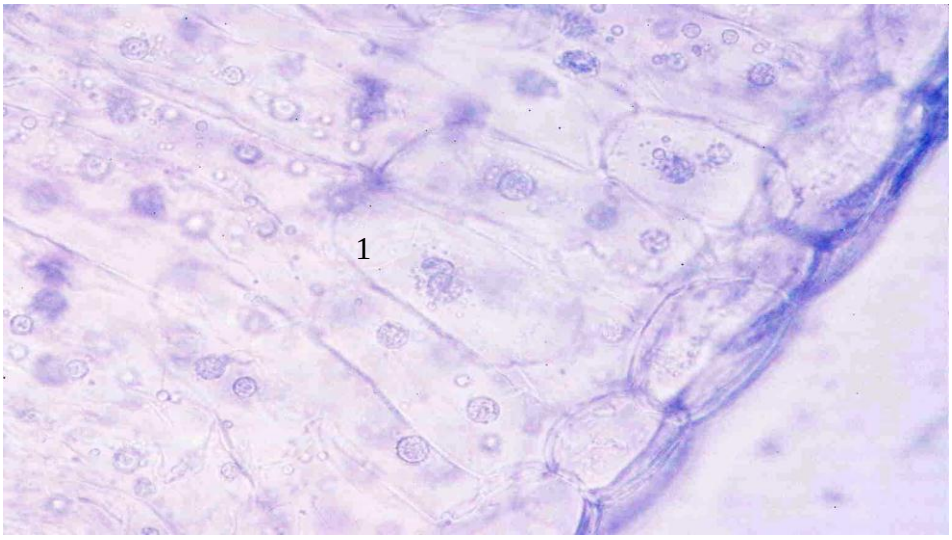
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 35 : Mise en évidence de : 1- Epiderme 2- Parenchyme palissadique 3- Chloroplastes « Rachgoun 1 » (Gr x 20)



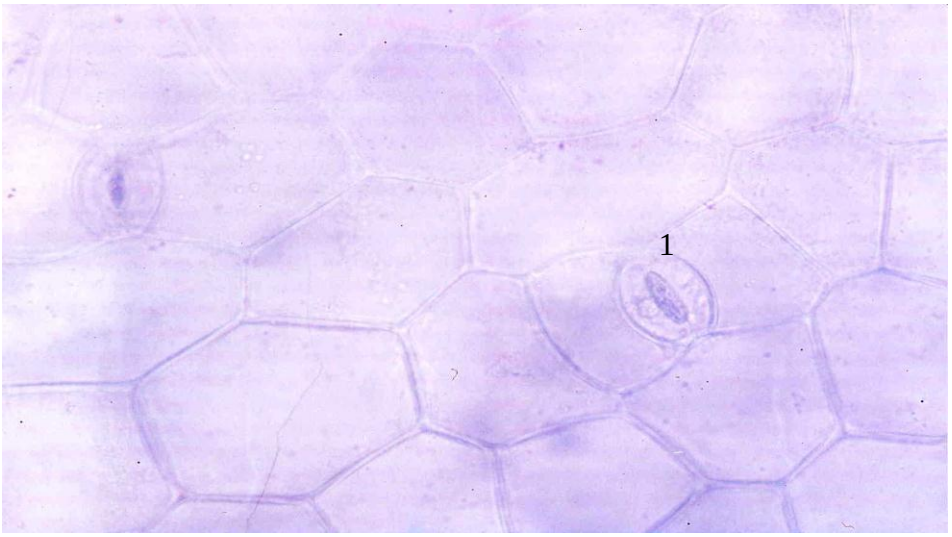
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 36 : Mise en évidence de : 1- Tracheides « Rachgoun 1 » (Gr x 20)



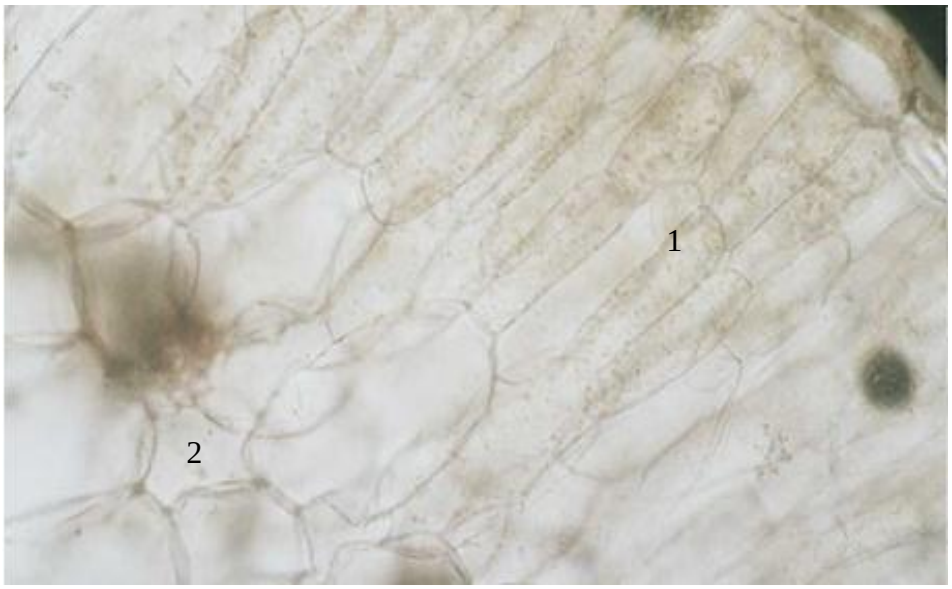
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 37 : Mise en évidence de : 1- Parenchyme palissadique chlorophyllien « Rachgoun 2 » (Gr x 20)



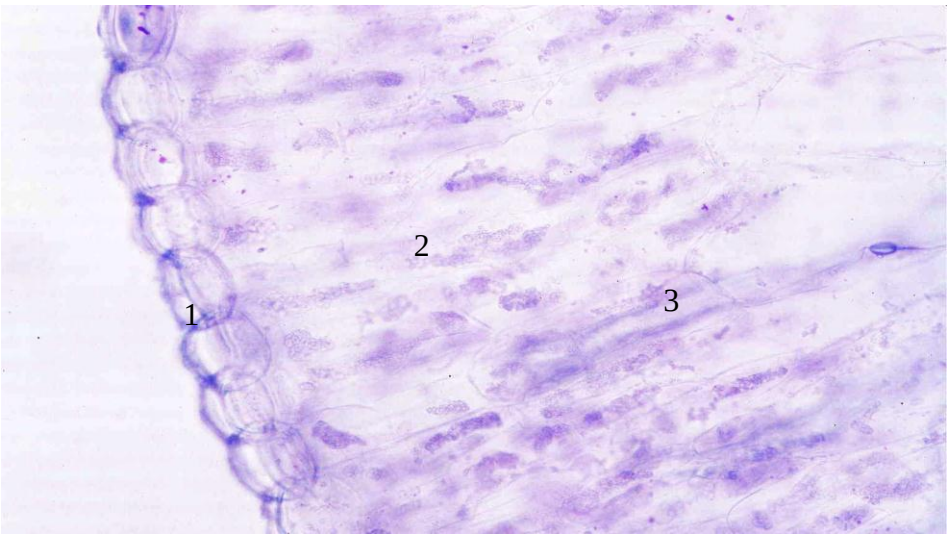
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 38 : Mise en évidence de : 1- Stomates au niveau du parenchyme aquifère « Rachgoun 2 » (Gr x 20)



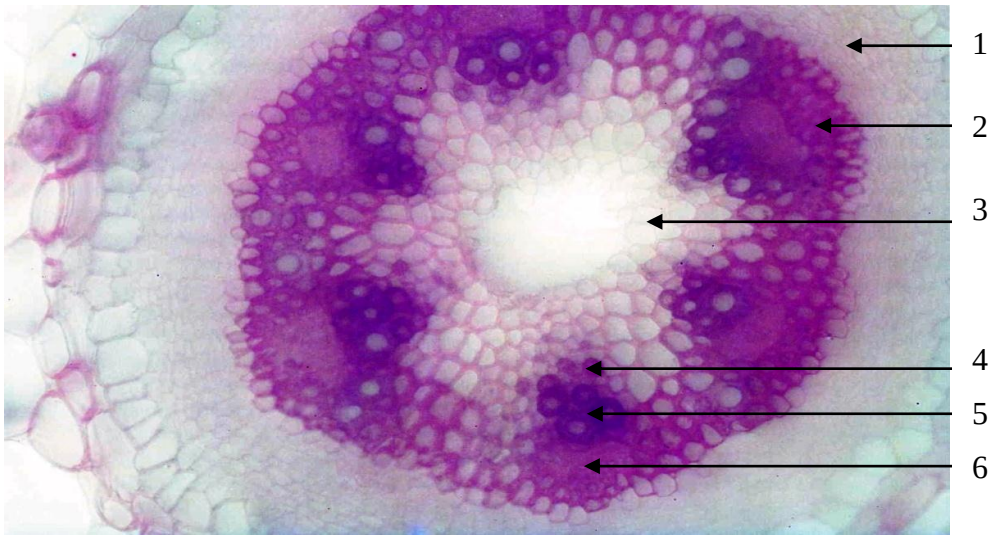
Coupe : Nacef Z. et Sidi Yacoub W. Cliché : Ferouani

Photo n° 39 : Mise en évidence de : 1- Parenchyme palissadique 2- Parenchyme aquifère « Sebkha 1 » (Gr x 20)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 40 : Mise en évidence de : 1- Epiderme 2- Parenchyme palissadique 3- Tracheides « Sebkha 2 » (Gr x 20)

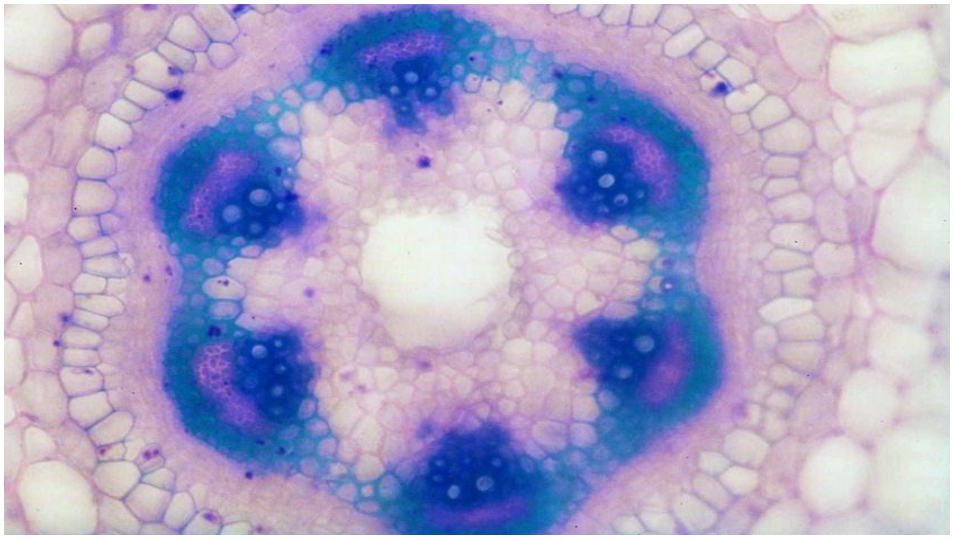


Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 41 : Cylindre central « Rachgoun 1 » (Gr x 20)

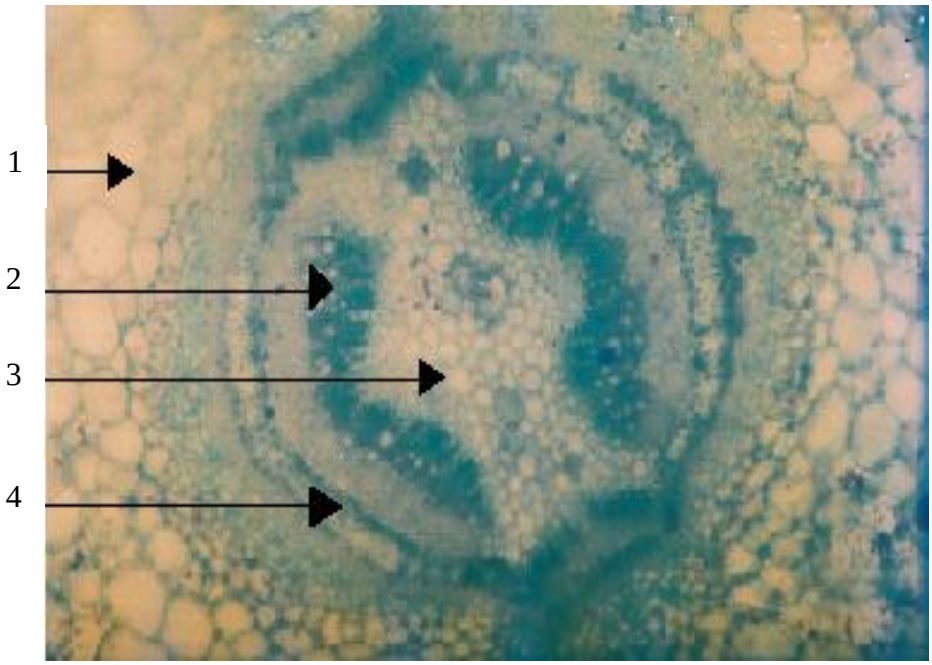
1- Cambium 2- Parenchyme médullaire 3- Xylème primaire

4- Xylème secondaire 5- Phloème primaire 6- Phloème secondaire



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 42 : Cylindre central « Rachgoun 2 » (Gr x 20)

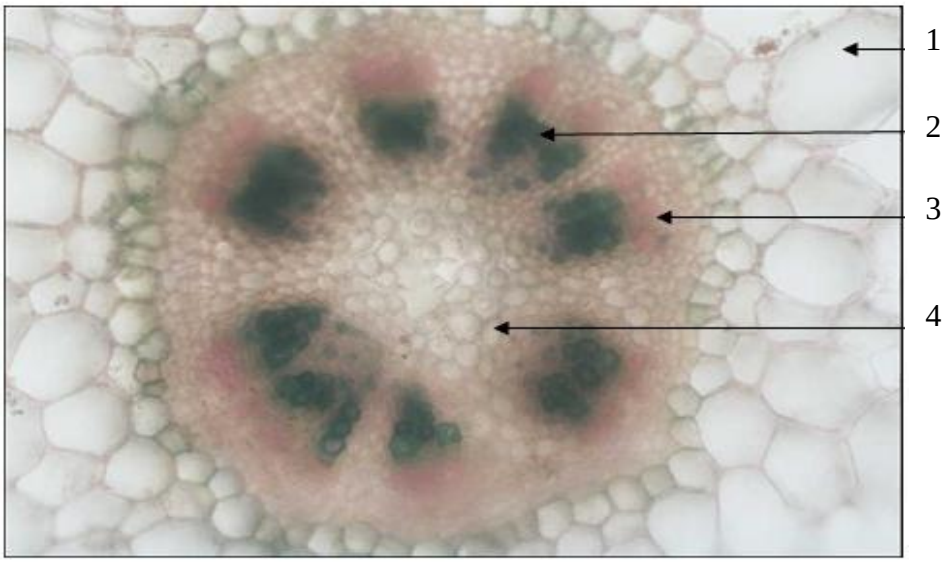


Coupe : Brahimi N. Cliché : Ferouani

Photo n° 43 : Cylindre central « Chott El-Gharbi » (Gr x 20)

Coupe effectuée au niveau du nœud ou articulation de la tige : structure effilée dite nodale décrite par Demalsy - Feller (1990)

1- Parenchyme aquifère 2- Xylème 3- Parenchyme médullaire 4- Sclérenchyme



Coupe : Nacef Z. et Sidi Yacoub W. Cliché : Ferouani

Photo n° 44 : Cylindre central « Sebkha 1 » (Gr x 20)

1- Parenchyme aquifère 2- Xylème 3- Phloème 4- Parenchyme médullaire

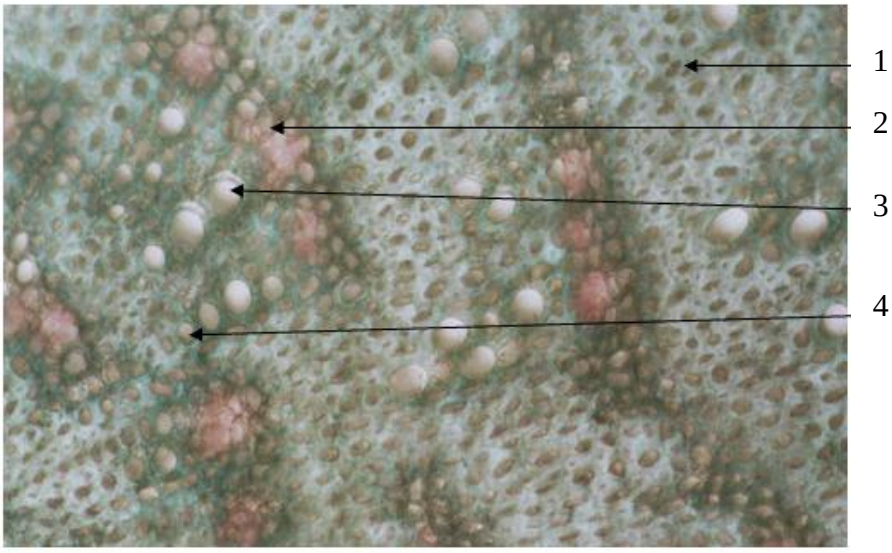
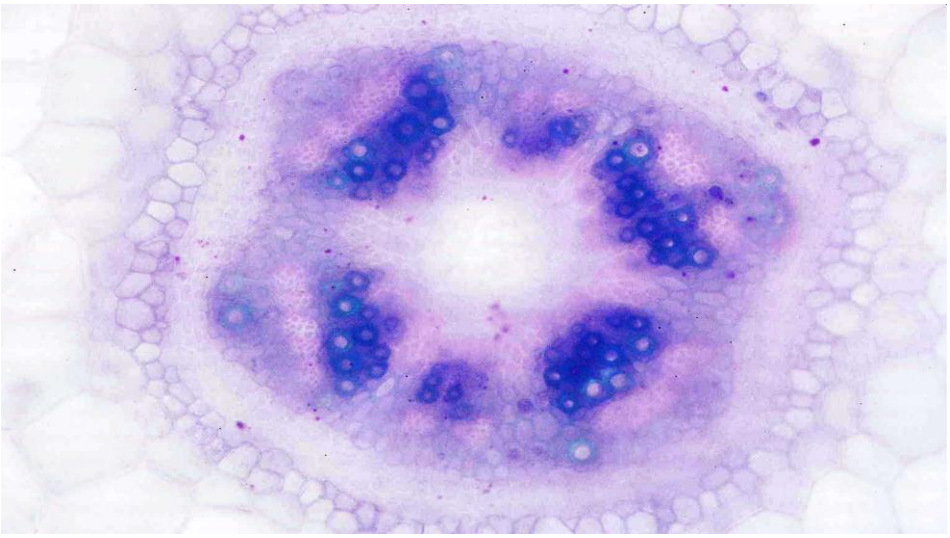


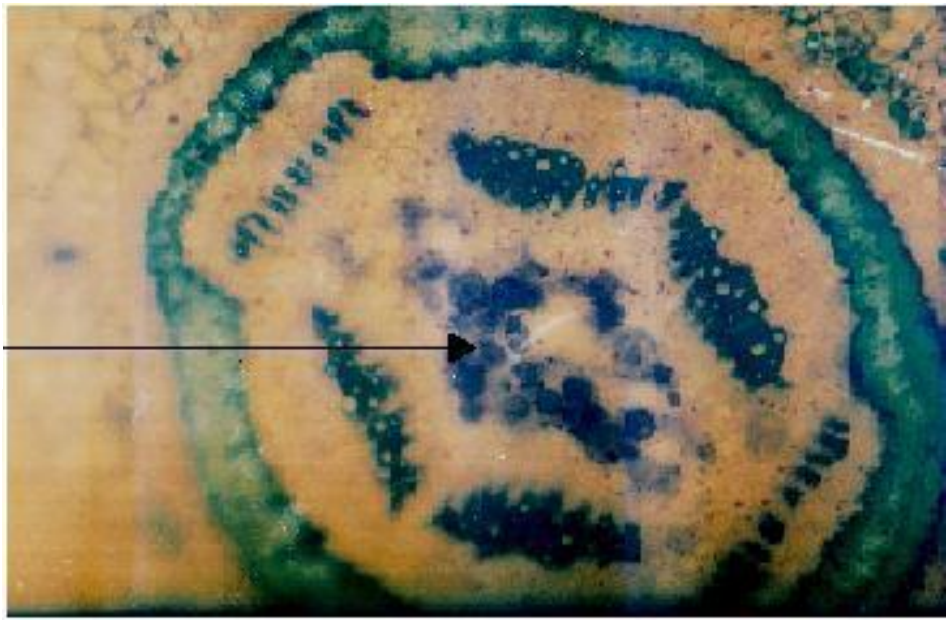
Photo n° 45 : Sclérenchyme et structure diffuse des tissus conducteurs de la tige horizontal (rhizome) « Sebkha 1 » (Gr x 40)
rappelant celle de la racine

1- Sclérenchyme 2- phloème 3- Meta xylème 4- Proto xylème



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 46 : Cylindre central « Sebkha 2 » (Gr x 20)



Coupe : Brahimi N. Cliché : Ferouani

Photo n° 47 : Cylindre central mise en évidence des mâcles d'oxalates de calcium « Chott El-Gharbi » (Gr x 10)

III-2-2- Etude anatomique de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* (Photos n° 48 à 58)

Les coupes histologiques effectuées au niveau de cet organe se sont avérées très difficiles à faire vu l'extrême réduction des feuilles à des gaines soudées autour de la tige et souvent confondues avec elle.

L'observation des coupes transversales de feuilles d*e Arthrocnemum glaucum* au microscope optique a permis la mise en évidence des tissus suivants, en allant de l'extérieur vers l'intérieur on a :

- Epiderme qui constitue le système de tissu protecteur (de revêtement) des feuilles jusqu'au moment où leur croissance secondaire est devenue importante. La plupart des cellules épidermiques forment un ensemble compact qui procure aux organes de la plante une protection mécanique efficace contre l'évapotranspiration. Leurs parois sont couvertes d'une cuticule imperméable composée principalement de cutine et de cire pour réduire les pertes d'eau (Photos n° 48 et 49) vu les conditions d'extrême aridité dans lesquelles vit *Arthrocnemum glaucum*. Les stomates bien qu'en nombre toujours réduit sont présent (Photos n° 51 et 52). Selon **Saadoun (2005),** certaines cellules apparaissent riches en cristaux d'oxalate de calcium organisés en macles (Photo n° 48).

- Parenchyme palissadique chlorophyllien (Photos n° 48 et 49), tissu assimilateur constitué de deux à quatre assises de cellules allongées, peu méatiques, riches en chloroplastes et parsemées de trachéides. Ces dernières sont en nombre important au niveau des feuilles des sujets de la station « Rachgoun 1 et 2 » (Photos n° 53 et 54) et quasiment absentes au niveau des feuilles des sujets de la station « Sebkha ».

- Parenchyme aquifère important (Photos n° 50, 56, 57). Le stockage de l'eau de réserve se fait aussi bien au niveau de la tige que de la feuille.

- Sclérenchyme, tissu de soutien améatique composé de cellules à paroi secondaire épaisse et lignifiée, mortes à maturité. Au niveau des coupes pratiquées, quand il existe, il est formé de cellules de petites tailles colorées en vert ne constituant pas encore un cercle car celui-ci est en cours de formation (Photo n° 56).

- Xylème, formé de quelques petits vaisseaux conducteurs de la sève minérale et xylème externe (Photo n° 56).

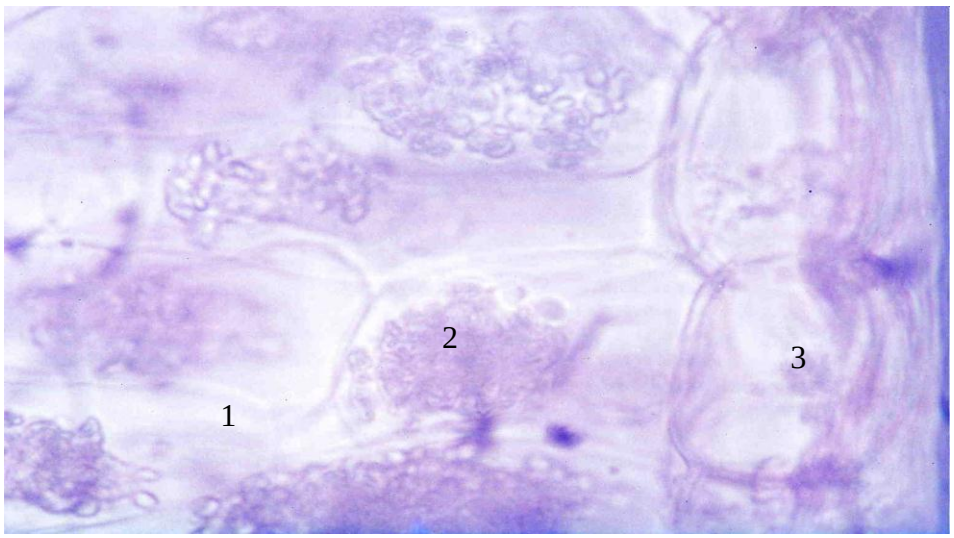
- Phloème, tissu conducteur de la sève organique ou élaborée formé de cellules de petites tailles à parois cellulosiques.

- Les amas de xylème et de phloème sont moins imposants et moins nombreux (4 à 5) qu'au niveau de la tige. Ceci peut s'expliquer toujours par la petitesse des feuilles (Photos n° 55 à 58).

- Parenchyme médullaire peu important au niveau des coupes ; il est constitué de cellules parenchymateuses cellulosiques disposées d'une manière lâche et formant un tissu relativement uniforme (Photos n° 56, 57 et 58).

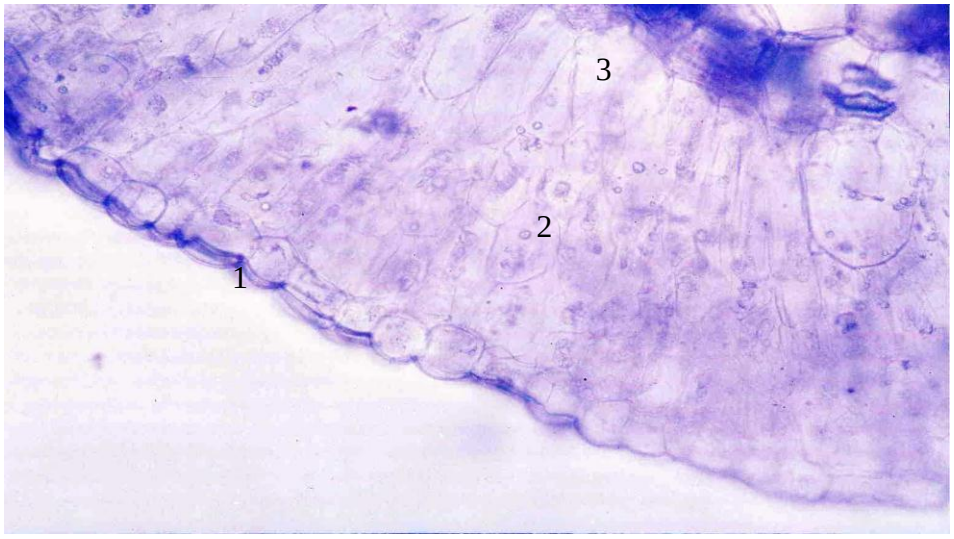
- Selon **Grigore et Toma (2008)** la structure anatomique du limbe foliaire de *Suaeda maritima* et des tissus succulents de *Salicornia europea* correspond apparemment au type anatomique défini comme « sympegmoide » dérivant du nom du genre *Sympegma* étudié par **Carolin, Jacobs et Vesk** en **1975** cité par **Pyankov et *al.* (1997)**.

- Ce type se compose de cellules palissadiques périphériques en contact avec de petits faisceaux ainsi qu'avec le faisceau central inclus dans le parenchyme aquifère. Selon nos observations l'histologie des feuilles de *Arthrocnemum glaucum* semble correspondre aussi au type anatomique cité ci-dessus. Ces particularités structurales liées à certaines fonctionnalités de l'appareil photosynthétique semblent avoir eu des implications évolutives et écologiques significatives.



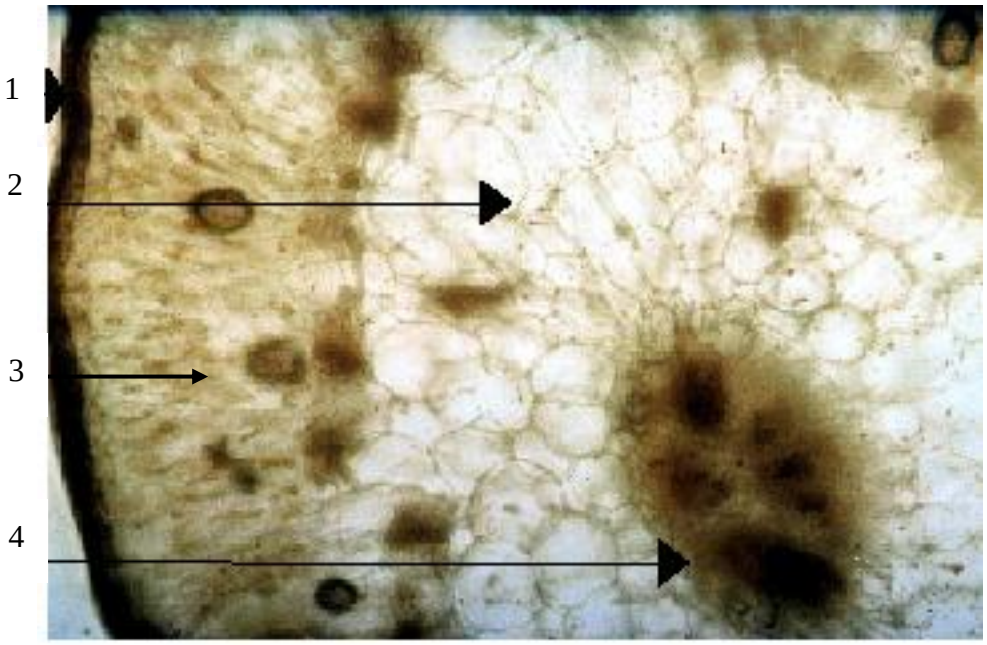
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 48 : Mise en évidence de : 1- Parenchyme palissadique 2- Oxalate de calcium 3- Epiderme « Rachgoun 1 » (Gr x 100)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 49 : Mise en évidence de : 1- Epiderme et cuticule 2- Parenchyme palissadique avec chloroplastes « Rachgoun 2 » (Gr x 20)



Coupe : Bendaoud A. et Brahimi N. Cliché : Ferouani

Photo n° 50 : Mise en évidence de : 1- Epiderme cutinisé 2- Parenchyme aquifère 3-Parenchyme palissadique
4- Parenchyme médullaire « Sebkha 1 » (Gr x 10)

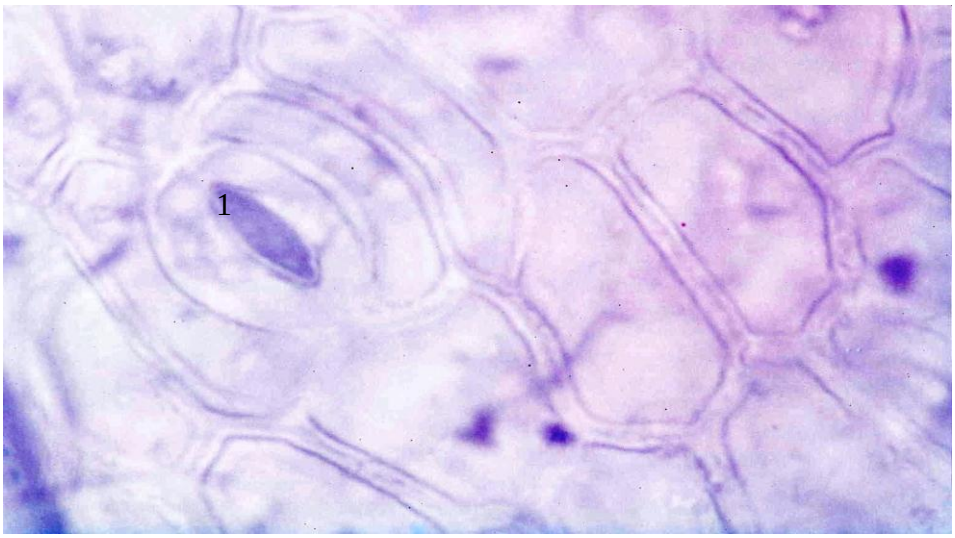
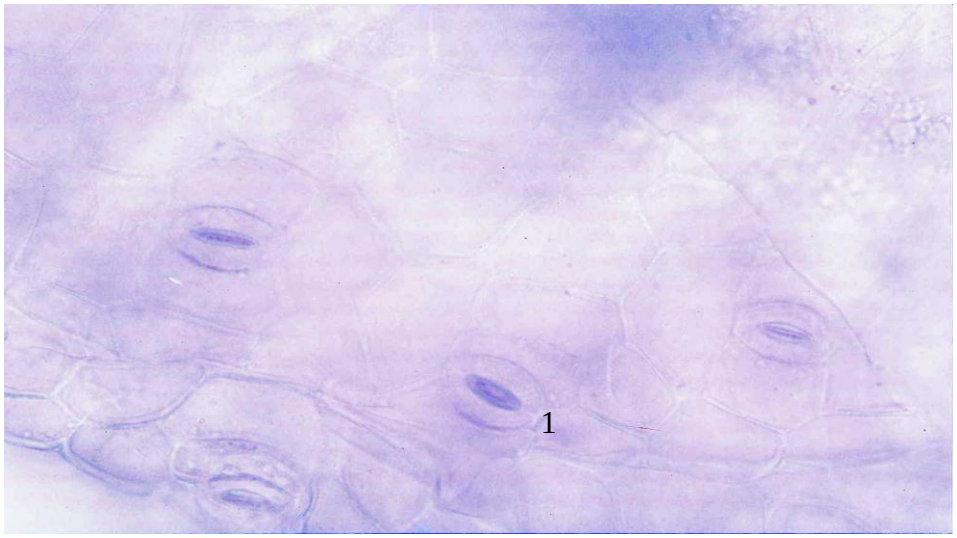


Photo n° 51 : Mise en évidence des : 1- Stomates de la feuille « Rachgoun 1 » (Gr x 40)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

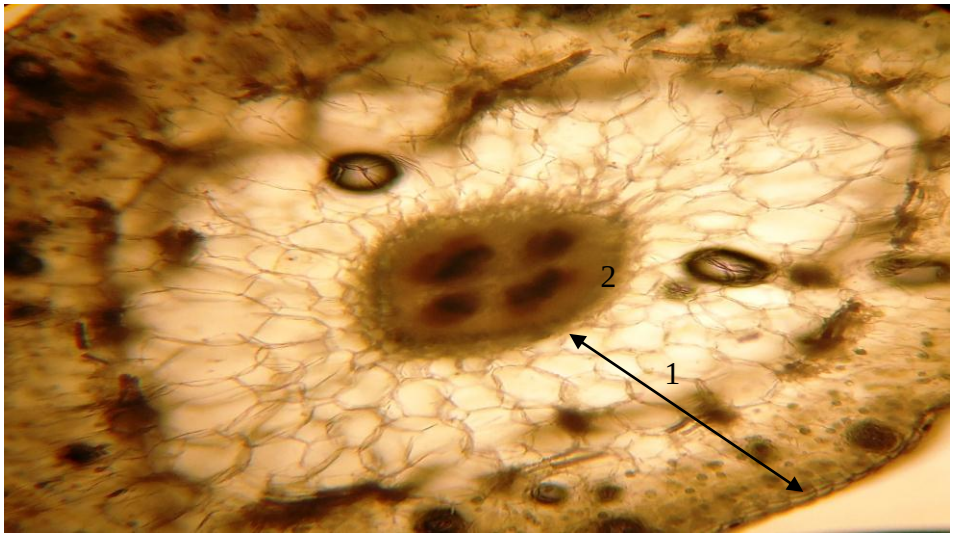
Photo n° 52 : Mise en évidence des : 1- Stomates « Rachgoun 1 » (Gr x 40)

Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 53 : Mise en évidence des 1- Trachéides scalariformes « Rachgoun 1 » (Gr x 40)

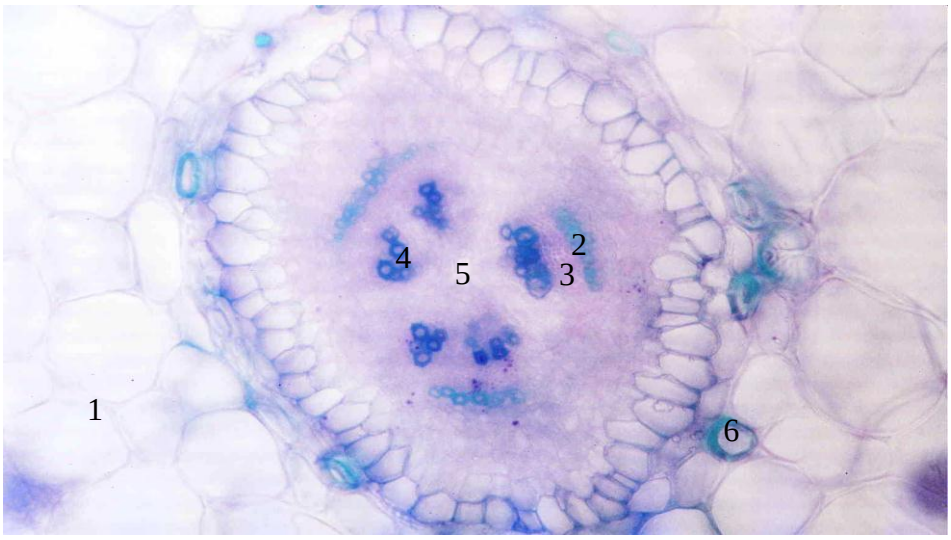
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 54 : Mise en évidence de l'abondance des trachéides scalariformes « Rachgoun 1 » (Gr x 20)



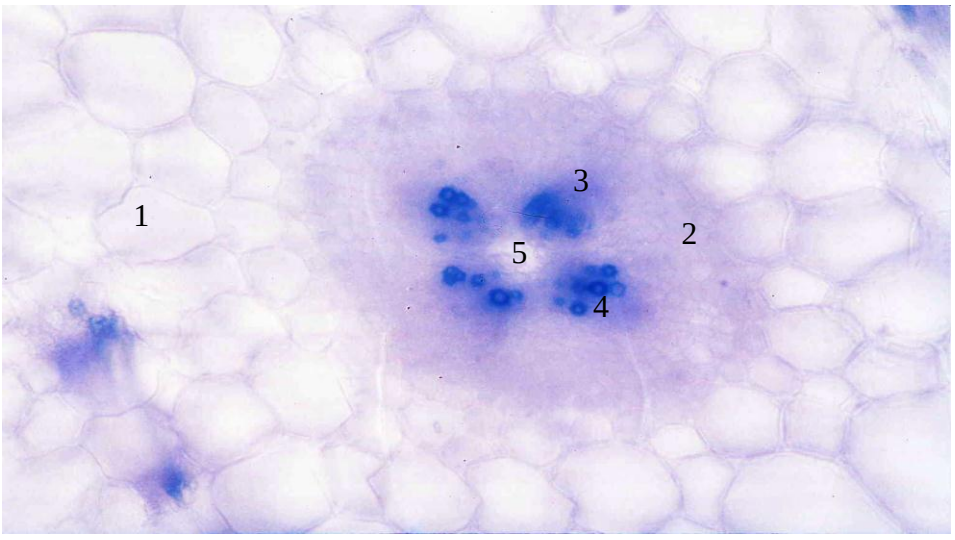
Coupe et cliché : Bensouna A.

Photo n° 55 : Mise en évidence de : 1- Ecorce 2- Cylindre central « Rachgoun 1 » (Gr x 20)



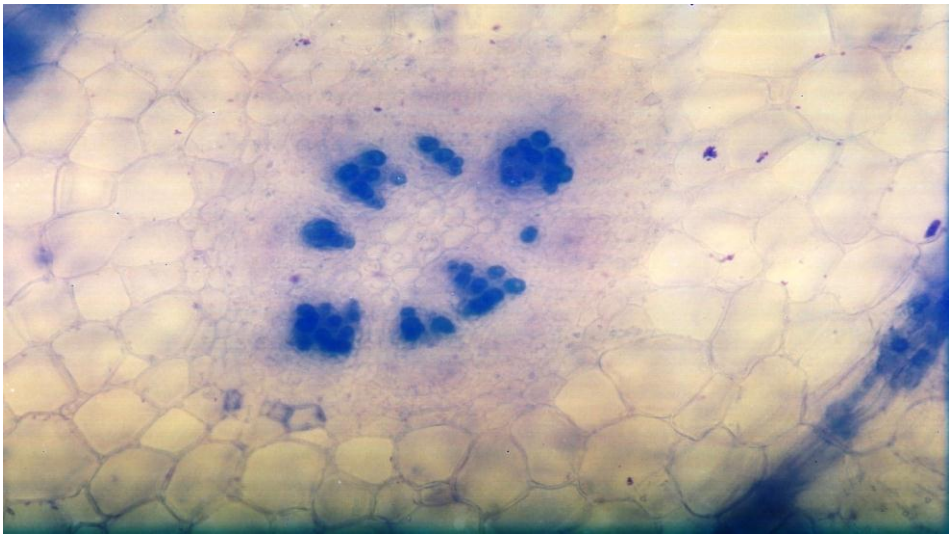
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 56 : Cylindre central de la feuille, mise en évidence de : 1- Parenchyme aquifère 2- Sclérenchyme 3- Phloème 4- Xylème 5- Parenchyme médullaire 6- Xylème externe « Rachgoun 1 » (Gr x 20)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 57 : Cylindre central de la feuille, mise en évidence de : 1- Parenchyme aquifère 2- Sclérenchyme 3- Phloème 4- Xylème 5- Parenchyme médullaire « Rachgoun 2 » (Gr x 20)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 58 : Cylindre central de la feuille « Sebkha 2 » (Gr x 20)

III- 2-3- Etude anatomique de la racine de *Arthrocnemum glaucum* (Photos n° 59 à 66)

L'observation des coupes transversales de racines d**e** *Arthrocnemum glaucum* au microscope optique a permis la mise en évidence des tissus suivants, en allant de l'extérieur vers l'intérieur on a :

- Assise subéreuse
- Parenchyme cortical très lacuneux (Photos n° 59 et 60) rappelant la structure des racines et des tiges immergées des plantes aquatiques (**Demalsy - Feller, 1990**). Il arrive en effet que *Arthrocnemum glaucum* soit partiellement immergée lors de la remontée des eaux de la Sebkha en période pluvieuse ou de la marée haute au niveau du littoral.

- Certains auteurs la qualifient de plante hygro-halophyle. En effet si le phénomène de turgescence responsable entre autre de la stature érigée, n'est plus assuré par l'absence d'eau, la plante meurt inévitablement. L'absence de l'effet de dilution entraine une forte concentration de sels dans les cellules et devient létale pour la plante.

- Voilà pourquoi *Arthrocnemum glaucum* est liée à la fois à des substrats salés et humides. Il en résulte que non seulement l'équilibre des sels mais aussi l'équilibre hydrique doit être examiné attentivement.

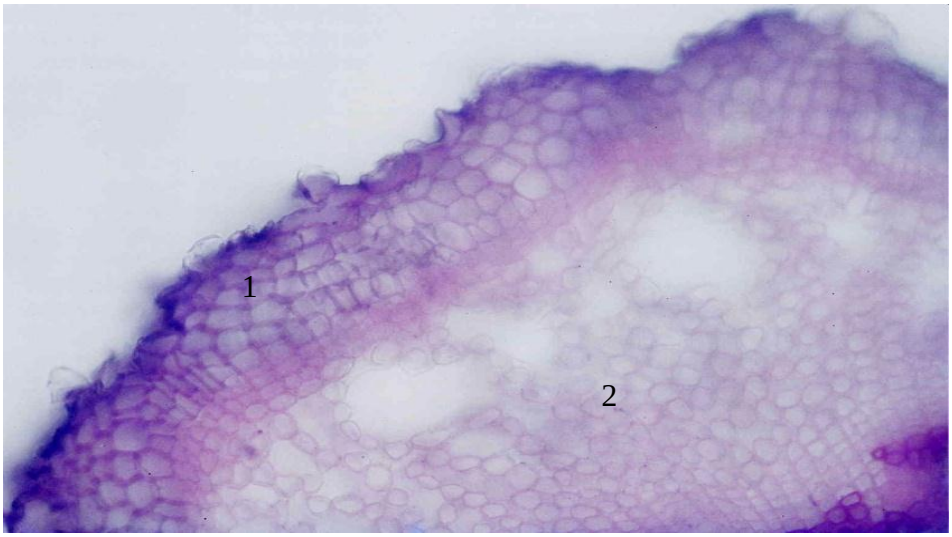
- Appareil de soutien est absent ou très peu développé.

- L'appareil conducteur comprend un nombre important de tubes libéro-ligneux, les faisceaux ligneux (xylème) alternant avec autant de faisceaux libériens (phloème). Ces formations libéro-ligneuses surnuméraires sont d'origine péricyclique.

- Des cambiums temporaires de plus en plus externes apparaissent successivement à l'extérieur du premier cambium normalement formé dans la racine et qui a cessé son activité. On parle ainsi de tubérisation de la racine. Le résultat de l'activité de ces cambiums est la formation d'approximativement cinq anneaux concentriques (station « Rachgoun 1 et 2 ») occupés en grande partie par les « libriformes » contenant à l'intérieur un ensemble irrégulier de vaisseaux xylèmiens et de nombreux îlots phloèmiens séparés par un parenchyme cellulosique ou peu lignifié (Photo n° 65). Les îlots de phloème ne sont ni de taille égale ni à égale distance. Les sujets de la Sebkha présentaient seulement deux cercles concentriques, ceci est probablement lié à leur jeune âge (Photos n° 63 et 64).

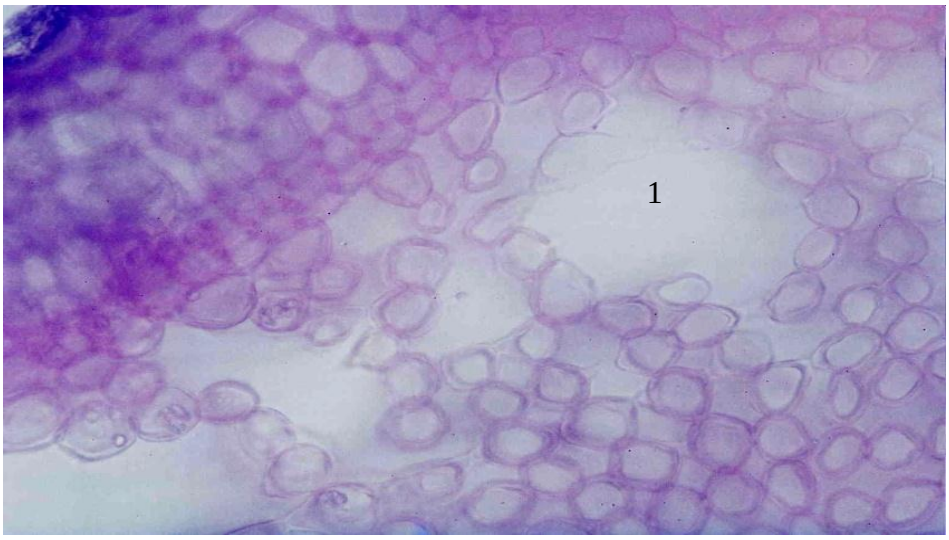
- Cette structure a été décrite chez *Suaeda maritima* par **Grigore et Toma (2008)**.

Selon **Sheperd et *al.* (2005)** l'anatomie de la racine des Amaranthacées est homogène. En effet au niveau des coupes histologiques de la racine de l'espèce étudiée aucune différence significative n'a été observée au sein de cette même espèce présente dans différentes stations d'étude.



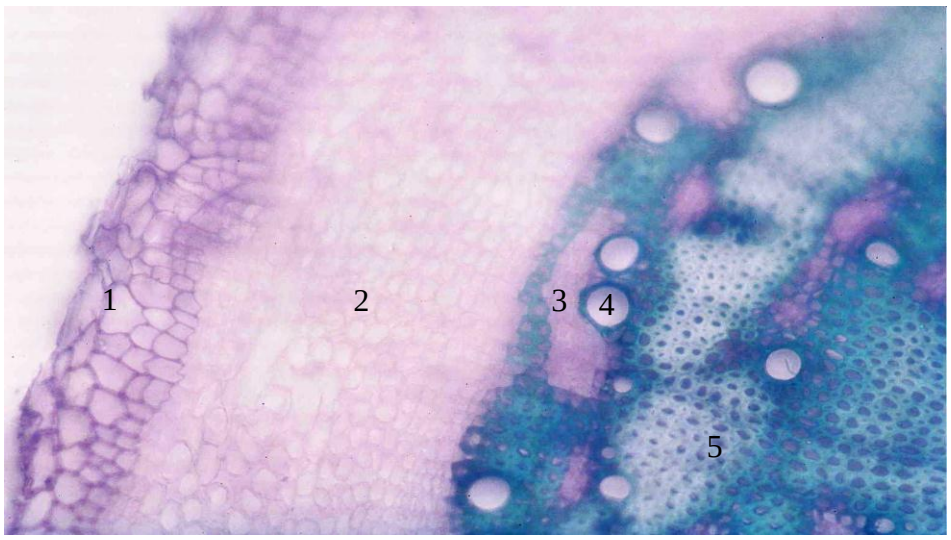
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 59 : Ecorce de la racine : 1- zone subéreuse 2- Parenchyme cortical « Rachgoun 1 » (Gr x 20)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

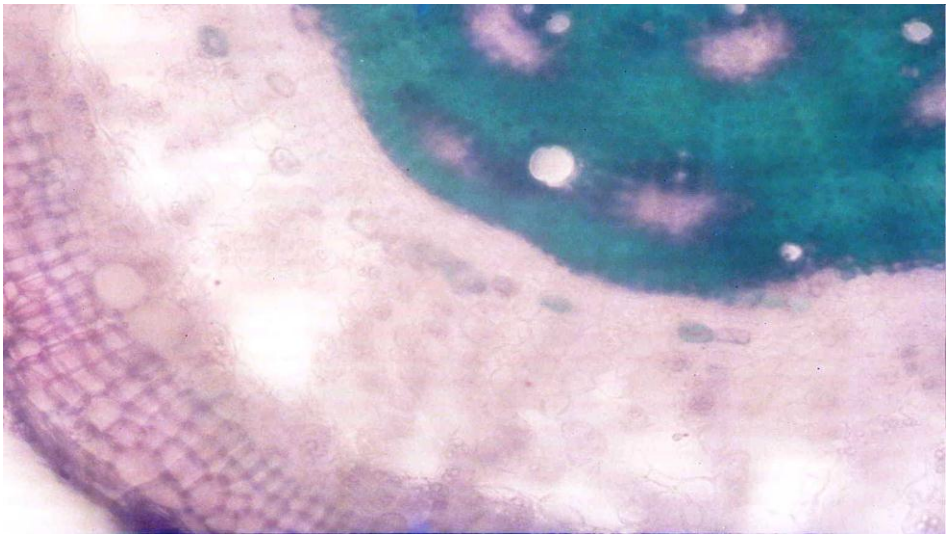
Photo n° 60 : 1- Lacune du parenchyme cortical de la racine « Rachgoun 1 » (Gr x 40)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

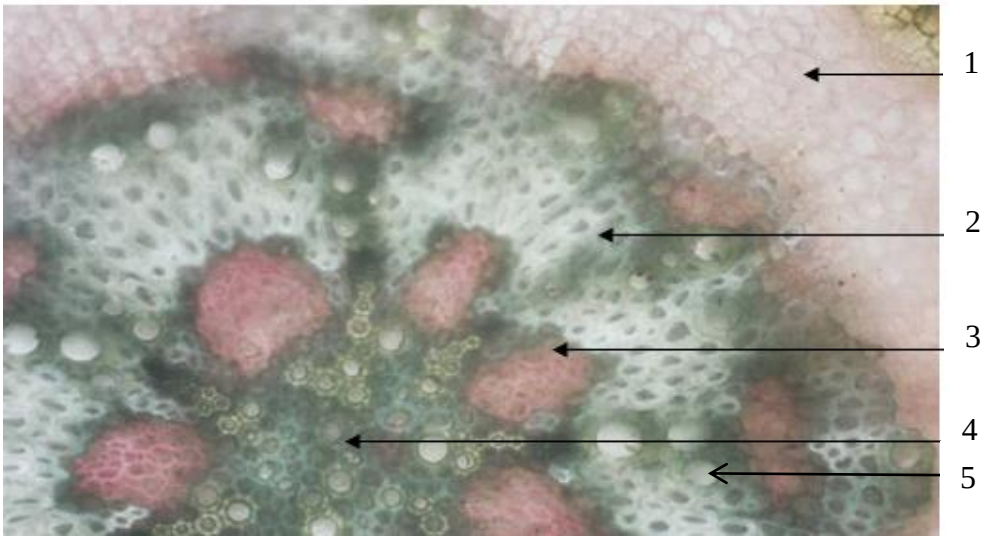
Photo n° 61 : Ecorce et tissus conducteurs « Rachgoun 1 » (Gr x 20)

1- Suber 2- Parenchyme cortical lacuneux 3- Phloème 4- Xylème 5- Parenchyme phloèmien



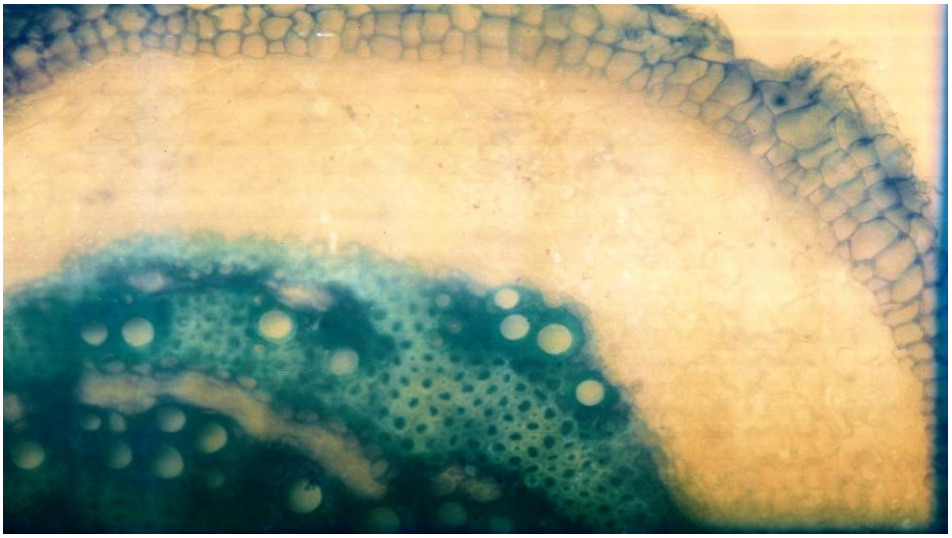
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 62 : Ecorce et tissus conducteurs « Rachgoun 2 » (Gr x 20)



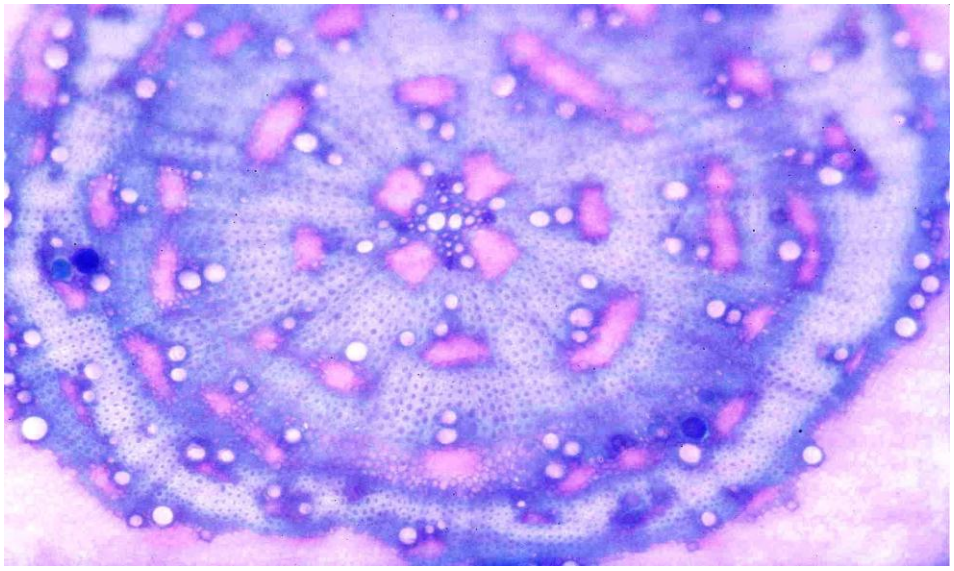
Coupe : Nacef Z. et Sidi Yacoub W. Cliché : Ferouani

Photo n° 63 : Ecorce et tissus conducteurs « Sebkha 1 » (Gr x 40)
1- Parenchyme cortical lacuneux 2- Parenchyme phloèmien 3- Phloème
4- Parenchyme médullaire lignifié 5- Xylème



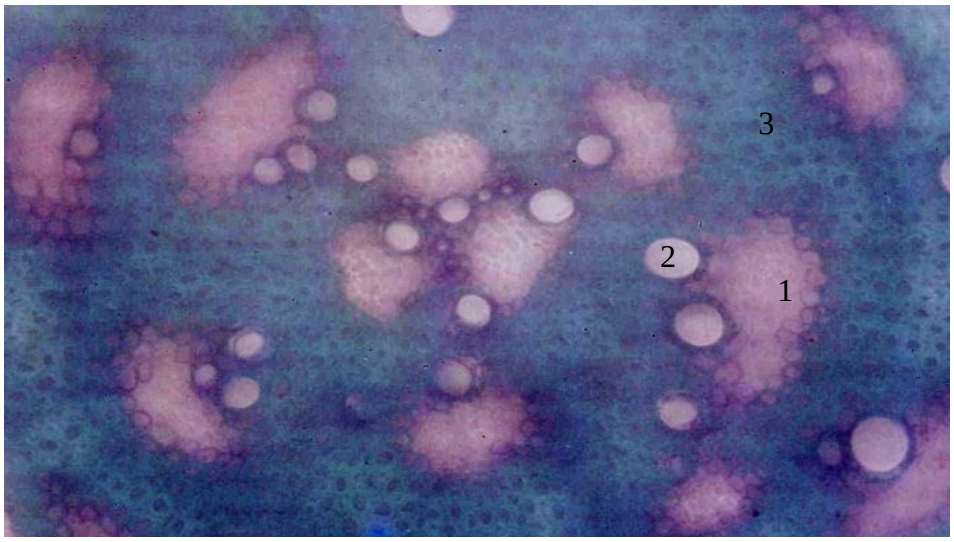
Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 64 : Ecorce et tissus conducteurs « Sebkha 2 » (Gr x 20)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 65 : Cylindre central de la racine «Rachgoun 2 » (Gr x 20)



Coupe : Bensouna A. Cliché : Ferouani

Photo n° 66 : Cylindre central de la racine. « Oglat en Naadja » (Gr x 20)
1- Phloème 2- Xylème 3- Parenchyme phloèmien

III-3- Histométrie

III-3-1- Résultats

Pour l'ensemble des stations d'étude, les dix meilleures coupes ont été sélectionnées et à l'aide d'un micromètre, nous avons mesuré l'épaisseur de tous les tissus observés, au niveau de la tige, la feuille et la racine de *Arthrocnemum glaucum,* à différents grossissements.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux 1, 2 et 3 de l'annexe , seuls les tableaux regroupant les moyennes des mesures apparaissent à ce niveau (Tab. 12, 13 et 14).

Tab. 12 : Moyennes des mesures et écarts types des différents tissus de la tige de *Arthrocnemum glaucum* dans chaque station d'étude

Tissus / Stations	Epiderme		Parenchyme palissadique chlorophylli		Parenchyme aquifère		Cambium		Parenchyme médullaire		Sclérenchyme		Phloème		Xylème	
	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type
« Rachgoun 1 »	0,46	0,05	4	0,41	5,91	0,78	0,97	0,10	0,65	0,09	0,25	0,05	0,55	0,07	0,28	0,04
« Rachgoun 2 »	0,47	0,16	3,63	1,10	7,77	1,20	1,15	0,19	0,78	0,32	0,31	0,09	0,59	0,14	0,45	0,09
« Sebkha 1 »	0,46	0,07	4,87	0,60	7,09	0,74	-	-	2,91	0,59	-	-	0,34	0,08	1,1	0,33
« Sebkha 2 »	0,47	0,06	3,09	0,30	7,19	0,67	0,66	0,07	0,44	0,24	0,35	0,08	0,62	0,09	0,26	0,07
« Oglat en Naadja »	1,03	0,09	0,89	0,08	13,38	1,62	-	-	1,29	0,90	-	-	0,67	0,2	0,77	0,17

Tab. 13 : Moyennes des mesures et écarts types des différents tissus de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* dans chaque station d'étude

Tissus / Stations	Epiderme		Parenchyme palissadique chlorophylli		Parenchyme aquifère		Parenchyme médullaire		Phloème		Xylème	
	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type	Moyenne (mm)	Ecart type
« Rachgoun 1 »	0,29	0,07	2,29	0,68	1,71	0,54	0,18	0,04	0,3	0,06	0,24	0,05
« Rachgoun 2 »	0,36	0,09	1,99	0,58	2,62	0,42	0,25	0,05	0,32	0,04	0,24	0,05
« Sebkha 1 »	0,83	0,22	4,80	0,33	5,50	1,64	4,91	1,48	0,25	0,05	0,41	0,08
« Sebkha 2 »	0,33	0,08	2,79	0,47	3,28	1,07	0,33	0,05	0,36	0,07	0,25	0,05

Tab. 14 : Moyennes des mesures et écarts types des différents tissus de la racine de *Arthrocnemum glaucum* dans une station du Nord et une du Sud

Tissus / Stations	Epiderme subérifié		Parenchyme cortical lacuneux		Parenchyme phloémien lignifié		Phloème		Xylème	
	Moyen-ne (mm)	Ecart type	Moyen-ne (mm)	Ecart type	Moyen-ne (mm)	Ecart type	Moyen-ne (mm)	Ecart type	Moyen-ne (mm)	Ecart type
« Sebkha 1 »	1,88	0,25	4,26	0,46	0,89	0,19	0,37	0,10	0,51	0,08
« Oglat en Naadja »	1,82	0,39	3,8	1,17	-	-	-	-	-	

La structure diffuse du cylindre central de la racine de *Arthrocnemum glaucum* à « Oglat en Naadja » n'a pu permettre la prise de mesures du phloème, xylème et du parenchyme phloémien.

III-3-2- Interprétations

III-3-2-1- Etude de corrélation

La mesure des tissus a été suivie d'une étude corrélative afin de pouvoir apprécier les liaisons qui existent entre ces derniers.

D'une manière générale, les corrélations entre les tissus des trois organes sont nulles, elles ne sont donc pas significatives, aussi nous n'avons pas jugé nécessaire de les présenter dans ce travail.

III-3-2-2- Histogrammes

Une comparaison histométrique entre les stations d'étude a été réalisée à l'aide d'un histogramme pour chaque organe (Fig. 15, Fig. 16 et Fig. 17)

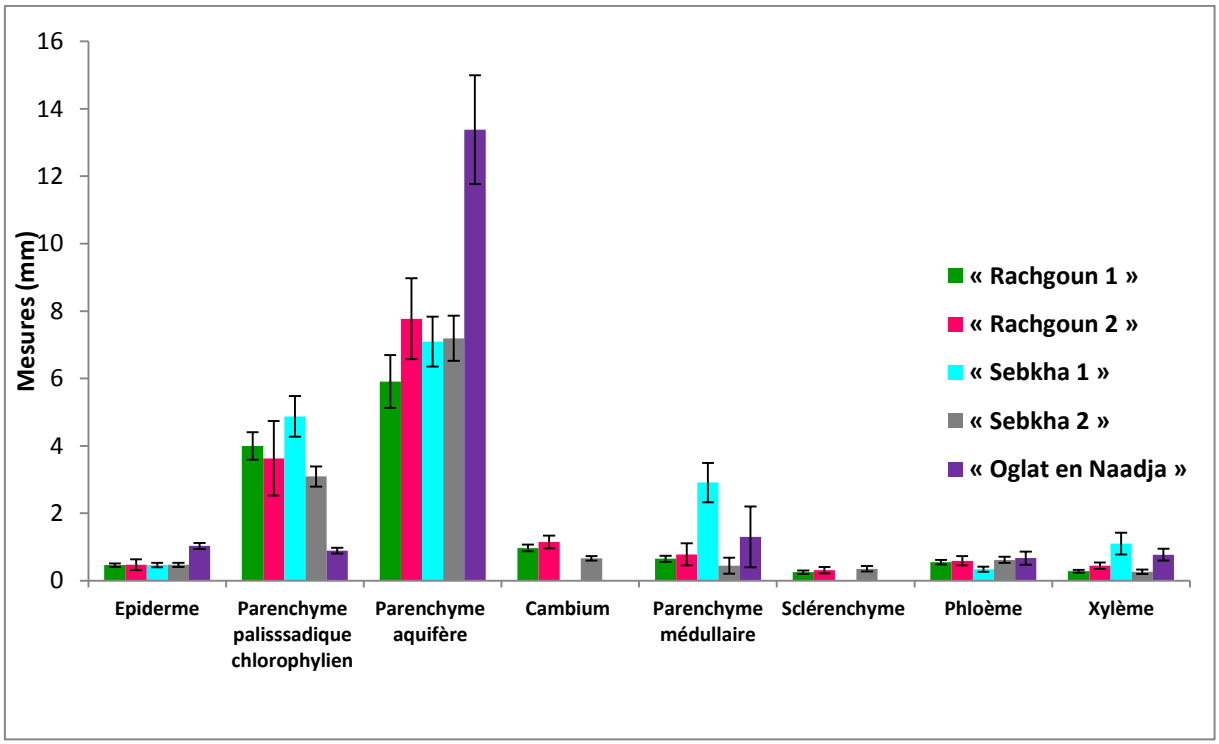


Fig.15 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la tige de *Arthrocnemum glaucum* dans les stations d'étude

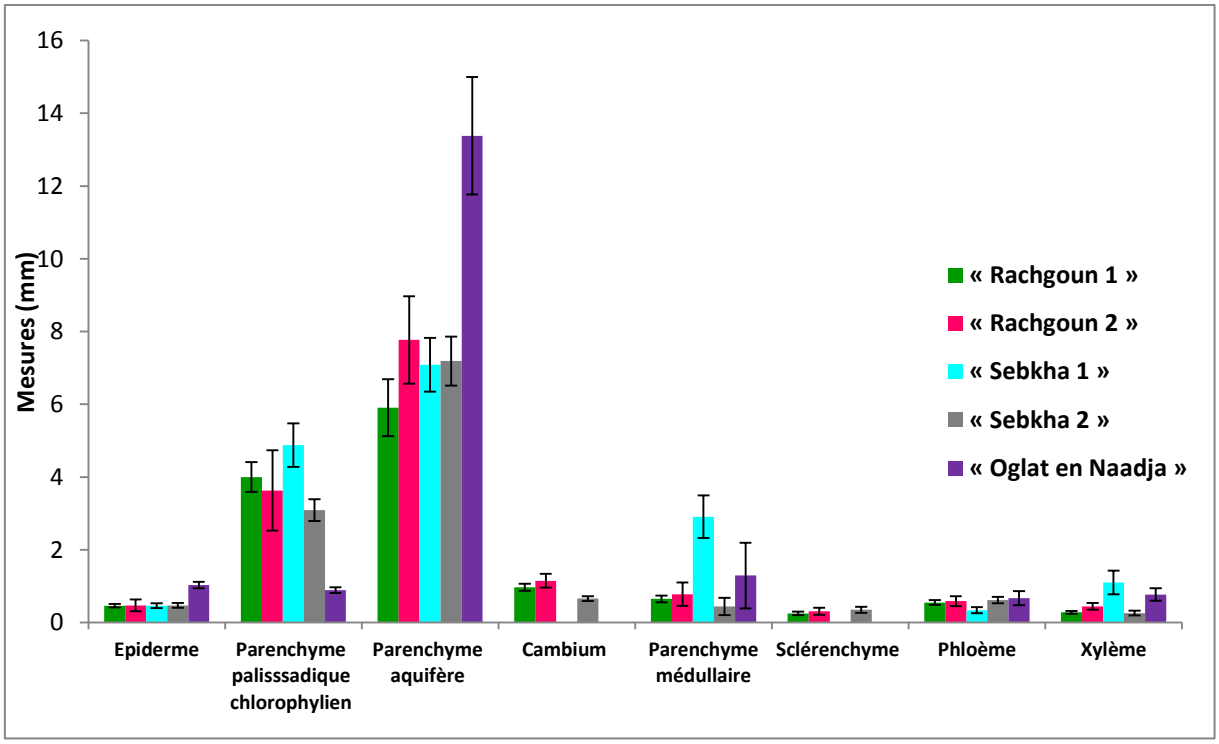


Fig.16 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* dans les stations d'étude

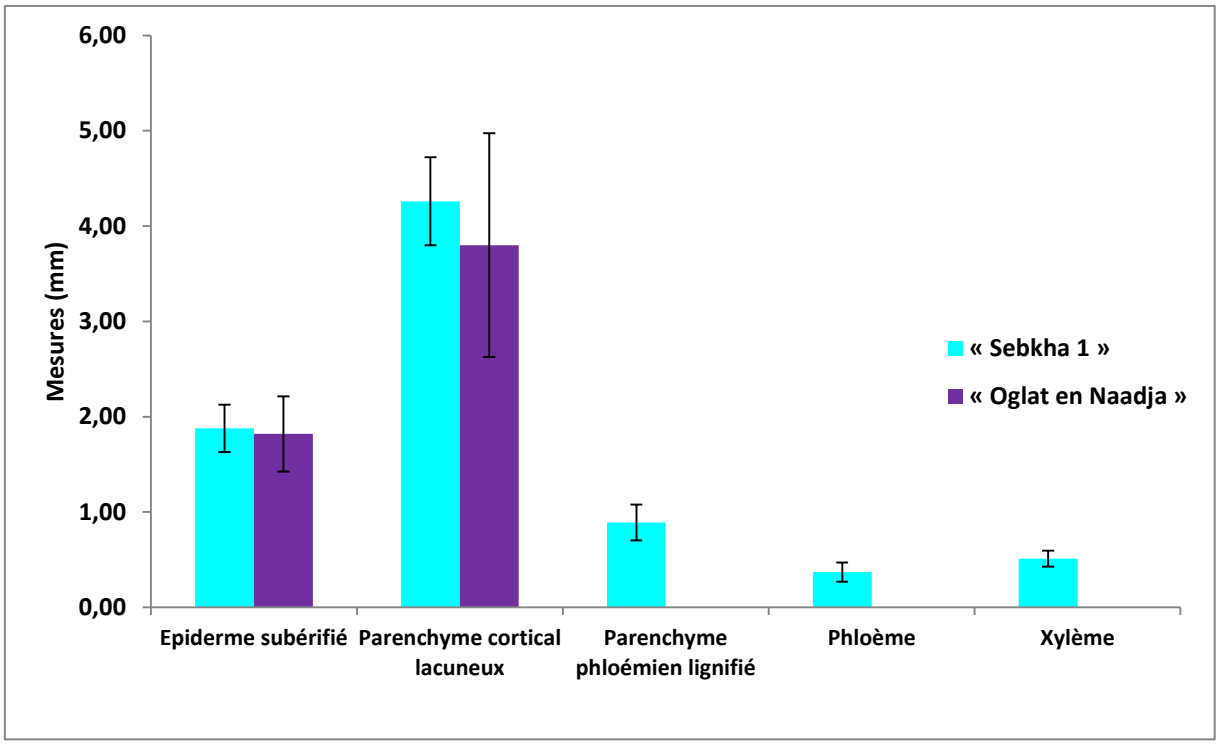


Fig.17 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la racine de *Arthrocnemum glaucum* dans les stations d'étude

L'étude comparative des tissus de la tige (Fig. 15) montre que le parenchyme aquifère est important dans toutes les stations d'étude et plus particulièrement à « Oglat en Naadja » où il occupe une bonne partie de l'écorce. En effet, le développement de ce tissu offre à la plante une résistance supplémentaire à un environnement chaud et sec. Il n'y a pas de différences significatives entre les mesures du parenchyme palissadique chlorophyllien des différentes stations à l'exception encore de « Oglat en Naadja » où elles sont plus faibles (0,89 mm). L'assimilation chlorophyllienne est donc réduite, ceci est dû à des phénomènes que nous n'avons pu expliquer.

Les mesures des différents tissus de la feuille (Fig. 16) montrent une différence entre les stations du littoral et celles de la Sebkha où les chiffres du parenchyme chlorophyllien, aquifère et médullaire atteignent respectivement en moyenne : 3,79 mm, 4,39 mm et 2,62 mm.

Les différents tissus de la racine (Fig. 17) des stations « Sebkha 1 et Oglat en Naadja » ont des épaisseurs voisines et importantes, ceci est dû à la xericité du milieu. *Arthrocnemum glaucum* possède un système racinaire très développé où le xylème et le phloème prennent une place non négligeable vu les besoins importants en eau qu'exige cette espèce.

III-3-3- Conclusion

Les résultats rapportés dans cette étude font apparaitre :

- Différence dans l'épaisseur des tissus d'un organe à un autre et d'une station à une autre. Les dimensions des tissus renseignent sur l'état physiologique de la plante et sur les conditions dans lesquelles évolue le végétal (stress salin et hydrique etc.) ;

- Parenchyme palissadique chlorophyllien plus développé au niveau des tiges que des feuilles. Ceci peut se justifier par la quasi substitution de la tige aux feuilles dans son rôle assimilateur ;

- Parenchyme aquifère très développé au niveau des feuilles et des tiges dans l'ensemble des stations. *Arthrocnemum glaucum* est une plante succulente qui stocke des quantités importantes d'eau dans de volumineuses vacuoles remplies de mucilage au niveau de ce parenchyme. Aussi son développement offre à la plante une protection supplémentaire contre la sécheresse ;

- Epiderme cutinisé de la tige et la feuille constitué de plusieurs assises cellulaires ainsi qu'une assise subéreuse racinaire d'une épaisseur importante. Ils constituent tous les deux un revêtement partiellement imperméable et résistant qui isole la plante du milieu extérieur. On peut le concevoir comme un indice d'adaptation aux conditions xériques d'halophilie ;

- En général, nombre de stomates réduit, en apparence seulement, car ils n'ont pas été quantifiés ;

- Absence de tissus de soutien de type collenchyme qui contribuent à la rigidité et à la solidité de la plante. Le port érigé de *Arthrocnemum glaucum* s'explique par le phénomène de turgescence cellulaire. Par contre le sclérenchyme est parfois présent au niveau des tiges et des feuilles ;

- Structure particulière du cylindre central de la racine et plus rarement de la tige avec la formation de faisceaux libéro-ligneux surnuméraires dût à l'activité successive de plusieurs cambiums. Cet ensemble discontinu du xylème et du phloème secondaire appelé pachyte permet de concentrer plus de soluté, ce qui est propre aux halophytes, et de construire ainsi un support à la fois souple et résistant au milieu mouvant des sols à texture souvent sableuse. Beaucoup d'auteurs considèrent ce phénomène comme une anomalie structurale se produisant fréquemment chez les Amaranthacées ou Chénopodiacées ;

- Autre structure particulièrement intéressante a été mise en évidence au niveau du parenchyme palissadique, les trachéides en nombres variables selon les stations, se manifestant par des épaississements particuliers de certaines zones. Selon **Anderson (1974)** ils contribuent à l'équilibre hydrique de la plante ;

- Parenchyme cortical lacuneux important dans toutes les stations d'étude et présent uniquement au niveau de la racine ; sa présence est caractéristique au niveau des tiges immergées chez les plantes aquatiques.

Conclusion

Les recherches effectuées sur les halophytes appartenant à la famille des Amaranthacées et plus particulièrement sur *Arthrocnemum glaucum*, soutenues par l'analyse de la bibliographie relativement riche dans le domaine, autorisent les conclusions suivantes.

Arthrocnemum possède des mécanismes bien établis lui permettant de faire face aux conditions sévères du milieu, à savoir une salinité excessive et l'aridité du sol.

Selon **Ramade (2003)**, il est connu qu'un grand nombre de plantes de type C_4 comme les Amaranthacées sont rattaché à des biotopes conférant des conditions de vie difficiles comme les désert ou les sols salés. Pour beaucoup d'entre elles, la clé de l'adaptation est la capacité à maintenir leur processus de croissance à des températures élevées. Aussi l'activité photosynthétique des plantes de type C_4 n'est pas plus élevée que celle des plantes de type C_3, bien qu'ils fassent preuve d'une meilleur efficacité dans l'utilisation de l'eau.

D'un point de vue global, les caractéristiques tissulaires de l'espèce étudiée peuvent être corrélées aux spécificités de l'environnement auquel appartient cette halophyte.

En effet *Arthrocnemum glaucum* est une espèce bien adaptée aux salinités élevées de ces sols, correspondant à l'étiquette « d'halophyte obligatoire ».

Chapitre IV

Elongation racinaire, et mesures morphologiques de Arthrocnemum glaucum

Introduction

IV-1- Elongation racinaire

IV-1-1- Introduction

IV-1-2- Matériel et méthode

IV-1-3- Résultats

IV-1-4- Interprétations

IV-1-5- Conclusion

IV-2- Mesures morphologiques

IV-2-1- Introduction

IV-2-2- Méthodologie

IV-2-3- Résultats

IV-2-4- Interprétations

IV-2-4-1 Histogrammes

IV-2-4-2 Corrélation et régression

IV-2-5- Conclusion

Conclusion

Introduction

Arthrocnemum glaucum est une espèce caractérisée par un système racinaire relativement impressionnant, aussi nous nous sommes intéressés dans un premier temps à sa rhizogenèse en milieux de cultures artificielles.

De plus selon **Barbero (1990),** les caractères appartenant aux plantes d'une même famille ou d'un même genre peuvent changer selon le milieu où elles se trouvent.

Aussi, dans un deuxième temps nous avons tenté de mettre en évidence la variabilité de certains caractères morphologiques d'une même espèce *Arthrocnemum glaucum* d'une station d'étude à l'autre.

IV-1- Elongation racinaire

IV-1-1- Introduction

La culture des tissus végétaux regroupe un ensemble de techniques permettant la culture en conditions aseptiques des différentes parties de la plante. Ces techniques offrent de vastes possibilités pour les études fondamentales et appliquées à la micro propagation d'espèces économiquement importantes ainsi que comme modèle pour les études physiologiques, biochimiques, génétiques et morphologiques.

Les principes fondamentaux de la culture des tissus végétaux sont :

- Isolement des fragments de tissus ou organes d'une plante complète (explant) ;

- Fourniture d'un milieu ambiant approprié permettant aux explants d'exprimer leur capacité de morphogenèse.

La majorité des techniques de culture de tissus décrites dans la littérature peuvent être appliquées dans leur ensemble, en apportant toutefois les quelques modifications nécessaires pour les adapter aux conditions locales d'un laboratoire.

La plupart du matériel utilisé dans un laboratoire de culture des tissus a pour objet le contrôle des conditions dans lesquelles sont appliquées les techniques in vitro. Les équipements que doivent posséder un laboratoire de culture des tissus et nécessaires à l'expérimentation sont cités dans matériel et méthode.

La rhizogenèse ou élongation racinaire est le phénomène organogénétique le plus souvent impliqué dans la multiplication végétative, car la qualité de celle-ci détermine la variabilité ultérieure de la plante (**Chatibi et *al.* , 1995**).

L'objectif de cette étude est d'exploiter les possibilités que possède la culture des tissus in vitro et de voir si l'espèce étudiée présente un enracinement facile ou difficile dans les différents milieux synthétiques.

IV-1-2- Matériel et méthode

- Fragments de tiges de *Arthrocnemum glaucum*
- Tubes à essai
- Pince stérilisée
- Scalpel ou ciseau stérilisé
- Eau de Javel
- Eau distillée
- Alcool à 70%
- Milieux de culture

Un milieu de culture se définit par ses qualités chimiques et physiques qui sont très importantes pour le développement de l'explant.

Le milieu nutritif est composé d'une solution contenant des macroéléments sous forme de sels, des microéléments, des vitamines, du sucre ainsi que des régulateurs de croissance qui sont ajoutés au milieu selon le type d'organogenèse souhaité.

Dans cette étude, les cultures se font sur cinq milieux synthétiques solide ou liquide :

- Milieu 1 : Eau distillée
- Milieu 2 : Sable
- Milieu 3 : NaCl + Knop
- Milieu 4 : Auxine + Knop
- Milieu 5 : Knop

- D'après **Rancillac (1981)** l'auxine est une hormone de croissance qui joue un rôle fondamentale dans la croissance des plantes et dans la division cellulaire. Selon l'encyclopédie **Larousse (2012)** le liquide de Knop est un milieu nutritif destiné à la culture des plantes chlorophylliennes. Il contient les 4 éléments dont les symboles chimiques mis à la suite forment le nom de l'inventeur Johann Knop : K (potassium), N (azote), O (oxygène), P (phosphore).

Le matériel végétal a été prélevé au niveau de la station « El-Amria 1 », avant tout, la réussite de cette expérience nécessite l'absence totale de contamination (bactéries et moisissures).

Le plan de travail est donc soigneusement désinfecté à l'eau de Javel. Il est indispensable de se laver correctement les mains avant chaque manipulation (utilisation du savon antiseptique et d'alcool).

Les tiges de *Arthrocnemum glaucum* ont été découpées à l'aide d'une lame stérilisée (7 à 8 cm de hauteur) puis désinfectées dans de l'alcool à 70 % durant 45 secondes et ensuite rincées à l'eau distillée stérile. Les fragments de tige sont enfin mis dans des tubes à essai contenant les différents milieux de culture cités précédemment, le tout à la température ambiante du laboratoire (18 à 20°C).

IV-1-3- Résultats

L'ensemble des mesures prises ont été reportées dans le tableau 15 et leur évolution dans le temps illustrée à l'aide de courbes (Fig. 18).

Tab.15 : Mesures de la taille des radicelles de *Arthrocnemum glaucum* dans la station « El-Amria 1 »

	Taille des radicelles en mm/semaine						
Milieux	**1ere semaine**	**2eme semaine**	**3eme semaine**	**4eme semaine**	**5eme semaine**	**6eme semaine**	**7eme semaine**
Eau distillée	0	3	6	9	9	9	9
Sable	0	0	0	0	0	0	0
NaCl +Knop	2	4	8	10	11	13	15
Auxine +Knop	0	3	12	21	23	23,4	25
Knop	0	3	9	15	15	15	15

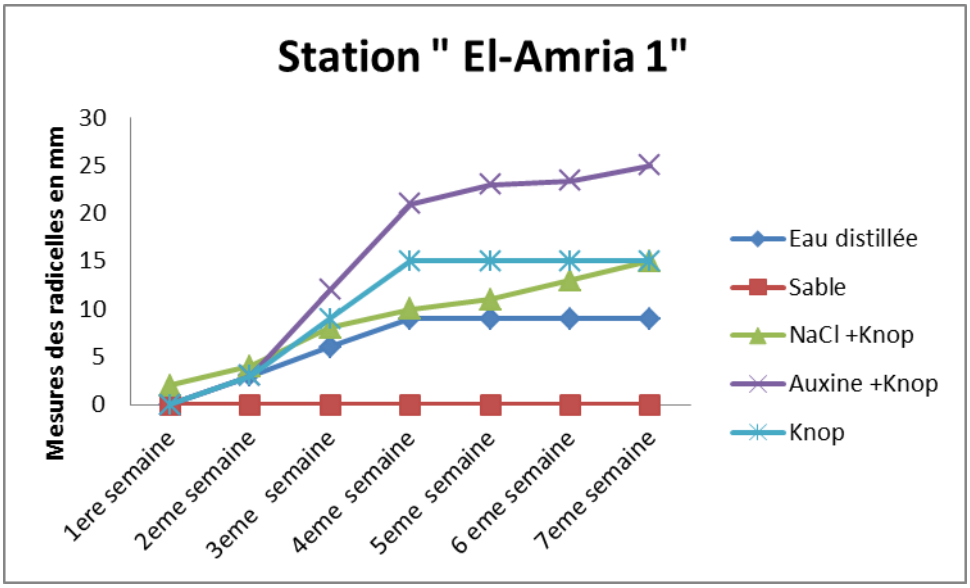


Fig. 18 : Evolution de la taille des radicelles après la mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans différents milieux de culture.

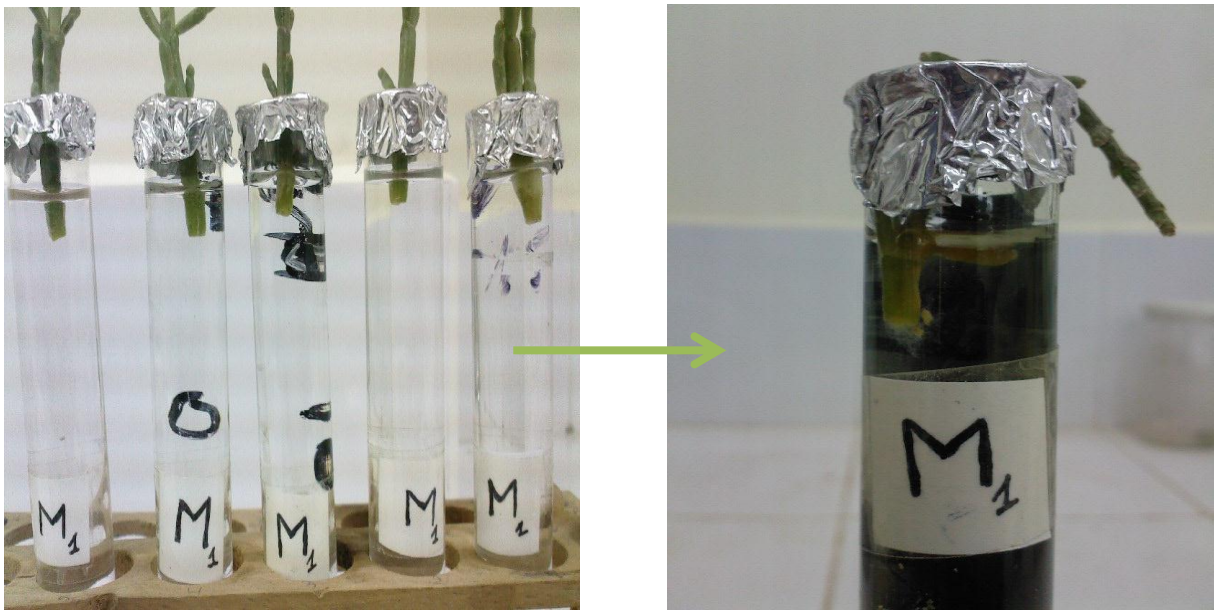


Photo n° 67 : Mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans le milieu : eau distillée le 19-05-2010, apparition des radicelles le 02-06-2010

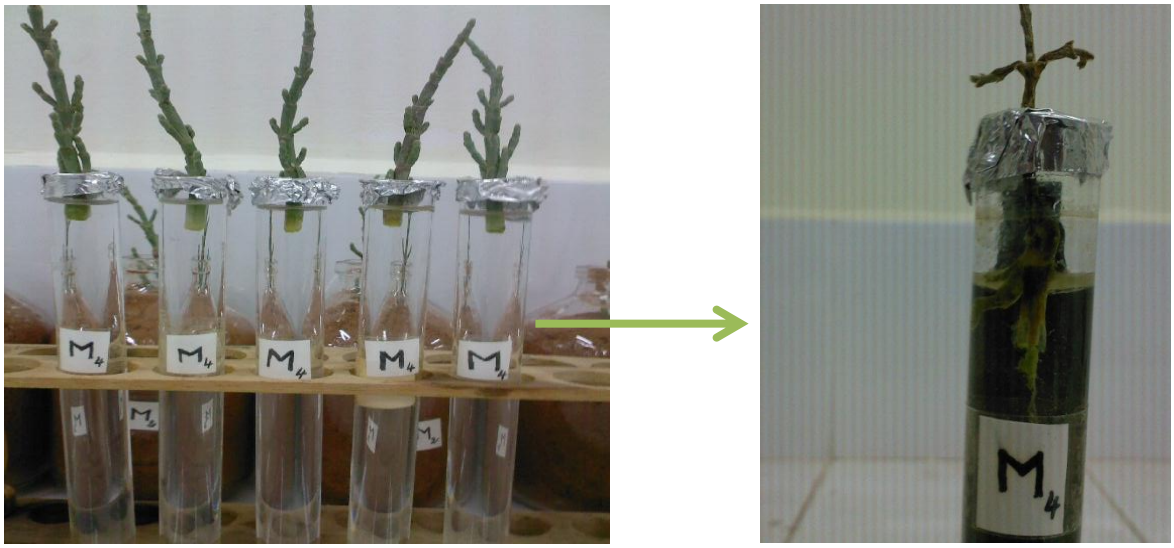


Photo n° 68 : Mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans le milieu : Auxine + Knop le 19-05-2010, apparition des radicelles le 02-06-2010

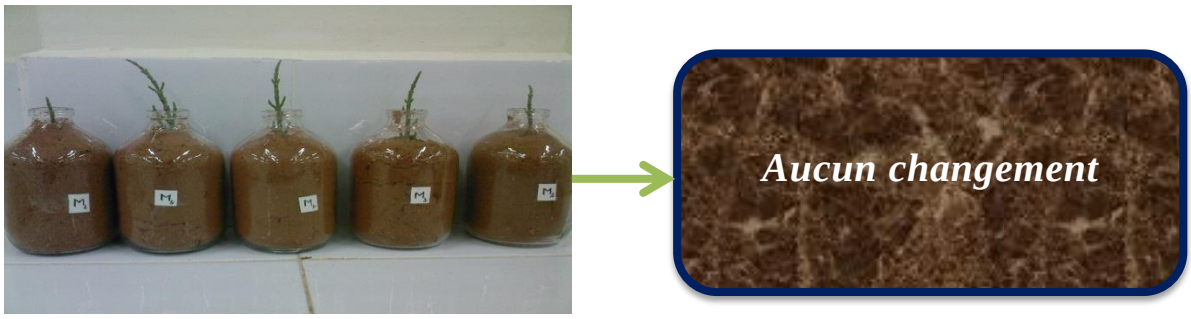


Photo n° 69 : Mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans le milieu : sable le 19-05-2010, après sept semaines aucune apparition de radicelles.

IV-1-4- Interprétations

Les expériences menées sur les fragments de tiges de *Arthrocnemum glaucum* dans les différents milieux de culture ont permis de constater les points suivants :

- Apparition des radicelles s'effectue six jours après la mise en culture pour le milieu 3 (NaCl + Knop) et seulement quinze jours après pour les milieux 1, 4 et 5. La présence de sels dans le milieu 3 pourrait expliquer la rapidité d'apparition des radicelles. Il n'est pas nécessaire de rappeler l'halophilie de l'espèce étudiée.

- Aucun changement n'a été observé dans le milieu 2 malgré le fait que le sable utilisé pour l'expérimentation ait été prélevé au niveau de la station « El-Amria 1 » où ont été récoltés les échantillons. On peut en déduire qu'un substrat sableux n'est pas le seul paramètre écologique nécessaire à la rhizogenèse de *Arthrocnemum glaucum*, d'autres facteurs exogènes ont un rôle déterminant.

- Au terme de l'expérimentation, au bout de la 7ème semaine, nous avons obtenu des radicelles d'une taille variant de 9 à 25 mm respectivement dans les milieux eau distillée et auxine + Knop.

L'examen de la figure 18 autorise également quelques remarques notamment sur l'augmentation de la taille des radicelles qui varie d'un milieu à un autre.

En comparant le développement des radicelles dans les différents milieux, il a été constaté que la croissance de leur taille dans le milieu 4 enrichi en auxine et le milieu 5 (Knop) évolue plus rapidement que dans les milieux 3 (Na Cl + Knop) ou 2 (eau distillée).

Aussi, on pourrait se poser la question suivante : la composition des milieux de culture 4 et 5 est-elle plus adéquate pour permettre une élongation plus rapide et parfois plus importante des radicelles ? L'auxine est connue pour son rôle dans la rhizogenèse, la division et l'élongation cellulaire (**Champagnat et *al.* , 1969 ; Rancillac, 1981**). Le liquide de Knop semble lui aussi favorable à ce type d'organogenèse.

IV-1-5- Conclusion

Au cours de nos essais de mise en culture, des éléments sont venus confirmer des résultats déjà obtenus à travers plusieurs travaux portant néanmoins sur d'autres espèces que *Arthrocnemum glaucum*, telles que *Pinus pinaster* ou *Prunus* (**Quoirin et Lepoivre, 1978 ; Rancillac, 1979**).

C'est ainsi que la présence de substances de croissance dans le milieu de culture semble accélérer et non conditionner l'aboutissement à l'expression morphogénétique (rhizogenèse). L'obtention des radicelles à partir des tiges a été déterminée par l'emploi de l'auxine, du liquide de Knop et du Na Cl. Néanmoins, même en absence de ces derniers, comme c'est le cas dans le milieu eau distillée on peut observer une élongation.

Le milieu de culture ne semble pas jouer un rôle important, la seule différence réside dans la rapidité d'apparition et de croissance des radicelles dans ces différents milieux.

IV-2- Mesures morphologiques

IV-2-1- Introduction

Le mot biométrie signifie "mesure + vivant" ou "mesure du vivant" et désigne dans un sens très large l'étude quantitative des êtres vivants à l'aide de méthodes statistiques. Il est défini par **Jolicoeur (1991)** comme étant des mathématiques appliquées à la biologie.

Aussi, la biométrie est une étude statistique des dimensions et de la croissance des êtres vivants. **Schreider (1952)** l'a défini comme étant « la science de la variabilité des phénomènes qui s'y attachent et des problèmes qui en découlent ».

Le principal objectif de la biométrie est de permettre de distinguer soit différentes espèces entre elles, soit à l'intérieur d'une même espèce des sous-espèces ou groupements raciaux, en fonction des variations de certains paramètres morphologiques liés ou non aux conditions écologiques (**Barnabé, 1973**).

IV-2-2- Méthodologie

L'approche biométrique a porté sur la mesure de cinq paramètres morphologiques sur dix individus choisis au hasard appartenant à l'espèce *Arthrocnemum glaucum* et ce, pour toutes les stations d'études. La méthode adoptée est la suivante : dix quadras de 10 m x 10 m ont été parcourus et au niveau de chacun d'eux un échantillon a été mesuré.

Les mesures effectuées à l'aide d'un ruban métrique ont été prises en Mai 2011 pour les individus des stations « Rachgoun 1 » « Rachgoun 2 » « Moscarda » « Sebkha 2 » « Oglat en Naadja » et en Mai 2010 pour la station « Sebkha 1 ».

Certains caractères comme la taille ou le nombre des feuilles ou des fleurs étaient difficiles voire impossible à mesurer. Nous nous sommes donc limitées à mesurer les variables distinctives suivantes :

- Hauteur de la touffe ;
- Diamètre de la touffe ;
- Longueur de la tige ;
- Longueur des rameaux ;
- Longueur des articles.

Afin de préciser les relations possibles entre les variables étudiées, une analyse statistique, dite "étude de corrélation" s'impose. Cette dernière réalisée à l'aide du logiciel « Minitab 15 » nous permet de relever la qualité ou le degré d'interaction entre les différentes variables.

IV-2-3- Résultats

Les résultats de l'étude morphométrique de *Arthrocnemum glaucum* au niveau de toutes les stations d'étude sont consignés dans le tableau 4 de l'annexe.

Pour chaque station d'étude, les moyennes des mesures des dix individus ainsi que les écarts types ont été calculées et reportées dans le tableau 16.

Tab. 16 : Moyennes des mesures des variables et écarts types de chaque station d'étude

Variables / Stations	Hauteur des touffes		Diamètre des touffes		Longueur des tiges		Longueur des rameaux		Longueur des articles	
	Moyen-ne (cm)	Ecart type	Moyen-ne (cm)	Ecart type	Moyen-ne (cm)	Ecart type	Moyen-ne (cm)	Ecart type	Moyen-ne (cm)	Ecart type
« Rachgoun 1 »	30	5	158	68,98	13,25	2,11	26	3,77	1,13	0,21
« Rachgoun 2 »	34,1	9,77	168,7	81,66	13,3	3,69	26	5,27	1,05	0,3
« Moscarda »	72,9	64,38	215,8	67,73	14,2	4,35	33,3	16,11	1,44	0,25
« El-Amria 1 »	39	11,78	198	61,07	16,5	2,69	7,85	2,07	0,77	0,27
« El-Amria 2 »	23,8	10,06	128,6	36,05	10,55	3,12	4,8	1,1	0,51	0,09
« Sebkha 2 »	38,3	9,25	102,5	39,79	6,3	1,33	32,03	9,17	0,53	0,11
« Oglat en Naadja »	19,6	3,22	115,4	45,63	2,17	0,46	12,4	4,8	0,36	0,09

Afin de pouvoir interpréter plus facilement ces résultats un histogramme a été fait (Fig. 19).

Les variables mesurées apparaissent en abscisse et les moyennes des mesures prises, exprimées en cm, apparaissent en ordonnée.

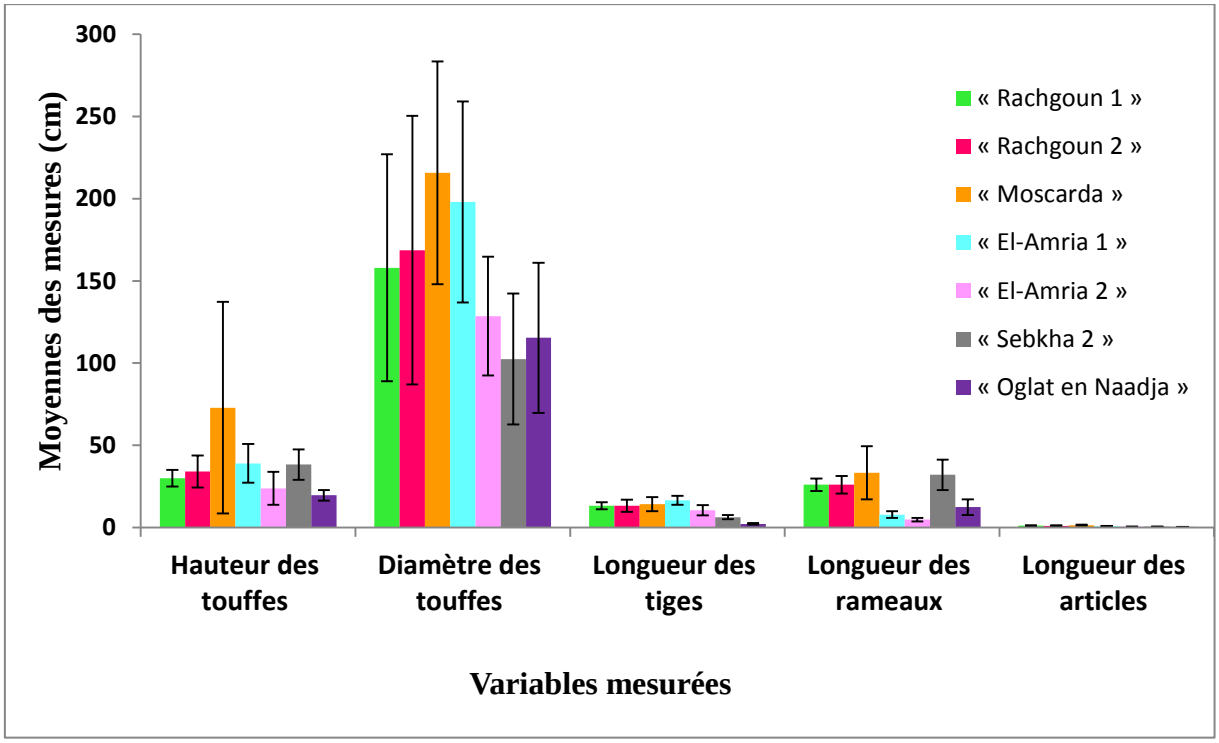


Fig. 19 : Comparaison morphométrique des individus de *Arthrocnemum glaucum* des stations étudiées

Après avoir réalisé une multitude d'analyses de régression simple avec les variables prises deux à deux, nous avons retenu uniquement les plus significatives ayant un R ≥ 50 % (Tab.17).

IV-2-4- Interprétations

IV-2-4-1 Histogrammes

Afin de mettre en évidence l'effet stationnel, une étude comparative des variables mesurées au niveau des stations d'étude a été menée à l'aide d'un histogramme.

La valeur la plus élevée de la hauteur moyenne des touffes, caractérise les individus de « Moscarda » avec 72,9 cm, alors que les touffes de Oglat en Naadja présentent une hauteur moyenne de 19,6 cm. Les touffes de la « Sebkha » en général ont une hauteur moyenne de 38 cm suivies de près par celles de « Rachgoun 1 » (34 cm) et « Rachgoun 2 » (30 cm).

Les plus grands diamètres moyens se rencontrent chez les individus de « Moscarda » toujours (215,8 cm) et les plus petits bien que non négligeables chez ceux de « Sebkha 2 » (102,5 cm) et enfin « Oglat en Naadja » avec 115,4 cm. La station « Rachgoun 2 » est dotée également de touffes larges suivie par « Rachgoun 1 » dont les individus s'organisent en nappes discontinues (Photo n° 70).

Tab. 17 : Corrélations les plus significatives au sein de chaque station d'étude

Stations	Correlations	Y	R^2 (%)
« Rachgoun 1 »	Hauteur des touffes / Longueur des rameaux	Y= 0,9507x + 5,282	R = 51,3
« Rachgoun 2 »	Hauteur des touffes / Longueur des articles	Y= 22,71x + 10,26	R = 48,9
« Moscarda »	Longueur des rameaux / Hauteur des touffes	Y= 0,232x + 16,33	R = 86,4
« Moscarda »	Diamètre des touffes / Hauteur des touffes	Y= 0,769x + 159,7	R = 53,4
« El-Amria 1 »	Longueur des rameaux / Longueur des articles	Y = 0,0984x - 0,0041	R = 58,78
« El-Amria 1 »	Hauteur des touffes / Longueur des articles	Y = 0,0194x + 0,0133	R = 73,4
« El-Amria 2 »	Hauteur des touffes / Longueur des tiges	Y = 0,2438x + 4,7482	R = 61,83
« El-Amria 2 »	Hauteur des touffes / Longueur des articles	Y = 0,0074x + 0,3331	R = 62,81
« Sebkha 2 »	Diamètre des touffes / Longueur des rameaux	Y= 2,907x + 9,40	R = 44,9
« Oglat en Naadja »	Longueur des rameaux / Hauteur des touffes	Y= 1,350x - 14,06	R = 81,8
« Oglat en Naadja »	Longueur des articles / Diamètre des touffes	Y= 0,001x + 0,195	R = 50,6

Il n'y a pas de différence significative entre les individus des stations étudiées, au niveau de la longueur moyenne des tiges de *Arthrocnemum glaucum*, sauf pour la station de Oglat en Naadja où les mesures sont beaucoup plus faibles (2,17 cm).

La longueur moyenne des rameaux et la longueur moyenne des articles sont les plus importantes pour les échantillons de « Moscarda ».

Pour les stations restantes la variable longueur des articles varie de 0,36 cm pour « Oglat en Naadja » à 1,44 cm pour « Rachgoun 1 ».

D'une manière général, il est difficile d'expliquer tous ces résultats car il n'y a pas eu de récurrence de l'échantillonnage. L'idéal aurait été de répéter mensuellement les mesures. Néanmoins le bon développement de la partie aérienne est souvent dût à

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

une bonne texture du sol qui favorise l'enfoncement des racines en profondeur. La réponse de *Arthrocnemum glaucum aux* facteurs du milieu est différente dans les sept stations d'études.

Par contre ce qui est certain, les touffes des stations du Nord (Photos n° 70, 71, 72, 74) ont un meilleur aspect par une couleur verdâtre plus soutenue que celles de la station du Sud « Oglat en Naadja » qui sont parfois même desséchées (Photo n° 75). Cependant le développement des touffes est relativement uniforme dans toutes les stations. On peut en effet observer à « Oglat en Naadja » de belles touffes de *Arthrocnemum glaucum* (Photo n° 76). Une particularité a néanmoins été observée à « Rachgoun 1 », la faible croissance en hauteur des touffes est largement compensée par une importante croissance en épaisseur entrainant la formation de nappe à *Arthrocnemum glaucum*.

IV-2-4-2 Corrélation et régression

Les corrélations établies entre les différentes variables nous montrent théoriquement l'existence de trois catégories : des corrélations hautement significatives, des corrélations significatives et des corrélations non significatives.

La seule corrélation significative à « Rachgoun 1 » est celle existant entre les paramètres : Hauteur des touffes / longueur des rameaux avec un R = 51,3 %. Une corrélation positive suggère que lorsque les valeurs observées pour une variable augmentent, les valeurs observées pour l'autre augmentent proportionnellement. Aussi, la croissance en longueur des rameaux est proportionnelle à celle de la hauteur des touffes.

Pour la station « Sebkha 2 », pour ces mêmes paramètres le R = 42,9 %.

A « Rachgoun 2 » on a une corrélation presque significative (R = 48,9 %) entre la hauteur des touffes et la longueur des articles.

A « El-Amria 1 » on a observé une bonne corrélation uniquement entre la hauteur des touffes et la longueur des articles.

Les résultats obtenus dans la station « El-Amria 2 » laissent apparaitre une bonne corrélation entre les variables Hauteur des touffes / Longueur des tiges avec R = 61 % et entre les variables Hauteur des touffes – Longueur des articles avec R = 62 %.

A « Moscarda » Longueur des rameaux / Hauteur des touffes est une corrélation hautement significative avec un R = 86,4 %.

Oglat en Naadja est caractérisée une corrélation hautement significative aussi : Longueur des rameaux / Hauteur des touffes (R = 81,8 %) et une corrélation significative : Longueur des articles / Diamètre des touffes (R = 50,6 %).

Les corrélations entre les paramètres restants sont franchement non significatives avec $0 \leq R \leq 30,9$ pour « Rachgoun 1 », $0 \leq R \leq 19,4$ « pour Rachgoun 2 », $1 \leq R \leq 47$

pour « Moscarda », 0,6 ≤ R ≤ 27 pour « El-Amria 1 », 0,5 ≤ R ≤ 22 pour « El-Amria 2 », 1,3 ≤ R ≤ 15,1 pour la station « Sebkha 2 » et 00 ≤ R ≤ 28 pour « Oglat en Naadja ».

En effet, une corrélation nulle suggère qu'il n'y a pas de relation linéaire entre les deux variables.

IV-2-5- Conclusion

L'approche biométrique de *Arthrocnemum glaucum* a pu mettre en évidence des formes d'adaptations morphologiques différentes d'une station à l'autre, vis-à-vis des conditions défavorables du milieu afin d'assurer la pérennité de l'espèce. Ces différences peuvent être attribuées aux teneurs en sels variables des sols occupés par *Arthrocnemum glaucum*. Cette salinité peut agir parfois négativement par un retard ou un empêchement de l'absorption de l'eau par la plante tout comme ces sels peuvent être toxiques pour la plantule.

De plus, ces différences au sein d'une même espèce peuvent se justifier non seulement par la différence de biotopes mais aussi par l'action anthropozoogène exercée qui empêche le développement normal et uniforme des individus de toutes les stations d'étude.

Dans cette étude les corrélations sont le plus souvent non significatives, parfois significatives et très rarement hautement significatives.

Photo n° 70 : Nappe à *Arthrocnemum glaucum* de faible hauteur « Rachgoun 1 ».

Photo n° 71 : Touffe de *Arthrocnemum glaucum* présentant une hauteur importante station « Rachgoun 2 ».

Photo n° 72 : Touffe de *Arthrocnemum glaucum* station « El-Amria 1 »

Photo n° 73: *Arthrocnemum glaucum* station "El – Amria 2"

Photo n° 74 : Touffe de *Arthrocnemum glaucum* station « Sebkha 2 »

Photo n° 75 : Touffe moribonde de *Arthrocnemum glaucum station*
« Oglat en Naadja »

Photo n° 76 : Bonne touffe de *Arthrocnemum glaucum* station
« Oglat en Naadja »

Papeles Gratuit.com

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de mettre en évidence dans une première partie le phénomène de rhizogenèse chez *Arthrocnemum glaucum* et dans une deuxième partie les différences morphologiques inter stationnelles observées et mesurées à l'aide de plusieurs variables. Aussi ces différences sont ténues et parfois masquées par la grande plasticité phénotypique constatée chez *Arthrocnemum glaucum*. Selon **Sheperd et *al*. (2004**) les plantes ont un grand niveau de plasticité phénotypique dans différentes conditions spatiales ou saisonnières.

Sur la base des arguments morphologiques développés, on pourrait se demander s'il n'existe pas un polymorphisme de *Arthrocnemum glaucum* ou bien l'apparition de sous-espèces. *Arthrocnemum glaucum* constitue – elle peut-être un complexe polyploïde ? Aussi pour répondre à ces questions une étude caryologique et biogéographique s'imposent dans le futur.

Chapitre V

Analyse floristique

Introduction

V-1- Méthodologie

V-2- Analyse floristique

V-2-1- Types biologiques

V-2-2- Types morphologiques

V-2-3- Types biogéographiques

V-2-4- Etude systématique : répartition par familles

V-3- Discrimination par l'A.F.C.

V-3-1- Introduction

V-3-2- Méthodologie

V-3-3- Résultats et interprétations

- Analyse stationnelle

  Station « Rachgoun 1 »

  Station « Rachgoun 2 »

  Station « Moscarda »

  Station « El-Amria 1 »

  Station « El-Amria 2 »

  Station « Sebkha 2 »

  Station « Oglat en Naadja »

V-3-4- Conclusion

Conclusion

Introduction

Dans la pratique, on utilise très souvent et indifféremment les termes "flore" et "végétation". Il ne nous semble pas superflue de rappeler que selon **Thurman (1839)**, la flore relève de critères taxinomiques et se ramène à l'énumération et à la description des espèces qui croissent dans une région donnée. Elle est traduite globalement par la composition floristique ou le cortège floristique. La végétation se rapporte à un concept plus large, c'est un ensemble architectural qui résulte de l'agencement dans l'espace des types de végétaux présents sur une portion quelconque de territoire géographique.

La flore du bassin méditerranéen est unanimement considérée comme étant d'une exceptionnelle diversité et mérite à ce titre une considération particulière pour sa conservation. A ce sujet, **Quézel (1995)** précise qu'il est urgent, si l'on veut sauvegarder au moins les vestiges encore en place, de définir une politique concertée d'aménagement et de protection pour l'ensemble des pays du pourtour méditerranéen.

La région méditerranéenne actuelle peut être définie par des critères floristiques évidents puisque environ 50% des quelques 25000 espèces **(Quézel, 1985)**, voire 28000 espèces et sous-espèces **(Greuter, 1994)**, présentes dans la zone climatiquement méditerranéenne **(Emberger, 1930 a et b)** et à plus forte raison dans la zone isoclimatique méditerranéenne **(Daget, 1977)** sont endémiques **(Quézel, 2000)**.

Le bassin méditerranéen est le troisième hotspot le plus riche du monde en diversité végétale. **Mittermeier et *al.* (2004) *in* Derneği (2010)** affirme qu'on y trouve environ 30000 espèces, dont plus de 13000 endémiques ou n'existant nulle part ailleurs.

Une partie de cette biodiversité et de cet endémisme correspond à des plantes de milieux spécialisés (**Verlaque et *al.* , 1997**) à fortes contraintes telle que la salinité.

La végétation des sols salés oranais a été étudiée par **Simonneau (1952)**, **Dubuis et Simonneau (1957, 1960)**, **Quézel et Simonneau (1960)**, sa répartition est liée à la salinité du sol. Les plantes dominantes sont toujours des salsolacées annuelles ou vivaces qui forment soit des peuplements purs, soit des associations comparables à celles décrites pour le sud de la France (**Braun Blanquet, 1952**).

Chaque groupement reflète des conditions écologiques précises. Ainsi, **Bendaanoun (1981)** dans son étude de la végétation halophile et hygrohalophile de l'estuaire de Bou-Regreg (Maroc) précise des critères primordiaux qui régissent l'individualisation des différents peuplements spécialisés notamment :

- Concentration du chlorure de sodium ;
- Variations du niveau de la nappe salée au cours de l'année ;
- Composition physique du sol (texture) ;

- Bilan hydrique dans le sol au cours de l'année ;
- Drainage du sol et la microtopographie ;
- Saturation du complexe absorbant en sodium ;
- pH du sol et de la nappe phréatique ;
- Taux de calcaire dans le sol ;
- Action anthropozoogène.

Parallèlement aux espèces végétales qui développent face aux rigueurs climatiques, des adaptations classiques destinées à pallier l'insuffisance du bilan hydrique, d'autres telles que les halophytes appartenant pour la plupart à la famille des Amaranthacées ou Chénopodiacées ont des adaptations spécifiques liées à la présence de conditions stationnelles particulières. Ainsi, l'excès de sels solubles (Chlorure de sodium et magnésium, sulfate de sodium et magnésium, etc.), dans les solutions du sol, est toxique pour les plantes, il entraîne des troubles nutritionnels et nécessite des adaptations ; certaines espèces augmentent dans leur tissus le taux de Na^{+}, Cl^{-} et Mg^{++} aux dépens de Ca^{++} et K^{+} : A*triplex halimus, Suaeda mollis,* etc. ; d'autres espèces halophiles comme les Graminés (*Aeluropus littoralis*) paraissent s'adapter en limitant au contraire les accumulations de sels minéraux (**Pouget, 1980**).

Selon **Bendaanoun (1981)**, la diversité des différents types de peuplements phanérogamiques halophiles, halohygrophiles et hygrophiles de l'estuaire de Bou-Regreg (littoral atlantique marocain) est spécialement liée aux conditions écologiques des biotopes qu'ils colonisent. En effet, les conditions stationnelles jouent un rôle fondamental dans la répartition des différentes espèces et la mise en place des groupements végétaux. De ce fait le "puzzle végétal" de l'estuaire se présente comme le miroir de toute les combinaisons des facteurs écologiques essentiellement la salinité de la nappe phréatique, le degré d'humidité ainsi que la submersion par eaux de marée, la nature du substrat, etc. Cependant, les différentes interventions de l'homme ont contribué à modifier massivement la répartition de ces espèces.

Quant à la végétation littorale de la Tunisie septentrionale, celle-ci est riche de sa diversité floristique et syntaxonomique ; sans qu'elle offre un endémisme particulièrement développé, l'écodiversité de la flore est liée à la variation de nombreux facteurs écologiques d'une part, et à leur combinaison d'autre part. On retiendra ainsi les critères fondamentaux suivants : gradient pluviométrique décroissant d'Ouest en Est, hétérogénéité du substrat, taux de salure des sols et présence de nappe phréatique (**Chaabane, 1993**).

Néanmoins, cet agencement est particulièrement perturbé par les actions d'origine anthropozoogène. On constate aujourd'hui qu'aux taxons hygrophiles ou

xérophiles, halophiles ou glycophiles, psammophiles ou indifférents à la dominance du sable dans le sol, se substituent en de nombreux points une flore dominée par des espèces nitrophiles ou subnitrophiles. Tant que la pression de celles-ci reste légère, elles représentent un facteur d'enrichissement et donc d'augmentation de la biodiversité. Mais la dynamique actuelle laisse craindre à terme une banalisation des biotopes et de leur flore, les espèces liées aux perturbations tendant à éliminer les autres (**Chaabane, 1993**).

Notre contribution concerne, dans un premier temps, en l'étude de la diversité biologique et phytogéographique de la végétation des sept stations considérées afin de mettre en évidence, dans un deuxième temps, la diversité et l'hétérogénéité des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* du Nord et du Sud de l'Algérie occidentale. Aussi, la flore très variée de notre région, comprend un grand nombre d'espèces qui selon le cas peuvent se comporter indifféremment au substrat ainsi que des espèces strictement liées au substrat édaphique gypseux ou salé. Cette végétation halophile à base surtout d'*Arthrocnemum glaucum* est bien présente, dans les endroits très salés (Sebkha, Chott) et au niveau du littoral occidentale (« Rachgoun 1 et 2, Moscarda »)

V-1- Méthodologie

Dans toute étude de la végétation, le problème de l'échantillonnage se pose de manière fondamentale. Sur la base de modèles théoriques, de nombreux auteurs ont proposé des techniques nouvelles permettant d'aborder objectivement l'étude quantitative de la végétation. L'échantillonnage des communautés végétales doit donc comprendre deux phases : la première est constituée par l'analyse des échantillons eux-mêmes, pour vérifier s'ils satisfont aux critères d'homogénéité et de représentativité suffisante, la deuxième correspond à la comparaison des échantillons pour en tirer des conclusions valables sur la communauté toute entière, ou pour comparer les communautés (**Gounot, 1969**).

Dans notre cas, sept stations jugées représentatives, dont trois situées aux environs de la ville de Tlemcen, trois en Oranie et une plus au Sud au niveau du Chott El-Gharbi, ont été échantillonnées (fig. 5). L'étude de la végétation a été réalisée par une démarche typiquement phytoécologique (**Braun Blanquet, 1951**) basée sur des relevés floristiques. Pour avoir un bon aperçu de la diversité et de l'hétérogénéité des formations végétales à *Arthrocnemum glaucum* présentes, nous avons réalisé un nombre important de relevés, à la mi-saison printanière car cette période coïncide avec l'optimum du tapis végétal sur le plan quantitatif et qualitatif. Chaque relevé a été effectué sur une superficie de végétation floristiquement homogène, "n'offrant pas d'écart de composition floristique appréciable entre ses différentes parties" (**Guinochet, 1973**). Plus précisément, cette notion importante pour la qualité de l'information a été

associée à celle de l'aire minimale décrite par **Gounot (1969)**. Dans notre cas nous avons délibérément pris une surface de 100m^2 que nous avons doublé tant qu'il y avait des espèces nouvelles. L'aire minima des stations étudiées est en général assez réduite afin d'éviter les interpénétrations des différents cortèges floristiques dans ces milieux halomorphes (Chotts, Sebkhas, Littoral). Selon **Aimé (1991)**, des relevés de surfaces trop importants constituent dans ces milieux encore plus que dans d'autres une erreur méthodologique qui rend impossible la moindre interprétation.

L'aire minima joue un rôle de premier ordre car elle permet la comparaison floristique de relevés spatialement dispersés ; elle varie en fonction de chaque groupe végétal (**Benabadji et Bouazza, 2002**). En plus des espèces végétales, sont également notées lors des relevés, le taux de recouvrement et les principaux caractères écologiques de la station, il s'agit du lieu, de l'altitude, de la pente et du substrat géomorphologique. Chaque espèce du relevé est affectée du numéro 1 pour la présence et 0 pour l'absence.

La détermination des taxons a été faite à partir de la Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (**Quézel et Santa, 1962, 1963)**, la Flore de **Gaston Bonnier (1990)** et la Flore du Sahara septentrional **d'Ozenda (1977)**.

V-2- Analyse floristique

Les tableaux 5 à 10 de l'annexe regroupent les cortèges floristiques des différentes stations ; les données floristiques se résument à une liste exhaustive de toutes les espèces présentes au niveau de chaque station d'étude (Tab. 18 à 24). Dans ces tableaux sont consignés : le nom de l'espèce selon **Quézel et Santa (1962-1963)**, le nom selon **Dobignard (2007)**, la famille, le type biologique, le type morphologique ainsi que le type biogéographique.

Dahmani (1997), souligne que l'analyse de la richesse floristique des différents groupements et de leurs caractères biologiques et chorologiques, permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et leur patrimoine.

V-2-1- Types biologiques

Le terme type biologique a été conçu par le botaniste danois Raunkiaer pour classer les végétaux en fonction de la morphologie et notamment de la position et de la nature des bourgeons dormants qui subsistent pendant la ou les saisons les moins défavorables à leur croissance. Les types biologiques sont également l'expression écologique du milieu. Aussi, selon **Raunkiaer (1904, 1905, 1907)** ils sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu. On distingue ainsi 5 types biologiques : les géophytes, thérophytes, les hémicryptophytes, les chamaephytes et les phanérophytes. La

coexistence de nombreux types biologiques dans une même station, accentue sans doute une richesse floristique stationnelle favorisée par l'importance que les espèces annuelles peuvent prendre en zone aride certaines années favorables (**Floret et *al.* , 1982**). Les types biologiques et morphologiques des espèces inventoriées au niveau de chaque station sont représentés dans les tableaux 18 à 24. Le type biologique le plus dominant dans les stations du Nord correspond aux thérophytes et dans la station du Sud aux chamaephytes (Fig. 20). Selon **Gorenflot et De Foucault (2005)**, les thérophytes ne connaissent pas la sécheresse car elles effectuent la totalité de leur cycle de développement pendant de courtes périodes d'humidité et restent à l'état de graines durant les mois de sécheresse. Cependant, toujours selon les mêmes auteurs, dans les régions arides où la période critique pour la végétation n'est pas l'hiver mais la saison sèche, les espèces annuelles peuvent ainsi subsister. La dominance des thérophytes s'explique par le fait que la thérophytie est une forme de résistance à la sécheresse ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides (**Sauvage, 1961** ; **Gaussen, 1963** ; **Nègre, 1966** ; **Daget, 1980** ; **Barbero et *al.* , 1990**). Aussi, **Kadi-Hanifi (2003**) le confirme : « le pourcentage des phanérophytes, des hémicryptophytes et des géophytes diminue avec l'aridité et l'ouverture du milieu, tandis que celui des thérophytes et des chamaephytes augmente. Cette chamaephytisation trouverait donc son origine dans le phénomène d'aridisation (**Raunkiaer, 1934** ; **Orshan et *al.* , 1984** ; **Floret et *al.* , 1990**). En effet, la station de Oglat en Naadja appartient à l'étage bioclimatique aride inférieur. Cela rejoint la conclusion de **Daget (1980)** : "le taux de thérophytes est lié, quelle que soit l'échelle de l'analyse, le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et à l'humidité globale du milieu". Au Nord, les trois autres types biologiques sont répartis d'une manière irrégulière d'une station à une autre, parfois les hémicryptophytes dominent parfois ceux sont les géophytes ou les chamaephytes.

En somme, la répartition des types biologiques suit les schémas suivants :

- Station de "Rachgoun 1" : Th>He>Gé>Ch>Ph,
- Station de "Rachgoun 2" : Th>He>Gé>Ch>Ph,
- Station de "Moscarda" : Th>Ch>He>Gé>Ph,
- Station de "Amria 1" : Th>He>Ch>Gé>Ph,
- Station de "Amria 2" : Th>Ch>Gé≥He≥Ph,
- Station de "Sebkha 2" : Th>He>Ch>Gé>Ph,
- Station de "Oglat en Naadja" : Ch>He>Gé>Th>Ph.

Tab. 18: Caractérisation floristique Station "Rachgoun 1"

Espèces selon Quezel et Santa (1962-63)	Espèces selon Dobignard (2008)	Famille	Type Biologique	Type Morphologique	Type biogéographique
Acacia raddiana	*Acacia raddiana* Savi	Mimosées	Ph	LV	Afr.Trop
Agropyron repens	*Elytrigia repens* (L.) Nevski	Poacées	Ge	HV	Circumbor.
Alopecurus utriculatus	*Alopecurus rendlei* Eig	Poacées	Th	HA	Atl. - Méd.
Anthemis maritima	*Anthemis maritima* L.	Astéracées	Ge	HV	W.Méd.
Arthrocnemum glaucum	*Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) K. Koch	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Atriplex halimus	*Atriplex halimus* L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop.
Centaurea pullata	*Centaurea pullata* L.	Astéracées	Th	HA	Med.
Chenopodium album	*Chenopodium album* L.	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Chenopodium chenopodioïdes	*Chenopodium chenopodioides* (L.) Aellen	Chénopodiacées	Th	HA	Eur.
Chrysanthemum coronarium	*Glebionis coronaria* (L.) Tzvelev .	Astéracées	Th	HA	Méd.
Chrysanthemum grandiflorum	*Plagius grandis* (L.) Alavi & Heywood	Astéracées	He	HV	End.
Chrysanthemum multicaule	*Coleostephus multicaulis* (Desf.) Durieu	Astéracées	Th	HA	End.
Cichorium intybus	*Cichorium intybus rugosa Desr.*	Astéracées	He	HV	Méd.
Cupressus sempervirens	*Cupressus sempervirens* L.	Cupressacées	Ph	LV	Med.Atl.
Daphne laureola	*Daphne laureola* L.	Thyméléacées	Ch	LV	Eur.
Daucus carota subsp *gumifer*	*Daucus carota* subsp *gumifer* Lamk.	Apiacées	Th	HA	Méd.
Daucus durieua	*Daucus durieua* Lange	Apiacées	He	HV	Ibéro-Maur.
Dianthus velutinus	*Petrorhagia dubia* (Raf.) G.L	Caryophyllacées	Th	HA	Oro-Méd.
Echium vulgare	*Echium vulgare* L.	Boraginacées	He	HV	Méd.
Erodium moschatum	*Erodium moschatum* (L.) L'Hér.	Géraniacées	Th	HA	Méd.
Eucalyptus globulis	*Eucalyptus globulis* Labill	Myrtacées	Ph	LV	Naturalisé
Fagonia cretica	*Fagonia cretica* L.	Zygophyllacées	He	HV	Méd.
Helosciadium nodiflorum	*Apium nodiflorum* (L) Lag.	Apiacées	Th	HA	Atl. Méd.
Herniaria hirsuta	*Herniaria hirsuta* L.	Caryophyllacées	Th	HA	Paleo-Temp.
Hordeum murinum	*Hordeum murinum* L.	Poacées	Th	HA	Circumbor.
Juncus maritimus	*Juncus maritimus Lamk.*	Juncacées	Ge	HV	Subcosm.
Lycium europaeum	*Lycium europaeum* L.	Solanacées	Ch	LV	Méd.
Malva sylvestris	*Malva sylvestris* L.	Malvacées	He	HV	Euras.
Ononis natrix	*Ononis natrix* L.	Fabacées	Th	HA	Méd.
Phragmites communis	*Phragmites australis* (Cav.) Steudel	Poacées	Ge	HV	Cosm.

Plantago coronopus	*Plantago coronopus* L.	Plantaginacées	He	HV	Euras.
Plantago lagopus	*Plantago lagopus* L.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
Plantago ovata	*Plantago ovata* Forssk.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
Polygonum balansae	*Polygonum balansae* L.	Polygonacées	Ge	HV	End.N.A.
Polygonum maritimum	*Polygonum maritimum* L.	Polygonacées	Ge	HV	Cosm.
Rapistrum rugosum	*Rapistrum rugosum*(L.) All.	Brassicacées	Th	HA	Méd.
Rubia peregrina	*Rubia peregrina*.L.	Rubiacées	Ge	HV	Méd. Atl.
Rumex bucephalophorus	*Rumex bucephalophorus* L.	Polygonacées	Ge	HV	Méd.
Salsola sieberi	*Salsola longifolia* Forsskâl	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Sind.
Scolymus hispanicus	*Scolymus hispanicus* L.	Astéracées	He	HV	Méd.
Senecio vulgaris	*Senecio vulgaris* L.	Astéracées	Th	HA	Subcosm.
Smyrnium olusatrum	*Smyrnium olusatrum* L.	Apiacées	Th	HA	Méd.
Sonchus asper	*Sonchus asper*(L.) Hill	Astéracées	Th	HA	Cosm.
Sylibum marianum	*Silybum marianum* (L.) Gaertn.	Astéracées	Th	HA	cosm.
Tamarix gallica	*Tamarix gallica* L.	Tamaricacées	Ph	LV	N.Trop.
Taraxacum officinalis	*Taraxacum officinale* Wiggers (aggr.)	Astéracées	He	HV	Naturalisé
Tribulus terrester	*Tribulus terrestris* L.	Zygophyllacées	Th	HA	Ancien monde
Urtica dioïca	*Urtica dioïca* L.	Urticacées	Ge	HV	Cosm.
Xanthium italicum	*Xanthium italicum* L.	Astéracées	Th	HA	Naturalisé

Tab. 19: Caractérisation floristique Station "Rachgoun 2"

Espèces selon Quezel et Santa (1962-63)	Espèces selon Dobignard (2008)	Familles	Type Biologique	Type morphologique	Type biogéographique
Alopecurus utriculatus	*Alopecurus rendlei* Eig	Poacées	Th	HA	Atl. - Méd.
Ammophila arenaria	*Ammophila arenaria* (L.) Link.	Poacées	Ge	HV	Circum bor
Arthrocnemum glaucum	*Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) K. Koch	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Asparagus stipularis	*Asparagus stipularis* Forssk.	Liliacées	Ge	HV	Macar.Méd
Atriplex halimus	*Atriplex halimus* L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop.
Avena sterilis	*Avena sterilis* L.	Poacées	Th	HA	Macar.Méd-Irano-Tour.
Bromus rubens	*Bromus rubens* L.	Poacées	Th	HA	Paléo.Subtrop.
Cakile maritima	*Cakile maritima* Scop.	Brassicacées	Th	HA	Eur-méd
Calycotome intermedia	*Calicotome intermedia* (Salzm.) C.Presl.	Fabacées	Ch	LV	W.Méd.
Centaurea pullata	*Centaurea pullata* L.	Astéracées	Th	HA	Méd.
Chenopodium album	*Chenopodium album* L.	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Chenopodium chenopodioïdes	*Chenopodium chenopodioïdes* (L.) Aellen	Chénopodiacées	Th	HA	Eur.
Chrysanthemum coronarium	*Glebionis coronaria* (L.) Tzvelev	Astéracées	Th	HA	Méd.
Chrysanthemum grandiflorum	*Plagius grandis* (L.) Alavi & Heywood	Astéracées	He	HV	End.
Chrysanthemum multicaule	*Coleostephus multicaulis* (Desf.) Durieu	Astéracées	Th	HA	End.
Cichorium intybus	*Cichorium intybus rugosa Desr.*	Astéracées	He	HV	Méd.
Cynodon dactylon	*Cynodon dactylon* (L) Pers.	Poacées	Ge	HV	Thermocosm.
Daphne laureola	*Daphne laureola* L.	Thymelaeacées	Ch	LV	Eur.
Daucus carota subsp *gumifer*	*Daucus carota* subsp *gumifer* Lamk.	Apiacées	Th	HA	Méd.
Dianthus velutinus	*Petrorhagia dubia* (Raf.) López González & Romo	Caryophyllacées	Th	HA	Oro-Méd.
Echium vulgare	*Echium vulgare* L.	Boraginacées	He	HV	Méd.
Ephedra fragilis	*Ephedra fragilis* Desf.	Ephedracées	Ch	LV	Macar-méd
Erodium moschatum	*Erodium moschatum* (L.) L'Hér.	Géraniacées	Th	HA	Méd.
Ficus indica	*Ficus carica* L.	Moracées	Ph	LV	Méd.
Glaucium flavum	*Glaucium flavum* Crantz	Papavéracées	Th	HA	Méd.
Glyceria fluitans	*Glyceria fluitans* (L.) R. Br.	Poacées	Ge	HV	Subcosm.
Halocnemum strobilaceum	*Halocnemum strobilaceum* (Pallas) M. Bieb.	Chénopodiacées	Ch	LV	Méd. -Irano-Tour
Halogeton sativus	Halogeton sativus *(L.) Moq.*	Chénopodiacées	Th	HA	W.Méd.

Hordeum murinum	*Hordeum murinum* L.	Poacées	Th	HA	Circumbor.
Inula crithmoides	*Limbarda crithmoides* (L.) Dumort.	Astéracées	Ge	HV	Haloph. Méd. Atl.
Juncus maritimus	*Juncus maritimus* Lam.	Juncacées	He	HV	Subcosm.
Juniperus phoenicea	*Juniperus phoenicea* L.	Cupressacées	Ph	LV	Circum-méd
Lagurus ovatus	*Lagurus ovatus* L.	Poacées	Th	HA	Macar-méd
Lavatera maritima	*Lavatera maritima* Gouan	Malvacées	Ch	LV	W.Méd.
Lobularia maritima	*Lobularia maritima* (L.) Desv.	Brassicacées	Th	HA	Méd.
Lycium europaeum	*Lycium europaeum* L.	Solanacées	Ch	LV	Méd.
Malva sylvestris	*Malva sylvestris* L.	Malvacées	He	HV	Euras.
Olea europea	*Olea europea* L.	Oléacées	Ph	LV	Méd.
Ononis natrix	*Ononis natrix* L.	Fabacées	Th	HA	Méd.
Phalaris caerulescens	*Phalaris brachystachys* Link.	Poacées	Ge	HV	Macar.-Méd.
Phragmites communis	*Phragmites australis* (Cav.) Steudel	Poacées	Ge	HV	Cosm.
Phillyrea angustifolia subsp *euangustifolia*	*Phillyrea angustifolia* ssp. *angustifolia* L.	Oléacées	Ph	LV	Méd.
Phillyrea angustifolia subsp *latifolia*	*Phillyrea latifolia* L.	Oléacées	Ph	LV	Méd.
Pistacia lentiscus	*Plantago lentiscus* L.	Anacardiacées	Ch	LV	Méd.
Plantago coronopus	*Plantago coronopus* L.	Plantaginacées	He	HV	Euras.
Plantago lagopus	*Plantago lagopus* L.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
Polygonum maritimum	*Polygonum maritimum* L.	Polygonacées	Ge	HV	Cosm.
Raphanus raphanistrum	*Raphanus raphanistrum* L.	Brassicacées	Th	HA	Méd.
Reichardia picroides	*Reichardia picroides* (L.) Roth	Astéracées	He	HV	Méd.
Reichardia tingitana	*Reichardia tingitana* (L.) Roth	Astéracées	He	HV	Ibéro-Maur
Rubia peregrina	*Rubia peregrina* L.	Rubiacées	Ge	HV	Méd. Atl.
Rumex bucephaloforus	*Rumex bucephalophorus* L.	Polygonacées	Ge	HV	Méd.
Scolymus hispanicus	*Scolymus hispanicus* L.	Astéracées	He	HV	Méd.
Senecio cineraria	*Jacobaea maritima* (L.) Pelser & Meijden	Astéracées	He	HV	Eur.Mérid. N.A.
Senecio leucanthemifolius	*Senecio leucanthemifolius* Poiret	Astéracées	Th	HA	W.Méd. Canar. Syrie
Sinapis arvensis	*Sinapis arvensis* L.	Brassicacées	Th	HA	Paléo-temp.
Suaeda maritima	*Suaeda salsa* (L.) Pallas	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Tamarix gallica	*Tamarix gallica* L.	Tamaricacées	Ph	LV	N.Trop.
Taraxacum officinalis	*Taraxacum officinale* Wiggers (aggr.)	Astéracées	He	HV	Naturalisé

Tolpis barbata	*Tolpis umbellata* Bertol.	Astéracées	Th	HA	Méd.
Xanthium italicum	*Xanthium italicum* L.	Astéracées	Th	HA	Naturalisé

Tab. 20: Caractérisation floristique Station "Moscarda"

Espèces selon Quezel et Santa (1962-63)	Espèces selon Dobignard (2008)	Famille	Type Biologique	Type Morphologique	Type biogéographique
Allium nigrum	*Allium nigrum* L.	Liliacées	Ge	HV	Méd.
Ammophila arenaria	*Ammophila arenaria* (L.) Link.	Poacées	Ge	HV	Circum bor
Artemisia herba alba	*Artemisia herba alba* Asso.	Astéracées	Ch	LV	Espèce des canaries à l'EgypteAsie occ.
Arthrocnemum glaucum	*Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) K. Koch	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Asparagus stipularis	*Asparagus stipularis* Forsk.	Liliacées	Ge	HV	Macar.Méd
Asperula hirsuta	*Asperula hirsuta* Desf.	Rubiacées	He	HV	W.Méd.
Asteriscus maritimus	*Pallenis maritima* (L.) Greuter	Astéracées	Ch	HV	Canaries, Eur-Merid. A.N.
Atriplex halimus	*Atriplex halimus* L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop
Avena sterilis	*Avena sterilis* L.	Poacées	Th	HA	Macar.Méd-Irano-Tour.
Bellis annua	*Bellis annua* L.	Astéracées	Th	HA	Circumméd.
Bromus rubens	*Bromus rubens* L.	Poacées	Th	HA	Paléo.Subtrop.
Cakile maritima	*Cakile maritima* Scop.	Brassicacées	Th	HA	Eur-méd
Calystegia soldanella	*Calystegia soldanella* (L.) Roemer & Schultes	Convolvulacées	Th	HA	Cosmop.
Centaurea pullata	*Centaurea pullata* L.	Astéracées	Th	HA	Méd.
Chamaerops humilis	*Chamaerops humilis* L.	Palmacées	Ph	LV	W.Méd.
Chenopodium album	*Chenopodium album* L.	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Chrysanthemum grandiflorum	*Plagius grandis* (L.) Alavi & Heywood	Astéracées	He	HV	End.
Dactylis glomerata	*Dactylis glomerata* L.	Poacées	Ge	HV	Paléo-temp
Daucus carota subsp.*gummifer*	*Daucus carota* subsp. *gummifer* (Syme) Hooker fil.	Apiacées	Th	HA	W.Méd.
Echinops spinosus	*Echinops spinosissimus* Turra	Astéracées	He	HV	S.Méd.Sah.
Fagonia cretica	*Fagonia cretica* L.	Zygophyllacées	Ch	HV	Méd.
Fumaria capreolata subsp.capreolata	*Fumaria capreolata* subsp. *capreolata*	Fumariacées	Th	HA	Méd.
Hordeum murinum	*Hordeum murinum* L.	Poacées	Th	HA	Circumbor.
Inula viscosa	*Dittrichia viscosa* (L.) Greuter	Astéracées	He	HV	Circumméd.

Lavandula dentata	*Lavandula dentata* L.	Lamiacées	Ch	HV	W.Méd.
Lobularia maritima	*Lobularia maritima* (L.) Desv.	Brassicacées	Th	HA	Méd.
Linaria arvensis	*Linaria arvensis* (L.) Desf.	Scrofulariacées	Th	HA	Eur.Méd.
Lolium rigidum	*Lolium rigidum* Gaud.	Poacées	Th	HA	Paléo-subtrop.
Lygeum spartum	*Lygeum spartum* L.	Poacées	Ge	HV	W.Méd.
Matthiola sinuata	*Matthiola sinuata* (L.) R. Br.	Brassicacées	Th	HA	Méd.- Atl.
Medicago marina	*Medicago marina* L.	Fabacées	Ch	HV	Méd.
Ononis variegata	*Ononis variegata* L.	Fabacées	Th	HA	Méd.
Pallenis spinosa	*Pallenis spinosa* (L.) Cass	Astéracées	He	HV	Euro-Méd.
Pinus maritima	*Pinus maritima* Lamk.	Pinacées	PH	LV	W.Méd.
Reichardia tingitana	*Reichardia tingitana* (L.) Roth	Astéracées	He	HV	Ibero-Maur
Sedum acre	*Sedum acre* L.	Crassulacées	Ge	HV	Euras.
Spartium junceum	*Spartium junceum* L.	Fabacées	Ch	LV	Méd.
Suaeda maritima	*Suaeda salsa* (L.) Pallas	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Tamarix gallica	*Tamarix gallica* L.	Tamaricacées	Ph	LV	N.Trop.
Taraxacum officinalis	*Taraxacum officinalis* Wiggers (aggr.)	Astéracées	He	HV	Naturalisé
Teucrium polium	*Teucrium polium* L.	Lamiacées	Ch	HV	Euro-Méd.
Urginea maritima	*Charybdis maritima* (L.) Speta	Liliacées	Ge	HV	Can-Méd.
Withania frutescens	*Withania frutescens* (L.) Pauquy	Solanacées	Ch	LV	Ibero-Maur

Tab. 21: Caractérisation floristique Station "El-Amria 1"

Espèces selon Quezel et Santa (1962-1963)	Espèces selon Dobignard (2008)	Famille	Type Biologique	Type Morphologique	Type biogéographique
Aegilops triuncialis	*Aegilops cf. triuncialis* L.	Poacées	Th	HA	Méd.Irano.Tour.
Allium roseum	*Allium roseum* L.	Liliacées	Ge	HV	Méd.
Anagalis arvensis	*Anagalis cf. arvensis* L.	Primulacées	Th	HA	Sub.Cosmop.
Anthyllis tetraphylla	*Anthyllis tetraphylla* L.	Fabacées	Th	HA	Méd.
Arisarum vulgare	*Arisarum vulgare* Targ. Tozz.	Aracées	Ge	HV	Circum-Méd.
Arthrocnemum glaucum	*Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) K. Koch	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Asparagus albus	*Asparagus albus* L.	Liliacées	He	LV	W.Méd.
Asparagus stipularis	*Asparagus stipularis* Forssk.	Liliacées	He	LV	Macar.-Méd.
Asphodelus microcarpus	*Asphodelus microcarpus Salzm et Viv.*	Liliacées	Ge	HV	Canar-Méd

Asteriscus maritimus	*Pallenis maritima* (L.) Greuter	Astéracées	He	HV	Canaries, Eur. Mérid.A.N.
Brachypodium distachyum	*Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
Bromus rubens	*Bromus rubens* L.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
Calendula arvensis	*Calendula arvensis* L.	Astéracées	Th	HA	Sub.Méd.
Carlina lanata	*Carlina lanata*	Astéracées	Th	HA	Circummédit.
Chamaerops humilis subsp. *argentea*	*Chamaerops humilis* L.	Palmacées	Ph	LV	W.Méd.
Chrysanthemum coronarium	*Glebionis coronaria* (L.) Tzvelev	Astéracées	He	HV	End.
Chrysanthemum grandiflorum	*Plagius grandis* (L.) Alavi & Heywood	Astéracées	He	HV	End.
Erodium moschatum	*Erodium moschatum* (L.) L'Hér.	Géraniacées	Th	HA	Méd.
Gladiolus segetum	*Gladiolus italicus* Miller	Iridacées	Ge	HV	Méd.
Halocnemum strobilaceum	*Halocnemum strobilaceum* (Pallas) M. Bieb.	Chénopodiacées	CH	LV	Méd. -Irano-Tour
Hordeum murinum subsp. *leporinum*	*Hordeum leporinum*	Poacées	Th	HA	Circumbor.
Lavatera maritima	*Lavatera maritima* Gouan	Malvacées	Ch	LV	W.Méd.
Lygeum spartum	*Lygeum spartum* L.	Poacées	He	LV	W.Méd.
Mesembryanthemum nodiflorum	*Mesembryanthemum nodiflorum* L.	Aizoacées	Th	HA	Méd-S.Afr.
Plantago lagopus	*Plantago lagopus* L.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
Reseda alba	*Reseda alba* L.	Résédacées	He	HV	Euras.
Senecio vulgaris	*Senecio vulgaris* L.	Astéracées	Th	HA	Subcosm.
Silene conica	*Silene conica* L.	Caryophyllacées	Th	HA	Euras.
Stipa parviflora	*Stipa parviflora* Desf.	Poacées	Ge	HV	Méd.
Suaeda maritima	*Suaeda salsa* (L.) Pallas	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Succowia balearica	*Succowia balearica*	Brassicacées	Th	HA	W.Méd.
Urginea maritima	*Urginea maritima*	Liliacées	Ge	HV	Canar-Méd
Withania frutescens	*Withania frutescens* (L.) Pauquy	Solanacées	Ph	LV	Ibéro-Maur

Tab. 22: Caractérisation floristique Station "El-Amria 2"

Espèces selon Quezel et Santa (1962-1963)	Espèces selon Dobignard (2008)	Famille	Type Biologique	Type Morphologique	Type biogéographique
Aegilops triuncialis	*Aegilops triuncialis* L.	Poacées	Th	HA	Méd.Irano.Tour.
Anagalis arvensis	*Anagalis arvensis* L.	Primulacées	Th	HA	Sub.Cosmop.
Arisarum vulgare	*Arisarum vulgare* Targ. Tozz.	Aracées	Ge	HV	Circum-Méd.
Arthrocnemum glaucum	*Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) K. Koch	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Asteriscus maritimus	*Pallenis maritima* (L.) Greuter	Astéracées	He	HV	Canaries, Eur. Mérid.A.N.
Brachypodium distachyum	*Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
Bromus madritensis	*Bromus madritensis* L.	Poacées	Th	HA	Eur.-Méd.
Bromus rubens	*Bromus rubens L.*	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
Calendula arvensis	*Calendula cf. arvensis* L.	Astéracées	Th	HA	Sub.Méd.
Chrysanthemum coronarium	*Glebionis coronaria* (L.) Tzvelev	Astéracées	He	HV	End.
Chrysanthemum grandiflorum	*Plagius grandis* (L.) Alavi & Heywood	Astéracées	He	HV	End.
Erodium moschatum	*Erodium moschatum* (L.) L'Hér.	Géraniacées	Th	HA	Méd.
Halocnemum strobilaceum	*Halocnemum strobilaceum* (Pallas) M. Bieb.	Chénopodiacées	CH	LV	Méd. -Irano-Tour
Hordeum murinum subsp. *Leporinum*	*Hordeum leporinum*	Poacées	Th	HA	Circumbor.
Mesembryanthemum nodiflorum	*Mesembryanthemum nodiflorum* L.	Aizoacées	Th	HA	Méd-S.Afr.
Plantago lagopus	*Plantago lagopus* L.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
Reseda alba	*Reseda alba* L.	Résédacées	He	HV	Euras.
Salicornia fruticosa	*Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosm.
Stipa parviflora	*Stipa parviflora* Desf.	Poacées	Ge	HV	Méd.
Suaeda maritima	*Suaeda salsa* (L.) Pallas	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Tamarix gallica	*Tamarix gallica* L.	Tamaricacées	Ph	LV	N.Trop.

Tab. 23: Caractérisation floristique Station "Sebkha 2"

Espèces selon Quezel et Santa (1962-63)	Espèces selon Dobignard (2008)	Famille	Type Biologique	Type Morphologique	Type biogéographique
Aegilops triuncialis	*Aegilops cf. triuncialis* L.	Poacées	Th	HA	Méd.Irano.Tour.
Allium roseum	*Allium roseum* L.	Liliacées	Ge	HV	Méd.
Anagallis arvensis	*Anagalis cf. arvensis* L.	Primulacées	Th	HA	Sub.Cosmop.
Anthyllis tetraphylla	*Tripodion tetraphyllum* (L.) Fourr.	Fabacées	Th	HA	Méd.
Arthrocnemum glaucum	*Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) K. Koch	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Arisarum vulgare	*Arisarum vulgare* Targ. Tozz.	Aracées	Ge	HV	Circum-Méd.
Asteriscus maritimus	*Pallenis maritima* (L.) Greuter	Astéracées	He	HV	Canaries, Eur. Mérid.A.N.
Avena sterilis	*Avena sterilis* L.	Poacées	Th	HA	Macar.Méd-Irano-Tour.
Bellis annua	*Bellis annua* L.	Astéracées	Th	HA	Circumméd.
Brachypodium distachyum	*Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
Bromus madritensis	*Bromus madritensis* L.	Poacées	Th	HA	Eur.-Méd.
Bromus rubens	*Bromus rubens* L.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
Calendula arvensis	*Calendula arvensis* L.	Astéracées	Th	HA	Sub-Méd.
Centaurea pullata	*Centaurea pullata* L.	Astéracées	Th	HA	Méd.
Chenopodium album	*Chenopodium album* L.	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Chrysanthemum coronarium	*Glebionis coronaria* (L.) Tzvelev	Astéracées	He	HV	End.
Chrysanthemum grandiflorum	*Plagius grandis* (L.) Alavi & Heywood	Astéracées	He	HV	End.
Cichorium intybus	*Cichorium intybus rugosa* Desr.	Astéracées	He	HV	Méd.
Echinops spinosus	*Echinops spinosissimus* Turra	Astéracées	Th	HA	Ibér. Nord. Af.
Erodium moschatum	*Erodium moschatum* (L.) L'Hér.	Géraniacées	Th	HA	Méd.
Frankenia thymifolia	*Frankenia thymifolia* Desf.	Frankéniacées	Ge	HV	End.N.A.
Gladiolus segetum	*Gladiolus italicus* Miller	Iridacées	Ge	HV	Méd.
Halocnemum strobilaceum	*Halocnemum strobilaceum* (Pallas) M. Bieb.	Chénopodiacées	CH	LV	Méd. -Irano-Tour
Hordeum murinum	*Hordeum murinum* With.	Poacées	Th	HA	Circumbor.
Lavatera maritima	*Lavatera maritima* Gouan	Malvacées	Ch	LV	W.Méd.
Lygeum spartum	*Lygeum spartum* L.	Poacées	He	LV	W.Méd.
Medicago rugosa	*Medicago rugosa* Desr.	Fabacées	Th	HA	E. Méd.

Mesembryanthemum nodiflorum	*Mesembryanthemum nodiflorum* L.	Aizoacées	Th	HA	Méd-S. Afr.
Oxalis pes-caprae	*Oxalis pes-caprae* L.	Oxalidacées	Ge	HV	Méd.
Phlomis crinita	*Phlomis crinita* Cav.	Lamiacées	He	HA	Ibéro-Maur.
Plantago lagopus	*Plantago lagopus* L.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
Reseda alba	*Reseda alba* L.	Résédacées	He	HV	Euras.
Salicornia fruticosa	*Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosm.
Scolymus hispanicus	*Scolymus hispanicus* L.	Astéracées	He	HV	Méd.
Senecio vulgaris	*Senecio vulgaris* L.	Astéracées	Th	HA	SubCosm.
Silene conica	*Silene conica* L.	Caryophyllacées	Th	HA	Euras.
Sinapis arvensis	*Sinapis arvensis* L. Naturalised	Brassicacées	Th	HA	Paléo-Temp.
Stipa parviflora	*Stipa parviflora* Desf.	Poacées	Ge	HV	Méd.
Suaeda maritima	*Suaeda salsa* (L.) Pallas	Chénopodiacées	Th	HA	Cosm.
Suaeda fruticosa	*Suaeda vera* J.F.Gmel.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosm.
Succowia balearica	*Succowia Succowia balearica* (L.) Medik.	Brassicacées	Th	HA	W.Méd.
Withania frutescens	*Withania frutescens* (L.) Pauquy	Solanacées	Ch	LV	Ibero-Maur

Tab. 24: Caractérisation floristique Station "Oglat en Naadja"

Espèces selon Quezel et Santa (1962-63)	Espèces selon Dobignard (2008)	Famille	Type Biologique	Type Morphologique	Type biogéographique
Agropyron repens	*Elytrigia repens* (L.) Nevski	Poacées	Ge	HV	Circumbor.
Anabasis articulata	*Anabasis articulata* (Forssk) Moq.	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Sind
Arthrocnemum glaucum	*Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) K. Koch	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Arthrophytum scoparium	*Hammada scoparia* (Pomel) Iljin	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
Astragalus pseudo - trigonus	*Astragalus trigonus* DC.	Fabacées	Ch	LV	Méd.
Atractylis cancellata	*Atractylis cancellata* L.	Astéracées	Th	HA	Circumméd.
Atractylis serratuloides	*Atractylis serratuloides* (Cass) DC	Astéracées	He	HV	Sah.
Atriplex halimus	*Atriplex halimus* L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop.
Carex approximata	*Carex anticata*	Cypéracées	Ge	HV	W-Méd.
Eruca vesicaria	*Eruca vesicaria* (L.) Cav.	Brassicacées	Th	HA	Méd.

Helianthemum crassifolium	*Helianthemum crassifolium* Pers.	Cistacées	Ch	HV	End. N. A.
Noaea mucronata	*Noaea mucronata* (Forssk.) Asch.& Schweinf	Chénopodiacées	Ch	HV	Méd-Iran-Tour
Plantago amplexicaule	Plantago amplexicaulis Cav.	Plantaginacées	He	HV	Méd.
Plantago ovata	*Plantago ovata* Forssk.	Plantaginacées	He	HV	Méd.
Polygonum maritimum	*Polygonum maritimum* L.	Polygonacées	Ge	HV	Cosm.
Pseudocytisus integrifolius	*Vella pseudocytisus* L.	Brassicacées	Ch	LV	Ibéro-Maur
Rhamnus oleoides	*Rhamnus lycioides* L.	Rhamnacées	Ch	LV	W-Méd.
Salsola imbricata	*Salsola imbricata* Forssk.	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Méd.
Salsola longifolia	*Salsola longifolia* Forssk.	Chénopodiacées	Ch	LV	Méd.
Salsola vermiculata	*Salsola vermiculata* L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Méd.
Cheiranthus sp.	*Cheiranthus* sp.	Brassicacées	He	HV	W-Méd.
Spergularia salina	*Spergularia marina* (L.) Besser	Caryophyllacées	Th	HA	Méd-Stepp.
Tamarix gallica	*Tamarix gallica* L.	Tamaricacées	Ph	LV	N.Trop.
Thymelaea hirsuta	*Thymelaea hirsuta* (L.) Endl.	Thymélaeacées	Ch	LV	Méd.
Traganum nudatum	*Traganum nudatum* Delile	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Sind.

Légende commune aux tableaux 18 à 24

a- Types biogrographiques

Af.Trop	Afrique tropicale
Ancien-Monde	Ancien monde
Atl. - Méd.	Atlantique-Méditerranéen
Canar,Eur.merid.A.N	Canaries, Européen. méridional, Afrique du Nord
Canar. Méd.	Canaries Méditerranéen
Canar.à Egyp-Asie Occ.	Canaries à Égypte - Asie Occidentale
Circum bor	Circumboréal
Circum méd	Circumméditerranéen
Cosmop	Cosmopolyte
E.Méd	Est Méditerranéen
End	Endémique
End.N.A	Endémique Nord-Africain
Eur.	Européen
Eur.Méd	Européen-Méditerranéen
Eur.Mérid.N.A.	Européen Méridional Nord Africain
Euras	Eurasiatique
Euras.Af.Sept	Eurasiatique.Africain.Septentrional
Eur-Asie-Subcosmop	Européen Asie Subcosmopolite

Ibér. Nord. Af.	Ibéro-Nord Africain
Ibero-Maur	Ibéro-Mauritanien
Iran-Tour-Eur	Irano Touranien Européen
Macar.-Méd.-Irano-Tour	Macaronien Méditerranéen Irano-Touranien
Macar-Méd	Macaronien Méditerranéen
Méd	Méditerranéen
Méd.Atl	Méditerranéen Atlantique
Méd.-Irano-Tour	Méditerranéen.Irano-Touranien
Méd-S. Afr.	Méditerranéen Sud Africain
Méd-Stepp.	Méditerranéen Steppique
N.Trop	Nord Tropical
Naturalisé	Naturalisé
Oro-Méd.	Oro-Méditerranéen
Paléo-subtrop	Paléo-subtropical
Paléo-temp	Paléo-tempéré
S.Méd.Sah	Sud méditerranéen Saharien
Sah.	Sahara
Sah.Méd	Saharo-Méditerranéen
Sah.-Sind	Saharo-sindien
Sah-Sind.Méd	Saharo-Sindien Méditerranéen
Sub.cosmop	Sub-Cosmopolite
Sub-Méd	Sub-méditerranéen
Sub-méd.Sib	Sub-méditerranéen Sibérien
Thermocosm.	Thermocosmopolite
W.Méd	Ouest Méditerranéen
W.Méd.Canar.Syrie	Ouest Méditerranéen. Canarien Syrie

b. Types biologiques

Ph : Phanérophytes

Ch : Chamaephytes

He : Hémicryptophytes

Th : Thérophytes

c. Types morphologiques

H.A : Herbacés annuels

H.V : Herbacés vivaces

L.V : Ligneux vivaces

Tab. 25 : Pourcentages des types biologiques

	Station « Rachgoun 1»		Station « Rachgoun 2 »		Station «Moscarda»		Station «El-Amria 1»		Station «El-Amria 2»		Station «Sebkha 2»		Station « Oglat en Naadja »	
Types biologiques	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp.	%
Thérophytes	22	45	25	41	16	37	15	45	11	52	22	52	3	12
Chamaephytes	5	10	9	15	10	23	3	9	3	14	6	14	14	56
Hemicryptoph-ytes	9	18	11	18	7	16	7	21	4	19	8	19	4	16
Géophytes	9	18	10	16	7	16	6	18	2	9	6	14	_	12
Phanérophytes	4	8	6	10	3	7	2	6	1	5	0	0	1	4

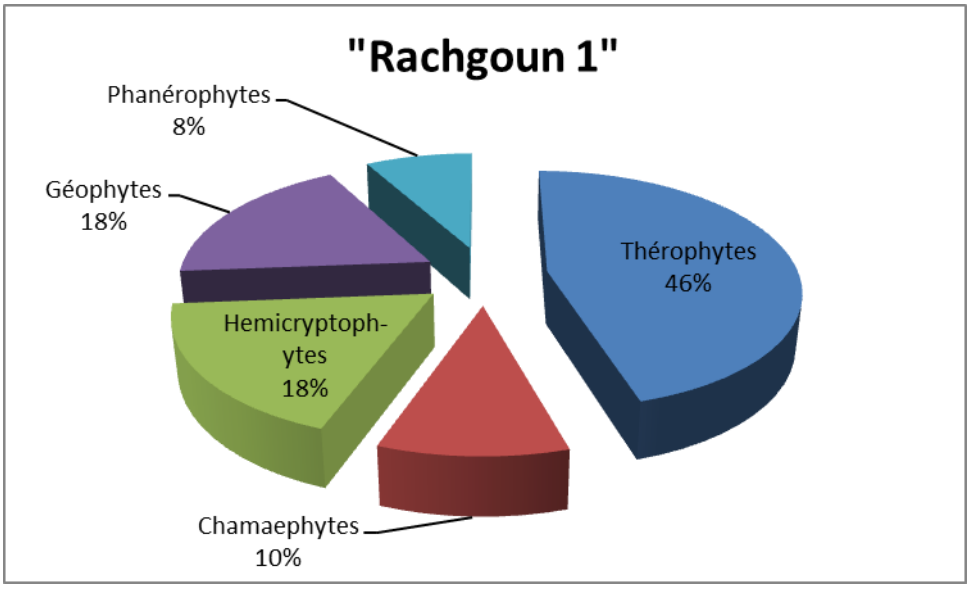
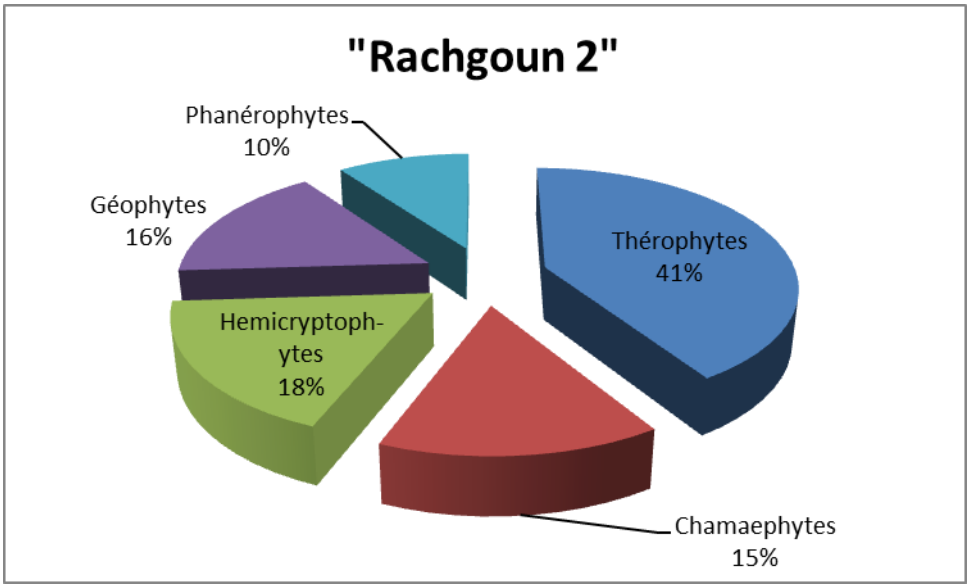


Fig. 20 (a) : Répartition des espèces selon les types biologiques



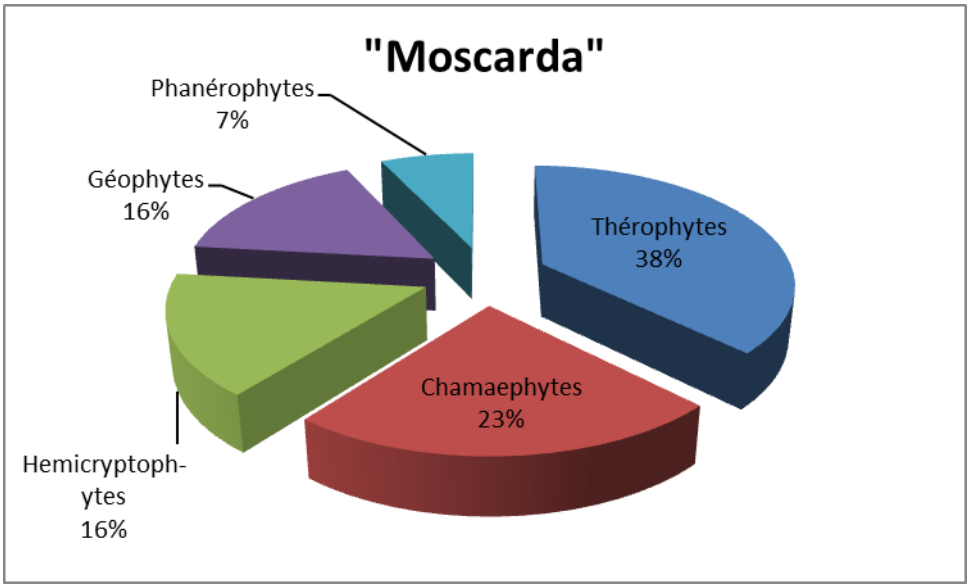
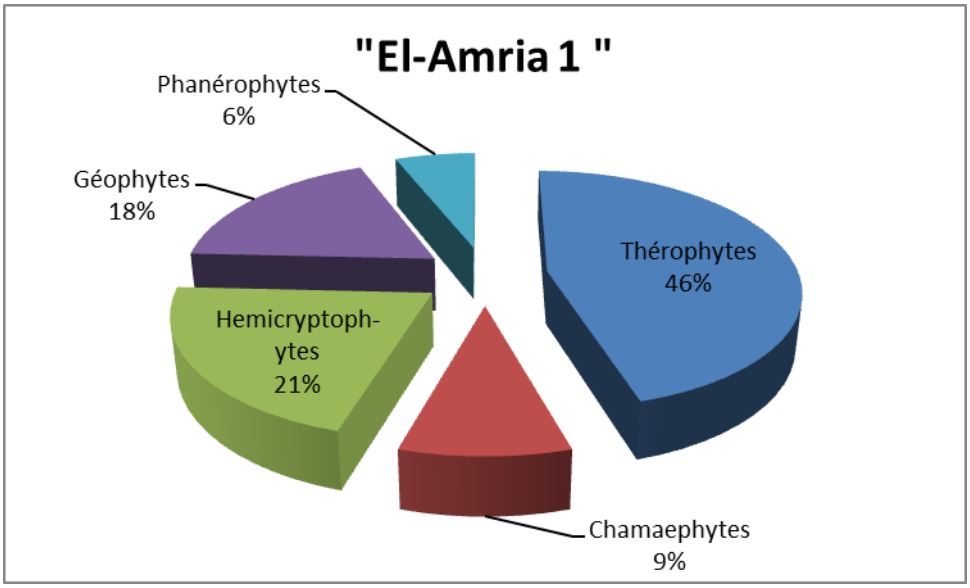


Fig. 20 (b) : Répartition des espèces selon les types biologiques



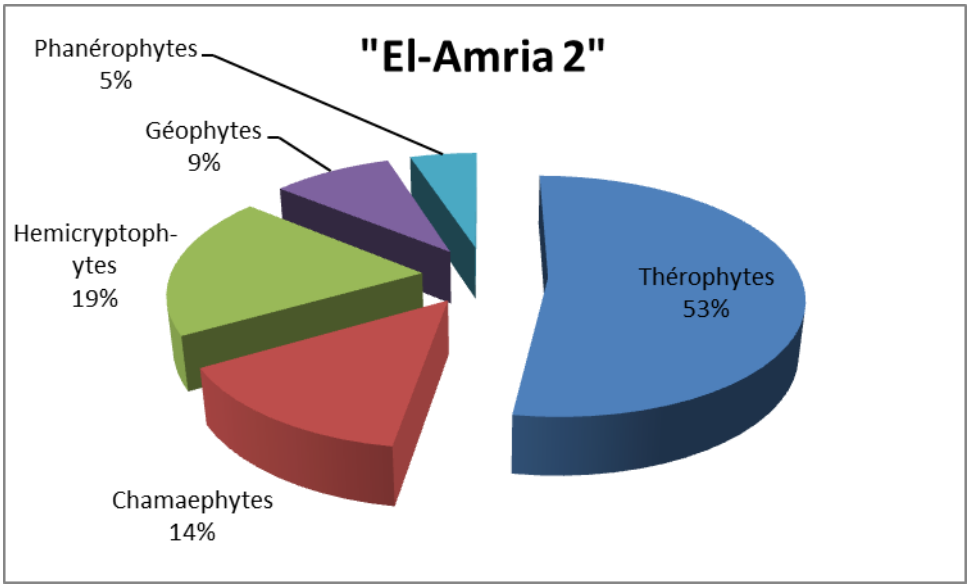
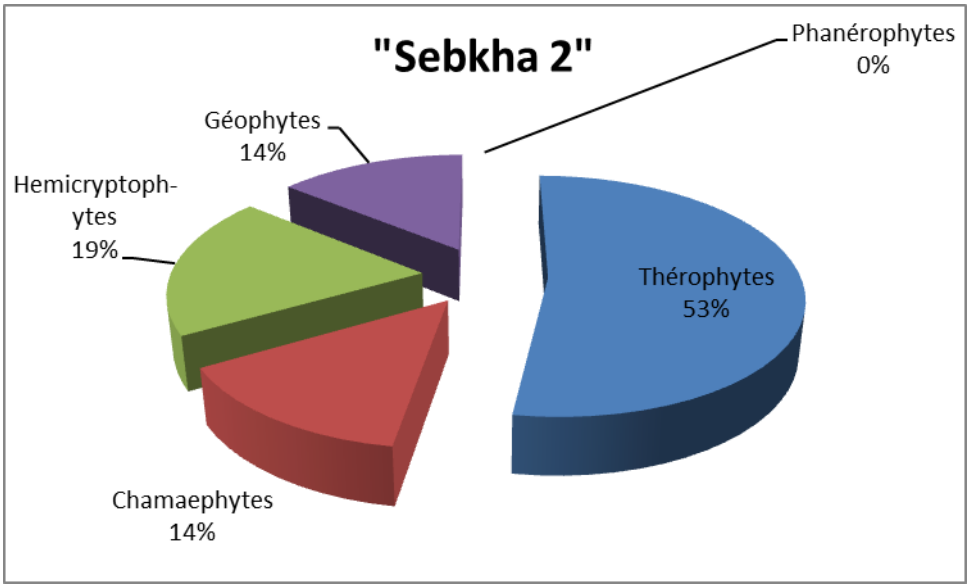


Fig. 20 (c) : Répartition des espèces selon les types biologiques



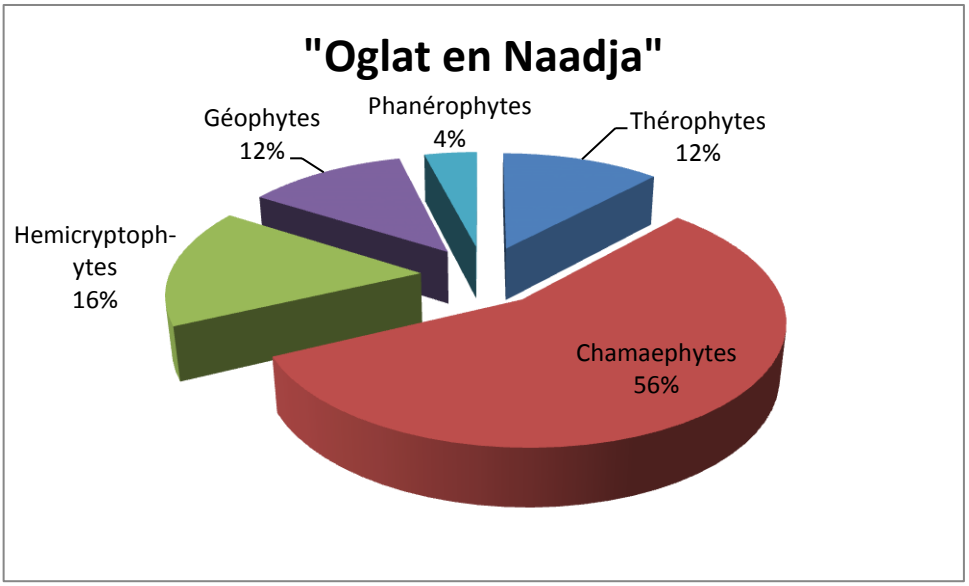


Fig. 20 (d) : Répartition des espèces selon les types biologiques

Légende commune aux figures 20 (a, b , c, d)

Ph: Phanérophytes **Ch:** Chamaephytes **He:** Hémicryptophytes

Ge: Géophytes **Th:** Thérophytes

V-2-2- Types morphologiques

Le type biologique conduit à la forme naturelle de la plante. L'aspect précis de la forme obtenue est dépendant des variations de l'environnement. Le couvert végétal est dominé par les types de végétation suivants : les ligneux vivaces, les herbacés vivaces et les herbacés annuels. Pour les six stations du Nord les herbacés sont nettement dominants par rapport aux ligneux vivaces ; pour la station du Sud les ligneux vivaces sont légèrement dominants par rapport aux herbacés (Tab. 26 et Fig. 21). Ceci pourrait s'expliquer par la période des relevés et l'aridité de la station d'étude qui contraint les annuelles à disparaitre. Pour la station de « Oglat en Naadja les relevés ont été effectués au mois de Mai.

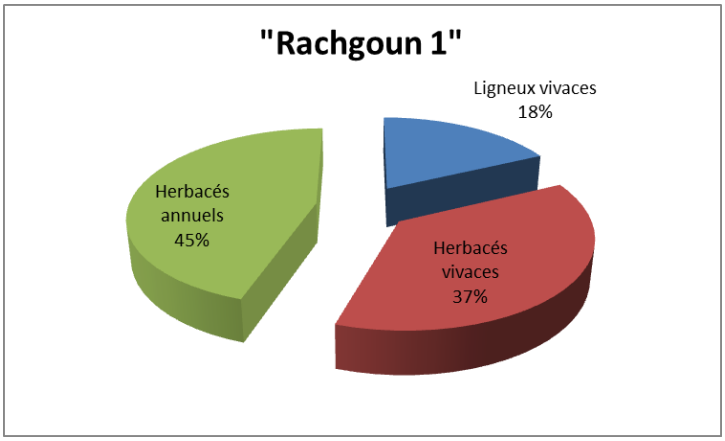
D'autre part selon **Le Houerou (1995)** et **Aidoud (1997)** deux grands types de steppe sont prépondérants et ont marqué depuis plus d'un siècle le paysage végétal des hautes plaines :

- Les steppes dominées par les Poacées pérennes (*Stipa tenacissima, Lygeum spartum* etc.),
- Les steppes ligneuses formées de sous-arbrisseaux (*Noaea mucronata, Atriplex halimus, Salsola vermiculata, Arthrocnemum glaucum* etc.).
- Nous sommes donc dans ce deuxième cas de figure pour la station « Oglat en Naadja ».

Tab. 26 : Pourcentages des types morphologiques

	Station « Rachgoun 1»		**Station « Rachgoun 2 »**		**Station « Moscarda »**		**Station «El-Amria 1»**		**Station «El-Amria 2»**		**Station «Sebkha 2»**		**Station « Oglat en Naadja »**	
Types Morpho-logiques	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%
Ligneux vivaces	9	18	15	24	8	19	8	24	4	19	7	17	13	52
Herbacés vivaces	18	37	21	34	19	44	10	30	6	28	12	28	9	36
Herbacés annuels	22	45	25	41	16	37	15	45	11	52	23	55	3	12

Aussi bien au Nord qu'au Sud, la pression anthropozoogène a des répercussions visibles sur le couvert végétal qui se traduisent par un changement de la composition floristique. Le mouton est attiré par les jeunes pousses, de préférence celles des végétaux ligneux, par contre la chèvre laisse peu d'espèces malgré sa préférence pour les espèces ligneuses (**Bouazza et Benabadji, 1998**). De plus le piétinement entraîne la prolifération des espèces herbacées aux dépens des ligneux (Fig. 21). A ces phénomènes de dégradation s'ajoute l'action irréfléchie de l'homme sur ces milieux fragilisés (défrichement et extension des cultures au niveau de la Sebkha d'Oran).



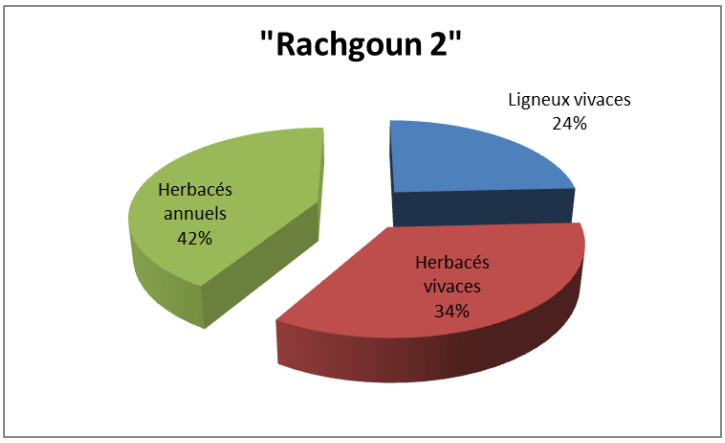
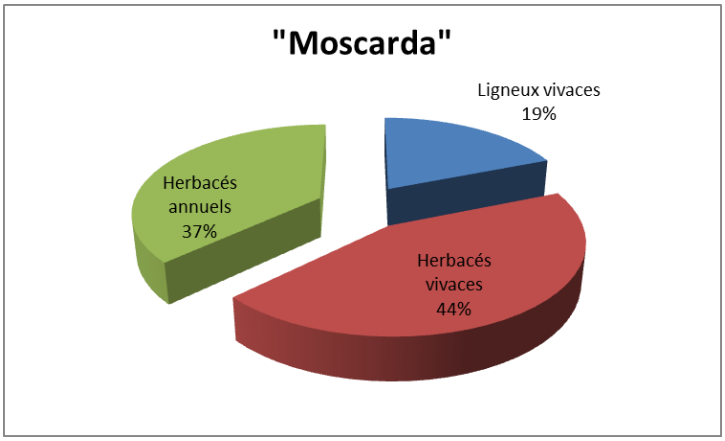
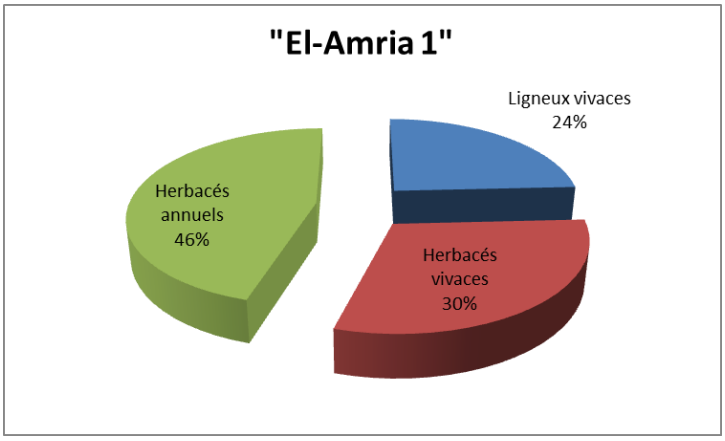


Fig. 21 (a) : Répartition des espèces selon les types morphologiques





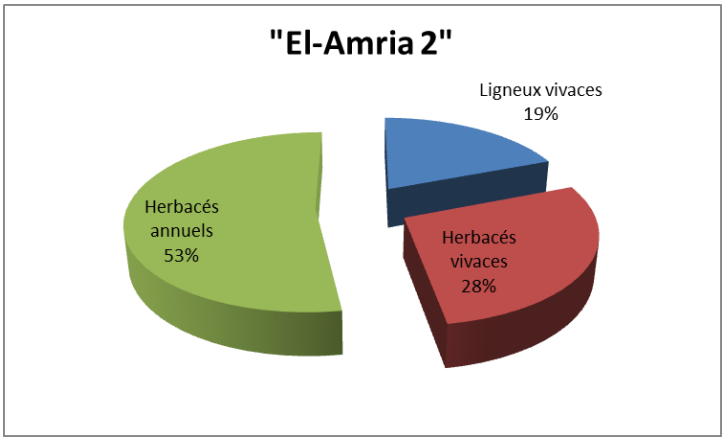
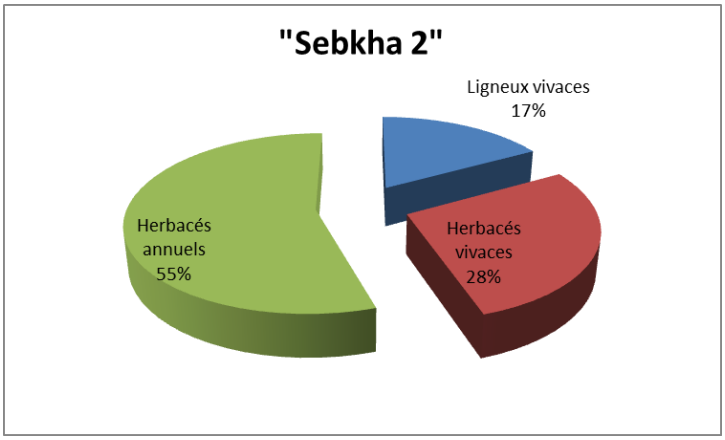


Fig. 21 (b) : Répartition des espèces selon les types morphologiques



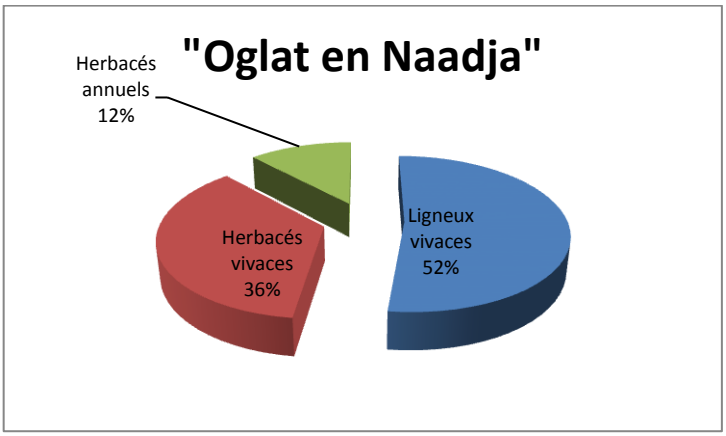


Fig. 21 (c) : Répartition des espèces selon les types morphologiques

V-2-3- Types biogéographiques

C'est enfin, à partir de l'analyse floristique, que l'on peut être conduit à étudier la localisation particulière de taxons souvent rares, tels les endémiques ou certaines espèces en voie de disparition, ou seulement à la limite de leur aire de distribution, ou introduites fortuitement par l'homme. L'analyse des aires d'origine et des aires de distribution des taxons est une tâche essentielle des botanistes et des phytogéographes qui prend toute sa valeur au moment même où l'opinion publique est sensibilisée par les problèmes de conservation et de protection de la nature, et de sauvegarde des "gênes" (**Frankel et Bennet, 1970**).

Au niveau de la zone d'étude, la détermination des types biogéographiques de l'ensemble des taxons a été réalisée à l'aide de la flore de l'Algérie (**Quézel et Santa, 1962**, **1963**) et la flore du Sahara (**Ozenda, 1977**).

L'analyse biogéographique des flores Nord-africaines actuelles est susceptible de fournir de précieux renseignements sur les modalités de leur mise en place. Parmi les travaux consacrés à cette question signalons tout particulièrement parmi les plus récents,

ceux de **Walter et Straka (1970)**, **Axelrod (1973)**, **Axelrod et Raven (1978)**, **Pignatti (1978)**, **Quézel (1978, 1985, 1995)**. C'est toutefois semble-t-il **Zohary (1971)** qui a le premier attiré l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore actuellement caractéristique de la région bioclimatique méditerranéenne (**Emberger, 1930a** ; **Quézel, 2000**).

À ce propos, la distribution, des différentes espèces échantillonnées, par élément phytogéographique est très hétérogène dans les sept stations (Tab. 18 à 24). L'analyse de la figure 22 et du tableau 27 montre la nette prépondérance des espèces méditerranéennes.

Dans la station de « Oglat en Naadja » les espèces Saharo-méditerranéenes et Saharo- sindiennes succèdent aux espèces méditerranéennes, cela démontre une certaine péjoration climatique liée à une végétation désertique. Au Nord les espèces méditerranéennes dominent incontestablement. Pour les stations de « El-Amria 1 » et de « Moscarda», les ouest méditerranéennes se rallient aux espèces méditerranéennes pour renforcer ce groupe (33 %). Quant aux stations « Rachgoun 1 et 2 » et « Sebkha 2 », les espèces cosmopolites suivent les méditerranéennes. Les endémiques de souche strictement Nord-africaines sont relativement peu nombreuses, ce qui est confirmé par Quézel (2000). Les autres éléments phytogéographiques Macar-Méd. , Irano-tour. , Paléo-temp. etc. sont très peu représentés.

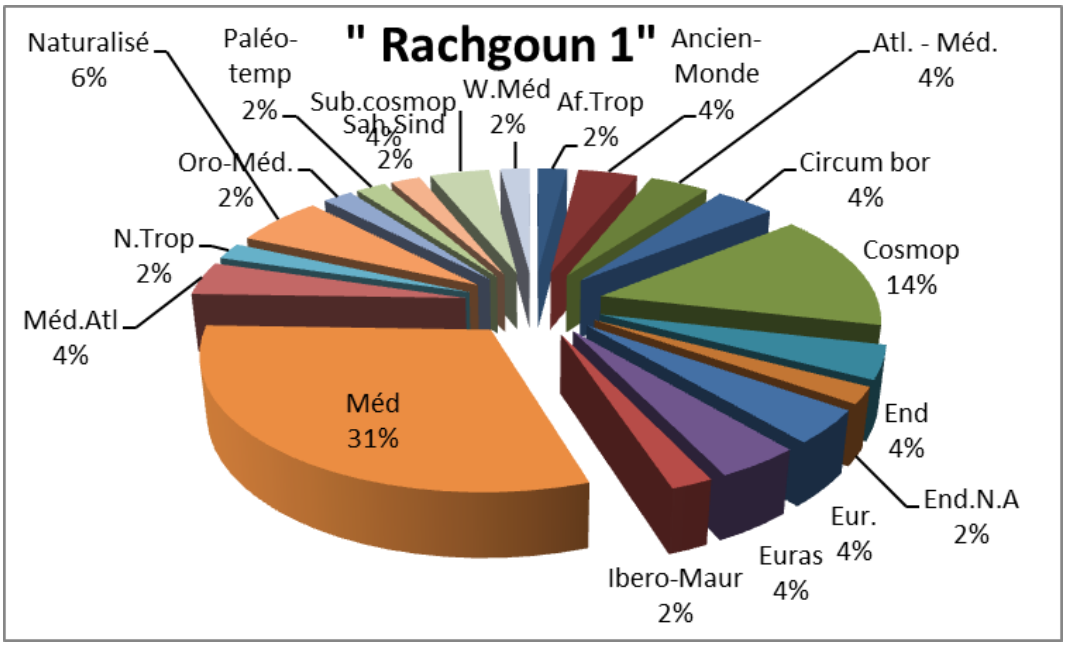
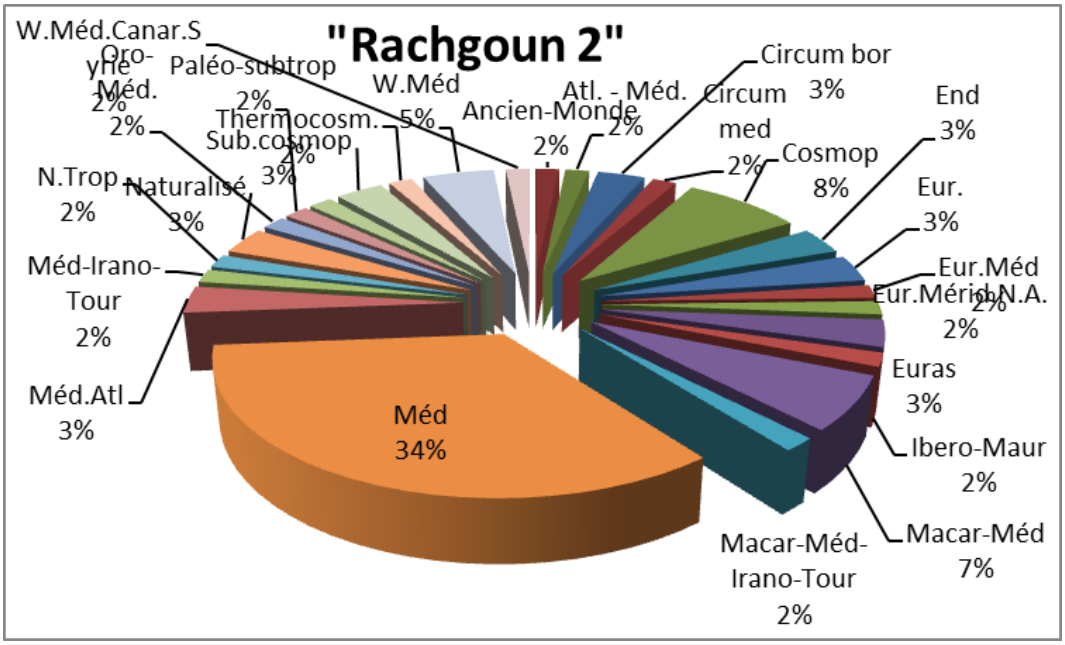


Fig. 22 (a) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques

Tab. 27 : Pourcentages des types biogéographiques

	Stations													
	"Rachgoun1"		"Rachgoun2"		"Moscarda"		"El-Amria1"		"El-Amria2"		"Sebkh2"		"Oglat en Naadja"	
Types biogéographiques	Nbre d'esp.	%	Nbre d'esp.	%	Nbre d'esp.	%	Nbre d'esp.	%	Nbre d'esp.	%	Nbre d'esp.	%	Nbre d'esp.	%
Af.Trop	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancien-Monde	2	4	1	2	1	2	1	3	1	5	1	2	2	8
Atl. - Méd.	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canar,Eur.merid.A.N	0	0	0	0	1	2	1	3	1	5	1	2	0	0
Canar. Méd.	0	0	0	0	1	2	2	6	0	0	0	0	0	0
Canar.à Egyp-Asie Occ	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Circum bor	2	4	2	3	2	5	1	3	1	5	1	2	1	4
Circum med	0	0	1	2	2	5	2	6	1	5	2	5	1	4
Cosmop	7	14	5	8	4	9	1	3	2	10	4	10	2	8
E.Méd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
End	2	4	2	3	1	2	2	6	2	10	2	5	0	0
End.N.A	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4
Eur.	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eur.Méd	0	0	1	2	4	9	0	0	1	5	1	2	0	0
Eur.Mérid.N.A.	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euras	2	4	2	3	1	2	2	6	1	5	2	5	0	0
Euras.Af.Sept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eur-Asie-Subcosmop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ibér. Nord. Af.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
Ibero-Maur	1	2	1	2	2	5	1	3	0	0	2	5	1	4
Iran-Tour-Eur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Macar-Méd	0	0	4	7	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0
Macar-Méd-Irano-Tour	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0
Méd	15	31	21	34	8	19	6	18	0	14	10	24	6	24
Méd- S. Afr.	0	0	0	0	0	0	1	3	1	5	1	2	0	0
Méd.Atl	2	4	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Méd-Irano-Tour	0	0	1	2	0	0	2	6	2	10	2	5	1	4
Méd-Stepp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
N.Trop	1	2	1	2	1	2	0	0	1	5	0	0	1	4
Naturalisé	3	6	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Oro-Méd.	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paléo-subtrop	0	0	1	2	2	5	2	6	2	10	2	5	0	0
Paléo-temp	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0
S.Méd.Sah	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Sah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Sah.Sind	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
Sah-Méd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
Sah-Sind.Méd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub.cosmop	2	4	2	3	0	0	2	6	1	5	2	5	0	0
Sub-Méd	0	0	0	0	0	0	1	3	1	5	1	2	0	0
Sub-méd.Sib	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thermocosm.	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W.Méd	1	2	3	5	6	14	5	15	0	0	3	7	3	12
W.Méd.Canar.Syrie	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



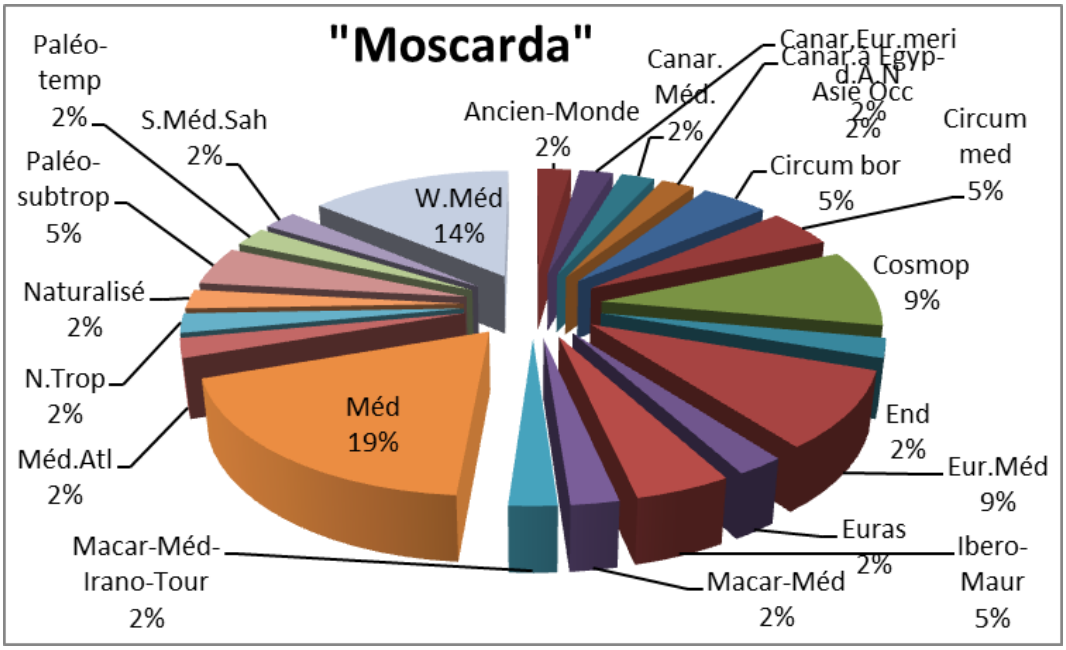
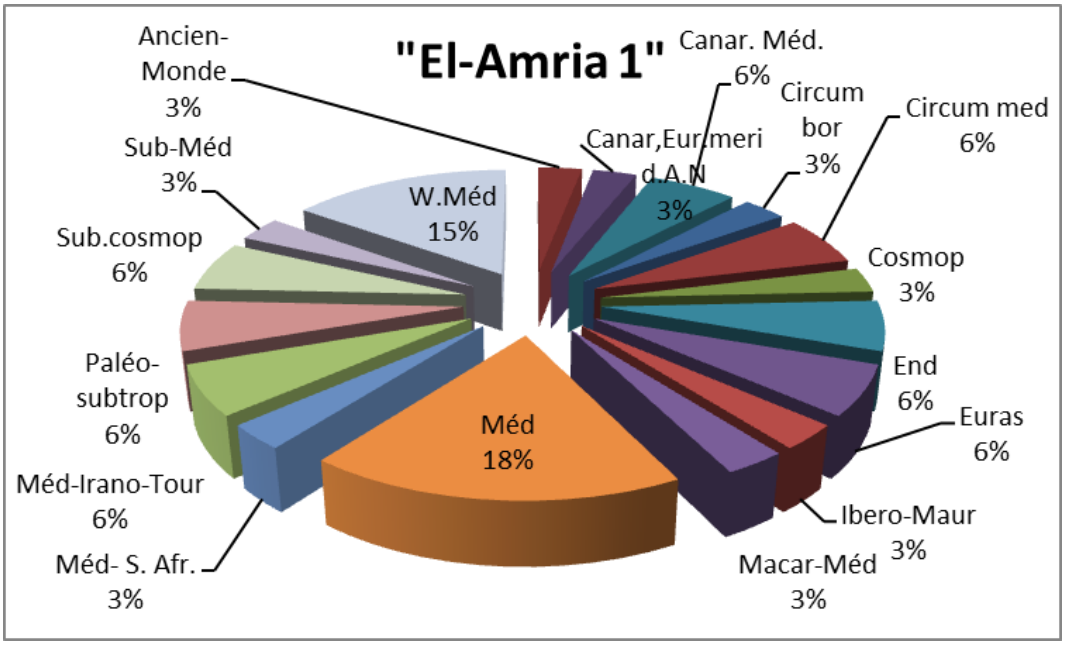


Fig. 22 (b) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques



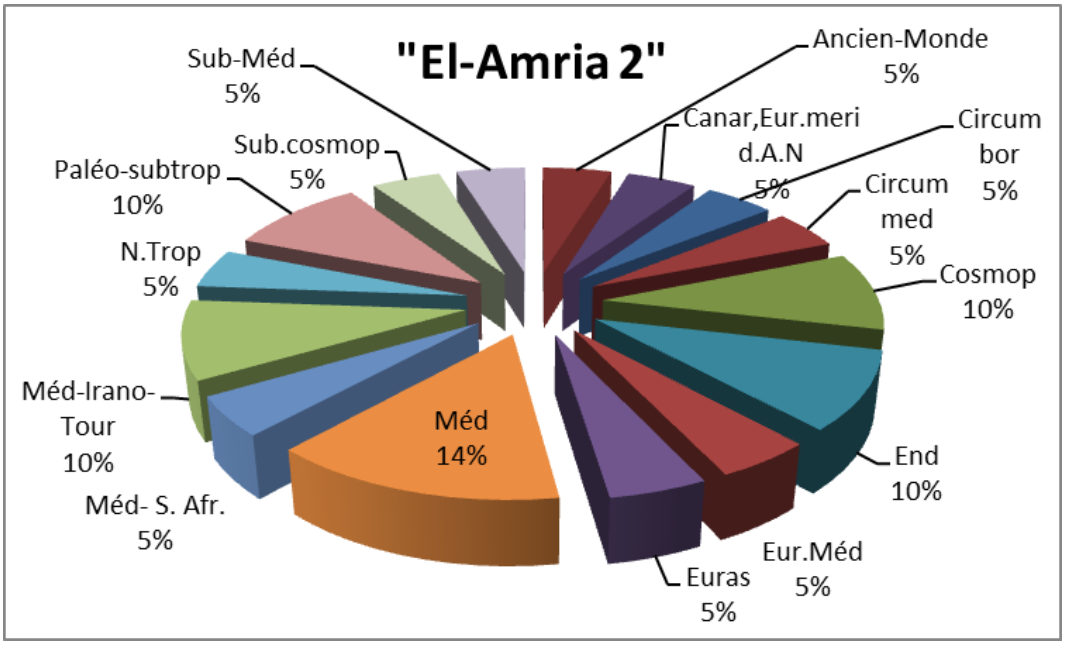
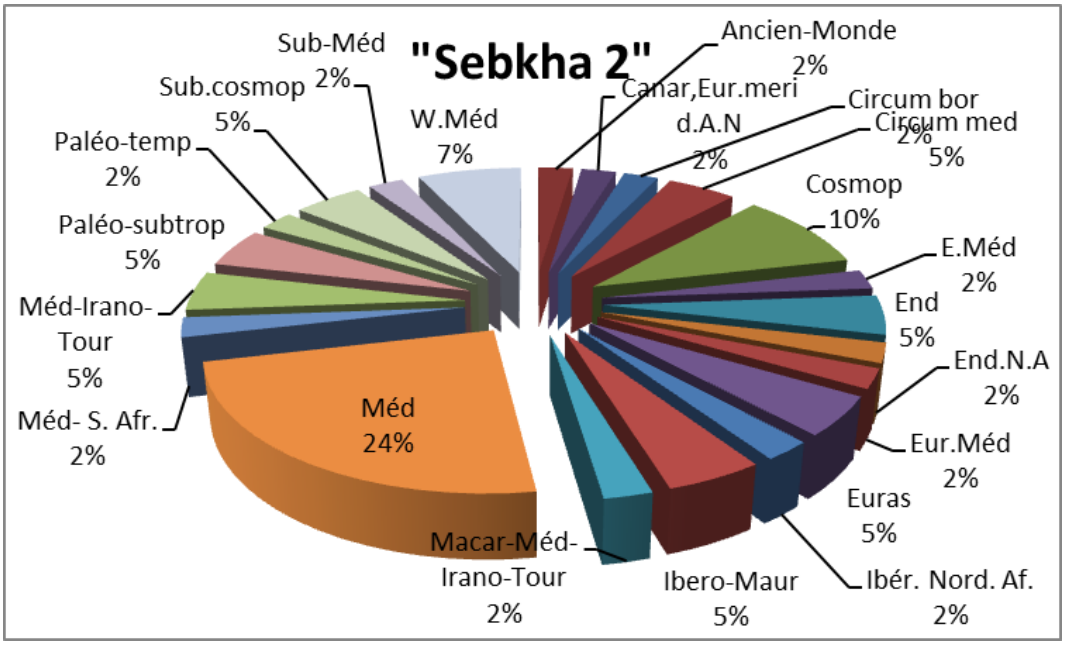


Fig. 22 (c) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques



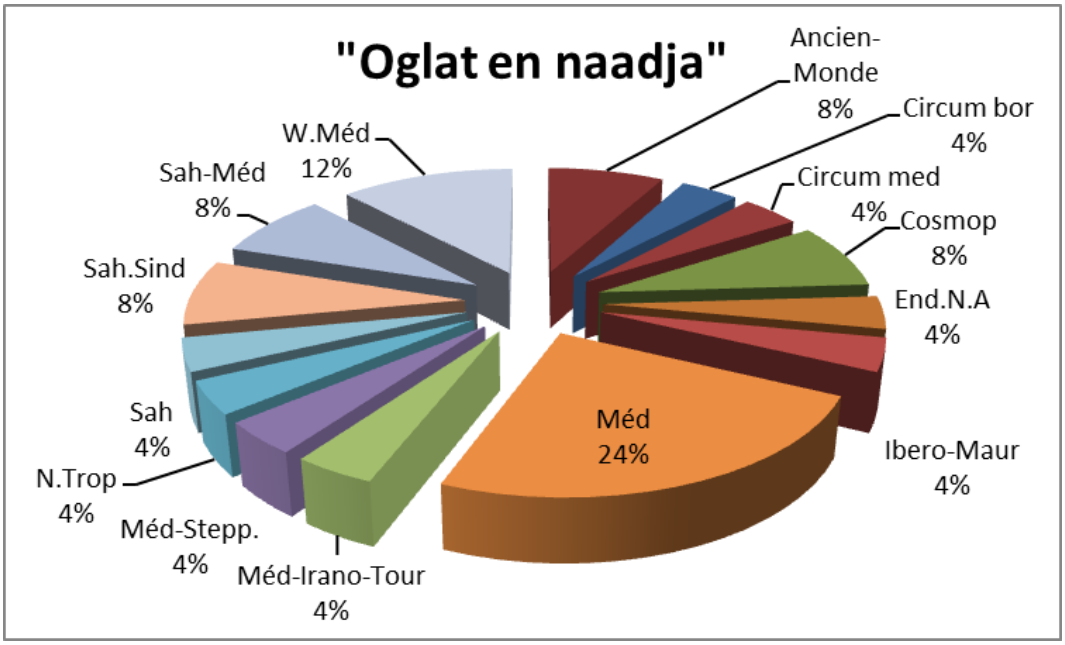


Fig. 22 (d) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques

V-2-4- Etude systématique : répartition par familles

Les résultats bruts sont consignés dans les tableaux 18 à 24. Aussi l'interprétation des résultats s'est faite essentiellement à l'aide du tableau 28 et de la figure 23.

Au niveau de la zone Nord 33 familles ont été recensées alors qu'au niveau de la zone Sud nous avons 22 familles. Dans les stations de « Rachgoun 1, Rachgoun 2, Moscarda », la famille qui présente la plus grande diversité spécifique est celle des Chénopodiacées suivie par celle des Poacées. « Oglat en Naadja » quant à elle est essentiellement caractérisée par la famille des Astéracées et des Poacées (9 espèces).

Dans les stations de « El-Amria 1 et 2 » et de « Sebkha 2 » les Chénopodiacées se détachent sensiblement des autres familles et le nombre d'espèces les constituant est nettement plus important (14 espèces).

Tab. 28 : Pourcentage des familles

Familles	Stations													
	« Rachgoun 1 »		« Rachgoun 2 »		« Moscarda »		« El-Amria 1 »		« El-Amria 2 »		« Sebkha 2 »		« Oglat en Naadja »	
	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%
Aizoacées	-	0	-	0	-	0	1	3	1	5	1	2	-	0
Anacardiacées	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Apiacées	4	8	1	2	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0
Aracées	-	0	-	0	-	0	1	3	1	5	1	2	-	0
Astéracées	12	24	14	23	10	23	6	18	4	19	10	24	2	8
Borraginacées	1	2	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Brassicacées	1	2	4	6	3	7	1	3	-	0	2	5	3	12
Caryophyllacées	2	4	1	2	-	0	1	3	-	0	1	2	1	4
Chénopodiacées	5	10	7	11	4	9	3	9	4	19	6	14	9	36
Cistacées	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1	4
Convolvulacées	-	0	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0
Crassulacées	-	0	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0
Cupressacées	1	2	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Cypéracées	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1	4
Ephédracées	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Fabacées	1	2	2	3	3	7	1	3	-	0	2	5	1	4
Frankeniacées	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1	2	-	0
Fumariacées	-	0	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0
Géraniacées	1	2	1	2	-	0	1	3	1	5	1	2	-	0
Iridacées	-	0	-	0	-	0	1	3	-	0	1	2	-	0
Juncacées	1	2	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Lamiacées	-	0	-	0	2	5	-	0	-	0	1	2	-	0
Liliacées	-	0	1	2	3	7	5	15	-	0	1	2	-	0
Malvacées	1	2	2	3	-	0	1	3	-	0	1	2	-	0
Mimosées	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Moracées	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Myrtacées	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Oléacées	-	0	3	5	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Oxalidacées	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1	2	-	0
Palmacées	-	0	-	0	1	2	1	3	-	0	-	0	-	0
Papavéracées	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Plantaginacées	3	6	2	3	-	0	1	3	1	5	1	2	2	8
Pinacées	-	0	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0

Poacées	4	8	10	16	7	16	6	18	6	29	8	19	1	4
Polygonacées	3	6	2	3	-	0	-	0	-	0	-	0	1	4
Primulacées	-	0	-	0	-	0	1	3	1	5	1	2	-	0
Résédacées	-	0	-	0	-	0	1	3	1	5	1	2	-	0
Rhamnacées	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1	4
Rubiacées	1	2	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Scrofulariacées	-	0	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0
Solanacées	1	2	1	2	1	2	1	3	-	0	1	2	-	0
Tamaricacées	1	2	1	2	1	2	-	0	1	5	-	0	1	4
Thymelaeacées	1	2	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	1	4
Urticacées	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Zygophyllacées	2	4	-	0	1	2	-	0	-	0	-	0	-	0

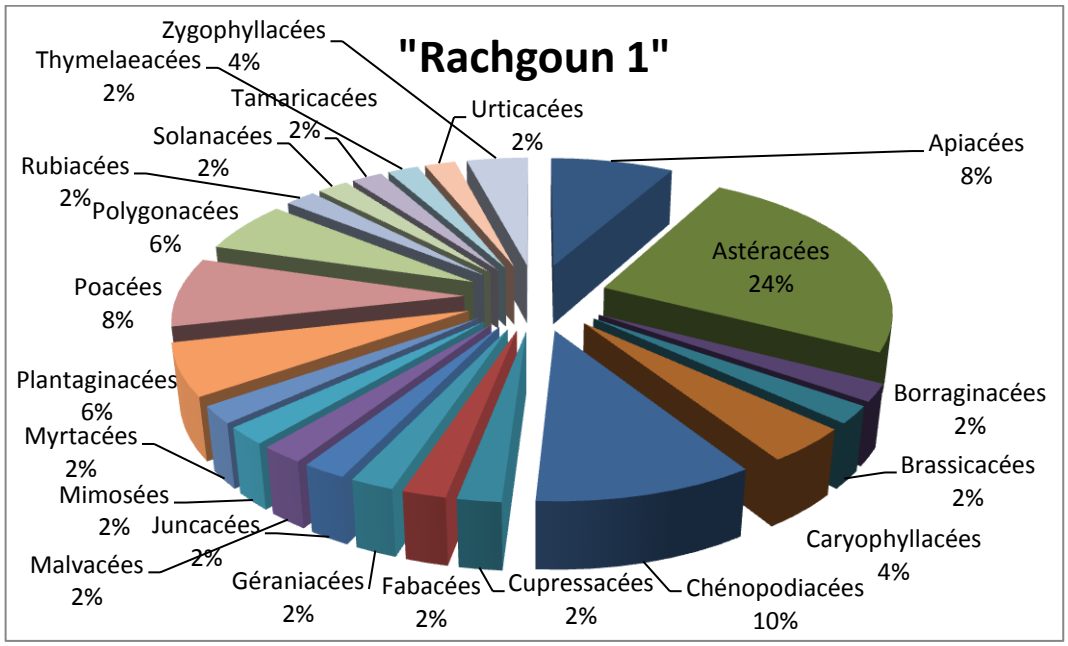
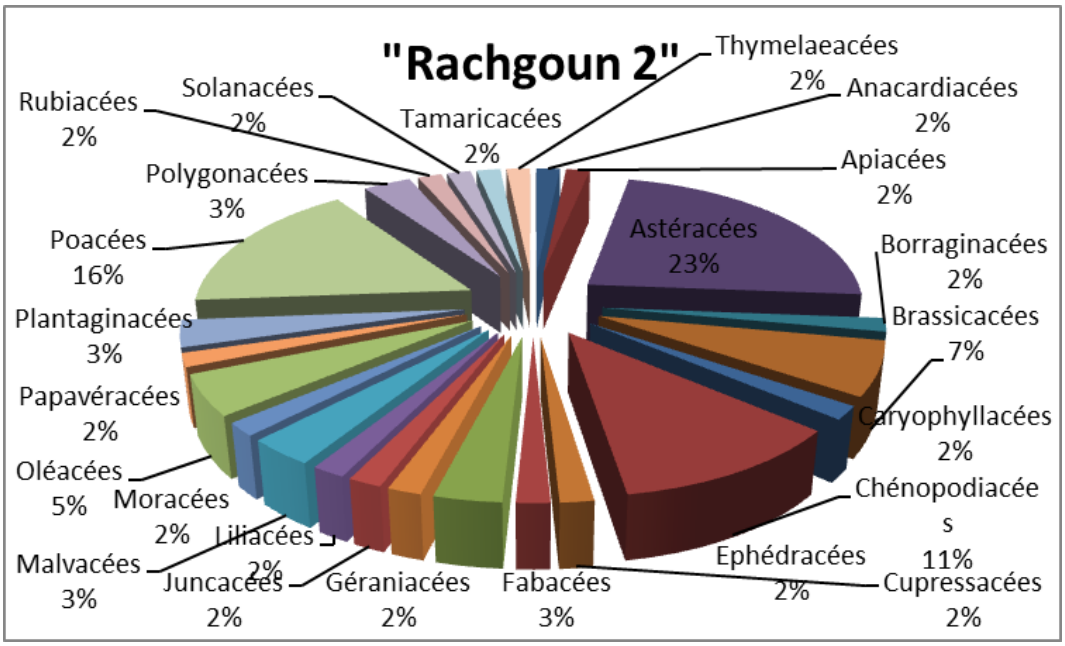


Fig. 23 (a) : Répartition des espèces par familles



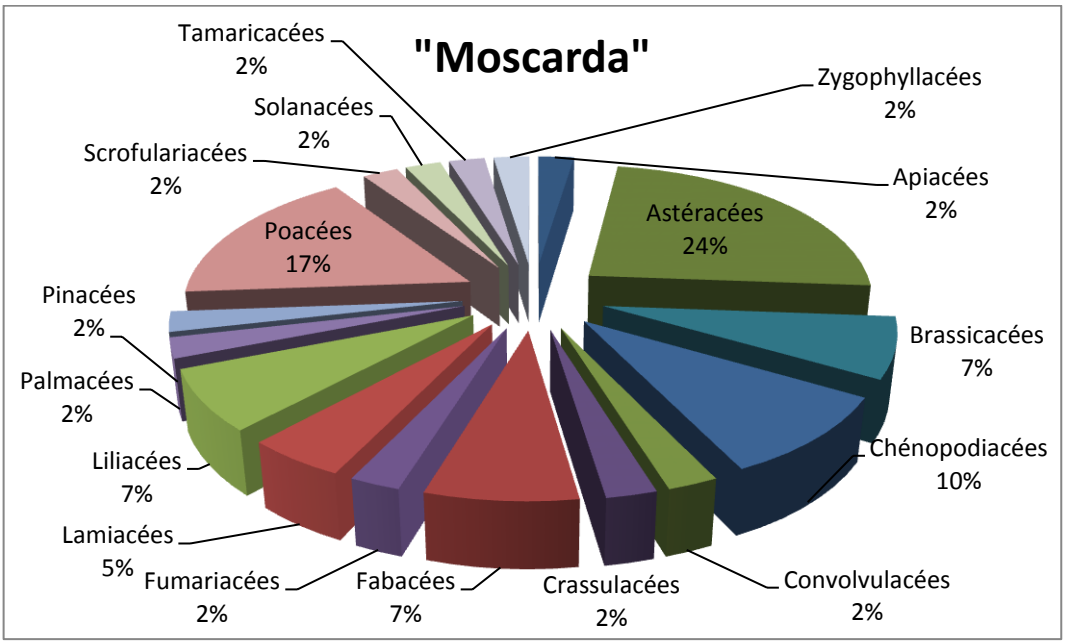
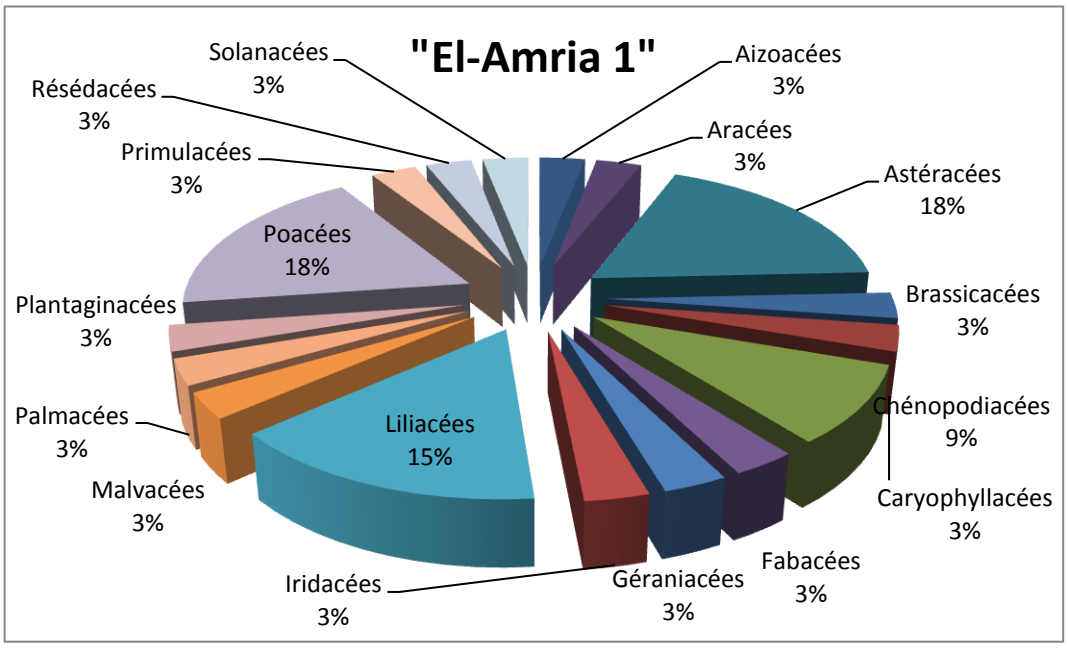


Fig. 23 (b) : Répartition des espèces par familles



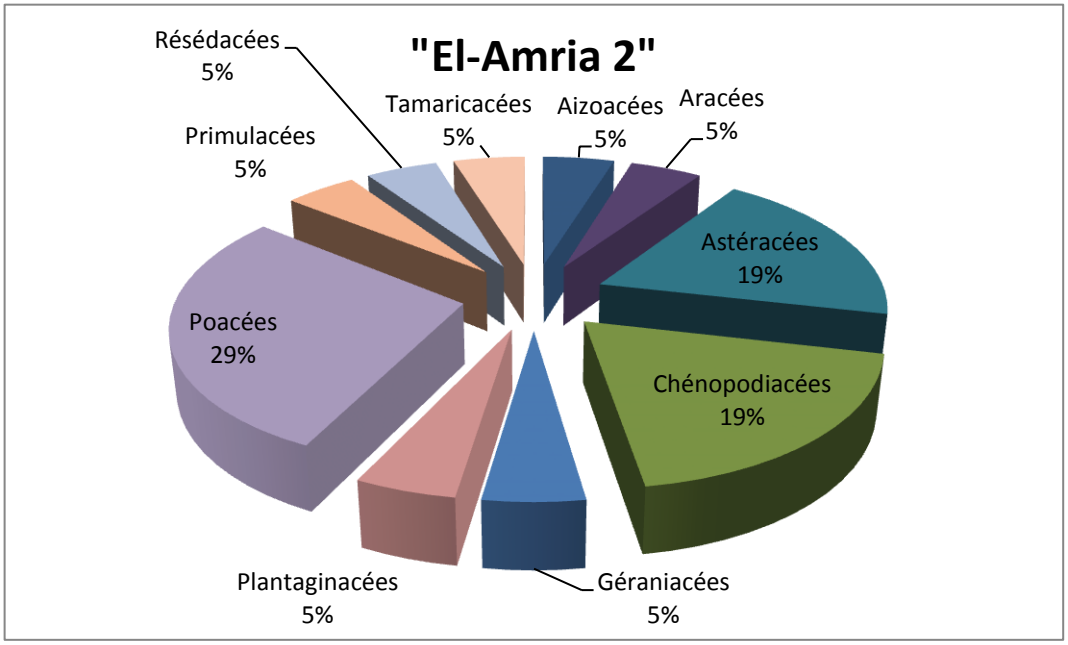
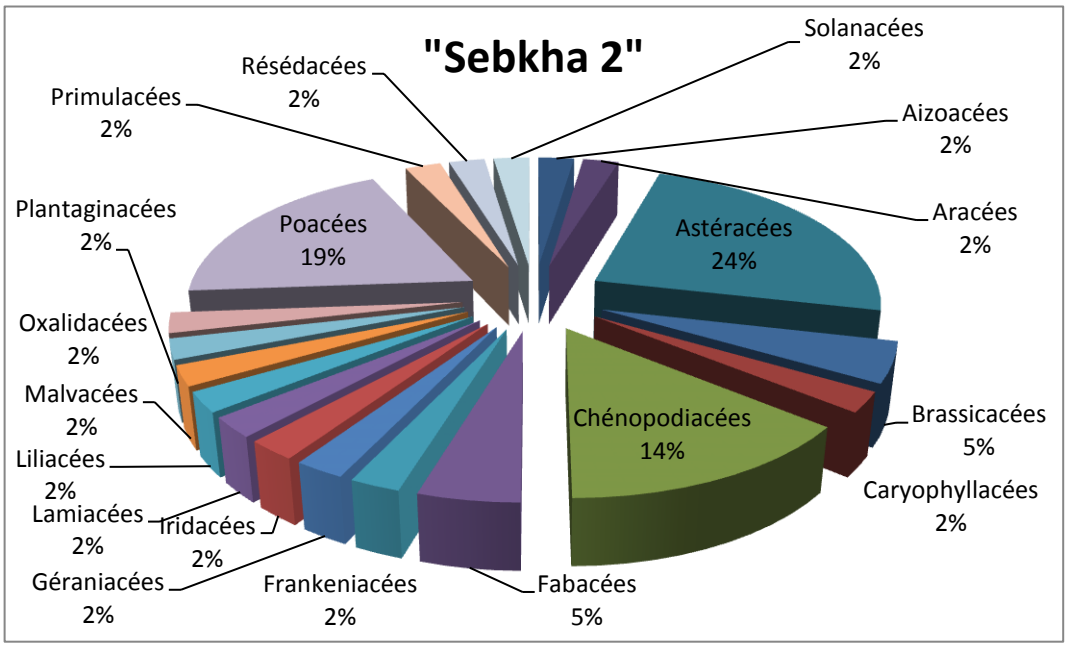


Fig. 23 (c) : Répartition des espèces par familles



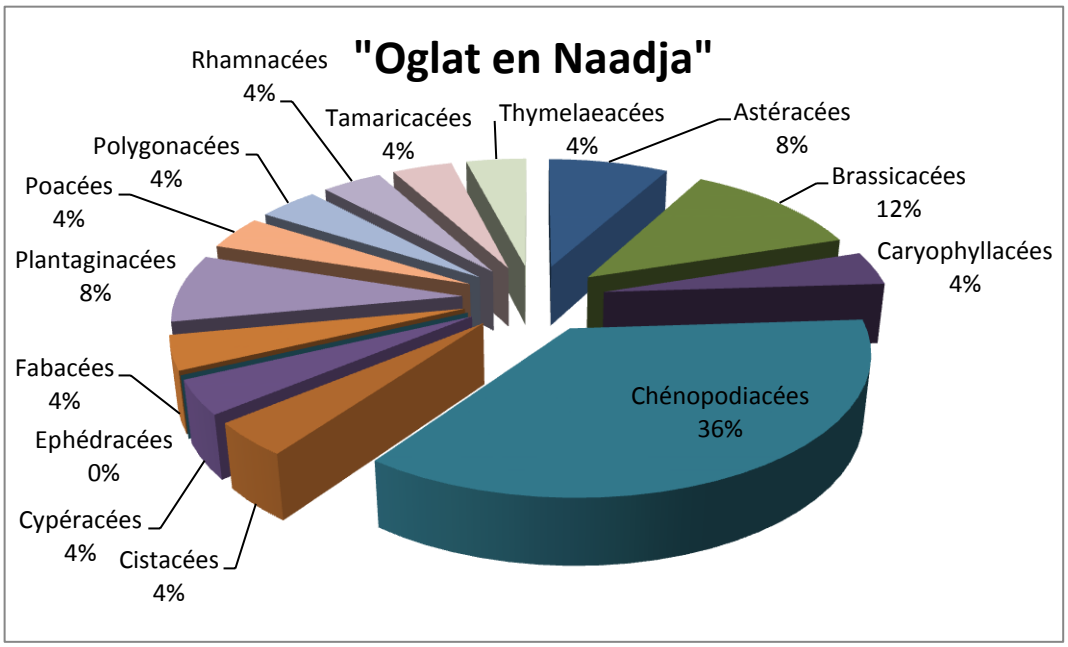


Fig. 23 (d) : Répartition des espèces par familles

V-3- Discrimination par l'AFC

V-3-1- Introduction

A travers cette étude notre objectif est d'essayer de comprendre la structure des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* depuis le littoral, en passant par la Sebkha d'Oran jusqu'à Chott El-Gharbi. La diversité floristique de ces groupements est régit à la fois par des facteurs écologiques et anthropozoogène que nous tenterons de faire apparaitre à l'aide d'une étude statistique.

Selon **Bonin et Tatoni (1990)**, l'aspect descriptif de l'organisation du tapis végétal peut être dépassé dès lors que l'on pratique des A.F.C. multiples et croisées en confrontant les données floristiques à d'autres types d'informations.

Nous avons donc jugé nécessaire d'utiliser les méthodes d'analyses multivariées, utilisées lorsque l'on effectue plusieurs mesures sur des éléments ou sujets. Il en existe plusieurs citons : l'analyse factorielle des correspondances, l'analyse en composantes principales, l'analyse discriminante et l'analyse canonique. Dans cette partie de notre étude, nous allons utiliser l'Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) qui, à notre sens, demeure fondamentale pour la compréhension des relations éventuelles qui s'établissent entre des variables discontinues et non quantitatives.

Nous savons, d'autre part que les principaux objectifs de la méthode statistique en question essentiellement descriptive et exploratrice se présentent comme suit :

Résumer les informations contenues dans un fichier de données non quantitatives ; il s'agit de déterminer quelles sont les espèces les plus corrélées entre elles,

Fournir une représentation graphique, permettant une interprétation facile des résultats (**Lebart**, **Morineau**, **Fenelon**, **1979** ; **Philippeau, 1985**).

Un certain nombre de chercheurs dont **El-Hamrouni (1992)** confirment que l'analyse factorielle des correspondances fournit une représentation graphique d'un nuage de points projeté sur des plans formés par des axes, pris deux à deux, appelés diagrammes ou cartes factorielles.

V-3-2- Méthodologie

Les données ont été traitées par la méthode d'analyse multivariée soit l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) à l'aide du logiciel informatique disponible au niveau de notre laboratoire "MINITAB 15".

Le principe de l'A.F.C. est de partir sans a priori sur les données et de les décrire en analysant la hiérarchisation de l'information présente dans les données. Pour ce faire,

les analyses factorielles étudient l'inertie du nuage de points ayant pour coordonnées les valeurs présentes sur les lignes du tableau de données.

Dans notre cas l'A.F.C. permet l'analyse d'un tableau « agrégé » de mesures correspondant aux espèces présentes ou absentes au niveau des relevés effectués dans les stations d'étude.

Cette méthode est par ailleurs très agréablement complétée par des outils de classification ascendante hiérarchique (CAH ou dendrogramme) qui permettent d'apporter des visions complémentaires, en particulier en construisant des arbres de classification des lignes ou des colonnes.

Pour une manipulation et une interprétation plus aisée et plus simple des résultats il est nécessaire de codifier le nom des espèces comme suit :

Espèces : exemple *Arthrocnemum glaucum* code Arg. Quand cela s'impose, on rajoute la deuxième voire la troisième lettre du nom du genre.

- **Concernant les matrices :** ce sont des tableaux à deux dimensions, croisant des individus ou espèces et des relevés.

Les lignes correspondent donc aux espèces recensées au niveau de chaque station étudiée.

Les colonnes représentent les relevés effectués qui sont au nombre de 20 par station. De plus, une colonne a été attribuée aux codes des taxons et une à la présence totale de l'espèce dans tous les relevés.

- **Graphiques :** Les matrices nous ont permis d'obtenir, après traitement, une série de diagrammes faisant apparaître des plans factoriels formés par des axes pris 2 à 2.

Un dendrogramme par station, faisant apparaître 4 groupes d'espèces ainsi que les étapes de fusion sous forme d'arborescence, a également été réalisé afin de mettre en évidence les corrélations pouvant exister entre les espèces (Fig. 24 à 51).

Ce sont des représentations schématiques simples de matrices dont les colonnes (relevés) caractérisent l'ensemble des lignes (individus).

Nous avons procédé comme suit :

Le nombre de groupes souhaités a été fixé à quatre ; afin de rendre la distinction plus aisée entre les groupes, des couleurs différentes ont été affectées à chacun d'eux.

Notons que les dendrogrammes utilisent les distances entre les espèces lors de la formation de groupes. Le type de distance le plus couramment utilisé est la distance euclidienne (distance géométrique dans un espace multidimensionnel). Cette dernière sera définie par une méthode de liaison simple.

V-3-3- Résultats et interprétations

- **Matrice de corrélation**

La matrice de corrélation est un indice de l'interdépendance des variables. Le calcul des composantes principales se fait à l'aide de la matrice de corrélation, celle-ci est utilisée pour normaliser les mesures des variables qui n'ont pas été prises avec la même échelle.

- **Analyse des valeurs et vecteurs propres de la matrice de corrélation de chaque station**

Afin de déterminer le nombre d'axes factoriels que l'on retient, il est intéressant de connaître la quantité d'information restituée par chaque axe ; cette mesure se fait à l'aide des valeurs propres que nous avons notées pour chaque axe au niveau de l'étude stationelle.

A la lecture des travaux de **Bonin et Vedrenne (1979)**, la part de l'information expliquée par deux axes donnés est égale à l'addition des parts expliquées par chacun des axes.

Exemple : station « Rachgoun 1 »

<u>Axe 1 – Axe 2</u> :

35,9 % + 12,7 % = 48,6 % pour le plan 1 – 2

<u>Axe 1 – Axe 3</u> :

35,9 % + 11,4 % = 47,3 % pour le plan 1 – 3

<u>Axe 2 – Axe 3 :</u>

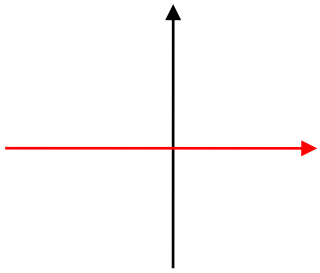
12,7 % + 11,4 % = 24,1 % pour le plan 2 – 3

Pour l'ensemble des sept stations, nous avons constaté qu'arrivé à l'axe 3 ≈ 70 % de l'information était restituée ; ce qui nous semble satisfaisant. En effet le but même de cette analyse est d'avoir le maximum d'informations avec le minimum de dimensions possibles (axes). Notre étude statistique comptera donc trois axes factoriels. Aussi, l'interprétation d'un axe revient d'une part à trouver une analogie entre, ce qui est localisé du côté négatif et positif de l'axe, et d'autre part à définir les caractères qui opposent les extrémités de ce même axe.

- **Analyse stationnelle**

Station « Rachgoun 1 »

Les composantes principales étudiées sont (CP1x CP2), (CP1x CP3), (CP2x CP3).



Axe horizontal : côté positif 1 et 4 côté négatif 2 et

- **Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C.**

Axe 1 (Fig.24) : Valeur propre : 7,18
Taux d'inertie : 35,9

Côté positif :	**Côté négatif:**
Chrysanthemum grandiflorum	*Eucalyptus globulis*
Daphne loreola	*Cupressus sempervirens*
Tamarix gallica	*Plantago coronopus*
Cichorium intybus	*Dianthus velutinus*
Arthrocnemum glaucum	*Acacia radiana*
Hordeum murinum	*Tribulus terrestris*
Chenopodium album	

Les espèces en situation négative préfèrent des sols profonds humides, ceux se trouvant du côté positif sont des espèces évoluant sur des sols pauvres en nutriments.

Nous relevons un gradient croissant du pôle négatif au pôle positif de salinité (*Tamarix gallica, Arthrocnemum glaucum*) accompagné du gradient thérophytisation.

Axe 2 (Fig.25) : Valeur propre : 2,53
Taux d'inertie : 12,7

Côté positif :	**Côté négatif :**
Fagonia cretica	*Arthrocnemum glaucum*
Rapistrum rugosum	*Juncus maritimus*
Rubia peregrina	*Phragmites communis*
Centaurea pullata	*Hordeum murinum*
	Agropyron repens

Cet axe est sous-tendu par un facteur écologique (salinité) allant du côté positif au côté négatif. La présence de *Arthrocnemum glaucum* mêlé à quelques Poacées le confirme. Un peu plus loin sur ce même axe mais à l'extrémité du pôle négatif on retrouve *Juncus maritimus et Phragmites communis*, espèce des milieux salés, riche en éléments nitrates et exigeante également à l'égard du facteur humidité.

Sur le côté positif de l'axe nous rencontrons les taxons post-culturaux.

Axe 3 (Fig.26) : Valeur propre : 2,27
Taux d'inertie : 11,4

Côté positif :	**Côté négatif :**
Juncus maritimus	*Daucus carota*
Chrysanthemum coronarium	*Plantago lagopus*
Malva sylvestris	*Anthemis maritima*
Sylibum marianum	*Plantago ovata*
Scolymus hispanicus	*Atriplex halimus*
Xanthium italicum	
Echium vulgare	

Au niveau de cet axe nous relevons un gradient croissant de thérophytisation allant du pôle positif vers le pôle négatif, ce qui semble être confirmé par la présence de *Daucus carota* et surtout des plantins (*Plantago ovata*, *Plantago lagopus*).

- **Dendrogramme**

La classification hiérarchique individualise deux ensembles A et B au niveau de cette station (Fig.27). Le premier est subdivisé en plusieurs sous-ensembles complexes alors que le deuxième individualise quatre espèces.

Aussi, pour l'ensemble des stations, il nous a été difficile d'interpréter ces dendrogrammes.

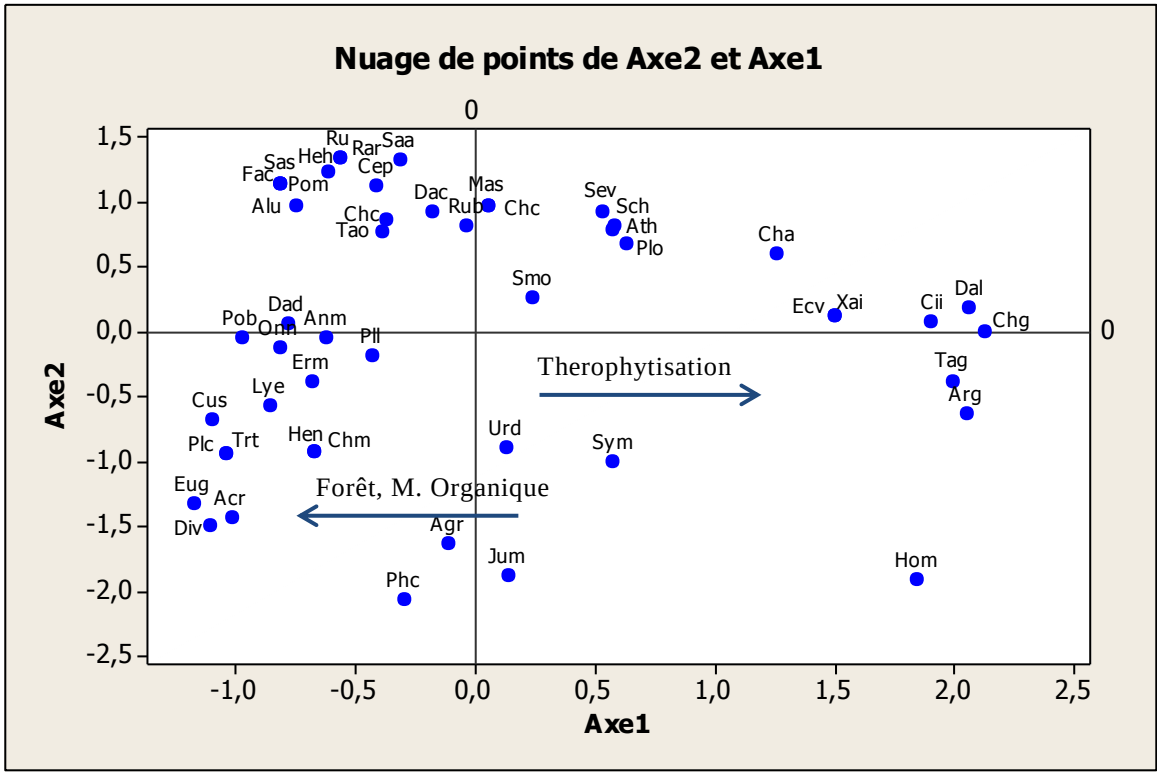


Fig. 24 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 1 » (Axe 1- Axe 2)

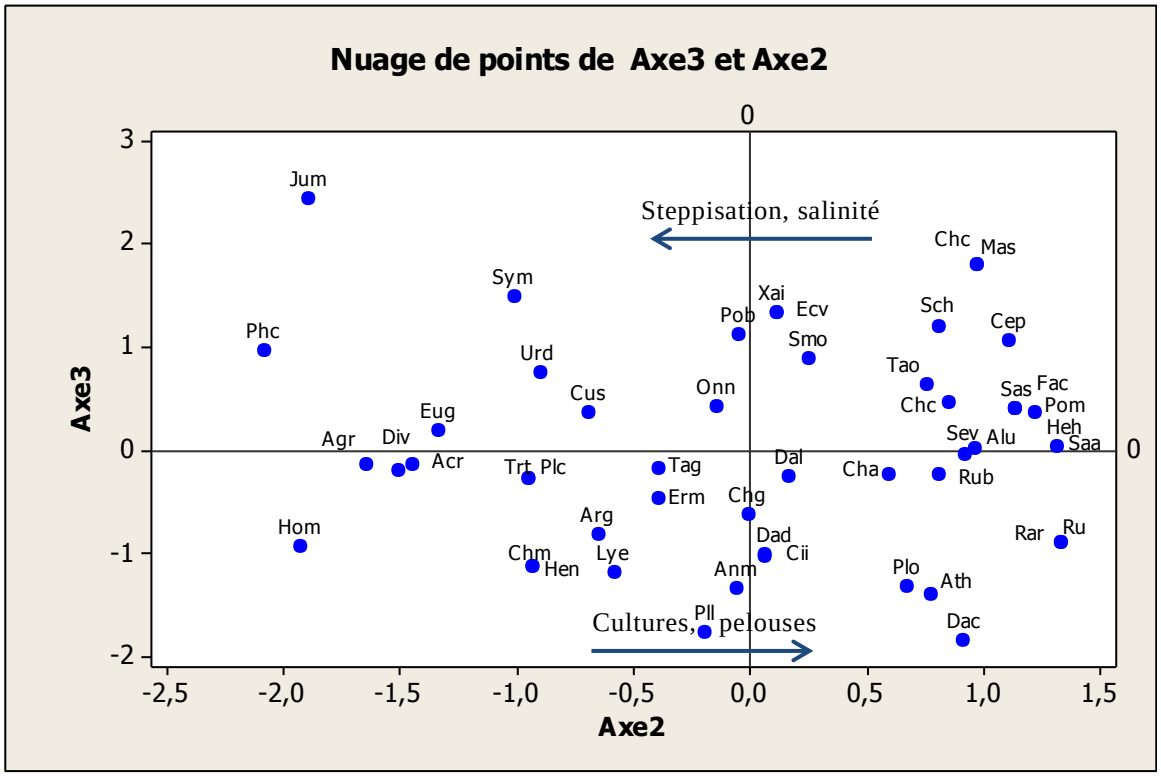


Fig. 25 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 1 » (Axe 2- Axe 3)

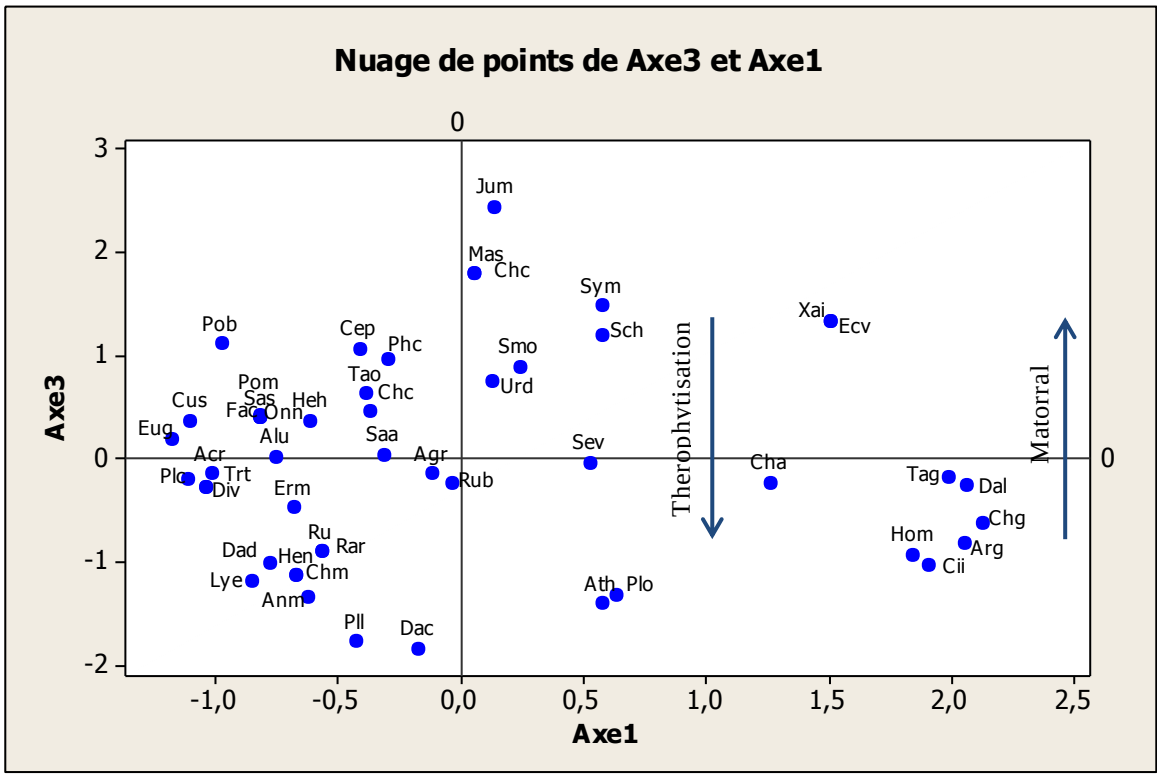


Fig. 26 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 1 » (Axe 1- Axe 3)

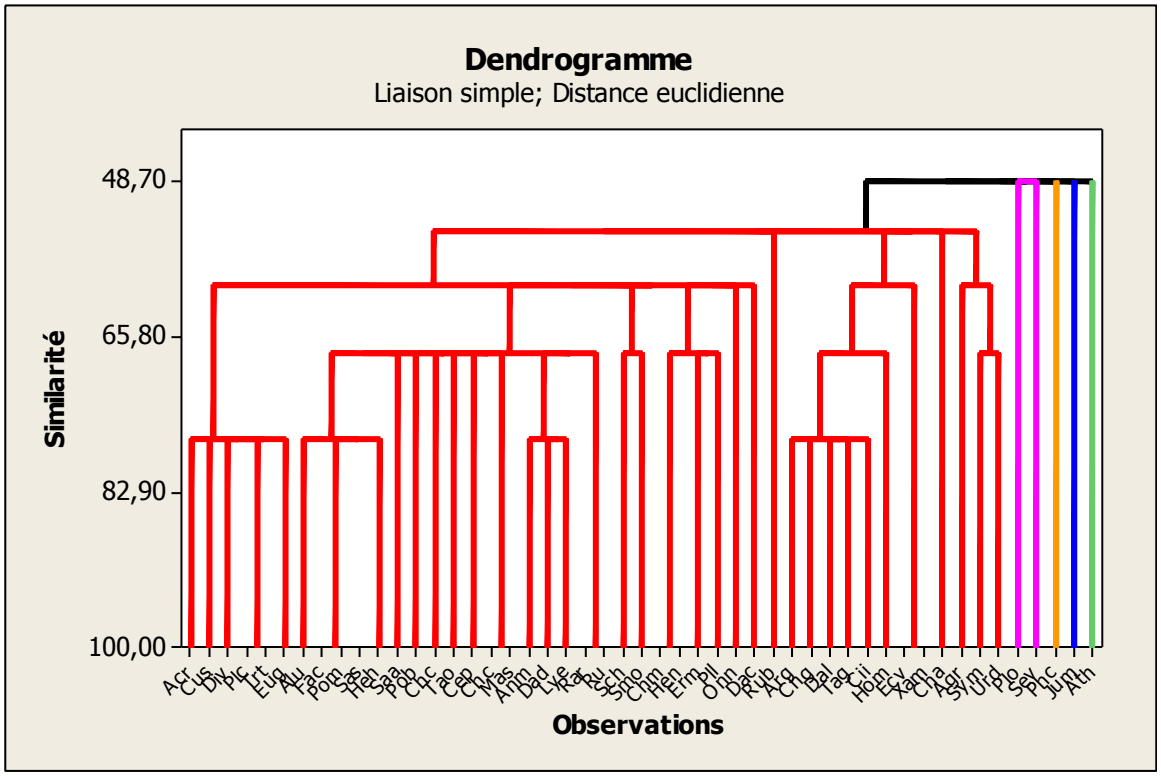


Fig. 27 : Dendrogramme des espèces de la station « Rachgoun 1 »

Station de « Rachgoun 2 »

Les composantes principales étudiées sont (CP1x CP2), (CP1x CP3), (CP2x CP3).

- **Signification écologique des axes relatifs à l'AFC**

Axe 1 (Fig.28) : Valeur propre : 4,72

Taux d'inertie : 23,6

Côté positif :	**Côté négatif :**
Lobularia maritima	*Suaeda maritima*
Pistacia lentiscus	*Aeluropus littoralis*
Calycotome intermedia	*Polygonum maritimum*
Juniperus phoenicea	*Halocnemum strobilaceum*
Erodium moschatum	
Hordeum murinum	

L'axe 1 de la deuxième station de Rachgoun oppose deux catégories d'espèces, salées du côté négatif et espèces des formations à matorrals à l'opposé. Les taxons post-culturaux semblent occuper eux aussi le côté positif de l'axe. Un gradient « salinité » marque bien cet axe, allant du côté positif au côté négatif comme le confirment les sujets de milieux fortement salés (*Suaeda maritima* et *Halocnemum strobilaceum*).

Axe 2 (Fig.29) : Valeur propre : 2,97
Taux d'inertie : 14,9

Côté positif :	**Côté négatif :**
Phyllerea angustifolia	*Sinapis arvensis*
Pistacia lentiscus	*Hordeum murinum*
Juniperus phoenicea	*Lagurus ovatus*
Olea europea	*Echium vulgare*

Cet axe est caractérisé par deux gradients distincts :

- Pré-forêt : les espèces du matorral se concentrent sur le côté positif de l'axe (*Pistacia lentiscus*, *Phyllerea angustifolia*).
- Anthropisation : sur le côté négatif par contre on retrouve les taxons liés aux cultures (*Sinapis arvensis*, *Hordeum murinum*) mêlés à deux espèces qui se détachent sensiblement *Taraxacum officinalis* et *Echium vulgare*, espèce pré-forestière.

Axe 3 (Fig.30) : Valeur propre : 2,56
Taux d'inertie : 12,8

Côté positif :	**Côté négatif :**
Arthrocnemum Glaucum	*Lobularia maritima*
Halogeton sativus	*Erodium moschatum*
Juncus maritimus	

Là aussi les même caractéristiques semblent marquer l'axe en question notamment la salinité et les cultures. Nous remarquons un gradient croissant « salinité » allant du pôle négatif au pôle positif confirmé par la présence de *Arthrocnemum glaucum*

et *Halogeton sativus*. Certaines espèces liées au matorral sont également présentes : *Juniperus phoenicea* ou *Pistacia lentiscus*.

Les espèces nitratophiles liées aux cultures s'opposent aux précédentes et occupent le côté négatif de l'axe.

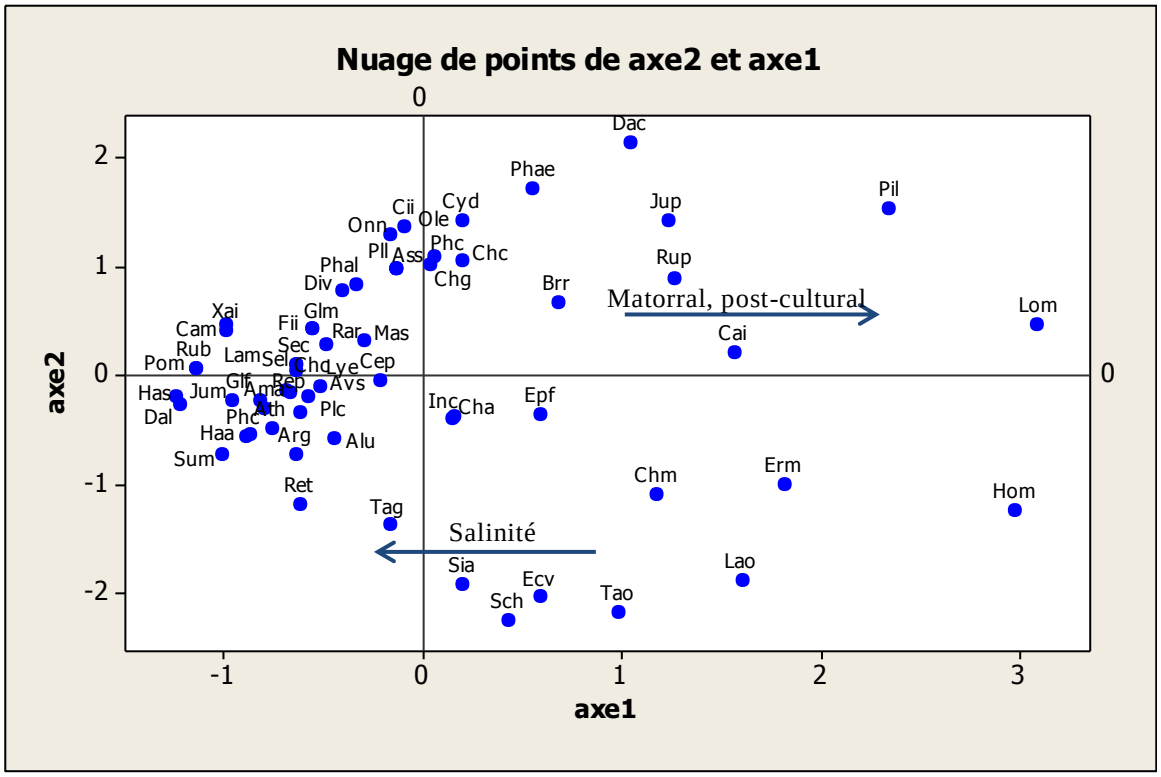


Fig. 28 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 1- Axe 2)

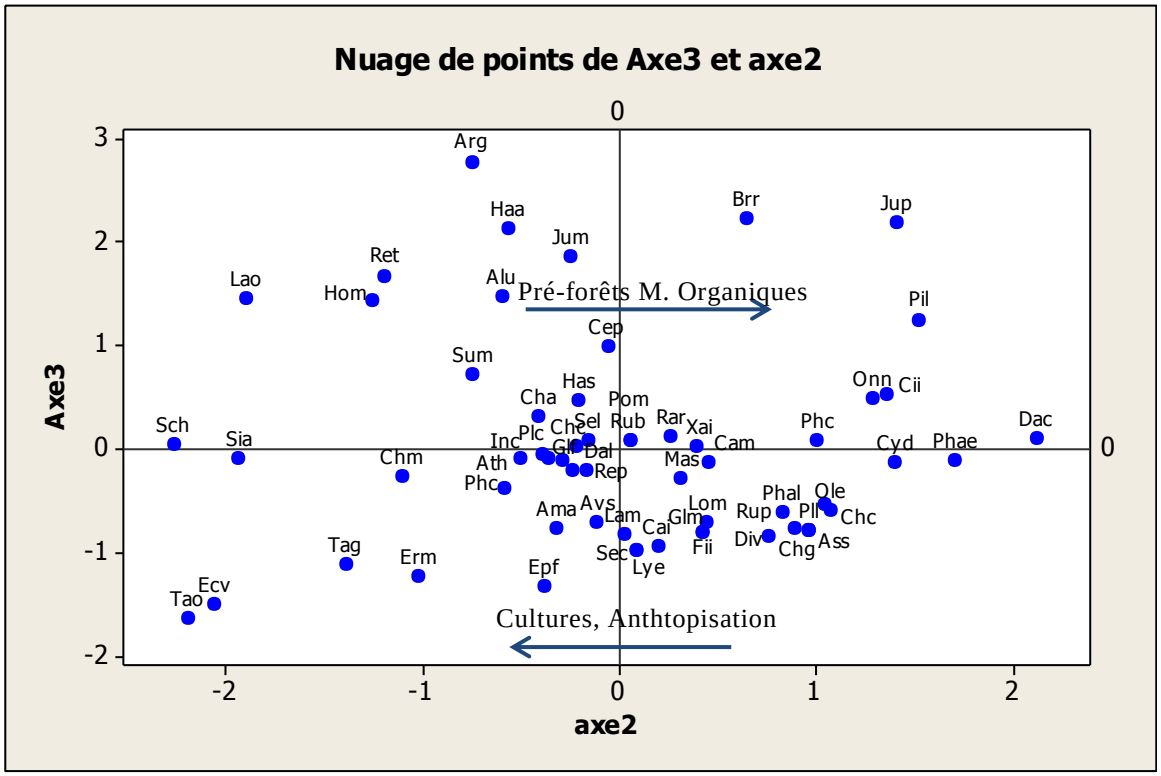


Fig. 29 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 2- Axe 3)

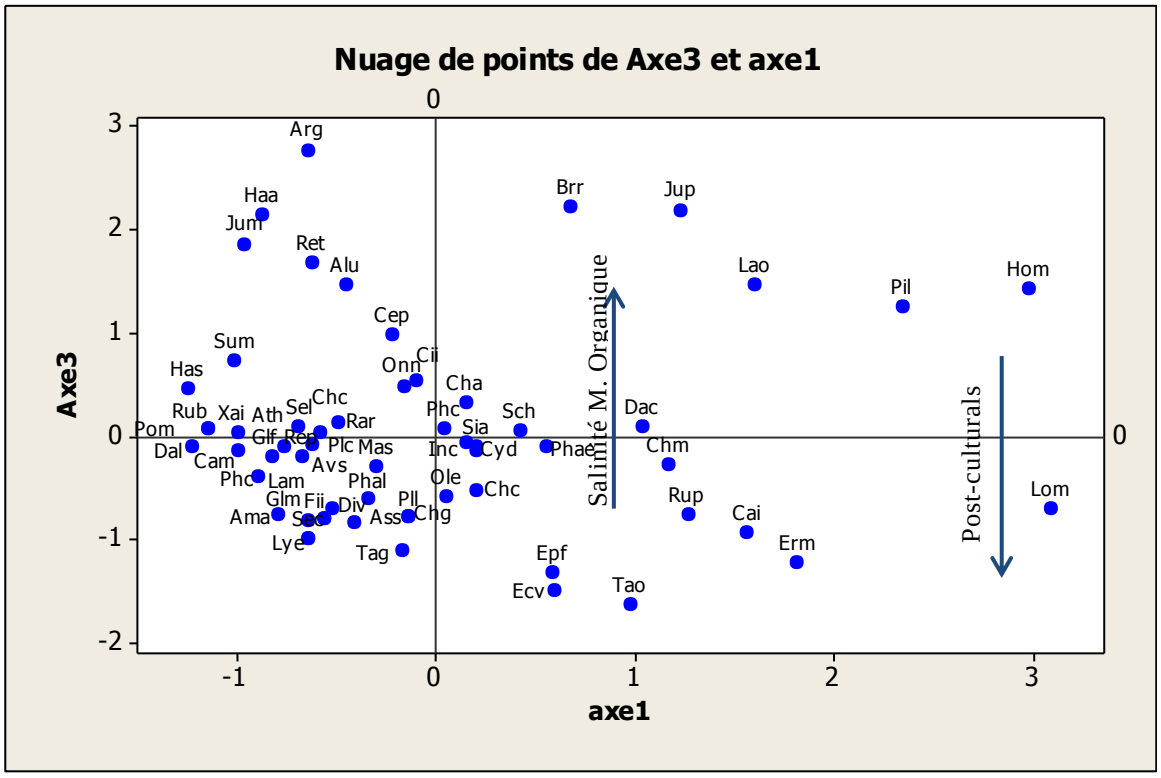


Fig. 30 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 1- Axe 3)

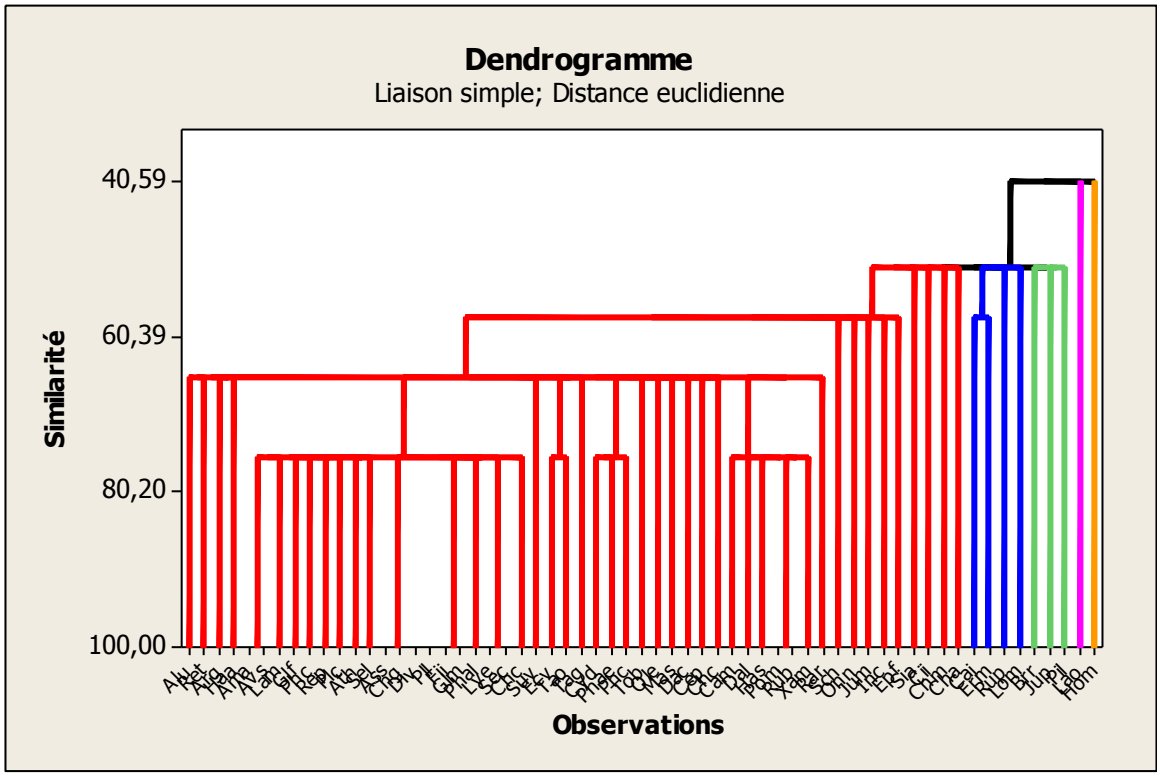


Fig. 31 : Dendrogramme des espèces de la station « Rachgoun 2 »

- **Dendrogramme**

En utilisant la classification ascendante hiérarchique on obtient deux ensembles A et B (Fig.31). Le premier se scinde en deux grands sous-ensembles et le deuxième individualise et exclut deux espèces *Lagorus ovatus* et *Hordeum murinum*.

Station de « Moscarda »

Les composantes principales étudiées sont (CP1x CP2), (CP1x CP3), (CP2x CP3).

- **Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C.**

Axe 1 (Fig.32) : Valeur propre : 3,19

Taux d'inertie : 16

Côté positif :	**Côté négatif :**
Arthrocnemum glaucum	*Pallenis spinosa*
Chenopodium album	*Asparagus stipularis*
Centaurea pullata	*Taraxacum officinalis*
Bromus rubens	*Allium nigrum*

Cet axe se caractérise par des gradients « salinité et cultures » croissant allant du pôle négatif au pôle positif comme le prouvent les espèces des milieux salés (*Arthrocnemum glaucum* et *Chenopodium album*) et les espèces liées aux cultures (*Bromus rubens*, *Centaurea pullata*).

De l'autre côté s'installent les sujets caractérisants des mattorals dégradés (*Pallenis spinosa*, *Asparagus stipularis*).

Axe 2 (Fig.33) Valeur propre : 2,41
Taux d'inertie : 12,1

Côté positif :	**Côté négatif :**
Pallenis spinosa	*Fagonia cretica*
Sedum acre	*Arthrocnemum glaucum*
Chrysanthemum grandiflorum	*Atriplex halimus*
Lobularia maritima	*Chenopodium album*
	Spartium junceum

Au niveau de cet axe nous avons un scénario différent par rapport au précédent. Le gradient « salinité » est croissant allant du côté positif au côté négatif comme le montrent les espèces *Fagonia cretica*, *Arthrocnemum glaucum*, *Atriplex halimus* etc. installées du côté négatif.

Du côté positif de l'axe les espèces du matorral (*Pallenis spinosa*, *Sedum acre*) et anthropiques (*Chrysanthemum grandiflorum*, *lobularia maritima*) dominent.

Axe 3 (Fig.34) : Valeur propre : 1,74
Taux d'inertie : 8,7

Côté positif :	**Côté négatif :**
Inula viscosa	*Medicago marina*
Lobularia maritima	*Chrysanthemum grandiflorum*
Centaurea pullata	*Matthiola sinuata*
Lavendula dentata	*Chamaerops humilis*

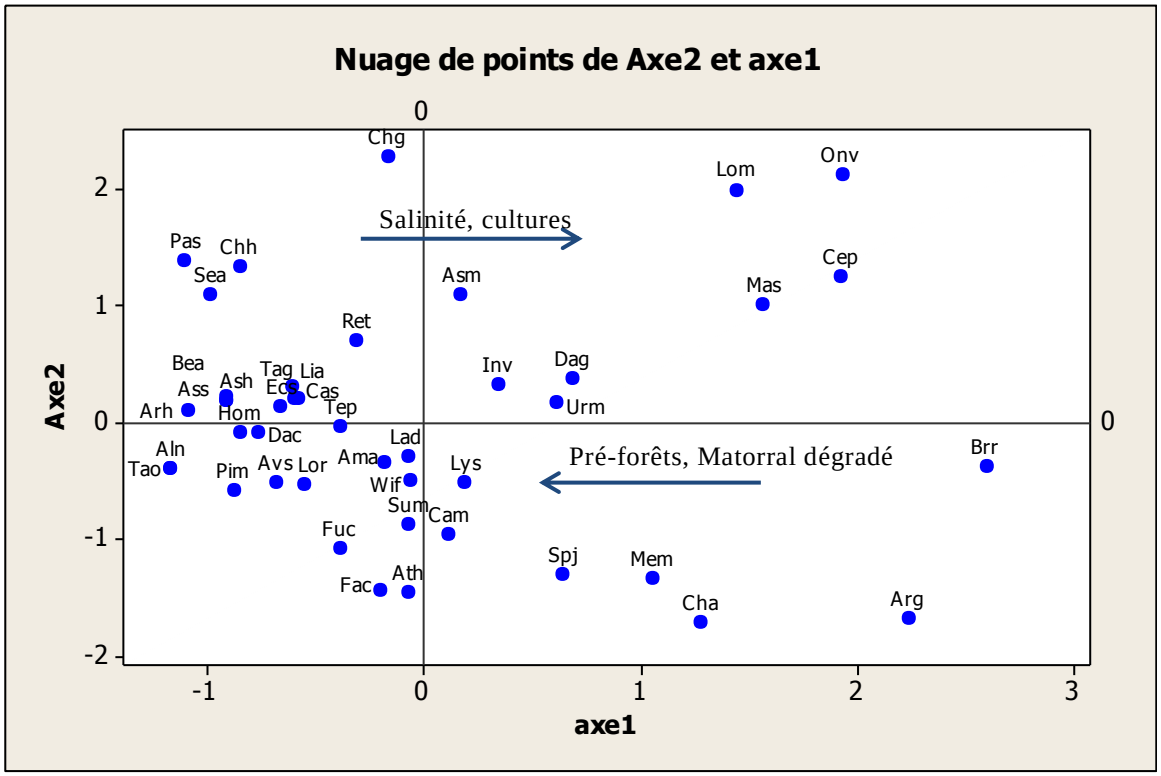


Fig. 32 : Plan factoriel des espèces de la station « Moscarda » (Axe 1- Axe 2)

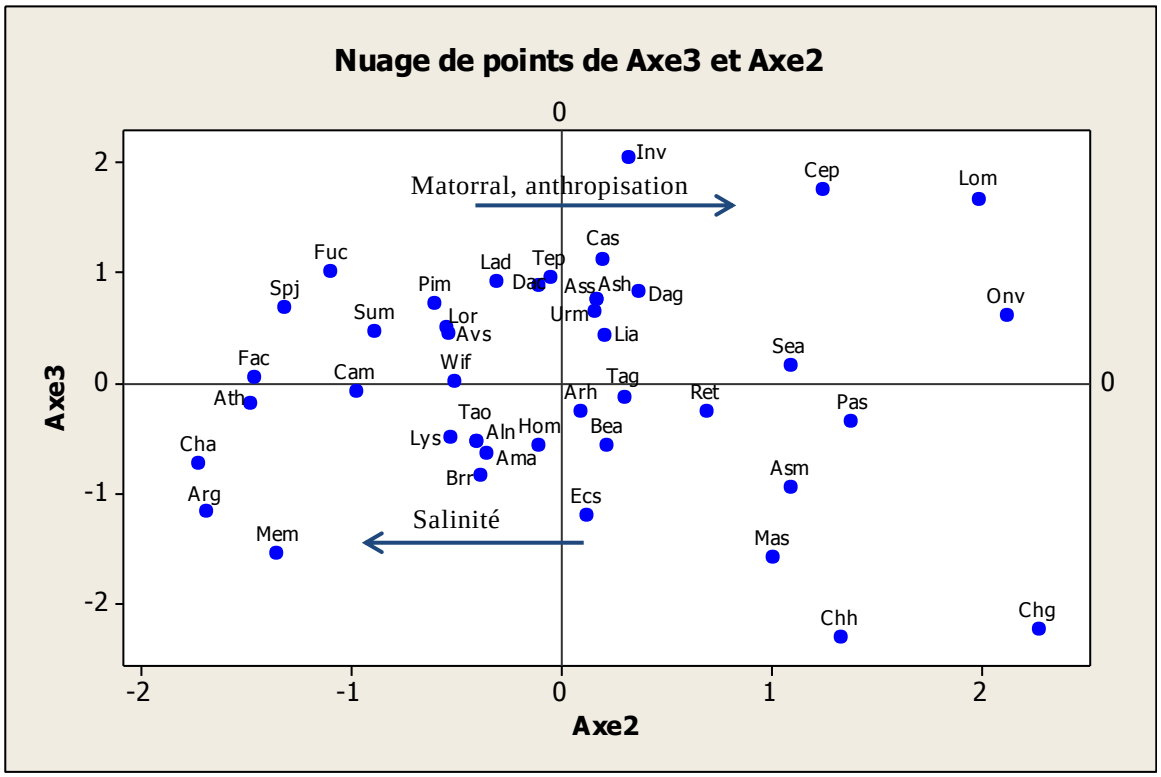


Fig. 33 : Plan factoriel des espèces de la station « Moscarda » (Axe 2 - Axe 3)

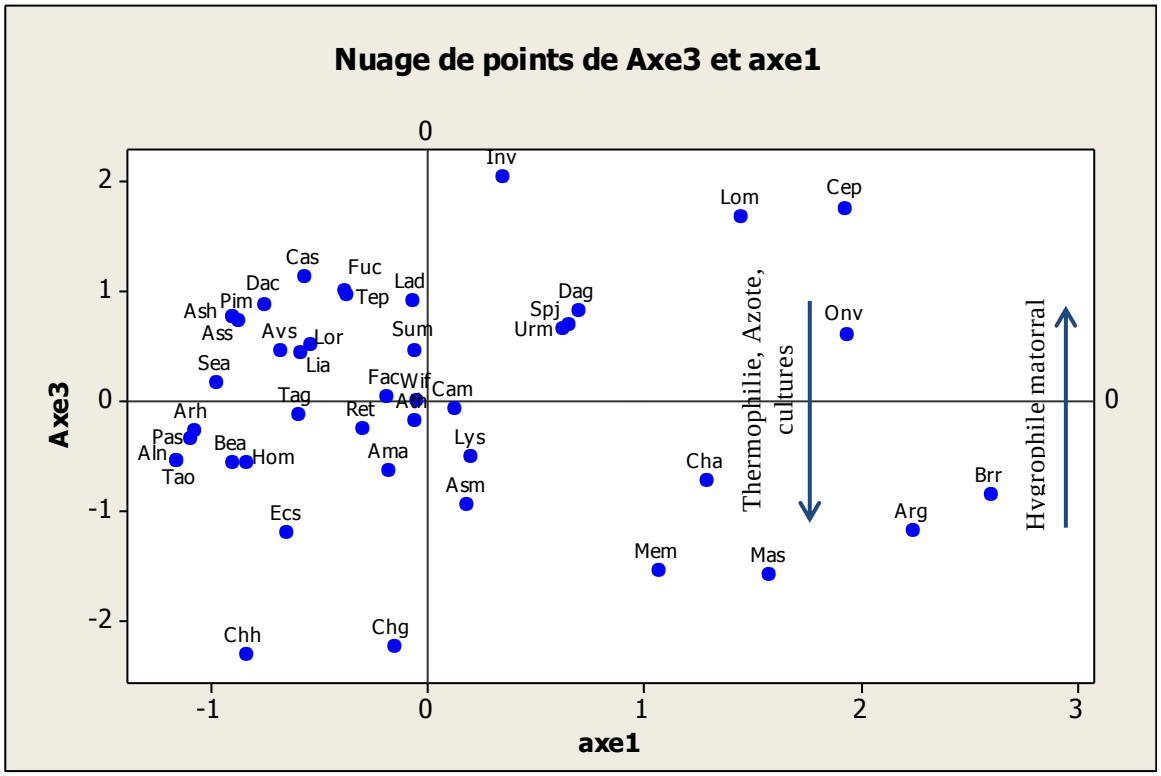


Fig. 34 : Plan factoriel des espèces de la station « Moscarda » (Axe 1 - Axe 3)

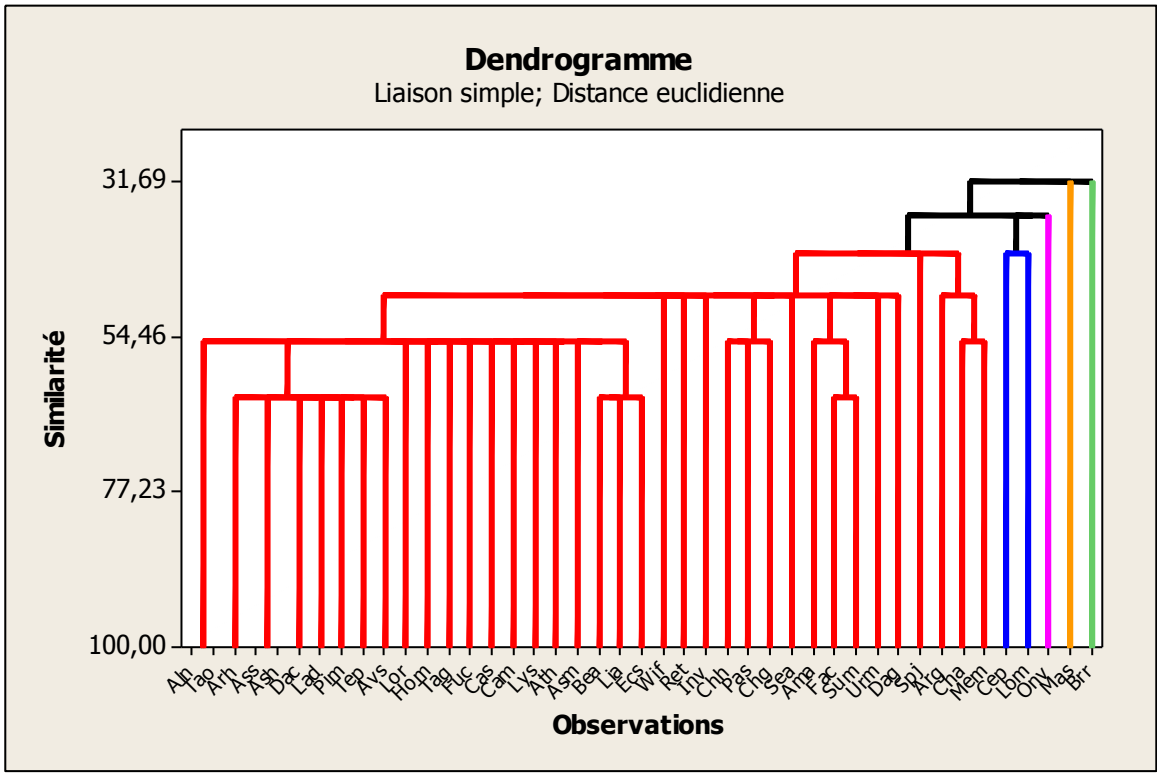


Fig. 35 : Dendrogramme des espèces de la station « Moscarda »

Ce dernier axe montre la présence de gradients écologiques « matorral, azote » le sous-tendant. Il permet également de révéler deux autres gradients qui s'opposent normalement la thermophilie et l'hygrophilie.

Les espèces installées du côté négatif indiquent une présence d'azote libéré vraisemblablement par les fertilisants des cultures avoisinantes (*Medicago marina*, *Chrysanthemum grandiflorum*). Le *Chamaerops humilis* quant à lui indique une thermophilie.

Dendrogramme

Le dendrogramme de la station « Moscarda » (Fig.35) divise l'ensemble des espèces en deux : le grand ensemble A et un deuxième ensemble B constitué de deux espèces *Bromus rubens* et *Matthiola sinuata.*

Station de « El-Amria 1 »

Les composantes principales étudiées sont (CP1x CP2), (CP1xCP3), (CP2xCP3).

- **Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C.**

Axe 1 (Fig.36) : Valeur propre : 2,12
Taux d'inertie : 21,3

Côté positif :	**Côté négatif :**
Asparagus stipularis	*Halocnemum strobilaceum*
Urginea maritima	*Lygeum spartum*
Asphodelus microcarpus	*Calendula arvensis*
Erodium moschatum	*Chrysanthemum grandiflorum*
	Anthyllis tetraphylla

Du côté négatif de l'axe nous avons les espèces vivaces des steppes salées (*Halocnemum strobilaceum*) accompagnées de thérophytes (*Calendula arvensis*, *Chrysanthemum grandiflorum*) et d'une espèce psammophile (*Mesembryanthemum nodiflorum*).

De l'autre côté positif de l'axe nous avons les taxons rappelant les milieux pré-forestiers dégradés (*Asparagus stipularis*, *Urginea marit*ima,).

Nous relevons ainsi des gradients croissants « salinité et psammophilisation » allant du pôle positif au pôle négatif.

Axe 2 (Fig.37) : Valeur propre : 1,95

Taux d'inertie : 19,5

Côté positif :	**Côté négatif :**
Lygeum spartum	*Tamarix gallica*
Arthrocnemum glaucum	*Salicornia radicans*
Suaeda maritima	*Bromus madritensis*

Les espèces vivaces des milieux salés s'installent sur le côté positif de l'axe (*Lygeum spartum*, *Arthrocnemum glaucum*, *Suaeda maritima*).

Sur le côté opposé, négatif, les espèces préférant le sable fin constituent un ensemble de trois taxons localisés à l'extrémité du plan factoriel (*Tamarix gallica*, *Salicornia radicans*, *Bromus madritensis*).

Des gradients croissants « gypse et salinité » marquent bien l'axe, allant du pôle négatif au pôle positif.

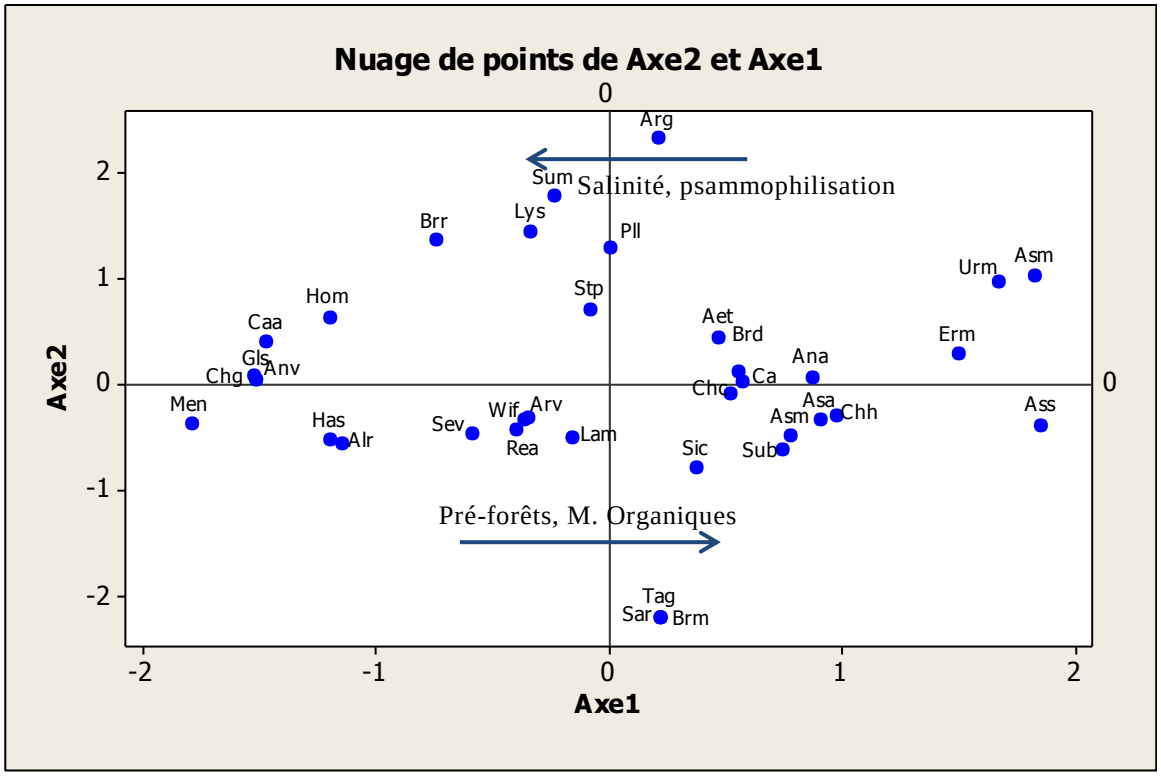


Fig. 36 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 1 » (Axe 1 - Axe 2)

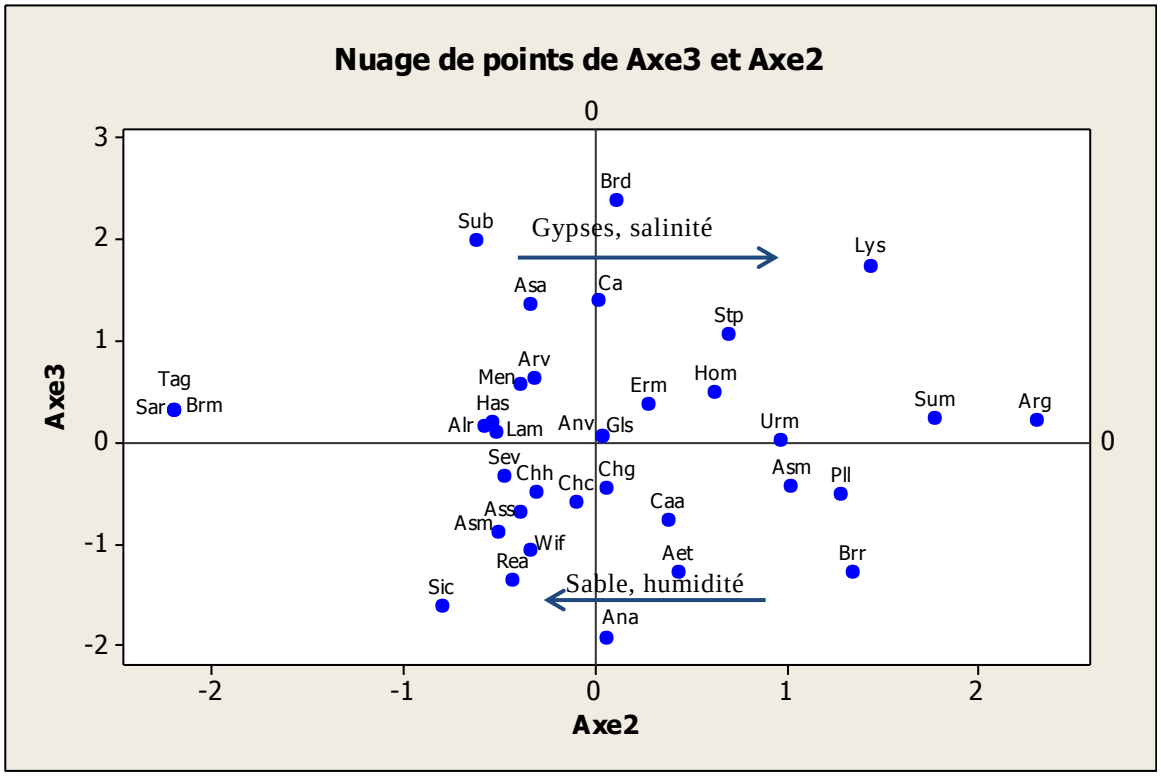


Fig. 37 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 1 » (Axe 2 - Axe 3)

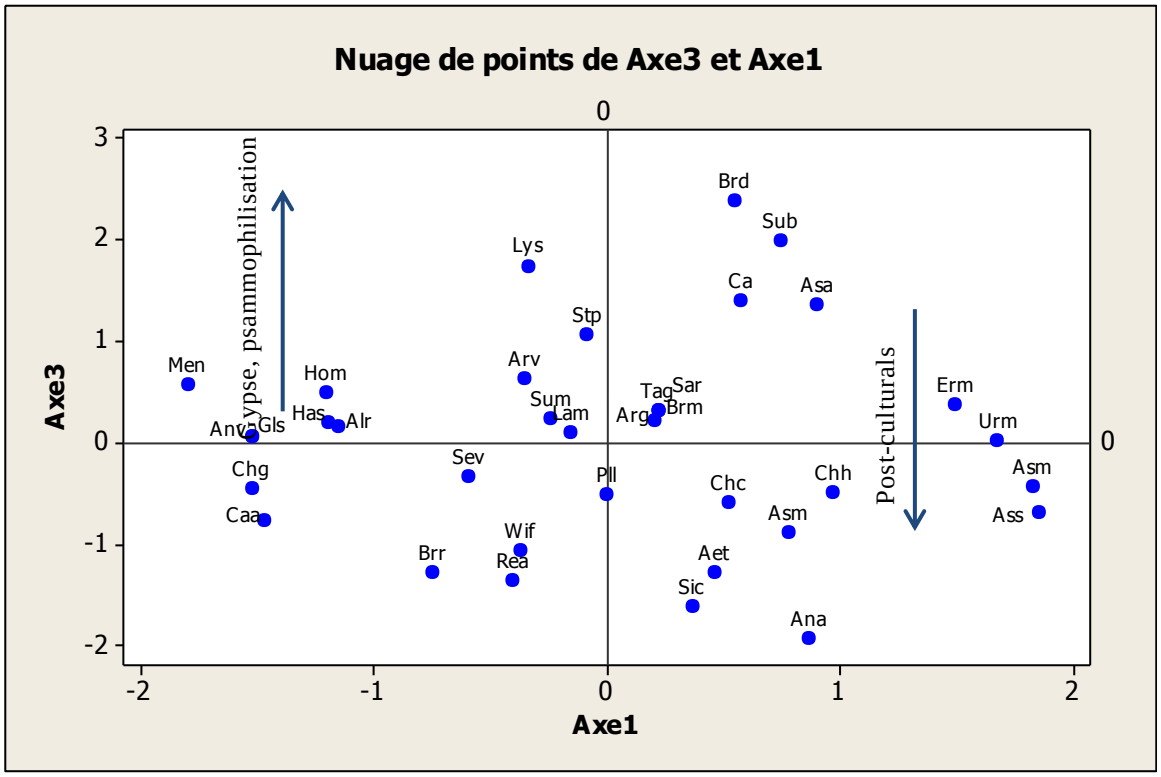


Fig. 38 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 1 » (Axe 1 - Axe 3)

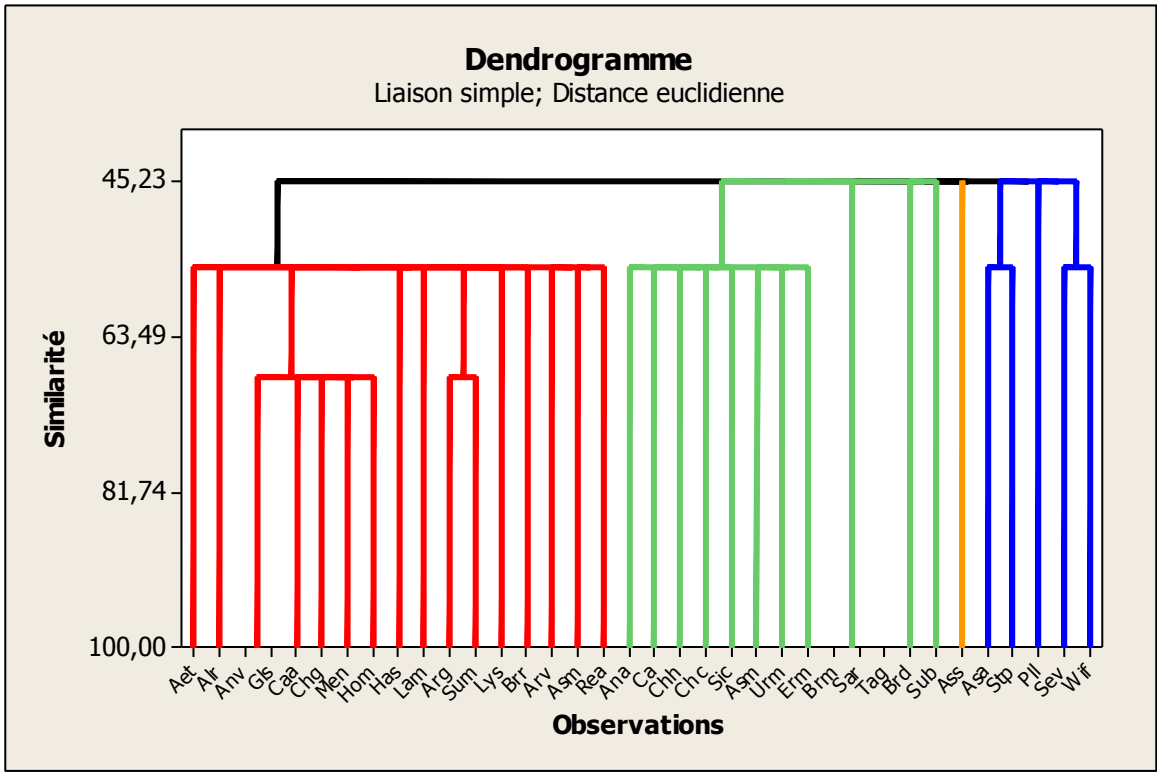


Fig. 39 : Dendrogramme des espèces de la station « El-Amria 1 »

Axe 3 (Fig.38) : Valeur propre : 1,32
Taux d'inertie : 13,2

Côté positif :	**Côté négatif :**
Lygeum spartum	*Silene conica*
Stipa parviflora	*Anagalis arvensis*
Succowia balearica	*Bromus rubens*
Mesembryanthemum nodiflorum	*Aegilops triuncialis*
	Reseda alba

Nous avons une nette discrimination entre les différentes espèces (côté positif et côté négatif). En effet, sur cet axe, côté positif, nous trouvons les taxons liés au gypse (*Lygeum spartum*) et ceux des zones sablono-limoneuses, d'autre part le côté négatif comprend essentiellement des espèces annuelles post-culturales (*Silene conica, Anagalis arvensis, Bromus rubens*), cela est confirmé par un gradient « culture » allant du pôle positif au pôle négatif.

- **Dendrogramme**

Le dendrogramme de cette station est constituée de quatre groupes distincts de couleur différente (Fig.39).

Station de « El-Amria 2 »

Les composantes principales étudiées sont (CP1xCP2), (CP1x CP3 (CP2xCP3).

- **Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C.**

Axe 1 (Fig.40) : Valeur propre : 3,45
Taux d'inertie : 34,5

Côté positif :	**Côté négatif :**
Brachypodium distachyum	*Lavatera maritima*
Bromus rubens	*Senecio vulgaris*
Aegilops triuncialis	*Asparagus albus*
Salicornia radicans	*Lygeum spartum*

Cet axe est marqué essentiellement par la présence d'un ensemble d'espèces situées à l'extrémité du côté négatif (*Lavatera maritima, Senecio vulgaris, Asparagus albus*) partageant les mêmes affinités du milieu (Azote, gypse).

Le côté opposé comprend les taxons post-culturaux (*Brachypodium distachyum, Bromus rubens, Aegilops triuncialis*…) qui sont accompagnés d'une halophyte *Salicornia radicans*, caractérisé d'ailleurs par des gradients « sels, cultures » allant du pôle négatif au pôle positif de l'axe.

Axe 2 (Fig.41) : Valeur propre : 1,89
Taux d'inertie : 19

Côté positif :	**Côté négatif :**
Tamarix gallica	*Erodium moschatum*
Bromus rubens	*Aegilops triuncialis*
Anagalis arvensis	*Brachypodium distachyum*
Salicornia radicans	*Asteriscus maritimus*

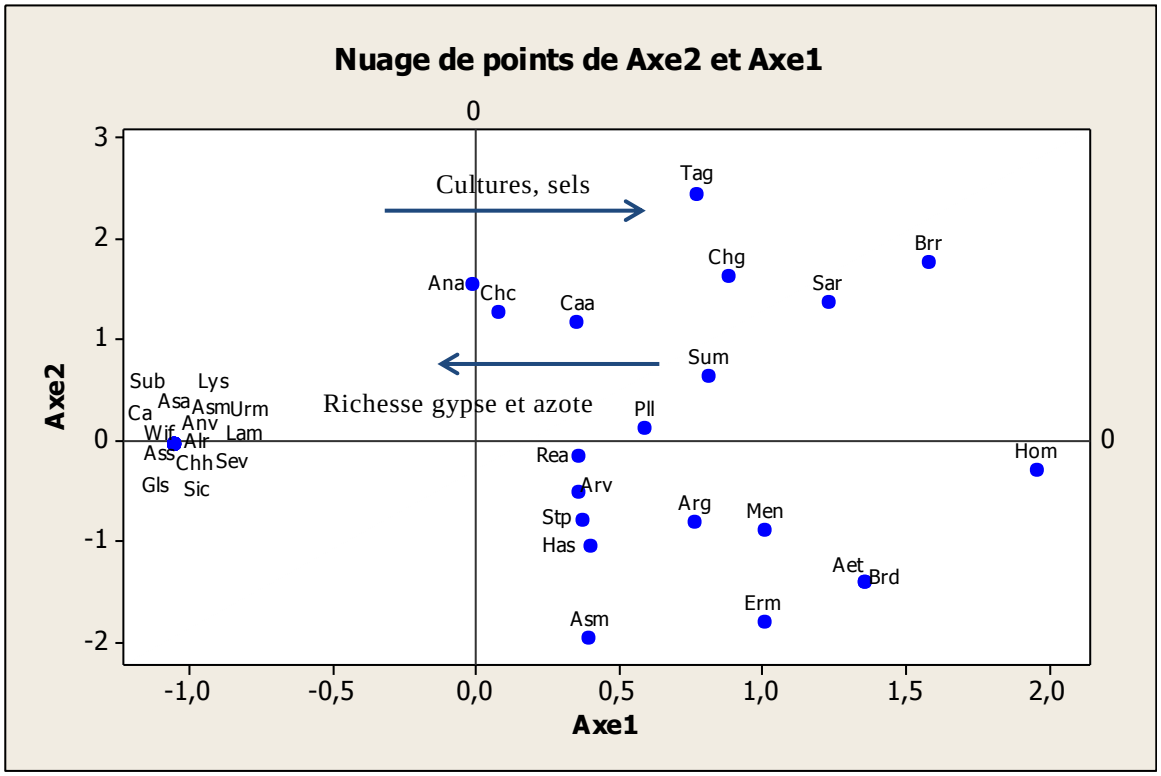


Fig. 40 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 2 » (Axe 1 - Axe 2)

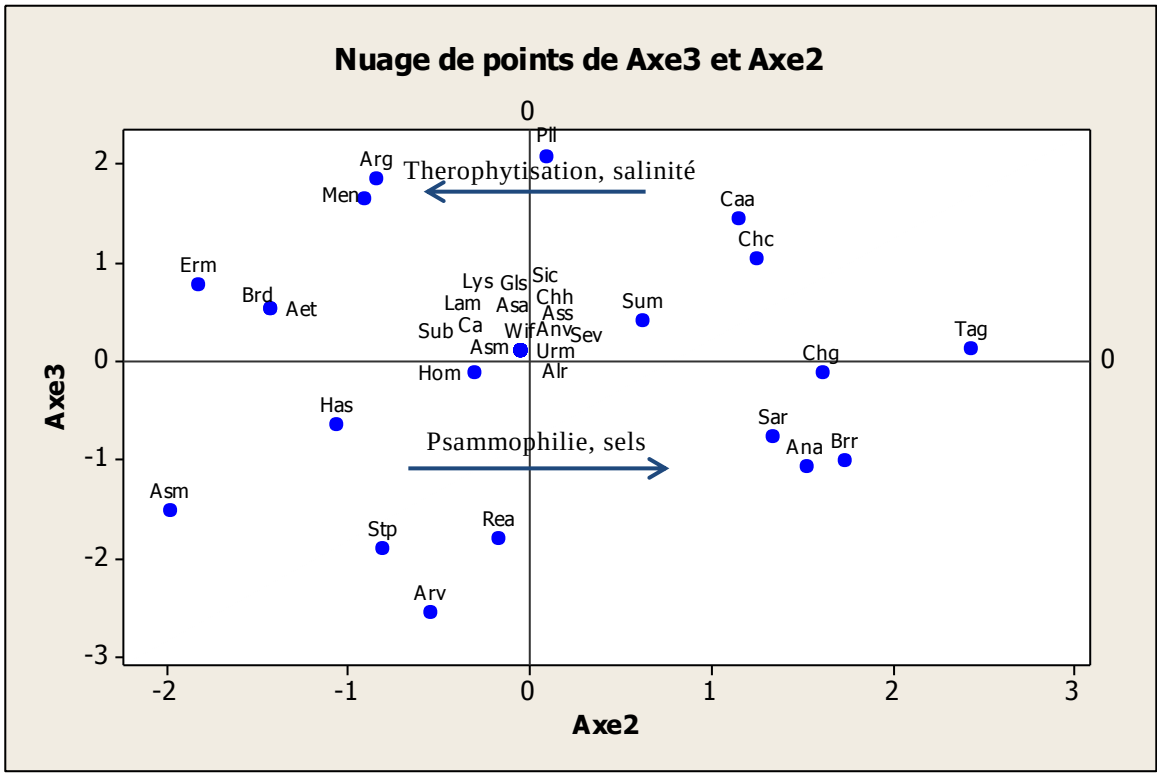


Fig. 41 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 2 » (Axe 2 - Axe 3)

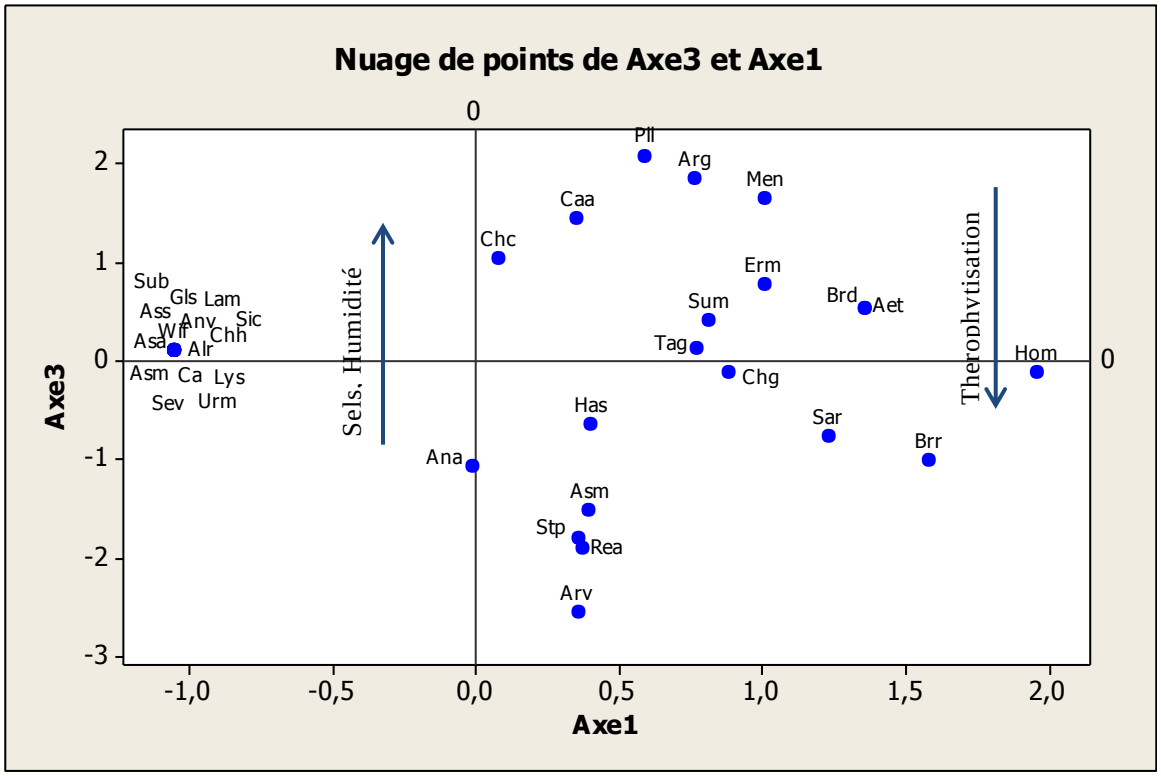


Fig. 42 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 2 » (Axe 1 - Axe 3)

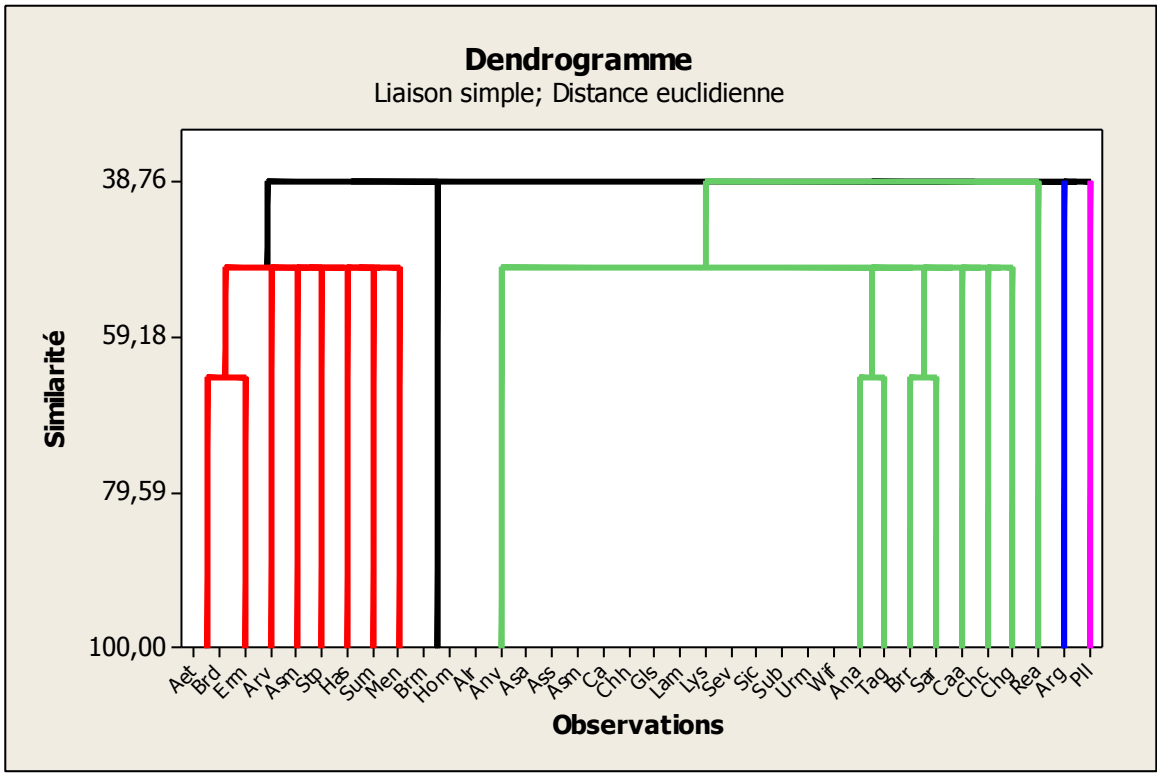


Fig. 43 : Dendrogramme des espèces de la station « El-Amria 2 »

Du côté positif de l'axe, les espèces liées surtout au substrat sable s'y retrouvent (*Tamarix gallica*, *Bromus rubens*, *Anagalis arvensis*) accompagnées par une halophyte, *Salicornia radicans*.

Sur le côté opposé, négatif, on trouve les taxons liés à la thérophytisation (*Aegilops triuncialis*, *Erodium moschatum*, *Brachypodium distachyum*…).

Axe 3 (Fig.42) : Valeur propre : 1,32
Taux d'inertie : 13,3

Côté positif :	**Côté négatif :**
Plantago lagopus	*Anagalis arvensis*
Arthrocnemum glaucum	*Arisarum vulgare*
Mesembryanthemum nodiflorum	*Reseda alba*
	Asteriscus maritimus

Le côté négatif de l'axe est un espace rassemblant essentiellement des sujets liés à la thérophytisation (*Anagalis arvensis, Arisarum vulgare, Reseda alba*…).

Du côté positif s'installent les taxons liés à l'humidité (*Plantago lagopus*) et à la salinité (*Arthrocnemum glaucum*, *Mesembryanthemum nodiflorum*).

- **Dendrogramme**

Le dendrogramme de la station « El-Amria 2 » (Fig.43) est plus aéré mais par soucis d'homogénéisation dans l'interprétation des stations d'étude nous ne l'interpréterons pas.

Station de « Sebkha 2 »

Les composantes principales étudiées sont (CP1x CP2), (CP1x CP3), (CP2x CP3).

- **Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C.**

Axe 1 (Fig.44) : Valeur propre : 3,44
Taux d'inertie : 17,2

Côté positif :	**Côté négatif :**
Bromus madretensis	*Scolymus hispanicus*
Sinapis arvensis	*Arisarum vulgare*
Brachypodium distachyum	*Medicago rugosa*
Astericus maritimus	*Silene conica*
	Lygeum spartum

Les espèces post-culturales occupent le côté positif de l'axe (*Bromus madretensis*, *Sinapis arvensis*, *Brachypodium distachyum*) accompagnées d'une halophyte obligatoire *Arthrocnemum glaucum*. Bien que l'axe affiche un gradient salinité croissant allant du pôle négatif au pôle positif, la tendance est celle de la thérophytisation.

Les espèces *Medicago rugosa*, *Silene conica*, *Lygeum spartum*, *Oxalis pes-caprae* s'installent sur le côté opposé négatif. Deux autres gradients, gypse et azote, croissants vont du pôle positif au pôle négatif.

Axe 2 (Fig.45) : Valeur propre : 2,87
Taux d'inertie : 14,4

Côté positif :	**Côté négatif :**
Hordeum murinum	*Anagalis arvensis*
Oxalis pes-caprae	*Brachypodium distachyum*
Centaurea pullata	*Aegilops triuncialis*
	Senecio vulgaris
	Erodium moschatum
	Phlomis crinita

Du côté négatif de cet axe 2 les espèces post-culturales semblent dominer (*Anagalis arvensis*, *Brachypodium distachyum*, *Aegilops triuncialis*, *Senecio vulgaris*).

Sur le côté opposé de ce plan factoriel nous avons les espèces indiquant une dégradation des matorrals (*Hordeum murinum*, *Oxalis pes-caprae*, *Centaurea pullata*).

Aussi un gradient « mattoral dégradé » allant du pôle négatif au pôle positif caractérise cette figure.

Axe 3 (Fig.46) : Valeur propre : 2,87
Taux d'inertie : 14,4

Côté positif :	**Côté négatif :**
Salicornia radicans	*Allium roseum*
Halocnemum strobilaceum	*Chrysanthemum grandiflorum*
Arthrocnemum glaucum	*Lygeum spartum*

Au niveau de cet axe 3 nous obtenons deux ensembles : l'un d'espèces à tendance halophile et l'autre d'espèces si on peut dire pré-forestières.

Du côté négatif se concentrent les sujets ayant une préférence pour les nutriments organiques (*Allium roseum*, *Chrysanthemum grandiflorum*) où les gradients « gypse et matières organiques » sont croissants, allant du côté positif au côté négatif.

Les Chénopodiacées semblent par contre marquer le côté positif comme : *Salicornia radicans*, *Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum glaucum*).

- **Dendrogramme**

Au niveau du dendrogramme (Fig.47) nous distinguons un très grand ensemble A, une halophyte isolée *Suaeda maritima* et un petit ensemble constitué de *Hordeum murinum* et *Plantago lagopus*.

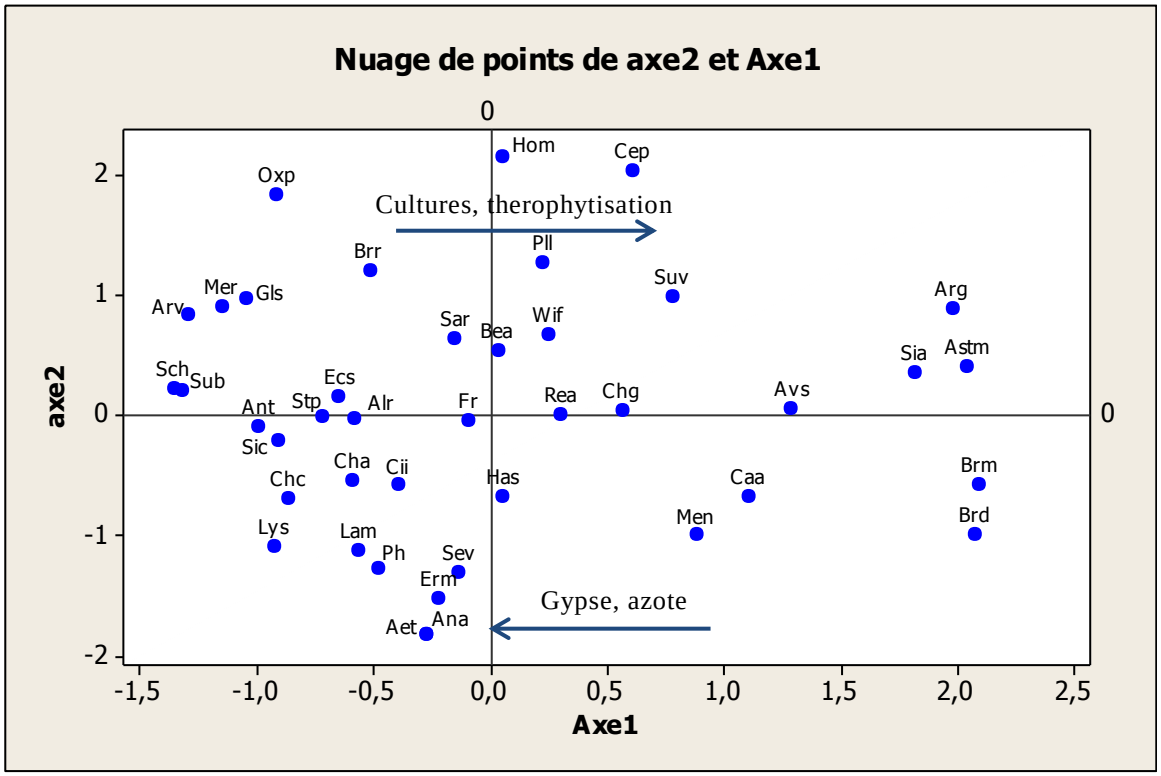


Fig. 44 : Plan factoriel des espèces de la station « Sebkha 2 » (Axe 1 - Axe 2)

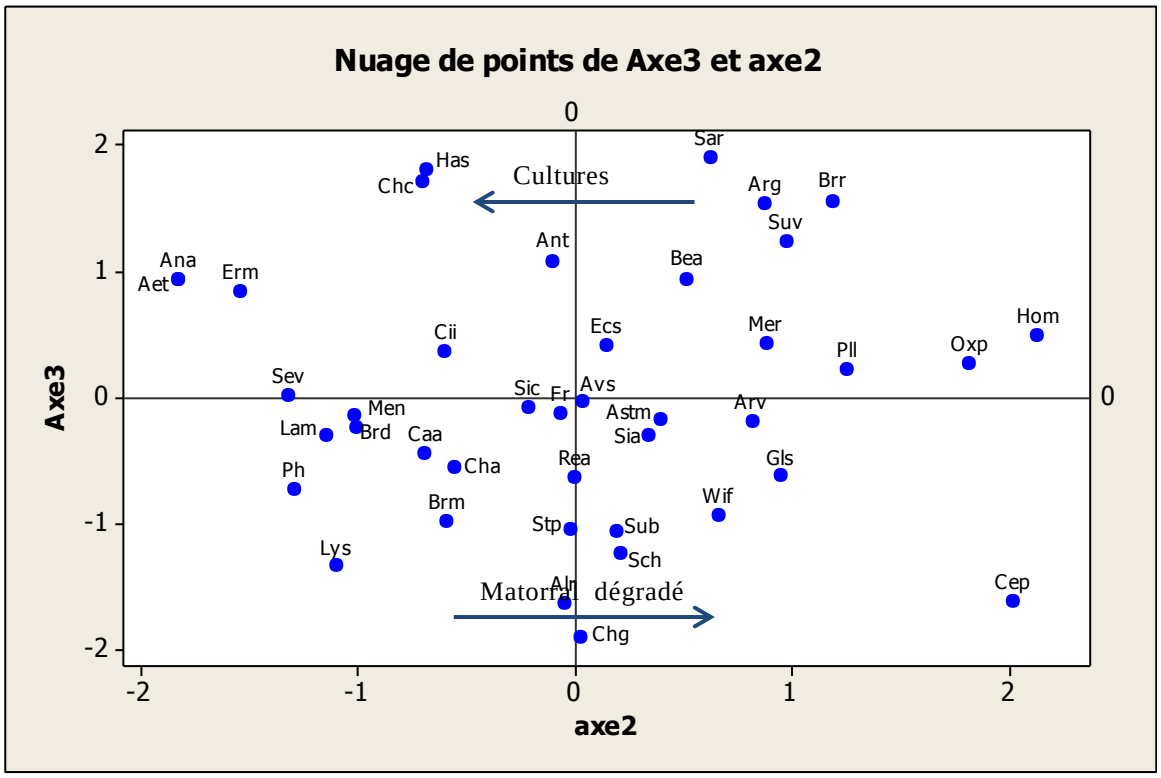


Fig. 45 : Plan factoriel des espèces de la station « Sebkha 2 » (Axe 2 - Axe 3)

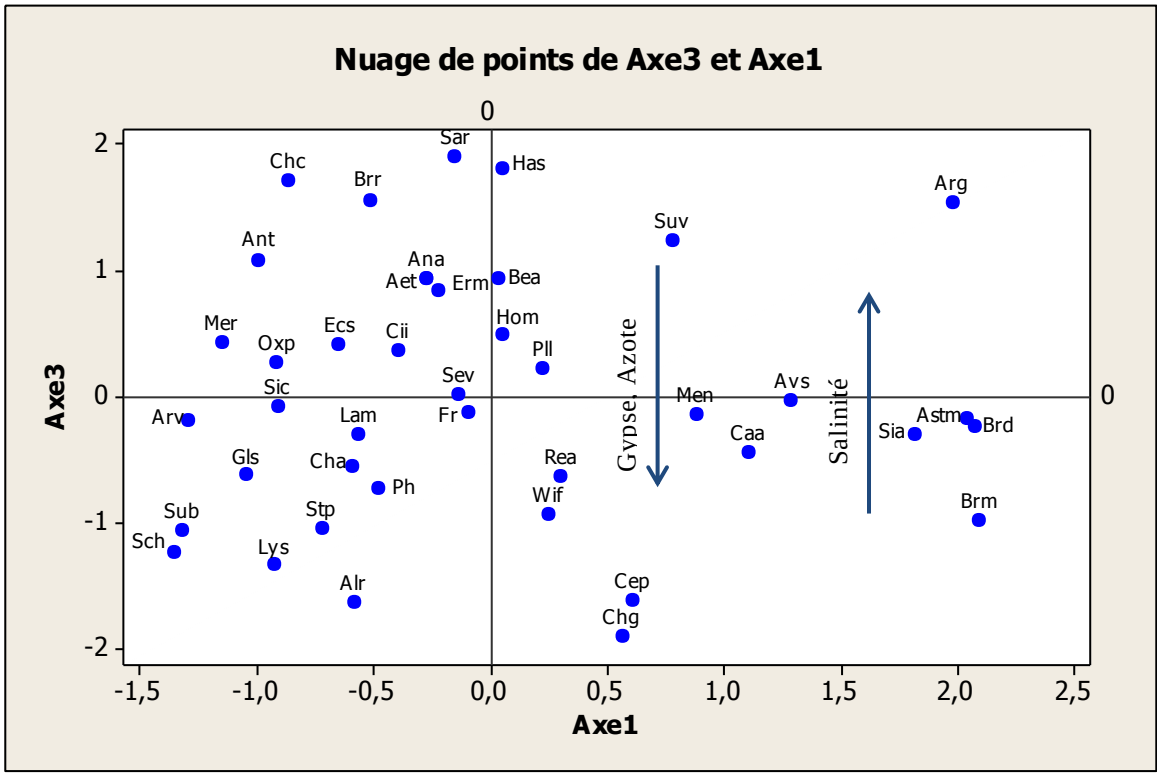


Fig. 46 : Plan factoriel des espèces de la station « Sebkha 2 » (Axe 1 - Axe 3)

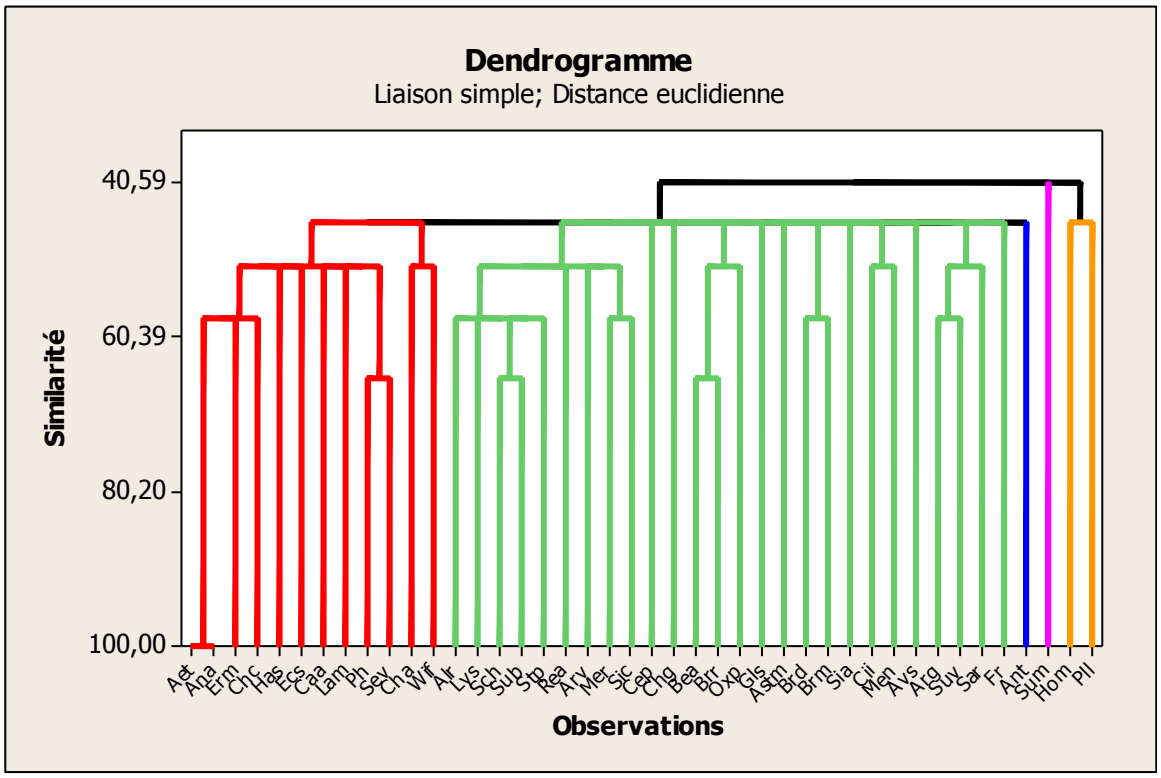


Fig. 47 : Dendrogramme des espèces de la station « Sebkha 2 »

Station de « Oglat en Naadja »

Les composantes principales étudiées sont (CP1x CP2), (CP1x CP3), (CP2x CP3).

- **Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C.**

Axe 1 (Fig.48) : Valeur propre : 3,45
Taux d'inertie : 17,3

Côté positif :	**Côté négatif :**
Salsola vermiculata	*Tamarix gallica*
Anabasis articulata	*Salsola longifolia*
Agropyron repens	*Astragalus pentaglottis*
Carex approximata	*Thymelaea hirsuta*

Le côté positif est chargé essentiellement d'espèces halophytes pour la plupart (*Anabasis articulata*, *Salsola vermiculata*), cette distribution à caractère salée (Chénopodiacées) s'accompagne de quelques annuelles (*Agropyron repens*, *Carex approximata*).

Cette situation est gérée par un gradient croissant « salinité » allant du pôle négatif au pôle positif.

Axe 2 (Fig.49) : Valeur propre : 2,80
Taux d'inertie : 14

Côté positif :	**Côté négatif :**
Rhamnus oleoides	*Arthrocnemum glaucum*
Spergularia salina	*Salsola imbricate*
Salsola longifolia	*Atriplex halimus*
	Atractylis cancellata
	Helianthemum crassifolium

Cet axe comprend deux catégories de taxons :

- les uns installés du côté positif il s'agit de *Rhamnus oleoides*, *Spergularia salina* accompagnés par *Salsola longifolia* ce qui nous amène à remarquer un gradient croissant « matorral » allant du pôle négatif au pôle positif.

- les autres du côté négatif comportent des taxons halophiles avec *Arthrocnemum glaucum*, espèce des milieux fortement salés. Les autres espèces présentes sont considérées comme accompagnatrices telles que *Atractylis cancellata*, *Helianthemum crassifolium*).

Axe 3 (Fig.50) : Valeur propre : 2,53
Taux d'inertie : 12,7

Côté positif :	**Côté négatif :**
Pseudocytisus integrifolius	*Arthrocnemum glaucum*
Rhamnus oleoides	*Salsola imbricata*
Atractylis cancellata	*Salsola longifolia*
	Tamarix gallica
	Agropyron repens

Les taxons des steppes arides marquent leur présence du côté positif de l'axe (*Pseudocytisus integrifolius*, *Rhamnus oleoides*).

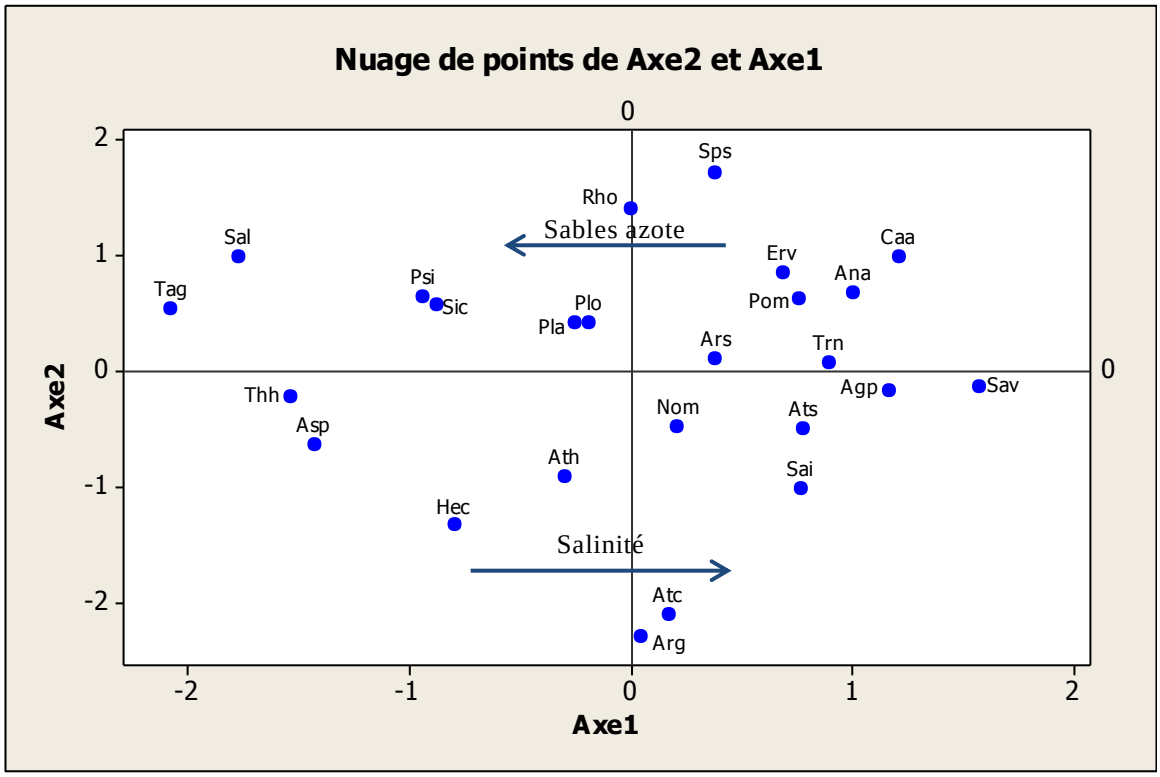


Fig. 48 : Plan factoriel des espèces de la station « Oglat en Naadja » (Axe 1 - Axe 2)

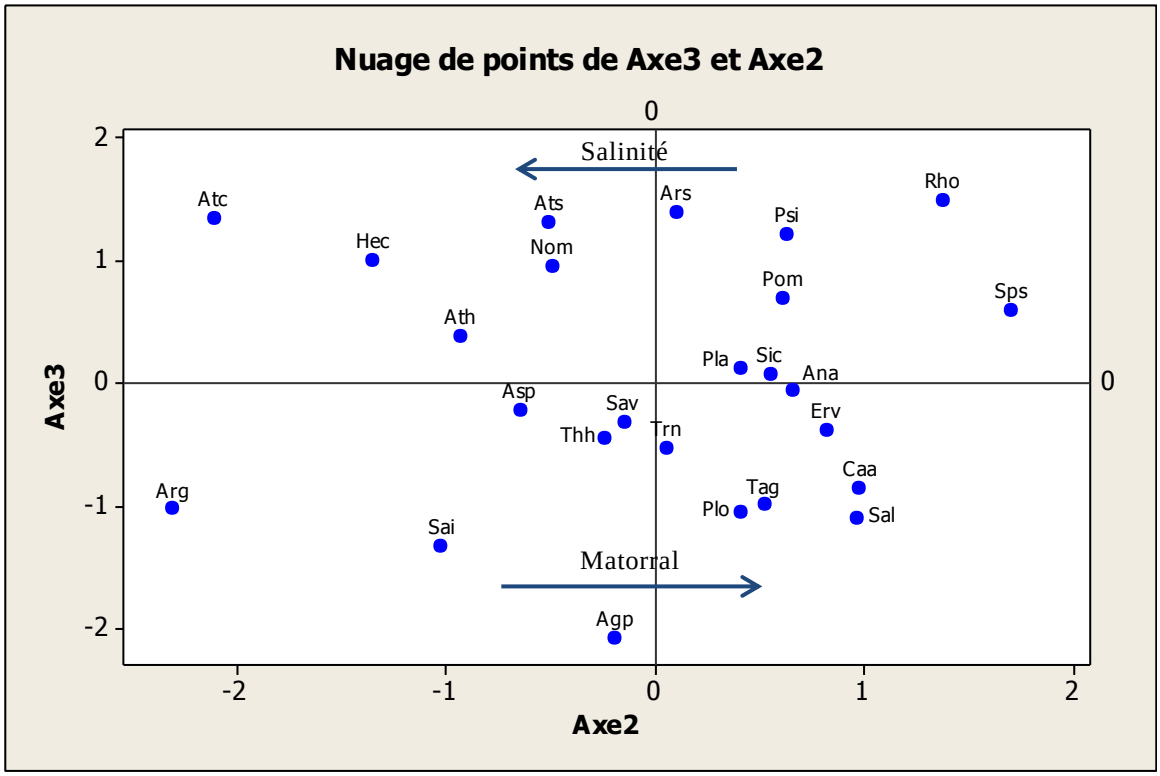


Fig. 49 : Plan factoriel des espèces de la station « Oglat en Naadja » (Axe 2 - Axe 3)

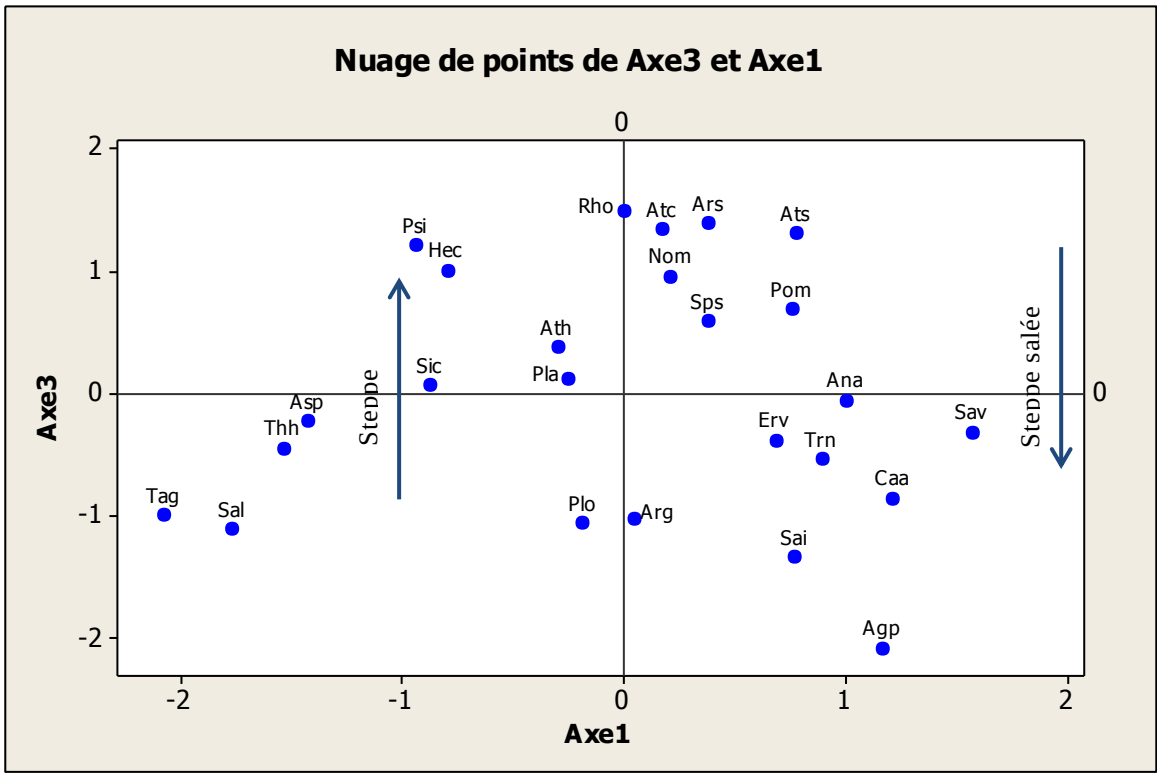


Fig. 50 : Plan factoriel des espèces de la station « Oglat en Naadja » (Axe 1 - Axe 3)

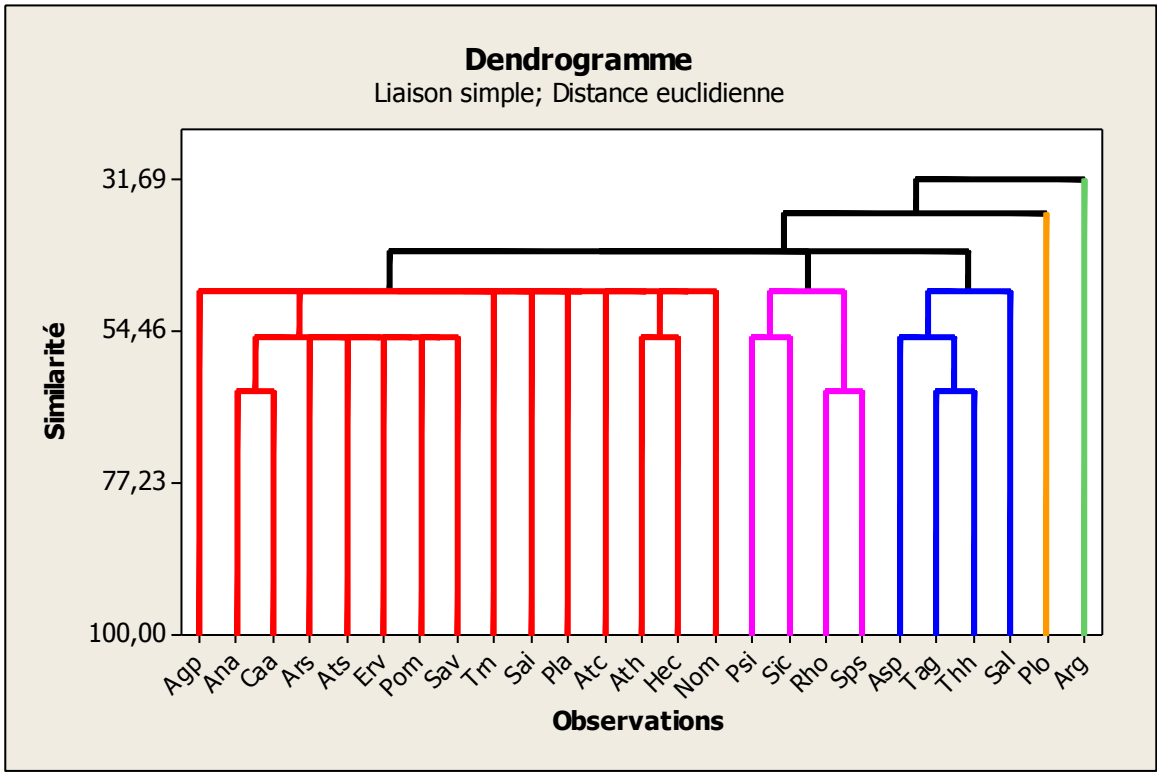


Fig. 51 : Dendrogramme des espèces de la station « Oglat en Naadja »

Une espèce halophile *Arthrophytum scoparium* devrait, à notre avis, se positionner de l'autre côté de l'axe, du côté négatif avec les autres espèces des zones steppiques indiquant aussi une hypersalinisation: *Arthrocnemum glaucum*, *Salsola imbricata* etc.

- **Dendrogramme**

Au niveau du dendrogramme (Fig.51) nous distinguons trois groupes principaux. Pour la station de « Oglat en Naadja », la grappe 1 comprend la majorité des espèces étudiées soit vingt-trois, celle-ci se scinde par la suite en trois groupes. Les grappes 2 et 3 comprennent respectivement deux espèces isolées *Plantago ovata* et *Arthrocnemum glaucum*.

Il nous est toujours difficile de comprendre ces regroupements.

V-3-4- Conclusion

Les taxons présentant les valeurs de contribution les plus élevées nous ont ainsi permis de mettre en évidence un certain nombre de gradients écologiques intervenant dans la répartition des espèces sur le plan factoriel.

Les gradients notés sont les suivants : thérophytisation, pré-forêts et matières organiques, steppisation et salinité, cultures et pelouses, matorral, matorral dégradé, anthropisation, post-cultural, richesse gypse et azote, psammophilisation, sable, humidité.

Quant aux halophytes, la limite entre les côtés positif et négatif de l'axe semble inexistante ou du moins n'est pas nette, celles-ci sont réparties uniformément dans le plan.

Conclusion

L'étude floristique des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* réalisée montre toujours une dominance de l'espèce *Arthrocnemum glaucum*, présente dans la majorité des relevés effectués. Cette halophyte obligatoire apparait en fonction des stations soit en peuplements pures soit en peuplements en mosaïques.

On peut subdiviser la composition floristique des stations d'étude en trois catégories d'espèces en fonction d'un gradient en sels :

- Les hyper halophiles comme *Halopeplis amplexicaulis* qui supporte selon **Gorenflot et De Foucault (2005)** jusqu'à 2 % de chlorures par rapport à la terre sèche ou *Arthrocnemum glaucum* qui supporte 1 à 1,5 % de chlorures ;

- Les halophiles sensu stricto comme *Suaeda maritima, Salsola kali ou Salsola vermiculata* (0,7 % à 1,2 %) ;

- Et les halo-résistantes qui constituent la majorité des espèces accompagnatrices.

La caractérisation floristique des espèces montre une dominance des thérophytes (en moyenne 45 %) pour les stations du Nord et des chamaephytes pour la station sud (56 %). Ce qui rejoint les résultats de l'étude des types morphologiques. Pour les six stations du Nord les herbacés sont nettement dominants par rapport aux ligneux vivaces ; pour la station du Sud les ligneux vivaces sont légèrement dominants par rapport aux herbacés.

L'étude des types biogéographiques confirme la dominance de l'élément méditerranéen en zone nord. Dans la station de « Oglat en Naadja » les espèces Saharo-méditerranéennes et Saharo-sindiennes succèdent aux espèces méditerranéennes, cela démontre une certaine péjoration climatique liée à une végétation quasi désertique.

Les halophytes présentes sont essentiellement des Angiospermes et parmi ces Angiospermes, la famille des Amaranthacées, incluant actuellement les Chénopodiacées, est particulièrement bien représentée dans ces peuplements à *Arthrocnemum glaucum*.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

L'objectif de cette étude a été de traiter les peuplements à *Arthrocnemum glaucum* de l'Algérie occidentale d'un point de vue taxonomique et bio écologique.

Au terme de ce travail, nous nous devons de résumer les principales conclusions auxquelles nous avons abouti.

Dans le premier chapitre intitulé morpho taxonomie et biologie de *Arthrocnemum glaucum a* été étudié dans un premier temps la présentation de l'espèce et dans un deuxième temps quelques caractères biologiques notamment la teneur en eau de l'espèce, la teneur en eau de la graine et la pollu tolérance de *Arthrocnemum glaucum* aux métaux lourds.

Les teneurs en eau de l'espèce étudiée sont importantes au niveau des cinq stations d'étude celles-ci peuvent être considérées comme liées à la succulence des tiges et des feuilles de la plante. La succulence représente une stratégie importante des halophytes, dans leur « négociation » permanente avec la salinité accrue du sol. Aussi, selon **Grigore et Toma (2008)** les halophytes qui maintiennent une faible teneur en sels dans leurs tissus, généralement ne démontrent aucune succulence.

Cette petite expérience n'est pas sans intérêt quand on sait que le degré de succulence d'un organe est exprimé par le rapport entre sa teneur maximum en eau, en d'autres termes son poids frais, et sa surface. Lorsque ce rapport est très élevé, l'organe est sphérique comme le genre *Echinocactus*. Aussi, la teneur en eau des parenchymes aquifères peut dépasser 90% selon **Gorenflot et De Foucault (2005)**.

La mesure de la teneur en eau des graines de *Arthrocnemum glaucum* nous a permis de mettre en évidence deux types de graines. Les graines de l'espèce prélevées à « Rachgoun 1 » et « Sebkha 2 » sont gorgées d'eau, elles sont dites récalcitrantes. Alors que celles de « Rachgoun 2 » présentent une très faible teneur en eau et sont dites orthodoxes. Ce qui peut paraitre surprenant au sein d'une même espèce.

La pollu-tolérance de l'espèce présente à « Sebkha 1 » a été mise en évidence par la notion de « concentreur biologique » de métaux lourds. Le dosage de ces derniers, dans les trois organes (tige, feuille, racine) révèle que le plomb et le zinc présentent des taux d'accumulations plus importants que le nickel, le cuivre et le cadmium. Leur présence dans les organes semble naturelle sauf pour le plomb dont les concentrations

sont très au-dessus des D.M.A. (≥ 0,574 mg/kg de poids sec) et pourraient s'avérer dangereuses pour la plante. Celle - ci est susceptible de les accumuler en les puisant avec les éléments nutritifs dans le sol, la plante est ainsi soumise à leur effet toxique, mais elle est aussi à la base des phénomènes de bioaccumulation le long du réseau trophique.

Néanmoins, la pollution impressionnante de cette station n'a pas d'impact réel sur le développement et la reproduction de l'espèce étudiée. Une étude au niveau de la station « Rachgoun 1 » serait également intéressante vue l'insalubrité de cette station.

Le chapitre II comprend une description du milieu physique de la zone d'étude, englobant la bioclimatologie, la géomorphologie, la géologie et l'édaphologie. Deux zones, l'une au nord (« Rachgoun 1 et 2, Moscarda, Sebkha 1 et 2 ») et l'autre au sud (Oglat En Naadja) ont été étudiés.

Arthrocnemum glaucum, halophyte obligatoire dont les conditions optimales de croissance ne sont fournies que par des sols salés, se rencontrent d'abord en bordure des rivages maritimes (« Rachgoun 1, 2 », « Moscarda ») où elle est soumise plus particulièrement à l'action du chlorure de sodium, mais aussi à l'intérieur des terres autour des dépressions salées à chlorure de sodium ou à sulfate de calcium tels les Chotts ou Sebkha (« Sebkha 1, 2 », « Oglat en Naadja »).

Les peuplements à *Arthrocnemum glaucum* se situent dans des stations appartenant à l'étage bioclimatique sub-humide inférieur ou semi-aride supérieur ou moyen à hiver chaud pour le Nord et aride supérieur à hiver froid pour le Sud. Les analyses du sol traduisent une grande plasticité écologique de *Arthrocnemum glaucum* que l'on retrouve sur des textures très différentes, à savoir sableuse à « Rachgoun 2 et Chott El-Gharbi », sablo-limoneuse à « Rachgoun 1 et Moscarda », limono- argileuse à « Sebkha 1 » et en majorité limoneuse à « Sebkha 2 ». Ces sols sont caractérisés par des conductivités élevées le plus souvent supérieures à 1,2 mS/cm sauf pour « Rachgoun 2 » où elles ne dépassent pas 0,6 mS/cm ainsi que par des pH constamment basique.

En effet, selon **Duchauffour (1984)** l'alcalinisation est une caractéristique des sols halomorphes. Elle intervient lorsque le profil à complexe sodique cesse d'être soumis à l'action d'une nappe salée, par contre elle se trouve sous la dépendance des eaux pluviales. En période pluvieuse, le profil subit un engorgement temporaire et l'altération active libère les divers cations Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} lors de l'assèchement consécutif du profil, les ions les moins solubles précipitent, le calcium d'abord puis le magnésium ; dans ces conditions le complexe absorbe préférentiellement les ions qui

restent solubles le plus longtemps, le sodium surtout, secondairement le magnésium **(Duchauffour, 1976)**.

Si l'aspect morphologique et plus particulièrement la réduction de la surface foliaire est un indice d'adaptation aux conditions xériques, les tissus et leurs dimensions renseignent sur l'état physiologique de la plante et sur les conditions dans lesquelles évolue le végétal soumis à la fois à des stress salin et hydrique.

Aussi l'étude histologique effectuée nous a permis de mettre en évidence, à l'aide de nombreuses coupes des trois organes (racine, tige, feuille), certaines adaptations histologiques de *Arthrocnemum glaucum*.

Un épiderme cutinisé de la tige et de la feuille et un épiderme subérifié de la racine constituent tous deux une protection efficace contre l'évapotranspiration. Le nombre de stomates de type anemocytique selon **Keshavarzy et Zare (2006)** est en apparence réduit et va dans le sens d'une économie d'eau.

En général, le parenchyme palissadique chlorophyllien a une dimension non négligeable au niveau de la feuille (≥ 2mm) mais aussi de la tige (en moyenne ≥ 3mm) qui prend le relais pour assurer le rôle photosynthétique.

Il en est de même pour le parenchyme aquifère qui est important au niveau des deux organes mais ses dimensions sont nettement supérieures chez la tige (en moyenne ≥ 6mm) à celles des feuilles (en moyenne ≥ 2 mm). Ceci peut s'expliquer par la morphologie réduite des feuilles de *Arthrocnemum glaucum*, qui selon **Vignes (2007)** forment des gaines soudées par deux autour de la tige très souvent confondues avec elle. Ce tissu permet à la plante d'accumuler d'importantes réserves d'eau et constitue un indice d'adaptation aux conditions xériques. Selon **Gorenflot et De Foucault (2005)** chez les espèces du littoral exposées aux embruns on observe une certaine accommodation au sel, ces halomorphoses se traduisant par une hypertrophie des parenchymes aquifères. Il en résulte une succulence, comparable à celle des aérohalophytes, dont la très grande succion est sous la dépendance de la concentration des tissus en NaCl et en acides organiques. Les cellules hypertrophiées des parenchymes aquifères élèvent souvent leur succion jusqu'à 200 bars, réduisant indirectement leurs pertes en eau. La forte succion des sclérophytes, au contraire, est déterminée par une très faible teneur des tissus en eau.

Des trachéides, vaisseaux conducteur archaïques, ont été observées au niveau du parenchyme palissadique chlorophyllien. **Keshavarzy et Zare (2006)** leur a attribué un rôle dans le transport de l'eau vers les tissus.

Et enfin une structure diffuse du cylindre central de la racine avec des formations libéro-ligneuses surnuméraires disposées en une succession de cercles concentriques a été constatée. Ce phénomène est le résultat de l'activité successive de plusieurs cambiums, dès que l'un cesse de fonctionner il est à son tour remplacé par un nouveau cambium extérieur au précédent.

Toutes ces observations physiologiques, pertinentes à l'anatomie de la plante, ont été discutées et il a été tenté de relier ces observations à des conditions environnementales.

L'élongation racinaire de *Arthrocnemum glaucum* dépend de plusieurs facteurs exogènes dont la composition du milieu nutritif. Celle-ci reste faible et atteint respectivement 9 et 25 mm dans l'eau distillée et le milieu Knop + Auxine. Dans le milieu « sable » il n'y a pas eu de formation de radicelles ce qui peut paraitre surprenant vu que *Arthrocnemum glaucum* évolue très souvent sur des substrats sableux.

Afin de mettre en évidence l'effet stationnelle, une étude comparative des paramètres suivants : hauteur des touffes, diamètre et longueur des tiges, longueur des rameaux, longueur des articles, mesurés au niveau de touffes de *Arthrocnemum glaucum*, a été menée.

D'un point de vue morphologique les touffes présentes au niveau de « Rachgoun 2, Moscarda » ou de la Sebkha d'Oran sont plus développées que celles présentes à « Rachgoun 1 » ou dans la station du sud « Oglat En Naadja ». Contrairement aux apparences, cette dernière station en plus des aléas climatiques, semble nettement plus exposée à la pression anthropozoogène vu l'intérêt thérapeutique des eaux de ce Chott qui attirent les populations et le bétail.

Quant à « Rachgoun 1 », sa situation à l'embouchure de la Tafna en fait un lieu très affecté par la pollution d'origine domestique due aux déversements des eaux usées (Photo n° 77). Selon la subdivision de l'hydraulique *in* **Abi-Ayad (2009)** les rejets des centres secondaires de la commune de Béni-Saf, Rachgoun et Madrid dans Oued Tafna sont estimés à 12775 $m^{3.}$ Par ailleurs la quantification des métaux lourds au niveau du

sol et de la plante, *Athrocnemum glaucum,* fait l'objet d'une étude en cours. L'objectif d'une telle recherche est d'essayer de justifier la faible hauteur de ces individus.

A proximité de « Rachgoun 2 », l'installation d'une station de dessalement de l'eau de mer a entrainé la destruction presque totale du tapis végétal existant seuls quelques peuplements à *Arthrocnemum glaucum* ont été épargnés (Photo n° 78).

Dans l'Ouest, toutes les zones où les groupements halophiles sont installés sur les sols salés (solontchaks) secs, humides ou submergés, font partie du territoire floristiquement homogène de la région méditerranéenne. Une diversité assez grande s'observe cependant, conséquence des différences climatiques que présentent les zones salées littorales, rattachées par R. Maire au domaine maurétanien méditerranéen et les hautes plaines intérieures, englobées dans le domaine maurétanien steppique **(Dubuis et Simonneau, 1957)**. 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 Chénopodiacées (**Ozenda, 1991**). D'un point de vu floristique, les peuplements à *Athrocnemum glaucum* présente une grande diversité.

Au niveau de la station « Rachgoun 1 » la dominance et la répartition uniforme de *Arthrocnemum glaucum* donne un aspect de nappe continue à ces peuplements situés sur la rive droite de l'oued. Quant à la rive gauche de cette station dont les sols sont régulièrement inondés, elle en grande partie colonisée par *Phragmites comunis* et *Juncus maritimus* constituant une végétation phréatophile. Selon la bibliographie, ces espèces se caractérisent par la présence d'une nappe phréatique située à moins d'un mètre de profondeur.

A « Rachgoun 2 » au niveau de la plage, *Arthrocnemum glaucum*, associée à des psammophytes ou à des aérohalophytes, présente un aspect différent constituant ainsi de belles touffes fixant les micro-dunes de sables des bords de mer. Chez ces aérohalophytes telles que *Crithmum maritimum ou Ammophila arenaria,* les embruns imprègnent les organes aériens, mais l'appareil souterrain s'insinue dans un substrat très peu ou pas salé (**Gorenflot et De Foucault, 2005**). Aussi, ce phénomène nous a permis de comprendre pourquoi les analyses des échantillons de sol de cette station se sont avérées peu ou pas salées (≤ 0,6 mS/cm). Cette explication s'ajoute bien sûr à celle invoquée dans la partie pédologique du chapitre milieu physique qui est la saison pluvieuse des prélèvements de ces échantillons de sol, les pluies générant une dilution des sels.

Arthrocnemum glaucum en plus de constituer un obstacle majeur aux vents marins constants qui soufflent de la mer vers la terre, contribue à retenir le sable à l'aide non seulement de son puissant système racinaire fasciculé mais aussi avec les nombreuses ramifications de la partie aérienne.

Toujours à « Rachgoun 2 » mais plus en retrait de la plage, on aperçoit non loin des peuplements à *Arthrocnemum glaucum,* un petit monticule avec un faciès de végétation tout autre. En effet, les relevés réalisés à ce niveau traduisent la présence d'espèces le plus souvent ligneuses du matorral telles que *Pistacia lentiscus, Phyllerea angustifolia* ou *Juniperus phoenicea*. Cet écosystème un peu particulier semble correspondre aux dunes boisées décrites par **Favennec (2002).** Le cortège floristique est riche et diversifié comparé à celui des peuplements à *Arthrocnemum* situés plus bas et caractérisés par un nombre d'espèces relativement bas. Une thèse de Doctorat récemment soutenue par **Stambouli (2010)** décrit plus en détails les groupements à psammophytes de la région de Tlemcen.

Arthrocnemum glaucum au niveau de « Moscarda » se retrouve sur des substrats sablo-limoneux caractérisés par une salinité certaine (2,99 mS / cm). Elle constitue des touffes éparses au milieu d'espèces de matorrals dégradés telles que *Pallenis spinosa, Asparagus stipularis* ou *Sedum acre*). Les autres halophytes rencontrées sont entre autres, *Atriplex halimus, Suaeda maritima, Tamarix gallica* mêlées ici aussi à des psammophytes (*Cakile maritima, Ononis variegata*).

A « Oglat en Naadja » en bordure des vases salées abiotiques appelées par les pasteurs « Ain » du Chott, on retrouve *Arthrocnemum glaucum* presque seule, constituant des cortèges relativement pauvres mêlées à quelques espèces halo résistantes soumise à une péjoration climatique et à une activité anthropique intense laissant souvent apparaitre des tâches de sol nu. Seulement 25 espèces ont été prélevées et identifiées au niveau de cette station du Sud.

Selon **Ozenda (1991)** *Halocnemum strobilaceum* est souvent aux côtés de *Arthrocnemum glaucum* et parait présenter la plus forte résistance aux sels. En effet, sa présence a été relevée au niveau des stations de la « Sebkha ». En raison des très fortes contraintes écologiques (salinité, inondation et sécheresse), cet habitat tout comme Chott El-Gharbi regroupe des associations végétales qui correspondent à des végétations permanentes dominées floristiquement et physionomiquement par des espèces frutescentes sous-arbustives et crassulescentes comme les salicornes pérennes.

Pour une analyse plus fine et une meilleure compréhension de l'influence réciproque des facteurs écologiques sur la diversité végétale, il est nécessaire de passer par des traitements statistiques soit une analyse factorielle des correspondances. Cette A.F.C. nous a permis de préciser les affinités qui relient les taxons, à l'aide de gradients écologiques et anthropiques portés sur les plans factoriels.

Pour conclure ce chapitre on peut dire que la diversité floristique de ces stations d'étude implique parfois des interpénétrations entre espèces salées et sujets du matorral, souvent redoutées par le phyto-écologue rendant parfois les interprétations difficiles. En effet la scission entre les espèces à exigences édaphiques différentes (substrat salé, substrat riche en matières organiques ou en nitrates) n'est pas tout à fait nette malgré le fait que les halophytes, du moins les obligatoires, sont censées se regrouper dans des zones de confinement de sels excluant toutes autres espèces.

Les halophytes occupent plusieurs centaines de milliers d'hectares dans l'Ouest Algérien et il semble que leur aire d'habitat longtemps en extension soit en déperdition. Leur importance, tant sur le plan théorique que par leurs incidences pratiques, est néanmoins considérable. Aussi, est-il nécessaire d'en prendre conscience et de les préserver. Les responsables doivent assurer concrètement la gestion de ces milieux halomorphes en faisant émerger des mesures et des pratiques permettant de les maintenir ou de les restaurer avec une attention particulière pour la biodiversité.

Photo prise le 11-06-2011 par Bensouna A.

Photo n° 77 : Rejets des eaux usées dans Oued Tafna

Photo prise le 11-06-2011 par Bensouna A.

Photo n° 78 : Travaux au niveau de Rachgoun plage, en vue de l'installation d'une station de déssalement de l'eau de mer

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Abdelmalek S. M., 1986. – Contribution à l'étude écologique des terrains salés de l'Oranie, étude de quelques stations typiques de bassins fermés. Mém. DES. Univ. Oran, 71 p.

Abi Ayad L., 2009. – Etude de la biodisponibilité des métaux lourds dans les sédiments et chez quelques espèces marines du littoral de l'extrême Ouest algérien (Béni-Saf). Mém. Mag. Univ. Tlemcen, 195 p.

Aboura R., 2011. – Contribution à l'étude des Atriplexaies en Algérie occidentale, aspects physionomiques et phytodynamiques. Thèse. Doc. Ecol. Univ. Tlemcen. 156 p.

Adi N., 2001. – Contribution à l'étude des formations à *Salsola vermiculata* le long d'un gradient de salinité dans la région du Chott Chergui (Sud Oranais). Mém. Mag.Univ. Alger, 118 p.

Aidoud A., 1983. – Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doct. Etat, U.S.T.B.H. Alger, 226 p.

Aidoud A., 1997. – Changement de végétation et changement d'usage dans les parcours steppiques d'Algérie.

Aimé S., 1991. – Étude écologique de la transition entre les bioclimats sub - humides, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais (Algérie Nord occidentale). Thèse Doct. Es - Sci., Univ. Aix-Marseille III, 185 p. + annexe.

Alcaraz C., 1982. – La végétation de l'Ouest algérien, 3 vol. : Vol. 1 : 415p. Vol. 2 : 24 grap. et tabl. + 13 cartes dont 1 carte au 1/500 000 en couleur, Vol. 3 : 116p. Tabl. Phyto. Thèse Doct. Etat, Univ. Perpignan, 415 p + annexe.

Anderson C.E., 1974. – A review of structure in several North Carolina salt marsh plants. Academic Press, Inc. New-York and London.

Angiosperms phylogeny group. , 1998. – An ordinal classification for the families of flowering plants. Ann. Mo. Bot. Gard. 85: 531–553.

Angiosperms phylogeny group., 2003. – An update of the Angiosperms Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Bot. J. Linnean Society 141: 399–436.

Aronson J. A., 1985. – Economic halophytes - A global review. *In* George Allen and Unwin. Plants for arid lands, Eds. G. E. Wickens, J. R. Goodin. , D.V. Field, London: 177-188.

Aubert Guy., 1976. – Les sols sodiques en Afrique du nord**.** Ann. Inst. Nat. Agro. (El Harrach) Alger N°: 82/76/01402, 194 p**.**

Aubert Guy., 1978. – Méthodes d'analyses des sols. 2e éd., Centre national de documentation pédologique. CN/DP Marseille, 198 p.

Aubert Guy., 1983. – Apport de la connaissance de la végétation spontanée dans la recherche des potentialités forestières d'un territoire en région méditerranéenne. Ex. Gor. Dom. Gard. Mass. Calanques, R. FF. 35. 6.

Aubert Guy., 1990. – Les teneurs en métaux lourds dans les sols naturels et les sols enrichis en résidus d'épuration urbaine du Sud de la France. Vol. jub. du Prof. Quezel. Ecol. Med. 14 : 383-393.

Aubert G., 2007. – Rôle des facteurs du milieu dans la différenciation de la couverture végétale en milieu continental terrestre au sein de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Office National des Forêts, Agence Départementale du Var, 35 p.

Axelrod D.I., 1973. – History of the mediterranean ecosystem in California. *In* Di Castri F. and Mooney H.A. (Eds.). Mediterranean type ecosystems, Origin and structure. Ecological studies (7), New York, Springer Verlag : 225-283.

Axelrod D.I. et Raven P., 1978. – Late cretaceous and tertiary history of Africa. *In* Werger M.J.A. (Eds.). Biogeography and Ecology of Southern Africa. Jang, The Hague : 77-130.

Baatour O., M'rah S., Ben Brahim N., Boulesnem F. et Lachaal M., 2004. – Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. Rev. Rég. Ar., Tome 1, N°. Spécial : 346-358.

Babinot M., 1982. – Promontoir oriental du grand Rhône (Embouchure). Étude de la végétation et cartographie écologique des aires culicidogènes à *Aedes caspius* en un milieu instable. Thèse Doct. Etat, Fac. Sci. St Jérôme, Univ. Aix-Marseille III, 201 p.

Bagnouls F. et Gaussen H., 1953. – Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 88: 3-4 et 193-239.

Barbero M. et Quézel P., 1979. – Les problèmes des manteaux forestiers des Pistacio rhamnetalia alaterni en Méditerranée orientale. Coll. Phyto. VIII Liai. Forest. Lille, 10-15.

Barbero M. et Quézel P., 1980. – Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. *In* Pesson: Actualités d'écologie forestière, Ed. Bordas, Paris, 205-256.

Barbero M., Bonin G., Loisel R. et Quezel P., 1990. -- Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of Mediterranean bassin. Vegetatio 87: 151-173.

Barbero M., Loisel R. et Quézel P., 1990. – Les apports de la phyto écologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Rev. For. Méd., 12 : 194-215.

Barnabé G., 1973. – Etude morphologique du loup *Dicentrarchus labrax* L. de la région de Sète. Rev. Trav. Inst. Pêches Maritimes, 397 p.

Bary-Lenger A., Evrard R. et Gathy P., 1979. – La forêt. Vaillant-Carmane S. imprimeur, Liège, 611 p.

Baskin J. M., et Baskin C. C., 1998. – Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, Calif., U.S.A.

Benabadji N., 1991. – Étude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. Au sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse Doct. Sci. Univ. Aix-Marseille III, St Jérôme, 119 p. + annexes.

Benabadji N., 1995. – Étude phyto écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. et à *Salsola vermiculata* L. au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse Doct. Ès - Sci. Univ. Tlemcen, 153 p. Texte + 150 p. annexes.

Benabadji N. et Bouazza M., 2000. – Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie occidentale). Rev. En. Ren. Vol 3 : 117-125.

Benabadji N. et Bouazza M., 2002. – Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au sud d'El-Aricha (Oranie – Algérie). Sci. Techn. N° 17 spécial D : 11-19.

Benabadji N., Aboura R. et Benchouk F.Z., 2009. – La régression des steppes méditerranéennes : le cas d'un faciès à *Lygeum spartum* L. d'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med. Vol. 35 : 75-89.

Bendaanoun M., 1981. – Étude synécologique et syndynamique de la végétation halophile et hygro-halophile de l'estuaire de Bou-regreg (Littoral atlantique du Maroc). Application et perspectives d'aménagement. Thèse Doct. Ing. Fac. Sci. et Tech. St Jérôme, Aix- Marseille, 221p. + annexes.

Benest M., Bensalah M. et Truc G., 1988. – La couverture détritique continentale et la Hamada des Hautes plaines de l'ouest de l'Algérie. Datation. Synchronisme avec la phase tectonique majeure du Tortonien dans le domaine du Tell. C.R Acad. Sci. Paris, t. 307, Série II : 979-983.

Bensalah M., 1989. – L'Eocène continental de l'Algérie, importance de la tectogénèse dans la mise en place des sédiments et des processus d'épigénie dans leur transformation. Thèse. Doct. Univ. Claude Bernard. Lyon, 140 p.

Bensalah M., Benest M., Gaouar A., Truc G. et Morel J. L., 1987. – Découverte de l'Eocène continental à Bétimes dans les hautes plaines oranaises (Algérie) : Conséquences paléo-géographiques et structurales. C. R. Acad. Sc. Paris. Serv. II. 305. 1 : 35-38.

Bert V. et Deram A., 1999. - Guide des Phytotechnologies. Utilisation des plantes dans la dépollution et la réhabilitation des sites contaminés par les métaux lourds. Ed. Environnement et développement alternatif.

Bestaoui K., 2001. – Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la région de Tlemcen. Mém. Mag. en écologie, Univ. Tlemcen, 173 p.

Birot P. et Gabert., 1964a. – La méditerranée et le Moyen-Orient. I. Généralités. Péninsule ibérique, Italie. Orbis, P.U.F., Paris, 550 p.

Blackwell J. R., 1977. – The subfamilies of the Chenopodiaceae. Taxon 26: 395–397.

Bnouham M., Ziyyat A., Mekhfi H., Tahri A. et Legssyer A., 2000. – Medicinal plants with potential antidiabetic activity - A review of ten years of herbal medicine research (1990-2000). Int J Diab Metab 14: 1-25.

Bonin G. et Tatoni T., 1990. – Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. Ecol. Med. Vol. jub. Pr. Quézel 16 : 403 – 414.

Bonin G. et Vedrenne G., 1979. -- Les pelouses culminales du gransasso d'Italie, analyse dynamique et relation avec les facteurs du milieu. Rev.Ecol. Méd. 4 : 95-108.

Bonnier G., 1990. – La grande flore en couleurs. Ed. Belin, Paris, 4 tomes, 1401p. + index.

Bouanani A., 1991. – Étude du bilan hydrologique hydro-géologique et géochimique du bassin versant de la Sebkha d'Arzew, Mém. Mag., Univ. Oran, 332 p.

Bouazza M., 1991. – Étude phyto écologique de la steppe à *Stipa tenacissima L.* au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III, 119 p. + annexes.

Bouazza M., 1995. – Étude phyto écologique des steppes à *Stipa tenacissima L.* et *Lygeum spartum L.* au sud de Sebdou (Oranie – Algérie). Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Tlemcen, 153 p. + annexes.

Bouazza M. et Benabadji N., 1998. – Composition floristique et pression anthropozoïque au Sud-Ouest de Tlemcen. Sci. Techn. N° 10. Univ. Constantine : 93-97.

Boukhris M. et Loussaint P., 1975. -- Aspects écologiques de la nutrition minérale des plantes gypsicoles de Tunisie. Ecol. et Biol. du sol, Vol.12, (1).

Boulaine J., **1957.** – Etude des sols des plaines du Cheliff. Thèse Doct. Etat, Univ. Alger, 582 p.

Braun-Blanquet J., 1951. – Pflauzensoziologie Grundzuge des végétations Runde. ED 2. Spring Ed. (Vienne), 2e éd. 631p.

Braun-Blanquet J., 1952. – Phytosociologie appliquée. Comm. SIGMA N° 116.

Caratini C.L., 1967. – Evolution paléogéographique et structurale de la région de Chellala. Bull. Soc. Géo. France.7. 9 : 850-858.

Chaabane A., 1993. – Étude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Aix-Marseille III, 205 p. + annexe.

Champagnat R., Ozenda P., et Baillaud L., 1969. – Biologie végétale III : Croissance, morphogénèse et reproduction. Ed. Mass. et Cie. Paris, 510 p.

Chandrasekaran M., Kannathasan K. et Venkatesalu V., 2008. – Antimicrobial activity of fatty acid methyl esters of some members of Chenopodiaceae. Zeitschrift für Naturforschung. C, Journal of biosciences; 63 (5-6): 331-6

Chaumont M. et Paquin C., 1971. – Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000. Alger, Soc. Hist. Afri. Nord, 4 feuilles.

Chermezon H., 1919. – Recherches anatomiques sur les plantes littorales. Ann. Sci. Nat., sér. 6, Bot., Vol. 20 : 117-129, 270-274, 299-307.

Chevery C. et Robert M., 1993. – Salures des sols maghrébins : influence sur les propriétés physico-chimiques des sols. Répercussions des modifications de ces dernières sur la fertilité notamment azotée des sols. ENSA., Rennes, 59 p.

Cooke F. W., 1911. – Observations on *Salicornia australis*. Trans. and Proc. New Zeal. Inst. Vol. 44 : 349–362.

Cornet G., 1952. – Etude hydrogéologique du bassin fermé des Zahrez et Chergui. Congrès de Géologie. Inst. Alger. 2 : 71-88.

Corre J. J., 1975. – Caractéristiques du milieu salé, vie et milieu. Vol 26 : 197-245.

Daget Ph., 1977. – Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthode de caractérisation. Végétatio, 34 (1) : 1-20.

Daget Ph., 1980. – Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). *In* Barbault R., Blandin P. et Meyer J. A., « Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives ». Ed. Maloine (Paris) : 89-114.

Dahmani M., 1984. – Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus rotundifolia*) des Monts de Tlemcen. Approches phytoécologiques et phytosociologiques. Thèse Doct. Etat, U.S.T.B.H. Alger, 226 p.

Dahmani Megrenouche M., 1997. – Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Sci. Techn. H. Boumediene, U .S.T.H.B. Alger, 383 p.

Dangien B., 1980. – Les halophytes des écotopes salés de Loraine. Bull. Soc. Sc. Nat. et archéol. de la Haute-Marne. T. 22, fasc. 10 : 233.

De Boodt M., 1993. - Sécheresse et salinisation des terres de culture : une nouvelle approche. *In* Désertification et aménagement. Cours des séminaires, Médenine (Tunisie) – Agadir (Maroc) : 121-131.

De Martonne E., 1926. – Une fonction climatologique : l'indice d'aridité, la météo : 449-459.

De Martonne E., 1927. – Traité de géographie physique. I. Notions générales, hydrographie. Ed. A. Colin, Paris, 496 p.

Debrach J., 1953. – Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional. 32 :1122-1134.

Demalsy-Feller P. et M.-J., 1990. - Les plantes à graines : Structure, Biologie, Développement. Ed. A. Colin, Paris, 334 p.

Derneği D., 2010. – Profil d'écosystème hot spot de la biodiversité du bassin méditerranéen : 1 p.

Djebaili S., 1978. – Recherches phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. et Tech. Languedoc, Montpellier, 229 p. + annexe.

Djebaili S., 1984. – Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. O.P.U. Alger.

Djellouli Y., 1999. – Flore et climat en Algérie Septentrionale : Déterminismes climatiques des espèces. Thèse Doct. État, Univ. Sci. Tech. H. Boumediene, Alger, 262p.

Dobignard A., 2008. – eFlore, Tela botanica : Réseau de la botanique francophone.

Downing J.P., Meybeck M., Orr J.C., Twilley R.R. et Sharpensell H.W., 1993. - Land and water interface zones. Water Air, Soil Pollution. 70 : 123-138.

Dubief J., 1950. - Evaporation et coefficients climatiques au Sahara. Ed. Inst. Rech. Sah. Alger. Tome 6 : 13-43.

Dubief J., 1963. - Le Climat du Sahara... 2, Fasc. 1. Ed. [S.l.] : Univ. Alger, Inst. rech.sah.

Dubuis A. et Simonneau P., 1957. – Les unités phytosociologiques des terrains salés de l'Ouest algérien. Pub. de la DHER.

Dubuis A. et Simonneau P., 1960. – Contribution à l'étude de la végétation des bassins fermés du plateau d'Oran. Trav. Sect. Pédol. et Agrol, Alger D.H.E.R. 11, 120 p.

Duchaufour Ph. et Souchier B., 1966. – Science du sol. Bull. de l'A.F.E.S, 1 : 17-89.

Duchaufour Ph., 1976. – Principe d'une classification des sols. Agrochimia, 20, 4-**5** : 313-323.

Duchaufour Ph., 1984. – Abrégé de Pédologie. Ed. Masson, Paris, 220 p.

Duchaufour Ph., 1988. – Pédologie. Ed. Masson, 2e éd. Paris, 224 p.

Dupont F. et Guignard J. – L., 2007. – Abrégés de Botanique : Systématique moléculaire. Ed. Masson, 14e éd. Paris, 285 p.

Duquesne S., 1992. – Bioaccumulation métallique et métalothioneines chez trois espèces de poissons du littoral Nord Pas-de-Calais. Thèse Doct. Biol. et Santé. Doc. Univ. Sci. Tech. de Lille, France, 264 p.

Durand J.H., 1954. – Les sols d'Algérie. Ed. Sci. Gouv. Pédologie. Alger, 244 p.

Durand J.H., 1958. – Contribution à l'étude des sols formés sur roches éruptives de l'Oranie occidentale. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Alger, Tome 49, Fasc. 3 et 4 : 1-115.

Durand J., 1958. – Du nouveau au sujet de la formation des croûtes calcaires. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 49 :196-203.

Duval-Jouve J., 1868. – Des *Salicornia* de l'Hérault. Bull. Soc. Bot. France, Vol. 15 :132-140.

El-Hamrouni A., 1992. – Végétation forestière et pré forestière de la Tunisie. Typologie et éléments pour la gestion. Thèse Doct. Es - Sci., Fac. Sc. et Tech. St-Jérôme, Univ. Aix-Marseille III, 202 p.

Ellis R. H, Hong T. D, Roberts E. H., 1987. – The Development of Desiccation-tolerance and Maximum Seed Quality during Seed Maturation in Six Grain Legumes. Oxf. Journ.-Life Sci.-Ann. Bot. (1987) 59 (1): 23-29.

Emberger L., 1930a. – Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. C.R. Acad. Sc., 191 : 389-390.

Emberger L., 1930b. – La végétation de la région Méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Géo. Bot. 42 : 641-662.

Emberger L., 1942. – Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 77 : 97-124.

Emberger L., 1943. – Les limites de l'aire de la végétation méditerranéenne en France. Bull. Sc. Nat. Toulouse, 78 :158-180.

Emberger L., 1955. – Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab. Zool. Fac. Sci. Serv. Montpellier, 7: 3-43.

Emberger L., 1971. – Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson, Paris, 520 p.

Estorges P., 1952. – Monographie régionale, 1ère série Algérie 14. Les chaines atlasiques et la bordure Nord du Sahara. XIX. Cong. Géol. Int : 1-18.

Ettajani H. et Pirastru L., 1991. – Méthodologie pour prévoir le transfert des métaux lourds dans les chaînes tropiques marines incluant les mollusques filtreurs. Symp. Int. sur la pollution des eaux marines à Casablanca, 13 p.

Favennec J., 2002. – Guide de la flore des dunes littorales de la Bretagne au sud des Landes. Edition Sud- Ouest / ONF.

Floret Ch. et Pontanier R., 1982. – L'aridité en Tunisie pré saharienne. Trav. et Doc. O.R.S.T.O.M., (150), Ed. O.R.S.T.O.M., Paris, 544 p.

Floret Ch., Galan M. J., Le Floch E., Orshan G. et Romane F., 1990. – Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studiing vegetation. J. Veg. Sci., 1: 171-80.

Frankel et Bennet, 1970. *in* Long G., 1974. – Diagnostic phyto-ecologique et aménagement du territoire. Tome I, principes généraux et méthodes. Ed. Masson et Cie, France, 256 p.

Frontier S. et Pichod-Viale D., 1998. – Écosystèmes : Structure. Fonctionnement. Évolution. Ed. Dunod, France, 447 p.

Gaucher F. et Burdin S., 1974. – Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Press Univ. Fr., Paris, 234 p.

Gauquelin T., Jalut G., Iglesias M. et Valle F., 1998. – Phytomass and carbon storage in the steppes of Eastern Andalousia, Spain. Ambio. 27, 2 : 99-103.

Gaussen H., 1963. – Écologie et phytogéographie. *In* Abbayes : 952-972.

Ghezlaoui B. E., 2001. – Contribution à l'étude phytoécologique des peuplements halophytes dans le Nord de l'Oranie (Algérie occidentale). Mém. Mag. Univ. Tlemcen, 185 p. + annexe.

Ghezlaoui B. E., 2011. - biomorphologie et polymorphisme des appareils aériens de quelques espèces halophyles en Oranie, cas de *Atriplex halimus* L. et *Tamarix gallica* L. Thèse Doc. Ecol. Univ. Tlemcen, 373 p.

Ghezlaoui B. E., Benabadji N., Aboura R., 2009. – Approche floristique et physionomique des Atriplexaies au Nord de Tlemcen (Ouest Algérien). Rev. Med. Ser. Estud. Biologicos Epo. II. N° 20. Alicante: 09-38.

Gorenflot R., et De Foucault B., 2005. – Biologie végétale : les Cormophytes 7e éd. Dunod, 594 p.

Gounot M., 1969. – Méthodes d'étude quantitatives de la végétation.Vol.1, Ed. Masson et Cie, Paris, 314 p.

Gourinard Y., 1952. – Le littoral oranais (mouvements verticaux et anomalies gravimétriques). Publ. XIXè Congr. Géol. Intern. Alger, 107 p.

Greuter W., 1994. – Extinction in the Mediterranean areas. Phytosociological transaction of the Royal Society of London, B, 344: 41-46.

Grigore M. N. et Toma C., 2007. – Histo-anatomical strategies of Chenopodiaceae halophytes: Adaptive, ecological and evolutionary implications. WSEAS Trans. Biol. Biomed., 12: 204-218.

Grigore M. N. et Toma C., 2008. – Ecological anatomy of halophyte species from the Chenopodiaceae family. WSEAS International Conference on Mathematical biology and ecology (Mabe'08) Acapulco, Mexico: 25-27.

Grouzis M., **Heim G.** et **Berger A., 1977.** – Croissance et accumulation de sels chez deux salicornes annuelles du littoral méditerranéen. Oecologia Plantarum, 12, 4 : 307-322.

Guardia P., 1975. – Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-Occidentale. Relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe le Tell et l'avant pays atlasique. Thèse Doct. État, Univ. Nice, N° AO 11417, 298 p. 141 fig., 1 carte h.t.

Guinochet M., 1973. – Phytosociologie. Ed. Masson et Cie, Paris, 227 p.

Guthrie P et Pierry D. -R., 1980. – Introduction to environnemental toxicology. Brack Well Scientific publications : 484 p.

Hadjadj Aouel S., 1995. – Les peuplements du thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata* Vahl. Master) en Algérie. Phyto-écologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Aix-Marseille III, 155 p. + annexe.

Halimi A., 1980. – L'atlas blidéen : Climats et Etages Végétaux. Ed. O. P.U. Alger, 484 p.

Halitim A., 1973. – Étude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en valeur. Thèse Doct. État, Univ. Rennes, 170 p.

Halitim A., 1985. – Contribution à l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie distribution et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse Doct. Etat, Univ. Rennes, 183 p.

Halitim A., 1988. – Sols des régions arides d'Algérie. Ed. O.P.U. Alger, 384 p.

Harroy J.P., 1967. –Techniques contemporaines de l'agriculture méditerranéenne. Med. 13 : 38-41.

Hassaïne K., 1991. – Recherche d'une méthode cartographique applicable aux gîtes de ponte d'*Aedes caspius* et *Aedes detritus* diptères de la partie occidentale de la Sebkha d'Oran. Mém. Mag. Univ. Tlemcen, 157p.

Hellal B., Benseddik B., Ayad N. et Benhassaini H., 2004. – La régénération dans la steppe du Sud oranais en Algérie occidentale. Rev. Sèch. Vol. 15, (2): 173-181.

Hendricks R. C. et Bushnell D.M., 2008. – Halophytes energy feedstocks: back to our roots. The 12 th International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of 10 Rotating Machinery, Honolulu, Hawaii, February 17–22.

Hirche A., Bougnani A. et Salamani M., 2007. – Evolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. Séch. Sci. Chang. Plan. Vol. 18, (4) : 314-320.

Hisnard H., 1973. – Pays et paysages méditerranéens. Ed. P.U.F. , Paris, 238 p.

Houzir M., 1994. – Recherches de l'impact de diverses activités humaines sur les groupes écologiques des terrains halomorphes sublittoraux oranais. Mem. D.E.S. Ecol. Veg. Univ. Tlemcen, 93 p.

I.A.E.A., 2005. – Référence sheet (Référence materiel IAEA- 392) Trace, Minor and Major elements in Algae. Vienna, Austria.

Jauffret S. et Lavorel S., 2003. – Are plant functional types relevant to describe degradation in arid southern Tunisian steppes? J. Veg. Sci. 14 (3): 399-408.

Jithesh, M. N., Prashanth S. R., Sivaprakash K. R. et Parida A., 2006. – Antioxidative responses mechanisms in Halophytes: Their Role in stress defense. J. Genet. 85(3): 237-246.

Jolicoeur P., 1991. – Introduction à la biométrie. Département des Sciences Biologiques. Univ. Montréal: 1-3.

Judd W. S. et Ferguson I. K., 1999. – The genera of Chenopodiaceae in the southeastern United States. Harvard Papers in Botany, 4: 365–416.

Kadi-Hanifi H., 2003. – Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* de l'Algérie. Sécheresse (3), Vol. 14: 169-179.

Kapralov M. V., Akhani H., Voznesenskaya E., Edwards G., Franceschi V. R. et Roalson EH., 2006. – Phylogenetic relationships in the Salicornioideae /Suaedoideae/Salsoloideae s.l. (Chenopodiaceae) clade and a clarification of the phylogenetic position of Bienertia and Alexandra using multiple DNA sequence datasets. Systematic Botany, 31: 571–585.

Keshavarzy M. et Zare G., 2006. – Anatomical study of Salicorneae Dumort. (Chenopodiaceae Vent.) native to Iran. Int. J. Bot. 2 (3): 278-285. ISSN 1811-9700

Khaldoun A., 2000. – Evolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne : le cas du camion Gak en hautes plaines occidentales. Opt. Méd. Ser. A. Sém. Med., 39: 121-127.

Khan M. A., 2002. – Halophyte seed germination: success and pitfalls. *In* Proceedings of the International Symposium on Optimum resource utilization in salt-affected ecosystems in Arid and Semiarid regions, Cairo. (Eds. A. M. Hegazi, H. M. El-Shaer, S. El-Demerdashe, R. A. Guirgis, A. A. Metwally, F. A. Hassan, and H. E. Khashaba) Desert Research Institute, Cairo, Egypt: 346-358.

Killian Ch., 1954. – Plantes fourragères types des hautes plaines algériennes, leur rôle particulier en période sèche. Ann. Amél. Plan Paris, 4 : 505-527.

Knoerr A., 1961. – Le milieu, la flore, la végétation, la biologie des halophytes dans l'archipel de Riou et sur la côte sud de Marseille. 2e partie. Recherches biologiques sur quelques halophytes. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille. Tome 21 : 86 p.

Ksouri R., Megdiche W., Falleh H., Trabelsi N., Boulaaba M., Smaoui A. et Abdelly CH., 2008. –Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. Biol. vol. 331, 11 : 865-873.

Larousse, 2012. –Encyclopédie Larousse en ligne. http://www.larousse.fr/encyclopedie.

Lasat M.M., 2000. – Phytoextraction of metals from contaminated soil: a review of plant/soil/metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues. Journal of Hazardous Substance Research vol. 2 5.1-5.25.

Le Houerou H. N., Claudin J. et Pouget M., 1977. – Étude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000 000. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 36-40.

Le Houerou H. N., 1995. – Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. Séch. : 167-182.

Le Houerou H.N., 2005. – The Isoclimatic Mediterranean Biomes: Bioclimatology, Diversity and Phytogeography. (Les biomes isoclimatiques méditerranéens: bioclimatologie, diversité et phytogéographie). Soc. Bot. France. ISBN : 2 – 9523965-1-5, 760 p.

Lebart L., Morineau A. et Fenelon J. P., 1979. – Traitement des données statistiques. Méthode et programmes. Ed. Bordas, Paris, 274 p.

Lignon M., 1971. – Développement et croissance économique en région méditerranéenne. Bull. Rech. Agron. Gembloux H. S. : 653-678.

Long G., 1960. – Les terrains de parcours de plaines, de plateaux et de basses montagnes dans la région méditerranéenne.Fourrages, 4 : 47-127.

Loyer J.Y., 1988. – Les sols salsodiques. AFES, 5ème version, 142 p.

Macintosh J., 2005. – Clé de détermination des plantes de la Sansouire des alentours de l'étang de Thau, 9 p.

Mahmoud A., El Sheikh A. M., et Abdul Baset S., 1983. – Germination of two halophytes: *Halopeplis perfoliata* and *Limonium axillare* from Saudi Arabia. J. Arid Environ. 6: 87-98.

Mahrour M., 1965. – Le versant méridional des monts de Ouled Nail du Djebel Azereg au Djebel Kahil. Inst. Rech. Sah. 24 : 1-8.

Maire R., 1962. – Flore de l'Afrique du nord. Ed. Lechevalier.8 vol : 97-99.

Marchand H., 1990. – Les forêts méditerranéennes. Les fascicules du Plan Bleu, (2), P.N.U.E. Economica, Paris, 108 p.

Meerts P. et Van Isaker N., 1997. – Heavy metal tolerance and accumulation in metallicolous and non-metallicous populations of *Thlaspi caerulescens* from continental Europe. *Plant Ecology*, 133 : 221-231.

Mehdadi Z., Benaouda Z., Latrech A., Benhassaini H. et Bouchaour L., 2004. – Contribution à l'étude de la régénération naturelle de *Stipa tenacissima* L. dans les hautes plaines steppiques de Sidi Bel-Abbès (Algérie occidentale). Rev. Sèch. 15, 2 : 167-171.

Mekkioui A., 1989. – Etude bioclimatique de la Méditerranée occidentale et de l'Ouest Algérien. Mém. D.E.S. en Biologie, Univ.Tlemcen, 83 p. + annexe.

Mekkioui A., 1997. – Étude de la faune orthoptérologique de deux stations dans la région de Hafir (Monts de Tlemcen) et mise en évidence d'*Ampelodesma mauritanica* (espèce pâturée) dans les fécès de différentes espèces de Caelifères. Mém. Mag. Ecol.Univ. Tlemcen, 121 p. + annexe.

Merzouk A., 2010. – Contribution à l'étude phytoécologique et biomorphologique des peuplements végétaux halophiles de la région de l'Oranie (Algérie). Thèse. Doc. Ecol. Univ. Tlemcen. 261 p.

Metge G., 1977. – Etude synécologique de la dépression du Vigniérat (B.d.R). These. Doc. Univ. Sci. Aix-Marseille III, 464 p.

Meyer C. A., 1829. – Generae Chenopodearum, 370–371 *in* Flora Altaica, vol. 1, Ed. C. F. Ledebour, Berlin, Germany: Reimer.

Misra S. et Gedamu L., 1989. – Heavy metal tolerant transgenic *Brassica napus* L. and *Nicotiana tabacum* L. plants. Theor. Appl. Genet. 78: 161-168.

Mittermeier R. A., Gil P. R., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C.G., Lamoreux J. et Da Fonseca G.A.B., 2004. – Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Univ. Chicago Press for Intern. Conserv.

Monteil M. P., 1906. – Anatomie comparée des feuilles des chénopodiacées. Thèse. Doct. Univ. Paris.8, 11-14, 126 et 131 p.

Musset R., 1953. *In* Chaabane A., 1993. – Étude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Aix-Marseille III, 205 p. + annexe.

Nègre R., 1966. – Les thérophytes. Mem. Soc. Bot. Fr., 92-108.

Noe G. B. et Zedler J.B., 2000. – Differential effects of four abiotic factors on the germination of salt marsh annuals. Am. J. Bot. 87: 1679–1692.

O'Leary J.W., 1985. – Halophytes: Arizona Land and People, 36, 3: 15.

Orshan G., Montenegro G., Avila G., Aljaro M. E., Walckorviak A. et Mujica A. M., 1984. – Plant growth forms of chilean matorrals. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m a.s.l. Bull. Soc. Bot. Fr. (Actual Bot.), 131:411-425.

Ozenda P., 1958. – Flore du Sahara septentrional et central. 486 p.

Ozenda P., 1977. – Flore du Sahara. 2ème éd. revue et complétée, C.N.R.S. Paris, 622 p.

Ozenda P., 1982. – Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 511, 512, 180 et 186 p.

Ozenda P., 1991. – Flore et végétation du Sahara, 3ème éd., CNRS, Paris. 512 p.

Oztas T., Koc A. et Comakli B., 2003. – Changes in vegetation and soil properties along a slope on overgrazed and eroded rangelands. J. Arid Env. 55 (1): 93-100.

Padmini S, Rao S.S.R., 1995. – Structure de la distribution taxonomique et importance des stomates foliaires chez certains Amaranthacées indiens. J. Bot. Soc. Linn., 118 : 149-161.

Philippeau G., 1985. – Théories des plans d'expériences application à l'agronomie, service des études statistiques I.T.C.F.

Pieri C., 1989. – Fertilité des sols de savanes. CIRAD-IRAT, Paris, 444 p.

Pignatti S., 1978. – Evolutionary trends in the Mediterranean flora and vegetation. Vegetatio 37: 175-185.

Pouget M., 1973. – Une manifestation particulière et méconnue de la salure dans les steppes du Sud algérois : les plages de salures sur les glacis quaternaires à croûte calcaire. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord 1-2 : 15-24.

Pouget M., 1980. – Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III, 555 p.

Quézel P., 1978. – Analysis of the flora of the Mediterranean and Saharian Africa. Ann. Missouri Bot. Gard., 65: 479-534.

Quézel P., 1985. – Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. *In* Gomez-Campo C. (Ed.), Plant conservation in the Mediterranean area. Geobotany 7, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht: 9-24.

Quézel P., 1995. – La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme. Ecologia mediterranea, 21 (12) : 19-39.

Quézel P., 1999. – Les grandes structures de végétation en régions méditerranéennes : facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. Geobios 32, I : 19-32.

Quézel P., 2000. – Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed. Ibis press , Paris, 100 p. + annexe.

Quézel P. et Barbero M., 1993. – Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène : enseignements de la flore et de la végétation actuelle. Bull. Écol. 24:191-202.

Quézel P. et Santa S., 1962 – 1963. – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S., Paris, 2 vol. 1170 p.

Quézel P. et Simonneau P., 1960. – Quelques aspects de la végétation des terrains salés des plaines sub-littorales de l'Oranie orientale. Trav. Sect. Péd. Agro. Bull. (6), 27 p.

Quoirin M. et Lepoivre Ph., 1977. – Etude des milieux adaptés aux cultures in vitro de *Prunus.* Act. Hort., 78 : 437- 442.

Ramade F., 2003. – Eléments d'Ecologie – Ecologie fondamentale. 3ème édition, Dunod Paris, 665 p.

Rancillac M., 1979. – Mise au point d'une méthode de multiplication végétative « in vitro » du Pin maritime (*Pinus pinaster)* pour la constitution de clônes à partir de semences. Micropropagation d'arbres forestiers. AFOCEL- Etu. et rech. N° 12: 14 – 48.

Rancillac M., 1981. – Perspectives d'application des cultures d'organes in vitro à la multiplication végétative du Pin maritime (Pinus pinaster). Ann. Sci. For., 38(1): 55-70.

Raunkiaer C., 1904. – Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. *In* Raunkiaer C., 1934, pp. 1-2.

Raunkiaer C., 1905. – Types biologiques pour la géographie botanique.KGL.Danske Videnskabenes Selskabs Farrhande, 5: 347-437.

Raunkiaer C., 1907. – The life forms of plants and their bearing on geography, 2-104.

Raunkiaer C., 1934. – The life forms of plants and statistical plant geography. Ed. Clarendon Press, Oxford, 632 p.

Raven P.H., Johnson G.B., Losos J.B., Singer S.S., 2007. - Biologie végétale – De boeck-. 2e éd. 733 p.

Rodman J. E., 1994. – Cladistic and phenetic studies. pp. 279-301 *in* Behnke H. D., Mabry T. J., eds. Caryophyllales: evolution and systematics. Springer, Berlin.

Ruellan A., 1971. – Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc oriental). Mém. ORSTOM : contributions à la connaissance des sols des régions méditerranéennes, 198 p. + annexe.

Salt D.E. et Braylock M., 1995. - Phytorémédiation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. Biotechnology 13.

Sauvage Ch., 1960. – Recherche géobotanique sur le chêne liège au Maroc. Thèse Doct. Etat. Montpellier. Trav. Inst. Sci. Chérifien, Série Botanique : 21-462.

Sauvage Ch., 1961. – Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. Thèse Doct. Etat, Univ. Montpellier, Trav. Inst. Sci. Chérifien, Série botanique : 21-462.

Sauvage Ch. et Dajet P., 1963. – Le quotient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation de ses variations au Maroc. Ann. Serv. Phys. Gl. Meteorol. 20: 11-23.

Schreider E., 1952. – Quelques problèmes préalables à toute recherche de biométrie physiologique. Variations intra-individuelles, instabilité des milieux intérieurs, corrélations faibles et nulles. Biotypologie, 13 : 20-58.

Seltzer P., 1946. – Le climat de l'Algérie. Ed. Carbonel, Alger, 219 p.

Servant J., 1970. – Etude expérimentale de l'influence des conditions salines sur la perméabilité des sols, conséquences pédologiques. Sc. du sol, 2 : 87-101.

Servant J., 1974. – C.R. Acad. Sc. Paris, 278D : 589-591.

Servant J., 1975. – Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphes. L'exemple des sols salés au sud et au sud-ouest de la France. Thèse Doct. Etat Montpellier, S.E.S. INRA, 2 tomes, I : 194 p ; II : Fig., Pl.et annexes.

Servant J., 1986. – Les systèmes halomorphes. ORSTOM, Paris : 607-621.

Shamsutdinov N. Z. et Shamsutdinov Z., 2008. – Halophytes usage for soil desalting and sustainable development of Agriculture in Arid Regions of Russia. Biosaline Agriculture and High salinity tolerance.

Shamsutdinov Z. Sh., 1993. – Biological amelioration: concept and perspectives. Amelioration and water husbandry, 6: 12-14 (in Russian).

Shepherd K. A., Macfarlane T. D. et Colmer T. D., 2005. – Morphology, anatomy and histochemistry of Salicornioideae (Chenopodiaceae) fruits and seeds. Ann. Bot. 95: 917–933.

Simonneau P., 1952. – Végétation des dunes littorales du golfe d'Arzew (Damesne – Saint Leu – La Macta – Oureah). Pub. Inspect. Gén. Agri.

Soletanche P., 1950. – La grande Sebkha d'Oran. Géologie et hydrologie, Service de la colonisation de l'hydraulique.

Stambouli H., 2010. – Contribution à l'étude des groupements à psammophytes de la région de Tlemcen (Algérie Occidentale). Thèse. Doc. Ecol. Univ. Tlemcen. 225 p.

Stewart P., 1969. – Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord (59): 23-36.

Tester M. et Davenport R., 2003. – Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Ann. Bot. 91: 503–527.

Thinthoin R., 1948. – Les aspects physiques du Tell oranais, essai de morphologie de pays semi-arides. Ouvrage publié avec le concours du C.N.R.S. Ed. L. Fouque, 639p.

Thurman, 1839. *In* Long G., 1974. – Diagnostic phyto-ecologique et aménagement du territoire.Tome I, principes généraux et méthodes. Ed. Masson et Cie, France, 256 p.

Trabut L., 1935. – Flore de l'Afrique du Nord. Rép. noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique. Alger, Ed. Carbonel, 355 p.

Trayssac Y., 1980. – Etude géomorphologique du bassin versant de l'Oued Djelfa. Melah. Versant Nord des Ouled Nail. Algérie. Thèse. 3e cycle. Poitiers, 221 p.

Verlaque, R., Médail F., Quézel, P. et Babinot, J.-F., 1997. – Endémisme végétal et paléogéographie dans le Bassin Méditerranéen. GEOBIOS, M.S. N°21 : 159-166.

Viano J., 1963. – Étude phytosociologique et écologique de la région Fort sur mer. Thèse Doct. Etat en écologie, Univ. Aix- Marseille III, 122 p.

Vignes P. et Vigne D., 2007. – l'herbier des plantes sauvages. Ed. Larousse: 565 p.

Walter H. et Straka H., 1970. – Arealkunde . Stuttgart, Verlag, Eugen Ulmer, 487p.

Weber D. J., Ansari R., Gul B. et Khan M. A., 2006. – Potential of halophytes as source of edible oil. J. Arid Envir. 6: 315–321.

Youssef A. M., 2009. – Salt Tolerance Mechanisms in Some Halophytes from Saudi Arabia and Egypt. Res. J. Agric. Biol. Sci., 5: 191-206.

Zia S. et Khan M. A., 2004. – Effect of light, salinity and temperature on the germination of *Limonium stocksii*. Canad. J. Bot. 82 : 151-157

Zid E. et Grignon C., 1991. – Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, AUPELF-UREF. Jon Libbey Eurotext, Paris: 91-108.

Zidane-Ouiza D., Belkhodja M., Bissati S. et Hadjadj S., 2010. – Effet du stress salin sur l'accumulation de proline chez deux espèces *Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Eur. J. Sci. Res. 41(2): 249-260.

Zohary H., 1971. – The phytogeographical foundation of the Middle East. *In* "Plant life of South-west Africa". Bot. Soc. Edinburgh: 43-51.

Index

Index

Liste des tableaux

Tab. 1 : Mesure du poids frais, poids sec et teneur en eau des échantillons de *Arthrocnemum glaucum* 26

Tab. 2 : Teneur en eau des graines d'*Arthrocnemum glaucum*..... 28

Tab. 3 : Estimation de la surface occupée par pied *d'Arthrocnemum*..... 30

Tab. 4 : Concentrations métalliques retrouvées chez *Arthrocnemum glaucum* en mg/kg de poids sec Station « Sebkha 1 » 35

Tab. 5 : Moyennes des teneurs métalliques en mg/kg de poids sec chez *Arthrocnemum glaucum* de l'ensemble de la station « Sebkha 1 »..... 37

Tab. 6 : Coordonnées géographiques des stations météorologiques..... 62

Tab. 7 : Données climatiques des stations météorologiques, Nouvelle Période.. 66

Tab. 8 : Amplitude thermique des stations météorologiques, Nouvelle période 65

Tab. 9 : Quotient pluviothermique (Nouvelle période)..... 68

Tab. 10 : Résultats physico-chimiques des sols abritant les peuplements à *Arthrocnemum glaucum* 87

Tab. 11 : Teneur en eau du sol de trois stations d'étude..... 85

Tab. 12 : Moyennes des mesures et écarts types des différents tissus de la tige de *Arthrocnemum glaucum* dans chaque station d'étude 122

Tab. 13 : Moyennes des mesures et écarts types des différents tissus de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* dans chaque station d'étude 122

Tab. 14 : Moyennes des mesures et écarts types des différents tissus de la racine de *Arthrocnemum glaucum* dans une station du Nord et une du Sud..... 123

Tab. 15 : Mesures de la taille des radicelles de *Arthrocnemum glaucum* dans la station « El-Amria 1 »..... 132

Tab. 16 : Moyennes des mesures des variables et écarts types de chaque station d'étude 137

Tab. 17 : Corrélations les plus significatives au sein de chaque station d'étude139

Tab. 18 : Caractérisation floristique Station "Rachgoun 1" 153

Tab. 19 : Caractérisation floristique Station "Rachgoun 2" 155

Tab. 20 : Caractérisation floristique Station "Moscarda" 157
Tab. 21 : Caractérisation floristique Station "El-Amria 1" 158
Tab. 22 : Caractérisation floristique Station "El-Amria 2" 160
Tab. 23 : Caractérisation floristique Station "Sebkha 2" 161
Tab. 24 : Caractérisation floristique Station "Oglat en Naadja"..... 162
Tab. 25 : Pourcentages des types biologiques 165
Tab. 26 : Pourcentages des types morphologiques 169
Tab. 27 : Pourcentages des types biogéographiques..... 174

Liste des figures

Fig. 1 : Zoom sur *Arthrocnemum glaucum* (Vignes, 2007) 25

Fig. 2 : *Arthrocnemum glaucum* (Maire, 1962) 23

Fig. 3 : Diagramme floral de *Arthrocnemum glaucum* 19

Fig. 4 : Concentrations métalliques en mg/kg de poids sec des trois organes de *Arthrocnemum glaucum* de la station « El-Amria 1 » 35

Fig. 5: Concentrations métalliques en mg/kg de poids sec des trois organes de *Arthrocnemum glaucum* de la station « El-Amria 2 » 36

Fig. 6 : Teneurs métalliques moyennes en mg/kg de poids sec chez *Arthrocnemum glaucum* de l'ensemble de la station « Sebkha 1 » 38

Fig. 7 (a) : Carte de situation géographique de la région d'étude 48

Fig. 7 (b) : Carte de situation géographique des stations nord 49

Fig. 7 (c) : Carte de situation géographique de la station sud 50

Fig. 8 : Climagramme pluviothermique d'Emberger 69

Fig. 9 (a) : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen 71

Fig. 9 (b) : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen 72

Fig. 10 : Schéma morphologique du littoral oranais 74

Fig. 11 : Carte géologique de la zone de Rachgoun 77

Fig. 12 : Carte géologique de la zone de Moscarda 78

Fig. 13 : Carte géologique de la zone de la Sebkha d'Oran 80

Fig. 14 : 1. Carte très schématique de l'Algérie septentrionale 81

Fig. 15 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la tige de *Arthrocnemum glaucum* dans les stations d'étude 124

Fig. 16 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* dans les stations d'étude 124

Fig. 17 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la racine de *Arthrocnemum glaucum* dans les stations d'étude 125

Fig. 18 : Evolution de la taille des radicelles après la mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans différents milieux de culture. 133

Fig. 19 : Comparaison morphométrique des individus de *Arthrocnemum glaucum* des stations étudiées 138
Fig. 20 (a) : Répartition des espèces selon les types biologiques 165
Fig. 20 (b) : Répartition des espèces selon les types biologiques 166
Fig. 20 (c) : Répartition des espèces selon les types biologiques 167
Fig. 20 (d) : Répartition des espèces selon les types biologiques 168
Fig. 21 (a) : Répartition des espèces selon les types morphologiques 170
Fig. 21 (b) : Répartition des espèces selon les types morphologiques 171
Fig. 21 (c) : Répartition des espèces selon les types morphologiques 172
Fig. 22 (a) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques 173
Fig. 22 (b) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques 176
Fig. 22 (c) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques 177
Fig. 22 (d) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques 178
Fig. 23 (a) : Répartition des espèces par familles 181
Fig. 23 (b) : Répartition des espèces par familles 182
Fig. 23 (c) : Répartition des espèces par familles 183
Fig. 23 (d) : Répartition des espèces par familles 184
Fig. 24 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 1 » 190
Fig. 25 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 1 » 191
Fig. 26 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 1 » 191
Fig. 27 : Dendrogramme des espèces de la station « Rachgoun 1 » 192
Fig. 28 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » 194
Fig. 29 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » 195
Fig. 30 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » 195
Fig. 31 : Dendrogramme des espèces de la station « Rachgoun 2 » 196
Fig. 32 : Plan factoriel des espèces de la station « Moscarda » 198
Fig. 33 : Plan factoriel des espèces de la station « Moscarda » 198
Fig. 34 : Plan factoriel des espèces de la station « Moscarda » 199
Fig. 35 : Dendrogramme des espèces de la station « Moscarda » 199
Fig. 36 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 1 » 201

Fig. 37 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 1 » 202
Fig. 38 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 1 » 202
Fig. 39 : Dendrogramme des espèces de la station « El-Amria 1 » 203
Fig. 40 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 2 » 205
Fig. 41 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 2 » 205
Fig. 42 : Plan factoriel des espèces de la station « El-Amria 2 » 206
Fig. 43 : Dendrogramme des espèces de la station « El-Amria 2 » 206
Fig. 44 : Plan factoriel des espèces de la station « Sebkha 2 » 210
Fig. 45 : Plan factoriel des espèces de la station « Sebkha 2 »..... 210
Fig. 46 : Plan factoriel des espèces de la station « Sebkha 2 »..... 211
Fig. 47 : Dendrogramme des espèces de la station « Sebkha 2 » 211
Fig. 48 : Plan factoriel des espèces de la station « Oglat en Naadja »..... 213
Fig. 49 : Plan factoriel des espèces de la station « 0glat en Naadja »..... 214
Fig. 50 : Plan factoriel des espèces de la station « Oglat en Naadja »..... 214
Fig. 51 : Dendrogramme des espèces de la station « 0glat en Naadja »..... 215

Liste des photos

Photo n° 1 : Aspect vert-bleuâtre de *Arthrocnemum glaucum* 12

Photo n° 2 : Pression anthropozoïque au niveau de la station « Sebkha 1 » : *Arthrocnemum glaucum* très apprécié par le bétail ovins. 15

Photo n° 3 : Campement d'agro-pasteurs semi-nomades « Sebkha 1 » 16

Photo n° 4 : Touffes denses de *Arthrocnemum glaucum* « Rachgoun2 »..... 17

Photo n° 5 : *Arthrocnemum glaucum* en fleurs..... 20

Photo n° 6 : Aspect rougeâtre de *Arthrocnemum glaucum*..... 20

Photo n° 7 : Enveloppe de l'akène se déchire laissant apparaitre la graine de *Arthrocnemum glaucum* 21

Photo n° 8 : Graines de *Arthrocnemum glaucum* « Sebkha 2 »..... 22

Photo n° 9 : Vue de l'espèce *Arthrocnemum glaucum,* mise en évidence du système racinaire pivotant..... 24

Photo n° 10 : Pollution au niveau de la sebkha 33

Photo n° 11 : Phase d'évaporation de la solution 41

Photo n° 12 : Filtration du résidu 42

Photo n° 13 : Lecture à l'aide du spectrophotomètre..... 42

Photo n° 14 : Station « Rachgoun 1 » 51

Photo n° 15 : Vue satellitaire de la station d'étude..... 52

Photo n° 16 : Station « Rachgoun 2 » 53

Photo n° 17 : Vue satellitaire de la station d'étude..... 53

Photo n° 18 : Station de Moscarda, *Arthrocnemum* fixant de grandes dunes..... 54

Photo n° 19 : Vue satellitaire de la station d'étude..... 55

Photo n° 20 : Vue générale de la station « El-Amria 1 » 56

Photo n° 21 : Station « El- Amria 1 » aux abords immédiats de la Sebkha : Petites touffes clairsemées de *Arthrocnemum glaucum* 56

Photo n° 22 : Vue générale de la station « El-Amria 2 » 57

Photo n° 23 : Vue satellitaire de la station « Sebkha 1 » 57

Photo n° 24 : Station « Sebkha 2 » 58

Photo n° 25 : Vue satellitaire de la station d'étude..... 59

Photo n° 26 : Station « Oglat en Nadja » (Chott El-Gharbi) 60

Photo n° 27 : Vue satellitaire de la station d'étude..... 60

Photo n° 31 : *Arthrocnemum glaucum* fixant une micro-dune avec d'autres espèces 90

Photo n° 32 : Efflorescences salines au niveau de la station « Sebkha 2 » 90

Photo n° 33 : Sols hydromorphes au niveau de la station « Oglat en Naadja »..... 92

Photo n° 28 : Sol sabloneux de la station « Rachgoun 2 » 92

Photo n° 29 : Station « Rachgoun 1 », sol qui se craquelle..... 93

Photo n° 30 : Sol craquelé au niveau de Sebkha 2 sous l'effet de la sécheresse .. 93

Photo n° 34 : 1- Ecorce « Rachgoun 1 » (Grx20) 102

Photo n° 35 : 1- Epiderme 2- Parenchyme palissadique 3- Chloroplastes « Rachgoun 1 » (Gr x 20)..... 103

Photo n° 36 : 1- Tracheides « Rachgoun 1 » (Gr x 20)..... 103

Photo n° 37 : 1- Parenchyme palissadique chlorophyllien « Rachgoun 2 » 104

Photo n° 38 : 1- Stomates au niveau du parenchyme aquifère « Rachgoun 2 » . 104

Photo n° 39 : 1- Parenchyme palissadique 2- Parenchyme aquifère«Sebkha 1» 105

Photo n° 40 : 1- Epiderme 2- Parenchyme palissadique 3- Tracheides « Sebkha 2 » (Gr x 20)..... 105

Photo n° 41 : Cylindre central « Rachgoun 1 » (Gx20) 106

Photo n° 42 : Cylindre central « Rachgoun 2 » (Gr x 20) 106

Photo n° 43 : Cylindre central « Chott El-Gharbi » (Gr x 20)..... 107

Photo n° 44 : Cylindre central « Sebkha 1 » (Gr x 20) 107

Photo n° 45 : Sclérenchyme et structure diffuse des tissus conducteurs de la tige horizontal (rhizome) « Sebkha 1 » (Gr x 40) rappelant celle de la racine..... 108

Photo n° 46 : Cylindre central « Sebkha 2 » (Gr x 20) 108

Photo n° 47 : Cylindre central mise en évidence des mâcles d'oxalates de calcium « Chott El-Gharbi » (Gr x 10) 109

Photo n° 48 : 1- Parenchyme palissadique 2- Oxalate de calcium 3- Epiderme « Rachgoun 1 » (Gr x 100)..... 111

Photo n° 49 : 1- Epiderme et cuticule 2- Parenchyme palissadique avec chloroplastes « Rachgoun 2 » (Gr x 20)..... 111

Photo n° 50 : 1- Epiderme cutinisé 2- Parenchyme aquifère 3-Parenchyme palissadique 4- Parenchyme médullaire « Sebkha 1 » (Gr x 10)..... 112

Photo n° 51 : 1- Stomates de la feuille « Rachgoun 1 » (Gr x 40)..... 112

Photo n° 52 : 1- Stomates « Rachgoun 1 » (Gr x 40)..... 113

Photo n° 53 : 1- Trachéides scalariformes « Rachgoun 1 » (Gr x 40) 113

Photo n° 54 : Abondance des trachéides scalariformes « Rachgoun 1 »..... 114

Photo n° 55 : 1- Ecorce 2- Cylindre central « Rachgoun 1 » (Gr x 20) 114

Photo n° 56 : Cylindre central de la feuille, mise en évidence de : 1- Parenchyme aquifère 2- Sclérenchyme 3- Phloème 4- Xylème 5- Parenchyme médullaire 6- Xylème externe « Rachgoun 1 » (Gr x 20)..... 115

Photo n° 57 : Cylindre central de la feuille, mise en évidence de : 1- Parenchyme aquifère 2- Sclérenchyme 3- Phloème 4- Xylème 5- Parenchyme médullaire « Rachgoun 2 » (Gr x 20)..... 115

Photo n° 58 : Cylindre central de la feuille « Sebkha 2 » (Gr x 20) 116

Photo n° 59 : Ecorce de la racine : 1- zone subéreuse 2- Parenchyme cortical « Rachgoun 1 » (Gr x 20)..... 117

Photo n° 60 : 1- Lacune du parenchyme cortical de la racine « Rachgoun 1 » .. 118

Photo n° 61 : Ecorce et tissus conducteurs « Rachgoun 1 » (Gr x 20)..... 118

Photo n° 62 : Ecorce et tissus conducteurs « Rachgoun 2 » (Gr x 20)..... 119

Photo n° 63 : Ecorce et tissus conducteurs « Sebkha 1 » (Gr x 40) 1- Parenchyme cortical lacuneux 2- Parenchyme phloèmien 3- Phloème 4- Parenchyme médullaire lignifié 5- Xylème 119

Photo n° 64 : Ecorce et tissus conducteurs « Sebkha 2 » (Gr x 20)..... 120

Photo n° 65 : Cylindre central de la racine «Rachgoun 2 » (Gr x 20) 120

Photo n° 66 : Cylindre central de la racine. « Oglat en Naadja »..... 121

Photo n° 67 : Mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans le milieu : eau distillée 133

Photo n° 68 : Mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans le milieu : Auxine + Knop 134

Photo n° 69 : Mise en culture de fragments de tige de *Arthrocnemum glaucum* dans le milieu : sable..... 134

Photo n° 70 : Nappe à *Arthrocnemum glaucum* de faible hauteur « Rachgoun 1 ». 141

Photo n° 71 : Touffe de *Arthrocnemum glaucum* présentant une hauteur importante station « Rachgoun 2 ». 142

Photo n° 72 : Touffe de *Arthrocnemum glaucum* station « El-Amria 1 » 142

Photo n° 73: *Arthrocnemum glaucum* station "El – Amria 2"..... 143

Photo n° 74 : Touffe de *Arthrocnemum glaucum* station « Sebkha 2 » 143

Photo n° 75 : Touffe moribonde de *Arthrocnemum glaucum station* « Oglat en Naadja » 144

Photo n° 76 : Bonne touffe de *Arthrocnemum glaucum* station « Oglat en Naadja » 144

Photo n° 77 : Rejets des eaux usées dans Oued Tafna 224

Photo n° 78 : Travaux au niveau de Rachgoun plage, en vue de l'installation d'une station de déssalement de l'eau de mer 225

Annexes

Liste des documents annexés

Tableaux

Chapitre III – Histologie organographique

Tableau 1 : Mesures des différents tissus de la tige de *Arthrocnemum glaucum* au niveau des stations d'étude

Tableau 2 : Mesures des différents tissus de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* au niveau des stations d'étude

Tableau 3 : Mesures des différents tissus de la racine de *Arthrocnemum glaucum* au niveau des stations d'étude

Chapitre IV – Elongation racinaire et mesures morphologiques de Arthrocnemum glaucum

Tableau 4 : Mesures morphométriques de *Arthrocnemum glaucum* dans chaque station d'étude

Chapitre V – Analyse floristique

Tableau 5 : Relevé floristique station « Rachgoun 1 »

Tableau 6 : Relevé floristique station « Rachgoun 2 »

Tableau 7 : Relevé floristique station « Moscarda »

Tableau 8 : Relevé floristique station « Sebkha 1 »

Tableau 9 : Relevé floristique station « Sebkha 2 »

Tableau 10 : Relevé floristique station « Oglat en Naadja »

Tableau 1 : Mesures des différents tissus de la tige de *Arthrocnemum glaucum* au niveau des stations d'étude

Stations	Tissus / Echantillons	Epiderme	Parenchyme chlorophyllien (mm)	Parenchyme aquifère (mm)	Cambium	Parenchyme médullaire (mm)	Sclérenchyme	Phloème (mm)	Xylème (mm)
« Rachgoun 1 »	1	0,4	3,5	7,1	1	0,7	0,3	0,5	0,3
	2	0,5	4,7	6,5	1	0,6	0,2	0,6	0,3
	3	0,5	3,7	6,5	1,1	0,6	0,3	0,5	0,2
	4	0,5	4	5,4	0,9	0,8	0,3	0,7	0,3
	5	0,4	4	6,2	1	0,6	0,2	0,5	0,3
	6	0,5	3,9	6,5	1	0,7	0,2	0,5	0,3
	7	0,5	3,7	5,6	0,8	0,6	0,2	0,5	0,3
	8	0,5	4,8	4,8	1	0,8	0,3	0,6	0,3
	9	0,4	4	4,5	0,8	0,6	0,2	0,6	0,3
	10	0,4	3,7	6	1,1	0,5	0,3	0,5	0,2
« Rachgoun 2 »	1	0,4	3,5	8,5	1,2	1	0,3	0,5	0,5
	2	0,3	4	8,3	1,5	0,6	0,2	0,9	0,5
	3	0,4	3,5	8,7	1,4	1,3	0,3	0,5	0,5
	4	0,3	2,7	7,4	1,1	0,5	0,4	0,5	0,4
	5	0,5	3,5	8	1,2	1	0,3	0,5	0,45
	6	0,9	4,5	7,5	1	1	0,5	0,5	0,5
	7	0,5	5	7	1	0,8	0,3	0,8	0,5
	8	0,5	5,5	8	1,1	0,2	0,2	0,6	0,2
	9	0,5	2,1	4,8	0,8	0,4	0,2	0,5	0,5
	10	0,4	2	9,5	1,2	1	0,4	0,6	0,4
« Sebkha 1 »	1	0,4	5	8	-	2.5	-	0.5	1.5
	2	0,5	5	6.9	-	3.4	-	0.3	1.2
	3	0,4	4	7	-	1.9	-	0.4	1.3
	4	0,6	4	6	-	2.3	-	0.2	1.2
	5	0,5	5	8.5	-	2.5	-	0.4	0.6
	6	0,4	6.5	6.8	-	3.9	-	0.4	1
	7	0,4	6	7.8	-	2.9	-	0.3	1.7
	8	0,5	5.5	6.5	-	3.5	-	0.3	0.9
	9	0,5	5	6.4	-	3.3	-	0.3	0.8
	10	0,4	5	7	-	2.9	-	0.3	0.8
« Sebkha 2 »	1	0,4	2,7	7,8	0,6	0,4	0,4	0,5	0,3
	2	0,5	3,5	6,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,3
	3	0,4	3,2	7,4	0,7	0,3	0,3	0,6	0,3
	4	0,4	3,1	6,5	0,6	0,3	0,3	0,6	0,2
	5	0,5	2,8	6,8	0,7	0,3	0,4	0,6	0,2
	6	0,5	3,7	8,1	0,6	0,3	0,3	0,6	0,2
	7	0,6	3,1	6,6	0,8	1	0,5	0,8	0,4
	8	0,5	2,8	7,6	0,7	0,3	0,3	0,5	0,2
	9	0,5	3,1	8,2	0,6	0,3	0,2	0,7	0,2
	10	0,4	2,9	6,4	0,7	0,8	0,4	0,7	0,3

« Oglat en Naadja »	1	1	0,9	15,3	-	3,5	-	1	0,5
	2	0,9	0,8	11,5	-	2,5	-	0,4	0,9
	3	1	1	11,5	-	1,25	-	0,6	0,7
	4	1	0,8	13,5	-	1	-	1	1
	5	1	1	12,5	-	0,6	-	0,6	0,7
	6	1,2	1	14,5	-	0,75	-	0,6	0,5
	7	1	0,9	12	-	0,75	-	0,8	0,7
	8	1	0,8	12	-	1	-	0,5	0,8
	9	1,2	0,9	15	-	1	-	0,7	0,9
	10	1	0,8	16		0,6		0,5	1

Tableau 2 : Mesures des différents tissus des feuilles de *Arthrocnemum glaucum* au niveau des stations d'étude

Stations	Tissus / Echantillons	Epiderme	Parenchyme palissadique chlorophyllien (mm)	Parenchyme aquifère (mm)	Parenchyme médullaire (mm)	Phloème (mm)	Xylème (mm)
« Rachgoun 1 »	1	0,4	3	1,6	0,1	0,3	0,2
	2	0,3	2,7	1,4	0,2	0,3	0,3
	3	0,2	3,4	1,6	0,2	0,4	0,3
	4	0,2	2	1,6	0,2	0,2	0,3
	5	0,3	2,5	3,2	0,2	0,4	0,2
	6	0,3	1,7	1,9	0,2	0,3	0,2
	7	0,4	1,3	1,8	0,1	0,3	0,2
	8	0,3	1,2	1,5	0,2	0,2	0,2
	9	0,2	2,5	1,3	0,2	0,3	0,2
	10	0,3	2,6	1,2	0,2	0,3	0,3
« Rachgoun 2 »	1	0,3	1,3	2,8	0,3	0,4	0,3
	2	0,3	1,5	2,8	0,2	0,3	0,2
	3	0,5	3	2,8	0,3	0,3	0,3
	4	0,4	1,5	3,6	0,3	0,4	0,3
	5	0,3	2,3	2,7	0,2	0,3	0,2
	6	0,3	2,3	2,2	0,2	0,3	0,2
	7	0,4	1,4	2,7	0,2	0,3	0,3
	8	0,5	2,2	2,1	0,2	0,3	0,2
	9	0,4	2,8	2,3	0,3	0,3	0,2
	10	0,2	1,6	2,2	0,3	0,3	0,2
« Sebkha 1 »	1	0,5	4,5	3	1,9	0,3	0,4
	2	0,6	5	5	6,5	0,3	0,4
	3	1	5	4	6,5	0,3	0,5
	4	0,9	5	8,5	4,7	0,2	0,5
	5	1	5,5	6,5	4	0,2	0,3
	6	1	5	4	6	0,3	0,5

	7	1	4,5	7,5	5,5	0,2	0,3
	8	1	4,5	4,5	6,5	0,2	0,5
	9	0, 5	4,5	6,5	4	0,2	0,3
	10	0,5	4,5	5,5	3,5	0,3	0,4
« Sebkha 2 »	1	0,5	3,5	4,6	0,3	0,4	0,3
	2	0,3	2	3	0,3	0,3	0,2
	3	0,3	2,7	4,5	0,3	0,3	0,2
	4	0,4	3,2	2,1	0,4	0,3	0,3
	5	0,2	2,7	3,6	0,3	0,3	0,3
	6	0,3	3	4,1	0,3	0,3	0,2
	7	0,3	3	2,5	0,3	0,4	0,2
	8	0,3	3,2	1,6	0,3	0,4	0,2
	9	0,4	2,6	4,5	0,4	0,5	0,3
	10	0,3	2	2,3	0,4	0,4	0,3

Tableau 3 : Mesures des différents tissus des racines de *Arthrocnemum glaucum* au niveau des stations d'étude

Stations	Paramètres / échantillons	Epiderme subérifié	Parenchyme cortical lacuneux (mm)	Parenchyme phloémien lignifié (mm)	Phloème (mm)	Xylème (mm)
« Sebkha 1 »	1	1,5	3,5	0,7	0.3	0.7
	2	2	4,5	1	0.5	0.6
	3	1,7	4,1	0,7	0.5	0.5
	4	2	4,5	1	0.4	0.5
	5	1,7	3,9	1	0.3	0.5
	6	1.8	4,1	1,2	0.5	0.5
	7	2,3	5,1	1	0.2	0.4
	8	2	4,5	1	0.3	0.4
	9	2,1	4,7	0,6	0.3	0.5
	10	1,6	3,7	0,7	0.4	0.5
« Oglat en Naadja »	1	2	1,2	-	-	-
	2	1,2	2,9	-	-	-
	3	1,4	3,2	-	-	-
	4	2,2	4,9	-	-	-
	5	1,9	4,3	-	-	-
	6	1,5	3,5	-	-	-
	7	1,5	3,5	-	-	-
	8	2,2	4,9	-	-	-
	9	1,8	4,1	-	-	-
	10	2,5	5,5	-	-	-

Tab. 4 : Mesures morphométriques de *Arthrocnemum glaucum* dans chaque station d'étude

Stations	Paramètres / échantillons	Hauteur des touffes (cm)	Diamètre des touffes (cm)	Longueur des tiges (cm)	Longueur des rameaux (cm)	Longueur des articles (cm)
« Rachgoun 1 »	1	29	136	14,5	28	1
	2	35	112	11	30	1,2
	3	21	143	15	25	1,5
	4	29	123	16	24	0,9
	5	24	96	12	22	1
	6	26	238	11	18	0,8
	7	30	300	11	25	1,2
	8	35	150	13	30	1,4
	9	34	62	12	30	1,1
	10	37	220	17	28	1,2
« Rachgoun 2 »	1	26	47	10	18	0,8
	2	29	252	13	21	1
	3	23	150	14	21	0,7
	4	40	250	15	22	1,5
	5	54	180	16	30	1,7
	6	27	106	11	35	0,9
	7	40	132	07	27	0,8
	8	30	90	17	27	1
	9	26	330	10	26	1,1
	10	46	150	20	33	1
« Moscarda »	1	46	158	18	30	1,8
	2	78	200	15	27	1,5
	3	79	300	13	23	1,8
	4	40	190	15	32	1,5
	5	260	360	23	80	1,5
	6	65	180	13	37	1,5
	7	50	160	14	22	1,2
	8	30	280	8	29	1,4
	9	45	160	7	28	0,9
	10	36	170	16	25	1,3
« El-Amria 1 »	1	50	261	20	11	1,2
	2	19	108	17	7	0,5
	3	43	105	12	8	0,8
	4	27	113	13	5	0,3
	5	29	203	16	7	0,5
	6	32	220	14	4	0,7
	7	40	224	18	8	0,8
	8	42	232	19	9,5	1

	9	61	262	16	9	1,1
	10	47	252	20	10	0,8
« El-Amria 2 »	1	24	150	11	4	0,6
	2	19	149	9	7	0,5
	3	33	170	11	6	0,6
	4	30	113	8	5	0,6
	5	11	66	7,5	3	0,3
	6	19	122	11	5	0,5
	7	19	124	8	5	0,5
	8	13	74	10	4,5	0,4
	9	47	133	19	5	0,6
	10	23	185	11	3,5	0,5
« Sebkha 2 »	1	44	126	7	39	0,3
	2	37	123	8,5	42,5	0,6
	3	38	109	6,5	32,5	0,6
	4	40	106	3,5	27	0,5
	5	29	95	7	27,5	0,7
	6	46	67	6	22,5	0,6
	7	48	44	5	36	0,4
	8	35	165	5,5	34,3	0,6
	9	49	150	7,5	45,5	0,5
	10	17	40	6,5	13,5	0,5
« Oglat en Naadja »	1	20	130	2,25	13	0,4
	2	17,5	100	2	7	0,3
	3	19	60	2	7	0,4
	4	21	64	2,25	16	0,3
	5	25	170	2	20	0,5
	6	25	140	1,75	20	0,4
	7	16,5	70	3,25	11	0,3
	8	19,5	200	2,75	12	0,5
	9	14,5	80	1,75	6	0,2
	10	18	140	1,75	12	0,3

Tab. 5 : Relevés floristiques station « Rachgoun 1 »

Station		Rachgoun 1 : N 35° 17' 40'' et W 01° 28' 11''																				
Exposition		Est-Ouest				Nord-Sud																
Pente		0%																				
Altitude		40m																				
Taux de recouvrement		75%																				
N° des relevés		1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Pré.
Espèces	Codes																					
Acacia raddiana	Acr	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Agropyron repens	Agr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Alopecurus utriculatus	Alu	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anthemis maritima	Anm	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Arthrocnemum glaucum	Arg	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
Atriplex halimus	Ath	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	11
Centaurea pullata	Cep	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5
Chenopodium album	Cha	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	13
Chenopodium chenopodioïdes	Chc	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5
Chrysanthemum coronarium	Chc	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	7
Chrysanthemum grandiflorum	Chg	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Chrysanthemum multicaule	Chm	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Cichorium intybus	Cii	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17
Cupressus sempervirens	Cus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Daphne laureola	Dal	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
Daucus carota subsp *gumifera*	Dac	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Daucus durieua	Dad	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Dianthus velutinus	Div	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Echium vulgare	Ecv	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Erodium moschatum	Erm	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Eucalyptus globulus	Eug	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fagonia cretica	Fac	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Helosciadium nodiflorum	Hen	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Herniaria hirsuta	Heh	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Hordeum murinum	Hom	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Juncus maritimus	Jum	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	7
Lycium europaeum	Lye	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Malva sylvestris	Mas	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	7
Ononis natrix	Onn	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Phragmites communis	Phc	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7
Plantago coronopus	Plc	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Plantago lagopus	Pll	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Plantago ovata	Plo	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	11
Polygonum balansae	Pob	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Polygonum maritimum	Pom	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Rapistrum rugosum	Rar	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Rubia peregrina	Ru	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Rumex bucephalophorus	Rub	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
Salsola sieberi	Sas	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Scolymus hispanicus	Sch	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	10
Senecio vulgare	Sev	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	10
Smyrnium olusatrum	Smo	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	8
Sonchus asper	Saa	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
Sylibum marianum	Sym	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
Tamarix gallica	Tag	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Taraxacum officinalis	Tao	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
Tribulus terrestris	Trt	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Urtica dioïca	Urd	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	6
Xanthium italicum	Xai	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14

Tab. 6 : Relevés floristiques station « Rachgoun 2 »

Station		Rachgoun 2: N 35° 17' 46'' et W 01° 28'16''																				
Exposition		Est-Ouest					Nord-Sud															
Pente		0%																				
Altitude		0m																				
Taux de recouvrement		35%																				
N° des relevés		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pré.
Espèces	Codes																					
Alopecurus utriculatus	Alu	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ammophila arenaria	Ama	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Arthrocnemum glaucum	Arg	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Asparagus stipularis	Ass	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Atriplex halimus	Ath	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Avena sterilis	Avs	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bromus rubens	Brr	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	8
Cakile maritima	Cam	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Calycotome intermedia	Cai	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	8
Centaurea pullata	Cep	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Chenopodium album	Cha	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	6
Chenopodium chenopodioïdes	Chc	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Chrysanthemum coronarium	Chc	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Chrysanthemum grandiflorum	Chg	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Chrysanthemum multicaule	Chm	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7
Cichorium intybus	Cii	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
Cynodon dactylon	Cyd	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Daphne laureola	Dal	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Daucus carota	Dac	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Dianthus velutinus	Div	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Echium vulgare	Ecv	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Ephedra fragilis	Epf	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4
Erodium moschatum	Erm	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8
Ficus indica	Fii	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Glaucium flavum	Glf	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Glyceria fluitans	Glm	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Halocnemum strobilaceum	Has	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Halogeton alopecuroïdes	Haa	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Hordeum murinum	Hom	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Inula crithmoïdes	Inc	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
Juncus maritimus	Jum	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Juniperus phoenicea	Jup	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	10
Lagurus ovatus	Lao	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	11
Lavatera maritima	Lam	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Lobularia maritima	Lom	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Lycium europeum	Lye	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Malva sylvestris	Mas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Olea europea	Ole	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Ononis natrix	Onn	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
Phalaris communis	Phc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Phragmites comunis	Phc	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Phyllerea angustifolia subsp *euangustifolia*	Phae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
Phyllerea angustifolia subsp *latifolia*	Phal	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Pistacia lentiscus	Pil	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	12
Plantago coronopus	Plc	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Plantago lagopus	Pll	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Polygonum maritimum	Pom	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Raphanus raphanistrum	Rar	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Reichardia picrioïdes	Rep	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Reichardia tingitana	Ret	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Rubia peregrina	Rup	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	7
Rumex bucephaloforus	Rub	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Scolymus hispanicus	Sch	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6
Senecio cineraria	Sec	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Senecio leucanthemifolius	Sel	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sinapis arvensis	Sia	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5
Suaeda maritima	Sum	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Tamarix gallica	Tag	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
Taraxacum officinalis	Tao	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	6
Tolpis barbata	Tob	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Xanthium italicum	Xai	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Tab. 7 : Relevés floristiques station « Moscarda »

Station	Moscarda: N 35°05'13" et W 02° 11' 13''																					
Exposition	Nord																					
Pente	5%																					
Altitude	6m																					
Taux de recouvrement	20 à 30 %																					
N° des relevés		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Pré.
Espèces	Codes																					
Allium nigrum	Aln	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ammophila arenaria	Ama	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Artemisia herba alba	Arh	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Arthrocnemum glaucum	Arg	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	9
Asparagus stipularis	Ass	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Asperula hirsuta	Ash	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Asteriscus maritimus	Asm	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6
Atriplex halimus	Ath	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Avena sterilis	Avs	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bellis annua	Bea	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Bromus rubens	Brr	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	12
Cakile maritima	Cam	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4
Calystegia soldanella	Cas	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	3
Centaurea pullata	Cep	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	11
Chamaerops humilis	Chh	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	5
Chenopodium album	Cha	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	7
Chrysanthemum grandiflorum	Chg	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	8
Dactylis glomerata	Dag	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5
Daucus carota subsp.gummifer	Dac	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Echinops spinosus	Ecs	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Fagonia cretica	Fac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Fumaria capreolata	Fuc	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
Hordeum murinum	Hom	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4
Inula viscosa	Inv	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	5
Lavandula dentata	Lad	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4
Lobularia maritima	Lom	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	10
Linaria arvensis	Lia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Lolium rigidum	Lor	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Lygeum spartum	Lys	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5
Matthiola sinuata	Mas	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	11
Medicago marina	Mem	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	8
Ononis variegata	Onv	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	12
Pallenis spinosa	Pas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
Pinus maritima	Pim	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2

Reichardia tingitana	Ret	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
Sedum acre	Sea	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4
Spartium junceum	Spj	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	8
Suaeda maritima	Sum	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Tamarix gallica	Tag	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Taraxacum officinalis	Tao	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Teucrium pollium	Tep	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4
Urginea maritima	Urm	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	7
Withania frutescens	Wif	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6

Tab. 8 : Relevés floristiques station « Sebkha 1 »

Station:	Sebkha 1 : N 35° 17' 46'' et W 01° 28'16''																					
	El-Amria 1 (falaise et bordure sebkha)											El-Amria 2 (campement agro pasteurs)										
Exposition																						
Pente	0 à 10 %											0 %										
Altitude	0 à 80 m											80 à 100 m par rapport au niveau 0 de la Sebkha										
Taux de recouvrement	30 %											25 %										
N° des relevés		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Pré.
Espèces	Codes																					
Aegilops triuncialis	Aet	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	12
Allium roseum	Alr	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anagalis arvensis	Ana	0	0	1	1	°	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	8
Anthyllis tetraphylla	Anv	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Arisarum vulgare	Arv	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	8
Arthrocnemum glaucum	Arg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1		0	1	15
Asparagus albus	Asa	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Asparagus stipularis	Ass	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Asphodelus microcarpus	Asm	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Asteriscus maritimus	Asm	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	8
Brachypodium distachyum	Brd	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	11
Bromus madritensis	Brm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1	0	0	1	1	1	1	7
Bromus rubens	Brr	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	15
Calendula arvensis	Caa	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	10
Carlina lanata	Ca	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Chamaerops humilis	Chh	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Chrysanthemum coronarium	Chc	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	8
Chrysanthemum grandiflorum	Chg	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	10
Erodium moschatum	Erm	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	10
Gladiolus segetum	Gls	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Halocnemum	Has	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1		1	1	0	0	0	0	0	1	8

strobilaceum																						
Hordeum murinum	Hom	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	14
Lavatera maritima	Lam	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Lygeum spartum	Lys	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Mesembryanthemum nodiflorum	Men	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	9
Plantago lagopus	Pll	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	11
Reseda alba	Rea	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	8
Salicornia radicans	Sar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	6
Senecio vulgaris	Sev	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Silene conica	Sic	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Stipa parviflora	Stp	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	10
Suaeda maritima	Sum	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	14
Succowia balearica	Sub	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Tamarix gallica	Tag	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	5
Urginea maritima	Urm	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Withania frutescens	Wif	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

Tab. 9 : Relevés floristiques station « Sebkha 2 »

Station	Sebkha 2: N 35°50'30" et W 01° 02'021"																					
Exposition																						
Pente	0%																					
Altitude	87m																					
Taux de recouvrement	60%																					
N° des relevés		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Pré.
Espèces	Codes																					
Aegilops triuncialis	Aet	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	7
Allium roseum	Alr	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Anagallis arvensis	Ana	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	7
Anthyllis tetraphylla	Ant	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	6
Arthrocnemum glaucum	Arg	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Arisarum vulgare	Arv	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
Asteriscus maritimus	Astm	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	13
Avena sativa	Avs	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	12
Bellis annua	Bea	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	8
Brachypodium distachyum	Brd	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	12
Bromus madritensis	Brm	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	13
Bromus rubens	Brr	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	9
Calendula arvensis	Caa	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	9
Centaurea pullata	Cep	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8
Chenopodium album	Cha	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	7
Crhysanthemum coronarium	Chc	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	8

Chrysanthemum grandiflorum	Chg	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	6
Cichorium intybus	Cii	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6
Echinops strigosus	Ecs	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	7
Erodium moschatum	Erm	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	8
Frankenia sp.	Fr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	6
Gladiolus segetum	Gls	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4
Halocnemum strobilaceum	Has	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	9
Hordeum murinum	Hom	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	10
Lavatera maritima	Lam	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6
Lygeum spartum	Lys	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Medicago rugosa	Mer	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	6
Mesembryanthemum nodiflorum	Men	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	9
Oxalis pes-caprae	Oxp	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	7
Phlomis crinita	Ph	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Plantago lagopus	Pll	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	9
Reseda alba	Rea	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	6
Salicornia radicans	Sar	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	9
Scolymus hispanicus	Sch	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Senecio vulgaris	Sev	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	6
Silene conica	Sic	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
Sinapis arvensis	Sia	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	14
Stipa parviflora	Stp	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Suaeda maritima	Sum	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0		1	0	1	1	1	0	0	1	0	7
Suaeda vera	Suv	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	11
Succowia balearica	Sub	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Withania frutescens	Wif	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	8

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Tab. 10 : Relevés floristiques station « Oglat en Naadja »

Station	Oglat En Naadja: N 33°38' et W 00° 43'																					
Exposition	Sud																					
Pente	O %																					
Altitude	974 m																					
Taux de recouvrement	5 à 10 %																					
N° des relevés		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Pré.
Espèces	Codes																					
Agropyron repens	Agp	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8
Anabasis articulata	Ana	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4
Arthrocnemum glaucum	Arg	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	14
Arthrophytum scoparium	Ars	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	6
Astragalus pentaglottis	Asp	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	7
Atractylis cancellata	Atc	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	9
Atractylis serratuloides	Ats	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	7
Atriplex halimus	Ath	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
Carex approximata	Caa	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4
Eruca vesicaria	Erv	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Helianthemum crassifolium	Hec	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	7
Noaea mucronata	Nom	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	7
Plantago amplexicaulis	Pla	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	6
Plantago ovata	Plo	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7
Polygonum maritimum	Pom	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
Pseudocytisus integrifolius	Psi	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	5
Rhamnus oleoides	Rho	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5
Salsola imbricata	Sai	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	7
Salsola longifolia	Sal	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	6
Salsola vermiculata	Sav	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	7
Sinapis cheiranthus	Sic	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4
Spergularia salina	Sps	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5
Tamarix gallica	Tag	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	6
Thymelaea hirsuta	Thh	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	6
Traganum nudatum	Trn	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	6

Sommaire

Introduction Générale

Introduction Générale 1

Chapitre I

Morpho taxonomie et Biologie de *Arthrocnemum glaucum*

Introduction 11
I-1- Généralités 11
I-1-1- Famille des Amaranthacées ou Chénopodiacées 12
I-1-2- Origine du nom : *Arthrocnemum glaucum* 13
I-1-3- Aire géographique de l'espèce 14
I-1-4- Intérêt de *Arthrocnemum glaucum* 14
I-2- Systématique de *Arthrocnemum glaucum* 16
I-2-1- Classification 16
I-2-2- Synonymes 16
I-3- Organographie 17
I-3-1- Partie aérienne (Fig. 1) 18
I-3-1-1- Tige et rameau 18
I-3-1-2- Feuille 18
I-3-1-3- Inflorescence 18
I-3-2- Partie souterraine (Photo n° 9) 22
I-4- Phytomasse de *Arthrocnemum glaucum* (Matière sèche, matière fraiche) 26
I-4-1- Teneur en eau de l'espèce 26
I-4-1-1- Méthodologie 26
I-4-1-2- Résultats 26
I-4-1-3- Interprétations 27
I-4-1-4- Conclusion 28
I-4-2- Teneur en eau de la graine d'*Arthrocnemum glaucum* 28
I-4-2-1- Méthodologie 28
I-4-2-2- Résultats 28
I-4-2-3- Interprétations 29
I-4-2-4- Conclusion 29
I-4-3- Densité de l'appareil aérien et de l'appareil souterrain 30

Rapport-Gratuit.com

I-4-3-1- Méthodologie 30
I-4-3-2- Résultats 30
I-4-3-3- Interprétations 30
I-4-3-4- Conclusion 31
I-5- Pollu-tolérance de l'espèce 31
I-5-1- Notion de « concentreur biologique » 33
I-5-2- Méthodologie 33
I-5-2-1-Minéralisation par la méthode de la "plaque chauffante" 34
I-5-2-2- Dosage et analyse (Photo n° 13) 34
I-5-3- Résultats 34
I-5-4- Interprétations 36
I-5-4-1- Station « El-Amria 1 » 37
I-5-4-2- Station « El-Amria 2 » 37
I-5-4-3- Indice de contamination 39
I-5-5- Conclusion 39
Conclusion 43

Chapitre II

Zone d'étude, Milieu physique

Introduction 47
II-1- Situation géographique de la région d'étude (Fig. 6) 47
II-2- Etude à grande échelle 47
II-2-1- Echantillonnage et choix des stations 47
II-2-2- Description des stations 51
II-2-2-1- Zone nord 51
II-2-2-2- Zone sud 59
II-3- Approche bioclimatique 61
II-3-1- Aperçu bioclimatique régional 61
II-3-2- Analyse des données climatiques 62
II-3-2-1- Méthodologie 62
II-3-2-2- Données climatiques 62
II-3-3- Synthèse bioclimatique 67
II-3-3-1- Indices climatiques 67
II-3-3-2- Diagrammes climatiques 68

II-3-4- Conclusion 70
II-4- Géomorphologie et réseau hydrographique 73
II-4-1- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda) 73
II-4-2- Sebkha (Fig. 9) 73
II-4-3- Chott El-Gharbi (Oglat en Naadja) 75
II-5- Contexte Géologique 76
II-5-1- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda) 76
II-5-2- Sebkha (Fig. 12) 80
II-5-3- Chott El-Gharbi (Oglat en Naadja) (Fig. 13) 80
II-6- Edaphologie 82
II-6-1- Aperçu général des sols 82
II-6-1-1- Littoral (plage de Rachgoun et Moscarda) 82
II-6-1-2- Sebkha 82
II-6-1-3- Chott El-Gharbi (Oglat en Naadja) 83
II-6-2- Méthodologie 84
II-6-3- Résultats et interprétations 85
II-6-3-1- Station : « Rachgoun 1 » 86
II-6-3-2- Station : « Rachgoun 2 » 86
II-6-3-3- Station : « Moscarda » 86
II-6-3-4- Station : « Sebkha 1 » 88
II-6-3-5- Station : « Sebkha 2 » 88
II-6-3-6- Station : « Oglat en Naadja » 88
II-6-4- Conclusion 89
Conclusion 94

Chapitre III

Histologie organographique

Introduction 97
III-1- Matériel et méthode 98
III-1-1- Matériel utilisé 98
III-1-2 Technique d'étude 99
III -1-2-1- Préparation des coupes anatomiques 99
III-1-2-2- Coloration des coupes 99
III-1-2-3- Montage des coupes 99

III-2- Résultats et interprétations 100
III-2-1- Etude anatomique de la tige de *Arthrocnemum glaucum* 100
III-2-2- Etude anatomique de la feuille de *Arthrocnemum glaucum* 109
III- 2-3- Etude anatomique de la racine de *Arthrocnemum glaucum* 116
III-3- Histométrie 121
III-3-1- Résultats 121
III-3-2- Interprétations 123
III-3-2-1- Etude de corrélation 123
III-3-2-2- Histogrammes 123
III-3-3- Conclusion 126
Conclusion 127

Chapitre IV

Elongation racinaire, et mesures morphologiques de *Arthrocnemum glaucum*

Introduction 130
IV-1- Elongation racinaire 130
IV-1-1- Introduction 130
IV-1-2- Matériel et méthode 131
IV-1-3- Résultats 132
IV-1-4- Interprétations 135
IV-1-5- Conclusion 135
IV-2- Mesures morphologiques 136
IV-2-1- Introduction 136
IV-2-2- Méthodologie 136
IV-2-3- Résultats 137
IV-2-4- Interprétations 138
IV-2-4-1 Histogrammes 138
IV-2-4-2 Corrélation et régression 140
IV-2-5- Conclusion 141
Conclusion 145

Chapitre V

Analyse floristique

Introduction 148
V-1- Méthodologie 150
V-2- Analyse floristique 151
V-2-1- Types biologiques 151
V-2-2- Types morphologiques 169
V-2-3- Types biogéographiques 172
V-2-4- Etude systématique : répartition par familles 179
V-3- Discrimination par l'AFC 185
V-3-1- Introduction 185
V-3-2- Méthodologie 185
V-3-3- Résultats et interprétations 187
V-3-4- Conclusion 215
Conclusion 216

Conclusion générale

Conclusion générale 217
Références Bibliographiques 226
Index 247
Annexes 257

الملخص

في المناطق النصف الجافة(الشبه الجافة) والجافة ولا سيما في مستوى تكوين الأراضي المالحة(السبخة، الشط، الساحلي) يرجع قوة ارتفاع نسبة ملوحة الماء والأرض في الغالب الأعم إلى شدة التبخر وأيضاً إلى ضعف الترسب و تصريف المياه. و يشكل ذلك صعوبة في نمو معظم أصناف (انواع) النباتات ولا سيما نباتات **الجليكفتية.**وفي مستوى هذه المناطق يتكون التعمير النباتي من الأصناف القادرة على إكمال دورة الحياة في هذه الظروف الصعبة جداً. نعني النباتات التي تنمو في المياه المالحة جدا أو في الأراضي المالحة. لأجل هذا تقدم هذه الأخيرة (أو تبرز) فائدتين، فمن جهة تسمح بتعمير المناطق المهمشة(الحافية، الجذبة) ومن جهة أخرى يمكن أن تستغل في معرفة واكتشاف الجينات التي تتحمل الملح، وتحولها إلى نباتات حساسة بفضل التقنيات الحديثة، وعبقرية علم الوراثة والبيو تكنولوجيا. نهتم في هذه الدراسة بصفة خاصة بالتعمير عن طريق نبتة *Arthrocnemum glaucum*. إن نمو وتطور هذه الأصناف(الأنواع) ليست قادرة على مواجهة ضغط الملوحة. وقد دفعنا أيضا هذا التنافر (التباين) إلى دراسة البيو بيئية للسَرْمَقِيات المقاومة. إن نبتة *Arthrocnemum glaucum.* (تنمو في الأماكن المالحة ، ولهاساق سميكة بدون أوراق)و توجدفي غرب الجزائر وفي شمالها(رشقون 1 و2 وموسكا ردة ، والسبخة 1و2 ، وفي الجنوب أيضا(الشط الغربي). إن الوصف الفيزيائي لوسط المنطقة المدروسة،و المتضمنة المِنَاخَةُ، وشِكَالةُ الأرض، والجيولوجيا و édaphologie قد أنجز. ويقع التعمير المدروس في المحطات المنتمية إلى طبقة المناخ النص الجاف ذو الشتاء البارد في الشمال والشتاء الجاف البارد في الجنوب. إن تحاليل الأرض يترجم المطاوعة الإيكولوجية لـ نبتة *Arthrocnemum glaucum* حيث نعثر على أنسجة مختلفة جداً، نعني الرملية في " رشقون 2 و الشط الغربي " و الرمل الطَمْيِّي في " رشقون 1 و موسكاردة" وطمي - صلصالي في " السبخة 1" و طمي في الغالب الأعم في " السبخة 2".إن التلوث الصنف (النوع) الموجود في " السبخة 1" اتضح عن طريق مفهوم " المُكثِّف البيولوجي" والمعادن الثقيلة. إن مقادير هذه الأخيرة، في الأعضاء الثلاثة (الساق، الورق، الجذر) أظهر بأن الرصاص والزنك يظهر نسب التراكم أهم من النيكل، والنحاس و القصدير، بيد أن وجود هذه المعادن في الأعضاء يبدو طبيعيا، إن التلوث المدهش في هذه المحطة ليس له أثر حاسم وحقيقي في الصنف المدروس.إن علم الأنسجة لـنبتة *Arthrocnemum glaucum*دُرِسَ لمعرفة التشريح والبنية الداخلية للصنف، وتوضيح التكيف المحتمل التاريخي للنبتة، وتوضيح الظروف الثابتة. إن الدراسة histométrique المنجزة كانت موضوعا للمعالجة الإحصائية. إن الزراعة في البيئة المصطنعة لقطع (أو اجزاء) الساق لنبتة *Arthrocnemum glaucum* ومن أوساط مختلفة للزراعة أنجز لكي يُلاحظ التمطط الجدري، وهذه العملية بقيت ضعيفة وبلغ طولها على التوالي 9 و 25 سم في المياه المقطرة والأوساط + knop auxine . وحسب **رنسيلاك (1981)** الهرمونباتي هي معروفة بدورها في النمو النباتي و انقسام و تمطط الخلية.إن الدراسة البيومرفولوجية المتبوعة بدراسة إحصائية سمحتا بتقدير مدى تأثير المِنَاخَة والأرض في نمو نبتة *Arthrocnemum glaucum*، واوضح أيضا التباين بين منطقة وأخرى.إن الدراسة الفلورستيية لتعمير(انتشار) نبتة *Arthrocnemum glaucum*المرتبط بالتحليل العاملي المتطابق، أنجزت تحت قاعدة البيانات الفلورستكية(طريقة **Braun-Blanquet 1951**) حتى تتشكل لدينا نظرة عن تنوع هذه الأخيرة المكونة أساسا من السليكورنيدا المختلطة مع الأعشاب السنوية.

الكلمات المفتاحية : الحياة النباتة، النباتات التي تنمو في المناطق . المالحة ، *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung., ، علم البيئة الحيوية. ، خصائص النبات ، التحلي العاملي للمتطابقات، الناحية الشمالية والجنوبية للغرب الجزائري.

Résumé

Dans les zones semi-arides et arides et surtout au niveau des formations halomorphes (Sebkha, Chott, littoral…) la forte charge saline des eaux et des sols due en majeur partie à une forte évaporation ainsi qu'aux faibles précipitations et drainage, présente une contrainte pour le développement de la plupart des espèces végétales et notamment les glycophytes. Ainsi, au niveau de ces zones, le peuplement végétal est formé essentiellement par des espèces capables d'accomplir leur cycle de vie dans des conditions extrêmement contraignantes, à savoir les halophytes. A cet effet, ces dernières présentent un double intérêt ; d'une part, elles permettent le peuplement des zones marginales et d'autre part, elles peuvent être utilisées pour l'identification de gènes de tolérance au sel et leur transfert à des espèces végétales sensibles, grâce aux techniques modernes de génie génétique et de la biotechnologie. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux peuplements à *Arthrocnemum glaucum.* La croissance et le développement des espèces n'étant pas égales face au stress salin, cette hétérogénéité nous a incité à étudier la bio écologie d'une chénopodiacée vivace : *Arthrocnemum glaucum* très présente en Algérie occidentale et ce, aussi bien au nord (« Rachgoun 1 et 2, Moscarda, Sebkha 1 et 2 ») qu'au sud (« Chott El-Gharbi »). Une description du milieu physique de la zone d'étude, comprenant la bioclimatologie, la géomorphologie, la géologie et l'édaphologie, a été faite. Les peuplements étudiés se situent dans des stations appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud pour le Nord et aride à hiver froid pour le Sud. Les analyses du sol traduisent une grande plasticité écologique de *Arthrocnemum glaucum* que l'on retrouve sur des textures très différentes, à savoir sableuse à « Rachgoun 2 et Chott El-Gharbi », sablo-limoneuse à « Rachgoun 1 et Moscarda », limono- argileuse à « Sebkha 1 » et en majorité limoneuse à « Sebkha 2 ». La pollu tolérance de l'espèce présente à « Sebkha 1 » a été mise en évidence par la notion de « concentreur biologique » de métaux lourds. Le dosage de ces derniers, dans les trois organes (tige, feuille, racine) révèle que le plomb et le zinc présentent des taux d'accumulations plus importants que le nickel, le cuivre et le cadmium. Néanmoins leur présence dans les organes semble naturelle ; la pollution impressionnante de cette station n'a pas d'impact réel sur l'espèce étudiée. L'histologie organographique de *Arthrocnemum glaucum* a été étudiée afin de mieux connaître l'anatomie et la structure interne de l'espèce et de mettre en évidence les éventuelles adaptations histologiques de la plante aux conditions stationnelles. L'étude histométrique menée a fait l'objet d'un traitement statistique. La culture in vitro de fragments de tiges de *Arthrocnemum glaucum* dans différents milieux de culture a été effectuée afin d'observer l'élongation racinaire ; celle-ci reste faible et atteint respectivement 9 et 25 mm dans l'eau distillée et le milieu knop + auxine. Selon **Rancillac (1981)**, les auxines sont connues pour leur rôle dans la rhizogenèse, la division et l'élongation cellulaire. Une étude biomorphologique suivie d'une étude statistique ont permis d'apprécier l'influence du bioclimat et du sol sur le développement de *Arthrocnemum glaucum* qui s'avère très différent d'une station à une autre. Une étude floristique des peuplements à *Arthrocnemum glaucum,* associée à une analyse factorielle des correspondances, ont été réalisées sur la base de relevés floristiques (méthode de **Braun-Blanquet, 1951**) afin d'avoir un aperçu de la diversité de ces derniers, constitués essentiellement de Salicornideae mêlées à de nombreuses herbacées annuelles.

Mots clés : Végétation halophile, *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung. , Bio-écologie, Caractérisation botanique, A.F.C. (Analyse factorielle des correspondances), Régions nord et sud de l'Algérie occidentale.

Abstract

In semi-arid and arid areas and especially in halomorphic formations (Sebkha, Chott, coast ...), the high salt concentration of soil and water in major part due to high evaporation and low rainfall and drainage, is a constraint to the development of most plant species including glycophytes. Thus, in these areas, the plant population is made up mostly of species able to perform life cycle under extremely restrictive conditions, namely halophytes. For this purpose, the latter have a double interest; in one hand, they allow the settlement of marginal areas and secondly, they can be used for identification of salt tolerance genes and their transfer to sensitive plant species using modern genetic and biotechnology engineering. In this study, we focused in particular stands on *Arthrocnemum glaucum.* Growth and development of species are not equal towards the salt stress; this heterogeneity also encouraged us to study the bio-ecology of a perennial Chenopodiaceae: *Arthrocnemum glaucum,* very active in both, North (Rachgoun 1 and 2, Moscarda, Sebkha 1 and 2) and South (Chott El-Gharbi) of Western Algeria. A description of the physical environment of the study area, including bioclimatology, geomorphology, geology and edaphology, was made. The stands studied are located in stations belonging to the low sub-humid and semi-arid bioclimatic stage with warm winter for the North and to the low arid with cold winter for the South. Soil tests indicate a high ecological plasticity of *Arthrocnemum glaucum* found on very different textures, namely sander for "Rachgoun 2 and Chott El-Gharbi", sandy loam for "Rachgoun 1, Moscarda", loamy clay for "Sebkha 1" and mostly loamy for "Sebkha 2". "Pollu tolerance" of species present in "Sebkha 1" has been highlighted by the notion of "biological concentrator" of heavy metals. The dosage of the latter, in the three organs (stem, leaf, and root) showed that lead and zinc have higher rates of accumulations larger than nickel, copper and cadmium. However their presence in the organs seems natural; impressive pollution of this situation has no impact on the studied species. The organographic histology of *Arthrocnemum glaucum* was studied to better know the anatomy and internal structure of the species and to identify possible histological alterations of the plant to the stational conditions. Histometric study has been statistically treated. In vitro culture of *Arthrocnemum glaucum* stem fragments in different culture media was performed to observe the root elongation; it remains low, reaching respectively 9 and 25 mm in distilled water and in the media knop + auxin. According to **Rancillac (1981)**, auxins are known for their role in rhizogenesis division and cells elongation. A biomorphological study followed by a statistical study made it possible to assess the influence of bioclimate and soil on the development of *Arthrocnemum glaucum* which is very different from one station to another. A floristic study of *Arthrocnemum glaucum* stands, associated with a factorial correspondence analysis were performed on the basis of identified flora (**Braun-Blanquet** method, **1951**) to get an overview of the diversity of the latter, consisting mainly of Salicornideae and annual grasses.

Key words: Halophilous vegetation, *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung. , Bio ecology, Botanical characterization, C.F.A. (Correspondence Factorial Analysis), North and South regions of Occidental Algeria.