

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DE TLEMCCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire de recherche

Ecologie et gestion des écosystèmes naturels

MEMOIRE

Présenté par

BENSOUNA Amel

En vue de l'obtention du

Diplôme de Magister

En Phytodynamique des écosystèmes matorrals menacés

Thème

« Qualification par la méthode multivariée de l'influence des facteurs physico-chimiques du sol sur la répartition spatiale des groupements végétaux halophiles dans la région de l'Ouest oranais. »

Soutenu le 26/02/2014, devant le jury composé de:

Président	Mr BENABADJI Noury	Professeur	Université de Tlemcen
Directeur du mémoire	Mr MERZOUK Abdessamad	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineurs	Mr BENMANSOUR Djamel	M.C.A	Université de Tlemcen
	Mr HASNAOUI Okkacha	M.C.A	Université de Saïda
Invité	Mme SARI-ALI Amel	M.C.B	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2013 - 2014

Remerciements

Qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui, à des degrés divers, ont contribué à faciliter l'élaboration de ce travail en particulier :

Monsieur A. Merzouk, Maître de conférences A à l'université de Tlemcen, qui a accepté de diriger ce travail. Qu'il trouve ici le témoignage de mes remerciements.

Monsieur N. Benabadji, Professeur à l'université de Tlemcen, Département d'Ecologie et environnement, qui nous fait l'honneur de présider le jury, qu'il trouve ici l'expression de mes plus vifs remerciements pour ses conseils et ses encouragements.

Monsieur D. Benmansour, Maître de conférences A à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour son aide à la réalisation des traitements statistiques.

Monsieur O. Hasnaoui, Maître de conférences A à l'université de Saida, de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce mémoire.

Madame A. Sari-Ali, Maître de conférences B à l'université de Tlemcen pour ses orientations et soutien moral. Son aide et ses conseils m'ont beaucoup aidé.

Madame B. Yadi pour son soutien moral.

Monsieur T. Ferouani pour ses conseils précieux et son soutien moral.

Madame R. Chérif pour son accueil bienveillant au sein du laboratoire de pédologie.

Mr le directeur de LTPO, unité de Tlemcen, ainsi que tous les membres du laboratoire « Géo-technique ».

Monsieur B. Baba-Ali pour son aide dans l'identification des espèces.

Ma pensée finale va à ma famille, je remercie leur présence à mes côtés, leur encouragement et soutien.

المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد عوامل التربة الفيزيائية و الكيميائية التي لها تاثير على توزع النباتات الملحية في المنطقة الغربية الوهرانية. بعد عرض اهم الدراسات التي تناولت موضوع النباتات الملحية وعلاقتها بالوسط الذي تنمو فيه وكذا المميزات البيولوجية للنوعين النباتيين *Arthrocnemum glaucum* و *Arthrophytum scoparium*, تطرقنا الى دراسة الوسط الفيزيائي. مكنتنا هذه الاخيرة من التعرف على تنوع البيئات التي تحتلها هاتان النباتتان. تبين من خلال دراسة المناخ ان المنطقة شبه قاحلة , الامر الذي يزيد من ملوحة التربة ويساعد على انتشار النباتات المحبة للملوحة. اظهرت تحاليل التربة تنوعا كبيرا, اذ تتميز رشقون 1 بتربة طمية رملية, رشقون 2, حمام بوغرارة 1 و 2 تتميز بتربة رملية في حين ان تافنة تتميز بتربة طينية. تبين من خلال دراسة الغطاء النباتي ان هذا الاخير متنوع و مختلف باختلاف المحطات. و لقد استعملت طرق التحليل المتعددة و التي تمت باستخدام برنامج "Minitab 16" لتبيين العلاقة الموجودة بين الغطاء النباتي و التربة حيث اظهرت النتائج ان الرمل هو العامل الرئيسي المسؤول عن توزع النباتات الملحية و يليه الطين . كما ان هذه الطرق ساعدتنا في تحديد المجموعات الايكولوجية التي تدخل في تكوين مجموعة النباتات الملحية لكل من المحطات المدروسة.

الكلمات المفتاحية : المجموعات النباتية الملحية, *Arthrocnemum glaucum* (Moric.) K.Koch, *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin, التربة, عوامل فيزيائية و كيميائية, A.C.P, A.F.C, الغرب الوهراني .

Résumé

L'objectif de cette étude était de déterminer l'influence des facteurs physico-chimiques du sol sur la répartition des peuplements végétaux halophiles dans la région de l'Ouest oranais. Après la présentation des principales études qui ont traité le sujet des halophytes en relation avec leur milieu et les caractéristiques biologiques d'*Arthrocnemum glaucum* et *Arthrophytum scoparium*, nous avons entrepris l'étude du cadre physique. Cette étude nous renseigne sur la diversité des habitats qu'occupent les deux espèces. Sur le plan bioclimatique, la région est caractérisée par une semi-aridité accentuant les phénomènes de salinisation des sols et favorisant l'installation d'une végétation surtout halophile. Les analyses du sol ont montré une grande diversité texturale ; sablo-limoneuse à « Rachgoun 1 », sableuse à « Rachgoun 2, Hammam Bouhrara 1 et 2 » et argileuse à « Tafna ». L'approche floristique menée traduit la diversité de ces peuplements et leurs variations d'une station à l'autre. Les méthodes multivariées réalisées à l'aide du logiciel « Minitab 16 » ont été utilisées pour découvrir les relations "sol-végétation" existant au sein de la région d'étude. Les résultats de l'A.P.C et de l'A.F.C ont montré que le sable est le principal facteur responsable de la distribution des peuplements halophiles étudiés suivi néanmoins par l'argile. Ces méthodes nous ont aidé à la détermination des groupes écologiques qui entrent dans la constitution des groupements halophiles de chaque station.

Mots clés : Peuplements végétaux halophiles, *Arthrocnemum glaucum* (Moric.) K.Koch, *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin, Sol, Facteurs physico-chimiques, A.C.P, A.F.C, Ouest oranais.

Abstract

The objective of this study was to determine the influence of physico- chemical factors of soil on the distribution of halophytic plant communities in the western region of Oranie. After the presentation of the main studies that have addressed the issue of halophytes in relation to their environment and biological characteristics of *Arthrocnemum glaucum* and *Arthrophytum scoparium*, we undertook the study of the physical environment. This study provides information on the diversity of habitats occupied by the two species. The bioclimatic study showed that the region is characterized by a semi –aridity highlighting the salinization of soils and promoting the installation of particular halophytic vegetation. Soil's tests showed a great diversity, texture is sandy loam in « Rachgoun 1 » sander in « Rachgoun 2, Hammam Boughrara 1 and 2 » and clay in « Tafna ». The floristic led approach reflects the diversity of these populations and their variation from one station to another. Multivariate methods performed using the «Minitab 16» software were used to discover relationships between soil and vegetation existing within the study area. The results of the A.P.C and A.F.C have shown that the sand is the main factor responsible for the distribution of halophytic studied stands still followed by clay. These methods have helped us to determine ecological groups entering the constitutions halophytic group of each station.

Key words: Halophytic plant communities, *Arthrocnemum glaucum* (Moric.) K.Koch, *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin, Soil, Physico-chemical factors, A.C.P, A.F.C, West of Oranie.

Index

Liste des tableaux

Tab.1: Coordonnées géographiques des stations météorologiques	74
Tab.2 : Données climatiques des stations météorologiques – Nouvelle Période –	75
Tab.3 : Variation saisonnière des précipitations	77
Tab.4 : Amplitude thermique des stations météorologiques	81
Tab.5 : Indice de De Martonne.	82
Tab.6 : Quotient pluviothermique	83
Tab.7 : L'échelle d'interprétation du pH.....	99
Tab.8 : L'échelle d'interprétation des carbonates	99
Tab.9 : Echelle d'estimation du pourcentage d'humus	100
Tab.10 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station« Rachgoun I »	103
Tab.11 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Rachgoun II »	104
Tab.12 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station «Hammam Boughrara I»	104
Tab.13 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station «Hammam Boughrara II »	105
Tab.14 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Tafna »	105
Tab.15 : Caractérisation floristique Station « Rachgoun 1 »	125
Tab.16 : Caractérisation floristique Station « Rachgoun 2 »	126
Tab.17 : Caractérisation floristique Station « Hammam Boughrara 1 »	128
Tab.18 : Caractérisation floristique Station « Hammam Boughrara 2 »	129
Tab.19 : Caractérisation floristique Station « Tafna »	131
Tab.20 : Pourcentages des types biologiques	137
Tab.21 : Indice de perturbation des stations étudiées	137
Tab.22 : Pourcentage des types morphologiques	141
Tab.23 : Pourcentage des types biogéographiques.....	145
Tab.24 : pourcentage des familles.....	149
Tab.25 : Caractérisation floristique par saison Station "Rachgoun 1"	154
Tab. 26: Caractérisation floristique par saison Station "Rachgoun 2"	155
Tab. 27: Caractérisation floristique par saison Station " Hammam Boughrara1"	156

Tab. 28: Caractérisation floristique par saison Station "Hammam Bouhrara 2"	157
Tab. 29: Caractérisation floristique par saison Station "Tafna"	158
Tab. 30 : Pourcentage des espèces par saisons	159
Tab. 31: Matrice de corrélation station « Rachgoun 1 »	229
Tab. 32: Matrice de corrélation station « Rachgoun 2 »	230
Tab. 33: Matrice de corrélation station « Hammam Bouhrara 1 »	231
Tab. 34: Matrice de corrélation station « Hammam Bouhrara 2 »	232
Tab. 35: Matrice de corrélation station « Tafna »	233

Liste des figures

Fig.1 : Points-chauds (hotspots) régionaux de biodiversité végétale de la région méditerranéenne	6
Fig.2 : <i>Arthrocnemum glaucum</i>	31
Fig.3 : Détail de l'épi floral d' <i>Arthrocnemum glaucum</i>	31
Fig.4 : <i>Arthrophytum scoparium</i>	34
Fig.5 : Périanthe fructifère d' <i>Arthrophytum scoparium</i>	34
Fig.6 : Système racinaire d' <i>Arthrophytum scoparium</i>	39
Fig.7 : Carte de situation géographique de la région d'étude	48
Fig.8 : Contexte géologique du complexe volcanique de la zone d'Aïn-Témouchent	60
Fig.9 : Carte géologique de la zone de Maghnia	61
Fig.10 : croquis morphologique de la zone de la moyenne Tafna	63
Fig.11 : Photos diachroniques de la station « Rachgoun1 »	65
Fig.12 : Photos diachroniques de la station « Rachgoun 2 »	66
Fig.13 : Régimes saisonniers des précipitations des stations météorologiques	78
Fig.14 : Abaque de l'indice d'aridité de De Martonne	82
Fig.15 : Place des stations climatologiques étudiées dans le climagramme d'Emberger (Daget, 1977)	85
Fig.16 : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен	87
Fig.17 : Carte des sols de la région d'étude	95
Fig.18 : Extrait de la carte des sols de la zone 1	96
Fig.19 : Extrait de la carte des sols de la zone 2	96
Fig.20 : échelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux	100
Fig.21(a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun 1 »	106
Fig.21(b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun 1 »	107
Fig.22(a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun 2 »	108
Fig.22(b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun 2 »	109
Fig.23(a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Boughrara1 »	110
Fig.23(b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Boughrara1 »	111
Fig.24(a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Boughrara 2 »	112
Fig.24(b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Boughrara 2 »	113
Fig.25(a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Tafna »	114

Fig.25(b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Tafna »	115
Fig.26 : Triangle texturale	116
Fig. 27 (a) : Répartition des espèces selon les types biologiques	138
Fig. 27 (b) : Répartition des espèces selon les types biologiques	140
Fig.28 (a) : Répartition des espèces selon les types morphologiques	142
Fig.28 (b) : Répartition des espèces selon les types morphologiques	143
Fig.29 (a) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques	147
Fig.29 (b) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques	148
Fig.30 (a) : Répartition des espèces par familles.....	151
Fig.30 (b) : Répartition des espèces par familles	153
Fig.31 (a) : Répartition des espèces selon les saisons	160
Fig.31 (b) : Répartition des espèces selon les saisons	161
Fig. 32: A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Rachgoun1 ».....	173
Fig. 33 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun1 » (Axe 1- Axe 2).....	178
Fig. 34 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun1 » (Axe 1- Axe 3).....	179
Fig. 35: Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun1 » (Axe 2- Axe 3).....	180
Fig. 36: Dendogramme des espèces de la station « Rachgoun 1 »	181
Fig.37 : A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Rachgoun 2 »	185
Fig. 38 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 1- Axe 2).....	190
Fig. 39 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 1– Axe 3)	191
Fig.40 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 2– Axe 3)	192
Fig.41 : Dendogramme des espèces de la station « Rachgoun 2 »	193
Fig. 42 : A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Hammam Boughrara 1 »	197
Fig. 43 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 1 » (Axe 1– Axe 2).....	201
Fig.44 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 1 » (Axe 1– Axe 3)	202
Fig.45 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 1 » (Axe 2– Axe 3)	203
Fig.46 : Dendogramme des espèces de la station « Hammam Boughrara 1 »	204
Fig.47: A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Hammam Boughrara 2 »	208

Fig.48 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 2 » (Axe 1– Axe 2)	212
Fig.49 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 2 » (Axe 1– Axe 3)	213
Fig. 50 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 2 » (Axe 2– Axe 3)	214
Fig.51 : Dendogramme des espèces de la station « Hammam Boughrara2 »	215
Fig.52 : A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Tafna»	219
Fig.53 : Plan factoriel des espèces de la station « Tafna » (Axe 1– Axe 2)	222
Fig.54 : Plan factoriel des espèces de la station « Tafna » (Axe 1– Axe 3)	223
Fig.55 : Plan factoriel des espèces de la station « Tafna » (Axe 2– Axe 3)	224
Fig.56 : Dendogramme des espèces de la station « Tafna »	225

Liste des photos

Photo n°1 : Mise en évidence de la succulence au niveau de la tige d' <i>Arthrocnemum glaucum</i> station « Rachgoun 2»	12
Photo n°2 : Ecorce et les tissus conducteurs de la racine d' <i>Arthrocnemum glaucum</i> de la station « Rachgoun 1 »	13
Photo n°3 : Structure anatomique de rameau d' <i>Arthrophytum scoparium</i> (x 290)	14
Photo n°4 : Couleur vert bleuâtre d' <i>Arthrocnemum glaucum</i> (station « Rachgoun 2 »)	25
Photo n°5 : Couleur rouge d' <i>Arthrocnemum glaucum</i> (station « Rachgoun 1 »).	25
Photo n°6 : Couleur verts foncés d' <i>Arthrophytum scoparium</i> (station « Hammam Boughrara 2»).	27
Photo n°7 : Couleur verts jaunâtre d' <i>Arthrophytum scoparium</i> (station « Hammam Boughrara 1 »).	27
Photo n°8 : Couleur rouge d' <i>Arthrophytum scoparium</i> (station « Hammam Boughrara 1 »)	28
Photo n°9 : Couleur rose des ailes du fruit d' <i>Arthrophytum scoparium</i> (station « Hammam Boughrara 1 »).	35
Photo n°10 : Couleur rouge des ailes du fruit d' <i>Arthrophytum scoparium</i> (station « Hammam Boughrara 2 »).	35
Photo n°11 : <i>Arthrocnemum glaucum</i> qui fixe une micro-dune avec <i>Ammophila arenaria</i>	37
Photo n°12 : <i>Arthrophytum scoparium</i> maintient le sol sur un versant pentu station « Hammam Boughrara 2 »	38
Photo n°13 : Vue satellitaire de la zone 1	49
Photo n°14 : Station « Rachgoun1 »	50
Photo n°15 : Vue satellitaire de la station de « Rachgoun1 »	50
Photo n°16 : Station « Rachgoun2 »	51
Photo n°17 : Vue satellitaire de la station de « Rachgoun 2 »	52
Photo n°18 : Vue satellitaire de la zone 2	53
Photo n°19 : Station de « Hammam Boughrara 1 »	54
Photo n°20 : Vue satellitaire de la station de « Hammam Boughrara 1 »	54
Photo n°21 : Station « Hammam Boughrara 2 »	56
Photo n°22 : Vue satellitaire de la station de « Hammam Boughrara 2 »	56
Photo n°23 : Station « Tafna »	57
Photo n°24 : Vue satellitaire de la station de « Tafna »	58

Photo n°25 : Travaux au niveau de Rachgoun plage, en vue de l'installation d'une station de dessalement de l'eau de mer.	67
Photo n°26 : Rigoles parallèles de la station de « Hammam Boughrara 2 »	68
Photo n°27 : versant pentu caractérisé par un sol caillouteux et érodé de la station de « Hammam Boughrara 1 »	69
Photo n°28 : Végétation incendiée sur une voie de concentration de la circulation de l'eau de l'eau de ruissellement station « Tafna »	69
Photo n°29 : sujet rabougris d' <i>Arthrophytum articulata</i> témoignant d'une forte action anthropique station « Tafna »	70
Photo n°30 : Sol sablonneux érodé de la station de « Rachgoun 2 »	117
Photo n°31 : Sol fissuré de la station «Tafna ».....	117
Photo n°32 : Placette1 de la station « Rachgoun 2 »	123
Photo n°33 : Placette 2 de la station « Rachgoun 2 »	124
Photo n°34 : Placette n° 3 de la station « Rachgoun 2 »	124
Photo n°35 : <i>Arthrocnemum glaucum</i> occupant un milieu hydromorphe	176
Photo n° 36 : <i>Inula crithmoides</i> occupant les parties éloignées du lit de l'Oued.....	177
Photo n° 37 : Formation d'un étang et changement des conditions écologiques	189

Sommaire

Introduction générale.....	2
-----------------------------------	----------

Chapitre I

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	6
--	---

Chapitre II

Biologie des espèces étudiées

1. Introduction	22
2. Généralités sur les Chénopodiacées	22
3. Présentation des espèces étudiées	24
3.1. <i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	24
3.2. <i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	26
4. Description botanique	29
4.1. <i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	29
4.2. <i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin.....	32
5. Habitat	36
5.1. <i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	36
5.2. <i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin.....	36
6. Aire géographique	36
6.1. <i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	36
6.2. <i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin.....	36
7. Autres caractéristiques	37
7.1. <i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	37
7.2. <i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	37
8. Intérêt des espèces	39
8.1. <i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	40
8.2. <i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	41

Chapitre III

Milieu physique

1.	Introduction	45
2.	Situation géographique de la région d'étude	46
3.	Choix des stations	46
4.	Description des stations	47
4.1.	Zone1	47
4.2.	Zone 2	52
5.	Géologie	58
5.1.	Zone 1	59
5.2.	Zone 2	60
6.	Géomorphologie	63
6.1.	Zone 1	63
6.2.	Zone 2	63
7.	Réseau hydrographique	64
8.	Principales menaces sur la région	64
8.1.	Zone 1	64
8.2.	Zone 2	67
9.	Conclusion	70

Chapitre IV

Bioclimatologie

1.	Introduction	73
2.	Méthodologie	74
3.	Données climatiques	74
3.1.	Précipitations	74
3.1.1.	Régime mensuel	76
3.1.2.	Régime saisonnier	76
3.1.3.	Régime annuel	78
3.2.	Températures	79
3.2.1.	Les températures moyennes mensuelles	79
3.2.2.	Moyenne des températures minimales du mois le plus froid	80
3.2.3.	Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud	80

3.2.4. Amplitude thermique moyenne	80
4. Synthèse bioclimatique	81
4.1. Indices climatiques	81
4.1.1. L'indice d'aridité de De Martonne	81
4.1.2. Le quotient pluviothermique d'Emberger et Stewart	83
4.2. Diagrammes climatiques	84
4.2.1. Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	84
4.2.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson	85
5. Conclusion	87

Chapitre V

Pédologie

1. Introduction	91
2. Principaux types de sol de la région d'étude	91
3. Autres types de sols	93
4. Méthodologie	97
4.1. Méthodologie sur le terrain	97
4.2. Méthodologie au laboratoire	97
4.2.1. Analyses physiques	97
4.2.2. Analyses chimiques	99
5. Résultats et interprétations	101
5.1. Station « Rachgoun 1 »	101
5.2. Station « Rachgoun 2 »	101
5.3. Station « Hammam Bouhrara1 »	102
5.4. Station « Hammam Bouhrara2 »	102
5.5. Station « Tafna »	102
6. Conclusion	118

Chapitre VI

Etude floristique

1. Introduction	121
2. Méthodologie	122
3. Analyse floristique	125
3.1. Type biologique	134

3.2. Type morphologique	140
3.3. Type biogéographique	143
3.4. Etude systématique : répartition par familles	149
3.5. Répartition par saisons	153
4. Conclusion	161

Chapitre VII

Relation sol-végétation

1. Introduction	165
2. Méthodes statistiques multivariées	167
2.1. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)	167
2.2. L'Analyse en Composantes principales (ACP)	168
3. Notion de groupe écologique et groupement végétal.....	168
4. Méthodologie	169
5. Résultats et interprétation	171
5.1. Station « Rachgoun 1 »	172
5.2. Station « Rachgoun 2 »	184
5.3. Station « Hammam Bouhrara 1 »	196
5.4. Station « Hammam Bouhrara 2 »	207
5.5. Station « Tafna »	218
6. Conclusion	228

Conclusion générale

Conclusion générale	235
Références bibliographiques	240

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

Introduction générale

La région méditerranéenne abrite une diversité biologique de première importance. En raison de sa situation particulière et de l'impressionnant gradient bioclimatique Nord-Sud qui la caractérise, l'Algérie offre des opportunités exceptionnelles pour l'évaluation et pour la compréhension des mécanismes impliqués dans la diversification et l'adaptation des plantes en relation avec l'évolution de leur environnement (**Amirouche et Misset, 2009**).

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 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 hectares, est devenu saline (**Tester et Davenport, 2003 in Jithesh et al., 2006**).

Les sols salés sont impropres à la croissance de la plupart des plantes, et seules persistent les espèces susceptibles de supporter la salure qui, étant alors débarrassées de la concurrence des autres plantes, deviennent dominantes. 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**).

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, 1993 in Shamsutdinov (a) et Shamsutdinov (b), 2008**).

Les halophytes poussent dans une grande variété des habitats chauds, arides, semi-arides salins, des dunes de sable côtières, des marais salants et des vasières aux déserts intérieurs et les steppes (**El Shaer, 2003 in Youssef, 2009**). Leurs populations sont soumises à des risques élevés de mortalité en raison de l'action directe de la salinité élevée ou d'autres facteurs abiotiques associés (**Ungar, 1991 in Zia et Khan, 2004**).

Les halophytes pérennes varient dans leur capacité à tolérer la salinité (**Khan, 2002**), et 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 et Khan, 2004**).

Les études scientifiques sur les environnements salés ont porté sur des voies différentes: la caractérisation et le fonctionnement physico-chimique des sols salés, l'adaptation et la tolérance des végétaux au stress salin, soit les deux, donnant naissance à des travaux se basant sur les relations sol-végétation. Parmi ces travaux, nous pouvons citer ceux réalisés sur le bassin méditerranéen, l'Algérie et sur l'Oranie en particulier, il s'agit de : **Simonneau (1961), Djebaili (1970, 1984), Franclet et Le Houérou (1971), Ruellan (1970), Gauchet et Burdin (1974), Billard et Binet (1975), Aimé (1991), Pouget (1980), Benabadji (1991,1995, 1999) et Sari-Ali (2004)**.

Actuellement, les études sur ce même thème se poursuivent pour aboutir à une meilleure compréhension du fonctionnement de ces écosystèmes. Nous citons le travail de **Merzouk (2010)** sur la phytoécologie et la biomorphologie des peuplements végétaux halophiles de la région de l'Oranie (Algérie), il s'est basé principalement sur l'étude de l'*Atriplex halimus*. Aussi **Aboura (2011)**, a procédé à l'étude de la physiologie et la phytodynamique des Atriplexaies en Algérie occidentale. Dans le même contexte, **Sari-Ali (2012)** a étudié les peuplements halophiles de l'Oranie mais s'intéressant cette fois-ci à une autre espèce très peu étudiée, notamment en Algérie, c'est l'*Arthrocnemum glaucum*, pour apporter de nouvelles connaissances sur sa taxonomie et sa bio-écologie.

Le travail que nous présenterons dans le cadre de cette étude fait suite aux travaux précédemment évoqués, il porte sur l'influence des facteurs physico-chimiques du sol sur la répartition spatiale des groupements végétaux halophiles dans la région de l'Ouest oranais. Pour cela, nous avons contribué à l'étude de deux halophytes soit *Arthrocnemum glaucum* et *Arthrophytum scoparium*. Cette dernière s'avère très peu étudiée en Algérie. Les stations étudiées se localisent essentiellement dans le Nord-Ouest de l'Algérie, et présentent une lithologie complexe, que se soit à proximité de la mer ou à l'intérieur du continent ce qui favorise une diversité écosystémique importante.

Pour atteindre notre objectif les chapitres suivants seront traités :

- Le premier chapitre intitulé synthèse bibliographique présente un petit historique des travaux réalisés sur les espèces *Arthrocnemum glaucum* et *Arthrophytum scoparium* ainsi que les principales études qui ont traité le sujet des halophytes avec leur milieu environnant ;
- Le deuxième chapitre porte sur la biologie des espèces étudiées ;

- La présentation du milieu naturel du Nord Ouest algérien fait l'objet du troisième chapitre; elle situe plus particulièrement le cadre physique dans lequel évoluent les sols et la végétation halophile. Après une description générale des stations d'étude, les facteurs essentiels en présence sont étudiés successivement à savoir: géologie, géomorphologie et hydrologie ;
- Le quatrième chapitre complète l'étude générale du milieu en présentant les composantes principales du climat régnant dans la région ainsi que leurs interactions ;
- Le cinquième chapitre s'attache à montrer les propriétés physiques et chimiques du sol ;
- Le sixième chapitre, s'attache à montrer les caractéristiques de la végétation en se basant sur des relevés floristiques ;
- Le traitement numérique des données sol-végétation à l'aide du logiciel « Minitab 16 » constitue l'essentiel du septième chapitre. La mise en évidence des relations espèce-sol permet de réaliser un inventaire des principaux facteurs édaphiques qui marquent l'influence du sol sur la végétation.

CHAPITRE I

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

L'exceptionnelle richesse biologique des écosystèmes méditerranéens a été soulignée depuis une quinzaine d'années, grâce à la démarche mondiale basée sur le concept de point-chaud de biodiversité (hotspot) terrestre. Tel est le cas des plantes à fleurs et fougères, puisqu'environ 10 % des végétaux supérieurs du globe se rencontrent en région méditerranéenne, sur une surface seulement égale à 1,6 % de la superficie terrestre (Médail et Quézel, 1997). Estimée à 25000 espèces ou 30000 espèces et sous-espèces, la richesse floristique se concentre en deux principaux pôles, l'un occidental qui comprend la péninsule ibérique et le Maroc, et l'autre oriental avec la Turquie et la Grèce. Sur la base de la richesse et de l'endémisme végétal, il a été possible de définir dix points-chauds régionaux de biodiversité méditerranéenne (Fig.1), abritant environ 5500 végétaux endémiques (44 % de l'ensemble) sur 22 % des terres, soit environ 515 000 km² (Médail et Myers 2004 *in* Médail et al., 2012).

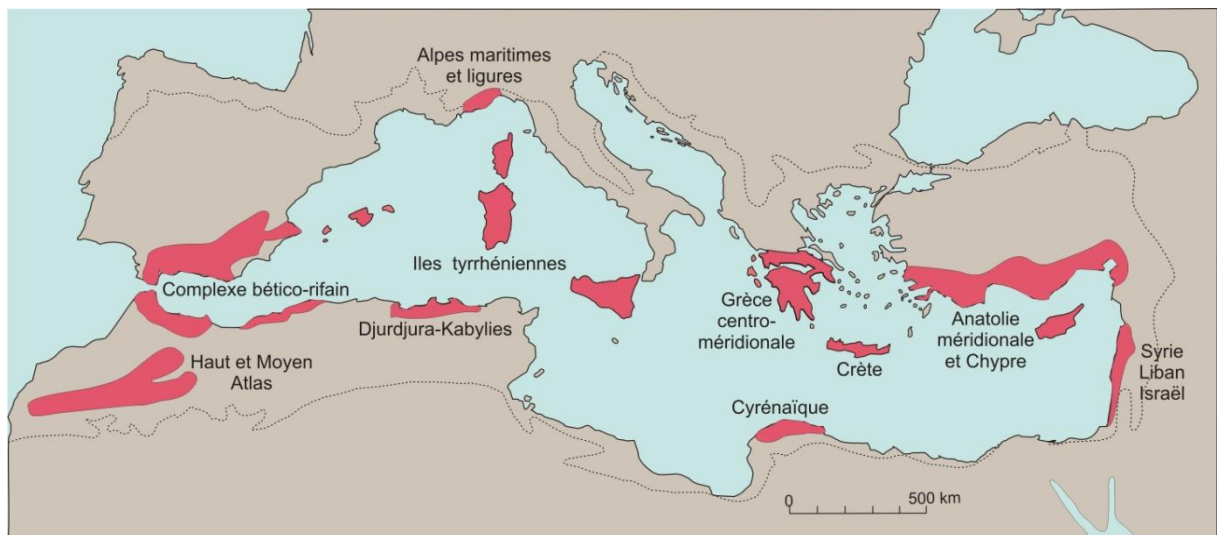


Fig.1 : Points-chauds (hotspots) régionaux de biodiversité végétale de la région méditerranéenne (d'après Médail et Quézel 1997 *in* Médail et al., 2012).

On se référant à la figure 1, on constate que la partie Nord de l'Oranie constitue, elle-même, un hotspot de la biodiversité végétale.

Selon Thompson (2005 *in* Médail et al., 2012), la flore méditerranéenne actuelle est formée d'un mélange complexe d'espèces aux origines biogéographiques variées et plus ou moins anciennes. Elle est le résultat de différenciations locales à partir d'espèces ancestrales, et de multiples migrations de végétaux, répétées au fil du temps. L'histoire géologique particulièrement mouvementée de cette région et les fortes variations climatiques survenues depuis 2 millions d'années (Ma) constituent des facteurs historiques clés pour expliquer cette biodiversité très hétérogène.

De nombreux travaux dans le bassin méditerranéen ont fait l'objet d'études floristiques, on cite ceux de **Braun-Blanquet et al. (1952)**, **Loisel (1976)**, **Roiron (1992)**, **Médail et al. (2011)**, **Leriche et al. (2012)**, **Migliore et al. (2013)**. D'intéressantes flores ont été faites sur l'Algérie, il s'agit de la « Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales » publiée par **Quézel et Santa (1962-1963)** et la « Flore et végétation du Sahara » publiée par **Ozenda (1991)**, sans oublier les travaux de **Maire** répartis sur 17 volumes sur la flore de l'Afrique du Nord (**1952- 1977**).

Les irrégularités du climat méditerranéen favorisent l'extension des terrains halomorphes, caractérisés par une teneur élevée en sels solubles **Boulaine (1957)**. Les données actuelles se résument dans le bassin méditerranéen à 16 millions d'hectares de sols salés dont 3.2 millions en Algérie (**Hamdy, 1999 in Belkhodja et Bidai, 2007**).

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 sel pouvant être transportées par le vent lorsque les sols salés présentent une structure poudreuse, pseudosableuse, riche en microcristaux de sel (**Servant, 1986**).

Le matériau pédologique affecté est le plus souvent alluvial, fluvio-marin (parfois colluvial) et en position topographique basse. La présence d'une nappe phréatique est fréquente dans ces matériaux de compositions texturales variables, souvent hétérogènes. En régime naturel, les conditions climatiques (précipitations, évaporation) différencient des dynamiques verticales descendantes, ascendantes ou complexes qui caractérisent les profils salins de ces sols du point de vue des sels solubles ou du sodium échangeable (**Loyer, 1988**).

Dans les marais salants dans le monde entier, les communautés végétales halophiles présentent généralement une faible diversité d'espèces. Cela est dû aux sols salins, dont l'effet osmotique inhibe la croissance des plantes mésophiles en réduisant leur capacité à absorber les eaux souterraines (**Zafrilla et al., 2010**).

Dans ces sols salins, certaines espèces sont menacées de disparaître (**Chamard, 1993 in Belkhodja et Bidai, 2007**), d'autres manifestent des mécanismes d'adaptation (**Batanouny, 1993**) exprimés par des modifications du métabolisme cellulaire (**Hare et Cress, 1997 in Belkhodja et Bidai, 2007**). Ces espèces constituent des groupes écologiques appelés « halophytes ».

Généralement, les halophytes font face à un problème double: ils doivent tolérer les fortes concentrations en sel de leurs habitats et absorber l'eau d'une solution du sol qui a un potentiel hydrique faible (**Khan et al., 2000 in Grigore et Toma, 2007**). Le processus adaptatif et évolutif a eu lieu au cours de la longue influence des agents environnementaux. La forte salinité des sols ainsi que leur humidité ont un impact majeur sur les structures anatomiques des halophytes (**Grigore et Toma, 2007**).

Les halophytes représentent un groupe très hétérogène du point de vue écologie, les différentes espèces présentent une grande diversité dans les habitats, des comportements divers vis-à-vis des rangs halophiles ou la façon dont elles réagissent aux facteurs environnementaux. Pour cette raison, les interprétations et les extrapolations d'une espèce à une autre doivent être prises avec prudence, même si nous devons accepter l'idée d'une convergence, probablement intronisée par le même facteur, la salinité du sol (**Grigore et Toma, 2007**).

Du point de vue biochimique, la racine joue un rôle protecteur pour le reste des organes végétaux par sa rétention temporaire et / ou déposition de sels. La floraison est partiellement favorisée par restriction de la pénétration du sel dans le reste de la plante aussi longtemps que la floraison est une phase très sensible au sel dans le développement d'une plante ontogénétique. La salinité élevée provoque de graves déficits en eau interne et les plantes touchées par ce type de stress peuvent parfois développer des structures xéromorphes (**Waisel, 1972 in Grigore et Toma, 2007**).

La résistance aux sels dépend, au moins partiellement, de la capacité des plantes de mobiliser les énergies pour l'élimination des ions Na^+ hors des cellules et aussi pour l'accumulation des ions K^+ (**Waisel, 1972 in Grigore et Toma, 2007**). Les différences de structure sont bien connues entre les plantes d'habitats secs salés et de celles humides. En conséquence, deux types d'halophytes succulentes sont décrits comme mésomorphes succulentes et xéromorphes succulentes en se basant sur leurs relations avec l'eau (**Weissenbock, 1969 in Grigore et Toma, 2007**).

Le premier type correspond aux hygro-halophytes, le second, aux xérohalophytes. Pour les hygro-halophytes toutes les cellules de la feuille, y compris les cellules de l'épiderme, sont succulentes et le nombre de stomates par unité de surface est faible. Les halophytes xéromorphes soumis au stress hydrique sont caractérisées par des cellules du mésophylle succulentes et grandes (**Grigore et Toma, 2007**). Les xéro-halophytes sont en outre caractérisées par un système vasculaire lignifié et très développé. Par conséquent, la signification écologique de la succulence peut être corrélée avec les facteurs de l'environnement local (**Grigore et Toma, 2007**).

La famille des Chénopodiacées comprend un nombre élevé d'halophytes. Plusieurs de ses genres sont des halophytes obligatoires et sont strictement adaptées aux fortes salinités (**Grigore et Toma, 2008**). Elle possède la plus grande diversité dans l'anatomie des organes photosynthétiques par rapport aux angiospermes. Cette diversité est principalement liée aux origines multiples de la photosynthèse type C4 (**Akhani, 2004 ; Podlech, 1997; Kadereit et al., 2003**). Les Chénopodiacées ont plus de taxons C4 (45 genres et 550 espèces; **Sage, 1999**) que toute autre famille de dicotylédones et, ils sont la seule famille chez les angiospermes qui comprend des plantes terrestres de type C4 manquant de l'anatomie Kranz (**Kapralov et al., 2006**).

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**).

La première mention scientifique parue sur les feuilles des Chénopodiacées, se rapporte à la composition chimique de celles du *Chenopodium vulvaria* ; en 1817, **Chevallier** isola en effet de ces dernières des principes chimiques odorants dont il étudia longuement les propriétés. Par leurs fleurs hermaphrodites pourvues d'un calice et leur ovaire ordinairement uniovulé, les Chénopodiacées se rattachent assurément aux Polygonacées et par les Polygonacées elles se relient aux Urticacées et aux Pipéracées. Mais elles diffèrent des Polygonacées par l'absence de stipules et la superposition des étamines aux sépales (**Monteil, 1906**). Par l'intermédiaire des Amarantacées que quelques auteurs considèrent comme une tribu des Chénopodiacées, la famille des Illécébracées s'en rapproche également, mais elle diffère par la présence habituelle des stipules, le calice vert conrescent avec l'androcée et la structure normale de la tige (**Monteil, 1906**).

Les Chénopodiacées, d'après Benth et Hooker, peuvent se diviser en tribus qui sont : Chénopodiacées, Atriplicées, Camphorosmées, Corispermées, Polycnémées, Chénolées, Salicorniées, Salsolées, Basellées, Boussingaultiées. Du point de vue anatomique, cette division est assez rationnelle et correspond bien aux faits que nous aurons à signaler dans cette grande famille d'Apétales (**Monteil, 1906**).

Les Chénopodiacées comprennent environ 110 genres avec environ 1700 espèces. Ils se trouvent surtout dans les zones arides à semi-aride, salines, les habitats perturbés, et les habitats de l'agriculture des régions tempérées et subtropicales. Seuls quelques genres sont également présents dans

les tropiques, par exemple, *Chenopodium*, *Halosarcia*, et *Suaeda*. La plupart des espèces de la famille sont des annuelles ou des sous-arbrisseaux. Seulement quelques genres sont des herbacées vivaces, arbustes, de petits arbres et lianes (**Kadriet et al., 2003**).

Dans la famille des Chénopodiacees, qui a des espèces de type C3 et C4, tous les genres de type C4 prennent place dans la sous-famille Chenopodioideae (*Atriplex*) et dans un clade d'espèces succulentes constitué de trois sous familles: Suaedoideae (*Suaeda* et *Bienertia*), Salsoloideae (divers genres), et Salicornioideae (*Halosarcia*) (**Carolin et al., 1975; Pyankov, 1991; Akhani et al., 1997; Jacobs, 2001; Pyankov et al., 2001; Kadereit et al., 2003; Kapralov et al., 2006; Akhani et Ghasemkhani, 2007**). Cette famille a le plus grand nombre d'espèces de type C4 et aussi la plus grande diversité dans l'anatomie de la feuille entre les familles de dicotylédones, y compris C4 Kranz, ainsi que des espèces de type C3 (**Carolin et al., 1975; Sage et al., 1999; Edwards et al., 2004 in Voznesenskaya et al., 2008**).

Pour faire face aux contraintes de leur milieux, les halophytes développe des formes d'adaptations si profondes qui sont soit :

- Physiologiques :

La réponse des plantes adaptées au stress salin est la synthèse et l'accumulation de composés organiques à faible poids moléculaire dans le cytosol et les organelles (**Ashraf et Harris, 2004 ; Bartels et Sunkar, 2005 ; Sairam et al. 2005 in Youssef, 2009**). Ces composés sont appelés collectivement osmolytes compatibles parce qu'ils s'accumulent et fonctionnent sans perturber la biochimie intracellulaire, telles que les activités des enzymes ou de protéines dans le cytoplasme (**Youssef, 2009**).

Dans des conditions de stress salin, les plantes accumulent plusieurs types de solutés compatibles, tels que la proline, des protéines solubles, des sucres solubles et des acides aminés. Ces osmolytes organiques contribuent à l'ajustement osmotique et protègent également l'intégrité structurelle des membranes cellulaires et des protéines, mais n'ont pas des effets négatifs sur le métabolisme des plantes, même lorsque elles se trouvent à des concentrations élevées dans le cytoplasme (**Xin et Browse, 2000 ; Cushman, 2001 in Youssef, 2009**).

Certaines plantes halophytes ont des systèmes qui fonctionnent comme des membranes semi-perméables pour faire passer de l'eau et filtrer les sels. D'autres ont développé des vésicules de sels dans les feuilles qui stockent le sel et peuvent éclater par la suite (**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 gérée 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 (cellules végétales ampoulées) de retenir plus d'eau, qui maintient la rigidité de la plante grâce à l'interaction des cellules voisines (**Hendricks et Bushnell, 2008**).

Le succès des populations halophytes est fortement tributaire de la réponse de la germination de leurs graines en particulier dans des conditions tempérées alors que la germination des graines dans des habitats subtropicaux confère un avantage ultime (**Khan, 2003 in Khan et Gul, 2006**).

La plupart des graines sont situées près de la surface du sol, où la concentration du sel change à cause de l'évaporation des eaux souterraines continues (**Ungar, 1991 in Zia et Khan, 2004**). Les précipitations peuvent rapidement lessiver le sel de la surface et fournir de l'eau à la graine. Ainsi, pour la mise en place réussie des plantes en milieux salins, les graines doivent rester viables dans la salinité élevée et germer quand diminue la salinité (**Khan et Ungar, 1997 in Zia et Khan, 2004**).

Rogers et al. (1995) a suggéré que la germination rapide assure l'établissement des semis rapides, qui peuvent minimiser la compétition (**Zia et Khan, 2004**).

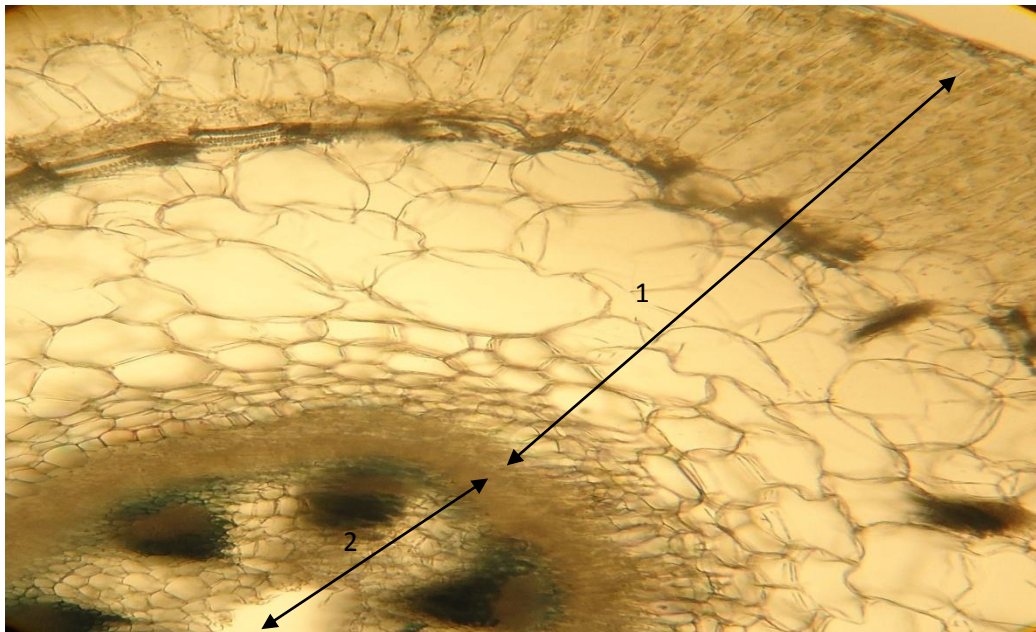
- Anatomiques :

Les Chénopodiacées sont des plantes halophytes par excellence et cette condition de vie amène des modifications externes et internes nombreuses. Il n'est pas douteux que ces modifications soient le fait de leur façon de vivre. Les végétaux qui croissent dans ces conditions acquièrent alors, sous l'influence de l'eau salée, des caractères spéciaux ; ils sont plus charnus, plus succulents, plus transparents, d'une couleur verte différente de celle des plantes normales (**Monteil, 1906**).

La succulence est considérée comme l'un des principaux facteurs impliqués dans la tolérance aux fortes salinités (photo n°1). Outre d'autres caractéristiques adaptatives, telles que la réduction de la surface foliaire, les feuilles épaisses, une plus grande plasticité de la paroi cellulaire, une réduction du nombre de stomates sur l'unité de surface, représentent les meilleures caractéristiques définissant les halophytes (**Schimper, 1903 ; Stocker et Salzpflanzen, 1933 ; Poljakoff et Gale, 1975 in Grigore et Toma, 2008**). La succulence exerce un effet de dilution sur les sels accumulés dans les plantes (**Waisel, 1972 in Grigore et Toma, 2008**).

De l'autre côté, la succulence peut causer des inconvénients à la plante car elle peut provoquer une réduction concomitante de la concentration des ions de calcium et de potassium présent dans les tissus touchés par le sel, ce qui peut donc augmenter l'effet de la toxicité d'autres ions dans les cellules. Il est connu que les ions Na^+ et les ions Cl^- sont considérés comme des osmolytes agressifs pour les cellules des plantes en raison de leur diamètre ionique faible et de leur capacité d'hydratation élevé (Schulze et al., 2005 in Grigore et Toma, 2008).

La succulence représente une stratégie importante des halophytes, dans leur « négociation » permanente avec la salinité accrue du sol. Les halophytes accumulent des quantités élevées de sels dans leurs tissus, aussi une succulence accrue se manifeste mais pas chez toutes les halophytes. Celles sécrétant les sels dites crynohalophytes possèdent une autre stratégie, pour maintenir une faible teneur en sel dans leurs tissus et, généralement, ils ne démontrent aucune succulence (Grigore et Toma, 2008).



Coupe et Cliché : Bensouna A.

Photo n°1 : Mise en évidence de la succulence au niveau de la tige d'*Arthrocnemum glaucum* station « Rachgoun 2» : Ecorce et le cylindre central. (Gx20) 1 : l'écorce ; 2 : Cylindre central (Bensouna, 2011).

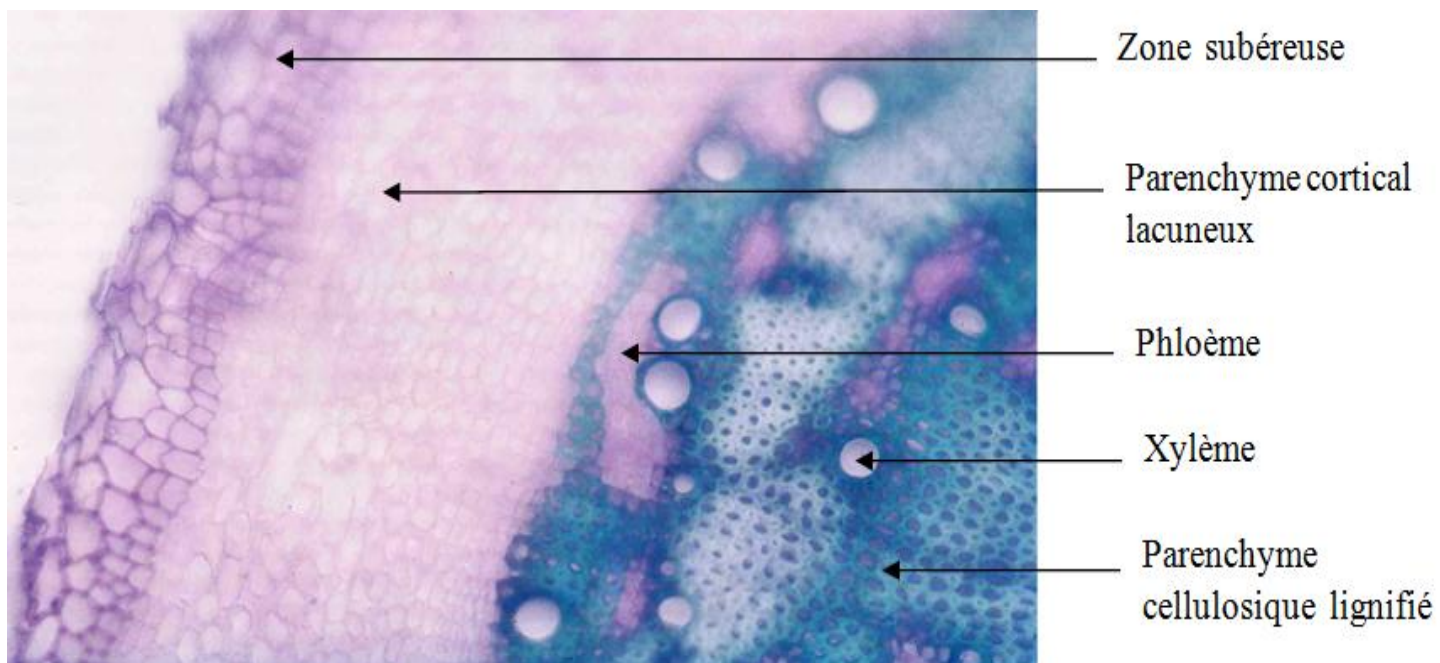
De point de vue biosémiotique la racine exerce un rôle «protecteur» sur le reste des organes de la plante (Grigore et Toma, 2007).

Le xylème de l'espèce *Arthrocnemum glaucum* est constitué de vaisseaux éparpillés un peu par tout au niveau du cylindre central. Ces îlots xylémiques sont épais et fortement lignifiés (photo n°2).

La lignine peut être considérée comme une réponse métabolique qui peut également augmenter la résistance des parois cellulaires à la pression osmotique élevée afin de dépasser la pression osmotique de la solution du sol (**Grigore et Toma, 2007**).

Une observation générale à faire, c'est que la salinité peut augmenter la lignification au niveau de la racine, tandis qu'elle la diminue au niveau de la tige. Comme une question de fait, la racine représente l'organe le plus exposé à la salinité du sol. Au niveau de la racine, il doit exister – au moins hypothétiquement - des mécanismes capables de contrôler la pénétration de l'eau salée et sa rétention dans cet organe. L'existence de certains mécanismes bien établis tels que l'endoderme bien développée capable de contrôler la pénétration et la distribution ultérieure du sel a été en fait démontré (**Fahn, 1963 ; Ginzburg, 1964; Poljakoff -Mayber et Gale, 1975 ; Schreiber et al., 1999**). Certains auteurs (**Van Andel, 1953 ; Steward et Sutcliffe, 1959; Weigl et Lüttge, 1962**) supposent que le mécanisme de transport actif réside soit dans l'endoderme ou dans le parenchyme du xylème (**Grigore et Toma, 2007**).

Grigore et Toma (2007) confirment à leur tours que la lignine pourrait conférer une résistance aux parois cellulaires. Cette résistance est également impliquée dans le soutien et la lutte contre la grande pression osmotique que les halophytes font face au niveau de la rhizosphère. Cela rend la racine l'interface la plus importante entre la plante et le milieu de hypersalé.



Coupe : Bensouna A. ; Cliché : Ferouani T.

Photo n°2 : Ecorce et les tissus conducteurs de la racine d'*Arthrocnemum glaucum* de la station de « Rachgoun 1 » (Gx20) (Bensouna, 2011).

Au niveau d'*Arthrophytum scoparium*, le parenchyme assimilateur est séparé de l'épiderme par un hypoderme (Photo n°3) dont les cellules apparaissent riches en cristaux d'oxalate de calcium organisés en macles. L'éloignement du parenchyme assimilateur de la surface des rameaux s'accroît par une pluristratification de l'épiderme qui provoque l'enfoncement des stomates ce qui permet de réduire encore plus les pertes d'eau par transpiration (Smail-Saadoun, 2005).

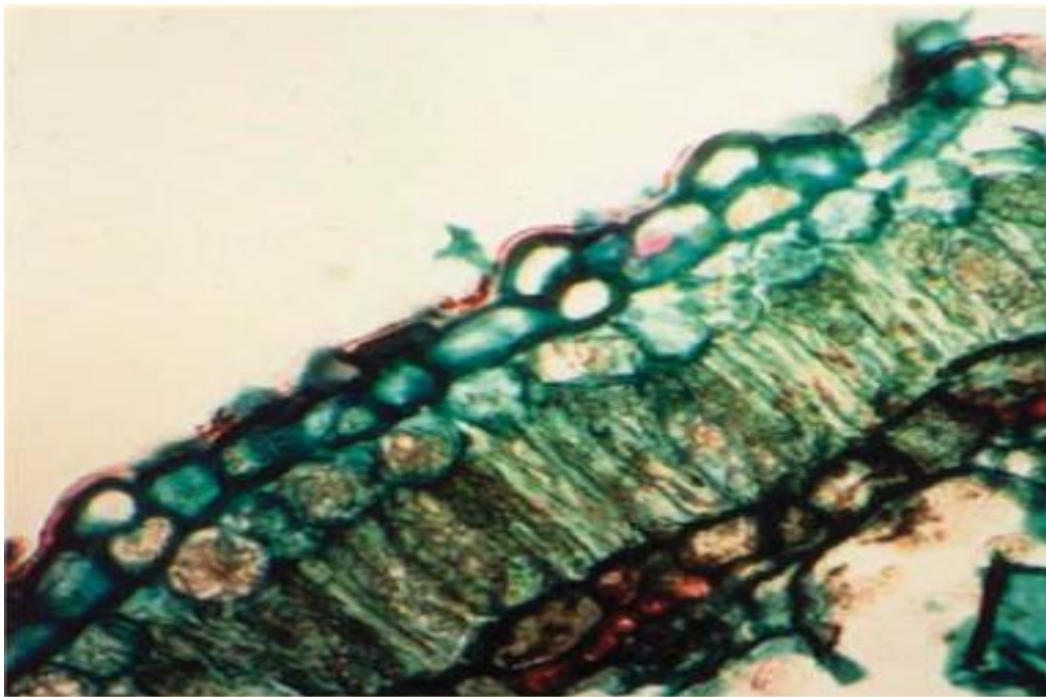


Photo n°3 : Structure anatomique de rameau d'*Arthrophytum scoparium* (x 290) (Smail-Saadoun, 2005)

Les études qui ont montré l'utilité des halophytes sont nombreuses, on cite à titre d'exemple les plus connues.

Durant les 20-25 dernières années, l'approche basée sur l'utilisation des halophytes pour l'irrigation par une solution saline a été développée aux États-Unis par l'université d'Arizona, au Mexique par le centre de l'Agriculture et des Ressources en Eau dans l'état du Sonora, en Israël par l'Institut de l'Agriculture appartenant à l'Université du Negev, en Russie dans l'Institut Williams All - Russian Fodder Research et l'Institut de recherche de l'ingénierie hydraulique et la réclamation des terres Kostyakov All - Russian. Dans ces instituts de recherche, des collections de plantes halophiles ont été créées, ayant un intérêt potentiel important comme l'huile, le fourrage, la décoration et la source d'énergie (Shamsutdinov (a) et Shamsutdinov (b), 2008).

Une étude faite par **Weber et al. (2006)** sur les graines de certaines plantes halophiles vivaces : *Arthrocnemum indicum*, *Alhaji maurorum*, *Cressa cretica*, *Halopyrum mucronatum*, *Haloxylon stocksii* et *Suaeda fruticosa* qui sont réparties autour de Karachi pour l'analyse de leur huile et la vérification d'une possibilité de consommation humaine.

L'Analyse de l'huile des graines a montré la présence de seize acides gras dont douze sont saturés et quatre sont des acides gras insaturés. Le plus grand nombre d'acides gras a été détecté dans *Arthrocnemum macrostachyum* (les seize), alors que *Cressa cretica* ne contenait que huit (cinq saturées et trois insaturés). *A. macrostachyum* a également été la seule halophyte dans l'étude dont l'huile contient un acide gras saturés (acide myristique) ayant un faible poids moléculaire (C14: 0). L'huile des graines de ces halophytes étudiées étaient libre de tout composant indésirable et pourrait sans risque être recommandée pour la consommation humaine (**Weber et al., 2006**).

Les halophytes peuvent être utilisées pour récupérer le sol pour les plantes d'eau douce. Elles peuvent éliminer le sel du sol, dans une certaine mesure, au moyen de stockage de sel dans leurs feuilles jusqu'au point où les halophytes ne poussent pas bien. A cet égard, les sols nettoyés peuvent être utilisés pour les cultures conventionnelles (**Hendricks et Bushnell, 2008**).

Les plantes halophytes ont des graines riches en protéines, huiles et hydrates de carbone qui peuvent fournir une valeur inestimable aux cultures alternatives des régions agricoles touchées par la salinité (**Shepherd et al., 2005**).

Les communautés d'*Arthrocnemum macrostachyum* se développent dans des sols plus secs avec des concentrations en sel plus élevées. Lorsque la terre devient plus humide, les communautés de *Sarcocornia fruticosa* y prennent place (**Zafrillal et al., 2010**) *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric) C. Koch est un arbuste C3, trouvé sur les côtes du SO d'Iberia, à travers la région méditerranéenne, au Moyen-Orient et en Asie. Il est un accumulateur de sel. **Winter et al. (1976)** et **Khan et al. (2005)** ont démontré une croissance positive répondant aux salinités externes dans la gamme 200-400 mg de NaCl dans le sol de Pakistan. Dans les marais salants de SW en Espagne, il se développe à moyenne et à haute altitude dans l'amplitude des marées, où il est soumis aux inondations occasionnelles et hypersalinité saisonnière (**Redondo-Gomez et al., 2009**).

De grandes variations de salinité du sol ont été mesurées dans cette zone, allant de 17 mg de NaCl à une concentration extrême de plus de 940 mg de NaCl dans les marais salants (**Redondo-Gomez et al., 2006**). Les réponses de *A. macrostachyum* à la salinité sont d'un intérêt particulier parce qu'il est l'une des rares espèces qui poussent dans cette gamme de concentrations hétérogènes du sel du sol

(Redondo-Gomez et al., 2009). *Arthrocnemum macrostachyum* est capable de s'adapter physiologiquement à une large gamme de salinités et à croître sous des conditions extrêmement hypersalines (Redondo-Gomez et al., 2009).

Wilson (1980) a proposé que *Arthrocnemum* est un possible intermédiaire entre *Sarcocornia* et les genres endémiques australiens basé sur des caractères morphologiques partagés avec les deux groupes. La monophylie des genres endémiques d'Australie soutient leur séparation d'*Arthrocnemum* (Wilson, 1980, 1984); toutefois, la position phylogénétique de *Arthrocnemum macrostachyum* n'est pas entièrement résolue. Dans l'analyse combinée, *A. macrostachyum* est placé sœur de salicorne / *Sarcocornia* et le clade endémique d'Australie, et en conséquence, l'hypothèse de Wilson (1980) n'est pas contestée (Shepherd et al., 2004).

Dans les régions méditerranéennes et méditerranéo-atlantiques, la classe des *Arthrocnemetea fruticosi* occupe généralement les étendues de vases salées qui, en zones boréo-atlantiques, sont couvertes par les prairies des *Asteretea tripolii*. Plusieurs travaux (Gehu, 1973, 1975) ont déjà attiré l'attention sur la substitution progressive, sur le littoral français, de la Belgique à l'Espagne, des prairies salées à structure hémicryptophytique par des fruticées halophiles à nanophanérophytes et chamaephytes. En situation estuarienne moyenne, sur substrat non durablement engorge après le reflux et en l'absence de pâturage, *Halimionetum portulacoidis*, que l'on peut sans hésitation considérer comme la dernière irradiation vers le nord des *Arthrocnemetea fruticosi*, est encore le climax des prés salés du Nord-Ouest français (Gehu (a) et Gehu (b), 1977).

Quézel et Simonneau (1963) et Quézel (1965) ont décrit du Sahara sudconstantinois, et notamment de la vallée de l'Oued Rhir, six associations halophytiques ou halo-gypsophytiques dont certaines se retrouvent au Mزاب ou beaucoup plus à l'Ouest, dans la vallée de la Saoura :

- Association à *Halocnemum strobilaceum*;
- Association à *Arthrocnemum indicum*;
- Association à *Salicornia arabica* et *Phragmites communis* var. *pungens*;
- Association à *Salsola sieberi* var. *zygophylla* et *Zygophyllum cornutum*;
- Association à *Zygophyllum album* ssp. *geslini* et *Traganum nudatum*;
- Sous-association à *Salsola tetragona*;
- Sous-association à *Randonia alricana*;
- Association à *Suaeda vermiculata* et *Salsola foetida* (Ozenda, 1991).

Ces sept associations sont en général très pauvres : la seconde par exemple ne contient que sept espèces et *Arthrocnemum indicum* semble en être la seule caractéristique. Ceci nous paraît à rapprocher du fait que beaucoup de formations halophytiques, et pas seulement au Sahara, sont souvent dans un état voisin de peuplements monospécifiques (**Ozenda, 1991**).

Toutefois les Chénopodiacées hyperhalophiles (*Halacnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum glaucum* ssp. *indicum*, *Salicornia fruticosa*) font défaut au Sahara central et méridional. Elles descendent par contre très au Sud dans le Sahara océanique : signalons en particulier les importantes formations halophytiques de la dépression de l'Aftout-es-Sahel en Mauritanie sud-occidentale, où l'on retrouve des groupements, et une zonation en fonction de la salure, qui diffèrent peu de ceux des Hauts-Plateaux algériens (**Ozenda, 1974, non publié in Ozenda, 1991**).

Selon **Ozenda (1991)**, *Hammada scoparia* (*Arthrophytum scoparium*) présente une adaptation xérophytique prononcée, des feuilles très réduites, et assimile et transpire surtout par ses rameaux; la photosynthèse est beaucoup moins intense mais se poursuit tout le long de la journée malgré la transpiration qui est d'ailleurs assez réduite.

En Algérie, la steppe à *Arthrophytum scoparium* assure la transition entre, d'une part les steppes à alfa, sparte et armoise blanche, végétation typique des Hautes Plaines steppiques où prédominent l'élément floristique méditerranéen et d'autre part la végétation du Sahara, caractérisée par un mode de distribution spatiale contractée (**Monod, 1957; Maire, 1940**) et où les taxons saharo-arabiques deviennent majoritaires. Divers syntaxons ont été définis dans ce type de steppe, souvent qualifié par la plupart des auteurs de « steppe saharienne » ou « présaharienne » (**Kaabeche, 1990**):

- Association à *Arthrophytum scoparium* et *Stipa retorta* (**Celles, 1975**) ;
- Alliance à *Stipagrostis* (= *Aristida*) *plumosa* et *Stipagrostis obtusa* (**Celles, 1975**) ;
- Association à *Arthrophytum scoparium* et *Anvillea radiata* (**Manière, 1975**) ;
- Association à *Arthrophytum scoparium* et *Koelipinia linearis* (**Djebaili, 1978**).

Le terme de "pseudo-steppe" (**Trochain, 1957**) est souvent utilisé pour qualifier la végétation de la bordure saharienne, notamment les formations à *Arthrophytum scoparium* (**Guinet, 1954; Guinet et Sauvage, 1954 in Kaabeche, 1990**).

Le faciès à *Arthrophytum scoparium* présente un taux de recouvrement d'espèces perennes de 15%, une phyto-masse épiquée de 950 kg/MS/ha. La productivité pastorale est évaluée à 60 UF/ha/an et la valeur pastorale est égale à 6%. Ce faible intérêt pastoral peut être un peu plus important quand il s'agit d'une association avec une autre espèce. C'est le cas du faciès à *Stipa tenacissima* avec *Arthrophytum scoparium* qui est caractérisé par un recouvrement d'espèces pérennes égale à 23%, une

phyto-masse épigée de 850 kg/MS/ha et une productivité pastorale de 60 UF/ha/an induisant une valeur pastorale de 9% (URBT, 1974–1978 ; 1982–1987 ; 1988–1991 in Nedjraoui, 2003).

Les études scientifiques sur le sol et son rôle dans la répartition de la végétation qui porte sont nombreuses. Parmi ces travaux nous citons ceux réalisés par Novikoff (1961), Abrol *et al.* (1968), Pouget (1980) et Sari-Ali (2004). Si les objectifs et les méthodes peuvent être différents selon les auteurs, chacun s'accorde tout naturellement à souligner les relations fort étroites entre végétation et milieu.

Assaeed *et al.* (2001), ont fait des recherches sur certaines plantes halophytes de l'Arabie Saoudite, leur composition minérale et leur relation avec la composition chimique du sol. Une faible corrélation a été observée entre la composition minérale des sols et les plantes qui pourraient être attribuée principalement à la salinité élevée du sol.

Li *et al.* (2008) ont étudié la relation entre les caractéristiques du sol et la végétation halophile dans le littoral du Nord de la Chine en utilisant l'ACP et l'analyse par grappes pour générer un modèle de distribution de la végétation halophile. Cette distribution a été influencée par la variation des propriétés du sol. Selon ces auteurs, les études identifiant les principaux facteurs environnementaux associés aux types de végétation dans les marais salés côtiers chinois sont rares. La plupart des études sur les marais salés côtiers sont descriptives des espèces et leur classification (Li, 1993; Wu *et al.*, 1994; Wang *et al.*, 1994; Hu et Wang, 1997; Toth *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 2003).

Au même titre, Jafari *et al.* (2003), examinaient la relation entre les caractéristiques du sol et les espèces végétales afin de déterminer les facteurs les plus importants qui influent sur la répartition des types de la végétation, et aussi d'identifier les caractéristiques des sols qui sont indicatrices d'espèces spécifiques.

Pouget (1980), a étudié les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Il cite de nombreux auteurs (Aubert, 1960; Boulaine, 1961; Ruellan, 1970) qui ont souligné le rôle de la végétation, actuelle et ancienne, dans la genèse des sols à accumulation calcaire. Il ajoute que « pour établir le rôle de la végétation, il convient d'observer ces variations morphologiques et analytiques, introduites par différents types de végétation, dans une même zone bioclimatique sur des sols identiques quant à leur âge, roche-mère, et situation géomorphologique ».

Il se propose à propos de la méthodologie de son travail :

- de préciser les caractéristiques du sol et de son environnement immédiat (topographie en particulier) qui exercent une influence déterminante sur la répartition des espèces dans les communautés végétales ;
- et de montrer l'influence exercée par la végétation sur les processus actuels de pédogénèse en milieu steppique de plus en plus aride.

Sari-Ali (2004), a fait une étude des relations sol-végétation de quelques halophytes dans la région Nord de Remchi. Elle s'est basée sur la comparaison des différents peuplements installés sur les rives de la basse et la moyenne Tafna à ceux localisés aux alentours de la Sebkhia d'Oran offrant des conditions écologiques souvent différentes.

CHAPITRE II

BIOLOGIE DES ESPECES ETUDIEES

1. Introduction

2. Généralités sur les Chénopodiacées

3. Présentation des espèces étudiées

5.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

5.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

4. Description botanique

4.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

4.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

5. Habitat

5.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

5.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

6. Aire géographique

6.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

6.2. *Arthrophytum scoparium*(Pomel) Iljin

7. Autres caractéristiques

7.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

7.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

8. Intérêt des espèces

8.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

8.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

1. Introduction

Les halophytes peuvent être définis comme étant des plantes en contact, par une partie quelconque de leur organisme, avec des concentrations anormalement fortes de sel (Binet, 1970 *in* Grouzis et al., 1977). On les oppose souvent aux glycophytes (Stocker, 1928 *in* Grouzis et al., 1977), incapables de se développer sur des milieux très riches en sels solubles. Sur le plan du comportement physiologique, les halophytes se caractérisent par leur aptitude à fonctionner activement en présence de fortes concentrations salines grâce à un certain nombre de caractéristiques physiologiques. Leur comparaison montre qu'il existe deux catégories d'halophytes, les halophytes facultatives et les halophytes obligatoires (Binet, 1970 *in* Grouzis et al., 1977).

Les halophytes dites facultatives peuvent se développer en milieu salin, mais le font encore mieux en milieu imprégné d'eau douce; leur absence dans les milieux non salés pourrait s'expliquer par la concurrence avec les glycophytes, leur installation sur les sols fortement salés étant liée à une faculté plus grande que chez les glycophytes de leur protoplasme à résister aux fortes concentrations salines (Repp, 1964 *in* Grouzis, 1977).

Les halophytes dites obligatoires (Van eijk, 1939 *in* Grouzis, 1977) ou halophytes *sensu stricto* (Adriani, 1945 *in* Grouzis, 1977), dont la croissance est maximale en milieu salé, exigent une certaine teneur en sel dans le milieu pour assurer leur plein développement; il y aurait donc chez ces dernières espèces un aspect « exigence en sel » venant s'ajouter aux problèmes posés par la résistance au sel (Grouzis, 1977).

Dans ce chapitre, nous allons présenter les traits essentiels de l'espèce *Arthrocnemum glaucum* caractéristique des peuplements halophiles de la zone 1 et *Arthrophytum scoparium*, caractéristique des peuplements halophiles de la zone 2.

2. Généralités sur les Chénopodiacées

Les Chénopodiacées sont d'une étude délicate. La petitesse de leurs fleurs, la fragilité de leurs rameaux et de leurs fruits, rendent difficile la récolte d'échantillons complets. Beaucoup d'espèces se ressemblent, même d'un genre à l'autre; et surtout certaines d'entre elles présentent un polymorphisme étonnant qui fait que l'aspect de la plante varie d'un pied à l'autre, voire d'une branche à l'autre, suivant l'état de développement et la saison. La détermination des plantes de cette famille demande donc un peu d'attention, mais il ne faut

pas se laisser rebuter par quelques difficultés au début. Bien observer les caractères et ne pas se fier à l'aspect général de la plante à déterminer (**Ozenda, 1991**).

Les Chénopodiacées sont en général des plantes buissonnantes, rarement des herbes (*Chenopodium*, *Bassia*) (**Ozenda, 1991**), à racines et tiges ordinairement pourvues d'anneaux libéroligneux surnuméraires (**Maire, 1962**). Quelques genres ont des feuilles à limbe plat et bien développé (*Atriplex*, *Beta*, *Chenopodium*), mais très souvent les feuilles se réduisent à une gaine entourant la tige et terminée par un limbe réduit à une pointe coriace (**Ozenda, 1991**), elles sont ordinairement alternes, rarement opposées, non stipulées (**Maire, 1962**), les rameaux souvent charnus et/ou articulés, sève aqueuse (**Florence, 2004**). Les fleurs sont toujours petites, peu visibles, cachées en partie entre des bractées (**Ozenda, 1991**); hermaphrodites ou unisexuées par avortement, ou parfois nettement unisexuées (**Maire, 1962**) généralement actinomorphes. Inflorescences axillaires, formées de glomérules ou de cymes disposés en épis, grappes, ou panicules, munies de bractées ou non, parfois logées dans des excavations des tiges ou fleurs solitaires (**Florence, 2004**). La floraison est en général automnale (**Ozenda, 1991**).

Le périanthe est formé de cinq pièces ordinairement membraneuses, persistant autour du fruit; dans une partie des genres, elles ne subissent pas de modification appréciable (*Chenopodium*, *Halocnemum*), mais souvent elles s'accroissent après la floraison, de différentes manières (**Ozenda, 1991**). Les fleurs hermaphrodites portant souvent un nectaire annulaire situé à la base de la face interne des filets ou formé de glandes alternant avec eux, les fleurs unisexuées à nectaire réduit ou absent (**Florence, 2004**). Etamines opposées aux sépales et en nombre égal ou parfois inférieur (**Maire, 1962**). L'ovaire supère, rarement infère (**Florence, 2004**), comporte une seule loge contenant un ovule; il est surmonté généralement par deux stigmates; à maturité, il donne un akène à paroi mince laissant apercevoir le contour de la graine de sorte que la forme et l'orientation de celle-ci peuvent souvent être observées sans qu'il soit nécessaire de disséquer le fruit (**Ozenda, 1991**). Fruit : akène, utricule ou capsule circumscissile, généralement protégé par le péricarpe et/ou les bractées persistantes (**Florence, 2004**) à péricarpe ordinairement membraneux; rarement pyxide, membraneuse, monosperme (**Maire, 1962**) la graine, à tégument crustacé (**Maire, 1962**) à embryon annulaire ou en fer à cheval entourant un albumen abondant, ou spiralé et à albumen réduit (**Florence, 2004**), est ordinairement aplatie en une lentille, disposée suivant les genres dans un plan vertical ou horizontal; cette orientation de la graine est importante à examiner pour

séparer des genres que leur morphologie rapproche beaucoup (Ozenda, 1991), c'est le cas d'*Anabasis* qui diffère d'*Arthrophytum* par sa graine verticale (Quézel et Santa, 1962-1963).

Les Chénopodiacées comprennent plus de cent genres et un millier d'espèces. Ce sont essentiellement des plantes de terrains salés vivant surtout sous les climats arides ou semi-arides: bassin méditerranéen et Sahara, Moyen-Orient, steppes et déserts de l'Asie centrale, de l'Afrique du Sud, de l'Australie et des deux Amériques. En Europe toutefois, cette famille compte quelques dizaines de représentants: ce sont, soit des plantes de terrains salés littoraux ou sublittoraux (Salicornes de la Camargue par ex.), soit des plantes nitrophiles poussant sur les décombres (Chénopodes), et surtout deux importantes plantes cultivées, la Betterave et l'Épinard (Ozenda, 1991).

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

Les Chénopodiacées hyperhalophiles (*Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum glaucum* ssp. *indicum*, *Salicornia fruticosa*) font défaut au Sahara central et méridional. Elles descendent par contre très au Sud dans le Sahara océanique (Ozenda, 1991). Lorsque la salure est forte, seules peuvent vivre une petite minorité de plantes et notamment des Chénopodiacées. *Halocnemum strobilaceum* est la plante qui paraît présenter, aussi bien en Afrique du Nord qu'en Asie, la plus forte résistance au sel. On la rencontre encore dans des sols contenant plus de 20 grammes de chlore par kilogramme de terre et elle forme autour des chotts la première ceinture de végétation, immédiatement au bord des vases salées abiotiques qui constituent la partie centrale de ces chotts (Ozenda, 1991).

3. Présentation des espèces étudiées

3.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

Chamaephyte frutescente (**Tela Botanica**), ayant des tiges ligneuses à la base, couchées, se redressent pour porter de curieux rameaux verticaux, aux entre-nœuds courts, qui se renouvellent partiellement au cours de l'année. D'abord charnus et verts bleuâtre (photo n° 4), puis verts jaunâtre, ils passent au rouge (photo n°5) en automne puis sèchent et brunissent (Vignes, 2007). La Pollinisation est anémogame et la dissémination est de type hydrochore (**Tela Botanica**¹).

¹ **Tela Botanica** : réseau de la botanique francophone (www.tela-botanica.org.)



Cliché Bensouna A. 20/09/2013

Photo n°4: Couleur vert bleuâtre d'*Arthrocnemum glaucum* (station « Rachgoun 2 »).



Cliché Bensouna A. 01/05/2011

Photo n°5: Couleur rouge d'*Arthrocnemum glaucum* (station « Rachgoun 1 »).

- **Systematique**

Règne	Végétal
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots moyennes
Sous-classe	Pré-astéridées (Apétales)
Ordre	Caryophyllales (Centrospermales)
Famille	Amaranthacées (Chénopodiacées)
Genre	<i>Arthrocnemum</i>
Espèce	<i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.

- **Synonymes taxonomiques**

Arthrocnemum fruticosum Moq.
Arthrocnemum indicum (Willd) Moq.
Arthrocnemum macrostachyum (Moris)
Salicornia fruticosa (L)
Salicornia glauca
Salicornia virginica
Salicornia macrostachya (Moris)
Salicornia indica Willd
Salicornia oirginica Forsk

- **Noms communs** : Salicorne glauque, Salicorne grise, Salicorne à gros épis, Hardjem, El-N'jil.

3.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

Plante noircissant en herbier et dans l'alcool, à rameaux grêles, effilés, jamais blancs. Poils très courts et peu nombreux, souvent presque nuls dans les aisselles foliaires. Staminodes papilleux au sommet sur la marge, non poilus-laineux sur le dos (**Maire, 1962**). Les tiges ligneuses à la base, se renouvellent partiellement au cours de l'année. D'abord charnus et verts foncés (photo n°6), puis verts jaunâtre (photo n°7) en été et passent au rouge en hivers (photo n°8).



Cliché Bensouna A. Le 31/05/2013

Photo n°6: Couleur vert foncé d'*Arthrophytum scoparium* (station « Hammam Boughrara 2»).



Cliché Bensouna A. Le 20/09/2013

Photo n°7: Couleur vert jaunâtre d'*Arthrophytum scoparium* (station « Hammam Boughrara 1 »).



Cliché Bensouna A. Le 25/04/2011

Photo n°8: Couleur rouge d'*Arthrophytum scoparium* (station « Hammam Boughrara 1 »).

- **Systématique**

Règne	Végétal
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots moyennes
Sous-classe	Pré-astéridées (Apétales)
Ordre	Caryophyllales (Centrospermales)
Famille	Amaranthacées (Chénopodiacées)
Genre	<i>Arthrophytum</i>
Espèce	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin

- **Synonymes taxonomiques**

Haloxylon scoparium Pomel

H. articulatum Bonn. et Barr.

H. tamariscifolium (L.) Pau.

Hammada scoparia (Pomel) Iljin

- **Noms communs** : Saligne à balai, Bunge, Remt, Nadjrem.

4. Description botanique

4.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

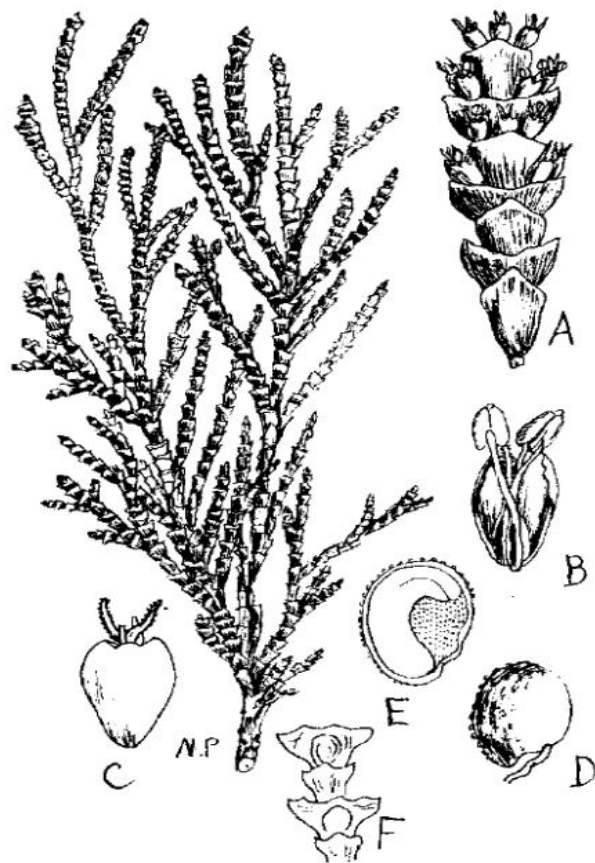
Le genre *Arthrocnemum* comprend des sous-arbrisseaux ou arbrisseaux dressés ou couchés à la base puis redressés, paraissant aphyllés, très rameux, à rameaux articulés; feuilles soudées aux articles, opposées, à pointes libres, très courtes, concrescentes, formant une gaine au niveau des articulations (Fig.2). Chlorenchyme entremêlé de stéréides allongées transversalement, subrameuses, à membrane très épaissie. Epis terminaux et latéraux, sessiles, subcylindriques ou obtusément tétragones, à rachis excavé au niveau des fleurs, à excavations décussées. Fleurs hermaphrodites, ternées dans les excavations du rachis, sessiles, non ou à peine connées. Périanthe ovoïde ou anguleux, gamosépale, atténué et obtus au sommet 3-4denté ou 3-4-fide; dents latérales allongées, subaiguës, ordinairement ± cucullées, la postérieure plus courte, arrondie, l'antérieure nulle ou très petite. Périanthe fructifère renflé, ordinairement ± spongieux. Etamines 2, postérieure et antérieure, à filets capillaires; anthères ovées ou ovées-oblongues. Ovaire ovoïde, un peu comprimé; 2 stigmates subulés; ovule subsessile, à micropyle infère. Akène inclus dans le périanthe renflé, à péricarpe membraneux ou ± induré. Graine dressée, ovoïde, à tégument crustacé, lisse ou verruqueux, à albumen abondant et charnu; embryon dorsal, arqué, à radicule infère (Maire, 1962).

L'espèce *Arthrocnemum glaucum* a une racine ligneuse, épaisse, pivotante ou oblique. Tiges très rameuses, dressées ou couchées, à rameaux dressés, formant un buisson ordinairement dense, pouvant atteindre 1 m de hauteur ; tiges couchées, ± radicales, ligneuses. Parties herbacées vertes ou ± glauques, glabres. Rameaux articulés, à articles cylindriques ou claviformes, ± épais, pouvant atteindre 10 mm long., mais ordinairement bien plus courts et presque aussi larges que longs. Feuilles à partie libre très courte, formant une gaine légèrement bilobée, à marge hyaline, à lobes apiculés. Epis dressés, denses, terminaux

et latéraux, formant un épi composé ± dense au sommet des rameaux, cylindriques ou obtusément anguleux épais, 3-6 cm long., 3-4 mm, larg., jaunes ou jaunâtres, produits par les rameaux de 2 ans. Feuilles florales très courtes cachant ordinairement incomplètement les fleurs. Fleurs ternées, dans une logette simple, égales, atteignant à peine les 2/3 de l'article auquel elles sont accolées. Périclype 2-4 mm long., à 3 dents courtes au sommet. Fleurs protandres (groupées par trois insérées dans une fossette unique (Fig.3). Etamines 2, à filets capillaires, concrescents à la base avec l'ovaire; anthères à la fin exsertes, jaunes, oblongues, c. 1,5 mm, bilobées à la base, avec les lobes apiculés. Ovaire portant 2 stigmates capillaires, connés à la base en un style allongé et grêle. Périclype fructifère un peu renflé, enfermant complètement le fruit. Graine verticale, oblongue, un peu comprimée, brun-noir, luisante, verruqueuse sur le dos, très finement réticulée sur les faces latérales, c. 0.9 X 0,65 mm. Floraison : avril-octobre (**Maire, 1962**).

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

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



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)



Fig.3 : Détail de l'épi floral d'*Arthrocnemum glaucum* (Ozenda, 1991)

4.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

Le genre *Arthrophytum* comprend des arbrisseaux nains, glabres, à rameaux articulés à feuilles opposées, rarement alternes, en grande partie soudées avec l'axe, à parties libres formant une cupule à 2 pointes courtes. Ramules florifères naissant sur les rameaux de l'année encore verts. Fleurs hermaphrodites, solitaires ou rarement ternées à l'aisselle des feuilles supérieures des ramules, formant des épis grêles. Fleur pourvue de 2 bractéoles larges, herbacées, ovales. Périanthe florifère subglobuleux, herbacé, poilu intérieurement, à 5 sépales presque libres. Etamines 5, à filets linéaires subulés, insérés sur la face externe d'un disque cupulaire, portant dans les espaces interstaminaux des staminodes un peu épaissis et poilus sur la marge; anthères bifides à la base, obtuses, non ou à peine papillées. Ovaire subglobuleux-déprimé, contracté en style très court, surmonté de 2-5 stigmates obovés, courts. Ovule horizontal, à funicule assez long. Périanthe fructifère à sépales accrescents, papyracés, pourvus d'une aile transversale, membraneuse, sur le dos. Akène sublenticulaire, à péricarpe un peu épaissi, charnu puis sec. Graine horizontale, lenticulaire, exalbuminée, à tégument membraneux. Embryon spiralé, vert, avec la radicule pâle et centrifuge (Maire, 1962).

L'espèce *Arthrophytum scoparium* (Fig.4) est un arbrisseau dressé, pouvant atteindre 30 à 40 cm de hauteur, non brouté par les herbivores (ce qui le distingue à première vue de l'*Anabasis oropediolum*); tronc pouvant atteindre 1,5 cm diam., rameux dès la base, couvert, ainsi que les branches, d'un rhytidome brun, fissuré, tombant parfois en écailles. Rameaux dressés, très rameux, effilés, gris ou gris-brun, parallèles, non intriqués, ramules à entrenoeuds allongés, verts, noircissant par la dessiccation et dans l'alcool, articulés, paraissant presque aphyllés, glabres et lisses, cylindriques, peu charnus (Maire, 1962). Rameaux secondaires rapidement érigés, verts foncés. Entrenoeuds allongés (0,8-3 cm pour les inférieurs) (Quézel et Santa, 1962-1963). Feuilles opposées, squamiformes, soudées par leur base élargie avec la feuille opposée en une cupule courte, herbacée, glabre, brièvement bidentée par les pointes libres des feuilles, celles-ci aiguës, carénées sur le dos par une nervure saillante qui se prolonge jusqu'à la base de l'article sous jacent; aisselles des feuilles portant des poils courts et droits, ordinairement peu nombreux, non laineux. Fleurs hermaphrodites, ordinairement solitaires, rarement ternées dans une aisselle foliaire, pourvues de 2 bractéoles, disposées en épis sur des ramules naissant sur les rameaux encore verts et paraissant pédonculées par suite de l'absence de fleurs aux aisselles des feuilles inférieures. Bractéoles herbacées, arrondies, concaves intérieurement, convexes et non

carénées extérieurement, à marge scarieuse, aliforme, un peu sinuée, légèrement émarginées au sommet. Périanthe subglobuleux, dépassant les bractéoles, c. 1 mm long. à l'anthèse, à 5 sépales à peu près libres, ovales-arrondis, convexes extérieurement, concaves intérieurement, herbacés avec une large marge scarieuse et un épiderme stomatifère, glabres. Etamines 5, à filets blancs, filiformes, aplatis, insérés sur un disque membraneux, campanulé ou urcéolé, presque aussi haut que l'ovaire, glabre, portant entre les étamines, 5 staminodes hémisphériques, c, 0,25-0,3 mm long., glabres extérieurement, à marge un peu épaissie et densément papilleuse par des poils claviformes, courts. Ovaire subglobuleux, glabre et lisse, contracté au sommet en un style court, terminé par 2 stigmates courts, cunéiformes, papilleux sur leur face interne, révolutes. Périanthe florifère à sépales accrescents (Fig.5), portant sur le milieu du dos une aile largement ovale ou réniforme, élégamment striolée, blanchâtre, verdâtre, rose ou purpurine, à marge ordinairement entière; ailes \pm imbriquées, formant une couronne de c. 7 mm diam. Akène arrondi-déprimé, c. 1,5 mm diam., à péricarpe facilement séparable, membraneux inférieurement, un peu épaissi dans sa partie supérieure. Graine horizontale, sublenticulaire, à tégument membraneux, c. 1,5 mm diam. ; embryon enroulé en escargot aplati. Floraison : septembre-octobre (**Maire, 1962**).

Selon **Ozenda(1991)**, les fruits sont à ailes vivement colorées, souvent roses (photo n°9) ou rouges (photo n°10).

Formule florale : 5 S+ 0 P+ 5 E+2 C

S : sépale

P : pétale

E : étamine

C : carpelle

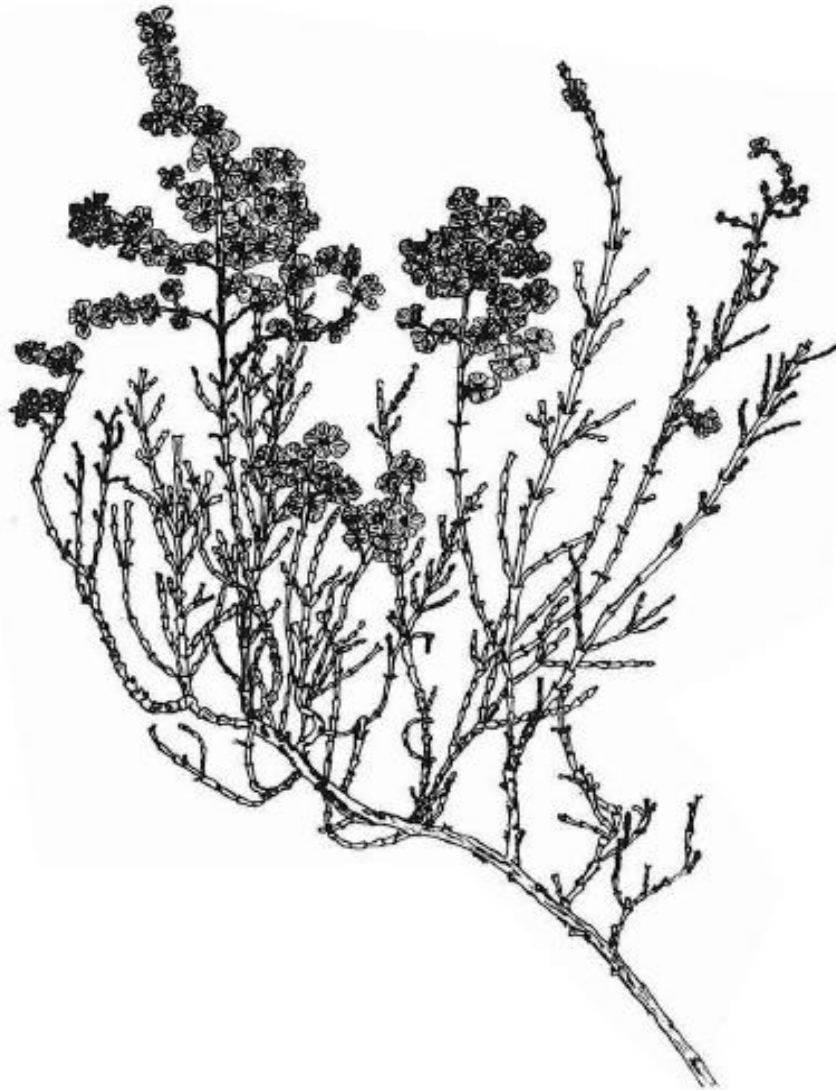


Fig.4: *Arthrophytum scoparium* (Ozenda, 1991)

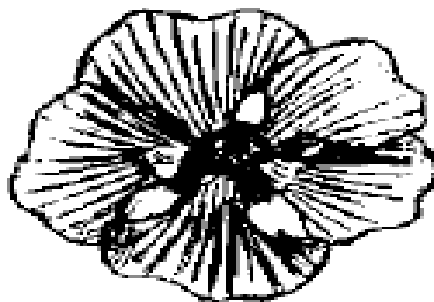


Fig.5 : Périanthe fructifère d'*Arthrophytum scoparium* (Maire, 1962)



Cliché Bensouna A. Le 16/12/2012

Photo n°9: Couleur rose des ailes du fruit d'*Arthrophytum scoparium* (station « Hammam Bouhrara 1 »).



Cliché Bensouna A. Le 08/11/2013

Photo n°10: Couleur rouge des ailes du fruit d'*Arthrophytum scoparium* (station « Hammam Bouhrara 2 »).

5. Habitat

5.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

Sansouires, marais salants, rochers littoraux, bas-fonds salés, bords des cours d'eau salés, sables maritimes ± limoneux.

5.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

Pâturages semi-désertiques et désertiques pierreux et limoneux (Maire, 1962). Regs, sols un peu salés ou gypseux (Ozenda, 1991).

6. Aire géographique

6.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

Europe méridionale, Asie occidentale, Egypte, Macaronésie.

Afrique tropicale et australe, Asie méridionale, Australie, Nouvelle-Zélande.

Cyrénaïque : assez commun sur le littoral et dans les oasis sahariennes.

Tripolitaine : commun du littoral aux oasis sahariennes.

Tunisie : commun du littoral aux oasis.

Algérie : commun dans les marais salés du littoral, des Hauts-Plateaux et du Sahara septentrional.

Maroc : commun du littoral au Sahara.

Sahara océanique : assez commun dans les lieux humides et salés jusqu'au Cap Blanc (Maire, 1962).

6.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

Egypte. Palestine. Syrie. Arabie Pétrée.

Cyrénaïque, Littoral de la Marmarique, Derna, Bengasi : commun au Sud de la Montagne Verte.

Tripolitaine : commun dans les montagnes de Homs à Nalout et plus au Sud.

Tunisie : commun dans le Sud à partir de Sfax.

Algérie : commun dans tout le Sahara septentrional algérien; Hodna; Hauts Plateaux; vallée du Chélif; Relizane.

Maroc : assez rare dans le Haouz, assez commun dans le Sous; commun dans l'Anti-Atlas, le versant Sud du Grand Atlas oriental, l'Atlas saharien, et plus au Sud.

Sahara occidental : commun jusque dans le Zemmour et le Zem moul,

Sahara central: sur les limites Nord: Tadmait et Hamada de Tinghert. (Maire, 1962).

Selon Quézel et Santa (1962-1963), il est assez commun dans le sous-secteur des plaines littorales, le sous-secteur de l'Atlas Tellien, le Sous-secteur des Hauts-Plateaux algérois et Oranais et le Sous-secteur des Hauts-Plateaux constantinois et commun dans le secteur de l'Atlas Saharien, le secteur du Sahara Septentrional et le sous-secteur du Hodna.

7. Autres caractéristiques

7.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

On a remarqué qu'au niveau de la station de « Rachgoun 2 », *l'Arthrocnemum glaucum* acquiert un rôle fixateur de dunes, que ce soit par son système racinaire bien développé que par les tiges qui retiennent le sable (photo n°11).



Cliché Bensouna A. 24/05/2013

Photo n°11 : *Arthrocnemum glaucum* fixant une micro-dune avec *Ammophila arenaria*.

7.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

Il joue un rôle de protection du sol et atténue l'intensité de l'érosion (Photo n°12) grâce à sa partie souterraine bien développée présentant un système mixte à extension horizontale et verticale (Fig.6).

Le système vertical, comprenant généralement plusieurs racines importantes et profondes, se double d'un système horizontal plus superficiel; ce système horizontal des espèces vivaces développe un réseau relativement étendu et ramifié de racines et radicelles pour explorer la terre humidifiée par les pluies et disputer aux plantes annuelles les reliefs d'un maigre banquet (Negre, 1959 *in* Pouget, 1980).



Cliché Bensouna A. 07/06/2013

**Photo n°12 : *Arthrophytum scoparium* maintient le sol sur un versant pentu station
« Hammam Boughrara 2 ».**

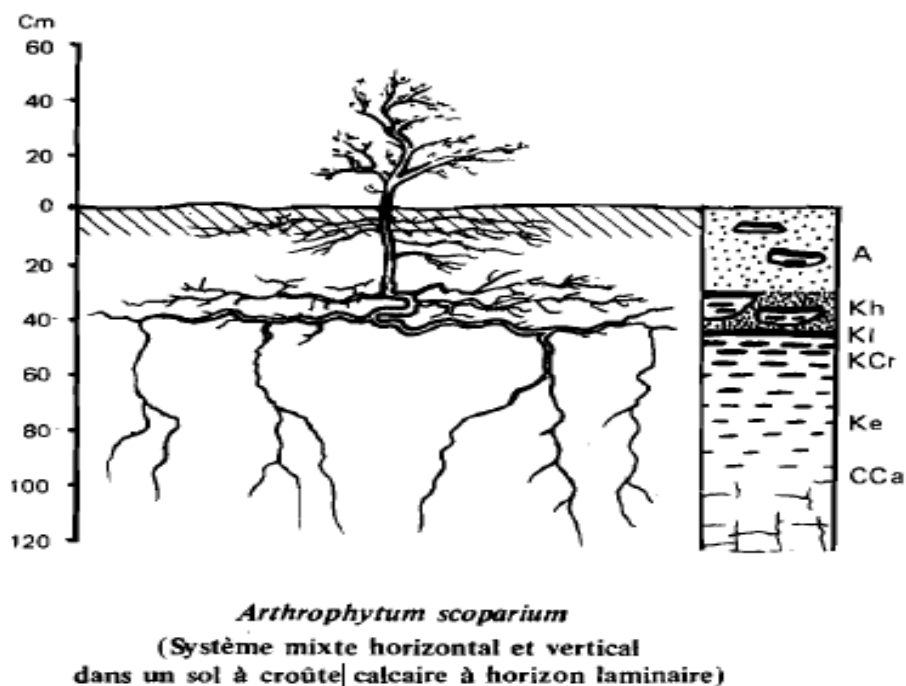


Fig.6 : Système racinaire d'*Arthrophytum scoparium* (Pouget, 1980).

8. Intérêt des espèces

La capacité des halophytes à surmonter le stress oxydatif déclenché par la salinité est régie par de multiples mécanismes biochimiques qui facilitent le maintien et/ou l'acquisition de l'eau, la protection des chloroplastes et le maintien de l'homéostasie ionique. Ces traits comprennent essentiellement la biosynthèse d'osmolytes, de protéines spécifiques et de molécules antioxydantes. D'où, l'utilisation traditionnelle de ces halophytes comme plantes à intérêts médicinales et alimentaires.

Plusieurs travaux ont été faits en vue de mettre en évidence les molécules actives que possèdent les Chénopodiacées. **Ksouri et al. (2008)** ont évalué les teneurs en polyphénols et les activités antioxydantes de quelques halophytes tunisiennes (*Cakile maritima*, *Limoniastrum monopetalum*, *Mesembryanthemum crystallinum*, *M. edule*, *Salsola kali* et *Tamarix gallica*) en fonction des facteurs biologiques, environnementaux et techniques.

L'analyse des résultats a montré que les teneurs en polyphénols, les activités antiradicalaires et les pouvoirs chélateur et réducteur sont significativement affectés par ces différents facteurs. Une telle variabilité pourrait être d'une grande importance dans la

valorisation de ces halophytes comme source naturelle de biosynthèse d'antioxydants (**Ksouri et al., 2008**).

Les besoins en bois de feu des populations sahariennes représentent la consommation principale de matières ligneuses ; on utilise pour cela non seulement les arbres, mais les souches de beaucoup d'arbustes et en particulier des plantes de la famille des Chénopodiacées (**Ozenda, 1991**). Beaucoup de plantes à feuillage mou ou charnu, notamment des Crucifères, des Légumineuses et quelques Chénopodiacées sont broutées par tous les animaux (**Ozenda, 1991**).

8.1. *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.

Weber et al. (2006) ont fait des études sur les graines de l'*Arthrocnemum indicum* et 5 autres halophytes afin de déterminer leur potentiel à être utilisé comme source d'huile comestible. La quantité d'huile présente variait de 22% à 25%. Les taux des acides gras insaturés sont élevés (65-74%). Les lipides dans les graines contiennent 12 acides gras insaturés et quatre acides gras saturés. La teneur en cendres aussi variait de 2% à 39%. Ces résultats indiquent clairement que les graines des halophytes pourraient être utilisées comme une source d'huile pour la consommation humaine (**Weber et al., 2006**).

L'activité antimicrobienne des acides gras des esters méthyliques (FAME) des extraits de quatre plantes halophiles, à savoir, *Arthrocnemum indicum*, *Salicornia brachiata*, *Suaeda maritima* et *Suaeda monoica* appartenant à la famille des Chénopodiacées, ont été préparés et leur composition a été analysée. Les extraits FAME ont aussi été projetés pour les activités antibactériennes et antifongiques. Les analyses ont révélé la présence de plus d'acides gras saturés que d'acides gras insaturés. Le pourcentage relatif de l'acide laurique est élevé dans *S.brachiata* (61,85%). Le FAME extrait de *S.brachiata* a également montré des activités antibactériennes et antifongiques parmi les extraits testés. Les trois autres extraits ont montré un effet antibactérien puissant et des activités anti-candidales modérées (**Chandrasekaran et al., 2008**).

Des extraits de l'*Arthrocnemum glaucum* administrés à des rats normoglycémiques ont produit un effet persistant d'hypoglycémie. Donnés aux rats diabétiques, cet extrait a montré un effet hypoglycémiant qui était plus puissant que celui de Daonil (**Shabana, 1990 in Bnouham et al., 2006**).

La salicorne est 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 des 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 verreries se déplaçaient en fonction des endroits où poussait la salicorne (Vignes, 2007).

8.2. *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin

En Tunisie, Le Remt est efficace dans le traitement des maladies oculaires et particulièrement le trachome. La décoction des feuilles en usage externe passe pour soigner la gale. Il est aussi utilisé pour soulager la céphalée en prise nasale (Adli et Yousfi, 2001).

À Djelfa, la poudre végétale des feuilles est utilisée contre les piqûres des vipères et les insectes venimeux. Elle est indiquée aussi contre le diabète et l'ulcère d'estomac (Adli et Yousfi, 2001).

Les antioxydants naturelles de *Arthrophytum scoparium* peuvent être très utiles pour renforcer l'organisme dans le cas de situation de stress oxydatif et de prévenir les différentes pathologies survenues suite à une attaque radicalaire. Les parties aériennes sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter les désordres et les problèmes de l'œil et la vision, les problèmes de digestion, les dermatoses, les piqûres des scorpions. Les extraits aqueux ont un pouvoir anticancéreux, anti-spasme et larvicide (Mohammedi, 2013). *In vivo*, Bourogaa et al. (2012 in Mohammedi, 2013) ont démontré que les extraits aqueux des feuilles de *A. scoparium* exercent une activité hépatoprotectrice chez le rat. Mascolo et al. (1988 in Mohammedi, 2013) ont révélé des propriétés antimicrobiennes dans les extraits des feuilles de *Calotropis procera*, ce qui justifie son utilisation ethnobotanique dans le traitement des dermatoses avec aussi *A. scoparium* (Mharzi et Zaid, 1995 in Mohammedi, 2013). Ferheen et al. (2005 in Mohammedi, 2013) ont montré que les alcaloïdes de type pipéridines (Haloxylines) sont potentiellement antifongiques. *A. scoparium* contient des alcaloïdes de type tetrahydroisoquinoline et β -carboline qui sont connus comme antimicrobiens.

L'extrait aqueux de *Arthrophytum scoparium* a un effet anticancéreux et antiplasmodiale (Sathiyamoorthy et al., 1999 in Lamchouri et al., 2012). Il a aussi une activité larvicide (Sathiyamoorthy et al., 1997 in Lamchouri et al., 2012).

Selon **Lamchouri et al. (2012)**, les souches de *Staphylococcus aureus* présentent une bonne sensibilité extrait de d'éthylacetate de *A. scoparium*.

CHAPITRE III

MILIEU PHYSIQUE

- 1. Introduction**
- 2. Situation géographique de la région d'étude**
- 3. Choix des stations**
- 4. Description des stations**
 - 4.1. Zone 1
 - 4.2. Zone 2
- 5. Géologie**
 - 5.1. Zone 1
 - 5.2. Zone 2
- 6. Géomorphologie**
 - 6.1. Zone 1
 - 6.2. Zone 2
- 7. Réseau hydrographique**
- 8. Principales menaces sur la région**
 - 8.1. Zone 1
 - 8.2. Zone 2
- 9. Conclusion**

1. Introduction

Afin de faire ressortir les facteurs régissant la répartition spatiale des groupements végétaux halophiles, nous avons pris 5 stations colonisées par des groupements végétaux halophiles diversifiés, se présentant sous la forme arborescente, arbustive, suffrutescente et herbacée.

Vu que le terme de « station » sera très fréquemment employé, il est nécessaire dès à présent de préciser le sens qui lui sera accordé.

Une station, par définition, correspond à une étendue de terrain de superficie variable, relativement homogène au niveau des caractères mésoclimatiques et pédologiques (**Aubert 2007**).

Duchaufour (1960) définit la station comme une « unité écologique », c'est-à-dire une surface sur laquelle les conditions de milieu sont homogènes: La station évoque donc l'idée d'un « milieu local », dans les caractéristiques duquel entrent, d'une part les conditions d'écologie générale d'une région plus ou moins vaste : climat général, roche-mère, par exemple, d'autre part des conditions de milieu strictement limitées dans l'espace: topographie, pente, ombrage ou insolation, conditions de drainage. Mais si la notion de station fait, avant tout, appel aux conditions de milieu : sol, climat local, etc., il est possible de l'élargir à la végétation qu'elle supporte : il existe en effet une liaison étroite entre la station-milieu et la végétation naturelle qui la caractérise; lorsque la station change, la végétation change aussi; beaucoup d'auteurs ont ainsi défini des « types de végétation » ou des « types de forêts », chacun caractéristique d'une station homogène. Dans son sens le plus large, la station correspond donc à un ensemble bien défini, comprenant à la fois milieu et végétation caractéristiques : prise dans cette acception, la définition de la station devient : « surface à conditions écologiques homogènes, caractérisée par une même végétation naturelle ».

Avant de procéder à la description des types de stations rencontrées dans la zone d'étude, il est nécessaire de savoir comment les stations peuvent être caractérisées, identifiées et repérées sur le terrain. Plusieurs caractères interviennent à l'échelle locale dans la différenciation de la couverture végétale et qui sont :

- La localisation géographique ;
- La topographie ;

- La géologie ;
- La géomorphologie ;
- La climatologie ;
- La pédologie ;
- Les êtres vivants (homme compris).

Vue leurs importance, la climatologie et la pédologie vont faire l'objet de deux chapitres distincts.

2. Situation géographique de la région d'étude

La région d'étude se trouve sur la partie occidentale du Nord-Ouest algérien. Administrativement, elle se trouve à la jonction des wilayas de Tlemcen et de Ain Témouchent.

Naturellement, notre région est limitée au Nord-Ouest par les monts des Traras, au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par les monts de Sebaa-Chioux et au Sud par les monts de Tlemcen.

3. Choix des stations

Le choix des stations est néanmoins orienté par la présence des peuplements halophiles qui font l'objet de notre étude.

La liste des stations que nous avons choisies sont représentées sur une carte simplifiée (fig. n°7) localisant les territoires considérés. Son examen conduit à constater que ces derniers sont relativement dispersés. Ils s'étalent entre d'une part le littoral (Station « Rachgoun1 » et « Rachgoun 2 ») et d'autre part, un peu plus à l'intérieur de la région, entre la Station de « Hammam Bouhrara 1 et 2 » et la station de Tafna. Ces stations peuvent être regroupées en deux zones :

- Zone 1 : comportant les stations « Rachgoun 1 » et « Rachgoun 2 » ;
- Zone 2 : comportant les stations « Hammam Bouhrara 1 et 2 » et la station de « Tafna ».

4. Description des stations

La description des stations implique la connaissance des processus qui sont à l'origine de leur mise en place dans l'espace et voire même dans le temps. Grâce à cette connaissance, les stations seront présentées selon un fil conducteur construit à partir des caractères du milieu jouant un rôle majeur dans leur différenciation.

4.1. Zone 1 (Photos n° 13)

Cette zone est située sur la partie Nord-Ouest de la côte algérienne.

Administrativement, elle fait partie de la Daira de Béni-Saf (Wilaya de Ain Témouchent).

Naturellement, elle fait partie de la vallée de la « basse Tafna ».



Source : Encarta, 2009

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



 : Station d'étude

Photo n °13 : Vue satellitaire de la zone 1

- **Station de « Rachgoun1 » (Photos n° 14 et 15)**

La station de Rachgoun 1 se trouve à peu près à 1.5 km du carrefour de la nationale n°22, sur le chemin menant à Béni-Saf. Elle est située sur la rive droite de l'Oued Tafna à proximité de l'agglomération. Elle s'élève à une altitude de 7 m et présente les coordonnées Lambert suivantes :

01° 28' 12'' longitude Ouest
35°17'43'' latitude Nord

Le taux de recouvrement de la végétation est de 70 à 80% dont 30% est représenté par *Arthrocnemum glaucum*. Cette espèce réagit de deux manières : d'une part, l'ouverture des nappes d'*Arthrocnemum glaucum*, d'autre part l'envahissement des zones ouvertes par les espèces herbacées, qui produisent une zone de mélange dans lesquelles la variabilité de salinité permet la coexistence des cortèges floristiques cosmopolites.

Cette station présente des conditions d'halo-hydromorphie favorisant l'installation, à côté de l'espèce étudiée, des espèces indicatrices comme le *Phragmites communis* qui est abondant et forme une bande continue tout au long de l'Oued, accompagné de *Juncus maritimus* qui occupe les parties les plus proches de l'Oued selon un gradient

d'hydromorphie décroissant de l'Oued vers l'intérieur de la station d'étude. Les strates herbacées et arbustives sont bien représentées alors que la strate arborée n'est représentée que par quelques sujets de *Tamarix gallica*.

La faune observée : les Ranidées, les gastéropodes, les diptères.



Cliché Bensouna A. le 27/05/2013

Photo n°14 : Station « Rachgoun1 »



 : Station d'étude

Photo n°15 : Vue satellitaire de la station de « Rachgoun1 »

- **Station de « Rachgoun 2 » (Photos n° 16 et 17)**

La station de « Rachgoun 2 » se trouve à 200 m de la précédente, elle est située sur la rive gauche de l'Oued Tafna, au niveau de la plage de Rachgoun. Elle s'élève à une altitude moyenne de 4 m et présente les coordonnées Lambert suivantes :

01°28'19'' longitude Ouest

35°17'46'' latitude Nord

L'amoncellement de grains de sable sous l'effet du vent conduit à l'édification de dunes. Elles sont relativement proches de la mer, et exposées aux embruns et donc peuvent entretenir la salinité du matériau sur lequel s'installe une végétation halophytique et très xérophytique. La fréquence du vent est à l'origine d'un apport et d'une incorporation de fragments de coquillages marins. Ce dernier phénomène explique l'existence de calcaire au sein de dunes formées.

Le taux de recouvrement varie de 50 à 60 %. Cette station favorise l'installation des espèces psammohalophiles comme *Ammophila arenaria* qui contribue, comme le fait l'espèce étudiée, à fixer les microdunes. La végétation de cette station n'est représentée que par des chamaephytes et des herbacées.

La faune observée : les Ranidées, les gastéropodes, les diptères.



Cliché Bensouna A. le 20/09/2013

Photo n°16 : Station « Rachgoun2 »



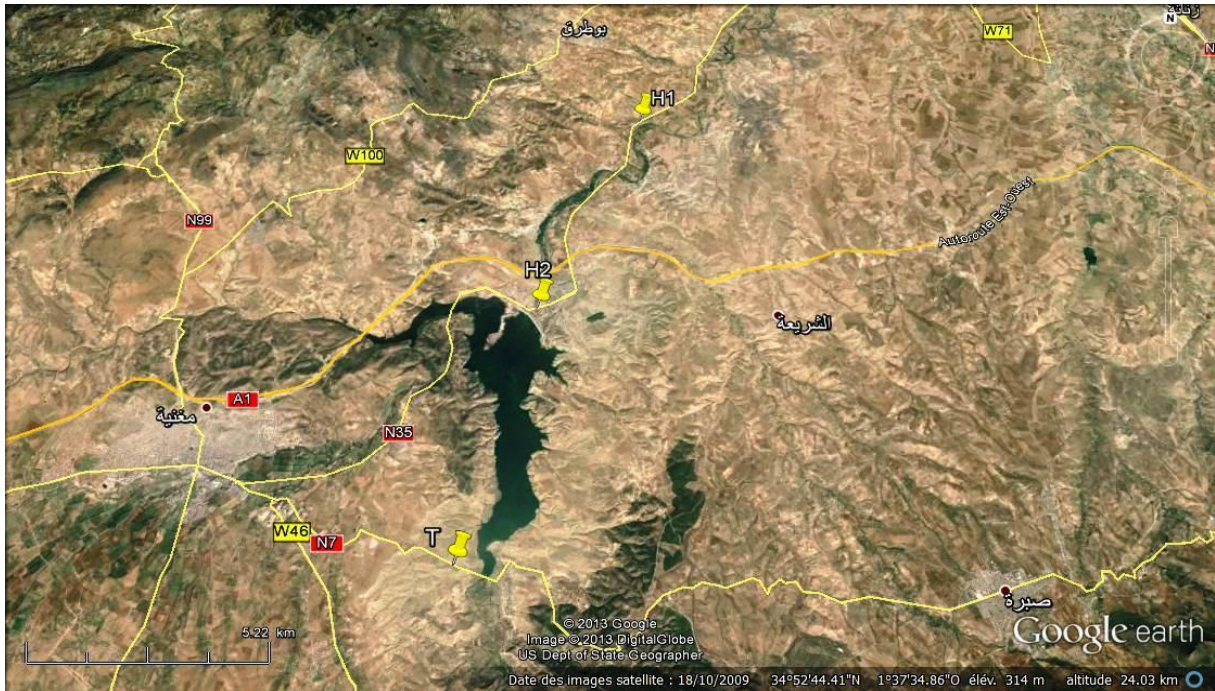
 : Station d'étude

Photo n° 17: Vue satellitaire de la station de « Rachgoun 2 »

4.2. Zone 2 (Photos n° 18)

En dehors de la zone littorale exposée aux sels marins, la zone 2 présente une grande diversité au niveau des stations et de la végétation qui la couvrent.

Elle comporte trois stations et fait partie de la plaine de Maghnia. Administrativement, elle fait partie de la Wilaya de Tlemcen. Naturellement, elle fait partie de la vallée de « la Moyenne Tafna ».



 : Station d'étude

Photo n° 18: Vue satellitaire de la zone 2

- Station de « Hammam Bouhrara 1 » (Photos n° 19 et 20)

La station est située sur la partie gauche de la route menant de Tlemcen à Hammam Bouhrara. Elle s'élève à une altitude de 254 m et présente les coordonnées Lambert suivantes :

01°37'17'' longitude Ouest

34°56'26'' latitude Nord

Administrativement, elle fait partie de la Daïra de Maghnia.

Le taux de recouvrement est de 40% environ, les espaces délaissés sont occupés par des cailloux et des blocs. Le versant est caractérisé par un glacis d'érosion qui affecte les portions non peuplées. La végétation est composée d'espèces herbacées et arbustives dont les plus dominantes donnent l'impression qu'on se trouve dans un écosystème steppique, il s'agit de *Salsola vermiculata*, *Lygeum spartum* et *Artemisia herba alba* à côté d'*Arthrophytum scoparium*.

La faune observée : les orthoptères, les gastéropodes.



Cliché Bensouna A. le 27/05/2013

Photo n°19 : Station de « Hammam Bouhrara 1 »



 : Station d'étude

Photo n° 20: Vue satellitaire de la station de « Hammam Bouhrara 1 »

- **Station de « Hammam Bouhrara 2 » (Photos n° 21 et 22)**

Cette station se trouve à l'agglomération au Nord-Ouest du barrage de Hammam Bouhrara sur la partie droite de la route nationale n° 35 menant à Maghnia. Elle s'élève à une altitude de 290 m, ses coordonnées Lambert sont :

01°38'51'' longitude Ouest

34°53'17'' latitude Nord

Administrativement, elle fait partie de la Daira de Maghnia.

La station est caractérisée par un versant d'exposition sud et présentant les sillons de l'érosion.

Le taux de recouvrement ne dépasse pas 30% où l'espèce étudiée, *Arthrophytum scoparium*, se trouve mêlée avec les graminées et quelques sujets du reboisement de *Pinus halepensis* les plus extérieurs.

Les stations de « Hammam Bouhrara 1 et 2 » ont été décrites par **Aimé et Remaoun (1988)** comme suit : « La zone la plus aride est constituée par une enclave abritée par le flanc sud-est des Traras, située dans la plaine de Maghnia, entre les oueds Boukiou à l'est et Mouilah à l'ouest. C'est dans la partie la plus basse, sur la dalle calcaire plus ou moins affleurante des glacis du Quaternaire ancien » (**Aimé et Remaoun, 1988**).

La faune observée : les gastéropodes, les orthoptères.



Cliché Bensouna A. le 07/06/2013

Photo n° 21: Station « Hammam Bouhrara 2 »



 : Station d'étude

Photo n° 22: Vue satellitaire de la station de « Hammam Bouhrara 2 »

- **Station de « Tafna » (Photos n° 23 et 24)**

La station retenue est située sur la partie droite de la route nationale n° 7 menant de Sabra à Maghnia à 400 m de l'agglomération du village Tafna, s'élevant à une altitude de 346 m et présentant les coordonnées Lambert suivants :

01°39'43'' longitude Ouest

34°49'43'' latitude Nord

Administrativement, cette station fait partie de la Daïra de Sabra.

La station est caractérisée par un versant d'exposition Sud où le couvert végétal est très clairsemé avec un taux de recouvrement approximatif de 20 % conditionné par le gradient d'hygrométrie et une forte pression anthropozoogène. *Arthrophytum scoparium* (l'espèce étudiée) est représentée par des pieds rabougris et éparpillés. Les espèces les plus dominantes sont *Lygeum spartum* et *Artemisia herba alba*.

La région est entourée de terres de cultures composées principalement de céréalicultures. Aux bords de la route, se trouvent des reboisements d'*Eucalyptus sp* et d'*Agave americana*. Une autre espèce faisant objet de protection du sol, c'est l'*Opuntia ficus-indica* qui est peu ou pas exigeante sur le plan pédologique et climatique.

La faune observée : les orthoptères, les gastéropodes.



Cliché Bensouna A. le 27/05/2013

Photo n°23 : Station « Tafna »




 : Station d'étude

Photo n° 24: Vue satellitaire de la station de « Tafna »

5. Géologie

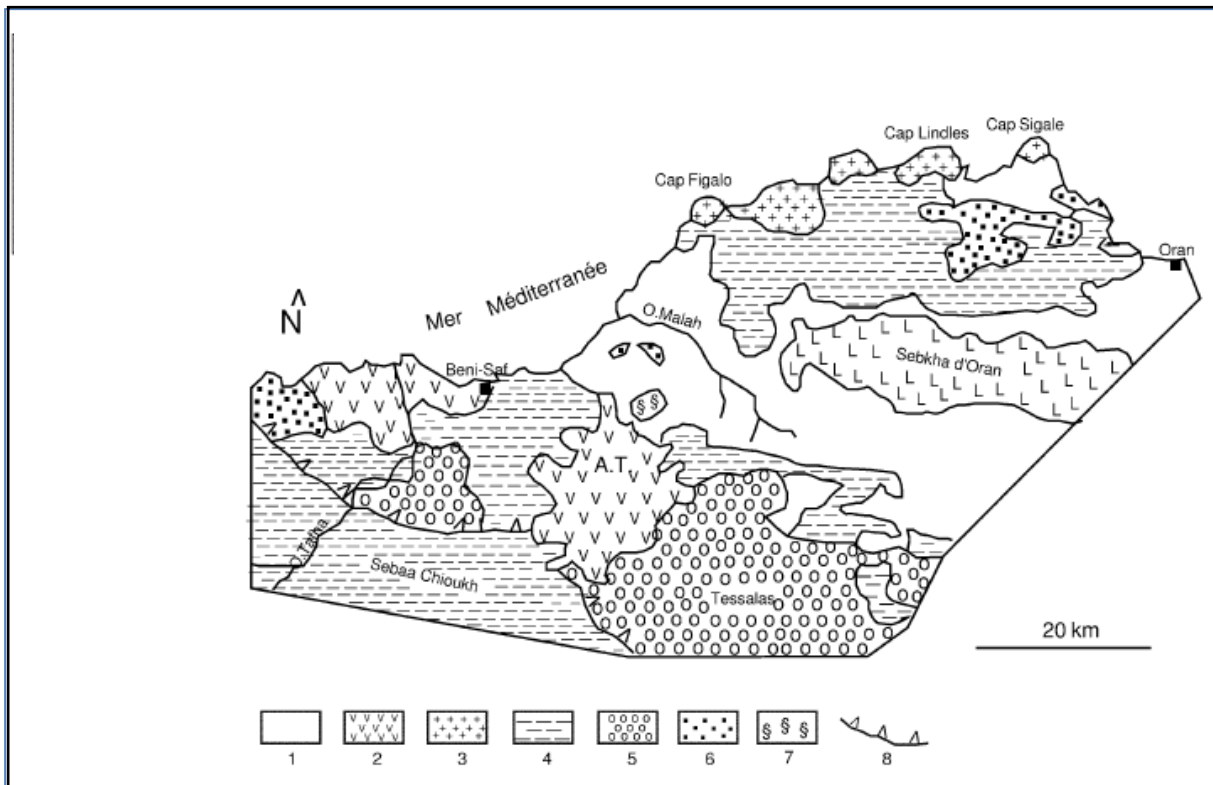
Dans le cadre d'apporter de nouvelles données chronologiques et géochimiques sur le volcanisme littoral d'Algérie, **Belanteur et al. (1998)** ont effectué des travaux récents sur le magmatisme littoral algérien ont permis d'apporter des précisions significatives sur la chronologie de la mise en place des masses éruptives, leurs caractères géochimiques et leur signification dans la tectogenèse alpine. Une partie de ce magmatisme semble provenir de la fusion partielle d'un manteau à signature géochimique "orogénique" mais cette hypothèse est très difficile à inclure dans le contexte alpin qui ne fournit ni le temps, ni l'espace, ni la quantité de croûte océanique nécessaire. Ce magmatisme témoignerait donc, soit de l'existence d'un processus original d'« océanisation » d'un manteau continental, soit de la reviviscence d'une contamination très ancienne ».

En Oranie (**Louni-Hacini et al., 1995 in Belanteur et al., 1998**), le volcanisme se caractérise par l'existence de deux lignées. La première, localisée en bordure de mer, dans le Sahel d'Oran et dans le massif des M'Sirda, est composée de laves acides, d'affinité calco-alcaline à shoshonitique. La seconde, regroupée en Moyenne Tafna, comprend surtout des basaltes alcalins. Cette seconde famille, qui affleure dans la région de la moyenne Tafna,

présente deux groupements chronologiques. Le premier se situe entre 8 et 9 Ma, il comprend des dacites et des basaltes. Le second, autour de 4 Ma, ne comprend que des basaltes. Les laves acides (andésites et dacites) sont très enrichies en éléments incompatibles et présentent des anomalies négatives en niobium, que l'on considère comme typiques des magmas des zones de subduction-collision. Les basaltes alcalins offrent des anomalies négatives ou positives par rapport à K et La et des teneurs très variables en TiO₂ et P₂O₅. Ce magmatisme paraît dériver de deux sources. L'une localisée dans un manteau à signature géochimique "orogénique", l'autre, source principale des basaltes alcalins, dans un manteau subcontinental enrichi. Le passage d'une source à l'autre semble s'effectuer progressivement au cours du temps, reflétant un changement de régime géodynamique ou l'épuisement progressif du premier réservoir et prédominance progressive du second (**Belanteur et al., 1998**).

5.1. Zone 1(Fig8)

Le complexe volcanique d'Aïn-Témouchent, d'âge Quaternaire (-1,28 à -0,82 Ma) (**Louni-Hacini et al., 1995 in Zerka et al., 2002**) repose, soit sur des formations sédimentaires miocènes synchro- et postnappes, soit sur des unités allochtones telliennes ou encore des sédiments plio-quaternaires. Les laves émises, d'affinité alcaline (**Megartsi, 1985 in Zerka et al., 2002**), renferment une grande diversité d'enclaves ultramafiques : des tectonites mantelliques, des ségrégats magmatiques et des enclaves composites (**Zerka, 1991 in Zerka et al., 2002**).



Source : Zerka et al., 2002

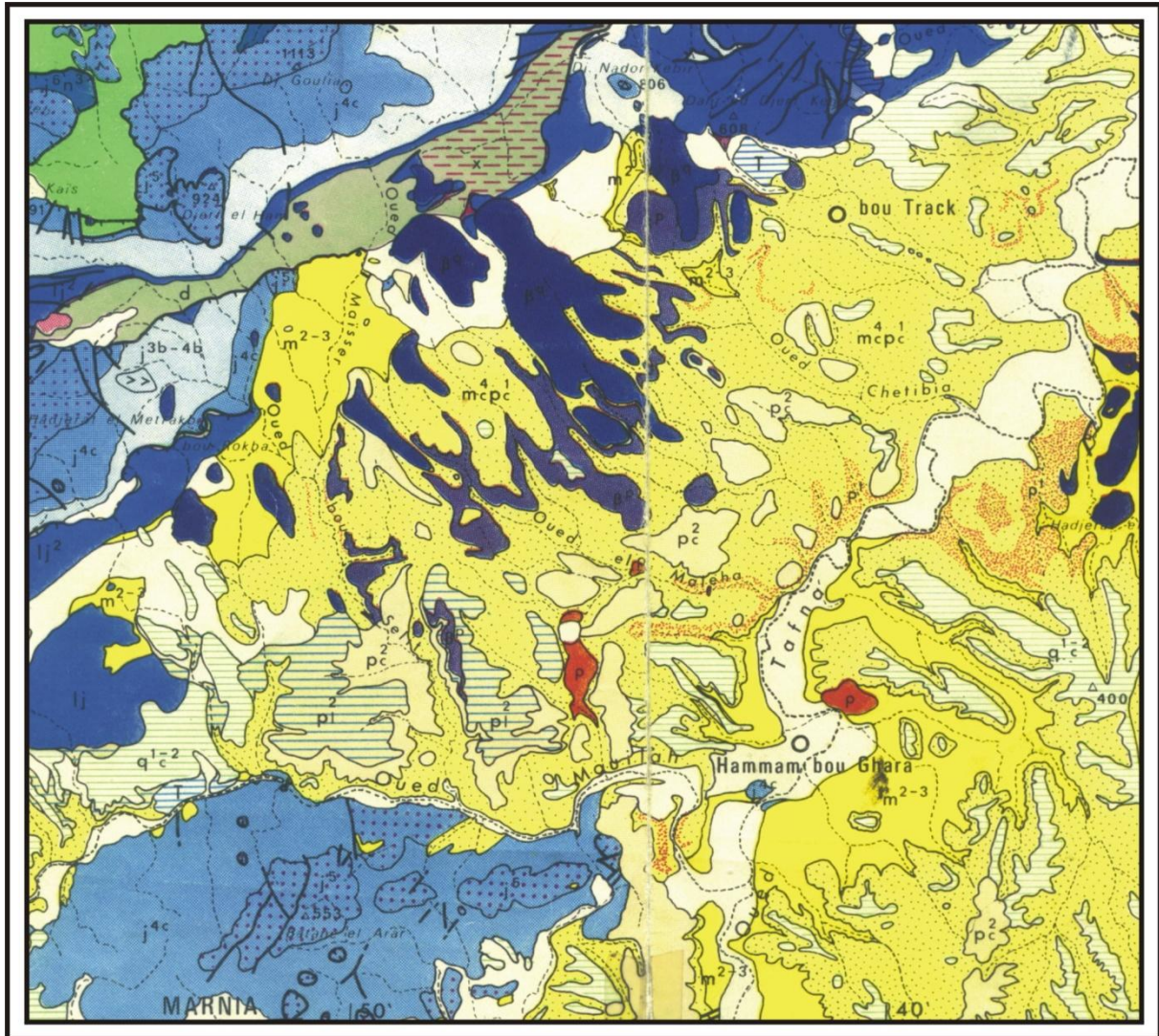
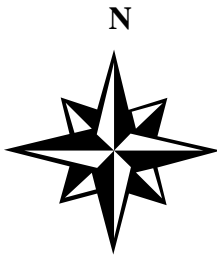
Fig.8 : Contexte géologique du complexe volcanique de la zone d'Aïn-Témouchent

1. Sédiments plio-quaternaires.
2. Volcanisme alcalin plio-quaternaire.
3. Volcanisme calco-alcalin miocène.
4. Miocène synchro- et postnappes.
5. Unités telliennes.
6. Unités rifaines.
7. Mésozoïque.
8. Front de chevauchement.

5.2. Zone 2 (fig.9)

D'après Guardia (1975 in Sari-ali, 2004), cette zone est recouverte de formation Miocène synchro nappes (m2-3) et de premier cycle post-nappe.

- **Miocène synchro nappes = (m2-3):** c'est une série marno-gréseuse épaisse de plus de plus de 200 m. Elle est constituée de marne gris verdâtre et de et de grès roux à grain fins.
- **Miocène post-nappe= (m3) :** c'est une série continentale, constituée de marne et/ou d'argile gypseuse verte, puis lie-de vin, ainsi que par des grès poudingues très hétérogène de couleur rouge.
- **Massif oxfordien= (j 4 c) :** il s'agit d'une formation argilo gréseuse de 210 m d'épaisseur, où sont intercalés au sommet des bancs calcaires.

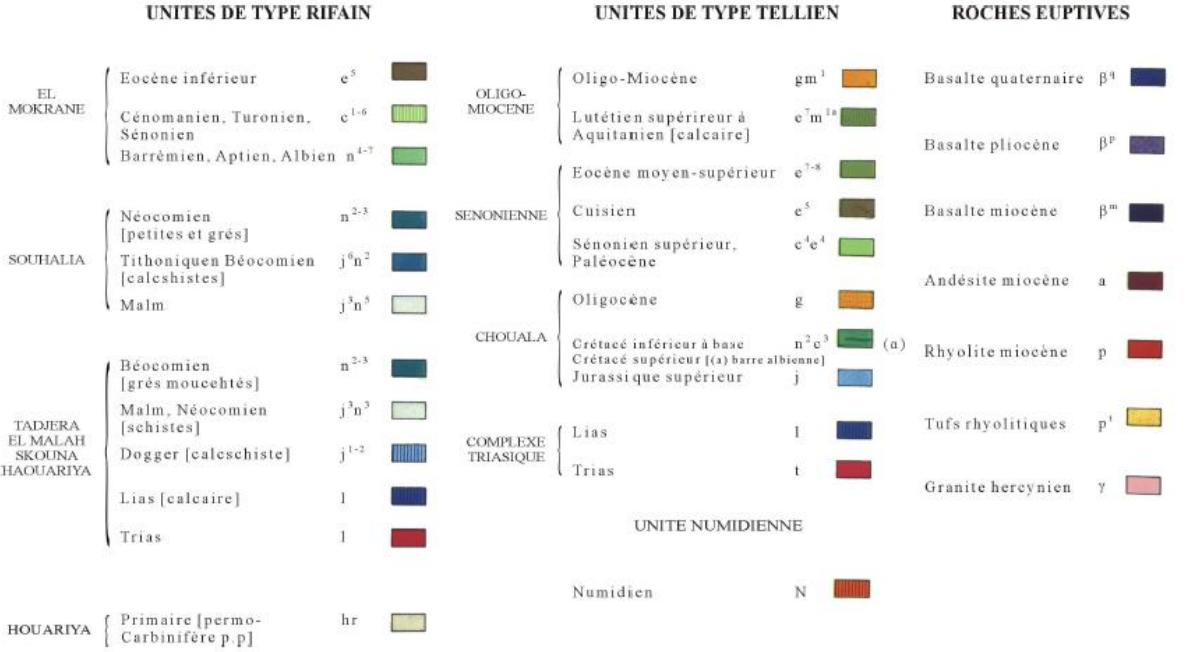
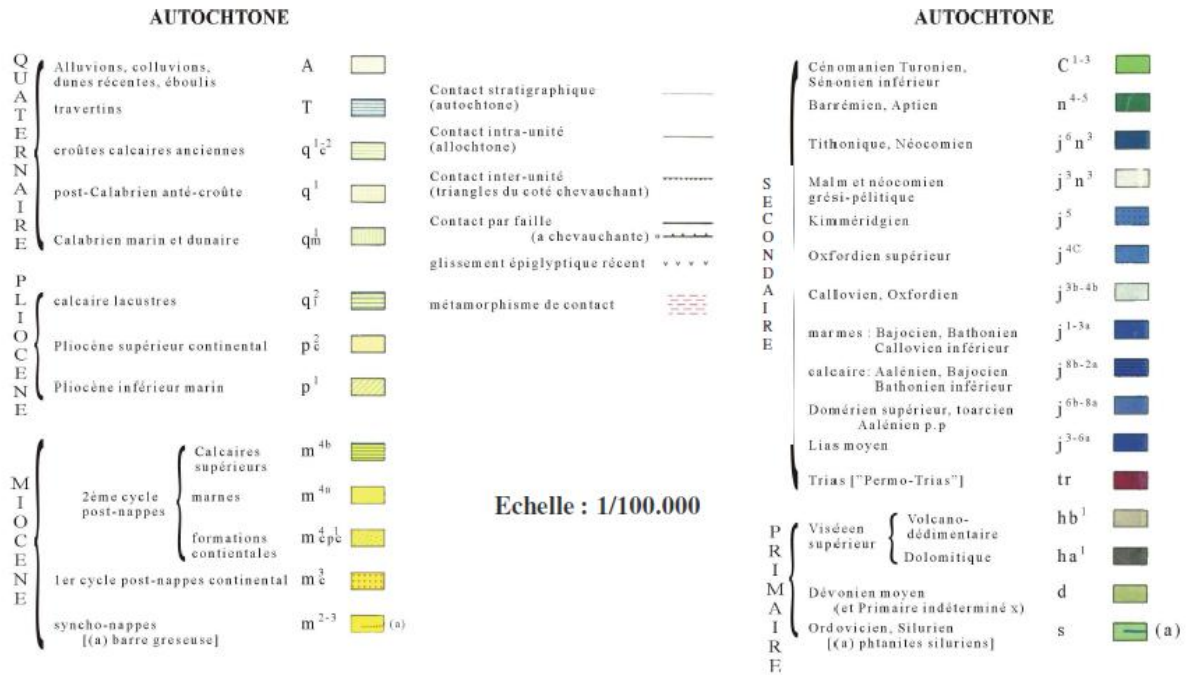


Echelle : 1/100.000

Source : Guardia, 1975 in Sari-Ali (2004)

Fig.9 : Carte géologique de la zone de Maghnia

Légende:



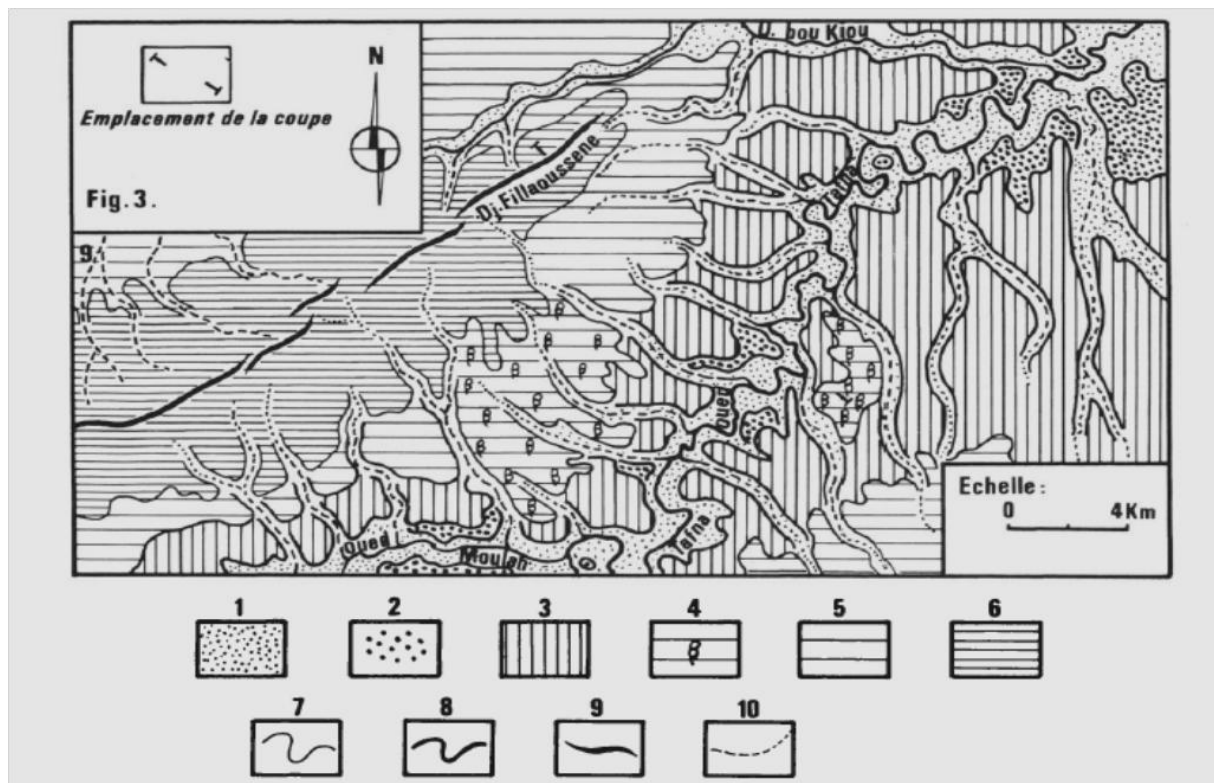
6. Géomorphologie

6.1. Zone 1

Le littoral, en continuité structurale avec le versant nord des Traras se caractérise par de longs glacis couverts profondément incisés par de nombreux petits oueds, qui surplombent la mer par des falaises à fort commandement (50 à plus de 100 m) (Aimé et Remaoun, 1988).

6.2. Zone2 (Fig.10)

Le bassin versant de l'oued Tafna présente de forts contrastes sur le plan morphologique, orographique et Structural. La plaine de Maghnia et de la moyenne Tafna est un fossé d'effondrement à remplissage sédimentaire qui reçoit les influences hydro climatiques de trois domaines différents: les Traras, les monts de Tlemcen et le Maroc nord-oriental (Aimé et Remaoun, 1988).



Source : (Aimé et Remaoun, 1988)

Fig. 10 : croquis morphologique de la zone de la moyenne Tafna

1.terrasse du Quaternaire récent. 2.terrasse du Quaternaire moyen.3. glacis d'érosion à mince couverture limoneuse couronnée par une dalle calcaire localement érodée.4. mesas basaltiques plio-quaternaires.5. surface d'érosion.6.assises plissées des Traras.7.zones de contact peu abruptes (concavité). 8. rebord abrupt. 9. ligne de crête des chaîons des Traras.10. oueds.

7. Réseau hydrographique

La région d'étude est traversée par une seule unité hydrographique principale qui est l'oued Tafna. Il est long d'environ 150 km, a une superficie de 7245 km², non compris les affluents qui drainent une partie de la plaine d'Oujda au Maroc. Il prend sa source dans les monts de Tlemcen, son écoulement y est d'abord souterrain et son exurgence se trouve sur le rebord en amont de Sebdou, au niveau de la grotte de Ghar Boumaza, ce qui constitue la haute Tafna. Le nombre et l'importance des affluents diminuent considérablement du Sud au Nord. Au niveau où la Tafna débouche dans la plaine de Maghnia, la partie Ouest est principalement alimentée par l'oued Mouilah et les oueds du versant Nord des Monts de Tlemcen où existe le barrage de Hamam Boughrara d'une capacité de 177 Hm³; c'est la moyenne Tafna. Il traverse ensuite les plaines de Remchi, où il reçoit son principal affluent oued Isser, et termine son parcours par un estuaire au niveau de la plage de Rachgoun ; c'est la basse Tafna (**Benamar et al., 2002**).

8. Principales menaces sur la région d'étude

La prise en compte de l'impact de l'homme sur les milieux naturels constitue l'une des préoccupations majeures de l'étude actuelle du fonctionnement des écosystèmes. Cet impact considéré comme la cause essentielle de nombreuses dégradations est de nature complexe.

Les écosystèmes méditerranéens terrestres témoignent d'une pression millénaire de l'homme sur le milieu, pression qui a marqué profondément les paysages et les écosystèmes et certainement aussi la dynamique de nombreuses espèces végétales et animales (**Bonin et Loisel, 1996**).

À travers un rapide examen, nous essaierons d'étudier les différentes menaces sur la région d'étude et de l'évaluation de l'impact humain.

8.1. Zone 1 (Fig.11 et 12 ; photo n°25)

La zone humide de Rachgoun a connu ces dernières années une grande détérioration en raison du développement urbain et industriel. La côte sableuse est touchée ponctuellement par des phénomènes d'érosion à cause d'une urbanisation mal maîtrisée qui a engendré une bétonisation du littoral. Ceci pourra avoir des conséquences négatives sur les couloirs de l'ensablement ainsi que réduire la taille des zones humides méditerranéennes, conduisant à une perte de diversité biologique.

Les rejets des agglomérations sont directement rejetés dans l'Oued Tafna. D'après **Abi Ayad (2009)**, le volume d'eaux usées rejetées directement en mer dans la région côtière de Rachgoun est égal à 259 m³/jour avec un pic estival de 1036 m³/jour et une production de déchets solides de 0,5 tonnes par jour. Ces effluents sont souvent chargés en particules polluantes qui éventuellement peuvent s'accumuler dans les eaux et les sols. Ceci peut être à l'origine d'une dégradation des écosystèmes existants.



Cliché Bensouna A. le 11/06/2011

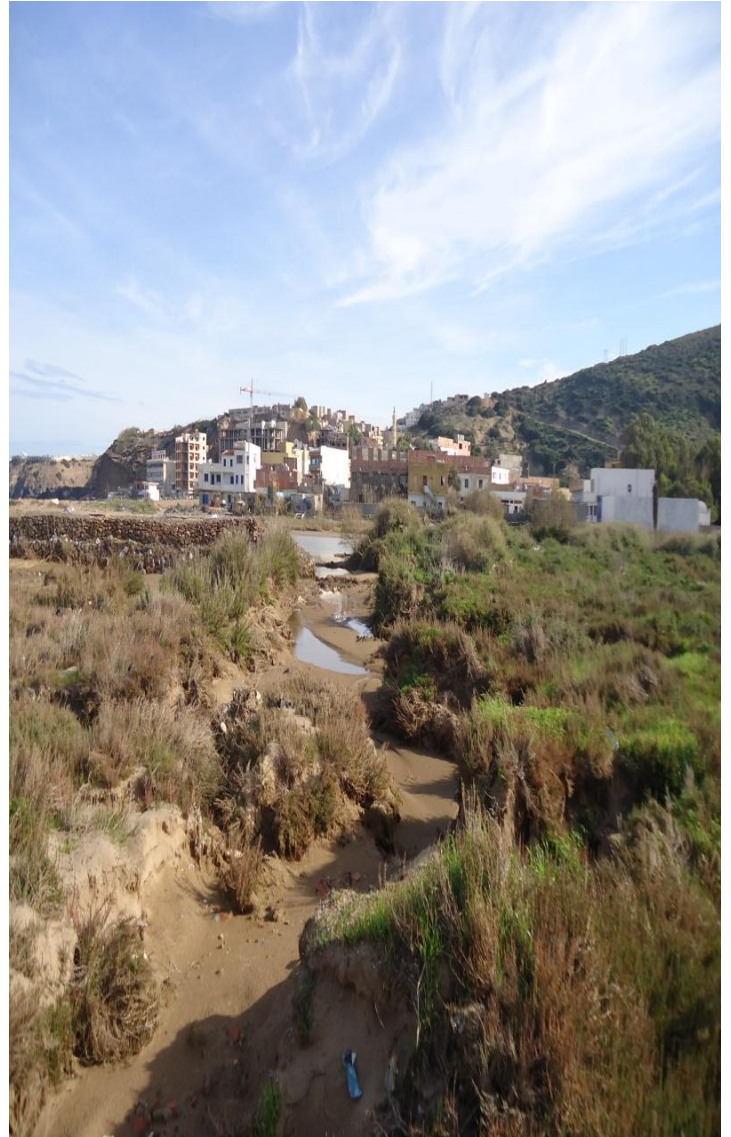


Cliché Bensouna A. le 08/11/2013

Fig.11 : Photos diachroniques de la station « Rachgoun1 ». A gauche, un écosystème plus ou moins en équilibre ; à droite, écosystème complètement bouleversé à cause des problèmes d'assainissement.



Cliché Bensouna A. le 09/05/2011



Cliché Bensouna A. le 16/12/2012

Fig.12 : Photos diachroniques de la station « Rachgoun 2 ». A gauche, un écosystème en équilibre, à droite, sol et végétation complètement charrié à cause de l'érosion hydrique

Vu la forte anthropisation de la côte, la végétation spontanée de ces milieux salés, est fréquemment perturbée, voire même ponctuellement détruite (photo n°25).



Cliché Bensouna A. le 08/11/2013

Photo n°25 : Travaux au niveau de Rachgoun plage, en vue de l'installation d'une station de désalement de l'eau de mer. Destruction totale du tapis végétal existant

8.2. Zone 2

Le paysage est fortement modelé par l'érosion dans toutes ses formes.

Les zones semi-arides sont des régions particulièrement caractérisées par l'ampleur de l'érosion et du transport solide. En effet, les recherches entreprises dans ce domaine, montrent que les dégradations spécifiques, des bassins versants maghrébins, varient de 1000 à 5000 t /km² / an (**Heush et Millies-Lacroix, 1971; Demmak, 1982; Walling, 1984 in Terfous et al., 2003**).

Selon **Terfous et al. (2001)**, les crues d'automne et de printemps sont responsables du maximum de transport solide, dans le cas des bassins versants algériens (**Terfous et al., 2003**).

La perméabilité de la surface du sol dépend avant tout de la structure de la couche superficielle et de la stabilité de cette structure sous l'effet agressif des gouttes de pluie. La stabilité structurale dépend de la texture du sol (sols limoneux, particulièrement fragiles) ; l'humus et certains cations (calcium) ont un effet stabilisant (**Corpen, 2007**). La station de

Tafna est caractérisée par un sol argileux qui fait que quand l'eau de pluie atteignant une zone saturée, ne peut s'infiltrer (capacité de stockage du sol réduite), et s'écoule à la surface, même si l'intensité des pluies est inférieure à la capacité d'infiltration théorique du sol.

La pente influe directement sur la vitesse du ruissellement, mais seulement secondairement sur la proportion d'eau de pluie qui ruisselle. Elle intervient, par contre, sur la rapidité d'évacuation de l'eau excédentaire du sol par écoulement subsuperficiel (**Corpen, 2007**) : ce sont les stations de la zone 2 qui sont caractérisées par une pente forte et donc sont exposées plus aux problèmes de l'érosion (photo n°26 et 27).

Le couvert végétal protège le sol de l'effet destructeur de la pluie, favorisant ainsi le maintien de la perméabilité de surface. Par contre, on a remarqué qu'au niveau de la station de « Tafna », la végétation occupant la voie de concentration de la circulation de l'eau est incendiée, ce qui augmente la vitesse et l'intensité du ruissellement de l'eau lors des premières crues de la saison pluvieuse (photo n°28).



Cliché Bensouna A. le

20/09/2013

Photo n°26 : Rigoles parallèles de la station de « Hammam boughrara 2 »



Cliché Bensouna A. le 20/09/2013

Photo n°27 : versant pentu caractérisé par un sol caillouteux et érodé de la station de « Hammam Boughrara 1 »



Cliché Bensouna A. le 08/11/2013

Photo n°28 : Végétation incendiée sur une voie de concentration de la circulation de l'eau de ruissellement station « Tafna »

Un autre facteur menace la région d'étude, c'est l'action anthropique (cas de la station de Tafna). Les sujets de l'espèce étudiée sont rabougris, clairsemé et risquent de disparaître de la station (photo n°29).



Cliché Bensouna A. le 27/05/2013

Photo n°29 : sujet rabougris d'*Arthrophytum scoparium* témoignant d'une forte action anthropique station « Tafna »

9. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de présenter une analyse des phénomènes physiques caractéristiques de la région mettant en évidence les différences entre les zones sous les influences de la mer (station « Rachgoun1 et 2 ») et celles sous l'abri des reliefs qui constituent un obstacle sur le trajet des masses d'air humide venant de la mer (stations de « Hammam Bouhrara 1 et 2 » et « Tafna»).

De multiples facteurs naturels et anthropiques interagissent pour aboutir à l'état actuel des stations anthropisées et mène à un déséquilibre écosystémique menaçant le bon développement des groupements végétaux halophiles.

CHAPITRE IV

BIOCLIMATOLOGIE

1. Introduction

2. Méthodologie

3. Données climatiques

3.1. Précipitations

3.1.1. Régime mensuel

3.1.2. Régime saisonnier

3.1.3. Régime annuel

3.2. Températures

3.2.1. Les températures moyennes mensuelles

3.2.2. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid

3.2.3. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

3.2.4. Amplitude thermique moyenne

4. Synthèse bioclimatique

4.1. Indices climatiques

4.1.1. L'indice d'aridité de De Martonne

4.1.2. Le quotient pluviothermique d'Emberger et Stewart

4.2. Diagrammes climatiques

4.2.1. Climagramme pluviothermique d'Emberger

4.2.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

5. Conclusion

1. Introduction

Le climat est un facteur essentiel de l'évolution des espèces, il intervient dans leur apparition et succession ainsi que dans la répartition des grandes formations végétales à travers le monde, c'est pourquoi l'analyse du contexte climatique est la première étape à toute étude écologique.

Comme l'ensemble du nord algérien, notre zone d'étude se caractérise par un climat de type méditerranéen.

Le climat méditerranéen est généralement caractérisé par une longue saison sèche estivale, des températures hivernales relativement clémentes et une pluviométrie faible et extrêmement variable. En fait, ces traits généraux cachent une grande disparité marquée par des grandes variations dans l'espace et des contrastes saisonniers extrêmement prononcés. Ce qui est dû au fait que les régions méditerranéennes sont parcourues en hiver par les cyclones du front polaire et envahies en été par les hautes pressions subtropicales (**Demangeot, 1986**). Les cyclones du front polaire apportent froid et humidité alors que les pressions subtropicales font remonter de l'air chaud et sec. Il en résulte que le climat méditerranéen, ou plutôt les climats méditerranéens, sont des climats instables du fait des effets marquants et contrastés de ces deux types de masse d'air ; la mer Méditerranée n'exerce en définitive qu'un rôle régulateur assez limité. Cette variabilité et cette instabilité se manifestent aussi bien au niveau des températures et de la pluviométrie qu'au niveau des vents (**Skouri, 1994**).

Le seul critère que les climatologues soient unanimes à reconnaître comme caractéristique du climat méditerranéen est la concentration des pluies sur la saison froide. Certains climatologues ont voulu associer à la particularité du régime des pluies en climat méditerranéen une caractéristique thermique : « hiver doux ». Le moins que l'on puisse en dire est que, en l'absence de précision supplémentaire, ce caractère manque de généralité et qu'il existe plusieurs variantes thermiques du climat méditerranéen (**FAO, 1988**).

Depuis le remarquable travail de **Seltzer (1946)**, sur le climat de l'Algérie, plusieurs études et cartes climatiques ont été réalisées: **Chaumont et Paquin (1971)**, **Aidoud (1983)**, **Dahmani (1984)**, **Aimé (1991)**, **Quézel et Barbero (1993)**, **Mekioui (1989,1997)**, **Bestaoui (2001)**, **Hirche et al. (2007)**.

Selon **Aimé (1991)**, le seul travail complet sur l'Oranie est celui d'**Alcaraz (1969,1980)**, cet auteur effectue une étude très complète des variations spatiales du climat de la région dans son étude sur la végétation de l'Ouest algérien.

2. Méthodologie

Pour illustrer schématiquement les principales caractéristiques climatiques des stations d'études, nous avons pris deux stations de référence les plus proches de la zone d'étude : Béni-Saf et Maghnia encadrant respectivement la région de Rachgoun et la région de Hammam Bouhrara et Tafna, et dont les caractéristiques géographiques sont portées sur le tableau n°1. Nous avons analysé les valeurs des deux principaux paramètres climatiques à savoir les précipitations et les températures comme étant des paramètres climatiques pouvant avoir des effets sur la végétation.

Tab.1 : Coordonnées géographiques des stations météorologiques.

Stations	Latitudes	Longitudes	Altitudes	Communes	Wilaya
Béni-Saf	35° 18' N	1°21' W	68 m	Béni-Saf	AinTemouchent
Maghnia	34°52'N	1°47'W	426m	Maghnia	Tlemcen

Source : Office National de la Météorologie

3. Données climatiques

Sur le tableau qui suit, sont portées les données climatiques les plus récentes possibles des stations météorologiques.

3.1.Précipitations

Les précipitations représentent la seule source hydrique pour la végétation naturelle des milieux terrestres que nous étudions.

La pluie est l'un des facteurs climatiques qui conditionnent le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu par le phénomène d'érosion d'autre part (**Escourou, 1980**).

En milieu salin, les précipitations auraient ainsi une influence sur la germination de certaines plantes ayant lieu après la pluie, lors des baisses de salinités. Par ailleurs, la sécheresse serait un facteur limitant pour certaines espèces *in situ*.

Tab.2 : 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 (1990-2010)	P (mm)	51,85	47,10	36,36	31,83	19,01	4,41	0,72	3,34	18,75	37,34	62,71	33,32	132,27	87,20	8,47	118,8	HAPE	346,74	29,35	9,73
	T (°C)	13,16	14,45	15,20	16,92	19,29	22,70	25,34	26,13	23,77	20,47	16,78	14,31								
Maghnia (1990-2010)	P (mm)	39,10	34,70	40,35	33,97	22,96	4,69	2,30	5,53	21,12	26,25	34,50	30,66	104,46	97,28	12,52	81,87	HPAE	296,13	26,93	3,00
	T (°C)	6,40	7,47	9,95	11,47	14,95	19,17	22,48	23,05	19,31	15,34	10,55	7,69								

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

3.1.1. Régime mensuel

L'étude de la variabilité du régime pluviométrique mensuel permet de mettre en évidence l'instabilité des précipitations d'un mois sur l'autre au sein d'une même période.

Les régimes pluviométriques mensuels présentent deux maxima et un minima variant selon les stations :

Béni-Saf : les maxima : Janvier (51,85 mm) et Novembre (62,71mm) ; le minima : Juillet (0,72 mm)

Maghnia : les maxima : Janvier (39,10 mm) et Mars (40,35 mm) ; le minima : Juillet (2,30 mm)

On remarque que les maxima ne tombent pas toujours au même mois par contre les minima pluviométriques sont toujours en Juillet avec une valeur minimale de 0,72 mm pour la station de Béni-Saf et 2,30 mm pour la station de Maghnia.

La période pluvieuse débute à partir du mois d'Octobre voire Novembre en général et s'achève au mois de Mai ; elle est estimée de 6 ou 7 mois.

L'examen du régime mensuel des précipitations montre l'existence d'une période humide où les précipitations sont importantes et irrégulières allant de l'Automne jusqu'au Printemps et une autre sèche estivale où la pluviométrie diminue considérablement ce qui reflète bien les caractéristiques du climat méditerranéen.

3.1.2. Régime saisonnier

Les précipitations ne tombent pas uniformément au cours de l'année, c'est pour quoi un découpage de l'année en saison a paru essentiel pour pouvoir donner une représentation significative de la pluviométrie. Pour le végétal, la répartition des pluies est plus importante que la quantité pluviométrique annuelle.

Cette notion a été définie pour la première fois par **Musset (1953)**. La somme des précipitations de chaque saison doit être calculée afin de faire un classement par ordre décroissant de pluviosité.

Chaque saison comprend trois mois et est signalée par son initial. Ainsi on a :

H : hiver (Décembre, Janvier, Février)

P : printemps (Mars, Avril, Mai,)

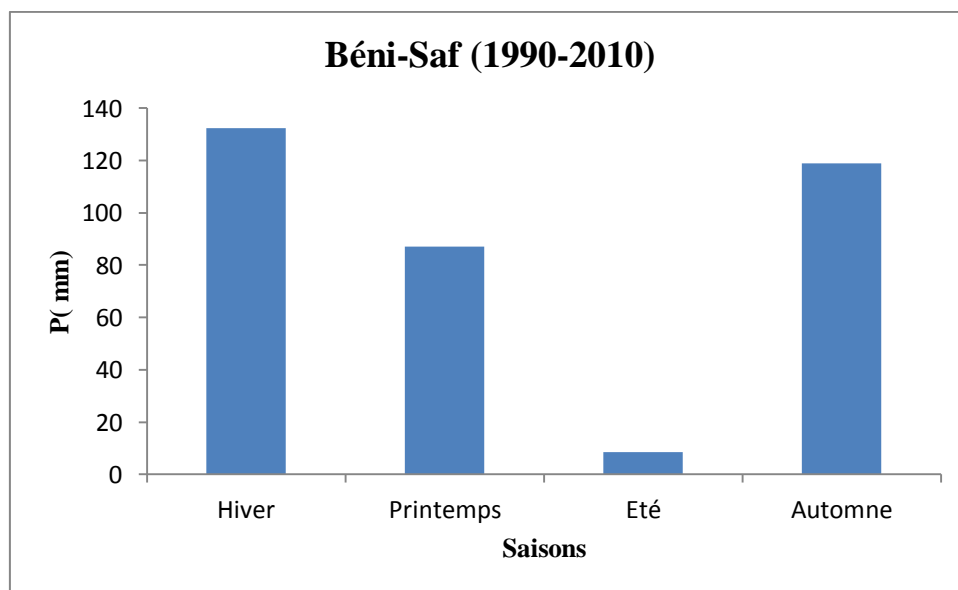
E : été (Juin, Juillet, Aout,)

A : automne (Septembre, Octobre, Novembre).

La saison la plus arrosée est l'hiver suivi néanmoins de l'automne (pour la station de Béni-Saf) ou du printemps (pour la station de Maghnia). La saison sèche est toujours l'été, avec une pluviosité souvent très faible. Cette répartition saisonnière des précipitations (Tab. 3) se traduit par un régime pluviométrique de type HAPE pour la station de Béni-Saf et HPAE pour la station de Maghnia (Fig. 13).

Tab.3 : Variation saisonnière des précipitations (en mm).

Stations	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Type
Béni-Saf	132,27	87,20	8,47	118,8	HAPE
Maghnia	104 ,46	97 ,28	12 ,52	81,87	HPAE



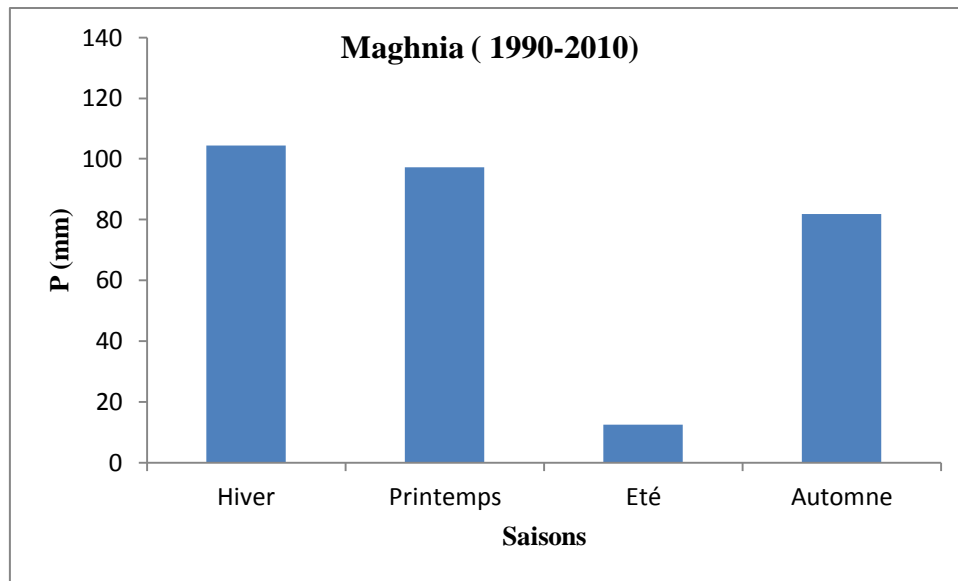


Fig.13 : Régimes saisonniers des précipitations des stations météorologiques.

3.1.3. Régime annuel

Le régime annuel est l'un des principaux critères de caractérisation des climats et est proportionnel aux précipitations mensuelles.

L'examen des régimes des précipitations annuelles met en évidence la succession pseudocyclique, à long terme, de périodes alternativement plus humides ou plus sèches comme cela a été signalé par **Aimé (1991)**. La pluviométrie a atteint en moyenne 346,74 mm/an pour la station Béni-Saf et 296,13 mm/an pour la station de Maghnia.

La station de Maghnia reçoit des précipitations relativement faibles, cela est dû à son éloignement de la mer. Quant à la station de Béni-Saf, elle se trouve en exposition nettement maritime, et donc largement ouverte aux influences marines où l'humidité atmosphérique est importante.

Le caractère relativement sec de l'Oranie par rapport au reste du Maghreb est considéré traditionnellement comme étant dû à sa position abritée, d'une part par l'Atlas marocain et le Rif, d'autre part par les massifs de la chaîne Bétique. Ceci s'ajoutant à l'influence différentielle de la dépression tyrrhénienne, l'Oranie se situe dans un creux pluviométrique accentué (**Aimé, 1991**).

3.2. Températures

La température, second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (**Dajoz, 1985**).

La température représente un facteur limitant de toute première importance car, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 1984**).

Les températures varient considérablement en fonction de la latitude, de l'altitude et de la continentalité, l'importance des températures réside aussi dans leur action sur l'évaporation et la remonté des sels lessivés durant la saison pluvieuse et leur accumulation en surface.

Pour étudier la température, **Djebaili (1984)** propose de prendre en considération au moins quatre variables :

- La moyenne des minima (m)
- La moyenne des maxima (M)
- La température moyenne (T)
- L'amplitude thermique

En écologie, les valeurs des extrêmes des températures nous indiquent des seuils létaux (**Djellouli et Djebaili, 1984 in Adi, 2001**). Elles jouent un rôle sur la phénologie (**Aidoud, 1989 in Adi, 2001**).

3.2.1. Les températures moyennes mensuelles

Les températures mensuelles jouent un rôle important dans la vie végétale en conditionnant la durée de la période de végétation et, selon les espèces, la possibilité ou non d'assurer la maturation des semences. Les valeurs extrêmes constituent des facteurs limitant énergiques dont l'efficacité dépend de certains seuils et de leur fréquence d'apparition (**Aimé, 1991**).

L'examen du tableau 2 montre que les températures accusent un minimum en Janvier estimé à 13,16°C pour la station de Béni-Saf et 6,40°C pour la station de Maghnia.

Quant aux maximums, ils surviennent au mois d'Août avec 26,13°C pour la région de Béni-Saf et 23,05°C pour la station de Maghnia.

Il va sans dire que ces moyennes peuvent masquer des variations inter-journalières ou inter-annuelles très importantes qui peuvent occasionner des dégâts aux cultures et à la végétation en général (gel en hiver et sirocco en été).

3.2.2. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid

Le minima thermique « m » exprime le degré et la durée de la période critique des gelées (**Emberger, 1930**). Selon **Sauvage (1960)**, elle détermine le repos végétatif hivernal caractérisé par une température inférieure à 3 °C. Dans la zone d'étude, Janvier est le mois le plus rigoureux avec les températures minimales du mois le plus froid égales à 9,73 °C pour la station de Béni-Saf et 3°C pour la station de Maghnia.

3.2.3. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » se joignent au déficit hydrique de la période estivale pour accentuer l'aridité des milieux (**Aimé, 1991**). Elles représentent aussi un facteur limitant pour certains végétaux.

Le mois d'Août est le mois le plus chaud et « M » varie entre 29.35°C pour la station de Béni-Saf et 26.93°C pour la station de Maghnia.

3.2.4. Amplitude thermique moyenne

L'amplitude thermique annuelle, différence entre les maxima et les minima, est aussi un bon indicateur de la continentalité du climat (**Encyclopédie La rousse**).

En se basant sur cette valeur, **Debrach (1953)** a pu faire une classification des climats, ainsi on distingue:

Climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$

Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$

Climat semi-continentale : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$

Climat continental : $35^{\circ}\text{C} < M-m$

D'après cette classification, toutes les stations correspondent au climat de type littoral présentant ainsi une amplitude de 19,62°C pour la station de Béni- Saf et de 23,93°C pour la station de Maghnia (Tab.4).

La brise de mer joue un rôle particulièrement important durant l'été en faisant largement baisser les températures maximales et en réduisant ainsi les amplitudes thermiques (Aimé, 1991).

Tab.4 : Amplitude thermique des stations météorologiques

Stations	M-m (°C)	Type de climats
Béni-Saf	19,62	littoral
Maghnia	23.93	littoral

4. Synthèse bioclimatique

Depuis fort longtemps, de nombreux auteurs se sont préoccupés de synthétiser les données climatiques en recherchant une classification des types de climats qui puissent rendre compte au mieux du comportement de la végétation, le problème étant de mettre en évidence les zones homoclimatiques où les conditions climatiques de la croissance et de la production végétale soient sensiblement identiques (Le Houérou, 1975 in Pouget, 1980). Les nombreuses classifications proposées se basent le plus souvent sur le calcul d'un indice climatique tenant compte de la pluviosité et des températures.

Schématiquement, l'exploitation des données climatiques se rattache à ces types d'expression :

- des synthèses graphiques, comme le célèbre diagramme ombrothermique de Gaussen ou le climagramme pluviométrique d'Emberger et Sauvage, élaboré pour l'étude des régions méditerranéennes ;
- des indices, comme l'indice d'aridité annuel de De Martonne.

4.1.Indices climatiques

4.1.1. L'indice d'aridité de De Martonne

L'indice d'aridité de **De Martonne (1926)**, noté I, permet de déterminer 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).

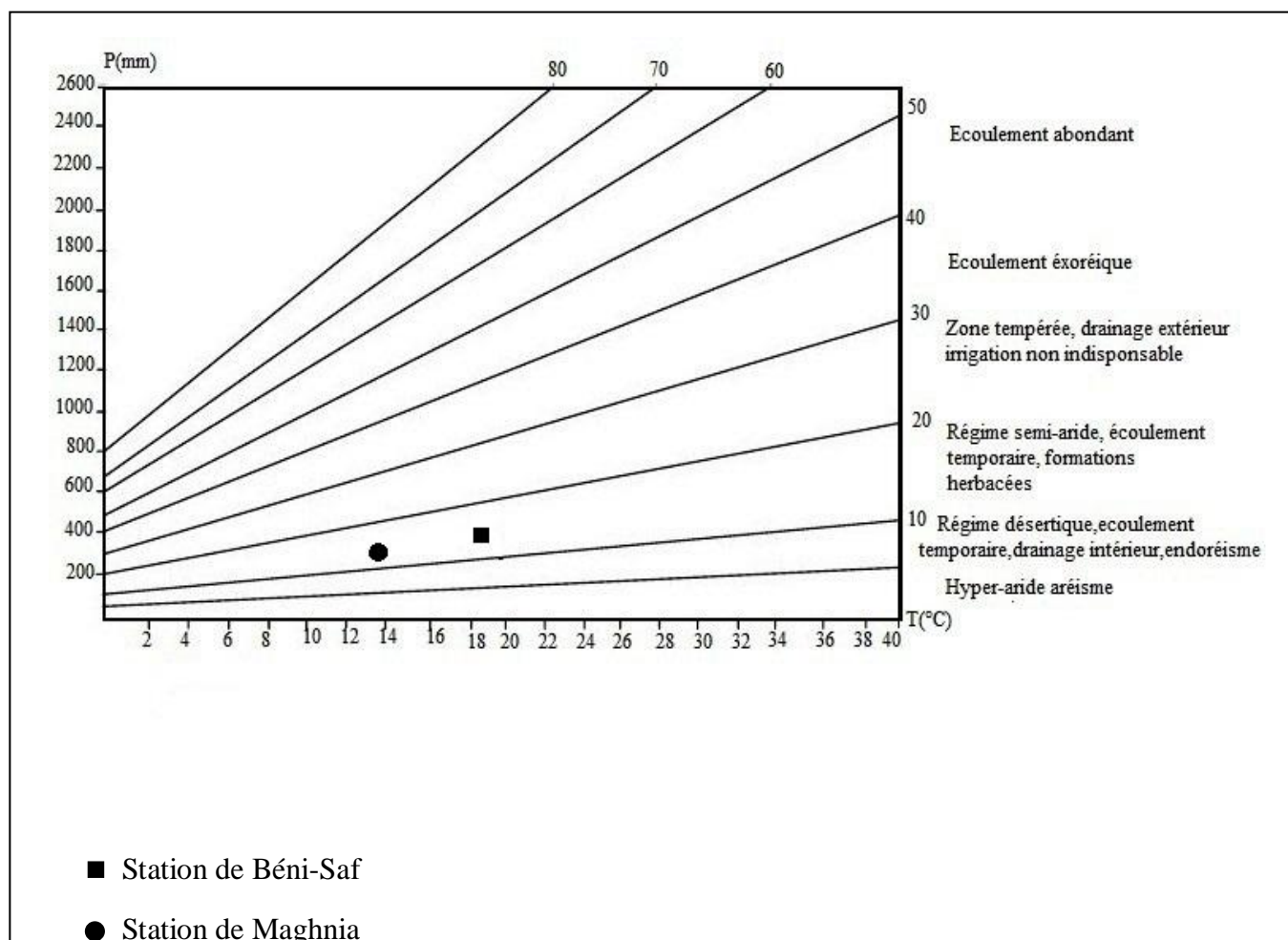
L'aridité augmente quand la valeur de l'indice diminue.

Pour la station de Béni-Saf, cet indice est de 11,94 et de 12,34 pour la station de Maghnia (Tab.5). On remarque que cette dernière est plus sèche que la station de Béni-Saf et qu'elles appartiennent toutes les deux à l'étage bioclimatique semi-aride (Fig.14).

Tab.5: Indice de De Martonne.

Stations	P (mm)	T (°C)	Indice de De Martonne	Type de climat
Béni-saf (1990-2010)	346,74	19,04	11,94	Semi-aride
Maghnia (1990-2010)	296,13	13,98	12,34	Semi-aride

Fig. 14: Abaque de l'indice d'aridité de De Martonne.



4.1.2. Le quotient pluviothermique d'Emberger et Stewart

Désirant étudier la gamme des types de climat de la région méditerranéenne, **Emberger (1930)** a proposé un coefficient faisant intervenir trois éléments fondamentaux, la pluie, la température et l'évaporation. La pluie peut sans inconvénient majeur être représentée par le total P en mm des précipitations annuelles moyennes. Pour la température, il est important de tenir compte du fait que la vie de la végétation doit se dérouler entre deux extrêmes thermiques que l'on peut caractériser par la moyenne des minimums du mois le plus froid (m) et par la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M); ainsi le facteur température est convenablement représenté par la valeur $\frac{M+m}{2}$. Quant à l'évaporation, comme elle n'est qu'exceptionnellement mesurée et qu'il faut alors l'évaluer, il est commode de se servir de l'amplitude extrême (M-m), formule approchée simple qui varie assez souvent comme elle (**Sauvage, 1962**).

La formule du Q2 d'Emberger a été modifiée par **Sauvage et Daget (1963)** pour donner l'expression suivante:

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

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

Les valeurs du Q2 ont été calculées pour chacune des stations et reportées dans le tableau ci-dessus :

Tab.6 : Quotient pluviothermique

Stations	M (°C)	m (°C)	P (mm)	Q2
Béni-Saf	29,35	9,73	346,74	60,41
Maghnia	26,93	3,00	296,13	42,97

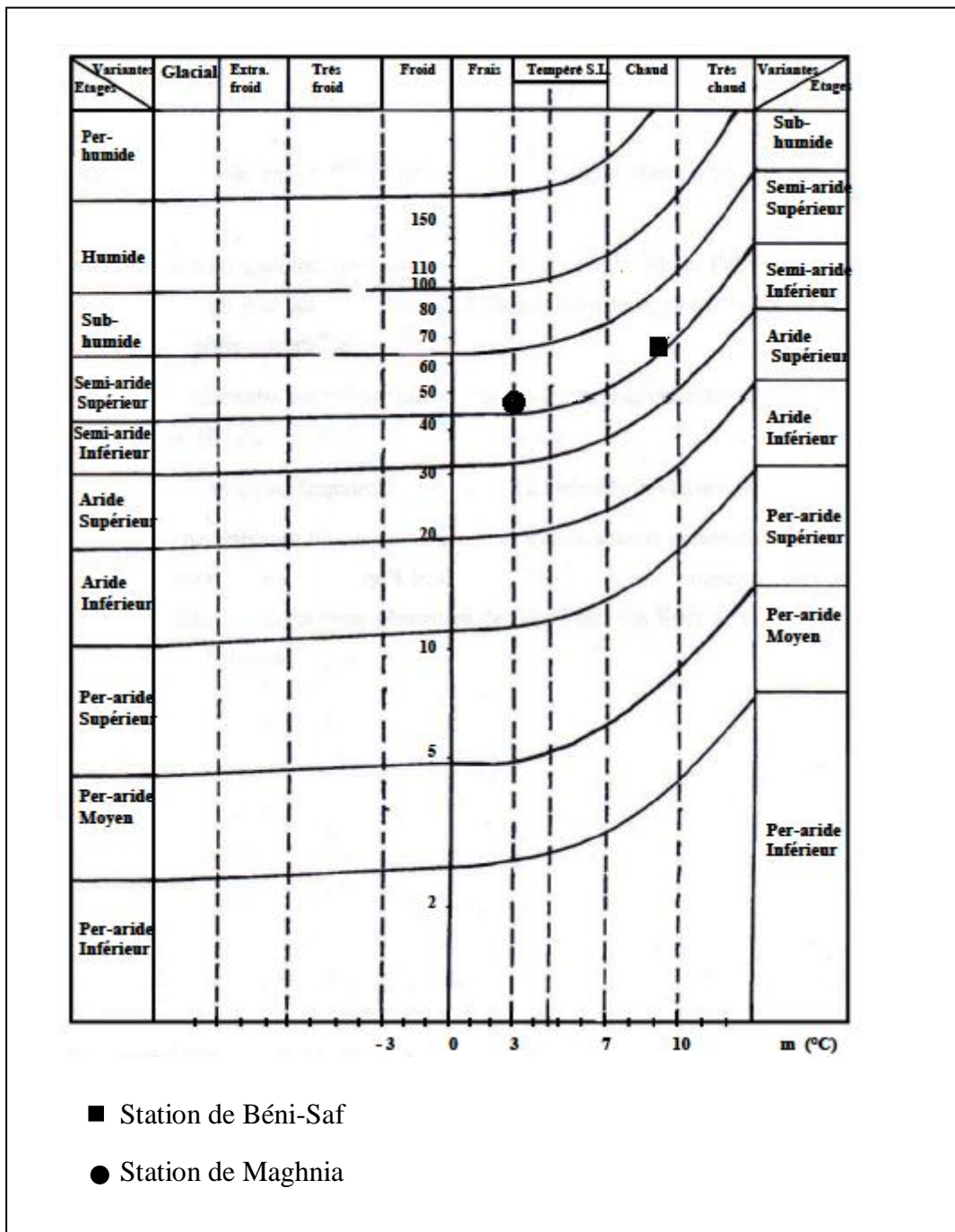
4.2.Diagrammes climatiques

4.2.1. Climagramme pluviothermique d'Emberger

Tenant compte de la valeur absolue de m on aura une synthèse graphique consistant à porter sur un plan à coordonnées rectangulaires les valeurs de m en abscisse et les valeurs du quotient en ordonnée. A chaque localité correspond alors un point de ce plan, qui définit, par la région où il se trouve, le climat correspondant.

L'application du quotient pluviothermique sur les données climatiques récentes a révélé que la station de Béni-Saf est classée dans l'étage semi-aride supérieur à hiver chaud et la station de Maghnia dans l'étage semi-aride supérieur à hiver frais à tempéré (Fig. 15).

Fig.15 : Place des stations météorologiques étudiées dans le climagramme d'Emberger (Daget, 1977)



4.2.2. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson

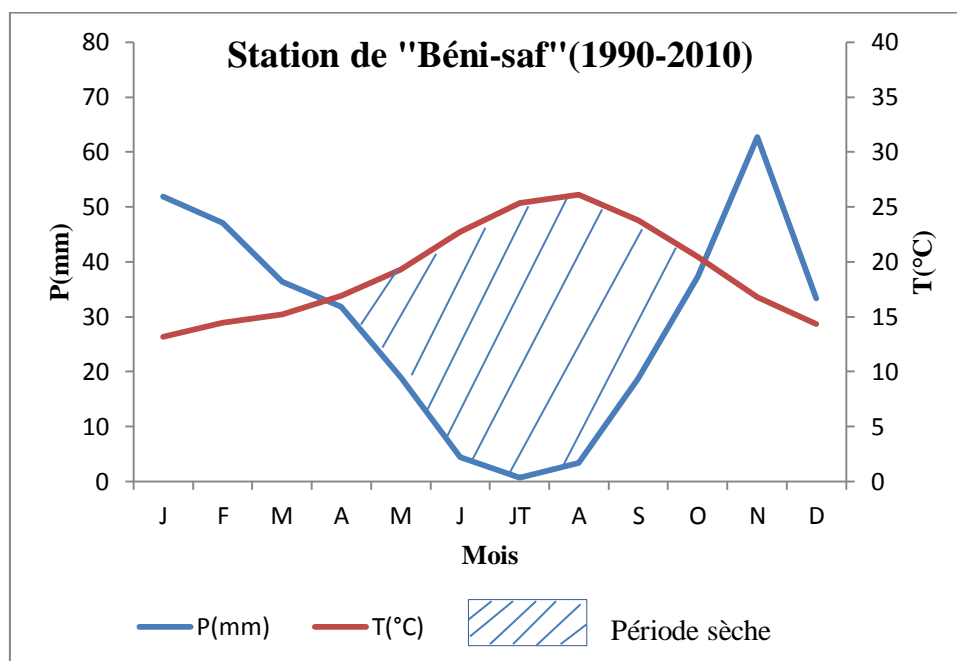
La connaissance de la durée de la saison sèche, des quantités des pluies estivales et la façon de les mettre en évidence est d'une importance primordiale pour l'écologiste.

Le diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gausson (1953)** consiste à représenter sur le même graphique les précipitations moyennes mensuelles et les températures

moyennes mensuelles. La saison sèche correspond à la période où la courbe des températures passe au dessus de la courbe des précipitations ($P \leq 2t$). P étant exprimé en millimètres et T en degrés centigrades. Ce type de graphique est appelé « ombrothermique ». La période de sécheresse commence quand la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe au-dessous de cette dernière; elle cesse lorsque les 2 courbes se recoupent.

Plus l'aire ombrothermique est importante et plus la saison est sèche (valeur de l'intégrale).

Comme le montre la figure n°16, toutes les stations sont caractérisées par une saison sèche. Cette dernière est plus grande par rapport à la station de Béni-Saf, elle s'étale d'Avril jusqu'à Octobre soit 6 mois. Quant à la station de Maghnia, elle est caractérisée par une saison sèche s'étalant de la mi-Avril jusqu'à Octobre soit 5mois et demi.



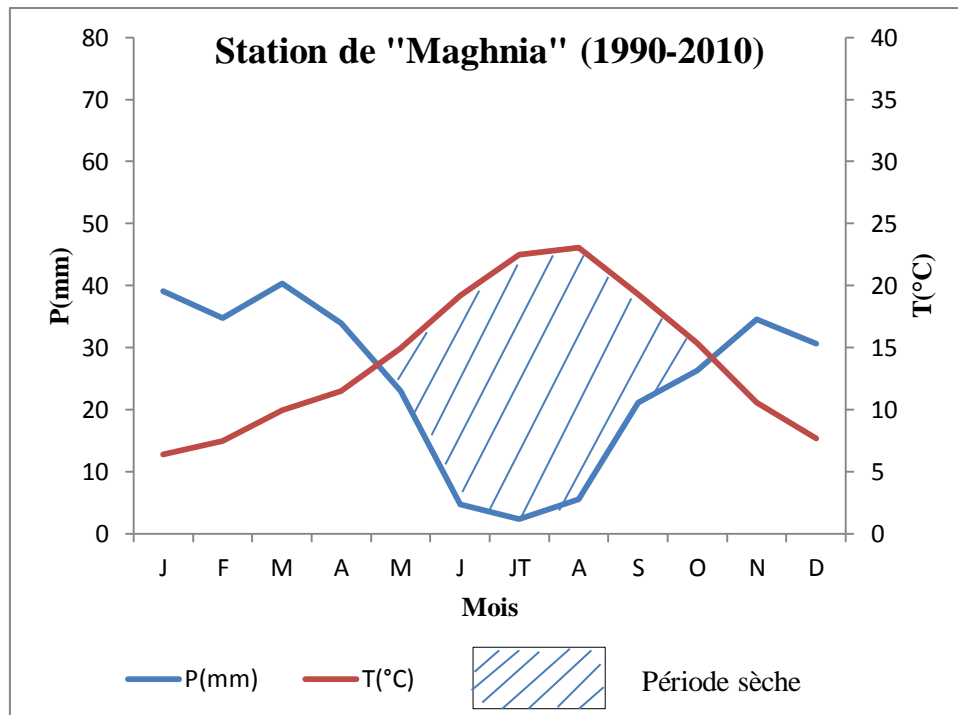


Fig.16 : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен

5. Conclusion

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

La zone d'étude jouit d'un climat méditerranéen et appartient à l'étage bioclimatique semi-aride supérieur selon la classification d'Emberger.

Les précipitations moyennes mensuelles sont variables, ce qui met en évidence une saison humide hivernale et une saison sèche estivale. Quant aux températures, on y distingue deux périodes : froide et chaude présentant des amplitudes thermiques atténuées surtout au niveau du littoral.

Le type de représentation utilisé par De Martonne montre que la région est sous l'influence d'un climat à régime semi-aride à écoulement temporaire malgré sa proximité de la mer.

Selon la classification de **Debrach (1953)** les deux stations appartiennent au climat littoral.

L'ensemble de nos stations est caractérisé par une longue période sèche estivale s'étalant sur 6 mois environ. Pour la végétation; l'aridité croissante se traduit par un bilan hydrique des sols de plus en plus déficitaire et une réduction de l'activité végétale et leur exposition à des concentrations élevées de sel au niveau du sol favorisant l'installation et la dissémination des espèces xérophiiles et halophiles appartenant aux groupements végétaux fortement différenciés.

CHAPITRE V

EDAPHOLOGIE

- 1. Introduction**
- 2. Principaux types de sol de la région d'étude**
- 3. Autres types de sols**
- 4. Méthodologie**
 - 4.1. Méthodologie sur le terrain
 - 4.2. Méthodologie au laboratoire
 - 4.2.1. Analyses physiques
 - 4.2.2. Analyses chimiques
- 5. Résultats et interprétations**
 - 5.1. Station « Rachgoun 1 »
 - 5.2. Station « Rachgoun 2 »
 - 5.3. Station « Hammam Boughrara1 »
 - 5.4. Station « Hammam Boughrara2 »
 - 5.5. Station « Tafna »
- 6. Conclusion**

1. Introduction

La région méditerranéenne présente une gamme très diversifiée de sols en raison de la grande variabilité des facteurs naturels (climat, végétation, physiographie, géologie et lithologie) qui conditionnent leur formation et leur répartition.

2. Principaux types de sol de la région d'étude (Fig.17)

L'étude des sols d'Algérie se réduit au simple exposé des caractéristiques des différents sols formés à partir des différentes formations de roches-mères, depuis les sols des terrains schisteux et éruptifs des massifs anciens et volcaniques jusqu'aux sols alluvionnaires, dunaires ou marécageux en passant par les sols du Trias, du Lias, du Jurassique, du Crétacé, etc. . Dans son étude sur les sols d'Algérie, M. Dalloni se contentait de calquer la carte des sols sur la carte géologique. Partant du fait que la composition d'un sol est toujours le reflet de celle des roches dont il dérive, il postule qu'on peut retrouver, presque sans modifications, certains types de sol sur toute l'étendue d'une même zone sédimentaire (**Benchetrit, 1956**).

Les sols salés d'Oranie comme la plupart de ceux de l'Afrique du nord, sont des sols alluviaux dont le matériau originel était lui-même plus ou moins salé (**Boulaine, 1955**).

Il serait fastidieux de présenter ici une liste détaillée des sols de la région. On se limitera à donner quelques indications sur les sols les plus caractéristiques en nous basant sur la synthèse présentée par **Barbut et Durand (1952)**.

Zone 1(Fig.18) : caractérisée par :

- Sols alluviaux
- Sols calcaires
- Sols insaturés

Zone 2 (Fig.19) : caractérisée par :

- Sols alluviaux
- Sols calcaires
- Sols caciques
- Solonetz

- **Sols alluviaux** : Ces sols de dépôts récents de vallées offrent une grande importance économique et agricole ; ils se localisent dans le lit majeur des rivières, où ils sont souvent rajeunis par les dépôts de matériaux neufs, en période d'inondation, et sont caractérisés par la présence d'une nappe phréatique, qui circule et n'est donc pas réductrice et qui subit de fortes oscillations (**Duchaufour, 2004**).

- **Sols calcaires** : les sols calcaires ne présentent qu'un seul horizon différencié et se caractérisent par l'accumulation de calcaire au sommet du profil. Cet apport de calcaire vers la surface n'est pas partout le fait du même processus. Il peut se faire par l'intermédiaire des végétaux, soit mécaniquement, les racines remontant les débris de roche pris en profondeur, soit chimiquement, la plante accumulant dans ses parties aériennes du calcaire libéré ensuite par destruction des matières organiques (**Benchetrit 1956**).

- **Sols insaturés** : les sols insaturés doivent leur nom à ce qu'ils sont dépourvus de sels solubles et de carbonates alcalino terreux. Leur roche mère peut être une roche quelconque peu perméable ou même un sol décalcifié, à condition que le matériau originel ne contienne pas de calcaire. Ils sont caractérisés par un seul horizon visible à l'œil, passant progressivement à la roche mère intacte. L'argile de néoformation s'accumule en surface mais manifeste déjà une légère tendance à migrer. Les matières organiques diminuent avec la profondeur et sont du type mull. Le complexe absorbant est riche en calcium, il peut être relativement insaturé mais sans que cette insaturation dépasse 20 % de la capacité totale, ce qui maintient le pH aux environs de 7 (**Durand, 1959**).

- **Sols calciques** : dans ces sols, le calcaire est surtout présent dans la fraction sableuse et n'intervient que peu dans leur dynamique. Ce sont donc des sols calciques typiques. Ces sols reposent en général sur une croûte calcaire pulvérulente imperméable aux racines (**Benchetrit 1956**).

- **Solonetz** : ce sont des sols dont le complexe absorbant contient plus de 15 % de leur capacité totale, satisfaite par du sodium; à 20 % de sodium le pH s'élève et devient nettement alcalin. Ils présentent en général un horizon superficiel nuciforme ou polyédrique surmontant un horizon à structure allongée suivant la verticale (prismatique ou colonnaire), enfin un horizon quelconque. Ces horizons sont relativement lourds. L'ensemble peut dépasser un mètre d'épaisseur. Le pH est élevé dans tout le profil; l'argile peut s'accumuler en profondeur; ils présentent une répartition régulière des matières organiques qui peuvent être abondantes. Ils se forment par lessivage des solontchaks, les sels solubles étant entraînés en profondeur; les moins solubles (gypse) pouvant s'accumuler sous forme de nodules.

La composition de leur complexe absorbant rend facile la dispersion de l'argile ce qui les rend imperméables, gluants à l'état humide et très durs à l'état sec (**Durand, 1959**).

Ces sols présentent une grande importance économique. Formés aux dépens des marnes salifères du miocène, ils occupent les bords de la Tafna, et forment les bassins versants supérieurs des Oueds Kouarda et Kiss. Leur importance économique tient à ce qu'ils ont une texture lourde, gonflent en s'humidifiant et donnent de larges fentes de retrait en séchant; par ces fentes les eaux de ruissellement peuvent entrer dans le sol, humidifier les couches inférieures et les rendre glissantes, créant ainsi un creep perpétuel pouvant s'accélérer par endroits en donnant naissance à des glissements de terrain. Lorsque, les pentes sont fortes, ces sols sont sujets à une forte érosion contre laquelle les techniques actuelles sont pratiquement désarmées (**Durand, 1954**).

3. Autres types de sols

Parmi les principaux autres types de sols que l'on trouve principalement dans la région d'étude, il y a lieu de mentionner notamment :

- **Les sols hydromorphes** : ils ont droit à deux classes distinctes : les sols hydromorphes proprement dits, engorgés par l'eau, au moins saisonnièrement, à une distance d'au moins 30 cm de la surface. Dans ces conditions, le fer est réduit en fer ferreux et confère une teinte gris-vert à l'horizon caractéristique du « gley ». Si l'engorgement est temporaire et suivi d'une période de dessiccation embrassant tout l'ensemble des horizons, une partie du fer ferreux est retransformé en fer ferrique, d'où l'apparition de taches rouilles (pseudo-gley) (**Birot, 1966**).

- **Les Solontchaks** : caractérisés par la présence de sels solubles en quantité telles que la végétation normale du lieu, le « climax », est remplacée par une végétation spécialisée halophile qui disparaît, elle-même, quand la teneur en sel augmente. Cette transformation se produit lorsque le sol contient 1,8 ‰ de Cl, ce qui correspond à 3 ‰ de NaCl.

Lorsqu'ils sont bien développés, les solontchaks présentent un masque superficiel durci par les sels, un très mince horizon à structure fragmentaire grenue cimentée par les sels et des horizons sous-jacents plus ou moins humides. Les horizons superficiels peuvent manquer ou être masqués. Ils sont subdivisés en sols de prairie à halophytes et solontchak sensu stricto sans végétation.

L'origine des sels peut être variée, sédimentaire ou irrigation, et leur accumulation être le résultat de remontée capillaire au-dessus de nappe ou d'évaporations dans un bas fond.

Quel que soit leur origine, les sels des solontchaks ont pour conséquence l'impossibilité de leur mise en valeur sans leur élimination préalable par irrigation et drainage. Le cation sodium des sels solubles des solontchaks peut être absorbé par l'argile du sol, et si le taux de Na atteint 15 % de la capacité d'échange on est en présence d'un sous-type de solontchak : le solontchak solonetz (**Durand, 1959**).

- **Les sols gypseux** : L'encroûtement gypseux, serait dû à une accumulation progressive de gypse vers la surface à partir d'une roche mère gypseuse, principalement par évaporation. L'accroissement de la teneur en gypse dans les différents horizons s'accompagne d'un amincissement de la taille des cristaux jusqu'à un aspect pulvérulent à l'œil nu. Une croûte zonale superficielle de quelques millimètres est le terme normal de cette pédogénèse par un phénomène de reconcentration à la surface de l'encroûtement par suite d'alternances de dissolutions et d'évaporations (**Bureau et Roederer, 1960**).

Les sols gypseux sont très répandus en Algérie avec 8000 km² ce qui représente 12% des sols gypseux du monde. La plupart des sols gypseux ont une structure peu favorable. La structure de surface est dominée par une couche massive ou fine. L'horizon gypsique peut être fortement cimenté avec une formation de croûtes dures s'opposant parfois à la circulation de l'eau et au développement des racines (**FAO, 1990 in Rouahna, 2007**).

- **Les formations dunaires** : Les dunes constituent l'une des entités naturelles les plus originales de la région. Leur répartition étant strictement limitée à la frange littorale. Cet habitat correspond aux dépôts de sable, apportés par le vent et arrangés en cordons de rides parallèles à la côte.

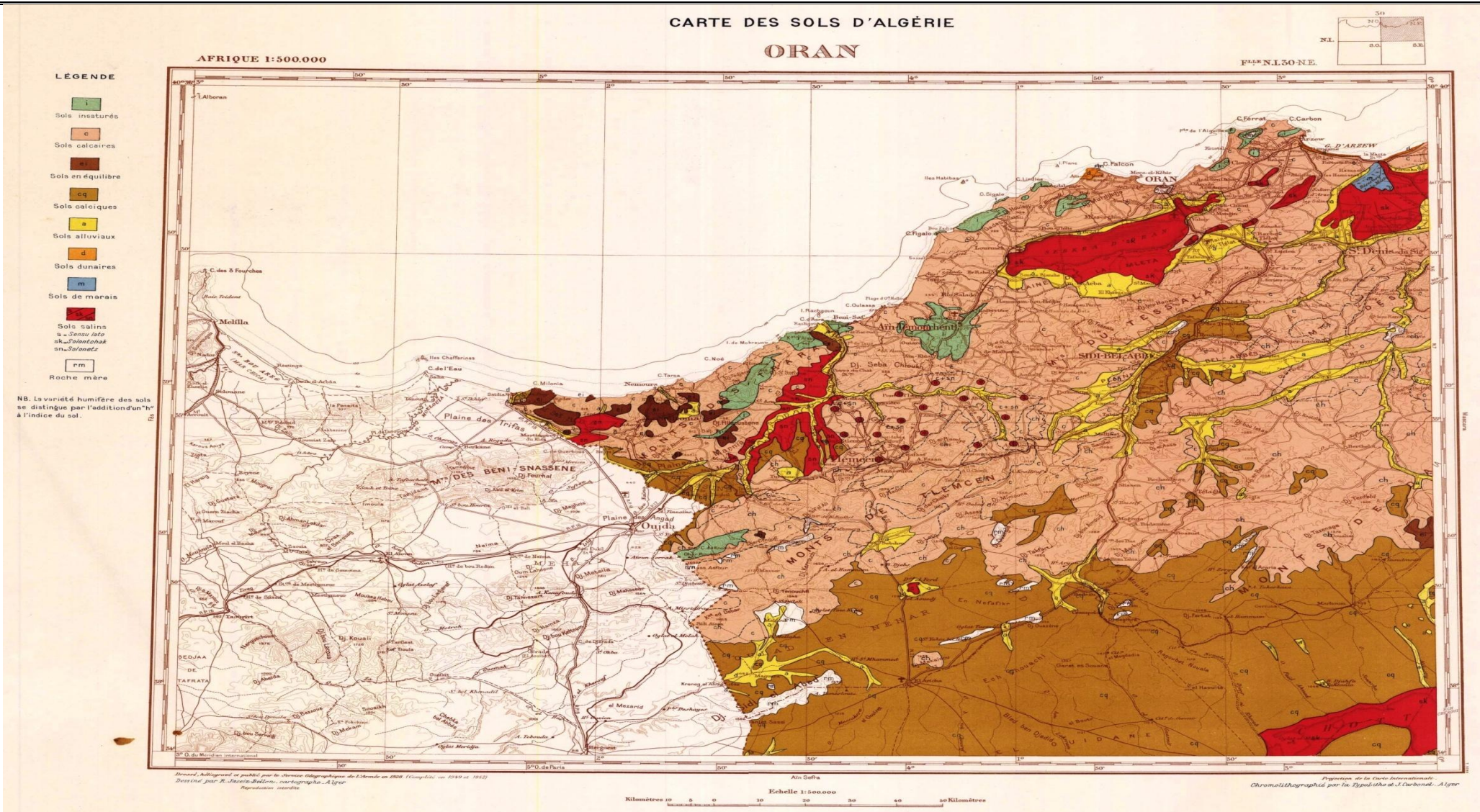


Fig.17 : Carte des sols de la région d'étude (Barbut et Durand, 1952)

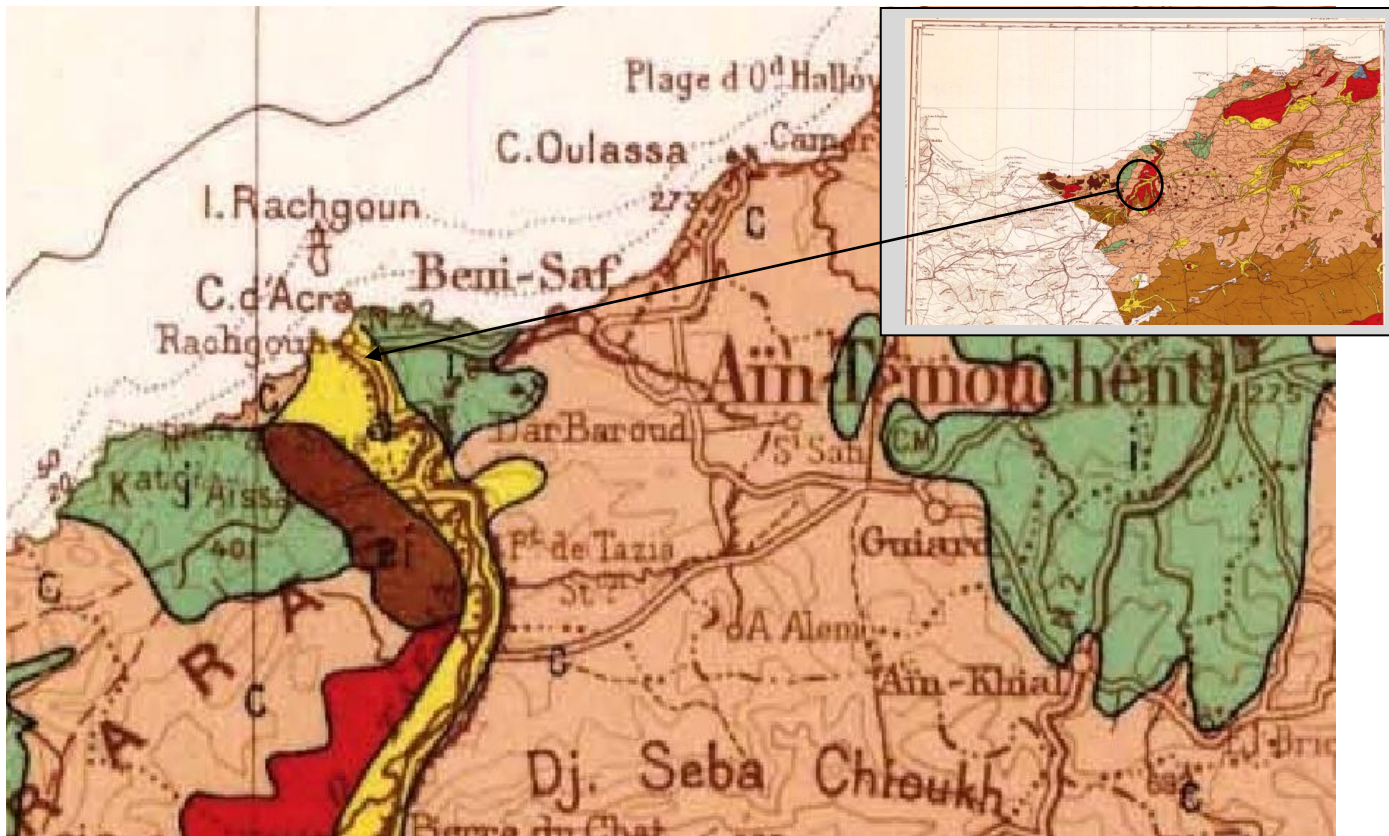


Fig.18 : Extrait de la carte des sols : zone 1

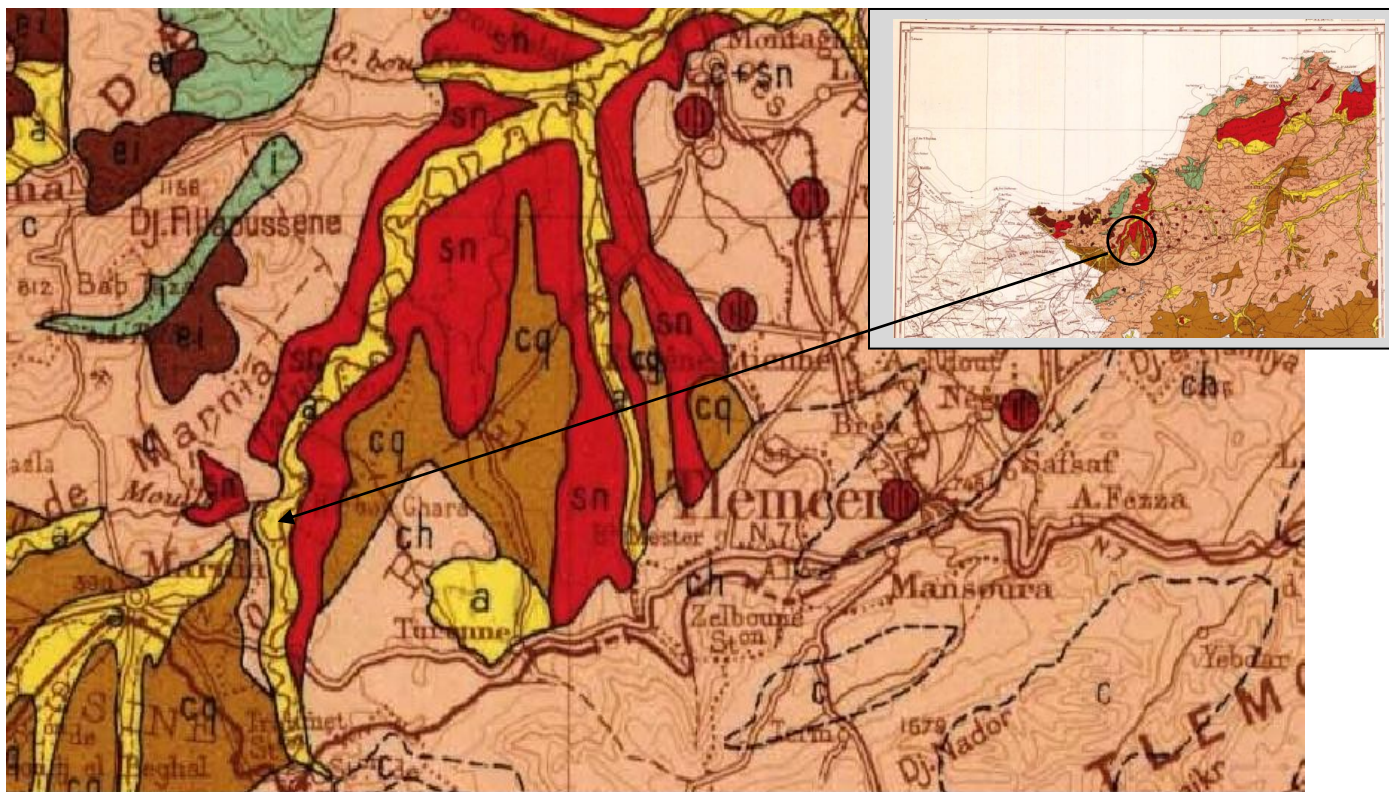


Fig.19 : Extrait de la carte des sols : zone 2

4. Méthodologie

Afin de connaître les facteurs édaphiques qui régissent la répartition des espèces halophytes étudiées, nous avons suivi une méthodologie comportant deux étapes, la première sur le terrain et la seconde au laboratoire où des analyses physiques et chimiques sont effectuées.

4.1.Méthodologie sur le terrain

Nous avons fait nos prélèvements au niveau des emplacements occupés par les rhizomes de chaque espèce concernée. Pour chaque station, nous avons déterminé 3 sites écartés, de chaque site nous avons pris deux échantillons : un en surface (0-30 cm) et l'autre en profondeur (> 30 cm) soit au total 6 échantillons de chaque station.

4.2.Méthodologie au laboratoire

Les échantillons du sol ont été acheminés vers le laboratoire de pédologie pour y être soumis à différents traitements :

- Séchage : le séchage se fait à l'air libre et peut durer de 3 à 10 jours.
- Tamisage : les échantillons sont passés au tamis à mailles de 2mm pour obtenir la terre fine.

4.2.1. Analyses physiques

- **Analyse granulométrique** : l'analyse granulométrique permet d'obtenir la répartition des particules minérales contenues dans la terre fine selon leur taille. La méthode utilisée est la méthode par sédimentation selon la norme NF P94-057 Mai 1992. Elle se base sur la loi de Stokes selon laquelle « plus une particule est grosse et plus elle tombe vite dans l'eau » (**Baize, 2000**).

La présente norme s'applique aux éléments d'un sol naturel passant à travers le tamis à maille carrée de 80 μ m d'ouverture, c'est le tamisage par voie humide, les étapes suivante ont été suivi :

- Recueillir le sol avec son eau de lavage dans un bac puis laisser décanter ;
- Siphonner l'eau du bac sans d'entraîner d'éléments fins ;
- Placer le bac dans une étuve à 105°C pendant 4 heures ;

- Désagréger le sol puis homogénéiser et prélever une prise d'essai de 80 g.

Après destruction de la matière organique par un oxydant énergétique, les particules minérales sont dispersées à l'aide d'un dispersant alcalin (hexamétaphosphate de sodium) au moyen de l'agitateur mécanique puis on procède à la sédimentométrie.

Le refus du premier tamisage va faire l'objet d'une granulométrie (tamisage à sec après avoir été mis à l'étuve à 105°C pendant 4 heures):

- Verser la totalité du matériau au sommet d'une colonne de tamis ;
- Verser dans un récipient le refus du premier tamis et peser ;
- Ajouter dans ce même récipient le refus du tamis immédiatement inférieur et peser le total et ainsi de suite.

- **Couleur :** La couleur est une donnée de sol très utilisée, aussi bien dans les travaux de terrain que dans les systèmes de classifications. Elle a été retenue comme critère de classement dans de très nombreux systèmes de classification des sols (**Escadafal, 1988**). De plus l'influence de la couleur des sols sur les mesures obtenues par télédétection suscite un intérêt croissant et fait l'objet de travaux très récents (**Huete et al., 1984 ; Girard 1985 ; Courault, 1986 ; Escadafal et Pouget, 1986 in Escadafal, 1988**).

La couleur du sol dépend, surtout de l'état de l'humus et du fer. Sur le premier point, les progrès de nos connaissances ont été considérables et permettent de comprendre comment la teinte, plus ou moins foncée, résulte non seulement de la quantité totale d'humus, mais aussi de sa nature et de son mode d'union à l'argile. Il n'en est pas de même en ce qui concerne le comportement du fer, principalement lorsqu'il est responsable de la rubéfaction. Sans doute celle-ci dépend-elle de la présence de fins cristaux d'hématite (Fe_2O_3), alors que les teintes variant entre le jaune et le brun sont dues à des cristaux ou à des gels plus ou moins hydratés (**Biro, 1966**).

La couleur du sol est comparée le plus souvent sur le terrain, à la lumière du jour, avec les couleurs des planches du code international de Munsell. En déplaçant l'échantillon de sol sous les fenêtres prévues sous chaque échantillon coloré, on repère celui dont la couleur se rapproche le mieux et on note ses coordonnées (teinte, clarté, pureté).

4.2.2. Analyses chimiques

- **pH** : le principe consiste à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol (rapport eau/sol égale à 2.5) à l'aide d'un pH-mètre (Tab.7).

Tab.7 : L'échelle d'interprétation du pH (Gilliot, 2000).

pH	sol
<3,5	hyperacide
3,5 - 4,2	très acide
4,2- 5	acide
5 - 6,5	peu acide
6,5 - 7,5	neutre
7,5 - 8,7	basique
> 8,7	très basique

- **CaCo3 (Calcaire totale)** : Le dosage du calcaire total est réalisé à l'aide du Calcimètre de Bernard. Le volume de CO₂ dégagé suite au contact d'un poids connu de la terre avec l'acide chlorhydrique. L'échelle d'interprétation des carbonates permet de déterminer la quantité du CaCO₃ comprise dans un échantillon du sol. Elle est portée sur le tableau 8.

Tab.8 : L'échelle d'interprétation des carbonates

% Carbonates	Charge en calcaire
< 0,3	Très faible
0,3-3	Faible
3-25	Moyenne
25-60	Forte
>60	Très forte

- **Matière organique** : La matière organique du sol, apparaît comme un élément incontournable dans le contexte environnemental, au travers de ses différents rôles tant physique (structure du sol) que chimique (nutrition minérale des cultures) et biologique (activité biologique du sol) (**Balesdent, 1996**). Les réserves organiques du sol peuvent être considérées comme un capital à entretenir et améliorer, dans le cadre d'une gestion durable des agro-systèmes (**Roussel et al., 2001**).

Le carbone de la matière organique est oxydé par bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. En connaissant la quantité de bichromate nécessaire pour cette

oxydation, on peut calculer le pourcentage de carbone organique et d'humus dans le sol (le rapport % humus/ % CO_x = 1,724), (**Baize, 1988**).

Le taux de matière organique des sols est estimé à partir de la mesure de la teneur en carbone (C) de l'horizon de surface. la méthode utilisée est celle de Tjurin modifiée (**Vala et al., 1980**) qui consiste à connaître la quantité de bichromate de potassium nécessaire à oxyder le carbone de la matière organique en milieu sulfurique avec le dosage de l'excès de bichromate de potassium par la solution de sel de Mohr. Les valeurs du carbone sont déterminées à l'aide de l'échelle d'interprétation (Tab.9).

Tab.9 : Echelle d'estimation du pourcentage d'humus

Humus	Quantité
< 1	Très faible
1-2	Faible
3-2	Moyenne
3-5	Forte
> 5	Très forte

- **Conductivité électrique** : la détermination de la salinité d'un sol est fondée sur le principe de l'extraction d'un électrolyte dont on mesure la concentration en éléments dissous par techniques de l'extrait dilué ou l'extrait un cinquième : le rapport entre la quantité de sol et la quantité d'eau nécessaire à la préparation de l'extrait est le même pour tous les échantillons. Ce rapport peut varier selon les laboratoires, mais il est en général de 1/5 : la masse d'eau ajoutée est égale à 5 fois la masse de sol (10 g), soit un volume d'eau d'environ 50 ml. Elle est obtenue à l'aide d'un conductivimètre et s'exprime en mS/cm. L'interprétation est faite à l'aide de l'échelle de salure des sols représentée ci-dessous (Fig.20).



Fig.20 : échelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux.

5. Résultats et interprétations

Les résultats de l'ensemble des analyses physico-chimiques sont portés sur les tableaux 10 à 14. Les résultats de l'analyse granulométrique ont été projetés sur le triangle textural (Fig.26).

5.1.Station « Rachgoun 1 » (Fig.21)

La texture est sablo-limoneuse pour la plupart des échantillons de cette station avec un taux faible d'argile. Seuls les échantillons 3 et 4 présentent respectivement les textures argilo-limoneuses et argilo-sableuses.

La conductivité électrique mesurée révèle un sol salé pour l'ensemble des échantillons avec des valeurs atteignant 2,30 mS/cm. Tous les échantillons analysés sont neutres, tandis que l'échantillon 2 est alcalin. La quantité de CaCO₃ est moyenne pour les six échantillons et la matière organique est très faiblement représentée. La couleur a pour code 2,5Y5/2 ou 2,5Y5/3.

5.2.Station « Rachgoun 2 » (Fig.22)

L'analyse granulométrique présente une texture sableuse pour l'ensemble des échantillons avec un taux de sable variant de 90 à 93%. Ce fort pourcentage de sable fait de ce sol un substrat bien aéré et pauvre en réserve d'eau. Les textures avec trop peu d'argiles ont une faible cohésion et donc une faible stabilité structurale (unice, 2008) (photo n°30).

La charge en calcaire est importante, elle est forte pour tous les échantillons de cette station avec un pourcentage pouvant atteindre 42 %. Ce taux élevé de carbonates peut être expliqué par la présence de la malacofaune, qui après la décomposition de leurs coquilles, contribuent à l'augmentation du calcaire du sol. Quant à la matière organique, elle est très faible. Le pH est toujours neutre, seulement deux échantillons sont alcalins. Le sol est peu salé, mais on peut trouver des échantillons non salés avec une conductivité ne dépassant pas 0,6 mS/cm. La couleur du sol est variée et les échantillons prennent les couleurs 10 YR 6/3, 10 YR 6/4, 10 YR 5/3 ou 10 YR 5/4.

5.3.Station « Hammam Bouhrara 1 » (Fig.23)

La texture est Sableuse, sauf pour l'échantillon 14 qui présente une texture Sablo-limoneuse. Les éléments grossiers ont pour rôle d'augmenter le trajet de l'eau et atténuer plus ou moins les phénomènes d'érosion (Sari-Ali, 2004).

Les teneurs en calcaire sont moyennes, le pH est alcalin, mais peut être neutre, c'est le cas de l'échantillon 14 avec une valeur de 7,49. Quant à la matière organique, elle oscille entre 0,34 à 0,55 % et qui est généralement très faible. La conductivité électrique fluctue entre 0,37 et 1,22 mS/cm ce qui nous mène à qualifier ces sols des non salés, peu salés ou salés. Le code de Munsell indique que le sol présente les couleurs suivantes : 10 YR 5/6, 10 YR 4/6, 10 YR 6/6, 10 YR 5/6 ou 10 YR 5/8.

5.4.Station « Hammam Bouhrara 2 » (Fig.24)

L'analyse granulométrique présente une texture située entre sableuse pour la plupart des échantillons et sablo-limoneuse pour l'échantillon 22.

La quantité du calcaire est moyenne, le pH va du neutre jusqu'à l'alcalin et la matière organique est très faible. La conductivité électrique mesurée révèle des sols peu salés pour les échantillons 19 et 21, et salés pour le reste des échantillons avec des valeurs atteignant 2,32 mS/cm. On remarque que les échantillons de profondeur présente une conductivité égale ou supérieure à celle des échantillons de surface. La couleur est très variée et a pour code : 10 YR 4/4, 10 YR 4/6, 10 YR 6/6, 10 YR 5/3 ou 10YR 5/8.

5.5.Station Tafna (Fig.25)

Les six échantillons de sol sont caractérisés par une texture argileuse avec un pourcentage d'argile oscillant entre 40 et 48 % ce qui mène vers un milieu mal aéré empêchant une pénétration harmonieuses des racines. L'infiltration dans ces conditions de microporosité est lente. Ce type de texture est sujet à la fissuration, qui est accentuée par le dessèchement (Photo n°31).

Les argiles ont une charge électrostatique négative, les cations en solution ont une charge électrostatique positive. L'attraction entre argiles (charge à dominante négative) et cations permet aux argiles de former des agrégats par des « ponts cationiques ». Le calcium est un cation particulièrement bénéfique pour la structure du sol et favorise la formation

d'agrégats stables. Pratiquement tous les cations rencontrés dans le sol (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , H^+ ...) ont un effet bénéfique ou neutre sur la structure, sauf un : le sodium (Na^+). Le sodium agit comme un dispersant dans le sol et contribue à sa désagrégation. Des problèmes de sodicité se rencontrent surtout dans des zones arides et semi-arides où il y a trop peu de lessivage pour emporter les sels vers la nappe phréatique et cours d'eau, et où l'évaporation concentre les sels près de la surface (Unice, 2008).

Les teneurs en calcaire sont fortes. La matière organique est très faiblement représentée avec des chiffres allant de 0,41 à 0,83 % en raison du faible taux de recouvrement des végétaux au niveau de cette station. Le pH est neutre à alcalin. Le sol présente une certaine salinité, c'est le cas des échantillons 26; 27 et 29, et est salé pour les échantillons 28 et 30, néanmoins l'échantillon 25 n'est pas salé. On observe que les horizons de surface sont moins salés par rapport à ceux de profondeur, ceci est dû aux effets des précipitations qui entraînent un lessivage des horizons superficiels et donc diminuent leur taux de salinité. La couleur du sol est variée, et les échantillons prennent les couleurs 5Y 6/2, 5 Y 5/4, 5 Y 4/3 ou 5 Y 5/3.

Tab.10 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Rachgoun 1 ».

	Les échantillons					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Profondeur (cm)	0-30	>30	0-30	>30	0-30	>30
Granulométrie(%)						
Sable	46	61	36	39	44	55
Limon	33	18	35	32	33	25
Argile	21	21	29	29	23	20
Type de texture	Sablo-limoneuse	Sablo-limoneuse	argilo-limoneuse	argilo-sableuse	Sablo-limoneuse	Sablo-limoneuse
pH Appréciation	7,49 neutre	7,56 basique	7,37 neutre	7,39 neutre	7,37 neutre	7,35 neutre
Conductivité électrique (mS/cm)	2,30	1,80	1,90	2,10	1,85	2,11
Estimation de la salinité	Salé	Salé	Salé	Salé	Salé	Salé
CaCO ₃ (%)	19,40	20,63	18,65	19,40	17,63	24,25
Quantité	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Couleur	2,5Y5/2	2,5Y5/3	2,5Y5/3	2,5Y5/2	2,5Y5/3	2,5Y5/2
Matière organique (%) Estimation	0,27 Très faible	0,68 Très faible	0,41 Très faible	0,62 Très faible	0,89 Très faible	0,55 Très faible

Tab.11 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Rachgoun 2 ».

	Les échantillons					
	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Profondeur (cm)	0-30	>30	0-30	>30	0-30	>30
Granulométrie(%)						
Sable	92	91	93	92	91	90
Limon	7	8	6	7	8	8
Argile	1	1	1	1	1	2
Type de texture	Sableuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse
pH Appréciation	7,12 neutre	7,47 neutre	7,46 neutre	7,55 basique	7,42 neutre	7,57 basique
Conductivité électrique(mS/cm)	0,40	0,82	0,31	0,62	0,63	0,71
Estimation de la salinité	Non salé	Peu salé	Non salé	Peu salé	Peu salé	Peu salé
CaCO ₃ (%)	42,17	29,4	27,71	25,19	32,33	25,86
Quantité	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte
Couleur	10 YR 5/4	10 YR 5/3	10 YR 6/3	10 YR 6/4	10 YR 5/4	10 YR 6/4
Matière organique	0,34	0,41	0,55	0,48	0,62	0,41
Estimation	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible

Tab.12 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Hammam Bouhrara 1 ».

	Les échantillons					
	E13	E14	E15	E16	E17	E18
Profondeur (cm)	0-30	>30	0-30	>30	0-30	>30
Granulométrie(%)						
Sable	74	66	76	76	72	75
Limon	19	21	16	16	19	17
Argile	7	13	8	8	9	8
Type de texture	Sableuse	Sablo- limoneuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse
pH Appréciation	7,62 basique	7,49 neutre	8,01 basique	7,63 basique	7,77 basique	7,79 basique
Conductivité électrique(mS/cm)	0,58	1,22	0,93	0,37	0,40	0,91
Estimation de la salinité	Non salé	salé	Peu salé	Non salé	Non salé	Peu salé
CaCO ₃ (%)	15,64	12,12	18,65	15,40	17,63	16,72
Quantité	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Couleur	10 YR 5/6	10 YR 5/6	10 YR 4/6	10 YR 5/8	10 YR 6/6	10 YR 5/6
Matière organique	0,41	0,55	0,41	0,34	0,48	0,34
Estimation	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible




Tab.13 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station «Hamмам Boughrara 2 ».

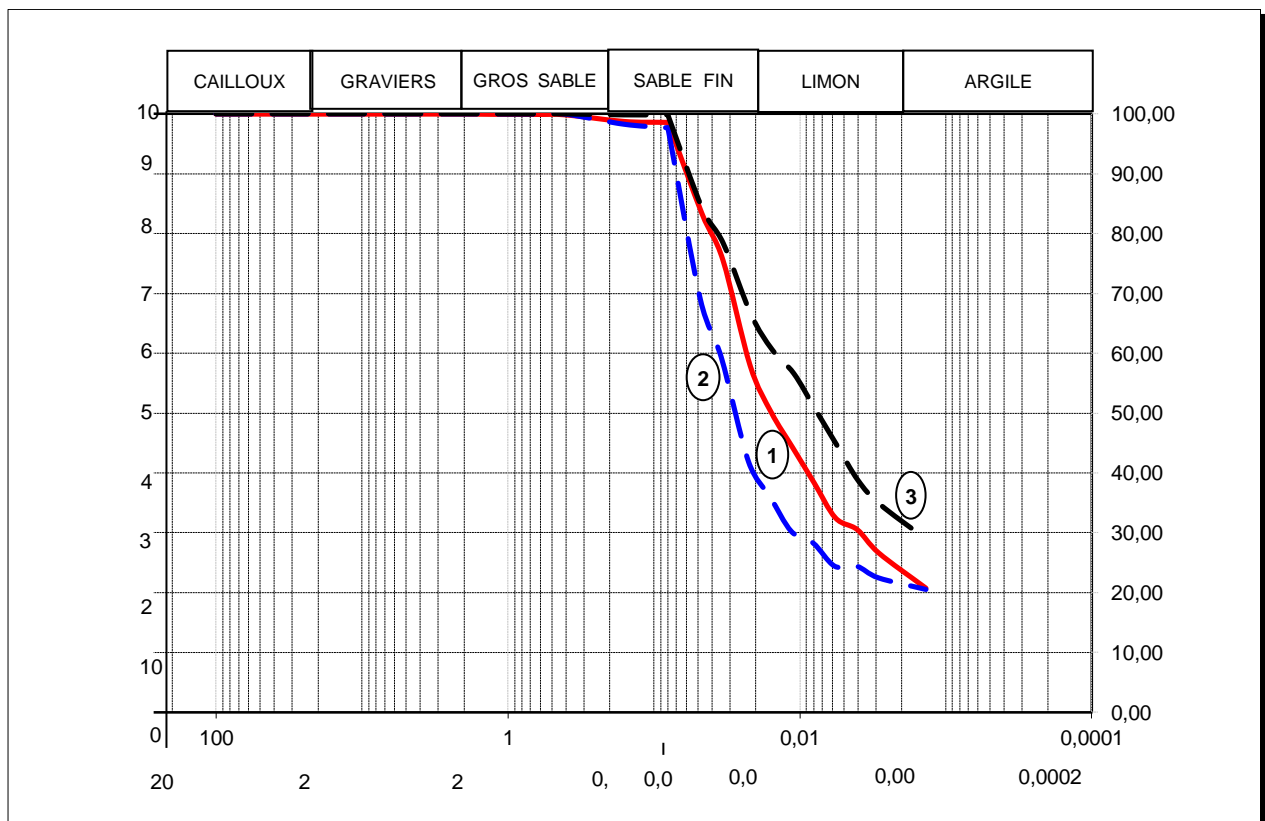
	Les échantillons					
	E19	E20	E21	E22	E23	E24
Profondeur (cm)	0-30	>30	0-30	>30	0-30	>30
Granulométrie(%)						
Sable	79	78	69	64	69	75
Limon	18	19	22	26	21	14
Argile	3	3	9	10	10	11
Type de texture	Sableuse	Sableuse	Sableuse	Sablo-limoneuse	Sableuse	Sableuse
pH Appréciation	7,35 neutre	7,31 neutre	7,69 basique	7,32 neutre	7,98 basique	7,93 basique
Conductivité électrique(mS/cm)	1,10	1,26	1,00	2,32	1,50	1,67
Estimation de la salinité	Peu salé	Salé	Peu salé	Salé	Salé	Salé
CaCO ₃ (%)	14,70	14,92	15,40	14,26	14,47	13,85
Quantité	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Couleur	10 YR 4/4	10 YR 5/3	10 YR 4/6	10 YR 5/8	10 YR 6/6	10 YR 6/6
Matière organique	0,55	0,62	0,41	0,55	1,03	0,83
Estimation	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	faible	Très faible

Tab.14: Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Tafna ».

	Les échantillons					
	E25	E26	E27	E28	E29	E30
Profondeur (cm)	0-30	>30	0-30	>30	0-30	>30
Granulométrie(%)						
Sable	25	24	31	24	28	28
Limon	31	28	29	30	30	28
Argile	44	48	40	46	42	44
Type de texture	Argileuse	Argileuse	Argileuse	Argileuse	Argileuse	Argileuse
pH Appréciation	7,62 basique	7,58 basique	7,52 basique	7,47 neutre	7,51 basique	7,45 neutre
Conductivité électrique(mS/cm)	0,51	0,72	0,90	1,30	1,13	1,25
Estimation de la salinité	Non salé	Peu salé	Peu salé	Salé	Peu salé	Salé
CaCO ₃ (%)	26,21	27,71	26,53	26,21	25,52	27,32
Quantité	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte
Couleur	5 Y 6/2	5 Y 5/4	5 Y 4/3	5 Y 5/3	5 Y 6/2	5 Y 5/3
Matière organique	0,75	0,62	0,55	0,41	0,83	0,68
Estimation	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible




Fig.21 (a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun1»

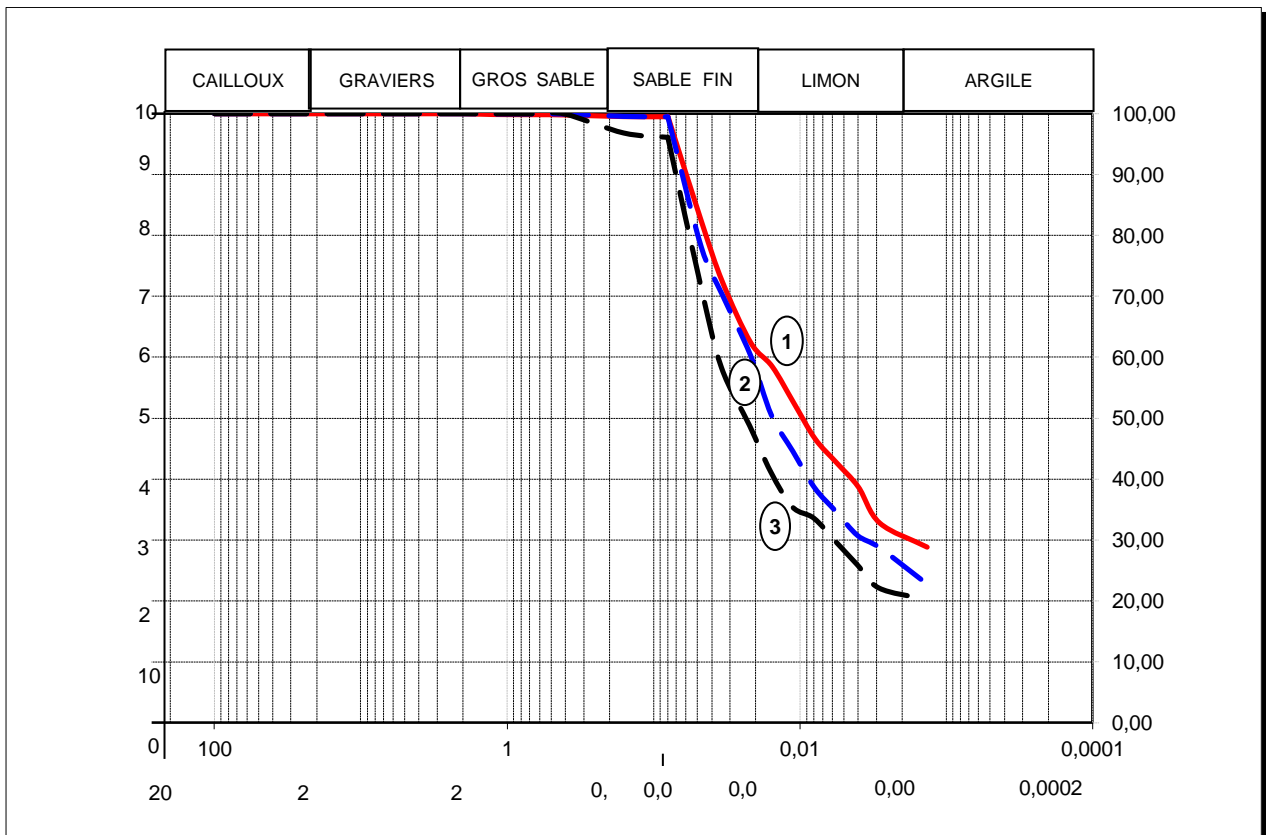
Organisme	Université Tlemcen		Date	15/09/2013
PROJET	Analyse pédologique "Rachgoun 1"			
Désignation des échantillons	(1)		R1E1S	
	(2)		R1E1P	
	(3)		R1E2S	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	100	99	21	33	46
Echantillon N° 02	100	98	21	18	61
Echantillon N° 03	100	100	29	35	36




Fig.21 (b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun1»

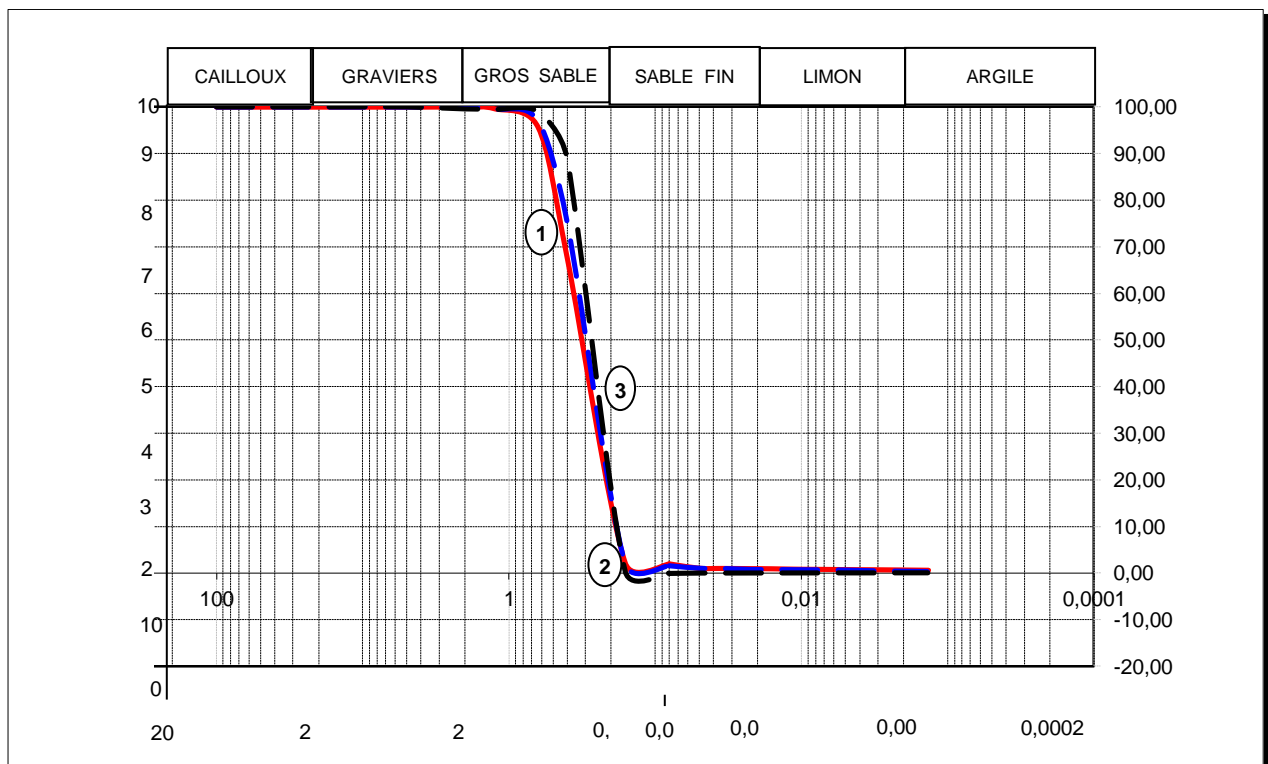
Organisme	Université Tlemcen		Date	15/09/2013
PROJET	Analyse pédologique "Rachgoun 1"			
Désignation des échantillons	(1)		R1E2P	
	(2)		R1E3S	
	(3)		R1E3P	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	100	100	29	32	39
Echantillon N° 02	100	99	23	33	44
Echantillon N° 03	100	96	20	25	55




Fig.22 (a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun2»

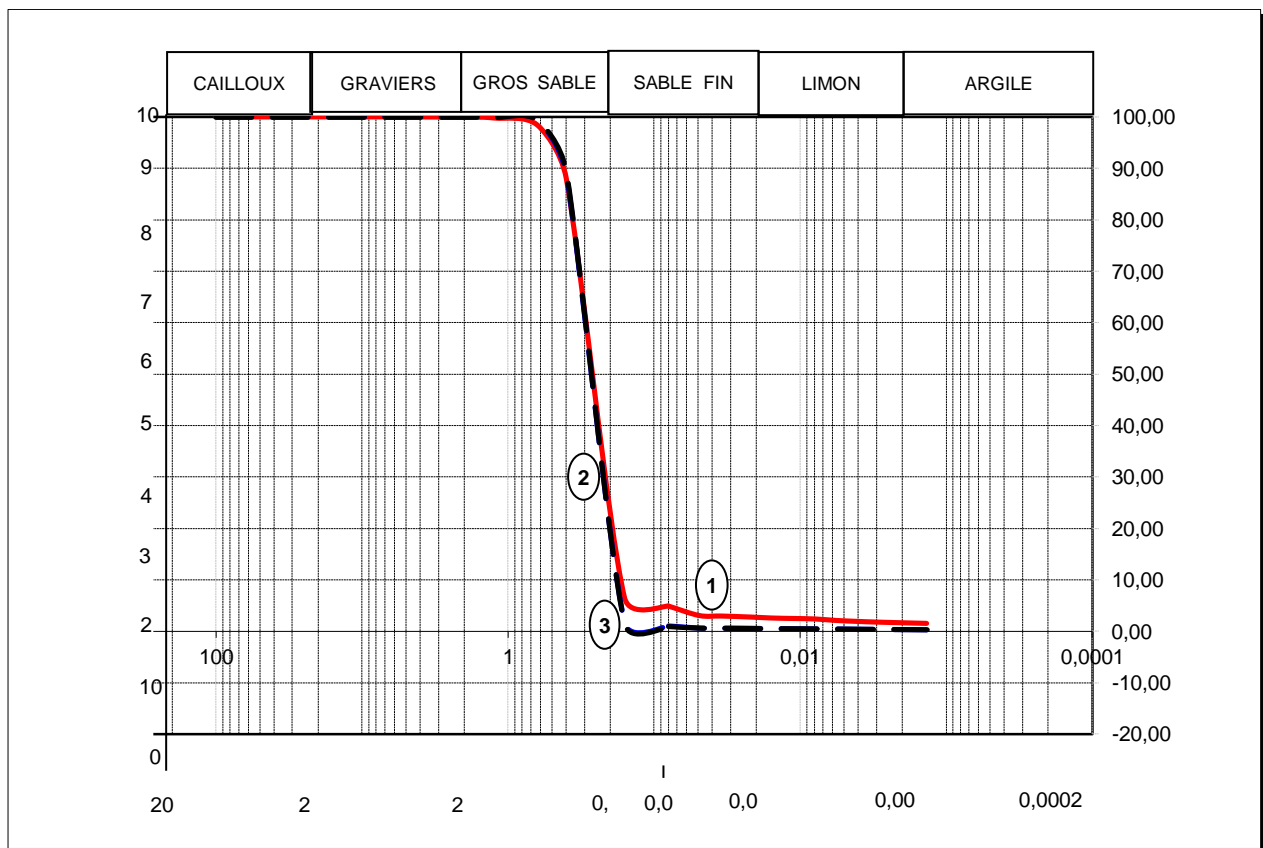
Organisme	Université Tlemcen		Date	15/09/2013
PROJET	Analyse pédologique "Rachgoun 2"			
Désignation des échantillons	(1)		R2E1S	
	(2)		R2E1P	
	(3)		R2E2S	
Analyse granulométrique				



	Tamisé à 2 mm	Tamisé à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	100	2	1	7	92
Echantillon N° 02	100	2	1	8	91
Echantillon N° 03	100	0	1	6	93




Fig.22 (b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Rachgoun2»

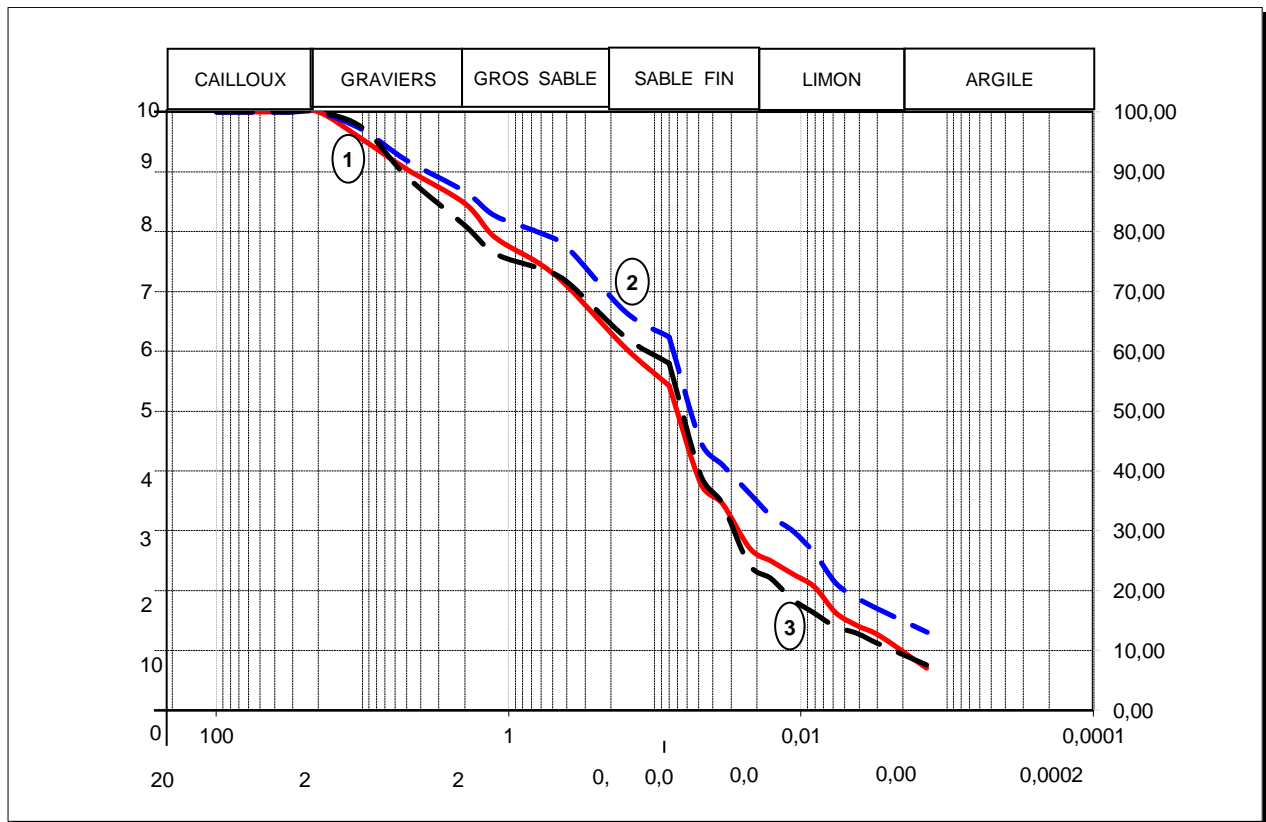
Organisme	Université Tlemcen		Date	15/09/2013
PROJET	Analyse pédologique "Rachgoun 2"			
Désignation des échantillons	(1)		R2E2P	
	(2)		R2E3S	
	(3)		R2E3P	
Analyse granulométrique				



	Tamisé à 2 mm	Tamisé à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	100	5	1	7	92
Echantillon N° 02	100	1	1	8	91
Echantillon N° 03	100	1	2	8	90




Fig.23 (a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Boughrara1»

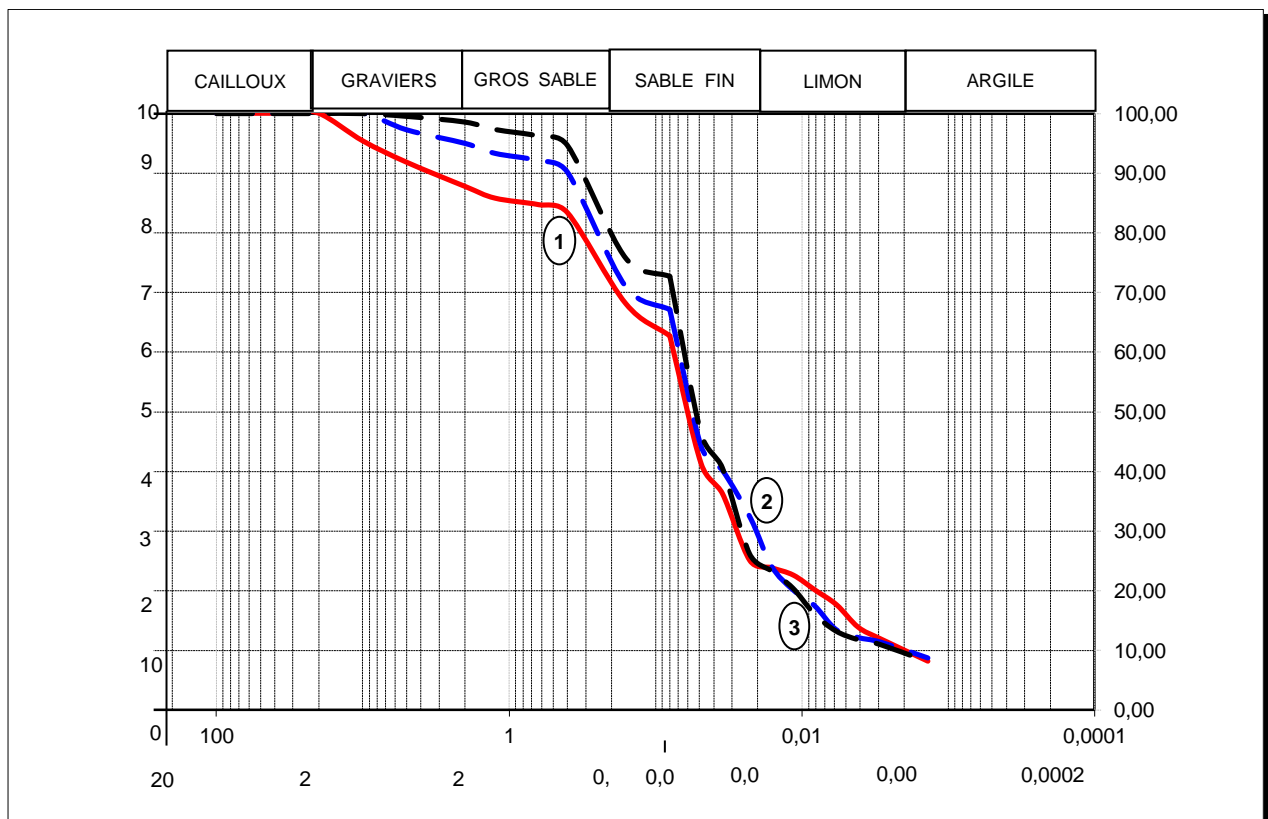
Organisme	Université Tlemcen		Date	22/09/2013
PROJET	Analyse pédologique "Hammam Boughrara1"			
Désignation des échantillons	(1)		H1E1S	
	(2)		H1E1P	
	(3)		H1E2S	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	85	54	7	19	74
Echantillon N° 02	87	62	13	21	66
Echantillon N° 03	81	58	8	16	76




Fig.23 (b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Bouhrara1»

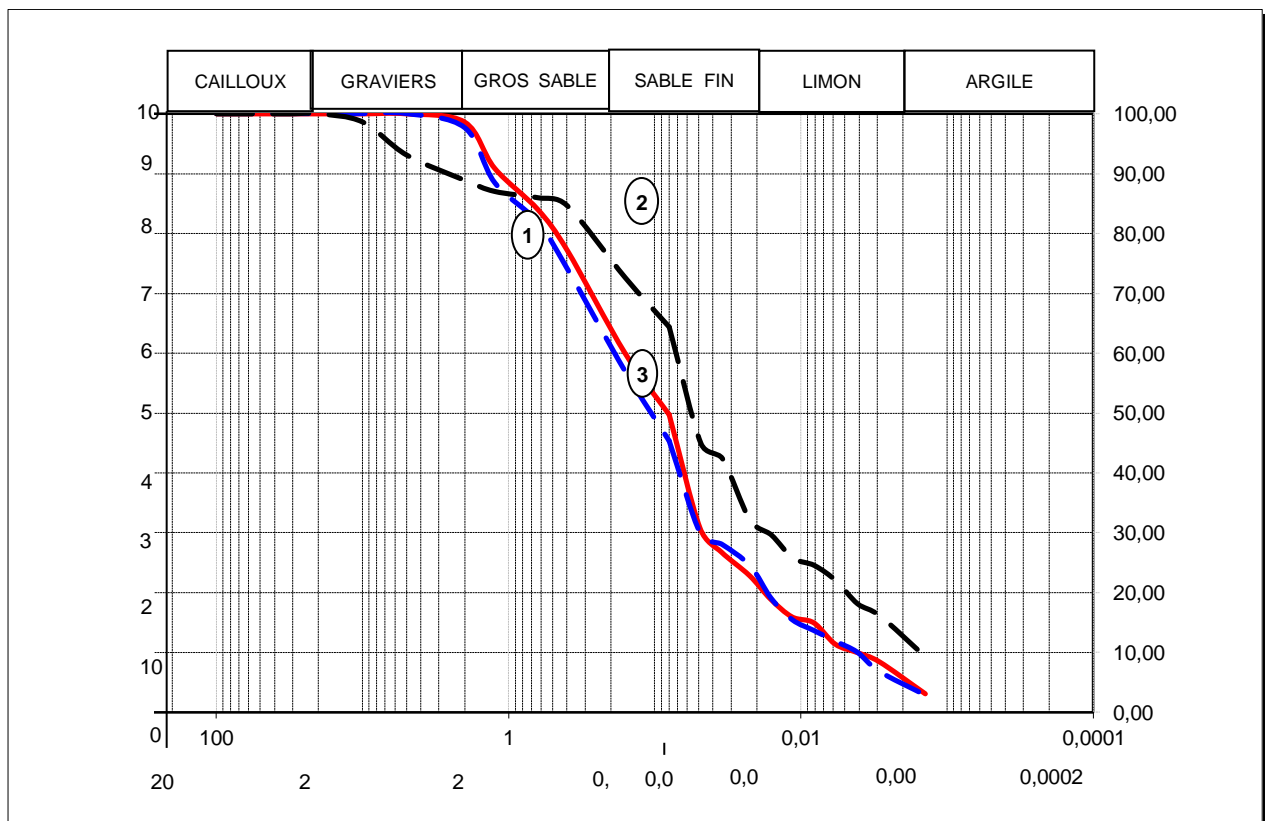
Organisme	Université Tlemcen		Date	22/09/2013
PROJET	Analyse pédologique " Hammam Bouhrara1"			
Désignation des échantillons	(1)		H1E2P	
	(2)		H1E3S	
	(3)		H1E3P	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantill on N° 01	88	63	8	16	76
Echantill on N° 02	95	67	9	19	72
Echantill on N° 03	99	73	8	17	75




Fig.24 (a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Bouhrara2»

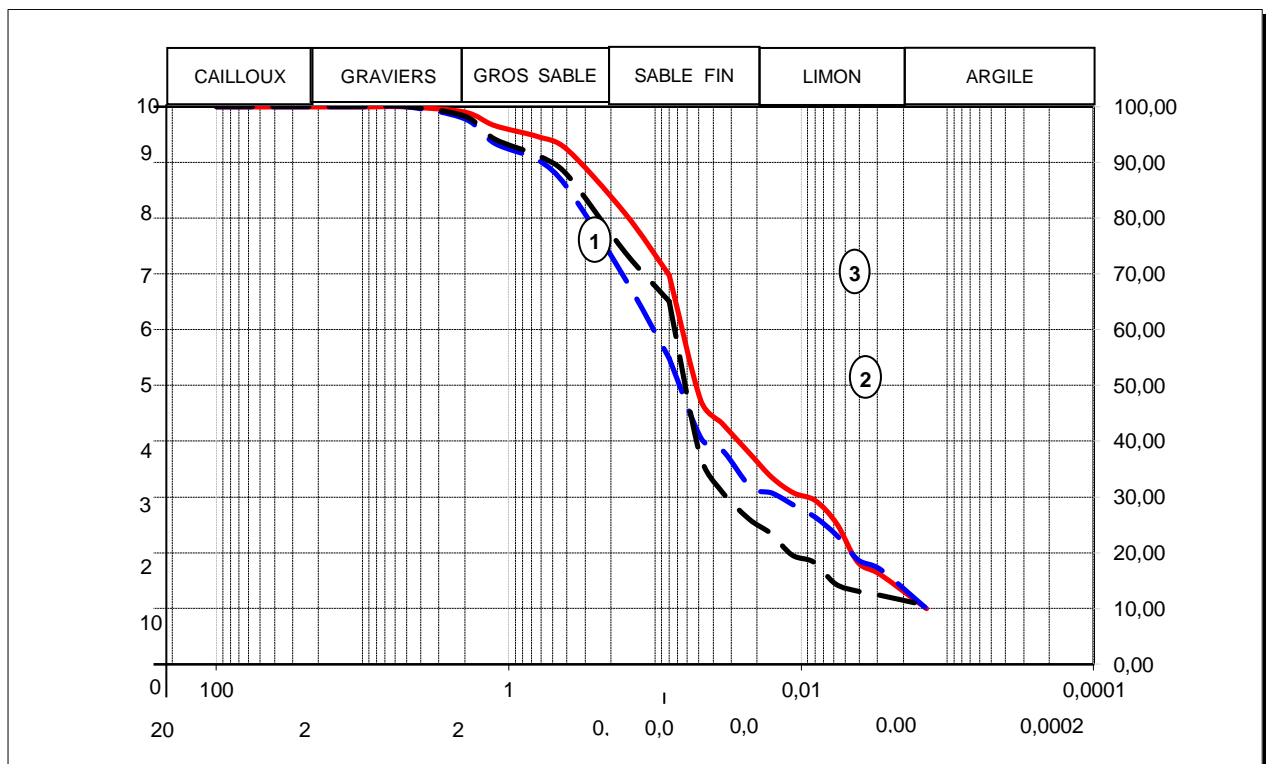
Organisme	Université Tlemcen		Date	22/09/2013
PROJET	Analyse pédologique " Hammam Bouhrara2"			
Désignation des échantillons	(1)		H2E1S	
	(2)		H2E1P	
	(3)		H2E2S	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	99	50	3	18	79
Echantillon N° 02	98	45	3	19	78
Echantillon N° 03	89	64	9	22	69




Fig.24 (b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Hammam Boughrara2»

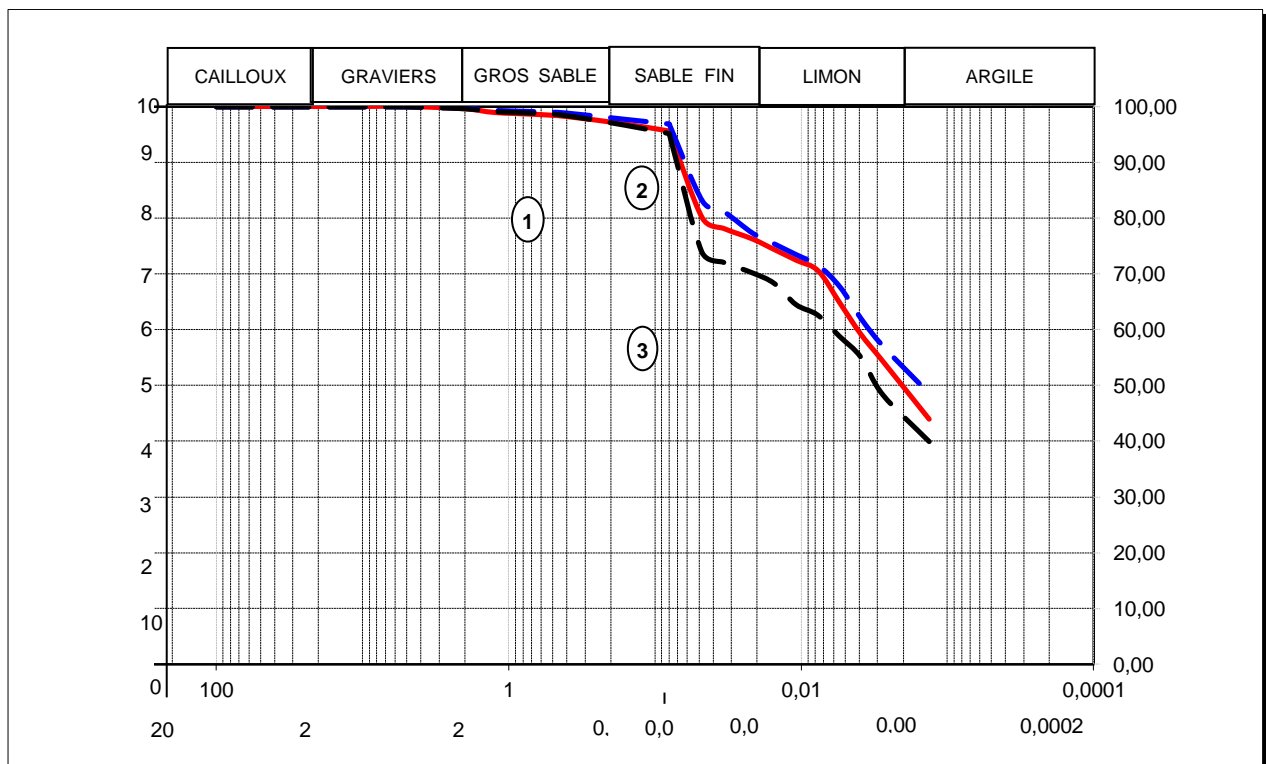
Organisme	Université Tlemcen		Date	22/09/2013
PROJET	Analyse pédologique " Hammam Boughrara2"			
Désignation des échantillons	(1)		H2E2P	
	(2)		H2E3S	
	(3)		H2E3P	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	99	70	10	26	64
Echantillon N° 02	98	55	10	21	69
Echantillon N° 03	98	65	11	14	75




Fig.25 (a) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Tafna »

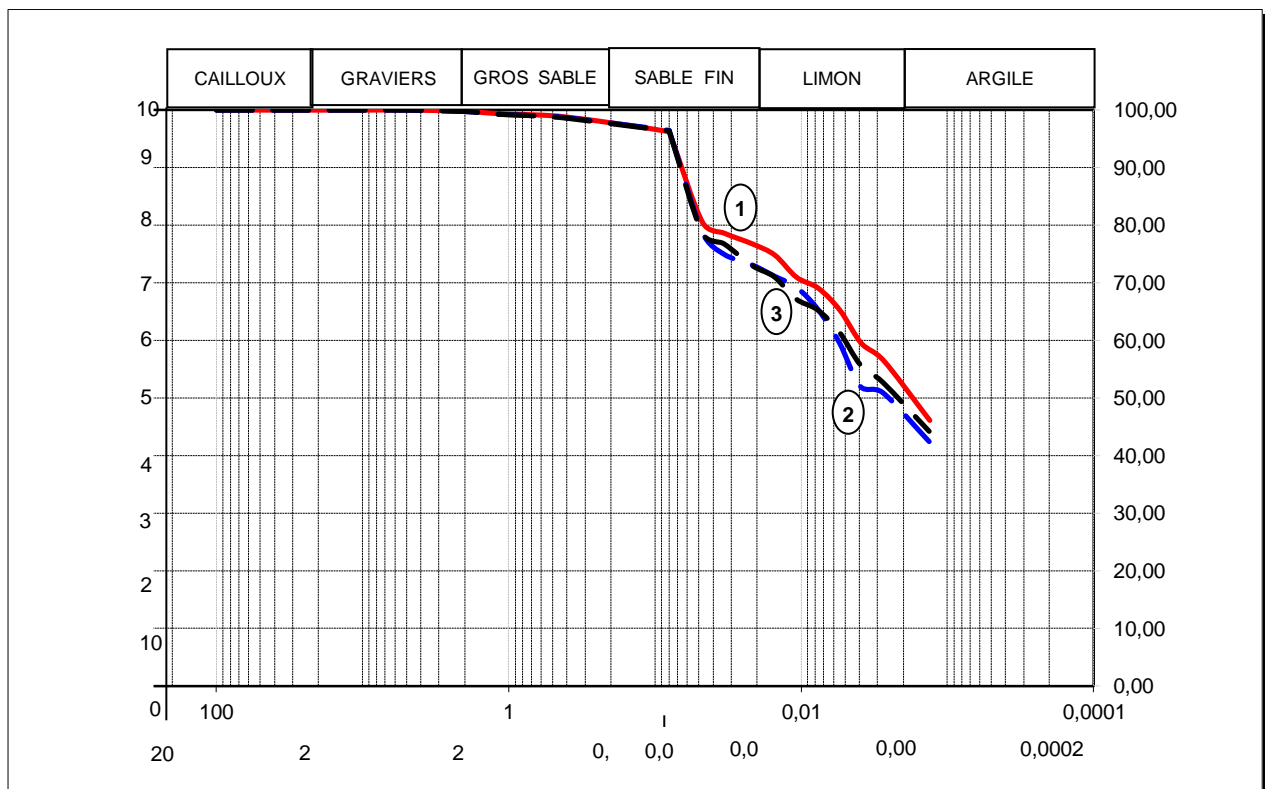
Organisme	Université Tlemcen		Date	22/09/2013
PROJET	Analyse pédologique "Tafna"			
Désignation des échantillons	(1)		TE1S	
	(2)		TE1P	
	(3)		TE2S	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	100	96	44	31	25
Echantillon N° 02	100	97	48	28	24
Echantillon N° 03	100	95	40	29	31

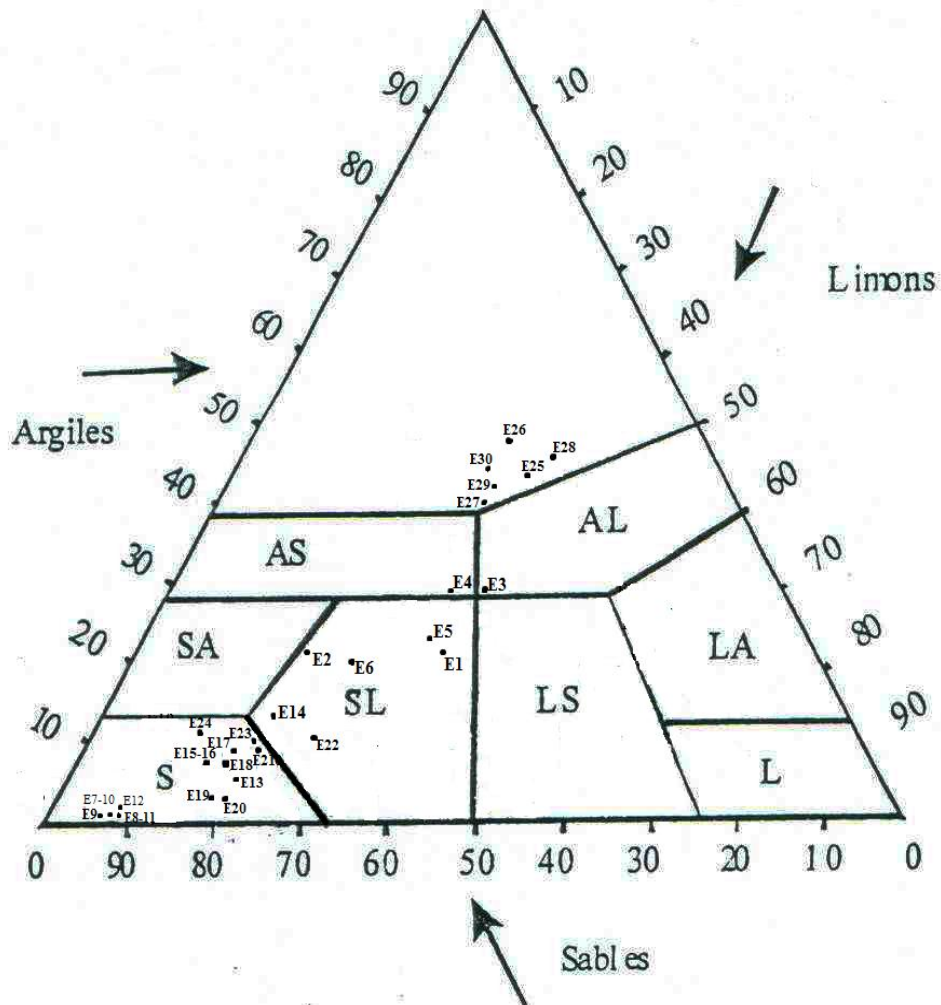
Fig.25 (b) : Résultats de l'analyse granulométrique station « Tafna »

Organisme	Université Tlemcen		Date	15/09/2013
PROJET	Analyse pédologique "Tafna"			
Désignation des échantillons	(1)		TE2P	
	(2)		TE3S	
	(3)		TE3P	
Analyse granulométrique				



	Tamisat à 2 mm	Tamisat à 80 microns	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Echantillon N° 01	100	96	46	30	24
Echantillon N° 02	100	96	42	30	28
Echantillon N° 03	100	96	44	28	28

Fig.26 : Triangle texturale



Légende

- A : texture argileuse
- AS : texture argilo-sableuse
- AL : texture argilo-limoneuse
- L : texture limoneuse
- LA : texture limono-argileuse
- LS : texture limono-sableuse
- S : texture sableuse
- SA : texture sablo-argileuse
- SL : texture sablo-limoneuse



Cliché Bensouna A. 15/12/2012

Photo n° 30: Sol sablonneux érodé de la station de « Rachgoun 2 »



Cliché Bensouna A. 08/11/2013

Photo n°31 : Sol fissuré de la station «Tafna»

6. Conclusion

Pour connaître les caractéristiques édaphiques du sol sur lequel se développe *Arthrocnemum glaucum* et *Arthrophytum scoparium*, il était essentiel de réaliser un ensemble d'analyses mettant en évidence sa nature physique et chimique.

On remarque que les peuplements halophytes étudiés occupent des zones remarquablement variées tant par la localisation topographique que par la texture et les propriétés du sol.

La faible teneur en argile et en humus entraînent une faible stabilité structurale conduit à la dégradation de la surface des sols par le biais de l'érosion. Les sols les plus sensibles sont les sols riches en limons et/ou sables fins. Les limons ont une faible cohésion et sont des particules très fines. Ils sont donc facilement détachés de la matrice du sol et facilement transportés par le ruissellement puisqu'ils sont petits. Les sables fins ont une cohésion encore plus faible. Les sables grossiers ont une très faible cohésion, mais parce que ce sont des sédiments plus gros que les limons et sables fins, ils sont moins facilement transportés par les eaux de ruissellement. Une fourchette très approximative pour une teneur en argile idéale serait entre environ 15% et 30-40%. En-dessous de 15%, la stabilité structurale devient relativement faible et le sol facilement érodé ; au-delà d'environ 40%, le sol a tendance à être lourd, avec une forte rétention de l'eau et une structure tendant à être massive (**Unice, 2008**).

Cette description pédologique des sols de la région d'étude nous donne une idée sur leur origine et leur formation. Ces derniers éléments dépendent beaucoup de la topographie et des facteurs climatiques ainsi que de l'action de l'homme.

CHAPITRE VI

ETUDE FLORISTIQUE

1. Introduction

2. Méthodologie

3. Analyse floristique

3.1. Type biologique

3.2. Type morphologique

3.3. Type biogéographique

3.4. Etude systématique : répartition par familles

3.5. Répartition par saisons

4. Conclusion

1. Introduction

La diversité des situations climatiques de la région méditerranéenne et son histoire géologique et paléogéographique lui ont conféré une végétation naturelle riche et variée. Le nombre d'espèces de plantes à fleur dans le bassin méditerranéen serait de l'ordre de 25000 (**Le Houérou, 1991 in Skouri, 1993**).

Le bassin méditerranéen est le troisième hotspot le plus riche du monde en diversité végétale (**Mittermeier et al., 2004 in Derneği, 2010**). On y trouve environ 30000 espèces de plantes, dont plus de 13000 endémiques ou n'existant nulle part ailleurs. De nombreuses autres découvertes sont faites chaque année (**Plantlife International 2004, in Derneği, 2010**).

L'Oranie se caractérise par une extension particulièrement importante des milieux salés. Les zones halophiles s'étendent surtout dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud ainsi que dans les enclaves arides (**Aimé, 1991**).

Les milieux concernés sont remarquablement variés, tant par la localisation topographique que par les caractéristiques de salure et de régime hydrique : depuis la côte, arrosées par les embruns, jusqu'aux dépressions endoréiques des plaines littorales, en passant par les sources thermales et les affleurements salés des bordures de certains oueds du Tell (**Aimé, 1991**).

La végétation halophile des rivages méditerranéens a fait l'objet de multiples et importantes recherches depuis longtemps. De nombreuses notes et mémoires ont été consacrés à cette végétation par divers auteurs tels que **Braun-Blanquet (1952)**, **Corre (1961)**, **Simoneau (1961)**, **Binet (1970)**, **Bendaânoun (1991)** pour ne citer que les principaux.

La plupart des espèces de la flore spontanée, en Afrique du Nord notamment, sont remarquablement résistantes et bien adaptées à la sécheresse et à la salinité et constituent une part non négligeable des ressources génétiques locales à valeur pastorale, fourragère, limentaire, aromatique et médicinale (**Abdelguerfi et Laouar, 1999 ; Ohba et Amirouche, 2003 in Amirouche et Misset, 2009**).

Dans toutes les zones marginales, les rigueurs climatiques obligent les espèces végétales à des adaptations nécessaires à leur survie. À ces adaptations, **Ozenda (1958, 1964)**

in Pouget (1980) rappelle les plus classiques comme des modifications anatomiques pour réduire la surface évaporante et pour constituer des réserves en accumulant l'eau dans les tissus et des accroissement très important du système racinaire par rapport au système aérien pour aller puiser jusqu'au moindre recoin du sol un peu d'humidité (**Kacharov et Korovine, 1942 in Pouget, 1980**) s'ajoutent des adaptations spécifiques liées à la présence de conditions stationnelles particulières. Ainsi la présence en 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; elle entraîne des troubles nutritionnels et nécessite des adaptations. Certaines espèces augmentent dans leurs tissus le taux de Na⁺, Cl⁻ et Mg⁺⁺ aux dépens de Ca⁺⁺ et K⁺: *Atriplex halimus*, *Suaeda mollis*, *Traganum nudatum*, etc; elles appartiennent pour la plupart à la famille des chénopodiacées. D'autres espèces halophiles comme les graminées (*Aeluropus litoralis*) paraissent s'adapter en limitant au contraire les accumulations de sels minéraux (**Pouget, 1980**). 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**), c'est le cas de l'*Atriplex halimus*.

Dans le cadre géographique, climatique et pédologique précédemment évoqués, nous présentons tout d'abord l'aspect biologique et phytogéographique de la flore de la région, avant d'en aborder l'étude de la répartition de ses groupements végétaux.

2. Méthodologie

La connaissance de la composition floristique de la région d'étude passe principalement par l'intermédiaire d'inventaires botaniques réalisés sur le terrain suivis d'une identification de chaque espèce végétale à partir de la Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (**Quézel et Santa, 1962, 1963**).

Les stations échantillonnées sont celles décrites dans le chapitre « milieu physique ». Nous avons réalisé des relevés exhaustifs avec des placettes permanentes et écartées, de surfaces fixes égales à 100 m² à trois périodes de l'année : au cours du printemps, été et automne 2013. La période printanière coïncide avec l'optimum du tapis végétal sur le plan quantitatif et qualitatif. La période estival correspond à la période défavorable avec disparition des espèces annuelles et les remontées des sels par capillarité ; le moment où seules les halophytes survivent, et la période automnale correspond à la reprise végétative

après les premières pluies. L'étude de la végétation a été réalisée par la méthode de **Braun Blanquet (1951)**. Pour cela, trois sites de chaque station, jugés représentatifs et hétérogènes de point de vue conditions microstationnelles (pente, ouverture du milieu) ont été choisis (photo n°32, 33 et 34).



Cliché Bensouna A. 05/2013

Photo n°32 : Placette n°1 de la station « Rachgoun 2 » : installation d'*Arthrocnemum glaucum*, *Inula crithmoides* et *Hordeum murinum*. Le taux de recouvrement de la végétation avoisine 80%.



Cliché Bensouna A. 05/2013

Photo n°33 : Placette n°2 de la station « Rachgoun 2 » : installation d'*Arthrocnemum glaucum* et *Suaeda maritima*. Le taux de recouvrement de la végétation avoisine 90%.



Cliché Bensouna A. 05/2013

Photo n°34 : Placette n° 3 de la station « Rachgoun 2 » : installation de *Ammophila arenaria*, *Arthrocnemum glaucum* et *Lotus creticus* sur des sables vifs de la plage. Le taux de recouvrement de la végétation ne dépasse pas 50%.

3. Analyse floristique

L'analyse floristique se fonde sur l'analyse des données floristiques de chaque station portées sur les tableaux 15 à 19, sur lesquels sont consignés, à coté du nom de l'espèce selon **Quézel et Santa (1962-1963)** et selon **IPNI²** : la famille, le type biologique, le type morphologique et le type biogéographique.

Tab.15 : Caractérisation floristique Station « Rachgoun 1 »

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Espèces selon IPNI	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Agropyron repens</i> (L.) P.B. p. p.	<i>Agropyron repens</i> (L.) P.Beauv.	Poacées	Ge	HV	Circumbor.
<i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	<i>Salicornia indica</i> Willd.	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
<i>Atriplex chenopodioides</i>	<i>Atriplex chenopodioides</i> Batt.	Chénopodiacées	Th	HA	End.N.A.
<i>Cichorium intybus</i> L.	<i>Cichorium intybus</i> L.	Astéracées	He	HV	Méd.
<i>Conyza naudini</i> Bonnet	<i>Conyza naudinii</i> Bonnet	Astéracées	Th	HA	Naturalisé
<i>Hordeum murinum</i> L.	<i>Hordeum murinum</i> L.	Poacées	Th	HA	Circumbor.
<i>Inula crithmoides</i> L.	<i>Inula crithmoides</i> L.	Astéracées	Ge	HV	Haloph. Méd. Atl.
<i>Juncus maritimus</i> Lamk.	<i>Juncus maritimus</i> Lam.	Juncacées	Ge	HV	Sub.cosmop.
<i>Malva sylvestris</i> L.	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvacées	He	HV	Euras.
<i>Phragmites communis</i> Trin.	<i>Phragmites communis</i> Trin.	Poacées	Ge	HV	Cosmop.
<i>Plantago coronopus</i> L.	<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginacées	He	HV	Euras.
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	Poacées	Th	HA	Paléo-subtrop.
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Polygonacées	Ge	HV	Méd.
<i>Rumex crispus</i> L.	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonacées	Ge	HV	Cosmop.
<i>Sonchus asper</i> (L.) Vill.	<i>Sonchus asper</i> Vill.	Astéracées	Th	HA	Cosmop.

² IPNI : International Plant Names Index (www.ipni.org)

<i>Tamarix gallica</i> L.	<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricacées	Ph	LV	N.Trop.
<i>Xanthium italicum</i> Moretti	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	Astéracées	Th	HV	Naturalisé

Tab.16 : Caractérisation floristique Station « Rachgoun 2 »

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Espèces selon IPNI	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link	<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link	Poacées	Ge	HV	Circum bor
<i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.) Ung.	<i>Salicornia indica</i> Willd.	Chénopodiacées	Ch	LV	Ancien monde
<i>Atriplex chenopodioides</i>	<i>Atriplex chenopodioides</i> Batt.	Chénopodiacées	Th	HA	End.N.A.
<i>Atriplex halimus</i> L.	<i>Atriplex halimus</i> L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop.
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i> L.	<i>Beta maritima</i> L.	Chénopodiacées	He	HV	Euras.-Méd.
<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B.	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
<i>Bromus madritensis</i> L.	<i>Bromus madritensis</i> L.	Poacées	Th	HA	Eur.-Méd.
<i>Bromus rubens</i> L.	<i>Bromus rubens</i> L.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
<i>Cakile maritima</i> Scop.	<i>Cakile maritima</i> Scop.	Brassicacées	Th	HA	Eur-méd
<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.	<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.	Astéracées	Th	HA	Méd.
<i>Chenopodium chenopodioides</i>	<i>Chenopodium chenopodioides</i> (L.) Aellen	Chénopodiacées	Th	HA	Eur.
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Astéracées	Th	HA	Méd.
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i> (L.) Batt.	<i>Chrysanthemum grandiflorum</i> Batt.	Astéracées	He	HV	End.
<i>Cichorium intybus</i> L.	<i>Cichorium intybus</i> L.	Astéracées	He	HV	Méd.
<i>Conyza naudini</i> Bonnet	<i>Conyza naudinii</i> Bonnet	Astéracées	Th	HA	Naturalisé

<i>Hordeum murinum</i> L.	<i>Hordeum murinum</i> L.	Poacées	Th	HA	Circumbor.
<i>Inula crithmoides</i> L.	<i>Inula crithmoides</i> L.	Astéracées	Ge	HV	Haloph. Méd. Atl.
<i>Lavatera maritima</i> Gouan	<i>Lavatera maritima</i> Gouan	Malvacées	Ch	LV	W.Méd.
<i>Lotus creticus</i> L.	<i>Lotus creticus</i> L.	Fabacées	He	HV	M éd.
<i>Ononis natrix</i> L.	<i>Ononis natrix</i> L.	Fabacées	Th	HA	Méd.
<i>Oxalis pes-caprae</i>	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidacées	Ge	HV	Méd.
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	Astéracées	He	HV	Eur-Méd.
<i>Phragmites communis</i> Trin.	<i>Phragmites communis</i> Trin.	Poacées	Ge	HV	Cosmop.
<i>Plantago coronopus</i> L.	<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginacées	He	HV	Euras.
<i>Polygonum maritimum</i> L.	<i>Polygonum maritimum</i> L.	Polygonacées	Ge	HV	Cosmop.
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicacées	Th	HA	Méd.
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth.	<i>Reichardia picroides</i> Roth	Astéracées	He	HV	Méd.
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Polygonacées	Ge	HV	Méd.
<i>Salicornia fruticosa</i> L.	<i>Salicornia fruticosa</i> L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop.
<i>Salsola kali</i> L.	<i>Salsola kali</i> L.	Chénopodiacées	Th	HA	Paléo-Temp.
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Astéracées	He	HV	Méd.
<i>Senecio vulgaris</i> L.	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Astéracées	Th	HA	Subcosmop.
<i>Sonchus asper</i> (L.) Vill.	<i>Sonchus asper</i> Vill.	Astéracées	Th	HA	Cosmop.
<i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumort.	<i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumort.	Chénopodiacées	Th	HA	Cosmop.
<i>Taraxacum officinalis</i>	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	Astéracées	He	HV	Naturalisé
<i>Xanthium italicum</i> Moretti	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	Astéracées	Th	HA	Naturalisé

Tab.17 : Caractérisation floristique Station « Hammam Boughrara 1 »

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Espèces selon IPNI	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Allium paniculatum</i> L.	<i>Allium paniculatum</i> L.	Liliacées	Ge	HV	Paléotemp.
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	Astéracées	Ch	LV	Espèce des canaries à l'EgypteAsie occ.
<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	Chénopodiacees	Ch	LV	Sah-Méd.
<i>Asparagus stipularis</i> Forsk.	<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.	Liliacées	Ge	HV	Macar.Méd
<i>Asteriscus maritimus</i> (L.) Less.	<i>Asteriscus maritimus</i> Less.	Astéracées	He	HV	Canaries, Eur-Merid. A.N.
<i>Atractylis cancellata</i> L.	<i>Atractylis cancellata</i> L.	Astéracées	Th	HA	Circumméd.
<i>Atractylis carduus</i> (Forsk.) Christ.	<i>Atractylis carduus</i> C.Chr.	Astéracées	Ch	HV	Sah.
<i>Atriplex halimus</i> L.	<i>Atriplex halimus</i> L.	Chénopodiacees	Ch	LV	Cosmop.
<i>Avena sterilis</i> L.	<i>Avena sterilis</i> L.	Poacées	Th	HA	Macar.Méd-Irano-Tour.
<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B.	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
<i>Bromus rubens</i> L.	<i>Bromus rubens</i> L.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
<i>Chrysanthemum Grandiflorum</i> (L.) Batt.	<i>Chrysanthemum grandiflorum</i> Batt.	Astéracées	He	HV	End.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poacées	Ge	HV	Paléo-temp
<i>Eryngium tricuspdatum</i> L.	<i>Eryngium tricuspdatum</i> L.	Apiacées	He	HV	W. Méd.
<i>Fagonia cretica</i> L.	<i>Fagonia cretica</i> L.	Zygophyllacées	Ch	HV	Méd.
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Verlot	<i>Fumana thymifolia</i> Spach	Cistacées	Ch	HV	Euras. Af. Sept.
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	<i>Helianthemum virgatum</i> Pers.	Cistacées	Ch	HV	Ibéro-Maur
<i>Lavandula dentata</i> L.	<i>Lavandula dentata</i> L.	Lamiacées	Ch	HV	W.Méd.
<i>Lavandula multifida</i> L.	<i>Lavandula multifida</i> L.	Lamiacées	Ch	HV	Méd.
<i>Linum strictum</i> L.	<i>Linum strictum</i> L.	Linacées	Th	HA	Méd.

<i>Limonium thouini</i> Viv.	<i>Limonium thouinii</i> Kuntze	Plumbaginacées	Th	HA	Méd.
<i>Lygeum spartum</i> L.	<i>Lygeum spartum</i> L.	Poacées	Ge	HV	W.Méd.
<i>Plantago ovata</i> Forssk.	<i>Plantago ovata</i> Forssk.	Plantaginacées	He	HV	Méd.
<i>Plantago serraria</i> L.	<i>Plantago serraria</i> L.	Plantaginacées	He	HV	W.Méd.
<i>Salsola longifolia</i> Forsk.	<i>Salsola longifolia</i> Forsk.	Chénopodiacées	Ch	LV	Méd.
<i>Salsola vermiculata</i> L.	<i>Salsola vermiculata</i> L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Méd.
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Astéracées	He	HV	Méd.
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	<i>Stipa parviflora</i> Desf.	Poacées	Ge	HV	Méd.
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>capitatum</i> L. Briq.	<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiacées	Ch	HV	Eur-Méd.
<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	<i>Thymus ciliatus</i> Benth.	Lamiacées	Ch	HV	End. N.A.
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	<i>Urginea maritima</i> Baker	Liliacées	Ge	HV	Canar-Méd.
<i>Withania frutescens</i> Pauquy	<i>Withania frutescens</i> Pauq.	Solanacées	Ch	LV	Ibéro-Maur
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Desf.	<i>Ziziphus lotus</i> Lam.	Rhamnacées	Ph	LV	Méd.

Tab.18 : Caractérisation floristique Station « Hammam Boughrara 2 »

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Espèces selon IPNI	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Méd.
<i>Asparagus stipularis</i> Forsk.	<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.	Liliacées	He	LV	Macar.-Méd.
<i>Asphodelus microcarpus</i> Salzm. et Viv.	<i>Asphodelus microcarpus</i> Viv.	Liliacées	Ge	HV	Canar-Méd
<i>Asteriscus maritimus</i> (L.) Less.	<i>Asteriscus maritimus</i> Less.	Astéracées	He	HV	Canaries, Eur. Mérid.A.N.
<i>Atractylis cancellata</i> L.	<i>Atractylis cancellata</i> L.	Astéracées	Th	HA	Circumméd.

<i>Atractylis carduus</i> (Forsk.) Christ.	<i>Atractylis carduus</i> C.Chr.	Astéracées	Ch	HV	Sah.
<i>Atriplex halimus</i> L.	<i>Atriplex halimus</i> L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop.
<i>Avena sterilis</i> L.	<i>Avena sterilis</i> L.	Poacées	Th	HA	Macar.Méd-Irano-Tour.
<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B.	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
<i>Bromus rubens</i> L.	<i>Bromus rubens</i> L.	Poacées	Th	HA	Paléo. Subtrop.
<i>Centaurea sulphurea</i> Willd.	<i>Centaurea sulphurea</i> Willd.	Astéracées	Th	HA	Ibéro.-Maur.
<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Chenopodium album</i> L.	Chénopodiacées	Th	HA	Cosmop.
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i> (L.) Batt.	<i>Chrysanthemum grandiflorum</i> Batt.	Astéracées	He	HV	End.
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Convolvulacées	Th	HA	Macar-Méd.
<i>Conyza naudini</i> Bonnet	<i>Conyza naudinii</i> Bonnet	Astéracées	Th	HA	Naturalisé
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Panicum dactylon</i> L.	Poacées	Ge	HV	Thermocosm.
<i>Echium vulgare</i>	<i>Echium vulgare</i> L.	Borraginacées	He	HV	Méd.
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	<i>Helianthemum virgatum</i> Pers.	Cistacées	Ch	HV	Ibéro-Maur
<i>Limonium thouini</i> Viv.	<i>Limonium thouinii</i> Kuntze	Plumbaginacées	Th	HA	Méd.
<i>Lycium europaeum</i> L.	<i>Lycium europaeum</i> L.	Solanacées	Ch	LV	Méd.
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> L.	<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> L.	Aizoacées	Th	HA	Méd-S.Afr.
<i>Pinus halepensis</i> L.	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinacées	Ph	LV	Méd.
<i>Plantago lagopus</i> L.	<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
<i>Plantago psyllium</i> L.	<i>Plantago psyllium</i> L.	Plantaginacées	Th	HA	Sub.-Méd.
<i>Plantago serraria</i> L.	<i>Plantago serraria</i> L.	Plantaginacées	He	HV	W Méd.
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	Poacées	Th	HA	Paléo-subtrop.
<i>Salsola longifolia</i> Forsk.	<i>Salsola longifolia</i> Forssk.	Chénopodiacées	Ch	LV	Méd.
<i>Senecio vulgaris</i> L.	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Astéracées	Th	HA	Sub.cosmop.
<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicacées	Th	HA	Paléo-Temp.
<i>Sonchus asper</i> (L.)	<i>Sonchus asper</i>	Astéracées	Th	HA	Cosmop.

ViII.	Vill.				
<i>Spergularia marginata</i> Kittel em.	<i>Spergularia marginata</i> (DC.) Boreau	Caryophyllacées	Th	HA	Méd.
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	<i>Stipa parviflora</i> Desf.	Poacées	Ge	HV	Méd.
<i>Thapsia garganica</i> L.	<i>Thapsia garganica</i> L.	Apiacées	Ch	HV	Méd.
<i>Withania frutescens</i> Pauquy	<i>Withania frutescens</i> Pauq.	Solanacées	Ch	LV	Ibéro-Maur
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Desf.	<i>Ziziphus lotus</i> Lam.	Rhamnacées	Ph	LV	Méd.

Tab.19 : Caractérisation floristique Station « Tafna »

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Espèces selon IPNI	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulacées	Th	HA	Sub.Cosmop.
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso	Astéracées	Ch	LV	Espèce des canaries à l'EgypteAsie occ.
<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Méd.
<i>Asparagus stipularis</i> Forsk.	<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.	Liliacées	Ge	HV	Macar.Méd
<i>Asteriscus maritimus</i> (L.) Less.	<i>Asteriscus maritimus</i> Less.	Astéracées	He	HV	Canaries, Eur-Merid. A.N.
<i>Atractylis cancellata</i> L.	<i>Atractylis cancellata</i> L.	Astéracées	Th	HA	Circumméd.
<i>Atractylis carduus</i> (Forsk.) Christ.	<i>Atractylis carduus</i> C.Chr.	Astéracées	Ch	HV	Sah.
<i>Atriplex halimus</i> L.	<i>Atriplex halimus</i> L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Cosmop.
<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B.	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
<i>Bromus rubens</i> L.	<i>Bromus rubens</i> L.	Poacées	Th	HA	Paléo-Subtrop.
<i>Calendula arvensis</i> L.	<i>Calendula arvensis</i> L.	Astéracées	Th	HA	Sub-Méd.
<i>Centaurea pullata</i> L.	<i>Centaurea pullata</i> L.	Astéracées	Th	HA	Méd.
<i>Centaurium</i>	<i>Centaurium</i>	Gentianacées	He	HV	Eur. Méd.

<i>umbellatum</i> (Gibb) Beck	<i>umbellatum</i> Gilib.				
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Panicum dactylon</i> L.	Poacées	Ge	HV	Thermocosm.
<i>Echinops spinosus</i> L.	<i>Echinops spinosus</i> L.	Astéracées	He	HV	S.Méd.Sah.
<i>Echium vulgare</i>	<i>Echium vulgare</i> L.	Boraginacées	He	HV	Méd.
<i>Filago spathulata</i> Presl	<i>Filago spathulata</i> C.Presl	Astéracées	Th	HA	Méd.
<i>Helianthemum Virgatum</i> (Desf.) Pers.	<i>Helianthemum virgatum</i> Pers.	Cistacées	Ch	HV	Ibéro-Maur
<i>Lygeum spartum</i> L.	<i>Lygeum spartum</i> L.	Poacées	He	LV	W.Méd.
<i>Ononis natrix</i> L.	<i>Ononis natrix</i> L.	Fabacées	Th	HA	Méd.
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	Astéracées	He	HV	Eur-Méd.
<i>Phalaris bulbosa</i> L.	<i>Phalaris bulbosa</i> L.	Poacées	Th	HA	Macar. Méd.
<i>Phalaris caerulea</i> Desf.	<i>Phalaris caerulea</i> Desf.	Poacées	Ge	HV	Macar.-Méd.
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	Poacées	Th	HA	Méd.
<i>Phlomis herba-venti</i> L.	<i>Phlomis herba-venti</i> L.	Lamiacées	Th	HA	Méd.
<i>Plantago lagopus</i> L.	<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginacées	Th	HA	Méd.
<i>Plantago psyllium</i> L.	<i>Plantago psyllium</i> L.	Plantaginacées	Th	HA	Sub.-Méd.
<i>Salsola vermiculata</i> L.	<i>Salsola vermiculata</i> L.	Chénopodiacées	Ch	LV	Sah-Méd.
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Astéracées	He	HV	Méd.
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Astéracées	Th	HA	cosmop.
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	<i>Stipa parviflora</i> Desf.	Poacées	Ge	HV	Méd.
<i>Teucrium bracteatum</i> Desf.	<i>Teucrium bracteatum</i> Desf.	Lamiacées	Ch	HV	W. N.A.
<i>Withania frutescens</i> Pauquy	<i>Withania frutescens</i> Pauq.	Solanacées	Ch	LV	Ibéro-Maur
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Desf.	<i>Ziziphus lotus</i> Lam.	Rhamnacées	Ph	LV	Méd.

Légende commune aux tableaux 15 à 19

a. Types biologiques

Ph : Phanérophytes

Ch : Chamaephytes

He : Hémicryptophytes

Th : Thérophytes

b. Types morphologiques

H.A : Herbacés annuels

H.V : Herbacés vivaces

L.V : Ligneux vivaces

c. Types biogéographiques

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 Eryp-Asie Occ.

Canaries à Égypte - Asie Occidentale

Circum bor

Circumboréal

Circum méd

Circumméditerranéen

Cosmop

Cosmopolite

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.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.N.A.	Ouest Nord-Africain

3.1. Types biologiques

Les milieux méditerranéens sont, par définition, caractérisés par une forte variation saisonnière. Pour les différents types de végétation, des critères de regroupement des espèces peuvent être fondés sur les stratégies utilisées pour leur survie durant la période défavorable (**Floret et Pontanier, 1982**). Etablie par le botaniste danois **Raunkiaer (1934)**, la classification des types biologiques a l'avantage de refléter de nombreux traits fonctionnels. Elle organise tous les végétaux selon le positionnement des organes de survie (méristèmes de croissance) de la plante durant la période défavorable.

Les différents types biologiques renseignent ainsi sur les formes de croissance et donc sur la réponse des végétaux aux conditions locales de milieu et de perturbation et la classification de Raunkiaer est largement utilisée à travers différents biomes (**Floret et Pontanier, 1982**).

Pour classer les végétaux de notre région d'étude, on retient, cinq types biologiques :

- les phanérophytes (Ph)
- les chamaephytes (Ch)
- les hémicryptophytes (He)
- les géophytes (Ge)
- les thérophytes (Th)

Les traits les plus saillants de la végétation des zones étudiées, envisagées au point de vue des types biologiques de Raunkiaer sont les suivants (Tab.20 et Fig.27) :

- L'instabilité du pourcentage des types biologiques d'une station à une autre. Elle est la conséquence directe de la situation géographique et des caractéristiques édaphiques mais aussi microclimatiques.
- La prédominance des thérophytes dans toutes les stations, sauf pour la station de « Hammam Bouhrara 1 » où la dominance est marquée par les chamaephytes. Selon **Daget (1980)**, la thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques.
- Les phanérophytes sont présents et prennent la dernière position sauf pour la station de « Rachgoun 2 » où sont complètement absents.
- Les géophytes sont moins abondants et plus abondants que les phanérophytes, sauf pour la station de « Rachgoun 1 » où ils dominent. Pour la plupart des géophytes, la présence de bulbes ou de rhizomes représente une bonne adaptation aux longues périodes de froid hivernal et de sécheresse estivale; nul besoin alors de développer un système racinaire considérable (**Pouget, 1980**).

En vue de comparer les communautés végétales, (**Orshan et al., 1988 ; Danin et Orshan, 1990 ; Floret et al., 1990 in Aidoud, 2003**) cherchaient les relations pouvant exister entre les types biologiques, les traits fonctionnels des plantes et l'environnement. Il ressort de ces travaux, une bonne adaptation à la sécheresse des chamaephytes parmi les espèces persistantes et des thérophytes parmi les éphémères, alors que les hémicryptophytes et géophytes augmentent avec la pluviosité et le froid. Ces relations, à l'échelle régionale, sont cependant masquées par l'influence de l'action de l'homme.

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 Pontanier, 1982).

La répartition des types biologiques suit les schémas suivants :

- Station de « Rachgoun 1 » : $Th \geq Ge > He > Ch \geq Ph$
- Station de « Rachgoun 2 » : $Th > He > Ge > Ch >$
- Station de « Hammam Boughrara 1 » : $Ch > Th \geq He \geq Ge > Ph$
- Station de « Hammam Boughrara 2 » : $Th > Ch > He > Ge > Ph$
- Station de « Tafna » : $Th > Ch > he > Ge > Ph$

Ces types biologiques peuvent être classés selon Floret et Pontanier (1982) en :

- Espèces arido-passives comprennent les annuelles qui complètent leur cycle plus ou moins rapidement durant la période pluvieuse et dont les graines, durant la période sèche, résistent facilement à la dessiccation ; elles comprennent aussi des espèces pérennes qui perdent leurs feuilles durant la période sèche et ont leurs réserves sous forme de rhizomes ou de bulbes. Ce sont, au sens de Raunkiaer soit des Chamaephytes, soit des Hémicryptophytes, soit des Géophytes, qui sont prêts à mobiliser leurs réserves très rapidement, plus rapidement même que les annuelles au début de la période pluvieuse suivante.

- Espèces arido-actives doivent disposer de réserves en eau pour fonctionner, même au ralenti. Ce sont exclusivement des espèces pérennes, que Noy-Meir (1973) sépare en deux catégories : les « persistantes fluctuantes » qui réduisent et perdent leurs feuilles, ou encore les remplacent par de plus petites, en période de sécheresse, et les « persistantes permanentes » qui possèdent les caractéristiques classiques des xérophytes (cuticule épaisse ; stomates rares et enfoncés ; tiges et pousses photosynthétiquement actives ; feuilles petites, succulentes ou épineuses). Les arido-actives conservent une biomasse verte durant toute l'année.

Tab.20: Pourcentages des types biologiques

Types biologiques	Station « Rachgoun 1 »		Station « Rachgoun 2 »		Station « Hammam Boughrara 1 »		Station « Hammam Boughrara 2 »		Station « Tafna »	
	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%
Thérophytes	6	35,29	17	47,22	6	18,18	17	48,57	14	41,17
Chamaephytes	1	5,89	4	11,11	14	42,42	8	22,85	8	23,53
Hemicryptophytes	3	17,64	9	25	6	18,18	5	14,28	7	20,58
Géophytes	6	35,29	6	16,67	6	18,18	3	8,57	4	11,76
Phanérophytes	1	5,89	0	0	1	3,03	2	5,71	1	2,94

• **L'indice de perturbation**

Pour pouvoir apprécier l'état de dégradation des groupements, un indice de perturbation (IP) a été calculé pour chaque station. Cet indice défini par **Loisel et Gamila (1993)** est donné par le rapport suivant :

$$IP = \frac{\text{nombre de chamaephytes} + \text{nombre de thérophytes}}{\text{nombre total des espèces}}$$

Les valeurs obtenues sont portées sur le tableau ci-dessous (Tab.21).

Tab.21 : Indice de perturbation des stations étudiées

Station	Indice de perturbation
Station « Rachgoun 1 »	0,41
Station « Rachgoun 2 »	0,58
Station « Hammam Boughrara 1 »	0,60
Station « Hammam Boughrara 2 »	0,71
Station « Tafna »	0,64

L'examen du tableau montre un indice varié d'une station à une autre. La station qui présente l'indice le plus bas est celle de « Rachgoun 1 », celle qui présente l'indice le plus fort est « Hammam Bouhrara 2 » avec une valeur de 0,71.

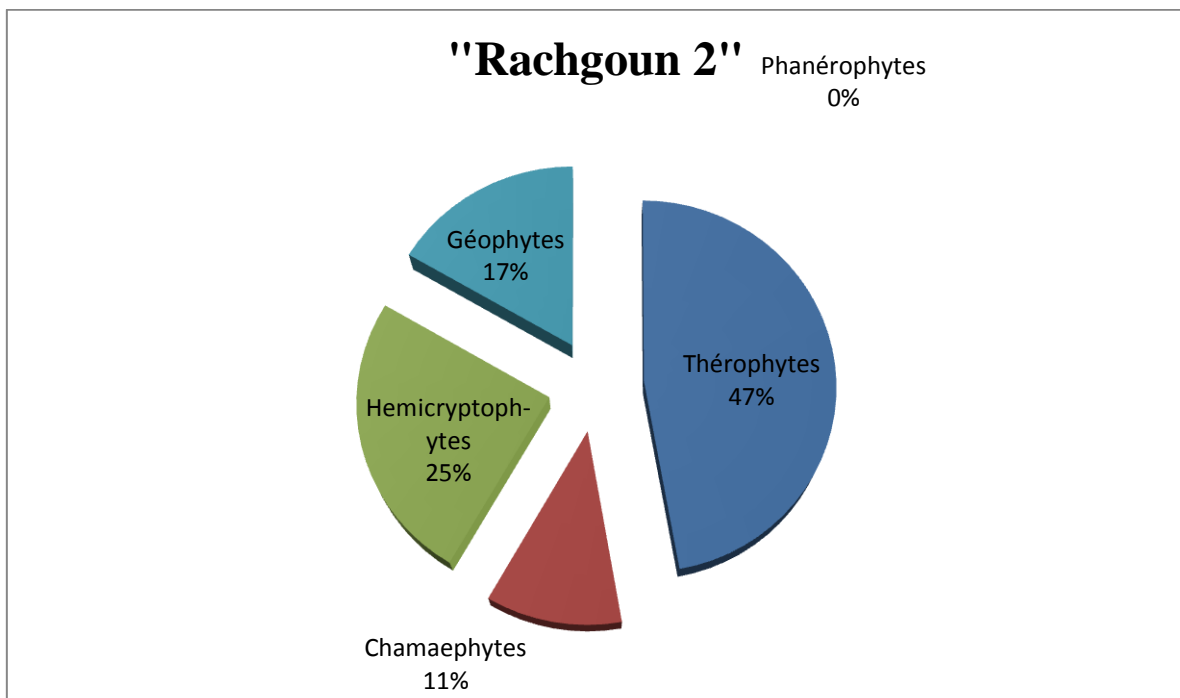
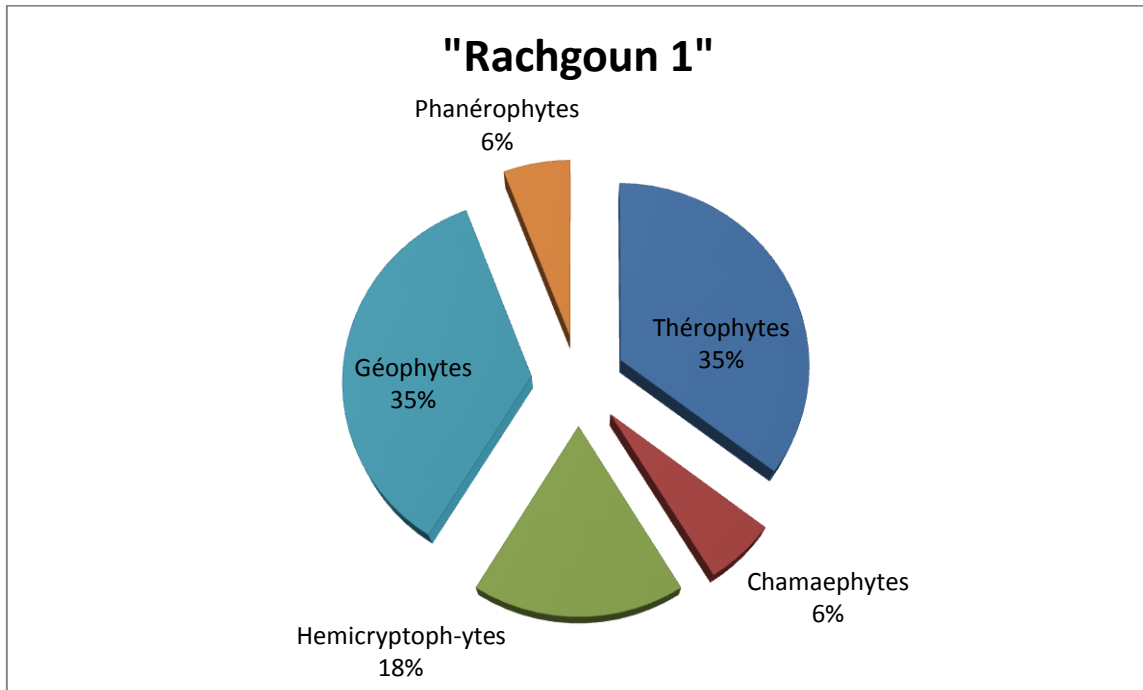
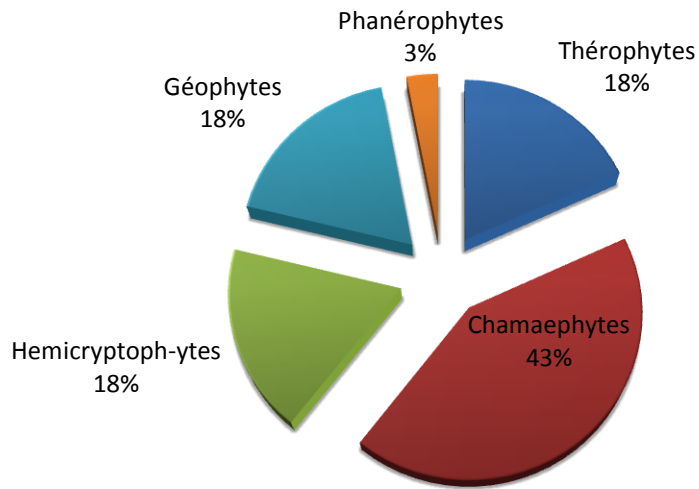
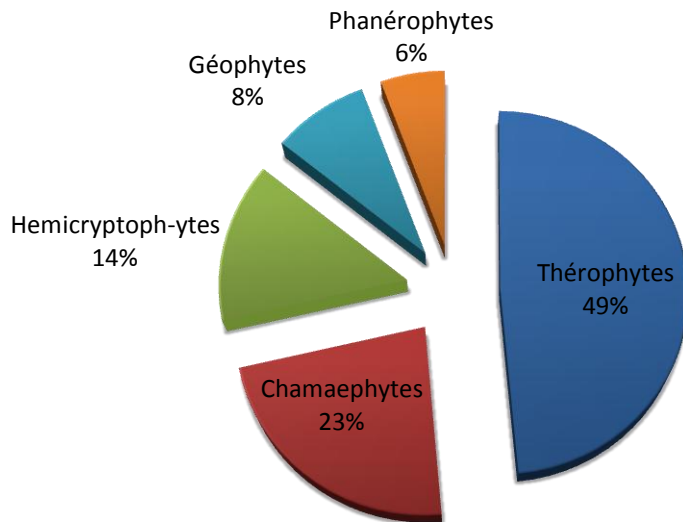


Fig.27 (a) : Répartition des espèces selon les types biologiques

"Hammam Boughrara 1"



"Hammam Boughara 2"



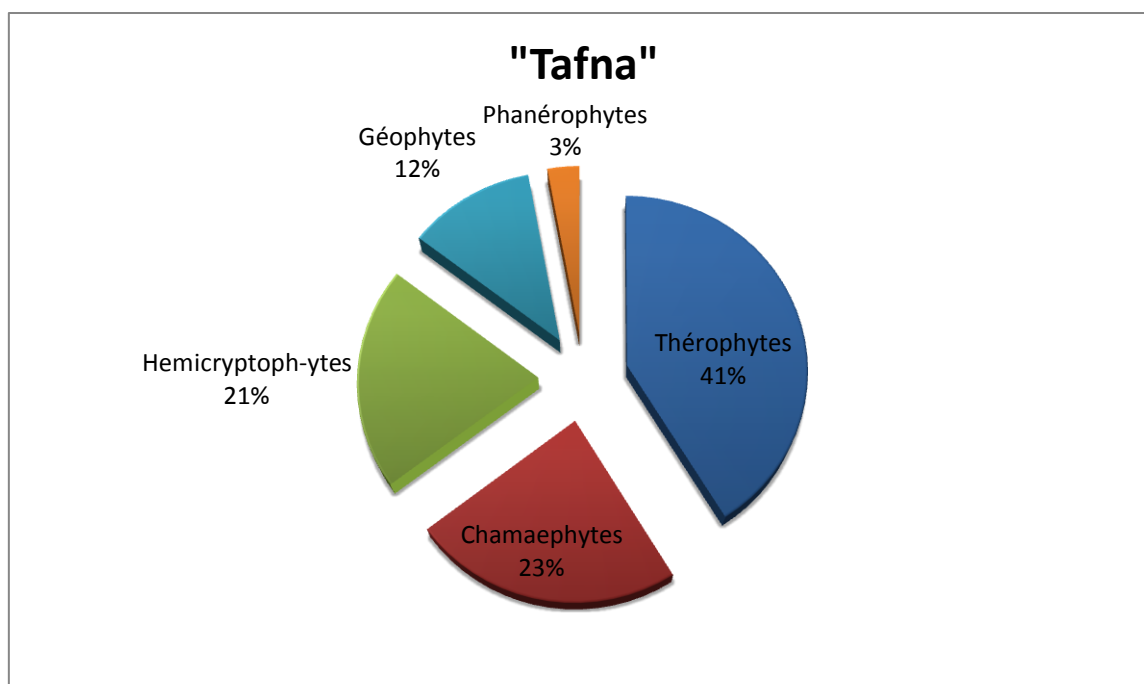


Fig.27 (b) : Répartition des espèces selon les types biologiques

3.2. Types morphologiques

Pour classer les végétaux de notre région d'étude, on retient, trois types morphologiques :

- Les ligneux vivaces
- Les herbacées annuelles
- Les herbacées vivaces

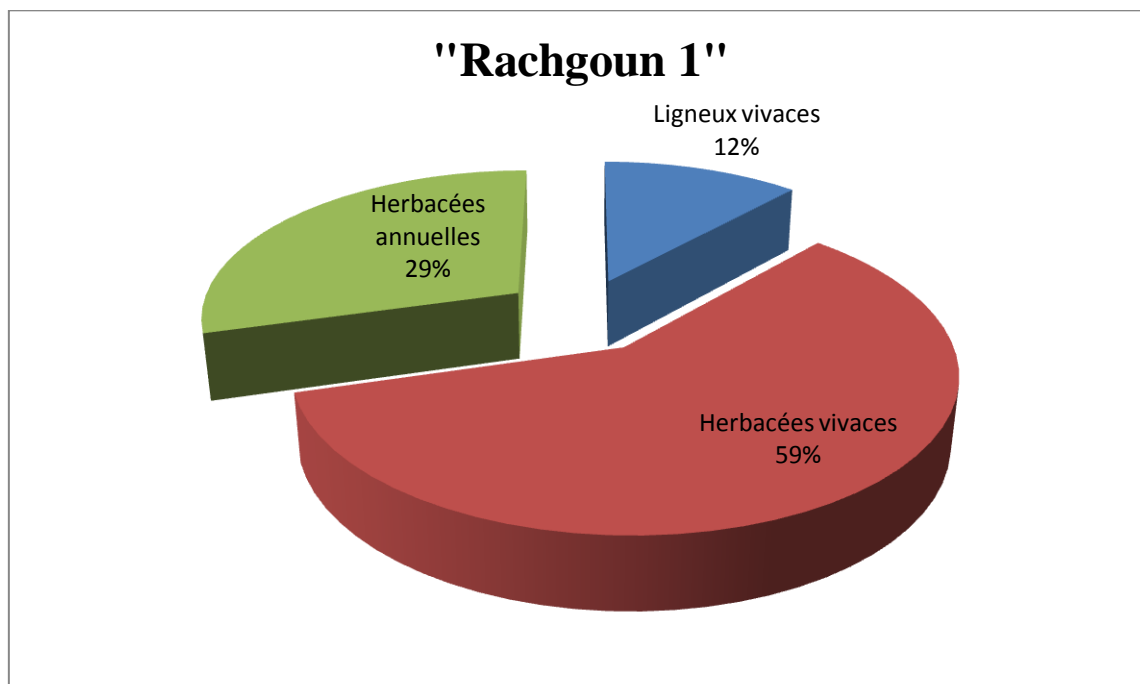
Le couvert végétal est dominé par les herbacées vivaces pour les stations « Rachgoun 1 » et « Hammam Boughrara 1 », tandis qu'il est dominé par les herbacées annuelles pour le reste des stations. Les ligneux vivaces prennent toujours la dernière position pour l'ensemble des stations (Tab. 22 et Fig.28) La dominance des herbacées annuelles peut enjoltrer un déséquilibre de l'écosystème en augmentant les problèmes d'érosion du sol par les pluies automnale ce qui conduit à une grande proportion de sol nu. Par contres, les pertes d'eau de l'écosystème par l'écoulement est réduite grâce aux ligneux qui améliorent l'infiltration d'eau dans le sol.

La dominance des herbacées annuelles pourrait s'expliquer par la stratégie « r » qu'elles adoptent, elles ont un taux de croissance exponentiel, au dépend des ligneux de type

« K », mais aussi d'une dégradation des ligneux conduisant au phénomène de thérophytisation.

Tab.22 : Pourcentage des types morphologiques

Types Morphologique	Station « Rachgoun 1 »		Station « Rachgoun 2 »		Station « Hammam Bouhrara 1 »		Station « Hammam Bouhrara 2 »		Station « Tafna »	
	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%
Ligneux vivaces	2	11,76	4	11,11	7	21,21	8	22,85	7	20,58
Herbacées vivaces	10	58,82	15	41,67	20	60,60	10	28,57	13	38,23
Herbacées annuelles	5	29,41	17	47,22	6	18,18	17	48,57	14	41,17



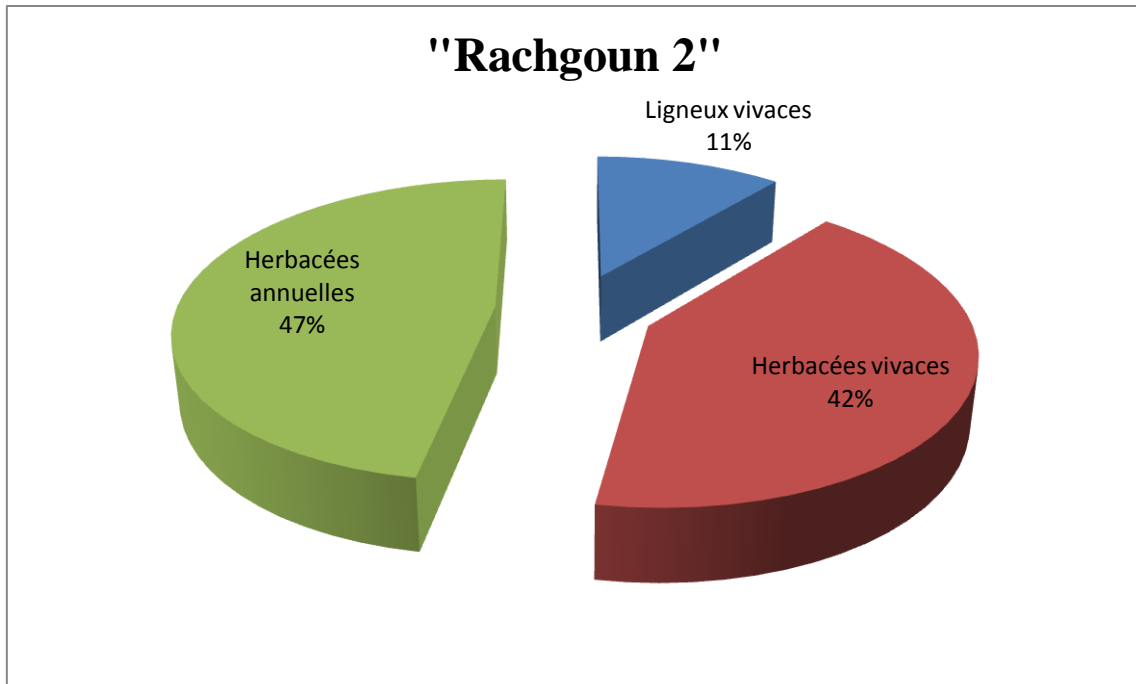
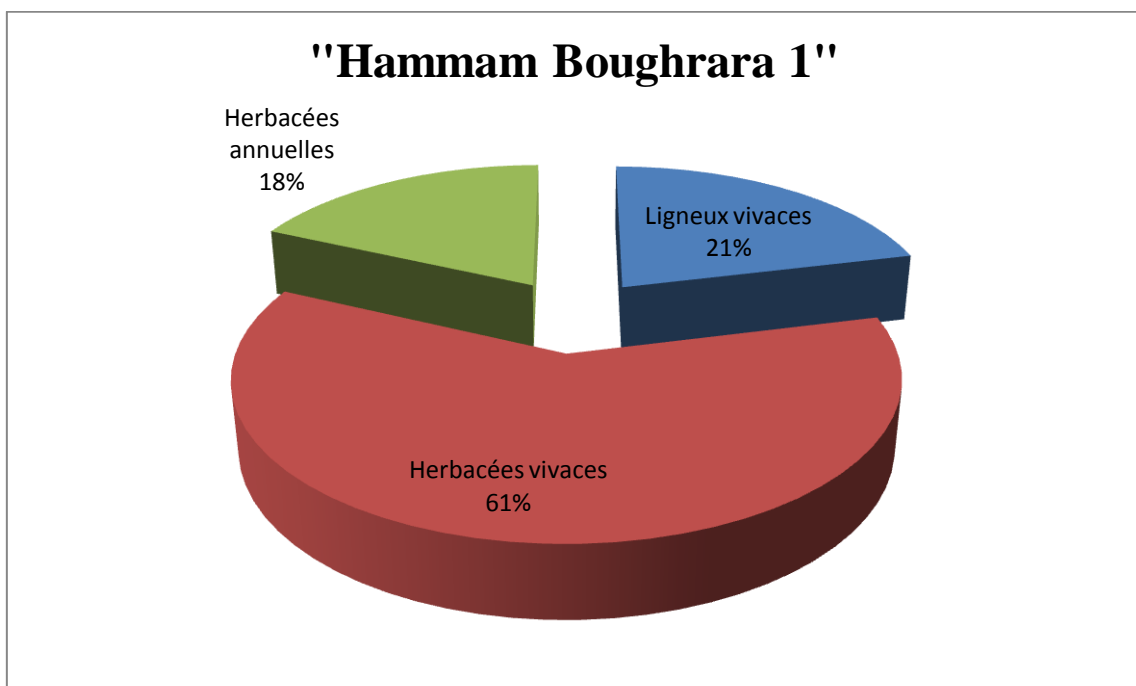


Fig.28 (a) : Répartition des espèces selon les types morphologiques



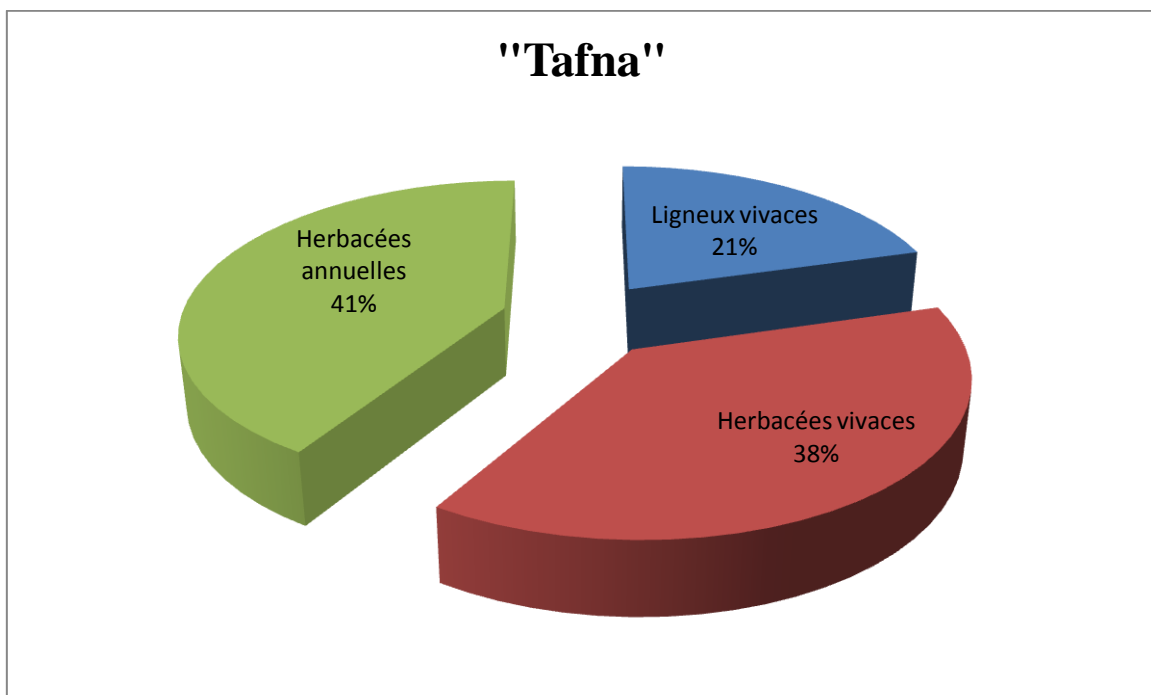
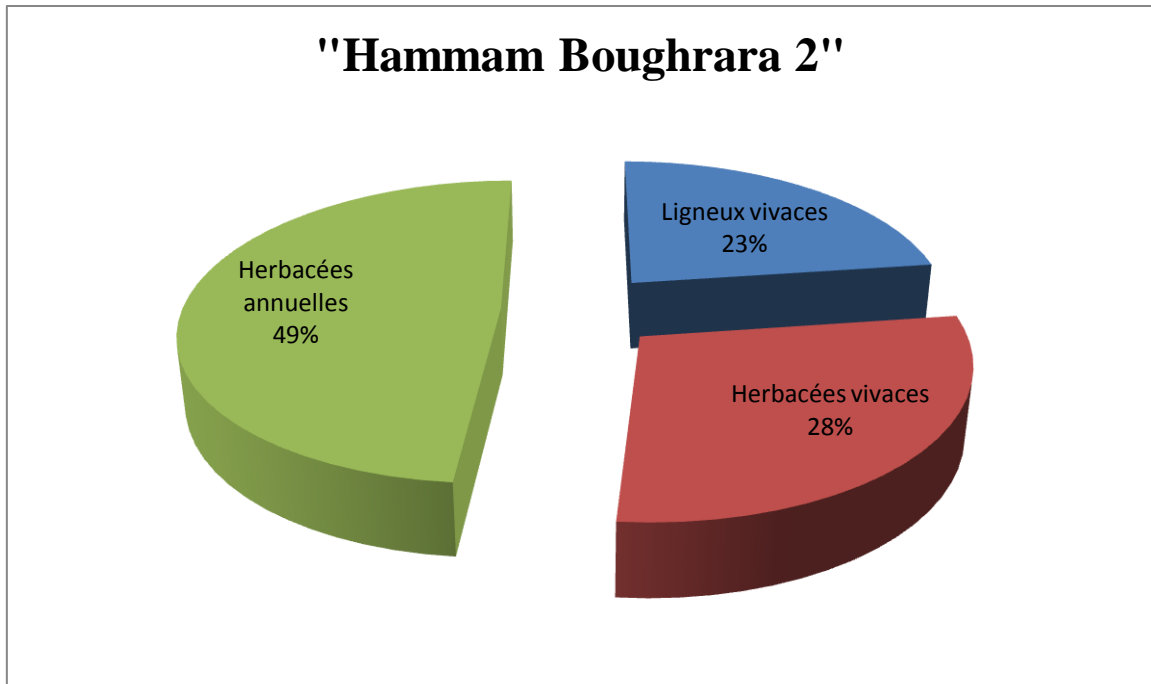


Fig.28 (b) : Répartition des espèces selon les types morphologiques

3.3. Types biogéographiques

L'analyse biogéographique de la flore de notre région d'étude peut contribuer à la compréhension des modalités de leur mise en place.

La répartition géographiques des végétaux n'est pas immuable, mais se modifie au cours des temps, soit parce que l'espèce s'étend ou régresse suivant le degré d'efficacité de ses moyens de dissémination, soit parce que le milieu lui-même se modifie (**Ozenda, 1982**).

Les aires géographiques des espèces peuvent avoir des surfaces très différentes : les unes couvrent des continents entiers, d'autres se réduisent à une seule localité : les extrêmes peuvent se présenter même parmi les différentes espèces d'un même genre (**Ozenda, 1982**).

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**).

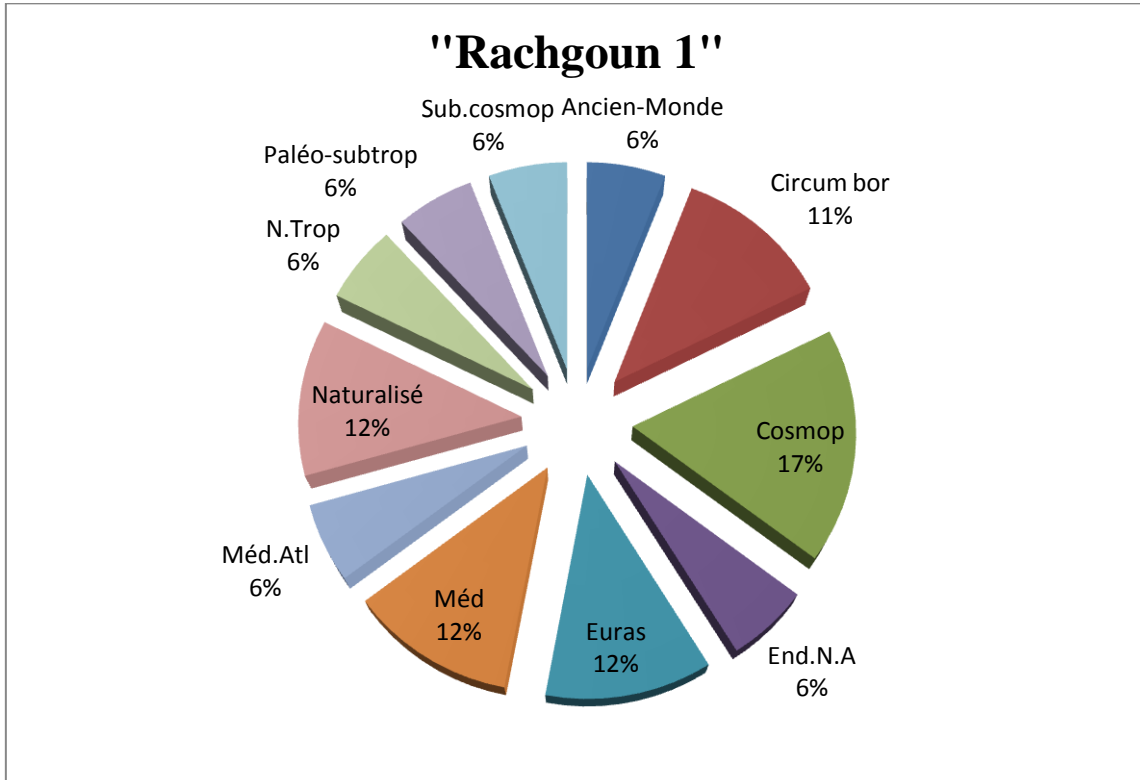
La distribution des différentes espèces échantillonnées, par élément phytogéographique est très hétérogène dans les cinq stations. L'analyse de la figure 29 et du tableau 23 montre la nette prépondérance des espèces méditerranéennes sauf pour la station de « Rachgoun 1 » où l'élément cosmopolite domine suivi par les éléments méditerranéens, eurasiatiques et naturalisés. En ce qui concerne les endémiques, ils sont absents pour les stations de « Rachgoun 1 » et « Tafna ». Pour le reste des stations, leur taux avoisine 3 %. Selon **Ozenda (1982)**, les endémiques ne sont pas réparties au hasard, mais se trouvent dans les régions dont la flore a été, pour des raisons géographiques actuelles ou passées, relativement isolée. Cependant pour **Le Floc'h (1995) in Neffati et al. (1999)**, les endémiques doivent occuper une place de première importance au niveau des programmes de conservation des ressources phytogénétiques.

Selon Eurostat, l'Office européen des statistiques, la région méditerranéenne possède des zones biogéographiques parmi les plus rares au monde ainsi qu'une biodiversité de première importance. Et sur les 25 000 espèces connues de plantes méditerranéennes (9,2% des espèces identifiées dans le monde sur un territoire représentant seulement 1,5% de la surface terrestre), la moitié sont particulièrement bien adaptées notamment aux périodes sèches et 25% sont endémiques qui ne se trouvent nulle part ailleurs dans le monde (**Chaabane, 2010**). Aussi la présence d'espèces à affinité saharienne, saharo-méditerranéenne, saharo-sindienne méditerranéenne et Nord tropicale montre le caractère thermophile de la flore de la zone 2. Les autres éléments phytogéographiques prennent des valeurs très variables selon les stations.

Tab.23 : Pourcentage des types biogéographiques

Types biogéographiques	Station « Rachgoun 1 »		Station « Rachgoun 2 »		Station « Hammam Boughrara 1 »		Station « Hammam Boughrara 2 »		Station « Tafna »	
	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%
Ancien-Monde	1	5,89	1	2,77	-	0	-	0	-	0
Canar,Eur.merid.A.N	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	1	2,94
Canar. Méd.	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	-	0
Canar.à Eryp-Asie Occ.	-	0	-	0	1	3,03	-	0	1	2,94
Circum bor	2	11,76	2	5,55	-	0	-	0	-	0
Circum méd	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	1	2,94
Cosmop	3	17,64	6	16,67	1	3,03	3	8,57	2	5,88
End	-	0	1	2,77	1	3,03	1	2,85	-	0
End.N.A	1	5,89	1	2,77	1	3,03	-	0	-	0
Eur.	-	0	1	2,77	-	0	-	0	-	0
Eur.Méd	-	0	3	8,33	1	3,03	-	0	2	5,88
Euras	2	11,76	1	2,77	-	0	-	0	-	0
Euras.Af.Sept	-	0	-	0	1	3,03	-	0	-	0
Euras.-Méd.	-	0	1	2,77	-	0	-	0	-	0
Ibéro-Maur	-	0	-	0	2	6,06	3	8,57	2	5,88
Macar-Méd	-	0	-	0	1	3,03	2	5,71	3	8,82
Macar-Méd-Irano-Tour	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	-	0
Méd	2	11,76	10	27,77	9	27,27	10	28,57	10	29,41
Méd.Atl	1	5,89	1	2,77	-	0	-	0	-	0
Méd- S. Afr.	-	0	-	0	-	0	1	2,85	-	0
Naturalisé	2	11,76	3	8,33	-	0	1	2,85	-	0
N.Trop	1	5,89	-	0	-	0	-	0	-	0
Paléo-subtrop	1	5,89	2	5,55	2	6,06	3	8,57	2	5,88
Paléo-temp	-	0	1	2,77	2	6,06	1	2,85	-	0
S.Méd.Sah	-	0	-	0	-	0	-	0	1	2,94
Sah.	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	1	2,94
Sah.Méd	-	0	-	0	2	6,06	1	2,85	2	5,88

Sub.cosmop	1	5,89	1	2,77	-	0	1	2,85	1	2,94
Sub-Méd	-	0	-	0	-	0	1	2,85	2	5,88
Thermocosm.	-	0	-	0	-	0	1	2,85	1	2,94
W.Méd	-	0	1	2,77	4	12,12	1	2,85	1	2,94
W. N.A.	-	0	-	0	-	0	-	0	1	2,94



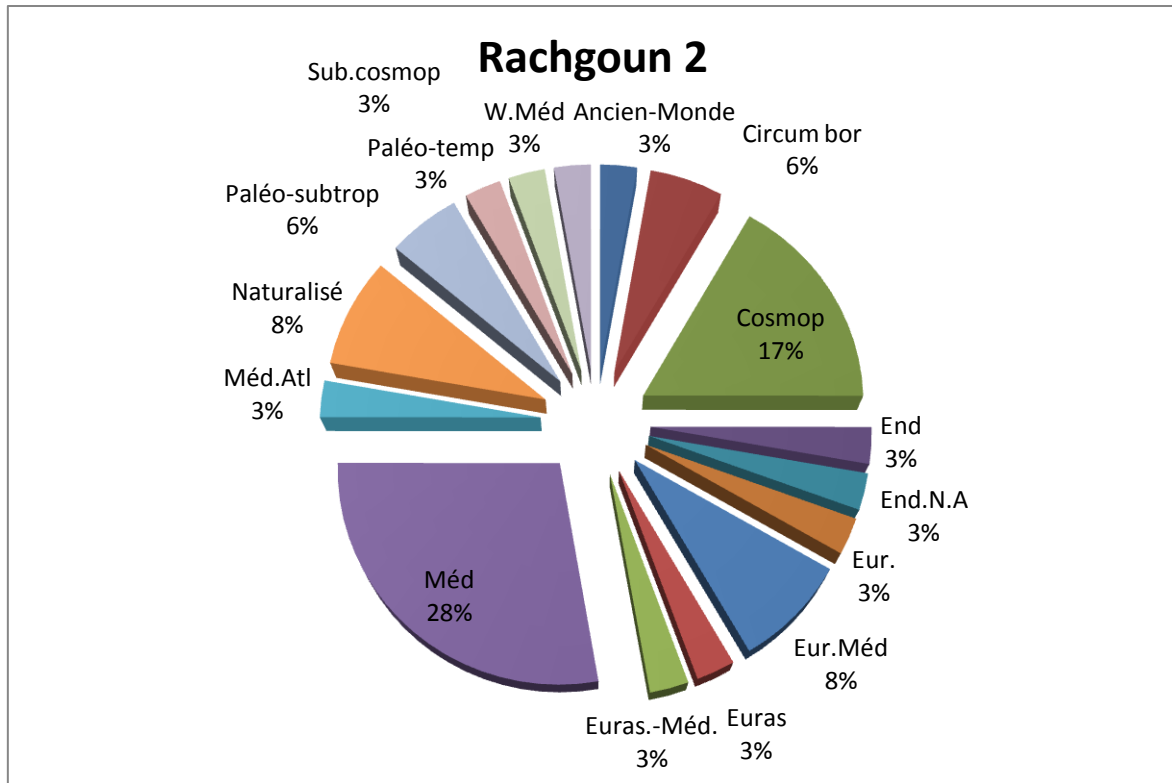
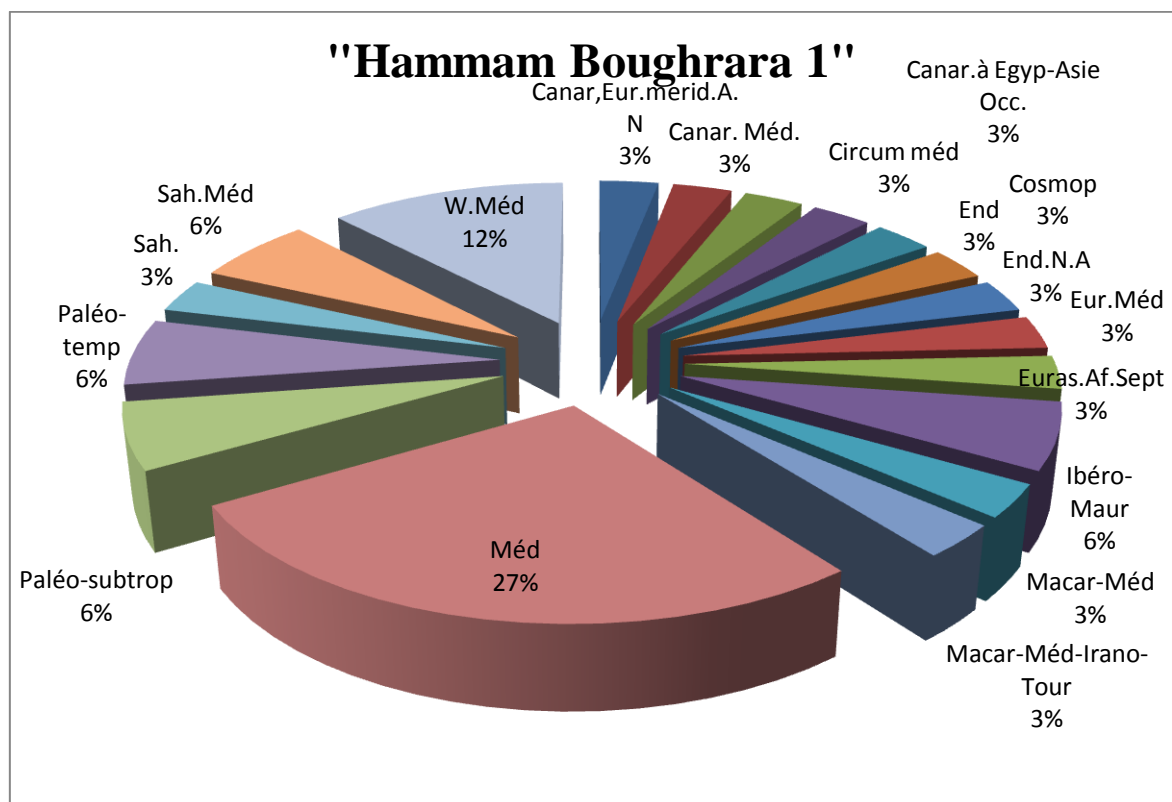


Fig.29 (a) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques



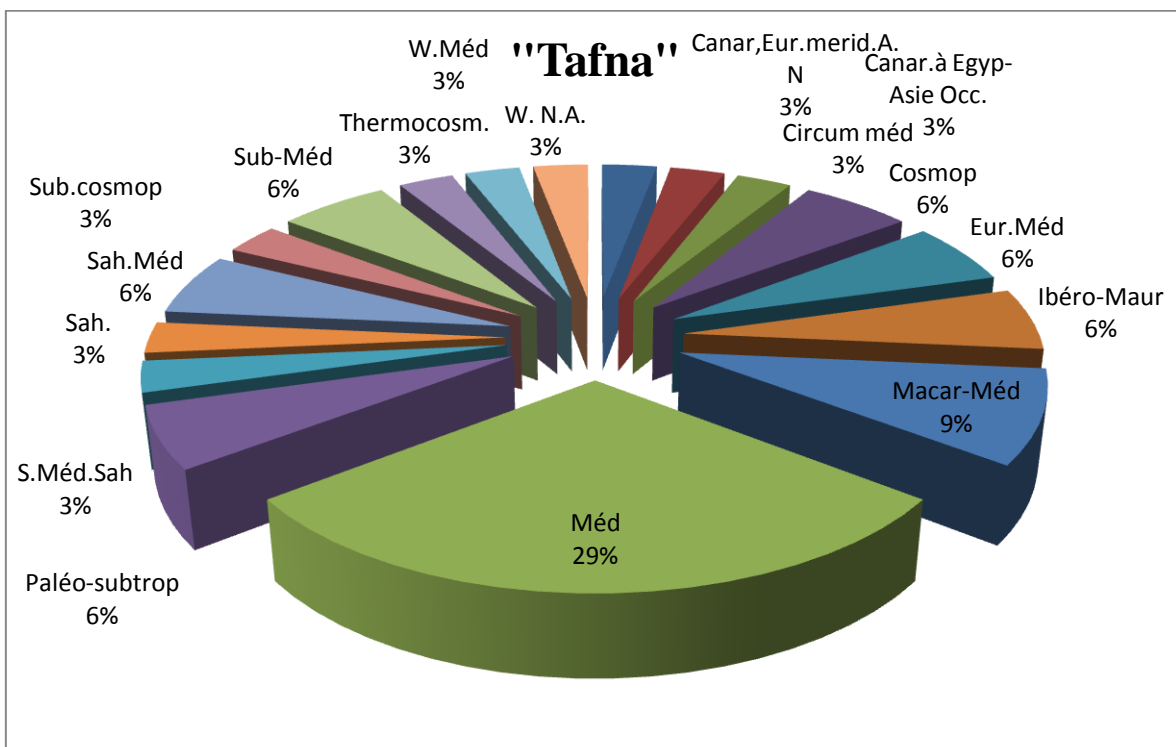
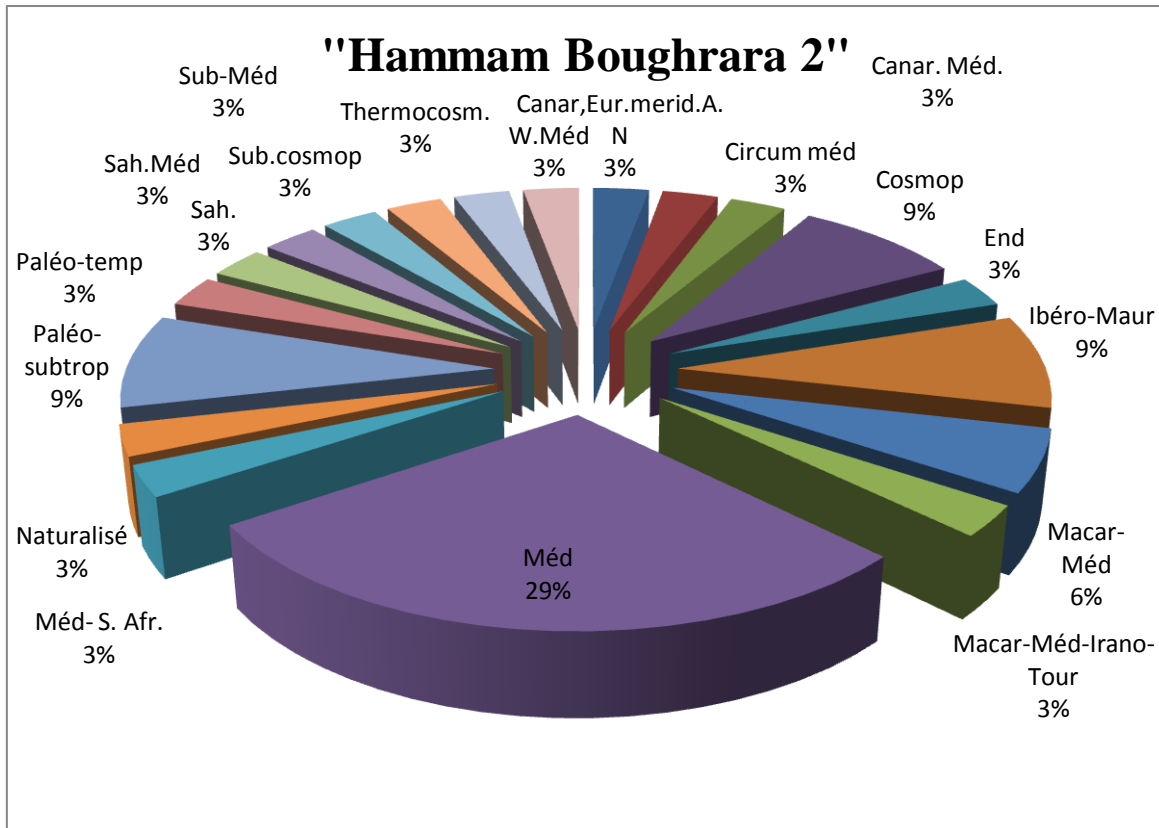


Fig.29 (b) : Répartition des espèces selon les types biogéographiques

3.4. Etude systématique : répartition par familles

L'analyse de la figure 30 et du tableau 24 montre que la répartition des familles dans la région d'étude est hétérogène, la famille la mieux représentée est celle des Astéracées suivie soit par les Chénopodiacées (le cas de la station de « Rachgoun 2 ») soit par les Poacées (Le reste des stations). Au niveau de la zone 1, les familles recensées sont au nombre de 8 pour la station de « Rachgoun 1 » et 9 pour la station de « Rachgoun 2 » alors qu'au niveau de la zone 2, les stations « Hammam Boughrara 1 » et « Tafna » comprennent 13 familles et la station de « Hammam Boughrara 2 » comprend 16 familles ce qui fait de cette station la station la plus diversifiée en familles.

La famille des Chénopodiacées regroupe un bon nombre d'espèces qui sont capables de résister à la salinité et à la sécheresse qui règne pendant la saison défavorable. La majorité des espèces inventoriées dans la région d'étude sont soit des espèces à affinité halophytique (*Arthrocnemum glaucum*, *Arthrophytum scoparium*, *Salicornia fruticosa*, *Salsola vermiculata*); soit des plantes hydrophytes représentées notamment par des espèces caractéristiques telles *Phragmites communis* et *Juncus maritimus*. La présence de ces deux catégories d'espèces est un bon indicateur des habitats humides salés. On note aussi la présence de *Cakile maritima*, *Salsola kali* et *Polygonum maritimum* qui sont de bon indicateurs des communautés des psammohalophiles, aussi la présence du *Lygeum spartum* indicateur des sols gypso-salins.

Tab.24 : pourcentage des familles

Famille	Station « Rachgoun 1 »		Station « Rachgoun 2 »		Station « Hammam Boughrara 1 »		Station « Hammam Boughrara 2 »		Station « Tafna »	
	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%	Nbre d'esp	%
Aizoacées	-	0	-	0	-	0	1	2,85	-	0
Apiacées	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	-	0
Astéracées	5	29,41	13	36,11	6	18,18	8	22,85	11	32,35
Borraginacées	-	0	-	0	-	0	1	2,85	1	2,94
Brassicacées	-	0	2	5,55	-	0	1	2,85	-	0

Caryophyllacées	-	0	-	0	-	0	1	2,85	-	0
Chénopodiacées	2	11,76	8	22,22	4	12,12	4	11,43	3	8,82
Cistacées	-	0	-	0	2	6,06	1	2,85	1	2,94
Convolvulacées	-	0	-	0	-	0	1	2,85	-	0
Fabacées	-	0	2	5,55	-	0	-	0	1	2,94
Gentianacées	-	0	-	0	-	0	-	0	1	2,94
Juncacées	1	5,89		0	-	0	-	0	-	0
Lamiacées	-	0	-	0	4	12,12	-	0	2	5,88
Liliacées	-	0	-	0	3	9,09	2	5,71	1	2,94
Linacées	-	0	-	0	1	3,03	-	0	-	0
Malvacées	1	5,89	1	2,77	-	0	-	0	-	0
Oxalidacées	-	0	1	2,77	-	0	-	0	-	0
Pinacées	-	0	-	0	-	0	1	2,85	-	0
Plantaginacées	1	5,89	1	2,77	2	6,06	3	8,57	2	5,88
Plumbaginacées	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	-	0
Poacées	4	23,52	6	16,67	6	18,18	6	17,14	8	23,53
Polygonacées	2	11,76	2	5,55	-	0	-	0	-	0
Primulacées	-	0	-	0	-	0	-	0	1	2,94
Rhamnacées	-	0	-	0	1	3,03	1	2,85	1	2,94
Solanacées	-	0	-	0	1	3,03	2	5,71	1	2,94
Tamaricacées	1	5,89	-	0	-	0	-	0	-	0
Zygophyllacées	-	0	-	0	1	3,03	-	0	-	0

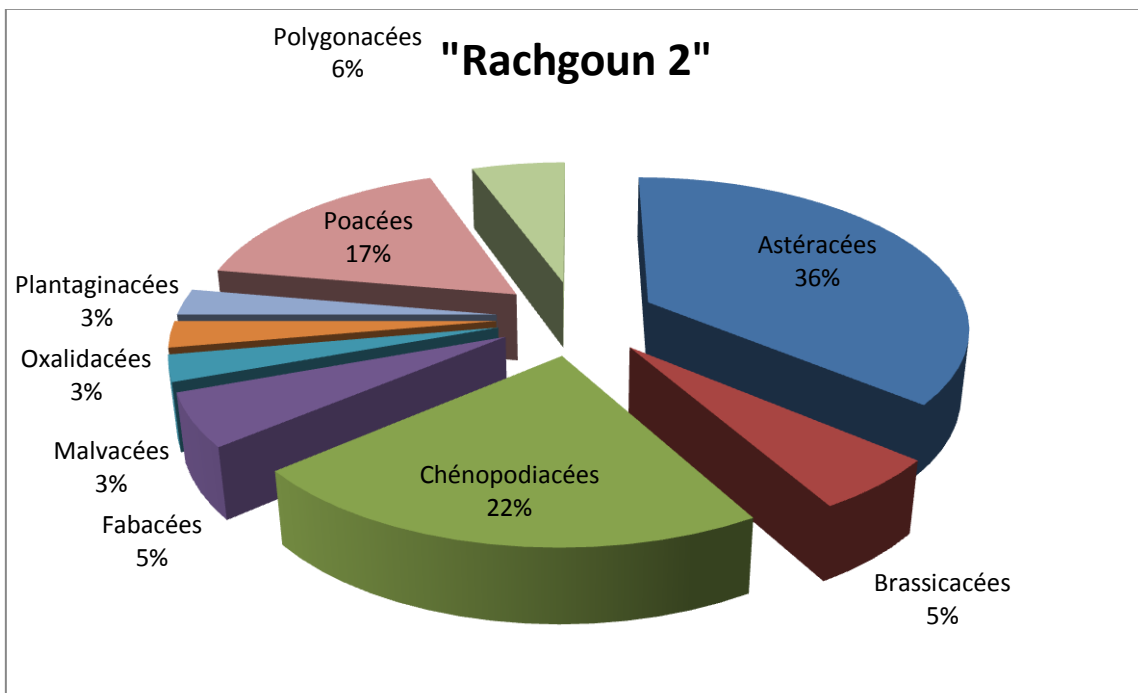
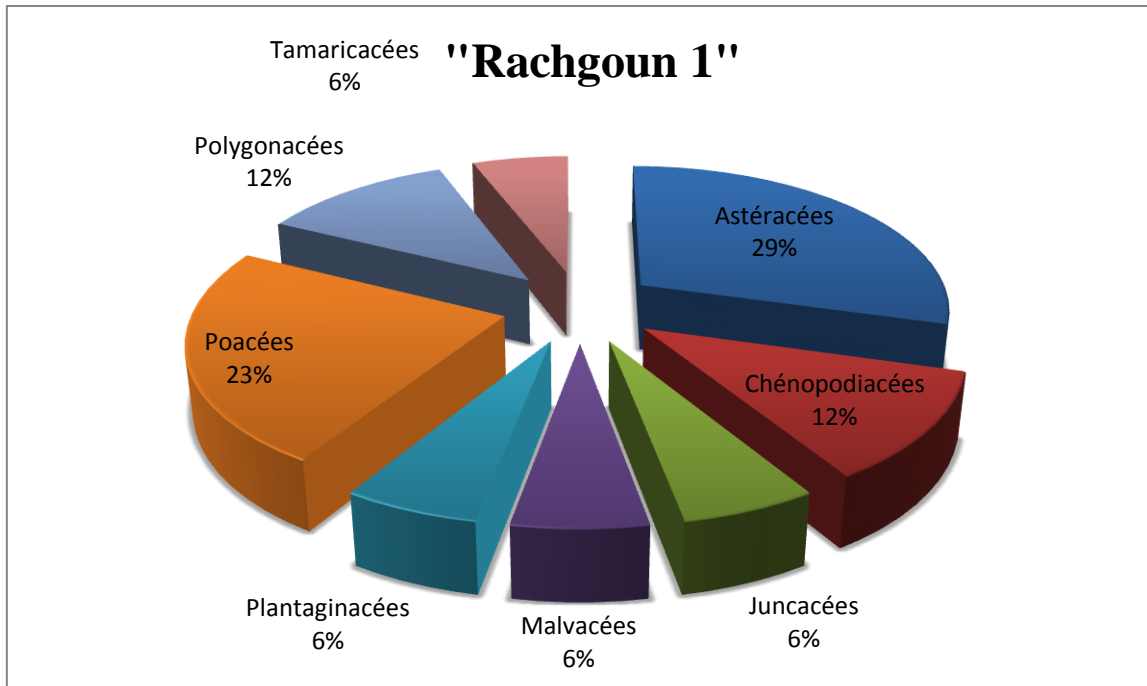
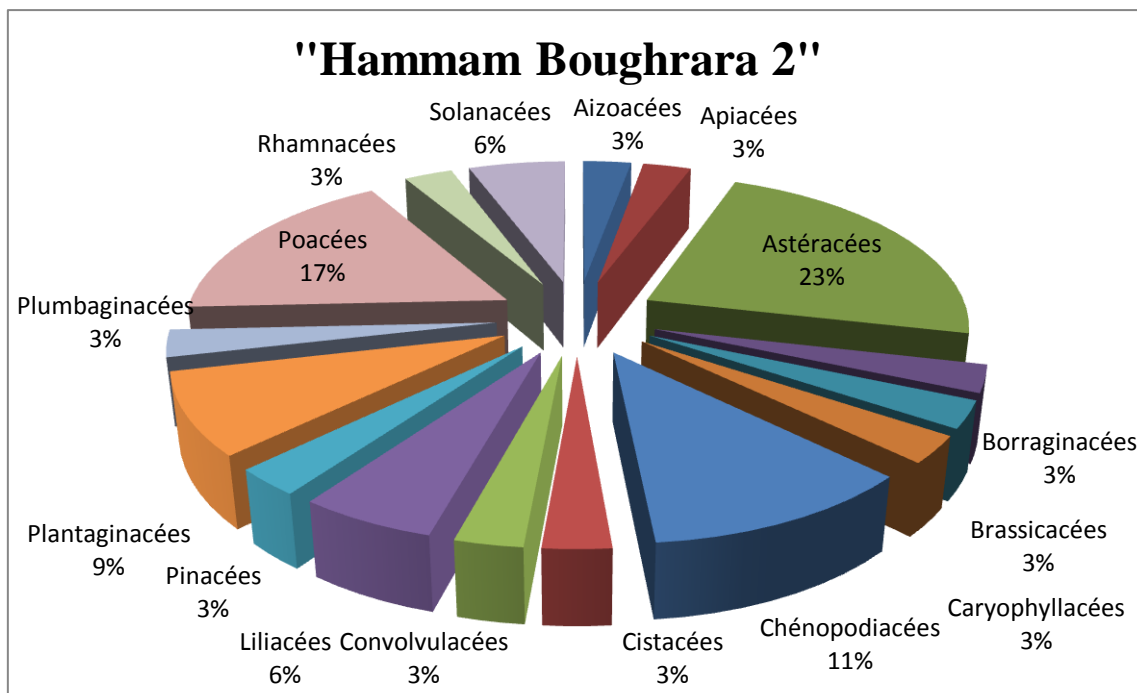
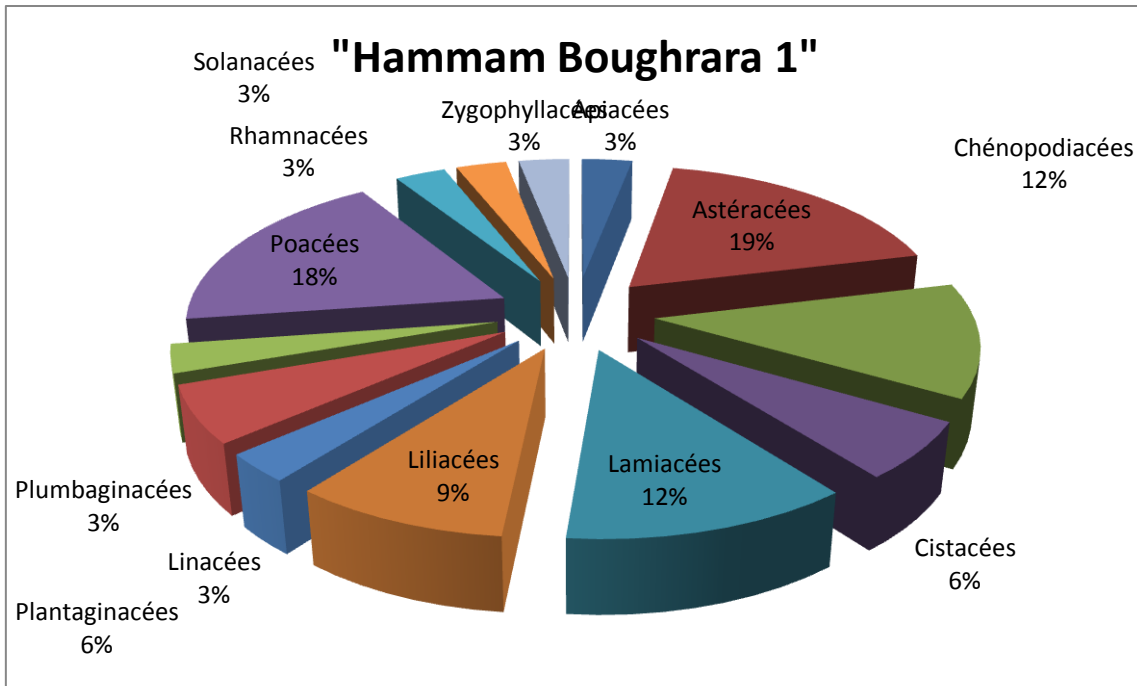


Fig.30 (a) : Répartition des espèces par familles



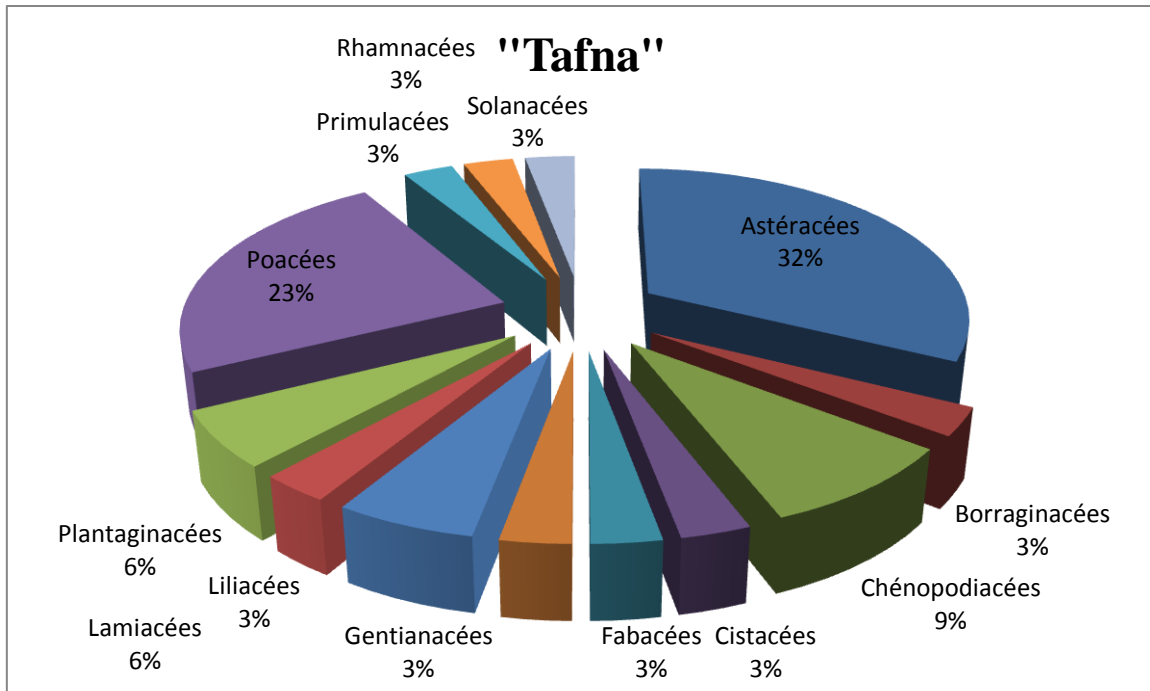


Fig.30 (b) : Répartition des espèces par familles

4. Répartition par saisons.

La répartition des espèces par saisons permet d'établir la dynamique de la végétation : succession dans le temps de l'occupation des parcelles sur un même substrat. Elle dépend des types biologiques et morphologiques mais aussi de certaines conditions stationnelles.

Pour cela, nous avons calculé le rapport entre la moyenne des espèces présentes dans les trois placettes et le nombre total des espèces de chaque station. On note qu'un sujet dont la partie aérienne est complètement desséchée n'est pas pris en considération.

L'analyse de la figure 31 et des tableaux 25 à 30 montre que la répartition des espèces selon les saisons dans la région d'étude suit le schéma suivant :

$$\text{Printemps} > \text{Automne} \geq \text{Eté.}$$

Suite aux pluies importantes d'Hiver, les horizons de surface sont lessivés et leurs taux de salinité atteignent les valeurs minimales. Les espèces non-halophytiques germent rapidement, au même titre que certaines halophytes sensibles aux sels en phases de germination (le cas d'*Arthrocnemum glaucum*).

Le printemps coïncide avec l'optimum du tapis végétal.

En effet, dès les premières chaleurs, le dessèchement en surface augmente la concentration des sels. Ces phénomènes vont faire disparaître les annuelles. Par contre, au niveau de la station de « Rachgoun 1 », on observe que certaines annuelles comme *Atriplex chenopodioides*, *Conyza naudini*, *Hordeum murinum* et *Rumex bucephalophorus* persistent en été. Cela est probablement dû aux conditions d'hydromorphie que présente la station. On remarque aussi qu'au niveau de la placette n°1 de cette station, *Tamarix gallica* n'apparaît pas suite à son abattage. En ce qui concerne la station de « Hammam Boughrara 1 », on remarque qu'à côté de la disparition des herbacées annuelles, certaines espèces chamaephytiques comme *Lavandula dentata*, *Lavandula multifida* et *Withania frutescens* disparaissent. Ces dernières présentent une grande sensibilité à la salinité. On remarque aussi au niveau de la station de « Tafna » que *Ziziphus lotus* disparaît de la placette n°3 à cause de l'action de l'homme.

En automne, avec les premières pluies, les niveaux de salinité sont abaissés de nouveaux, et à partir de ce moment là, on observe d'autres espèces réapparaissent.

Tab. 25: Caractérisation floristique par saisons Station "Rachgoun 1"

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Relevé printemps			Relevé été			Relevé automne			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Agropyron repens</i>	+	+	+							
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Atriplex chenopodioides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cichorium intybus</i>	+	+	+							
<i>Conyza naudini</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hordeum murinum</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>Inula crithmoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Juncus maritimus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Malva sylvestris</i>	+	+	+				+	+	+	+
<i>Phragmites communis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago coronopus</i>	+	+	+							
<i>Polypogon monspeliensis</i>	+	+	+							
<i>Rumex bucephalophorus</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>Rumex crispus</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>Sonchus asper</i>	+	+	+							
<i>Tamarix gallica</i>	+		+			+			+	
<i>Xanthium italicum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tab.26 : Caractérisation floristique par saisons Station "Rachgoun 2"

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Relevé printemps			Relevé été			Relevé automne			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ammophila arenaria</i>			+			+			+	
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Atriplex chenopodioides</i>	+	+		+	+		+	+		+
<i>Atriplex halimus</i>		+			+			+		+
<i>Beta vulgaris subsp. maritima</i>		+					+	+		
<i>Brachypodium distachyum</i>	+	+	+							
<i>Bromus madritensis</i>	+	+	+							
<i>Bromus rubens</i>	+	+								
<i>Cakile maritima</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Centaurea sphaerocephala</i>			+			+			+	+
<i>Chenopodium chenopodioides</i>	+	+		+	+					
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	+	+	+							
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>		+								
<i>Cichorium intybus</i>	+	+								
<i>Conyza naudini</i>	+	+		+	+		+	+		
<i>Hordeum murinum</i>	+	+								
<i>Inula crithmoides</i>	+	+		+	+		+	+		+
<i>Lavatera maritima</i>		+								
<i>Lotus creticus</i>		+								
<i>Ononis natrix</i>	+	+	+						+	+
<i>Oxalis pes-caprae</i>	+	+					+	+		
<i>Pallenis spinosa</i>			+							
<i>Phragmites communis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago coronopus</i>	+	+					+	+	+	+
<i>Polygonum maritimum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Raphanus raphanistrum</i>			+							
<i>Reichardia picroides</i>	+	+	+				+	+	+	+
<i>Rumex bucephalophorus</i>		+					+	+		
<i>Salicornia fruticosa</i>	+			+			+			
<i>Salsola kali</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scolymus hispanicus</i>										+
<i>Senecio vulgaris</i>	+	+	+							
<i>Sonchus asper</i>	+	+								
<i>Suaeda maritima</i>	+	+		+	+		+	+		+

<i>Taraxacum officinalis</i>	+	+								
<i>Xanthium italicum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tab.27 : Caractérisation floristique Station par saison "Hammam Bouhrara 1"

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Relevé printemps			Relevé été			Relevé automne			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Allium paniculatum</i>	+	+	+							
<i>Artemisia herba alba</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Arthrophytum scoparium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asparagus stipularis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asteriscus maritimus</i>	+	+	+							
<i>Atractylis cancellata</i>	+	+	+							
<i>Atractylis carduus</i>	+	+	+							
<i>Atriplex halimus</i>		+	+		+	+		+	+	+
<i>Avena sterilis</i>	+		+							
<i>Brachypodium distachyum</i>	+	+	+							
<i>Bromus rubens</i>	+	+	+							
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	+	+								
<i>Dactylis glomerata</i>			+							
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	+	+	+							
<i>Fagonia cretica</i>		+	+							
<i>Fumana thymefolia</i>	+	+	+							
<i>Helianthemum virgatum</i>	+	+	+							
<i>Lavandula dentata</i>		+								
<i>Lavandula multifida</i>	+		+							
<i>Linum strictum</i>	+	+	+							
<i>Limonium thouini</i>	+	+	+							
<i>Lygeum spartum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago ovata</i>	+	+	+							
<i>Plantago serraria</i>	+		+							
<i>Salsola longifolia</i>			+			+			+	
<i>Salsola vermiculata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scolymus hispanicus</i>		+								
<i>Stipa parviflora</i>	+	+	+							
<i>Teucrium polium subsp. capitatum</i>	+	+	+							
<i>Thymus ciliatus</i>			+							
<i>Urginea maritima</i>	+	+	+							

<i>Withania frutescens</i>		+							
<i>Ziziphus lotus</i>		+	+		+	+		+	+

Tab.28 : Caractérisation floristique par saisons Station " Hammam Bouhrara 2"

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Relevé printemps			Relevé été			Relevé automne			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Arthrophytum scoparium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asparagus stipularis</i>	+			+			+			
<i>Asphodelus microcarpus</i>	+									
<i>Asteriscus maritimus</i>	+	+	+							
<i>Atractylis cancellata</i>		+	+							
<i>Atractylis carduus</i>	+									
<i>Atriplex halimus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Avena sterilis</i>	+	+	+							
<i>Brachypodium distachyum</i>	+	+	+							
<i>Bromus rubens</i>	+	+	+							
<i>Centaurea sulphurea</i>	+	+	+							
<i>Chenopodium album</i>	+	+	+							
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	+	+	+							
<i>Convolvulus althaeoides</i>		+	+		+	+		+	+	+
<i>Conyza naudini</i>		+	+				+	+	+	+
<i>Cynodon dactylon</i>		+	+		+	+		+	+	+
<i>Echium vulgare</i>	+									
<i>Helianthemum virgatum</i>	+	+	+							
<i>Limonium thouini</i>	+	+	+							
<i>Lycium europaeum</i>	+			+						
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	+									
<i>Pinus halepensis</i>	+			+			+			
<i>Plantago lagopus</i>	+									
<i>Plantago psyllium</i>	+	+	+							
<i>Plantago serraria</i>	+	+	+							
<i>Polypogon monspeliensis</i>	+	+	+							

<i>Salsola longifolia</i>		+			+			+		
<i>Senecio vulgaris</i>	+	+	+							
<i>Sinapis arvensis</i>	+									
<i>Sonchus asper</i>	+	+	+					+	+	+
<i>Spergularia marginata</i>	+	+	+							
<i>Stipa parviflora</i>	+									
<i>Thapsia garganica</i>	+									
<i>Withania frutescens</i>	+									
<i>Ziziphus lotus</i>	+				+			+		

Tab.29 : Caractérisation floristique pas saisons Station "Tafna"

Espèces selon Quézel et Santa (1962-63)	Relevé printemps			Relevé été			Relevé automne			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Anagalis arvensis</i>			+							
<i>Artemisia herba alba</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Arthrophytum scoparium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asparagus stipularis</i>	+	+		+	+		+	+		
<i>Asteriscus maritimus</i>	+	+	+							
<i>Atractylis cancellata</i>	+	+	+							
<i>Atractylis carduus</i>			+							
<i>Atriplex halimus</i>			+			+			+	+
<i>Brachypodium distachyum</i>	+	+	+							
<i>Bromus rubens</i>	+	+	+							
<i>Calendula arvensis</i>	+	+	+							
<i>Centaurea pullata</i>	+	+	+							
<i>Centaurium umbellatum</i>	+	+								
<i>Cynodon dactylon</i>	+	+	+							
<i>Echinops spinosus</i>			+							
<i>Echium vulgare</i>	+	+	+							
<i>Filago spathulata</i>	+	+	+							
<i>Helianthemum virgatum</i>	+	+	+							
<i>Lygeum spartum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ononis natrix</i>	+	+								
<i>Pallenis spinosa</i>	+	+	+							

<i>Phalaris bulbosa</i>	+	+	+							
<i>Phalaris caerulea</i>	+	+	+							
<i>Phalaris paradoxa</i>	+	+	+							
<i>Phlomis herba venti</i>	+	+	+							
<i>Plantago lagopus</i>	+	+	+							
<i>Plantago psyllium</i>	+	+	+							
<i>Salsola vermiculata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scolymus hispanicus</i>			+							
<i>Silybum marianum</i>			+							
<i>Stipa parviflora</i>	+	+	+							
<i>Teucrium bracteatum</i>	+	+	+							
<i>Withania frutescens</i>	+									
<i>Ziziphus lotus</i>	+		+	+			+			

Légende commune aux tableaux 25 à 29

Les relevés : 1, 4 et 7 appartiennent à la placette n°1

Les relevés : 2, 5 et 8 appartiennent à la placette n°2

Les relevés : 3, 6, 9 et 10 appartiennent à la placette n°3

Tab.30 : Pourcentage des espèces par saisons

	Printemps		Eté		automne	
	Moy d'esp.	%	Moy d'esp.	%	Moy d'esp.	%
Station « Rachgoun 1 »	16,66	98	66,66	39,21	7,66	45,09
Station « Rachgoun 2 »	24	66,66	10,66	29,62	14,66	40,72
Station « Hammam Boughrara 1 »	26,66	80,80	20	20,20	20	20,20
Station « Hammam Boughrara 2 »	24,33	69,52	5	14,28	20	19,04
Station « Tafna »	28	82,35	15	14,70	15	14,70

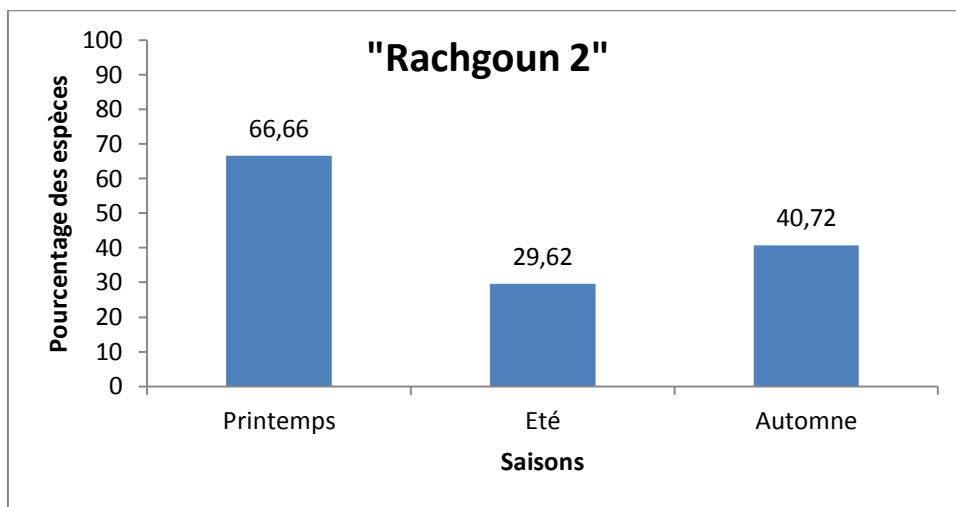
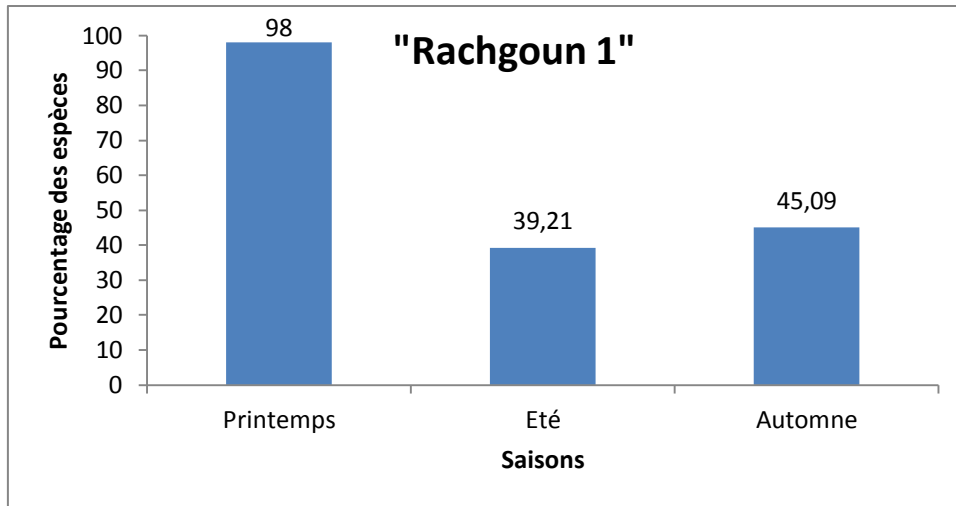
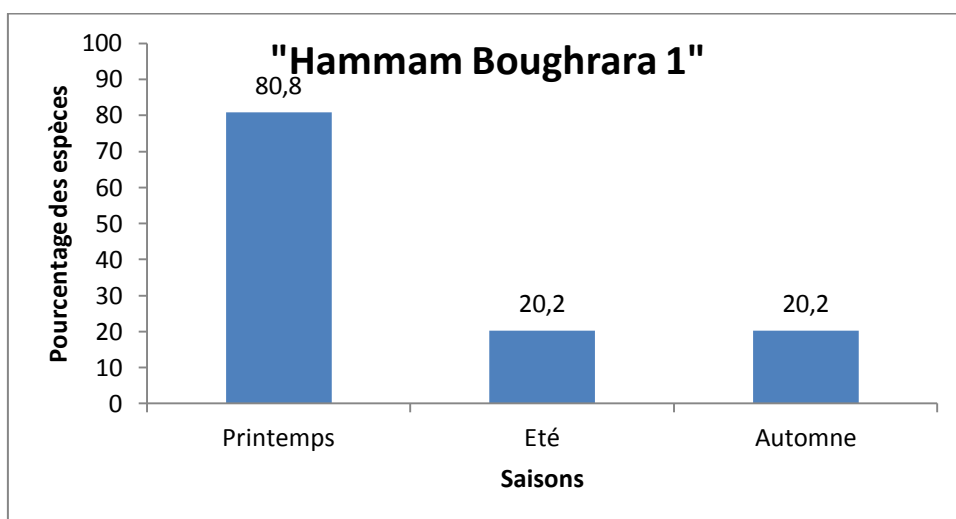


Fig. 31(a) : Répartition des espèces par saisons



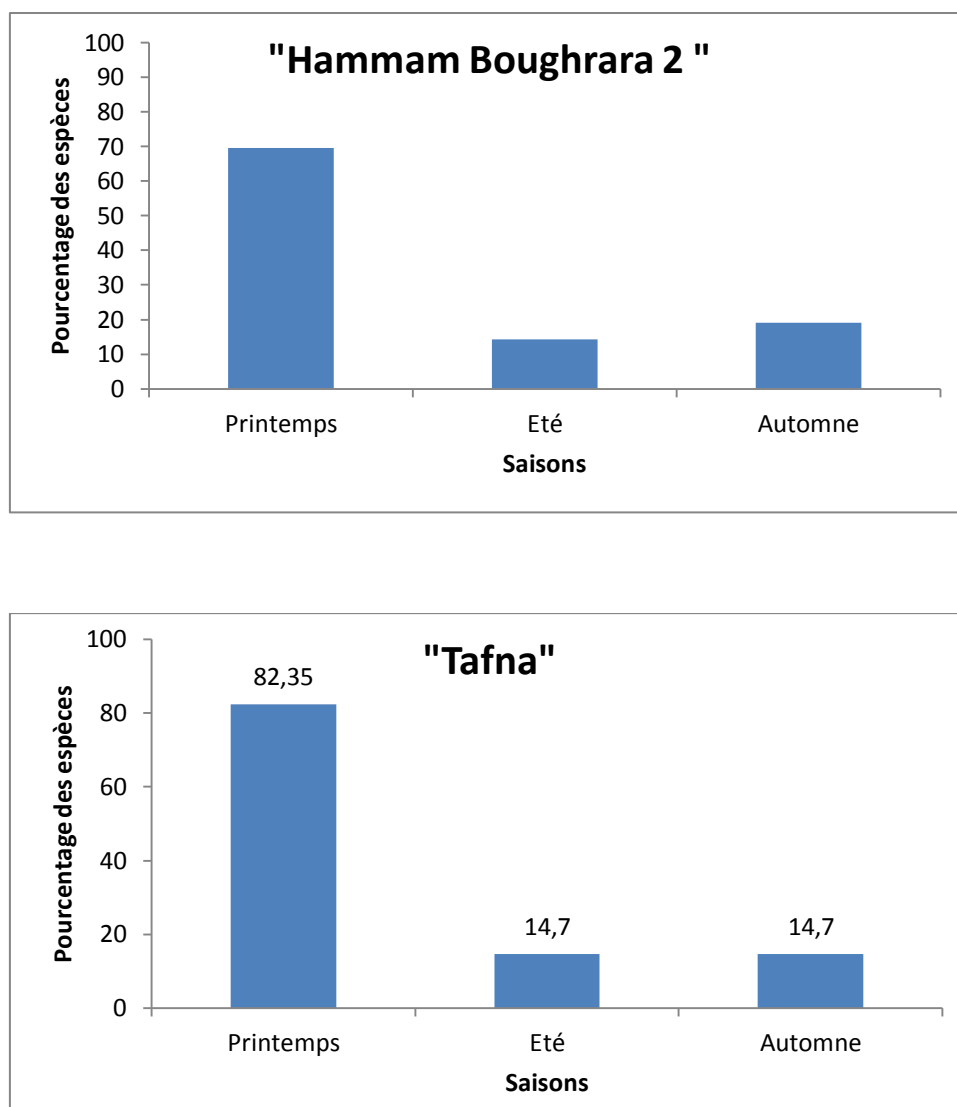


Fig. 31(b) : Répartition des espèces par saisons

5. Conclusion

La flore de la région, dominée par les Astéracées, est également riche en espèces appartenant aux Chénopodiacées et Poacées.

La plupart des espèces sont d'origine méditerranéenne avec une prépondérance des espèces cosmopolites dans la zone 1. L'influence de la zone saharienne, saharo-méditerranéenne, saharo-sindienne méditerranéenne et Nord tropicale est importante sur la zone 2 et souligne le caractère contraignant des conditions écologiques de la région.

Sur l'ensemble du dispositif, la distribution des types biologiques montre une dominance des thérophytes dans tous les bioclimats, signe d'une thérophytisation des milieux

c'est-à-dire d'une dégradation déjà avancée, liée principalement à l'impact conjugué de l'homme et du climat. Les résultats de l'étude des types morphologiques montrent que les herbacés sont nettement dominants par rapport aux ligneux vivaces.

D'une manière générale, comme cela a été évoqué par, **Ozenda (1991)** 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.

CHAPITRE VII

RELATION SOL-VEGETATION

1. Introduction

2. Méthodes statistiques multivariées

2.1. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

2.2. L'Analyse en Composantes principales (ACP)

3. Notion de groupe écologique et groupement végétal

4. Méthodologie

5. Résultats été interprétation

5.1. Station « Rachgoun 1 »

5.2. Station « Rachgoun 2 »

5.3. Station « Hammam Boughrara 1 »

5.4. Station « Hammam Boughrara 2 »

5.5. Station « Tafna »

6. Conclusion

1. Introduction

Le sol est un élément du milieu naturel lié à la fois à la structure, au modelé, à la végétation, au climat et à l'action de l'homme. Son évolution passée et présente, parallèle à l'évolution de ces différents facteurs de sa formation, rend compte de l'évolution passée et présente de ce milieu naturel dont il exprime l'équilibre. L'étude génétique approfondie des sols n'est possible qu'en liaison avec celle du milieu qui l'explique et qu'elle éclaire à son tour. Mais dans la formation du sol, chacun des éléments du milieu agit en grande partie indépendamment : il y a plutôt convergence d'effets que combinaison (**Benchetrit, 1956**).

La superficie des zones arides et semi-arides couvre près de 95 % du territoire national (**Halitim, 1985**). A l'aube du 20^e siècle, ces régions ont connu un déséquilibre dû aux aléas climatiques, à des pressions anthropiques, et surtout aux problèmes de salinisation des sols (**Le Houerou, 1968**). Dans ces environnements, la salinité est favorisée par les irrégularités du climat méditerranéen et par la remontée de la nappe aquifère (**Servant, 1970**), et notamment l'accumulation des sels due à des taux d'évaporation élevés qui dépassent fortement les précipitations au point que l'eau remonte jusqu'à la surface, plutôt que lixiviant ces sels vers le bas (**Day et Ludeke, 1993 in Youcefi, 2011**).

Ces sols sodiques aussi appelés sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leurs horizons - ou de tout leur ensemble - sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels, en particulier du sodium. L'origine des sels solubles dans les sols est très variée. L'altération des roches contenant des minéraux sodiques, potassiques, magnésiens, donne des sels souvent solubles, en particulier carbonates et bicarbonate. En région aride ceux-ci se concentrent sur place ou dans les dépressions et zones basses du paysage. Parfois en zone endoréique, ils peuvent être apportés par les rivières qui viennent s'y jeter, provenant de régions bien plus humides. Les sels peuvent aussi provenir de la mer. Elle peut en enrichir les sols lors de raz de marée; ou lors de sa pénétration dans les estuaires ou zone de deltas des fleuves ou lorsque ceux-ci se forment sur des sédiments qui ont, peu à peu, comblé un golfe. L'origine des sels peut aussi se trouver dans les dépôts lagunaires ou matériaux salés plus ou moins récents (**Gaucher**). Enfin le vent peut causer l'apparition de phénomènes de salure sur des sols qui en étaient indemnes, en y déposant les éléments de pseudosable salé et les cristaux de sels qui y sont mêlés et formés à la surface de sols très salés à alcali en particulier à la bordure de Sebkhass. Que les sels solubles soient ainsi

mis en place à la surface du sol, dans son matériau originel, dans la nappe phréatique peu profonde ou dans la nappe artésienne sous-jacente, ils sont rapidement remis en mouvement dans l'ensemble du profil par remontée de la nappe ou par phénomènes de capillarité favorisés par l'évapotranspiration directe ou par l'intermédiaire de la végétation, ou sous l'influence des pluies ou des eaux d'irrigation ou d'inondation (**Aubert, 1976**).

Les mouvements ne se produisent pas toujours verticalement, descendants ou remontants, mais parfois obliquement. De tels phénomènes peuvent produire la salure et l'alcalisation d'horizons sous-jacents à la croûte calcaire (**Aubert, 1976**).

La salinité de n'importe quel environnement donné est commandée par des processus physiques et biologiques et varie sur des échelles spatiotemporelles (**Pitman et Lauchli, 2002 in Youcfi, 2011**).

Etant donné que la couverture végétale reflète dans une certaine mesure ces caractères, il faut trouver au sein de celle-ci des indices témoignant de l'existence de telle ou telle condition pédologique (**Aubert, 2007**).

Selon **Halitim (1988 in Youcfi, 2011)**, les facteurs édaphiques qui interviennent sur la répartition de la végétation sont la texture, la salure, la teneur et le niveau de concentration du calcaire et du gypse, l'hydromorphie, la réserve en eau utile et la teneur en matière organique.

Pour parvenir à ces indices, une étude s'impose. Elle consiste à découvrir les relations "sol-végétation" existant au sein du territoire considéré en s'appuyant sur les méthodes d'analyses multivariées compilant une grande quantité d'informations issues de sources différentes, a été confrontée à ces problématiques et se rattache à ces thématiques. L'éco-informatique, science émergente située à l'interface entre l'écologie, l'informatique et les technologies de l'information (**Jones et al., 2006 in Gerard, 2012**), développe des outils et des approches innovantes pour gérer, intégrer et analyser les données pertinentes en biologie et en écologie (**Michener et Jones, 2012 in Gerard, 2012**). Dans cette partie de notre travail, nous avons utilisé l'analyse en composantes principales (A.C.P) et l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) qui, à notre sens, demeurent fondamentales pour la compréhension des relations éventuelles qui s'établissent entre le sol et la végétation.

2. Méthodes statistiques multivariées

Les méthodes utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse factorielle de correspondances (A.F.C) et l'analyse en composantes principales (A.C.P).

Le groupe des méthodes descriptives multidimensionnelles appelées méthodes factorielles qui sont apparues au début des années 30 ont été surtout développées en France dans les années 60, en particulier par **Jean-Paul Benzécri** qui a beaucoup exploité les aspects géométriques et les représentations graphiques.

2.1. Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C)

L'analyse factorielle des correspondances, mise au point par **Benzécri (1973)**, s'applique à des données qualitatives ou semi-quantitatives et permet de comparer des relevés deux à deux à partir d'un ensemble d'individus sans leur attribuer une valeur particulière. Dans notre cas, les tableaux analysés présentent les relevés floristiques en colonne, et les espèces végétales en ligne. Le nuage des points lignes ou des points colonnes s'étire le long d'une direction privilégiée correspondant à l'axe factoriel. Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre traduisant l'inertie du nuage de points le long de l'axe. Le taux d'inertie de l'axe représente quant à lui le pourcentage d'information apporté par l'axe dans l'inertie totale du nuage. Ainsi, la structuration d'un nuage le long d'un axe est proportionnelle au taux d'inertie et à la valeur propre de ce même axe. Les faibles fréquences se répartissent de façon antagoniste aux fortes fréquences de part et d'autre des pôles positifs ou négatifs des axes. **Benzécri (1973)** précise qu'il n'y a pas lieu de remettre en doute la validité d'un premier axe ayant plus de 50 % de taux d'inertie. Deux facteurs consécutifs ayant des taux voisins peuvent cependant traduire deux types d'informations indépendantes et non brouillées. D'une manière générale, des taux d'inertie supérieurs à 10 % peuvent se révéler significatifs. Une valeur propre d'axe supérieure à 0,6 indique une dichotomie nette sur l'axe alors que des valeurs comprises entre 0,2 et 0,6 traduisent plutôt un gradient le long de l'axe. Le nuage des points lignes correspond au nuage des points colonnes sur un même plan factoriel, mais ils ne sont pas superposables dans l'absolu car ils caractérisent des espaces vectoriels différents (**Vidal, 1998**).

2.2.L'Analyse en Composantes principales (A.C.P)

L'A.C.P propose, à partir d'un tableau rectangulaire de données comportant les valeurs de p variables quantitatives pour n unités (appelées aussi individus), des représentations géométriques de ces unités et de ces variables (**Duby et Robin, 2006**) grâce à une pondération des colonnes entre elles (**Vidal, 1998**). Ces données peuvent être issues d'une procédure d'échantillonnage ou bien de l'observation d'une population toute entière. Les représentations des unités permettent de voir s'il existe une structure, non connue a priori, sur cet ensemble d'unités. De façon analogue, les représentations des variables permettent d'étudier les structures de liaisons linéaires sur l'ensemble des variables considérées. Ainsi, on cherchera si l'on peut distinguer des groupes dans l'ensemble des unités en regardant quelles sont les unités qui se ressemblent, celles qui se distinguent des autres, etc. Pour les variables, on cherchera quelles sont celles qui sont très corrélées entre elles, celles qui, au contraire ne sont pas corrélées aux autres, etc (**Duby et Robin, 2006**). Les axes factoriels sont interprétés à partir des contributions (Vecteurs Propres Orthonormés : VPO) des variables considérées (**Vidal, 1998**).

Dans tous les cas, il ne faut pas oublier d'où sont issues les données utilisées et ce qu'elles représentent et signifient pour le problème que l'on se pose. L'A.C.P servira à mieux connaître les données sur lesquelles on travaille, à détecter éventuellement des valeurs suspectes, et aidera à formuler des hypothèses qu'il faudra étudier à l'aide de modèles et d'études statistiques inférentielles. On pourra aussi, à posteriori, se servir des représentations fournies par l'A.C.P pour illustrer certains résultats (**Duby et Robin, 2006**). Il faut préciser que le taux de significativité d'un axe est acceptable si son taux d'inertie représente plus de $1/N$ % (N est le nombre de variables explicatives de l'analyse) (**Vidal, 1998**).

3. Notion de groupe écologique et groupement végétal

Les groupements végétaux ont fait l'objet de très nombreuses définitions, selon **Emberger et Lemee (1962 in Pouget, 1980)**, les groupements végétaux constituent « les unités élémentaires de la végétation définies floristiquement, écologiquement, statistiquement et ordonnées par l'interaction des facteurs du milieu et la concurrence vitale ». **Ozenda (1964 in Pouget, 1980)** définit le groupement végétal comme « un ensemble de plantes réunies dans une même station, par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines. La composition floristique en est relativement constante quand on compare entre elles des stations

semblables ». **Gounot (1969 in Pouget, 1980)** insiste sur le fait qu'il s'agit d'une unité abstraite de végétation définie par la comparaison statistique d'échantillons concrets que sont les communautés végétales (phytocénoses). Pour **Le Houérou (1959-1969)**, chaque groupement végétal, unité phytosociologique de rang taxonomique indéterminé, est une combinaison définie de groupes écologiques.

Pouget (1980) s'accorde avec **Le Houérou** qu'un groupe écologique est un groupe d'espèces ayant un comportement autoécologique de même type vis à vis d'un facteur du milieu (affinité écologique au sens d'Ellenberg et Negre) et présentant entre elles des corrélations positives (affinités sociologiques au sens de Duvigneaud). Ce n'est donc pas une juxtaposition de plantes indicatrices.

Le groupement végétal étant un reflet du milieu, les groupes écologiques qui le définissent sont liés aux trois principaux facteurs écologiques; il y a ainsi des groupes écologiques climatiques, édaphiques et anthropiques **Pouget (1980)**.

Pouget (1980) décrits les Groupements halophiles à *Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum indicum*, *Suaeda fruticosa*, *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Salsola vermiculata* var *villosa*, etc. comme des groupements de type azonal (subazonal), c'est-à-dire qu'ils caractérisent les milieux dominés par l'action de certains facteurs édaphiques. il ajoute que « la complexité de ces groupements traduit l'interaction constante d'autres facteurs édaphiques nappe phréatique, gypse, texture, etc ». Ce type de groupement caractérisent la végétation plus directement soumise à l'influence des facteurs édaphiques déterminants (salure, nappe, etc) qui masquent l'action des autres facteurs écologiques, climatiques en particulier (**Pouget, 1980**).

Les groupes écologiques et groupements végétaux sont déterminés statistiquement par la méthode des tableaux phytosociologiques ou par les traitements informatiques. Dans notre cas, ces groupes sont déterminés par les méthodes multivariées.

4. Méthodologie

L'analyse des communautés végétales du territoire considéré est basée sur l'exécution de relevés floristiques, ainsi que la définition des groupements végétaux.

A partir d'observations stationnelles que sont les données, le traitement statistique a pour but d'établir des relations entre espèces (ou groupe d'espèces) et telle ou telle variable

édaphique dont le rôle est le plus important dans le déterminisme du couvert végétal et ce pour chacune des cinq stations considérées : « Rachgoun 1, Rachgoun 2, Hammam Bouhrara 1, Hammam Bouhrara 2 et Tafna ».

Une analyse factorielle des correspondances (A.F.C) simple a été effectuée sur les données floristiques. Les variables édaphiques ont été analysées en composantes principales (A.C.P), séparément pour l'ensemble des stations d'étude à l'aide du logiciel « Minitab 16 ».

L'objectif est de mettre en évidence les liaisons entre groupes d'espèces (groupes écologiques) et les variables actives du milieu, en particulier celles qui matérialisent l'influence des facteurs édaphiques. Les variables retenues sont les plus déterminantes sur la répartition des espèces végétales et les plus simples et faciles à identifier sur le terrain. Il s'agit du : sable, argile, limon, salinité, pH, CaCO₃ et la matière organique. En raison des variations très rapides de la salure et afin de mener à bien les traitements statistiques, les horizons de surfaces et de profondeurs sont pris en considération.

Le choix définitif des emplacements s'effectue seulement sur le terrain. Il est alors utile d'apprécier l'homogénéité et la représentativité des unités géomorphologiques et pédologiques, tout en essayant de rester à l'intérieur d'un même groupement végétal, que ce soit d'après les espèces dominantes et surtout d'après les espèces caractéristiques de tel ou tel milieu.

Pratiquement sur le terrain, nous avons choisis, de chaque station, trois sites écartés, présentant chacun une certaine homogénéité et représentativité concernant la situation géomorphologique, le sol et la végétation où à chaque relevé pédologique est associé systématiquement un relevé de végétation: l'ensemble constituant un relevé (sol-végétation) ; et comme l'avait signalé **Pouget (1980)**, ce relevé diffère du type phytosociologique classique où la priorité est donnée à la notion de surface floristiquement homogène : il s'inspire d'une approche qualifiée d'intégration "a priori" par **Jurdant et al. (1972)**.

Les méthodes de traitement utilisées imposent le découpage des variables quantitatives en classes pour obtenir des variables qualitatives ordonnées. Les limites de classes sont déterminées en fonction de certaines limites, utilisées en pédologie (conductivité, calcaire).

En vue du traitement informatique des données, les taxons et les variables ont été codés comme suit :

Espèce : exemple Arthrocnemum glaucum code Arg1.

Variable :

Sable : Sable

Argile : Argile

Limon : Limon

pH : pH

Matière organique : MO

Conductivité électrique : CE

Caco₃ : Caco₃

Les matrices : ce sont des tableaux à deux dimensions, croisant des espèces et des variables (Tab.31 à 34).

Les graphiques : après traitements, une série de diagrammes faisant apparaître des plans factoriels formés par des axes pris 2 à 2.

Par ailleurs, nous avons utilisé une partition en classes d'individus à l'aide d'une Classification Ascendante Hiérarchique de moment d'ordre 2 (CAHM2) qui calcule des distances mathématiques (distances euclidiennes) entre les points-individus à partir de leur coordonnées dans les n dimensions de l'espace factoriel virtuel. La CAHM2 permet de mettre en évidence des groupes d'individus ou de variables selon leur affinité sur l'ensemble de l'espace factoriel.

5. Résultats et interprétation (Tab.31 à 35)

A défaut de la prise en compte effective de variables écologiques dans le traitement, l'interprétation des axes principaux peut s'effectuer indirectement en fonction des espèces présentant une forte contribution relative aux valeurs propres de chacun des axes, compte-tenu de leur type biologique et de leur chorologie, mais aussi et surtout de leurs caractères autoécologiques. Pour chaque station, des gradients écologiques vont être mis en évidence.

Nous nous sommes contenté d'interpréter seulement les deux premiers axes en raison des taux d'inertie supérieurs à 50 % pour toutes les stations.

5.1.Station « Rachgoun 1 »

- **Discrimination par l'ACP** : taux d'inertie 99,5% (Fig.32)

Axe 1:

Coté positif :

Sable
Limon
Argile

Coté négatif :

Matière organique
Conductivité électrique
pH

On remarque que l'axe 1 oppose les paramètres physiques aux paramètres chimiques. Du côté positif de l'axe, la variable sable présente la valeur de contribution la plus élevée (3,93). Les autres paramètres physiques comme le limon (1,64) et l'argile (0,80) agissent pour se rapprocher de la variable dominante (Sable) sur ce côté de l'axe. Quant au CaCo₃, il se concentre au milieu du plan factoriel et donc, ne joue pas un rôle significatif. On relève des gradients croissants granulométriques surtout des éléments sableux du pôle négatif au pôle positif. La texture du sol joue un rôle important dans la répartition des groupements halophiles. Elle dépend directement de la nature des sédiments (**Bendaanoun, 1981 in Sari-Ali, 2004**).

Le côté négatif de l'axe est caractérisé par la présence des variables suivantes : matière organique (-2,59), la conductivité électrique (-2,38) s'opposant à la variable sable. Quant au pH, il présente une valeur de contribution de -1,60. Ce résultat est confirmé par **Boulares (1993)** qui dit à ce propos : « Les pH des sols salés sont généralement alcalins. Cette alcalinité est fonction de différents facteurs : nature des sels solubles, état du complexe absorbant. En hiver le pH a tendance à augmenter ; en été il a tendance à diminuer et cette variation est induite par le prélèvement des éléments chimiques par les halophytes, et par l'augmentation des dilutions dans la solution du sol ».

Axe 2 :

Coté positif :

Limon
Argile

Coté négatif :

Sable

Les variables figurant sur le côté positif sont le limon (0,90) et l'argile (0,55), sur le côté négatif, le sable est la seule variable présentant une contribution significative (-0,79) pour ce côté de l'axe. Les autres variables se concentrent au milieu du plan factoriel et donc ont une faible contribution. On relève donc un gradient croissant des éléments fins limoneux allant du pôle négatif vers le pôle positif.

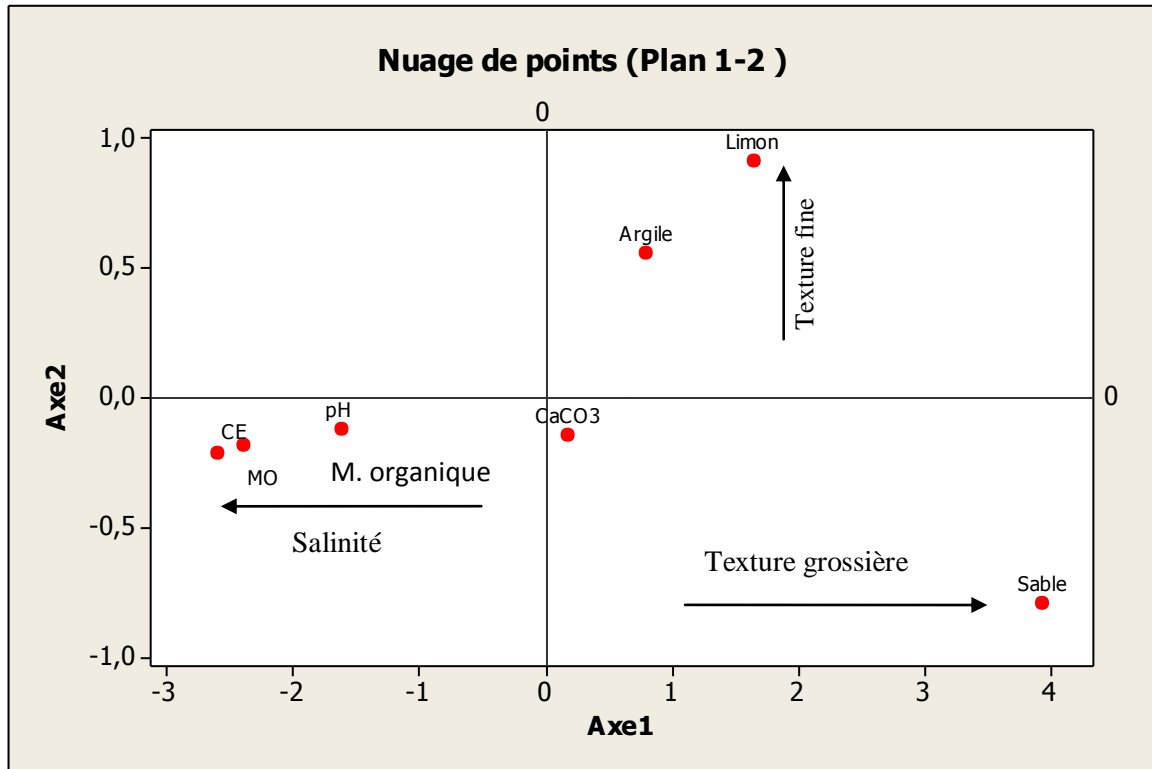


Fig. 32: A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Rachgoun1»

- Discrimination par l'AFC (Fig.33 à 35)

Axe 1: Valeur propre : 5,65

Taux d'inertie : 94,2 %

Coté positif :

Atriplex chenopodioides
Conyza naudini
Xanthium italicum
Juncus maritimus
Phragmites communis
Inula crithmoides
Arthrocnemum glaucum

Coté négatif :

Sonchus asper
Cichorium intybus
Polypogon monspeliensis
Plantago coronopus
Agropyron repens

Les espèces en situations positives préfèrent les sols sablo-limoneux, profonds et humides et évoluant sur des sols pauvres en nutriments. Les espèces qui contribuent le plus à la formation de cet axe présentent une valeur de contribution égale à 1,05. Il s'agit de : *Arthrocnemum glaucum*, *Atriplex chenopodioides*, *Inula crithmoides*, *Juncus maritimus*, *Phragmites communis*. Ceci correspond à des milieux certes salés avec une nappe phréatique proche de la surface.

Nous relevons un gradient croissant du pôle négatif au pôle positif d'hydrohalophilie (*Phragmites communis*, *Juncus maritimus* et *Arthrocnemum glaucum*).

Le coté négatif comprend deux groupes d'espèces ; le premier comprend *Plantago coronopus*, *Polypogon monspeliensis*, *Cichorium intybus* et *Sonchus asper*, présentant une forte valeur de contribution (-0,26), Elles semblent liées à la présence de la matière organique. Quant à *Agropyron repens* et *Tamarix gallica* (-0,86), celles-ci forment un groupe qui est lié à la variable salinité et pH.

On relève un gradient croissant du pôle positif au pôle négatif de salinité accompagné du gradient de matière organique.

Axe 2 : Valeur propre : 0,31

Taux d'inertie : 5,2%

Coté positif :

Hordeum murinum
Rumex crispus
Rumex bucephalophorus

Coté négatif :

Malva sylvestris
Tamarix gallica
Agropyron repens

Du coté positif de l'axe nous avons *Hordeum murinum* (2,95) qui le sous-tend, accompagnée de *Rumex crispus* (1,27) et *Rumex bucephalophorus* (1,07). Ces espèces semblent être exigeantes en limon et en argile. Il est possible de voir sur cet axe un gradient croissant de thérophytisation allant du pôle négatif au pôle positif.

Trois taxons se positionnent sur le côté négatif de l'axe, il s'agit de *Tamarix gallica* et *Agropyron repens* (-0,86) et *Malva sylvestris* (-1,69).

- **Dendrogramme**

En utilisant la classification ascendante hiérarchique on obtient deux ensembles A et B (Fig. 36)

Ensemble A :

Ensemble A₁ : *Agropyron repens*.

Ensemble A₂ : *Arthrocnemum glaucum*, *Atriplex chenopodioides*, *Conyza naudini*, *Inula crithmoides*, *Juncus maritimus*, *Phragmites communis*, *Xanthium italicum*.

Ensemble A₃ : *Malva sylvestris*.

Ensemble A₄ : *Cichorium intybus*, *Plantago coronopus*, *Polypogon monspeliensis*, *Sonchus asper*.

Ensemble A₅ : *Tamarix gallica*.

Ensemble B :

Sous-ensemble B₁ : *Hordeum murinum*.

Sous-ensemble B₂ : *Rumex crispus*.

Sous-ensemble B₃ : *Rumex bucephalophorus*.

La subdivision finale comprend donc 5 groupes (A₁, A₂, A₃, A₄ et A₅, B).

Le premier groupe est constitué d'une espèce annuelle *Agropyron repens*.

Le deuxième groupe est le plus important en espèces (17). Ce groupe est caractérisé par des espèces phréatophiles comme *Juncus maritimus* et *Phragmites communis* témoignant la présence d'une nappe phréatique proche de la surface, mais aussi halophiles (*Arthrocnemum glaucum*) (photo n°35). *Phragmites communis* montre une grande plasticité écologique puisqu'il est capable de coloniser des substrats de salure et d'hygrophilie très variables (Hayon, 1970). Bendaanoun (1991), décrit le groupement à *Arthrocnemum glaucum* comme le plus pauvre en plantes compagnes. Il occupe les terrains les plus salés et humides où la matière organique est faible. Quant au groupement à *Inula crithmoides*, il ne supporte pas les submersions même de courte durée. Les inondations le font disparaître. Il se

situé autour des terrains humides, sur des sols surélevés humides et rarement saturés en eau (**Bendaanoun, 1991**) (Photo n°36).

Le quatrième groupe correspond à des herbacés annuels accompagnants *Tamarix gallica*. Dans les terrains les moins stable et plus humides, on trouve *Tamarix gallica* disposant d'une importante faculté de reprise même dans les sols légèrement plus salés. Les crues favorisent la reprise de *Tamarix gallica* avec un cortège floristique très limité (**Bendaanoun, 1991**). *Plantago coronopus* ne supporte pas une humidité excessive, il se développe dans les années à faibles pluviométrie (**Bendaanoun, 1991**). Il occupe de faibles surfaces.

Le cinquième groupe est constitué d'espèces liées aux cultures.

Chaque espèce végétale reste soumise à l'ensemble des facteurs du milieu, le fait d'appartenir à tel ou tel groupe signifie une plus grande sensibilité à l'un des facteurs (**Pouget, 1980**).



Cliché Bensouna A. 16/12/2012

Photo n°35 : *Arthrocnemum glaucum* occupant un milieu hydromorphe



Cliché Bensouna A. 20/09/2013

Photo n°36 : *Inula crithmoides* occupant les parties éloignées du lit de l'Oued. 1 : peuplement pur de *Phragmites communis* ; 2 : peuplement à *Juncus maritimus* ; 3 : petites touffes d'*Inula crithmoides*; 4 : touffes d'*Inula crithmoides* présentant une croissance optimale.

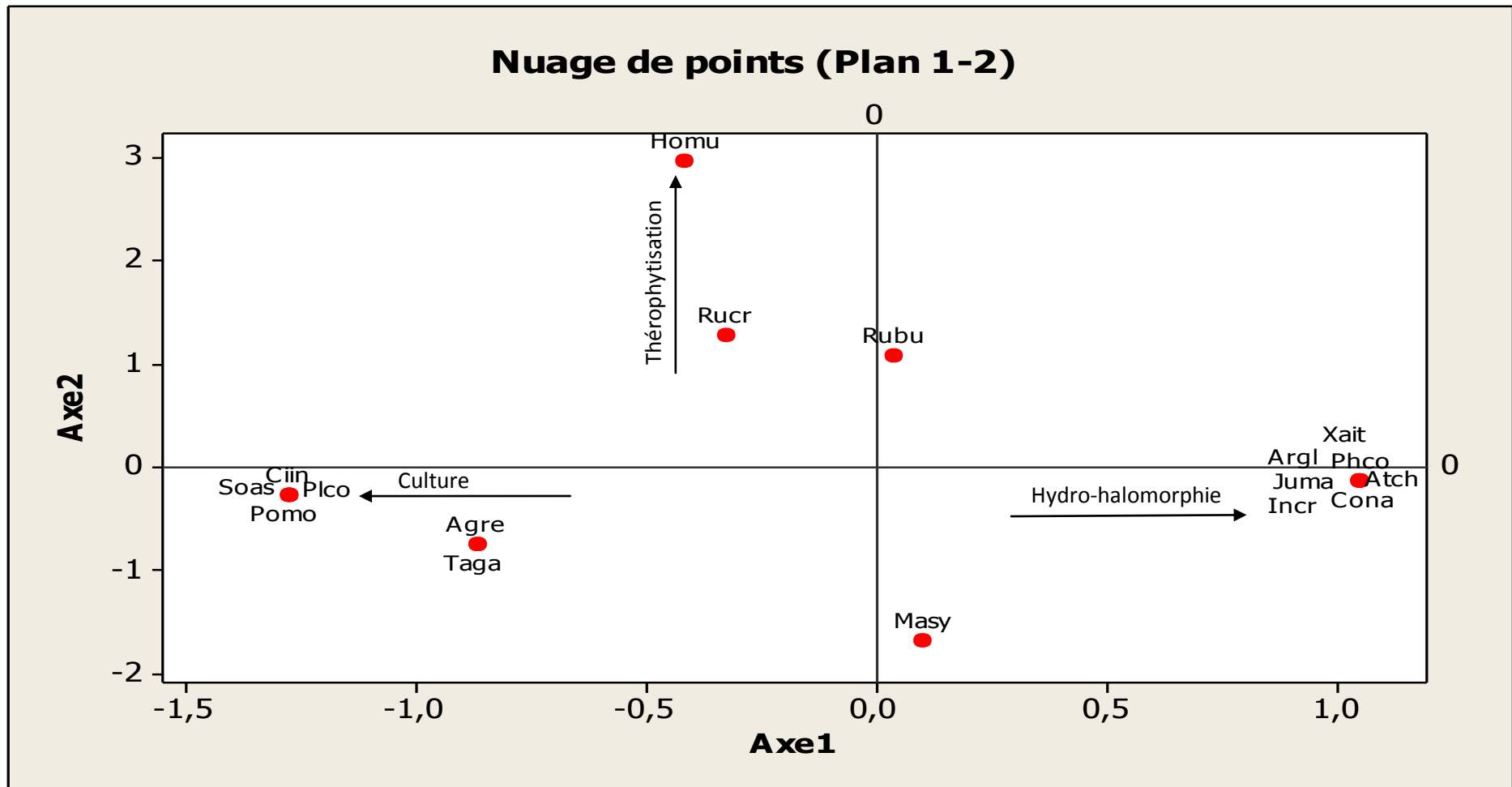


Fig. 33 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun1 » (Axe 1- Axe 2)

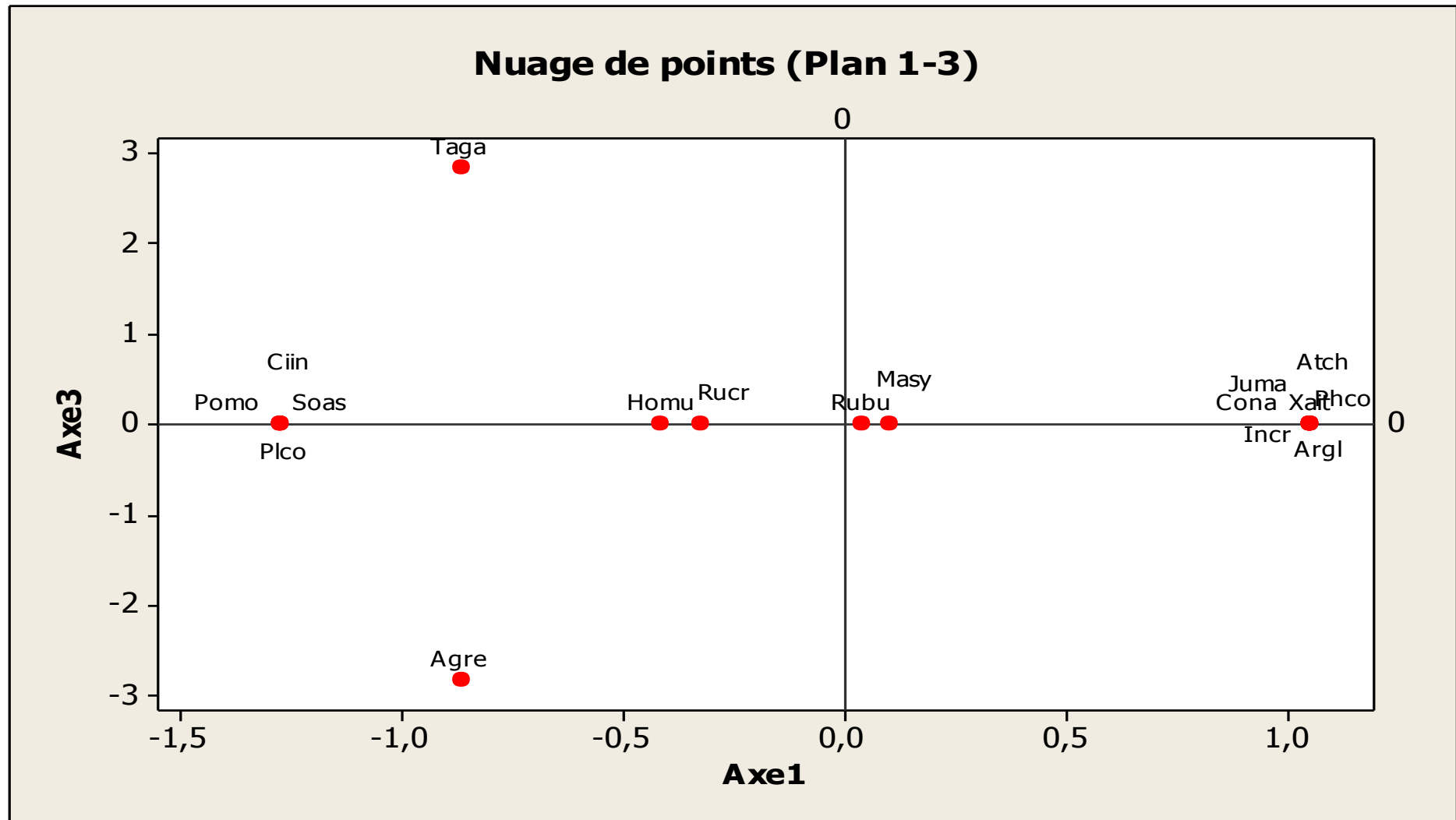


Fig. 34 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun1 » (Axe 1- Axe 3)

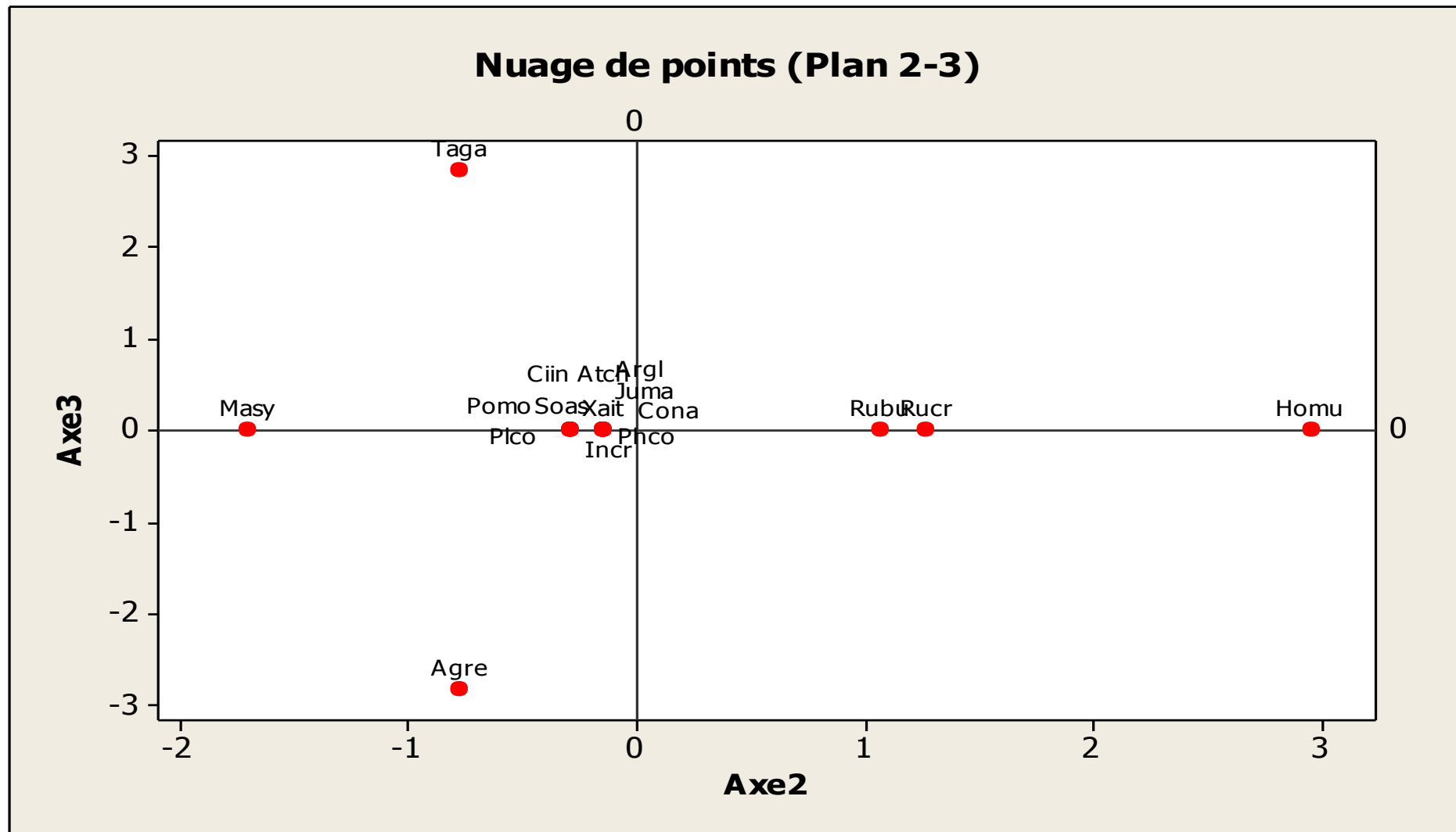


Fig. 35: Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun1 » (Axe 2- Axe 3)

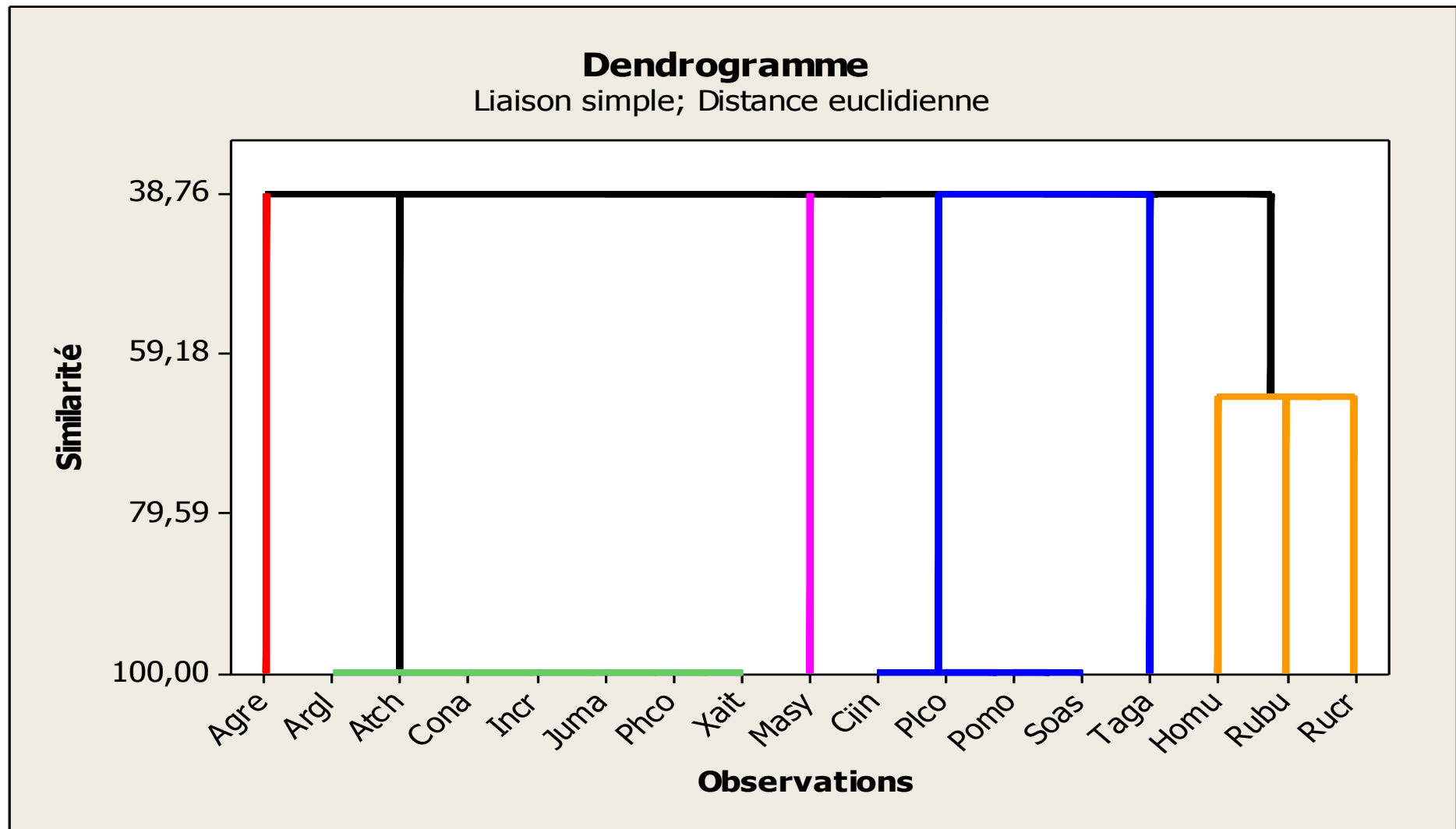


Fig. 36: Dendrogramme des espèces de la station « Rachgoun 1 »

Analyse hiérarchique des observations : station « Rachgoun 1 »

Distance euclidienne, Liaison simple
Etapas de fusion

Etape	Nombre de groupes	Niveau de similarité	Niveau de distance	Groupes liés		Nouveau groupe	Nombre d'obs. dans le nouveau groupe
1	16	100,000	0,00000	10	17	10	2
2	15	100,000	0,00000	12	15	12	2
3	14	100,000	0,00000	11	12	11	3
4	13	100,000	0,00000	4	11	4	4
5	12	100,000	0,00000	8	10	8	3
6	11	100,000	0,00000	7	8	7	4
7	10	100,000	0,00000	5	7	5	5
8	9	100,000	0,00000	3	5	3	6
9	8	100,000	0,00000	2	3	2	7
10	7	64,645	1,00000	13	14	13	2
11	6	64,645	1,00000	6	13	6	3
12	5	38,763	1,73205	4	16	4	5
13	4	38,763	1,73205	2	9	2	8
14	3	38,763	1,73205	4	6	4	8
15	2	38,763	1,73205	2	4	2	16
16	1	38,763	1,73205	1	2	1	17

Subdivision finale
Nombre de groupes : 5

	Nombre d'observations	Dans la somme de groupe des carrés	Distance moyenne du centré	Distance maximale du centré
Groupe1	1	0,00000	0,000000	0,00000
Groupe2	7	0,00000	0,000000	0,00000
Groupe3	5	2,40000	0,554256	1,38564
Groupe4	3	1,33333	0,654039	0,74536
Groupe5	1	0,00000	0,000000	0,00000

Points centraux du groupe

Variable	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5	Grand centré
1	1	1	1,0	0,66667	1	0,941176
2	1	1	0,8	1,00000	1	0,941176
3	0	1	1,0	1,00000	1	0,941176
4	1	1	0,0	1,00000	0	0,647059
5	0	1	0,0	1,00000	0	0,588235
6	0	1	0,2	1,00000	0	0,647059
7	0	1	0,0	0,00000	1	0,470588
8	0	1	0,0	0,33333	1	0,529412
9	1	1	0,2	0,00000	1	0,588235
10	0	1	0,0	0,00000	1	0,470588

Distance entre les points centraux des groupes

	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5
Groupe1	0,00000	2,44949	1,64924	2,05480	2,23607
Groupe2	2,44949	0,00000	2,51396	1,88562	1,73205
Groupe3	1,64924	2,51396	0,00000	1,71529	1,92873
Groupe4	2,05480	1,88562	1,71529	0,00000	2,56038
Groupe5	2,23607	1,73205	1,92873	2,56038	0,00000

Analyse en composantes principales : station « Rachgoun 1 »

Analyse des valeurs et vecteurs propres de la matrice de corrélation

Valeur propre	5,6505	0,3136	0,0291	0,0066	0,0001	0,0000
Proportion	0,942	0,052	0,005	0,001	0,000	0,000
Cumulée	0,942	0,994	0,999	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3
0>30	0,418	0,031	-0,612
>-30	0,391	-0,640	0,410
0>30_1	0,401	0,530	0,243
>-30_1	0,411	0,345	0,484
0>30_2	0,418	0,127	-0,396
>30	0,408	-0,416	-0,086

5.2.Station « Rachgoun 2 »

- **Discrimination par l'ACP :** Inertie 99,6 % (Fig.37)

Axe 1:

Coté positif :

sable
CaCo₃

Coté négatif :

Matière organique
Argile
Limon
Conductivité électrique
ph

La variable sable et CaCo₃ sont du côté positif et la matière organique, la conductivité électrique, le pH, l'argile et le limon sont du côté négatif. Vu les qualités de représentation, seul le sable (5,26) contribue fortement en opposition à la matière organique (-1,41), la conductivité (-1,41) et l'argile (-137). L'axe 1 se caractérise donc surtout par un gradient croissant des éléments sableux du pôle négatif au pôle positif et, dans une moindre mesure par les taux de la matière organique, la conductivité électrique et les éléments fins argileux croissant dans le sens opposé.

Axe 2 :

Coté positif :

sable

Coté négatif :

CaCo₃

Seul le CaCo₃ (-0,34) contribue fortement et sous-tend l'axe 2 du côté négatif alors que les autres variables apparaissent au pôle positif. On relève un gradient croissant du calcaire du pôle positif au pôle négatif.

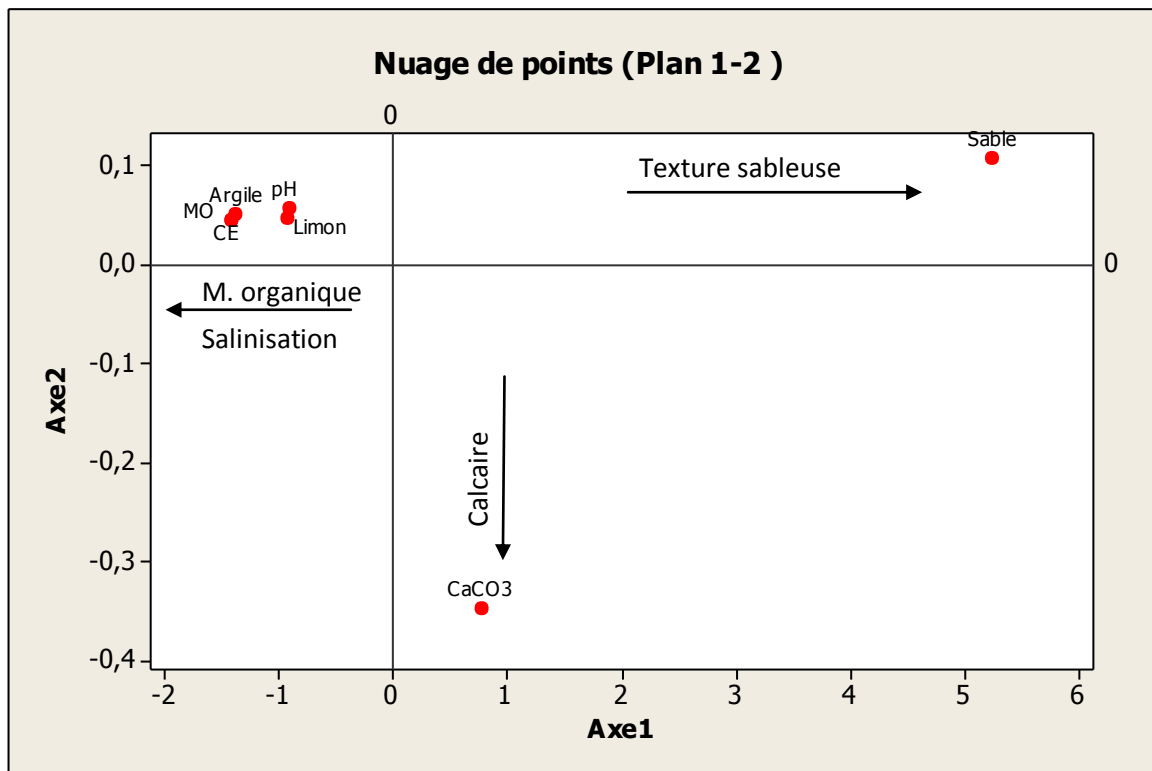


Fig.37 : A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Rachgoun 2 »

- **Discrimination par l'AFC** (Fig.38 à 40)

Axe 1: Valeur propre : 5,97

Taux d'inertie : 99,6%

Coté positif :

Xanthium italicum
Arthrocnemum glaucum
Polygonum maritimum
Cakile maritima
Salsola kali
Phragmites communis

Coté négatif :

Raphanus raphanistrum
Lavatera maritima
Lotus creticus
Pallenis spinosa
Chrysanthemum grandiflorum
Scolymus hispanicus

Un groupe d'espèces psammo-halophytes s'individualise nettement vers l'extrémité positive de l'axe 1 avec une très forte contribution (1,75). IL s'agit d'*Arthrocnemum glaucum*, *Cakile maritima*, *Salsola kali* qui se mêlent à *Phragmites*

communis : une espèce caractéristique des milieux phréatophiles. Ce groupe semble être exigeant en éléments grossiers sableux ce qui fait naître un gradient croissant de psammohalophilie du pôle négatif au pôle positif de l'axe. Sur l'intervalle 0,5 et 1 de ce côté positif, se concentrent d'autres Chénopodiacees comme *Atriplex chenopodioides* et *Suaeda maritima* avec une halophyte ; *Inula crithmoides* et *Conyza naudini*.

Le côté négatif de l'axe comporte des espèces issues de milieux différents. On relève la présence d'un groupe composée essentiellement d'espèces annuelles liées aux cultures comme *Hordeum murinum*, *Bromus rubens* et *Sonchus asper* juxtaposant un autre groupe d'herbacées annuelles constitué de *Bromus madritensis*, *Brachypodium distachyum*, *Senecio vulgaris* et *Chrysanthemum coronarium*. On observe sur cet axe un gradient de thérophytisation du pôle positif vers le pôle négatif. Sur l'extrémité négative de ce premier axe s'individualise un groupe (-1,06) comportant *Lavatera maritima*, *Chrysanthemum grandiflorum* et *Lotus creticus* indiquant la présence de l'azote. Ce groupe semble étroitement lié à la matière organique. Ce côté de l'axe montre la présence de gradients écologiques « matorral, azote » allant du pôle positif vers le pôle négatif.

Axe 2 : Valeur propre : 2,41

Taux d'inertie : 4%

<u>Coté positif :</u>	<u>Coté négatif :</u>
<p><i>Centaurea sphaerocephala</i> <i>Ammophila arenaria</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Pallenis spinosa</i></p>	<p><i>Conyza naudini</i> <i>Suaeda maritima</i> <i>Atriplex chenopodioides</i> <i>Inula crithmoides</i></p>

L'axe 2 montre, dans sa partie positive, un ensemble d'espèces psammophiles : *Centaurea sphaerocephala* (2,74) et *Ammophila arenaria* (2,57) qui s'oppose à un groupe d'espèce liées à la variable calcaire comportant *Suaeda maritima* (-1,38), *Atriplex chenopodioides* (-1,38) et *Conyza naudini* (-1,55).

- **Dendrogramme**

Le dendrogramme de la station « Rachgoun 2 » divise l'ensemble des espèces en deux grands ensembles A et B dont le premier se scinde en plusieurs sous-ensembles (Fig.41).

Ensemble A :

Sous-ensemble A₁ : *Ammophila arenaria*, *Centaurea sphaerocephala*.

Sous-ensemble A₂:

A_{1.1}: *Atriplex chenopodioides*, *Inula crithmoides*, *Suaeda maritima*.

A_{1.2} : *Conyza naudini*.

Sous-ensemble A₃:

A_{3.1}: *Beta vulgaris*, *Rumex bucephalophorus*.

A_{3.2} : *Oxalis pes-caprae*.

Sous-ensemble A₄

A_{4.1}: *Brachypodium distachyum*, *Bromus madritensis*, *Chrysanthemum coronarium*, *Senecio vulgaris*.

A_{4.2} : *Bromus rubens*, *Cichorium intybus*, *Hordeum murinum*, *Sonchus asper*, *Taraxacum officinalis*.

A_{4.3} : *Chrysanthemum grandiflorum*, *Lavatera maritima*, *Lotus creticus*.

Sous-ensemble A₅: *Pallenis spinosa*, *Raphanus raphanistrum*.

Sous-ensemble A₆: *Scolymus hispanicus*.

Sous-ensemble A₇ : *Ononis natrix*.

Sous-ensemble A₈:

A_{8.1}: *Plantago coronopus*.

A_{8.2}: *Reichardia picroides*.

Sous-ensemble A₉: *Chenopodium chenopodioides*.

Ensemble B :

Ensemble B₁: *Salicornia fruticosa*.

Ensemble B₂: *Atriplex halimus*.

Ensemble B₃:*Arthrocnemum glaucum*, *Cakile maritima*, *Phragmites communis*, *Polygonum maritimum*, *Salsola kali*, *Xanthium italicum*.

La subdivision finale comprend donc 5 groupes.

Le premier groupe comprend essentiellement des espèces psammophiles occupant le haut de la plage.

Dans le deuxième groupe, nous distinguons 3 catégories de sujet : les halophytes (*Inula crithmoides*, *Suaeda maritima*) les halo-résistantes (*Lavatera maritima*) et les non-halophytes (*Senecio vulgaris*). C'est le groupe le plus riche en espèces.

Le troisième est constitué d'une seule espèce halophyte : *Salicornia fruticosa*.

Le quatrième comprend l'*Atriplex halimus*.

Le cinquième comprend un groupe constituées d'espèces psammo-halophiles évoluant sur substrat pauvre en matière organique.

La présence d'une espèce hygrophile telle *Phragmites communis* dans des conditions psammiques peut être expliqué par les changements des conditions environnantes, il s'agit de la formation d'un étang suite aux crues de Novembre 2012 (photo n°37).

La présence de *Arthrocnemum glaucum* et *Salicornia fruticosa*, halophytes obligatoires sur des substrats pauvre en sels soluble en situation littoral nous pousse à les classer parmi les aérohalophytes qui, d'après **De Foucault (1997 in Youcefi, 2011)**, sont des plantes halophiles dont seuls les organes aériens sont imprégnés de chlorure de sodium apporté par les embruns marins, l'appareil souterrain s'insinue dans un substrat très peu ou pas salé.

Ces groupes plus ou moins complexes décrivent le milieu littoral caractérisé par une grande hétérogénéité de sol et de conditions hydriques.



Cliché Bensouna A. 20/09/2013

Photo n° 37 : Formation d'un étang et changement des conditions écologiques

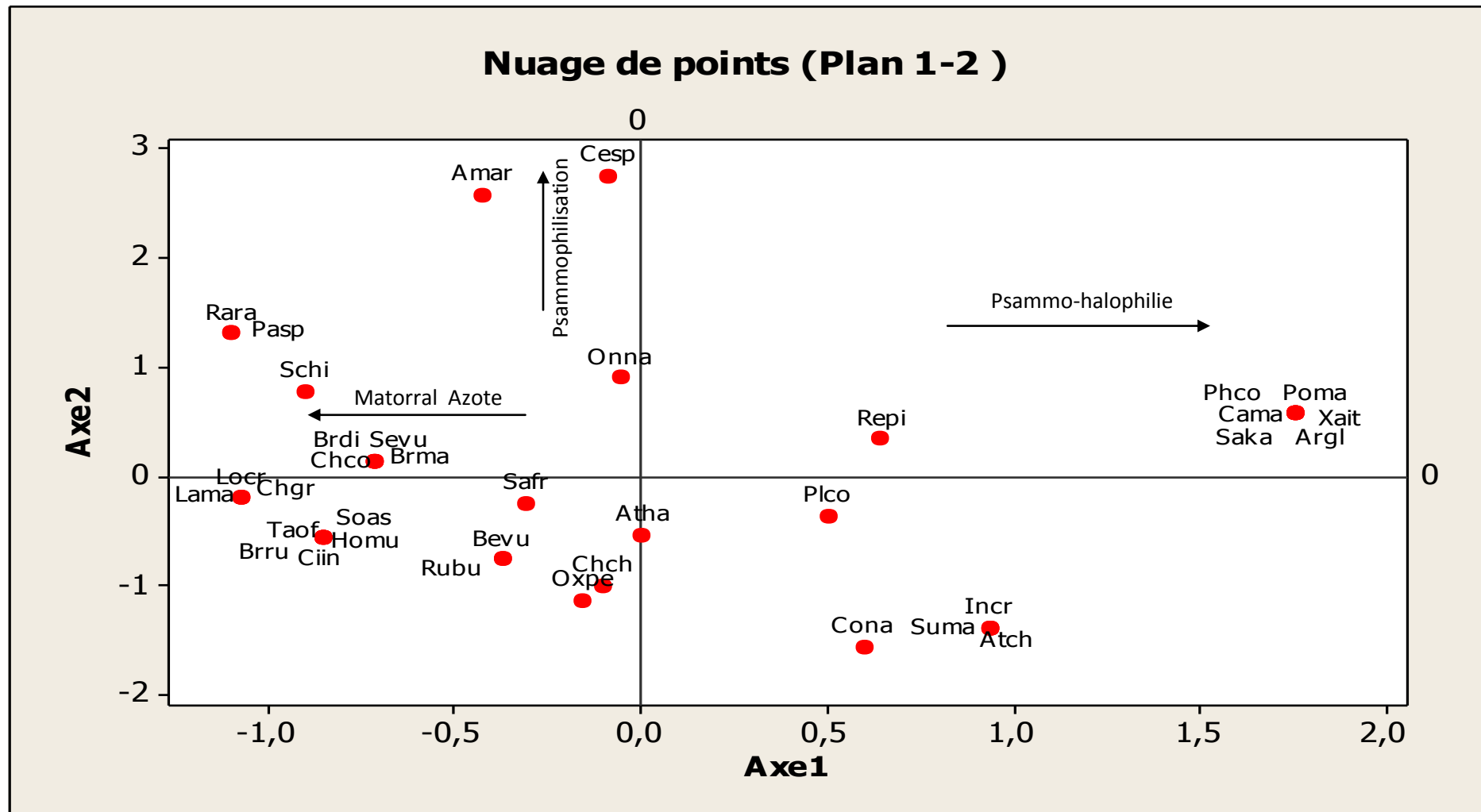


Fig. 38 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 1- Axe 2)

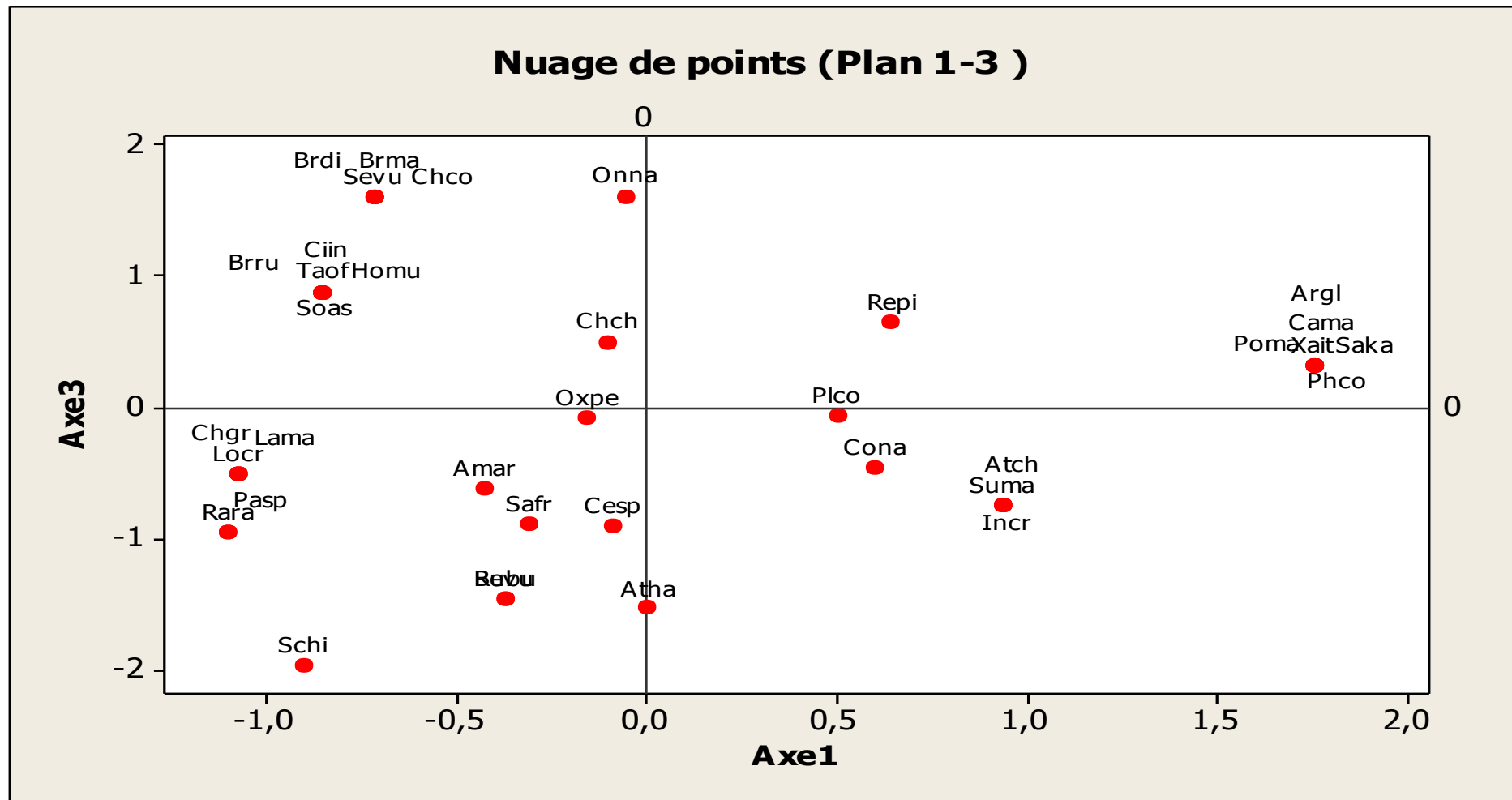


Fig. 39 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 1– Axe 3)

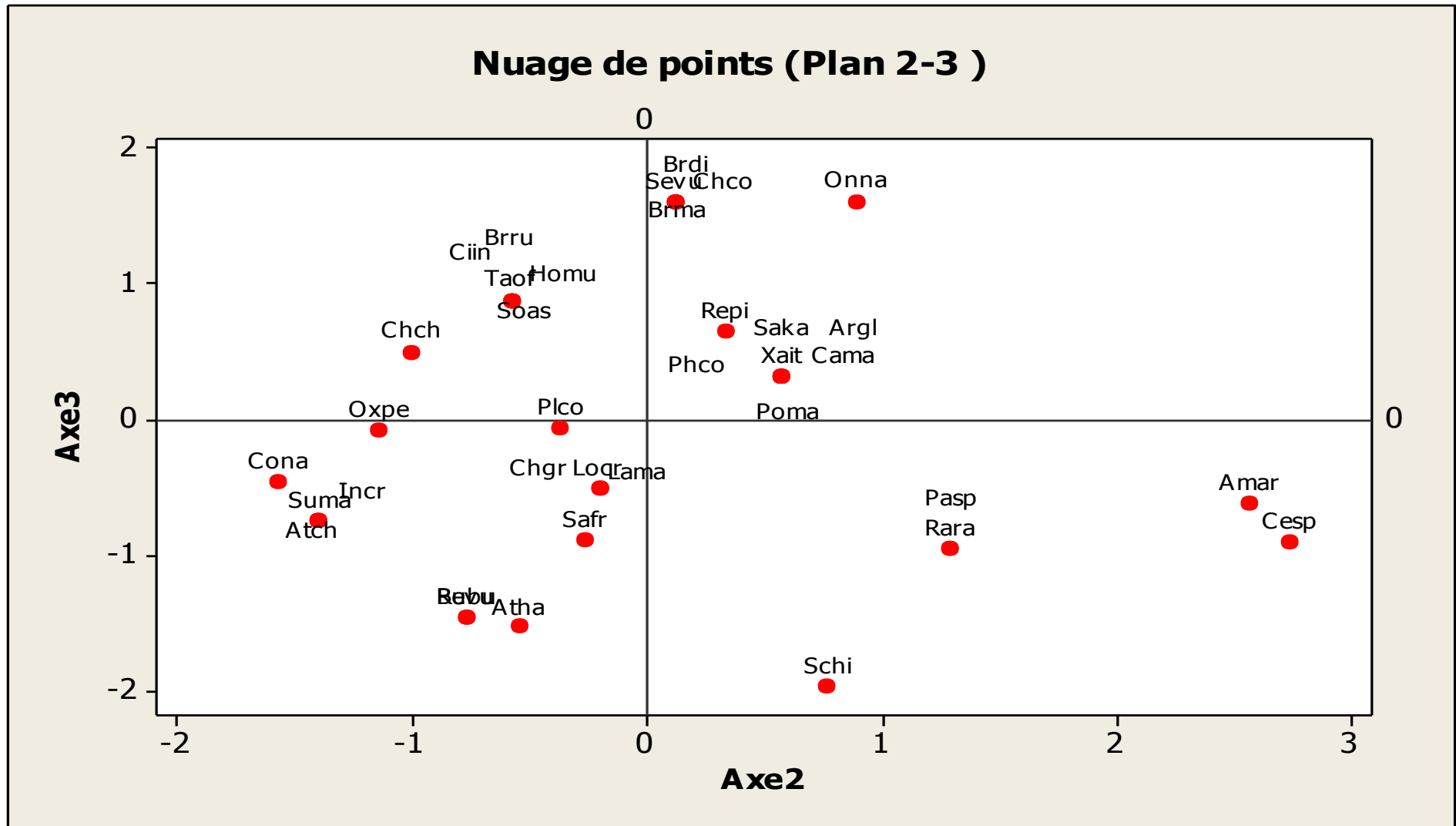


Fig.40 : Plan factoriel des espèces de la station « Rachgoun 2 » (Axe 2– Axe 3)

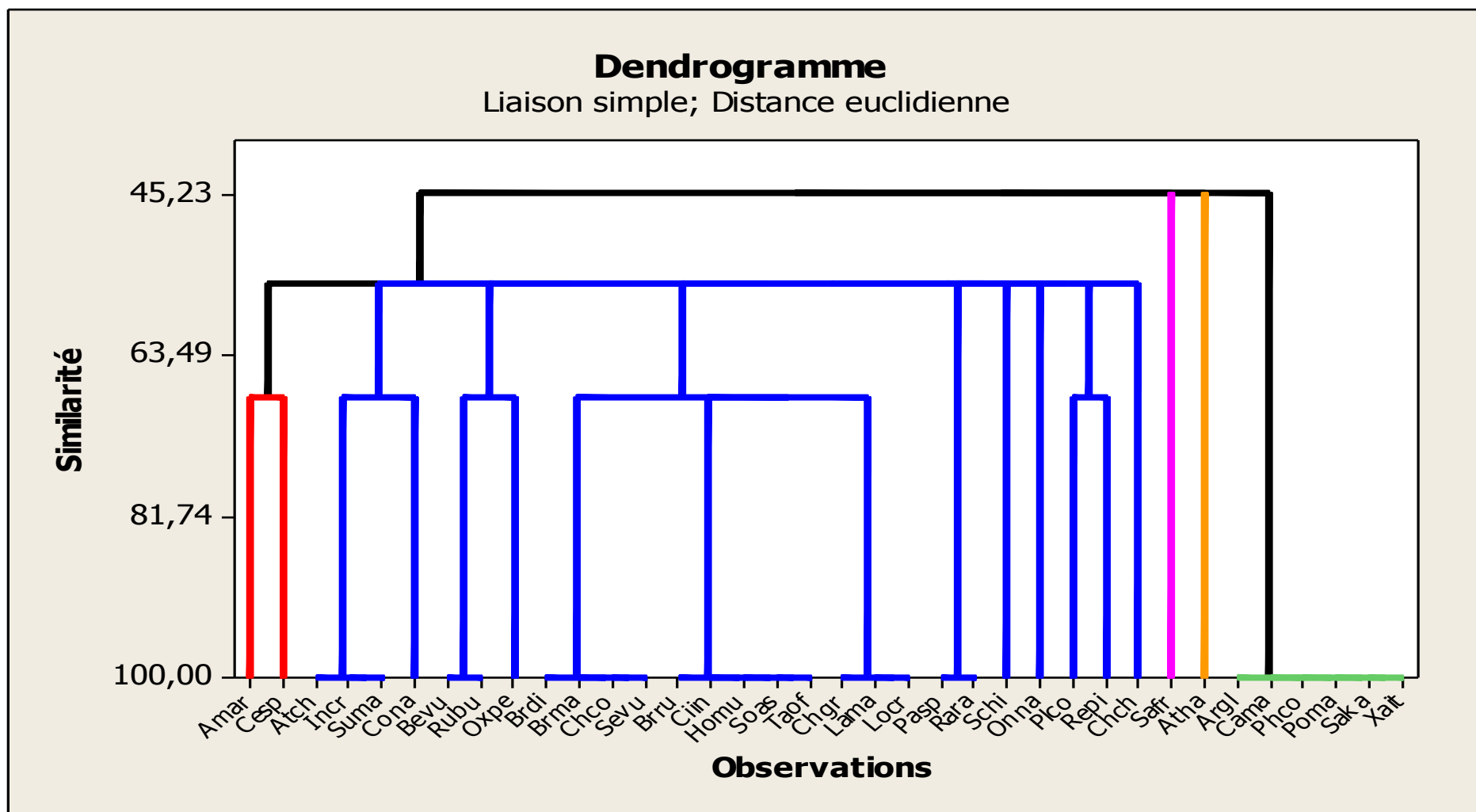


Fig.41 : Dendrogramme des espèces de la station « Rachgoun 2 »

Analyse hiérarchique des observations : station « Rachgoun 2 »

Distance euclidienne, Liaison simple
Etapes de fusion

Etape	Nombre de groupes	Niveau de similarité	Niveau de distance	Groupes liés		Nouveau groupe	Nombre d'obs. dans le nouveau groupe
1	35	100,000	0,00000	30	36	30	2
2	34	100,000	0,00000	33	35	33	2
3	33	100,000	0,00000	17	34	17	2
4	32	100,000	0,00000	16	33	16	3
5	31	100,000	0,00000	12	32	12	2
6	30	100,000	0,00000	25	30	25	3
7	29	100,000	0,00000	5	28	5	2
8	28	100,000	0,00000	22	26	22	2
9	27	100,000	0,00000	23	25	23	4
10	26	100,000	0,00000	9	23	9	5
11	25	100,000	0,00000	18	19	18	2
12	24	100,000	0,00000	13	18	13	3
13	23	100,000	0,00000	3	17	3	3
14	22	100,000	0,00000	14	16	14	4
15	21	100,000	0,00000	8	14	8	5
16	20	100,000	0,00000	7	12	7	3
17	19	100,000	0,00000	2	9	2	6
18	18	100,000	0,00000	6	7	6	4
19	17	68,377	1,00000	24	27	24	2
20	16	68,377	1,00000	5	21	5	3
21	15	68,377	1,00000	3	15	3	4
22	14	68,377	1,00000	8	13	8	8
23	13	68,377	1,00000	1	10	1	2
24	12	68,377	1,00000	6	8	6	12
25	11	55,279	1,41421	22	31	22	3
26	10	55,279	1,41421	20	24	20	3
27	9	55,279	1,41421	6	22	6	15
28	8	55,279	1,41421	6	20	6	18
29	7	55,279	1,41421	6	11	6	19
30	6	55,279	1,41421	5	6	5	22
31	5	55,279	1,41421	3	5	3	26
32	4	55,279	1,41421	1	3	1	28
33	3	45,228	1,73205	1	29	1	29
34	2	45,228	1,73205	1	4	1	30
35	1	45,228	1,73205	1	2	1	36

Subdivision finale

Nombre de groupes : 5

	Nombre d'observations	Dans la somme de groupe des carrés	Distance moyenne du centré	Distance maximale du centré
Groupe1	2	0,5000	0,50000	0,50000
Groupe2	6	0,0000	0,00000	0,00000
Groupe3	26	41,3462	1,21753	1,70580
Groupe4	1	0,0000	0,00000	0,00000
Groupe5	1	0,0000	0,00000	0,00000

Points centraux du groupe

Variable	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5	Grand centré
1	0,0	1	0,692308	0	1	0,694444
2	0,0	1	0,884615	1	0	0,833333
3	1,0	1	0,307692	0	0	0,444444

4	0,0	1	0,192308	0	1	0,333333
5	0,0	1	0,192308	1	0	0,333333
6	1,0	1	0,000000	0	0	0,222222
7	0,0	1	0,346154	0	1	0,444444
8	0,0	1	0,346154	1	0	0,444444
9	1,0	1	0,115385	0	0	0,305556
10	0,5	1	0,269231	1	0	0,416667

Distance entre les points centraux des groupes

	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5
Groupe1	0,00000	2,50000	1,97244	2,50000	2,50000
Groupe2	2,50000	0,00000	2,25025	2,44949	2,64575
Groupe3	1,97244	2,25025	0,00000	1,53990	1,51472
Groupe4	2,50000	2,44949	1,53990	0,00000	2,64575
Groupe5	2,50000	2,64575	1,51472	2,64575	0,00000

Analyse en composantes principales : station « Rachgoun 2 »

Analyse des valeurs et vecteurs propres de la matrice de corrélation

Valeur propre	5,9754	0,0241	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000
Proportion	0,996	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
Cumulée	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3
0>30	0,406	-0,828	0,168
>-30	0,409	0,067	-0,387
0>30_1	0,409	0,202	0,735
>-30_1	0,408	0,382	0,187
0>30_2	0,409	-0,147	-0,361
>30	0,409	0,318	-0,340

5.3.Station « Hammam Bouhrara 1 »

- **Discrimination par l'ACP** : inertie 99,9 % (Fig.42)

Axe 1 :

Coté positif :

Sable

Coté négatif :

Matière organique
Conductivité électrique
pH
Argile

Les variables sable et limon sont du côté positif, et CaCO_3 , argile, pH, matière organique et la conductivité électrique sont du côté négatif. Seul le sable qui contribue fortement (5,34) en opposition de la matière organique (-1,68) et la conductivité électrique (-1,65). L'axe 1 se caractérise donc surtout par un gradient croissant des éléments sableux du pôle négatif au pôle positif et dans une moindre mesure par les taux de la matière organique et la conductivité électrique croissant du pôle positif vers le pôle négatif. L'axe 1 s'avère donc représentatif d'un facteur édaphique, de nature granulométrique, discriminant les textures sableuses les plus typiques des textures plus diversifiées.

Axe 2:

Coté positif :

CaCO_3
Matière organique

Coté négatif :

Limon
Argile

Seul le CaCO_3 (0,17) contribue en opposition à l'argile (-0,16) et le limon (-0,19). Les variables matière organique, conductivité électrique, pH sont du côté positif. L'axe en question se caractérise par une richesse en CaCO_3 croissant du pôle négatif au pôle positif et une richesse en argile et limon allant du pôle positif au pôle négatif.

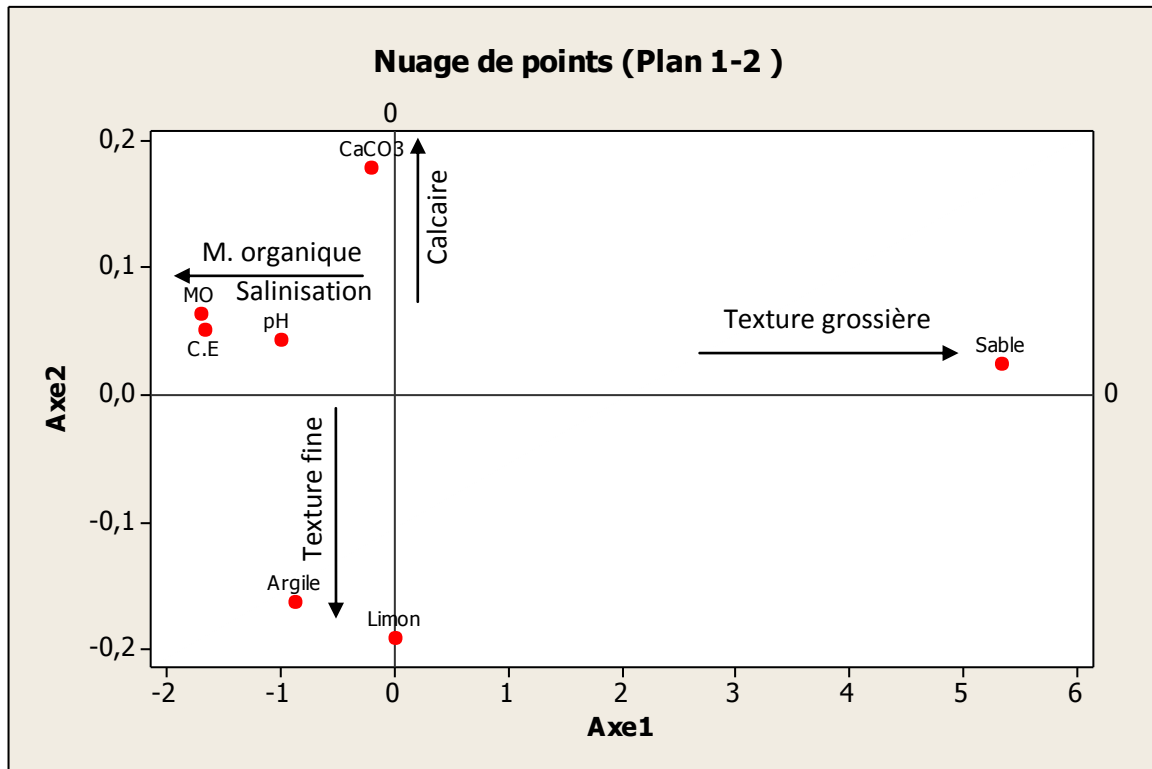


Fig. 42: A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Hammam Boughrara 1 »

- Discrimination par l'AFC (Fig.43 à 45)

Axe 1 : Valeur propre : 5,97

Taux d'inertie : 99,7%

Coté positif :

Asparagus stipularis
Arthrophytum scoparium
Artemisia herba-alba
Lygeum spartum
Salsola vermiculata

Coté négatif :

Withania frutescens
Scolymus hispanicus
Lavandula dentata
Dactylis glomerata
Thymus ciliatus

Un groupe d'espèces halophytes s'individualise nettement vers l'extrémité positive de l'axe 1 avec une forte contribution (2,12). IL s'agit d'*Arthrophytum scoparium*, *Lygeum spartum*, *Salsola vermiculata*, ayant une affinité des éléments sableux, parmi lesquelles se trouve une espèce caractéristique des steppes notamment *Artemisia herba-alba*, et une autre caractérisant les matorrals dégradés, il s'agit de *Asparagus stipularis*. Ces 4 taxons s'avèrent directement déterminer la physionomie des groupements correspondants en

raison de leur forte contribution sur l'axe. Nous relevons un gradient croissant de steppisation du pôle négatif au pôle positif.

De l'autre côté s'installent des groupes sur l'intervalle -0,5 et -0,7 comportant des sujets caractérisant le matorral (*Lavandula dentata*, *Lavandula multifida*). Des gradients croissants « Pré-forêt, matorral » marquent bien l'axe, allant du pôle positif au pôle négatif.

Axe 2: Valeur propre : 0,01

Taux d'inertie : 0,3%

Côté positif :

Fumana thymefolia
Eryngium tricuspdatum
Bromus rubens
Helianthemum virgatum
Stipa parviflora
Urginea maritima

Côté négatif :

Salsola longifolia
Lavandula dentata
Atriplex halimus
Ziziphus lotus
Lavandula dentata
Withania frutescens

Sur le côté positif de cet axe, se trouve une série d'espèces du matorral (*Helianthemum virgatum*, *Fumana thymefolia*) liées à la présence de la matière organique, l'alcalinité et la richesse en calcaire du substrat, s'opposant à un groupe qui sous-tend l'axe du côté négatif constitué de *Lavandula dentata* (-1,82), *Withania frutescens* et *Scolymus hispanicus* qui semblent être liées aux éléments texturaux fins argileux. On relève aussi la présence de certaines halophytes comme *Atriplex halimus* et *Salsola longifolia* qui semblent être liées à la présence du limon. La présence de *Ziziphus lotus* peut rappeler les vestiges d'un matorral dégradé.

Nous relevons sur cet axe deux gradients qui s'opposent, l'un croissant de thérophytisation du pôle négatif au pôle positif comme le confirme les espèces des milieux anthropisés : *Urginea maritima*, *Eryngium tricuspdatum* et *Atractylis carduus*, l'autre croissant de matorral dégradé allant au pôle négatif.

• **Dendrogramme**

Au niveau de cette station, la classification hiérarchique individualise deux ensembles A et B, chacun des deux est subdivisé en deux sous-ensembles (Fig.46).

Ensemble A :

Sous-ensemble A₁:

A_{1.1}: *Allium paniculatum*, *Asteriscus maritimus*, *Atractylis cancellata*, *Atractylis carduus*, *Brachypodium distachyum*, *Bromus rubens*, *Eryngium tricuspdatum*, *Fumana thymefolia*, *Helianthemum Virgatum*, *Linum strictum*, *Limonium thouini*, *Plantago ovata*, *Stipa parviflora*, *Teucrium polium subsp. Capitatum*, *Urginea maritima*.

A_{1.2}: *Avena sterilis*, *Lavandula multifida*, *Plantago serraria*.

A_{1.3}: *Chrysanthemum grandiflorum*.

A_{1.4}: *Dactylis glomerata*, *Thymus ciliatus*.

A_{1.5}: *Fagonia cretica*.

A_{1.6}: *Lavandula dentata*, *Scolymus hispanicus*, *Withania frutescens*.

Sous-ensemble A₂: Salsola longifolia.

Ensemble B :

Sous-ensemble B₁: *Artemisia herba-alba*, *Arthrophytum scoparium*, *asparagus stipularis*, *Lygeum spartum*, *Salsola vermiculata*.

Sous-ensemble B₂: *Atriplex halimus*, *Ziziphus lotus*.

La subdivision finale comprend donc 5 groupes d'espèces (A_{1.1}, A_{1.2} - A_{1.6}, A₂, B₁, B₂).

Le premier groupe est le plus important en espèces, marqué par une nette anthropisation confirmé par la présence de *Urginea maritima* et divers espèces épineuses.

Le deuxième groupe est constitué de représentants du matorral. Du point de vue autoécologique, la plupart des espèces citées précédemment sont représentatives de sols relativement profonds, à texture fine et à bonne capacité de rétention en eau ce qui fait naître un groupe de pélophiles.

Le quatrième est constitué d'espèces gypso-halophiles rappelant des formations de type steppique, où *Salsola vermiculata* nous indique que sol est peu salé.

Le dernier comprend *Atriplex halimus* et *Ziziphus lotus* qui semblent particulièrement liées aux zones où les eaux pluviales se concentrent plus ou moins longtemps. Le groupement à *Atriplex halimus* se situe le plus au contact du groupement à *Ziziphus lotus* et se localise sur des terrains qui sont de moins de moins soumis à l'effet de la salinité et de la sodicité et, qui ne sont jamais inondés (**Bendaanoun, 1991**). C'est la raison pour laquelle il est absent dans la station de « Rachgoun 1 ».

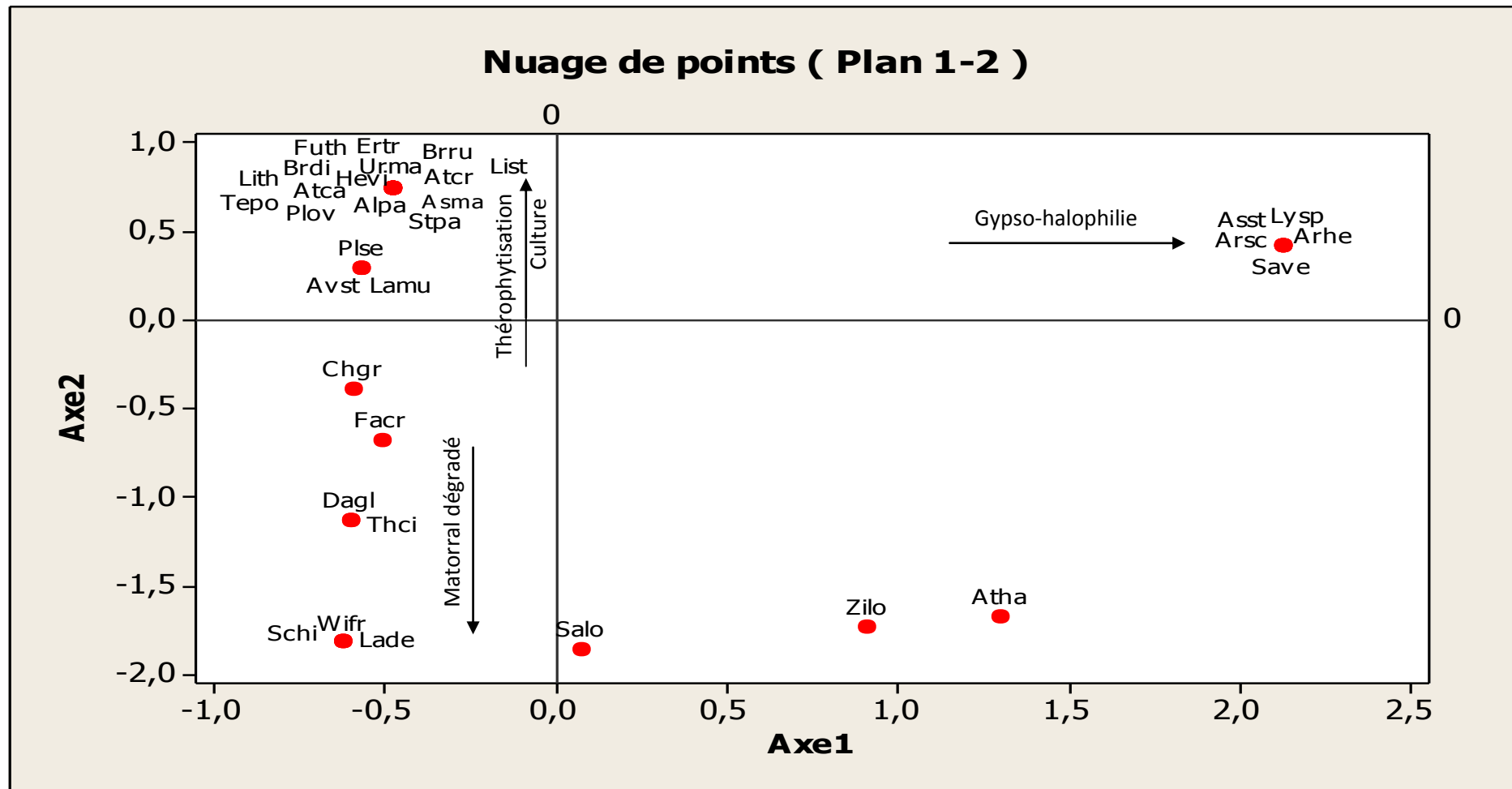


Fig. 43 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 1 » (Axe 1– Axe 2)

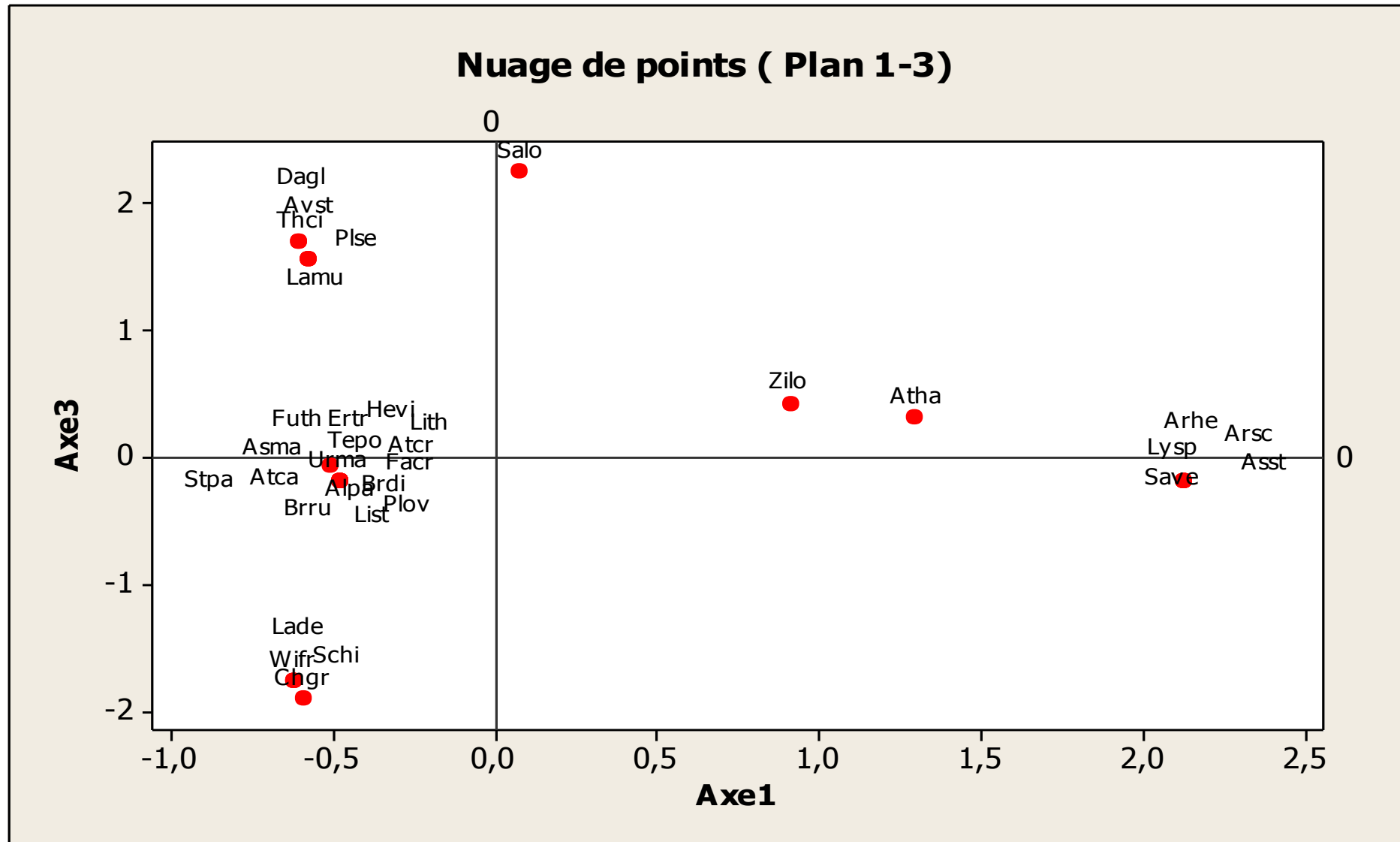


Fig.44 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 1 » (Axe 1– Axe 3)

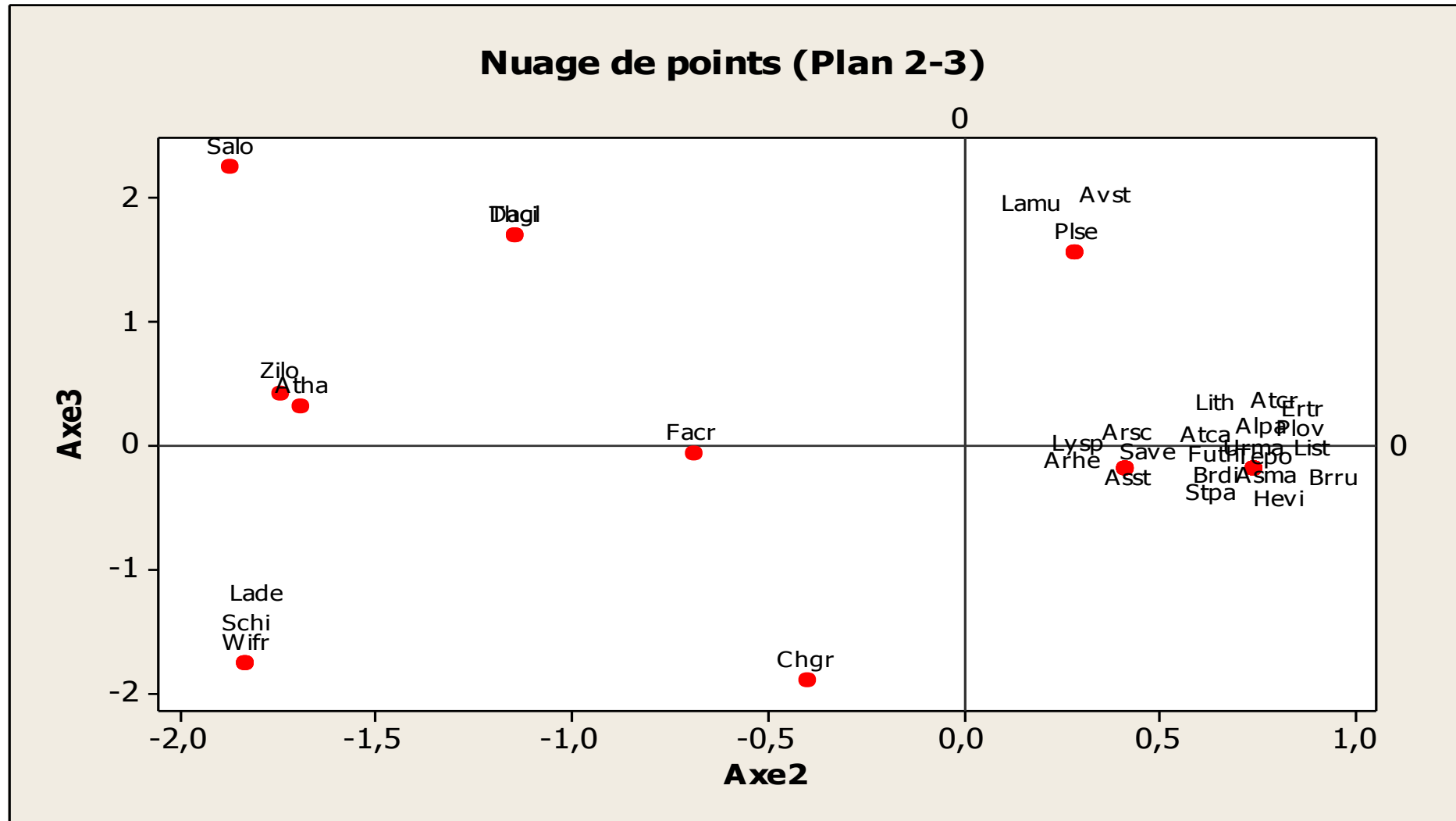


Fig.45 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 1 » (Axe 2– Axe 3)

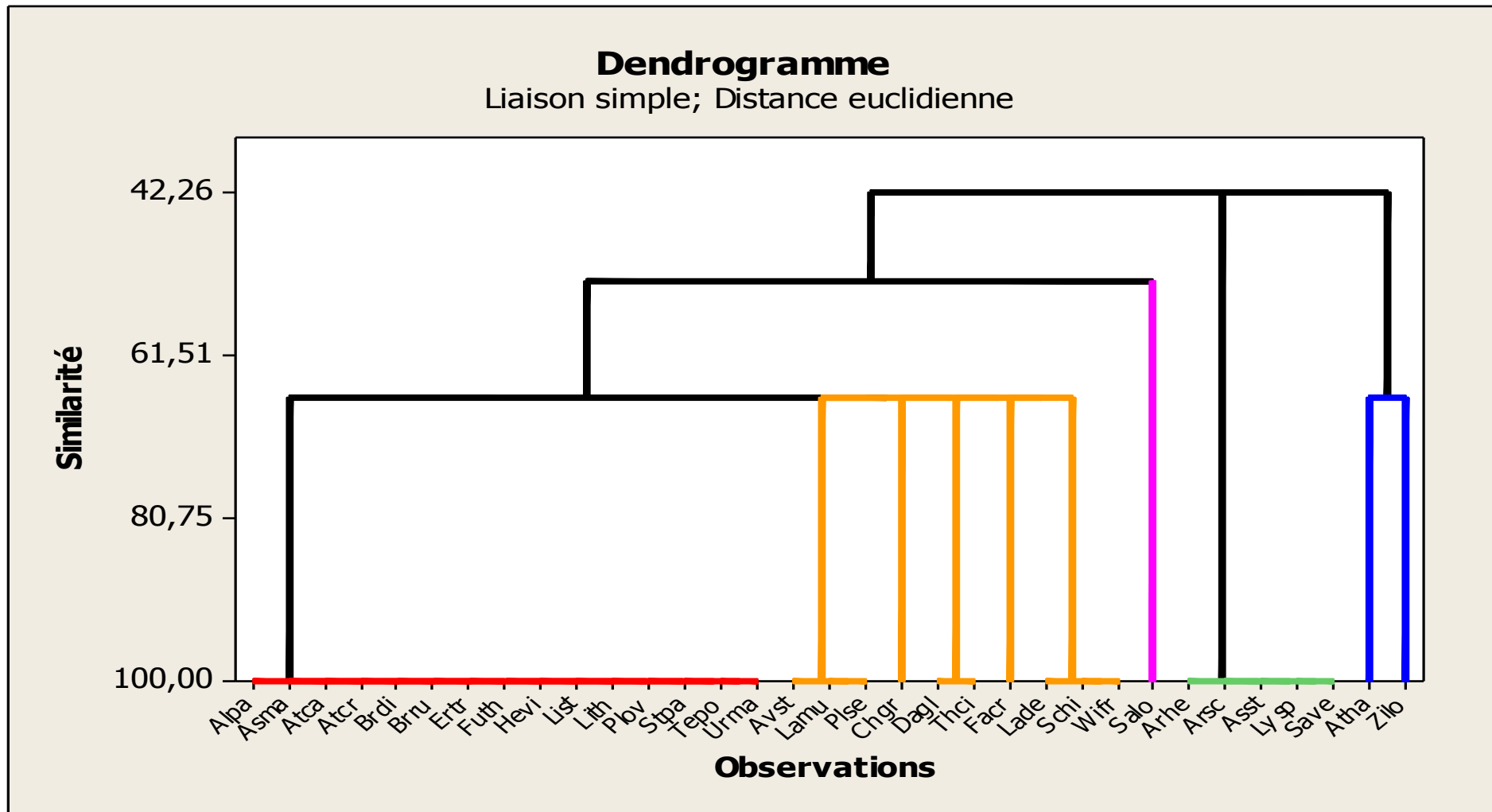


Fig.46 : Dendrogramme des espèces de la station « Hammam Bouhrara 1 »

Analyse hiérarchique des observations : station « Hammam Bouhrara 1 »

Distance euclidienne, Liaison simple
Etapes de fusion

Etape	Nombre de groupes	Niveau de similarité	Niveau de distance	Groupes liés		Nouveau groupe	Nombre d'obs. dans le nouveau groupe
1	32	100,000	0,00000	27	32	27	2
2	31	100,000	0,00000	29	31	29	2
3	30	100,000	0,00000	13	30	13	2
4	29	100,000	0,00000	28	29	28	3
5	28	100,000	0,00000	23	28	23	4
6	27	100,000	0,00000	18	27	18	3
7	26	100,000	0,00000	22	26	22	2
8	25	100,000	0,00000	19	24	19	2
9	24	100,000	0,00000	21	23	21	5
10	23	100,000	0,00000	4	22	4	3
11	22	100,000	0,00000	20	21	20	6
12	21	100,000	0,00000	17	20	17	7
13	20	100,000	0,00000	9	19	9	3
14	19	100,000	0,00000	16	17	16	8
15	18	100,000	0,00000	14	16	14	9
16	17	100,000	0,00000	11	14	11	10
17	16	100,000	0,00000	10	11	10	11
18	15	100,000	0,00000	7	10	7	12
19	14	100,000	0,00000	6	7	6	13
20	13	100,000	0,00000	5	6	5	14
21	12	100,000	0,00000	1	5	1	15
22	11	100,000	0,00000	3	4	3	4
23	10	100,000	0,00000	2	3	2	5
24	9	66,667	1,00000	8	33	8	2
25	8	66,667	1,00000	15	18	15	4
26	7	66,667	1,00000	13	15	13	6
27	6	66,667	1,00000	12	13	12	7
28	5	66,667	1,00000	9	12	9	10
29	4	66,667	1,00000	1	9	1	25
30	3	52,860	1,41421	1	25	1	26
31	2	42,265	1,73205	2	8	2	7
32	1	42,265	1,73205	1	2	1	33

Subdivision finale
Nombre de groupes : 5

	Nombre d'observations	Dans la somme de groupe des carrés	Distance moyenne du centré	Distance maximale du centré
Groupe1	15	0,0	0,000000	0,000000
Groupe2	5	0,0	0,000000	0,000000
Groupe3	2	0,5	0,500000	0,500000
Groupe4	10	7,3	0,851481	0,984886
Groupe5	1	0,0	0,000000	0,000000

Points centraux du groupe

Variable	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5	Grand centré
1	1	1	0,0	0,4	0	0,727273
2	1	1	1,0	0,5	0	0,818182
3	1	1	1,0	0,6	1	0,878788
4	0	1	0,0	0,0	0	0,151515
5	0	1	1,0	0,0	0	0,212121
6	0	1	1,0	0,0	1	0,242424

7	0	1	0,0	0,0	0	0,151515
8	0	1	1,0	0,0	0	0,212121
9	0	1	1,0	0,0	1	0,242424
10	0	1	0,5	0,0	0	0,181818

Distance entre les points centraux des groupes

	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5
Groupe1	0,00000	2,64575	2,29129	0,87750	2,00000
Groupe2	2,64575	0,00000	1,80278	2,78747	2,64575
Groupe3	2,29129	1,80278	0,00000	2,19545	1,80278
Groupe4	0,87750	2,78747	2,19545	0,00000	1,60312
Groupe5	2,00000	2,64575	1,80278	1,60312	0,00000

Analyse en composantes principales : station « Hammam Boughrara 1 »

Analyse des valeurs et vecteurs propres de la matrice de corrélation

Valeur propre	5,9794	0,0174	0,0019	0,0012	0,0000	0,0000
Proportion	0,997	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
Cumulée	0,997	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3
E1 0-30	0,409	0,037	0,366
E2 >30	0,406	-0,869	-0,167
E3 0-30	0,408	0,410	-0,089
E4 >30	0,409	0,182	-0,624
E5 0-30	0,409	0,030	0,650
E6 >30	0,409	0,204	-0,138

5.4.Station « Hammam Bouhrara 2 »

- **Discrimination par l'ACP : inertie 99,8% (Fig.47)**

Axe 1:

Coté positif :

Sable
Lmon

Coté négatif :

Matière organique
Conductivité électrique
Argile
pH

Vu les qualités des représentations, seul le sable (5,31) contribue à l'opposition de la matière organique (-1,67) et la conductivité électrique (-1,59). Le pH (-0,99) et l'argile (-0,97) contribuent moins sur le côté négatif. On observe sur cet axe un gradient d'éléments sableux avec une forte contribution. La salinité et la matière organique présentent un gradient croissant du pôle positif vers le pôle négatif de l'axe.

Axe 2:

Coté positif :

Matière organique

Coté négatif :

Limon

Du pôle positif, on note la présence du sable, La matière organique, la conductivité électrique, pH, CaCo₃. Seule la matière organique contribue fortement sur ce pôle (0,13), suivie de la conductivité électrique (0,09). Ces variables croissent en opposition du limon qui y contribue fortement (-0,38) ce qui fait apparaître un gradient croissant des éléments fins limoneux du pôle positif au pôle négatif.

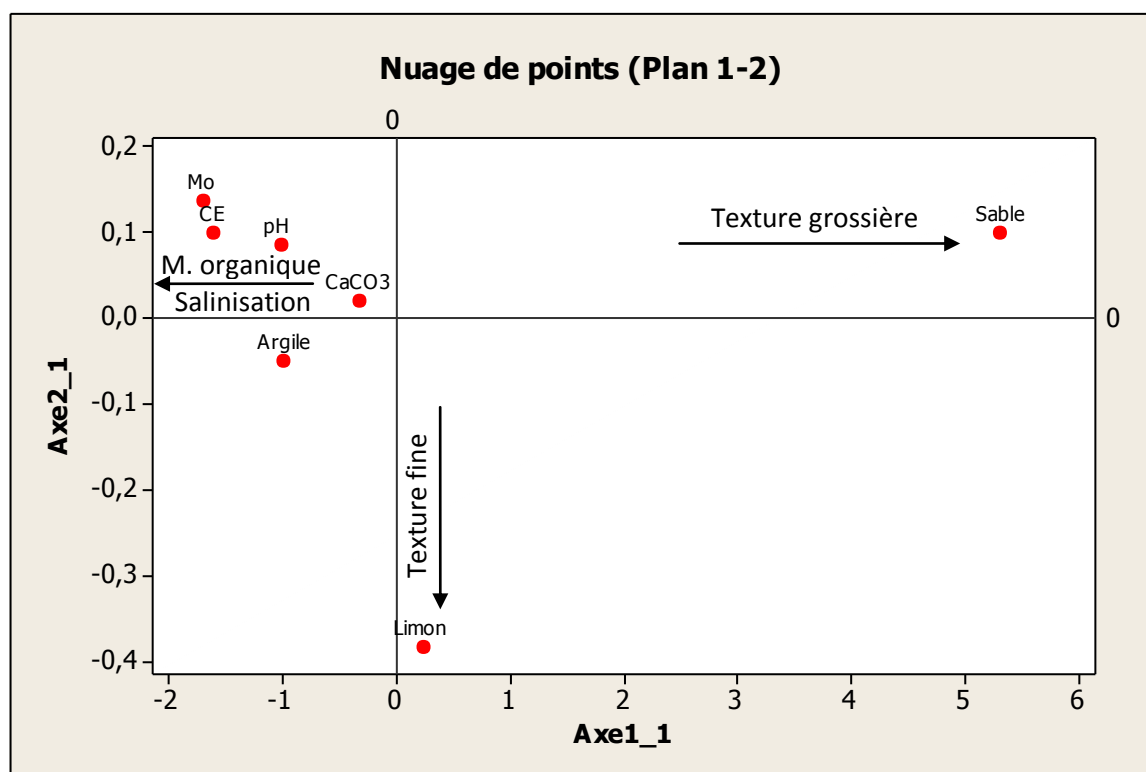


Fig.47: A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Hammam Bouhrara 2 »

- Discrimination par l'AFC (Fig.48 à 50)

Axe 1: Valeur propre : 5,95

Taux d'inertie : 99,3%

Coté positif :

Arthrophytum scoparium
Atriplex halimus
Convolvulus althaeoides
Cynodon dactylon

Coté négatif :

Stipa parviflora
Withania frutescens
Thapsia garganica
Plantago lagopus
Asphodelus microcarpus

L'examen de cette liste montre que les divers types biologiques y sont représentés. L'autécologie des espèces y apparaît également très variable, depuis celles correspondant aux milieux steppiques halophiles jusqu'aux milieux pré-forestiers.

Sur le côté positif s'installent deux groupes sous-tendant l'axe 1 et qui semble liés à la variable sable. Le premier est constitué de *Arthrophytum scoparium* et *Atriplex halimus* (5,30). Le deuxième est constitué de *Convolvulus althaeoides* et *Cynodon dactylon* (5,24) : des taxons liés à l'humidité. L'intervalle compris entre 1,5 et 3,57 est pauvre en espèces

végétales. Nous rencontrons : *Conyza naudini* et *Sonchus asper* herbacées annuelles et *Salsola longifolia*, espèce halophile.

L'examen de ces espèces et des données autoécologiques correspondantes permettent d'accorder à cet axe une signification d'halophilie croissante du pôle négatif au pôle positif.

Dans la partie négative de l'axe, nous trouvons un ensemble d'espèces thérophytiques (*Thapsia garganica*, *Asphodelus microcarpus*) ayant une forte valeur de contribution (-1,64). D'autres espèces contribuent mais faiblement comme *Lycium europaeum* (-1,38). On relève un gradient d'anthropisation croissant du pôle positif au pôle négatif.

Axe 2: Valeur propre : 0,03

Taux d'inertie : 0,5%

Coté positif :

Atractylis cancellata
Helianthemum virgatum
Chrysanthemum grandiflorum
Avena sterilis
Plantago serraria
Bromus rubens

Coté négatif :

Ziziphus lotus
Asparagus stipularis
Pinus halepensis
Lycium europaeum

L'axe deux oppose deux groupes d'espèces différents de point de vue exigences écologiques. Le premier s'installant sur le côté positif de l'axe, la plupart de ses représentant sont des herbacées (*Atractylis cancellata* (1,79), *Plantago psyllium* (1,26), *Avena sterilis*, *Chrysanthemum grandiflorum*, *Senecio vulgaris*). Ce groupe semble lié à la matière organique. Le deuxième, sous-tendant l'axe du côté négatif composé de *Pinus halepensis*, *Ziziphus lotus* (-3,15) et *Asparagus stipularis*. Ce groupe préfère les sols riches en éléments texturaux limoneux. On relève donc un gradient pré-forêt croissant allant du pôle positif vers le pôle négatif.

- **Dendrogramme**

Au niveau de cette station, la classification hiérarchique individualise deux ensembles A et B (Fig.51)

Ensemble A :

Sous-ensemble A₁: *Arthrophytum scoparium*, *Atriplex halimus*.

Sous-ensemble A₂: *Convolvulus althaeoides*, *Cynodon dactylon*.

Sous-ensemble A₃:

Sous-ensemble A_{3,1}: *Conyza naudini*.

Sous-ensemble A_{3,2}: *Sonchus asper*.

Ensemble B :

Sous-ensemble B₁:

Sous-ensemble B_{1,1}:

B_{1,1,1} : *Asparagus stipularis*, *Pinus halepensis*, *Ziziphus lotus*.

B_{1,1,2} *Asphodelus microcarpus*, *Atractylis carduus*, *Echium vulgare*,
Mesembryanthemum nodiflorum, *Plantago lagopus*, *Sinapis arvensis*, *Stipa parviflora*
Thapsia garganica, *Withania frutescens*.

B_{1,1,3} *Lycium europaeum*.

Sous-ensemble B_{1,2}:

B_{1,2,1} *Asteriscus maritimus*, *Avena sterilis*, *Brachypodium distachyum*, *Bromus rubens*,
Centaurea sulphurea, *Chenopodium album*, *Chrysanthemum grandiflorum*,
Helianthemum virgatum, *Limonium thouini*, *Plantago psyllium*, *Plantago serraria*, *Polypogon monspeliensis*,
Senecio vulgaris.

B_{1,2,2} *Atractylis cancellata*.

Sous-ensemble B₂: *Salsola longifolia*.

Les cinq groupes de la subdivision finale sont : Sous-ensemble A₁, Sous-ensemble A₂, Sous ensemble A₃, Sous-ensemble B₁, Sous-ensemble B₂.

Le premier groupe comprend deux espèces halophytes : *Arthrophytum scoparium* et *Atriplex halimus*. Ce dernier est une espèce vivace à enracinement profond présente une grande adaptation pour se développer dans les milieux halomorphes de texture très variée (Pouget, 1980).

Le quatrième groupe, le plus riche en espèces (27 espèces), est constitué de taxons caractérisant le matorral et prés-forêt mais sujet d'une forte action anthropique. Le dernier groupe comprend une seule espèce : *Salsola longifolia*.

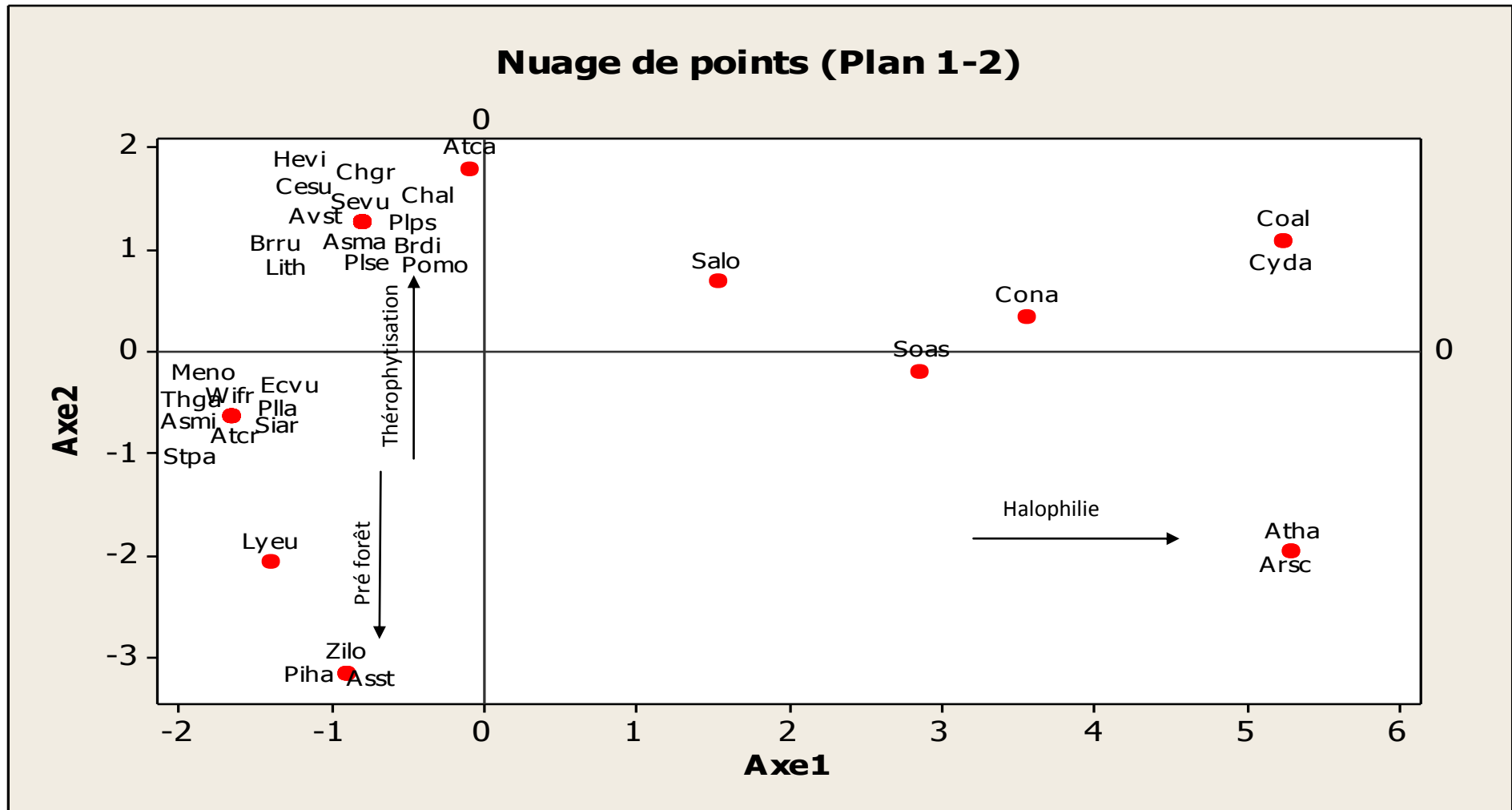


Fig.48 : Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 2 » (Axe 1– Axe 2)

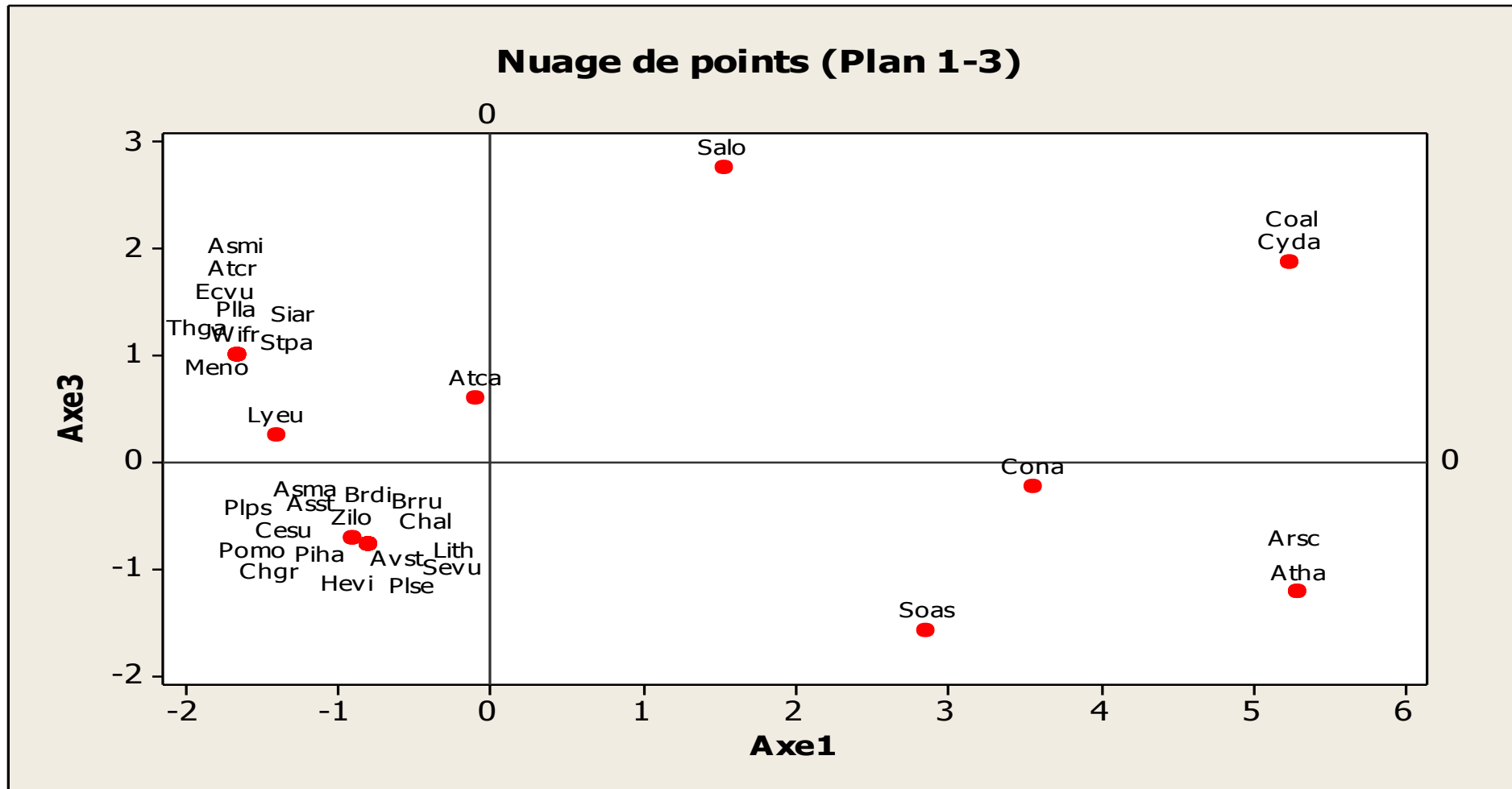


Fig.49 : Plan factoriel des espèces de la station « Hamam Boughrara 2 » (Axe 1– Axe 3)

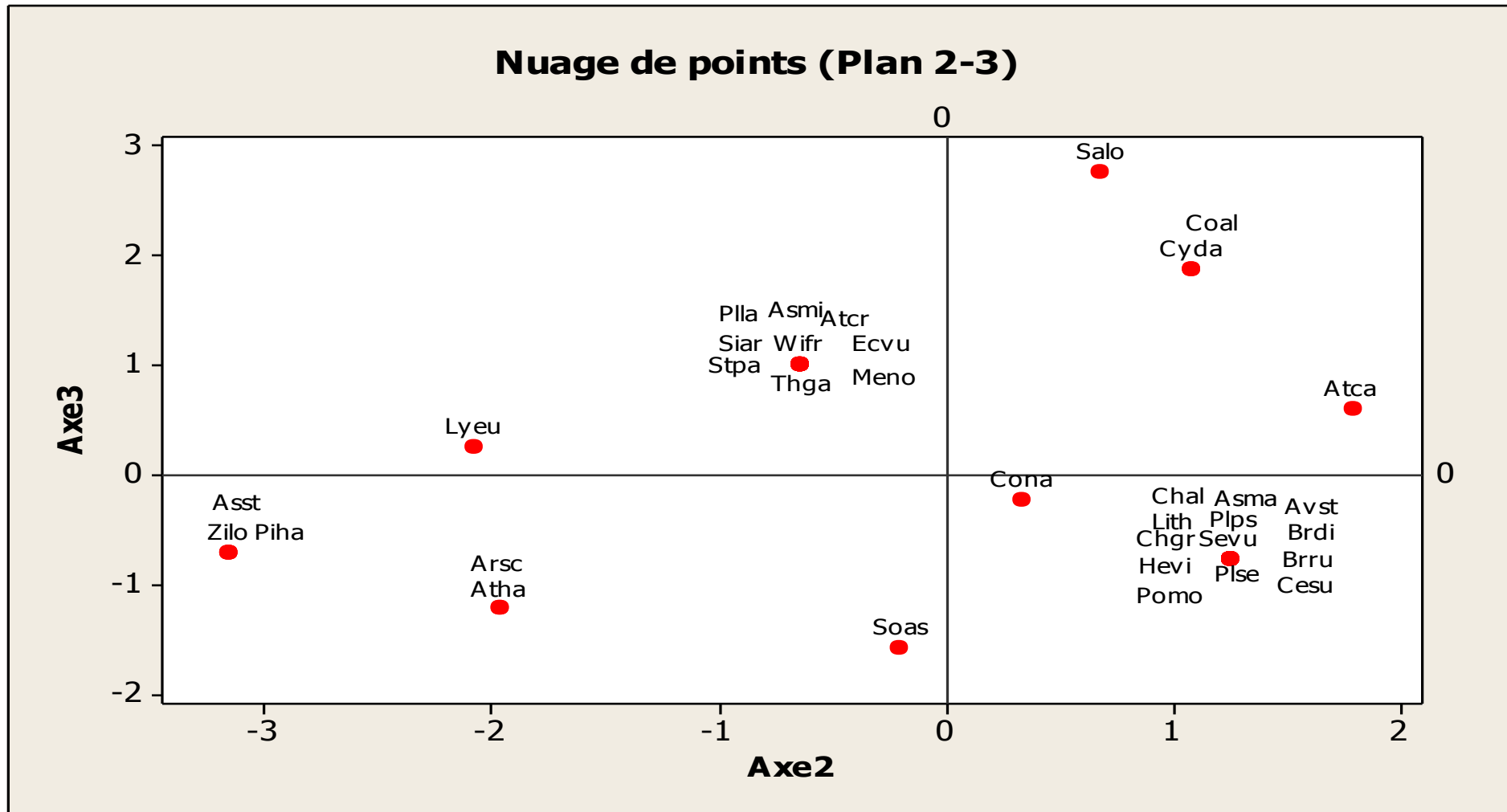


Fig. 50: Plan factoriel des espèces de la station « Hammam Boughrara 2 » (Axe 2– Axe 3)

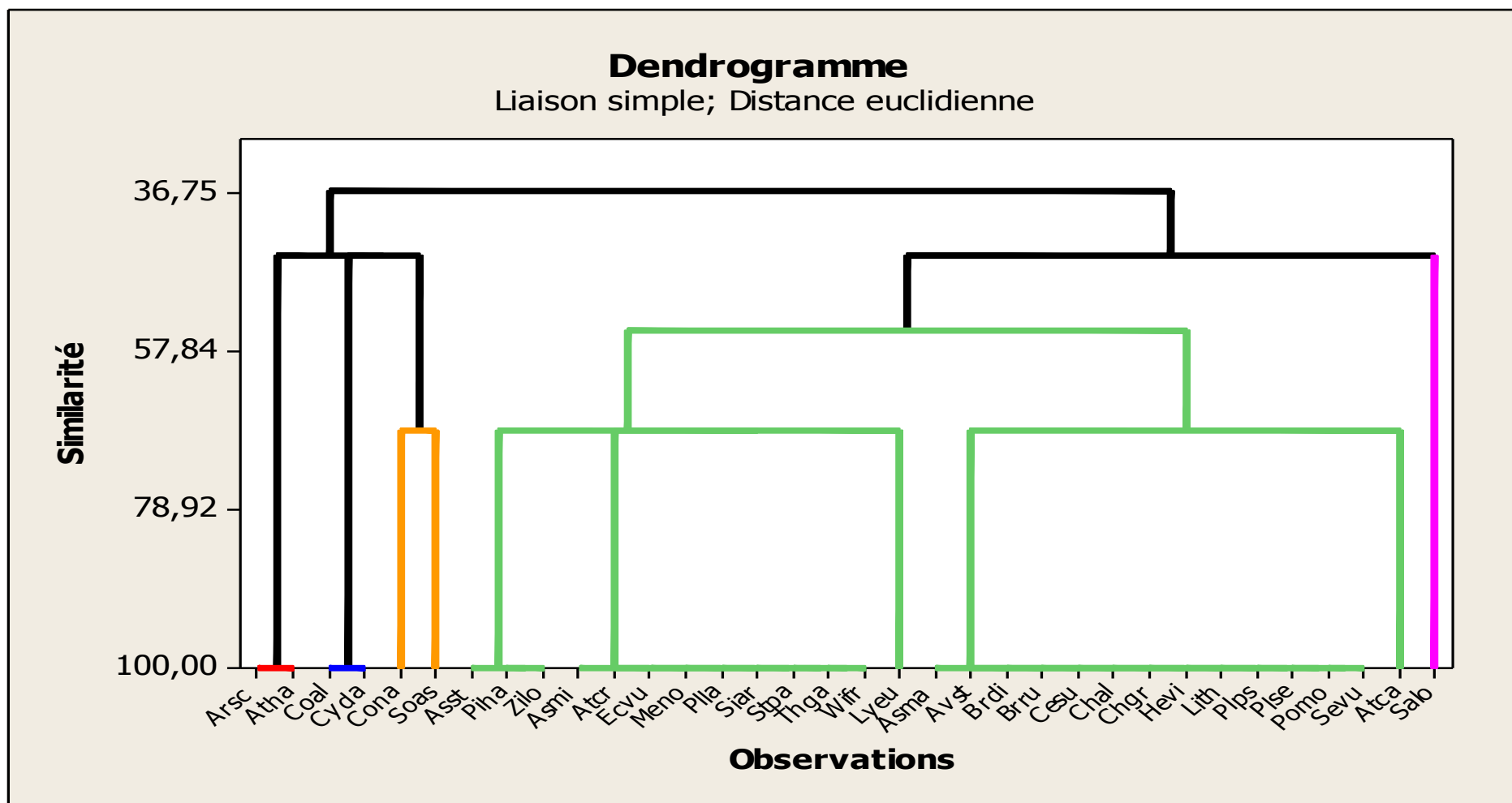


Fig.51 : Dendrogramme des espèces de la station « Hammam Boughrara 2 »

Analyse hiérarchique des observations : « Hammam Boughrara 2 »

Distance euclidienne, Liaison simple
Etapes de fusion

Etape	Nombre de groupes	Niveau de similarité	Niveau de distance	Groupes liés		Nouveau groupe	Nombre d'obs. dans le nouveau groupe
1	33	100,000	0,00000	22	34	22	2
2	32	100,000	0,00000	32	33	32	2
3	31	100,000	0,00000	31	32	31	3
4	30	100,000	0,00000	29	31	29	4
5	29	100,000	0,00000	23	29	23	5
6	28	100,000	0,00000	26	28	26	2
7	27	100,000	0,00000	25	26	25	3
8	26	100,000	0,00000	24	25	24	4
9	25	100,000	0,00000	19	24	19	5
10	24	100,000	0,00000	21	23	21	6
11	23	100,000	0,00000	2	22	2	3
12	22	100,000	0,00000	17	21	17	7
13	21	100,000	0,00000	18	19	18	6
14	20	100,000	0,00000	13	18	13	7
15	19	100,000	0,00000	6	17	6	8
16	18	100,000	0,00000	14	16	14	2
17	17	100,000	0,00000	12	13	12	8
18	16	100,000	0,00000	11	12	11	9
19	15	100,000	0,00000	10	11	10	10
20	14	100,000	0,00000	9	10	9	11
21	13	100,000	0,00000	8	9	8	12
22	12	100,000	0,00000	4	8	4	13
23	11	100,000	0,00000	1	7	1	2
24	10	100,000	0,00000	3	6	3	9
25	9	68,377	1,00000	15	30	15	2
26	8	68,377	1,00000	3	20	3	10
27	7	68,377	1,00000	4	5	4	14
28	6	68,377	1,00000	2	3	2	13
29	5	55,279	1,41421	2	4	2	27
30	4	45,228	1,73205	2	27	2	28
31	3	45,228	1,73205	14	15	14	4
32	2	45,228	1,73205	1	14	1	6
33	1	36,754	2,00000	1	2	1	34

Subdivision finale
Nombre de groupes : 5

	Nombre d'observations	Dans la somme de groupe des carrés	Distance moyenne du centré	Distance maximale du centré
Groupe1	2	0,0000	0,000000	0,00000
Groupe2	27	20,5185	0,837980	1,43348
Groupe3	2	0,0000	0,000000	0,00000
Groupe4	2	0,5000	0,500000	0,50000
Groupe5	1	0,0000	0,000000	0,00000

Points centraux du groupe

Variable	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5	Grand centré
1	1	0,962963	0	0,5	0	0,852941
2	1	0,518519	1	1,0	1	0,617647
3	1	0,518519	1	1,0	0	0,588235
4	1	0,148148	0	0,0	0	0,176471
5	1	0,000000	1	0,0	1	0,147059

6	1	0,000000	1	0,0	0	0,117647
7	1	0,111111	0	1,0	0	0,205882
8	1	0,000000	1	1,0	1	0,205882
9	1	0,000000	1	1,0	0	0,176471
10	1	0,000000	1	1,0	0	0,176471

Distance entre les points centraux des groupes

	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5
Groupe1	0,00000	2,64212	1,73205	1,80278	2,64575
Groupe2	2,64212	0,00000	2,53481	2,11897	1,86072
Groupe3	1,73205	2,53481	0,00000	1,80278	2,00000
Groupe4	1,80278	2,11897	1,80278	0,00000	2,29129
Groupe5	2,64575	1,86072	2,00000	2,29129	0,00000

Analyse en composantes principales : « Hammam Boughrara 2 »

Analyse des valeurs et vecteurs propres de la matrice de corrélation

Valeur propre	5,9550	0,0324	0,0120	0,0005	0,0001	0,0000
Proportion	0,993	0,005	0,002	0,000	0,000	0,000
Cumulée	0,993	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3
E1 0-30	0,409	0,318	-0,471
>30	0,409	0,238	-0,528
0-30_1	0,409	-0,232	0,077
>30_1	0,406	-0,711	0,021
0-30_2	0,410	-0,131	0,244
>30_2	0,407	0,516	0,659

5.5.Station « Tafna »

- Discrimination par l'ACP : Inertie 80% (Fig.52)

Axe 1 :

Coté positif :

Argile
Limon
Sable
CaCo₃

Coté négatif :

Matière organique
Conductivité électrique
pH

Vu les qualités de représentation, on peut dire que l'argile (3,62) contribue en opposition de la matière organique (-2,76) et la conductivité électrique (-2,71). L'axe se caractérise par deux gradients : l'un croissant des éléments fins argileux du pôle négatif au pôle positif ; l'autre croissant des taux de matière organique et la conductivité électrique allant vers le pôle négatif.

Axe 2:

Coté positif :

Argile

Coté négatif :

Sable

Seule la variable argile (0,26) contribue fortement en opposition du sable (-0,40). La contribution des autres variables est faible voir même nulle. Ce deuxième axe est caractérisé par un gradient élevé d'éléments texturaux sableux du pôle positif au pôle négatif.

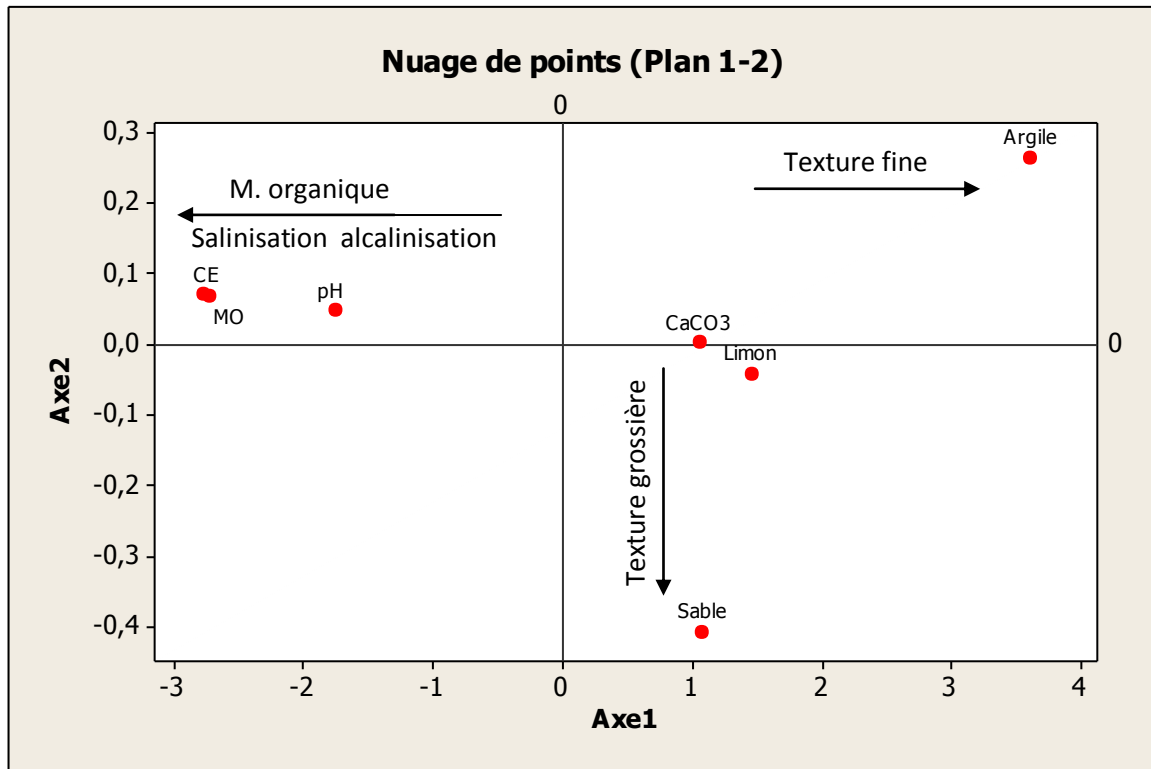


Fig.52: A.C.P Axe 1-Axe 2 station « Tafna»

- Discrimination par l'AFC (Fig.53 à 55)

Axe 1: Valeur propre : 5,95

Taux d'inertie : 99,2%

Coté positif :

Arthrophytum scoparium
Salsola vermiculata
Artemisia herba-alba
Lygeum spartum

Coté négatif :

Atractylis carduus
Echinops spinosus
Silybum marianum
Anagalis arvensis
Scolymus hispanicus

Cet axe montre la présence d'un groupe d'espèce gypso-halophiles le sous-tendant à l'extrémité du pôle positive. Ce groupe se rapproche de la variable argile. Des gradients « gypse et salinité » marquent bien l'axe, allant du pôle négatif au pôle positif.

Les espèces installées du côté négatif contribuent faiblement par rapport au premier groupe. On trouve les taxons post-cultureux (*Brachypodium distachyum*, *Bromus*

rubens) qui sont accompagnés de divers plantains, de *Ziziphus lotus* et *Withania frutescens* liés à la présence de la matière organique. Un autre groupe sous-tend l'axe de ce côté (-0,54) constitué de *Atractylis carduus*, *Echinops spinosus*, *Scolymus hispanicus*, *Anagalis arvensis* indiquant la dégradation du matorral d'où un gradient croissant du pôle positif au pôle négatif.

Axe 2: Valeur propre : 0,04

Taux d'inertie : 0,7%

Côté positif :

Asparagus stipularis

Côté négatif :

Atriplex halimus

Cet axe oppose systématiquement deux espèces : celle du côté positif, *Asparagus stipularis* (1,59) marquant la dégradation des groupes pré forestier, et celle du côté négatif, *Atriplex halimus* (-2,91) liée à la variable sable et indiquant un gradient d'halophile croissant du pôle positif au pôle négatif.

• **Dendrogramme**

Le dendrogramme de la station « Tafna » (Fig.56) divise l'ensemble des espèces en deux ensembles A et B :

Ensemble A :

Sous-ensemble A₁ :

Sous-ensemble A_{1.1} : *Anagalis arvensis*, *Atractylis carduus*, *Echinops spinosus*, *Scolymus hispanicus*, *silybum marianum*.

Sous-ensemble A_{1.2} : *Asteriscus maritimus*, *Atractylis cancellata*, *Brachypodium distachyum*, *Bromus rubens*, *Calendula arvensis*, *Centaurea pullata*, *Cynodon dactylon*, *Echium vulgare*, *Filago spathulata*, *Helianthemum virgatum*, *Pallenis spinosa*, *Phalaris bulbosa*, *Phalaris caerulea*, *Phalaris paradoxa*, *Phlomis herba venti*, *Plantago lagopus*, *Plantago psyllium*, *Stipa parviflora*, *Teucrium bracteatum*.

Sous-ensemble A_{1.3} : *Centaureum umbellatum*, *Ononis natrix*.

Sous-ensemble A_{1.4} : *Withania frutescens*.

Sous-ensemble A_{1,5} : *Ziziphus lotus*.

Sous-ensemble A₂ : *Atriplex halimus*.

Ensemble B:

Ensemble B₁: *Artemisia herba-alba*, *Arthrophytum scoparium*, *Lygeum spartum*, *Salsola vermiculata*.

Ensemble B₂ : *Asparagus stipularis*.

La subdivision finale met en exergue cinq différents groupes (Sous-ensemble A_{1,1}, Sous-ensemble A_{1,2}, Sous-ensemble A₂, Ensemble B₁, Ensemble B₂).

Le premier groupe est constitué d'espèces surtout épineuses, témoignant la proximité des cultures.

Le deuxième groupe, le plus compacte, comprend des espèces caractéristiques des matorrals dégradés.

Le troisième est constitué d'une seule espèce halophyte : *Atriplex halimus*.

Le quatrième est constitué des gypso-halophytes rappelons les formations steppiques.

Le cinquième groupe comporte une seule espèce *Asparagus stipularis* indiquant les groupements liés à une forte pression anthropique actuelle ou passée.

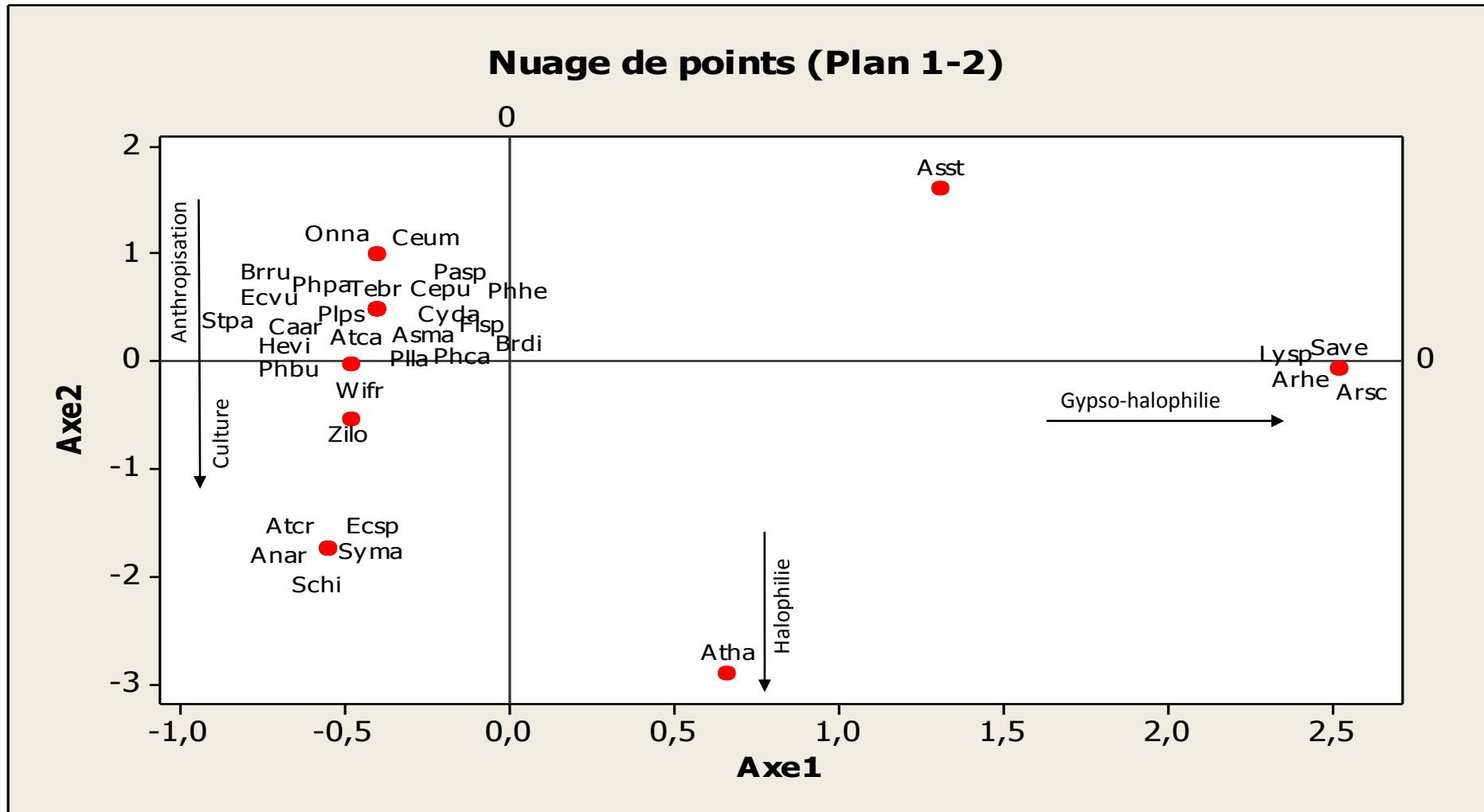


Fig.53 : Plan factoriel des espèces de la station « Tafna » (Axe 1– Axe 2)

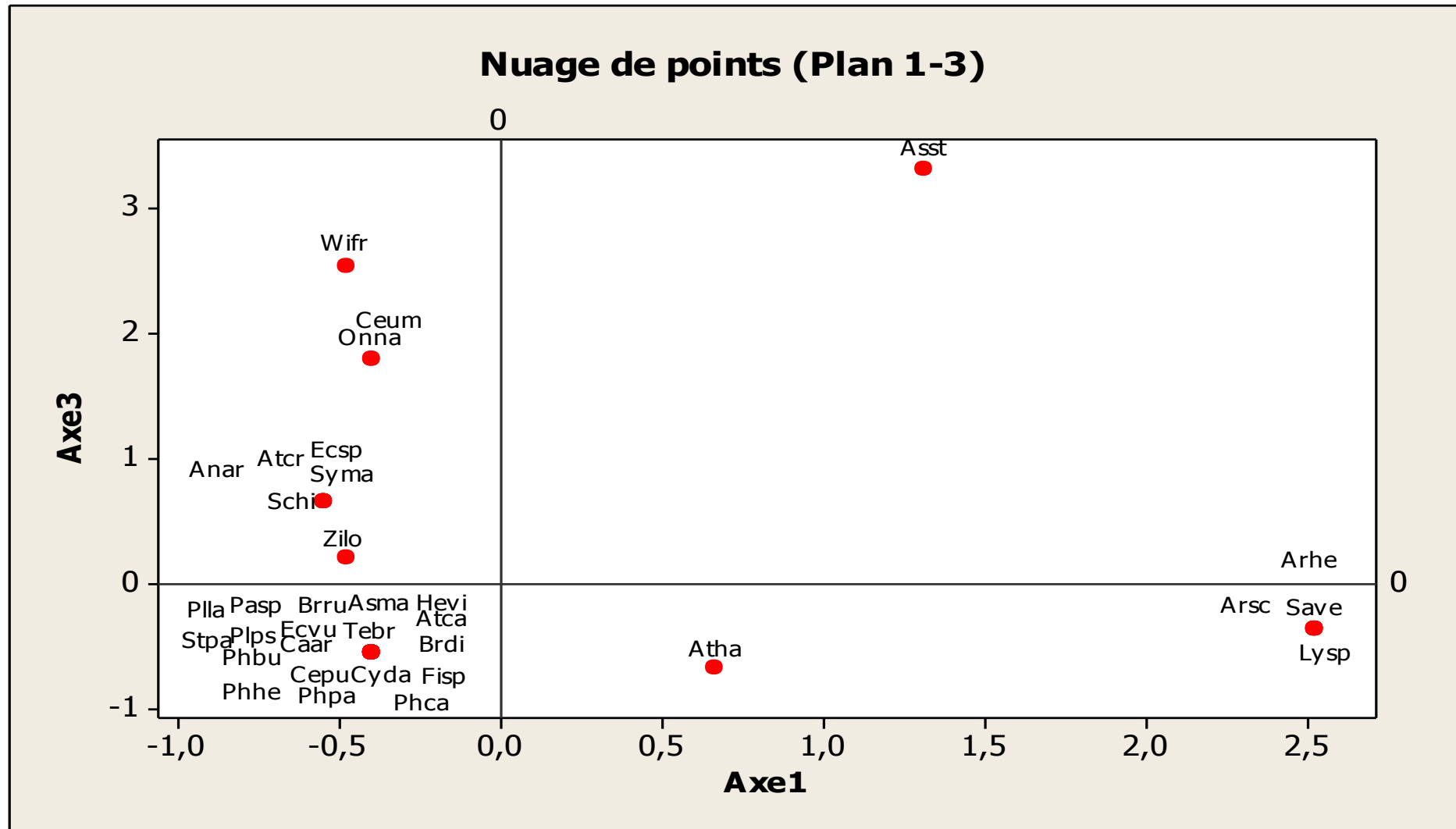


Fig.54 : Plan factoriel des espèces de la station « Tafna » (Axe 1– Axe 3)

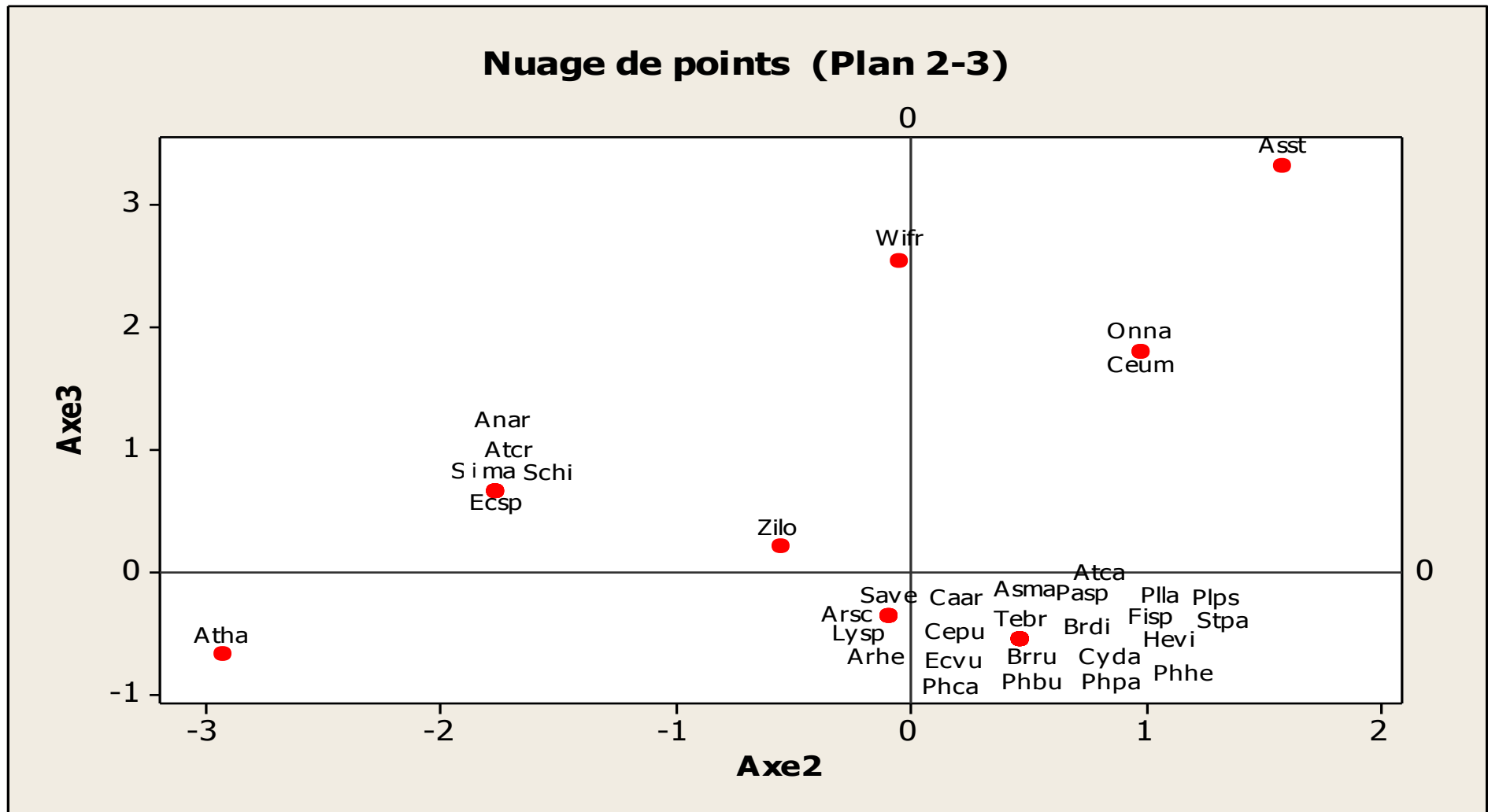


Fig.55 : Plan factoriel des espèces de la station « Tafna » (Axe 2– Axe 3)

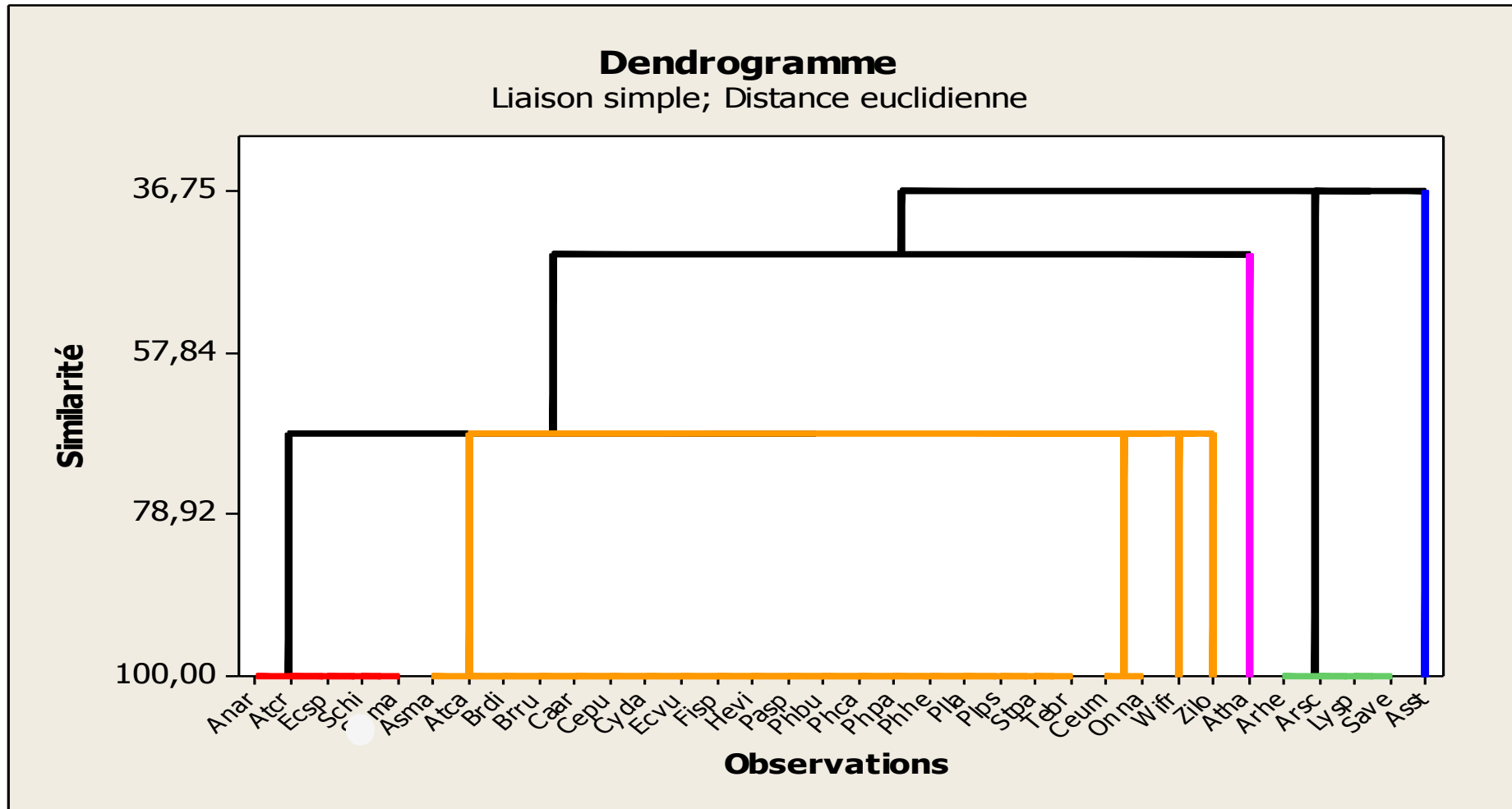


Fig.56 : Dendrogramme des espèces de la station « Tafna »

Analyse hiérarchique des observations : 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

Distance euclidienne, Liaison simple
Etapes de fusion

Etape	Nombre de groupes	Niveau de similarité	Niveau de distance	Groupes liés		Nouveau groupe	Nombre d'obs. dans le nouveau groupe
1	33	100,000	0,00000	31	32	31	2
2	32	100,000	0,00000	27	31	27	3
3	31	100,000	0,00000	29	30	29	2
4	30	100,000	0,00000	15	29	15	3
5	29	100,000	0,00000	19	28	19	2
6	28	100,000	0,00000	26	27	26	4
7	27	100,000	0,00000	25	26	25	5
8	26	100,000	0,00000	24	25	24	6
9	25	100,000	0,00000	23	24	23	7
10	24	100,000	0,00000	22	23	22	8
11	23	100,000	0,00000	21	22	21	9
12	22	100,000	0,00000	18	21	18	10
13	21	100,000	0,00000	13	20	13	2
14	20	100,000	0,00000	3	19	3	3
15	19	100,000	0,00000	17	18	17	11
16	18	100,000	0,00000	16	17	16	12
17	17	100,000	0,00000	14	16	14	13
18	16	100,000	0,00000	7	15	7	4
19	15	100,000	0,00000	12	14	12	14
20	14	100,000	0,00000	11	12	11	15
21	13	100,000	0,00000	10	11	10	16
22	12	100,000	0,00000	9	10	9	17
23	11	100,000	0,00000	6	9	6	18
24	10	100,000	0,00000	1	7	1	5
25	9	100,000	0,00000	5	6	5	19
26	8	100,000	0,00000	2	3	2	4
27	7	68,377	1,00000	33	34	33	2
28	6	68,377	1,00000	13	33	13	4
29	5	68,377	1,00000	5	13	5	23
30	4	68,377	1,00000	1	5	1	28
31	3	45,228	1,73205	1	8	1	29
32	2	36,754	2,00000	2	4	2	5
33	1	36,754	2,00000	1	2	1	34

Subdivision finale
Nombre de groupes : 5

	Nombre d'observations	Dans la somme de groupe des carrés	Distance moyenne du centré	Distance maximale du centré
Groupe1	5	0,00000	0,000000	0,00000
Groupe2	4	0,00000	0,000000	0,00000
Groupe3	1	0,00000	0,000000	0,00000
Groupe4	23	4,43478	0,300412	1,26087
Groupe5	1	0,00000	0,000000	0,00000

Points centraux du groupe

Variable	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5	Grand centré
1	0	1	1	1,00000	0	0,823529
2	0	1	1	0,91304	0	0,764706
3	1	1	0	0,86957	1	0,882353
4	0	1	1	0,00000	0	0,147059
5	0	1	1	0,00000	0	0,147059
6	0	1	0	0,00000	1	0,147059
7	0	1	1	0,00000	0	0,147059

8	0	1	1	0,00000	0	0,147059
9	0	1	0	0,00000	1	0,147059
10	0	1	0	0,00000	1	0,147059

Distance entre les points centraux des groupes

	Groupe1	Groupe2	Groupe3	Groupe4	Groupe5
Groupe1	0,00000	3,00000	2,64575	1,36039	1,73205
Groupe2	3,00000	0,00000	2,00000	2,65039	2,44949
Groupe3	2,64575	2,00000	0,00000	2,18259	3,16228
Groupe4	1,36039	2,65039	2,18259	0,00000	2,20242
Groupe5	1,73205	2,44949	3,16228	2,20242	0,00000

Analyse en composantes principales : 0>30; >-30; 0>30_1; >-30_1; 0>30_2; >30

Analyse des valeurs et vecteurs propres de la matrice de corrélation

Valeur propre	5,9506	0,0414	0,0074	0,0005	0,0001	0,0000
Proportion	0,992	0,007	0,001	0,000	0,000	0,000
Cumulée	0,992	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3
0>30	0,409	0,153	-0,575
>-30	0,407	0,514	0,486
0>30_1	0,406	-0,696	0,133
>-30_1	0,409	0,388	-0,247
0>30_2	0,409	-0,258	-0,306
>30	0,409	-0,103	0,511

6. Conclusion

Cette étude sur les relations sol-végétation dans l'Ouest oranais a eu pour but d'apporter une réponse à une question précise : quelles sont les caractéristiques physico-chimiques du sol qui exercent une influence déterminante sur la répartition des espèces dans les groupements halophiles ?

Nous avons mis en évidence par le biais de la méthode d'analyses multivariées, l'existence de groupes d'espèces (groupes écologiques) liées plus particulièrement à de multiples facteurs édaphiques souvent mal définis pour conduire à l'installation de groupes hydrohalophiles, psammophiles, gypsophiles, pélophiles ou seulement halophiles.

La répartition des phytocénoses s'avère étroitement liée à l'ensemble des caractères physico-chimiques du sol. Ainsi, pour l'ensemble des stations, ce sont les facteurs physiques qui interviennent le plus dans la répartition des peuplements halophiles : pour les stations « Rachgoun 1, Rachgoun 2, Hammam Boughrara 1 et Hammam Boughrara 2 » le sable est le principal facteur déterminant, pour la station « Tafna » c'est plutôt l'argile. Concernant les autres facteurs, ils interviennent à des degrés divers.

Les facteurs édaphiques n'exercent pas d'action directe sur la plante mais une action indirecte sur les facteurs physiologiques réellement actifs. Ils précisent les possibilités d'installation et de croissance de la plante dans un milieu donné (**Pouget, 1980**).

Les facteurs de fertilité et de salinité, qui très souvent sont considérés comme les plus importants facteurs qui régissent la structuration de la végétation naturelle, ne jouent qu'un rôle secondaire compte-tenu de l'influence des autres facteurs édaphiques.

Tab.31 : Les coordonnées de la station « Rachgoun 1 »

code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Profondeur (cm)	0>30	>-30	0>30_1	>-30_1	0>30_2	>30	Axe1	Axe2	Axe3	Axe1_1	Axe2_1	Axe1_2
Agre	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	Sable	46,00	61,00	36,00	39,00	44,00	55,00	-0,86242	-0,76682	-2,82843	3,93937	-	-0,025909
Argl	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Limon	33,00	18,00	35,00	32,00	33,00	25,00	1,05461	-0,13584	0,00000	1,64977	0,910486	-0,240428
Atch	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Argile	21,00	21,00	29,00	29,00	23,00	20,00	1,05461	-0,13584	0,00000	0,80557	0,553744	0,334090
Ciin	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	pH	7,49	7,56	7,37	7,39	7,37	7,35	-1,26917	-0,28215	-0,00000	-1,60497	-	-0,023701
Cona	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	CE	2,30	1,80	1,90	2,10	1,85	2,11	1,05461	-0,13584	0,00000	-2,38364	-	-0,043673
Homu	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	CaCO3(%)	19,40	20,63	18,65	19,40	17,63	24,25	-0,40983	2,95547	0,00000	0,18641	-	0,031114
Incr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MO (%)	0,27	0,68	0,41	0,62	0,89	0,55	1,05461	-0,13584	0,00000	-2,59252	-	-0,031492
Juma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								1,05461	-0,13584	0,00000			
Masy	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1								0,10608	-1,69177	-0,00000			
Phco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								1,05461	-0,13584	0,00000			
Plco	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-1,26917	-0,28215	-0,00000			
Pomo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-1,26917	-0,28215	-0,00000			
Rubu	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0								0,04362	1,07563	0,00000			
Rucr	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0								-0,32064	1,27378	0,00000			
Soas	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-1,26917	-0,28215	-0,00000			
Taga	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0								-0,86242	-0,76682	2,82843			

Tab. 32: Les coordonnées de la station « Rachgoun 2 »

code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Profondeur (cm)	0>30	>-30	0>30_1	>-30_1	0>30_2	>30	Axe1	Axe2	Axe3	Axe1_1	Axe2_1	Axe1_2
Amar	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	Sable	92,00	91,00	93,00	92,00	91,00	90,00	-0,41801	2,57053	-0,62836	5,26233	0,106154	0,0019694
Argl	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Limon	7,00	8,00	6,00	7,00	8,00	8,00	1,75798	0,58234	0,30221	-0,91860	0,046680	-0,0411327
Atch	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	Argile	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	0,94358	-1,38631	-0,75570	-1,37201	0,049976	0,0086605
Atha	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	pH	7,12	7,47	7,46	7,55	7,42	7,57	0,01096	-0,53311	-1,54356	-0,91194	0,056123	0,0113153
Bevu	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	CE (mS/cm)	0,40	0,82	0,31	0,62	0,63	0,71	-0,36505	-0,75768	-1,47446	-1,41512	0,044514	0,0083007
Brdi	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	CaCO3 (%)	42,17	29,40	27,71	25,19	32,33	25,86	-0,70816	0,12971	1,59477	0,77134	-	0,0005554
Brma	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	MO (%)	0,27	0,68	0,41	0,62	0,89	0,55	-0,70816	0,12971	1,59477	-1,41599	0,045231	0,0103314
Brru	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,84726	-0,57060	0,87118			
Cama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								1,75798	0,58234	0,30221			
Cesp	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1								-0,07863	2,74349	-0,91516			
Chch	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0								-0,09300	-0,99751	0,48954			
Chco	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,70816	0,12971	1,59477			
Chgr	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-1,06225	-0,19592	-0,51602			
Ciin	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,84726	-0,57060	0,87118			
Cona	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0								0,60420	-1,55927	-0,46890			
Homu	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,84726	-0,57060	0,87118			
Incr	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1								0,94358	-1,38631	-0,75570			
Lama	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-1,06225	-0,19592	-0,51602			
Locr	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-1,06225	-0,19592	-0,51602			
Onna	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1								-0,04805	0,90211	1,60228			
Oxpe	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0								-0,15005	-1,13235	-0,08726			
Pasp	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0								-1,09331	1,30219	-0,96268			
Phco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								1,75798	0,58234	0,30221			
Plco	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1								0,51006	-0,35995	-0,07975			
Poma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								1,75798	0,58234	0,30221			
Rara	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0								-1,09331	1,30219	-0,96268			
Repi	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1								0,64916	0,34035	0,64385			
Rubu	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0								-0,36505	-0,75768	-1,47446			
Safr	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0								-0,29978	-0,25131	-0,89840			
Saka	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								1,75798	0,58234	0,30221			
Schi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1								-0,89303	0,77485	-1,97307			
Sevu	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,70816	0,12971	1,59477			
Soas	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,84726	-0,57060	0,87118			
Suma	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1								0,94358	-1,38631	-0,75570			
Taof	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,84726	-0,57060	0,87118			

Tab. 33: Les coordonnées de la station « Hammam Boughrara 1 »

code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Profondeur (cm)	E1 0-30	E2 >30	E3 0-30	E4 >30	E5 0-30	E6 >30	Axe1	Axe2	Axe3			
Alpa	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Sable	74,00	66,00	76,00	76,00	72,00	75,00	-0,47494	0,74495	-0,18847	5,34333	0,023722	-0,0223926
Arhe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Limon	19,00	21,00	16,00	16,00	19,00	17,00	2,12958	0,41636	-0,19339	0,02489	-0,192361	0,0681237
Arsc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Argile	7,00	13,00	8,00	8,00	9,00	8,00	2,12958	0,41636	-0,19339	-0,86227	-0,164567	-0,0411522
Asst	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	pH	7,62	7,49	8,01	7,63	7,77	7,79	2,12958	0,41636	-0,19339	-0,98050	0,042552	-0,0140223
Asma	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	C.E	0,58	1,22	0,93	0,37	0,40	0,91	-0,47494	0,74495	-0,18847	-1,65572	0,050281	-0,0287755
Atca	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	CaCO3(%)	15,64	12,12	18,65	15,40	17,63	16,72	-0,47494	0,74495	-0,18847	-0,18310	0,177267	0,0568923
Atcr	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	MO	0,41	0,55	0,41	0,34	0,48	0,34	-0,47494	0,74495	-0,18847	-1,68662	0,063106	-0,0186735
Atha	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1								1,30185	-1,68415	0,31432			
Avst	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,56577	0,28959	1,56145			
Brdi	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Brru	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Chgr	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,58476	-0,39412	-1,89365			
Dagl	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,59591	-1,14143	1,68921			
Ertr	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Facr	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,50508	-0,68607	-0,06071			
Futh	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Hevi	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Lade	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,61490	-1,82514	-1,76589			
Lamu	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,56577	0,28959	1,56145			
List	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Lith	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Lysp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								2,12958	0,41636	-0,19339			
Plov	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,47494	0,74495	-0,18847			
Plse	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,56577	0,28959	1,56145			
Salo	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0								0,08299	-1,86284	2,24381			
Save	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								2,12958	0,41636	-0,19339			
Schi	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,61490	-1,82514	-1,76589			

Tab. 34: Les coordonnées de la station « Hammam Bouhrara 2 »

code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Profondeur (cm)	E1 0-30	>30	0-30_1	>30_1	0-30_2	>30_2	Axe1	Axe2	Axe3	Axe1_1	Axe2_1	Axe3_1
Arsc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Sable	79,00	78,00	69,00	64,00	69,00	75,00	5,30271	-1,95948	-1,22586	5,31592	0,097408	0,006052
Asst	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	Limon	18,00	19,00	22,00	26,00	21,00	14,00	-0,88525	-3,15154	-0,72280	0,24280	-0,383522	-0,071751
Asmi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Argile	3,00	3,00	9,00	10,00	10,00	11,00	-1,64025	-0,63997	1,00620	-0,97101	-0,050634	0,241340
Asma	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	pH	7,35	7,31	7,69	7,32	7,98	7,93	-0,78521	1,26123	-0,76723	-0,99843	0,085064	-0,020996
Atca	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	CE	1,10	1,26	1,00	2,32	1,50	1,67	-0,08333	1,79598	0,59783	-1,59810	0,098045	-0,052375
Atrc	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CaCO3(%)	14,70	14,92	15,40	14,26	14,47	13,85	-1,64025	-0,63997	1,00620	-0,31138	0,018884	-0,041556
Atha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MO	0,55	0,62	0,41	0,55	1,03	0,83	5,30271	-1,95948	-1,22586	-1,67980	0,134755	-0,060714
Avst	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Brdi	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Brru	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Cesu	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Chal	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Chgr	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Coal	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1								5,24959	1,08685	1,86821			
Cona	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1								3,57287	0,33962	-0,22507			
Cyda	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1								5,24959	1,08685	1,86821			
Ecvu	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0								-1,64025	-0,63997	1,00620			
Hevi	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Lith	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Lyeu	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0								-1,38421	-2,06567	0,25817			
Meno	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0								-1,64025	-0,63997	1,00620			
Piha	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0								-0,88525	-3,15154	-0,72280			
Plla	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0								-1,64025	-0,63997	1,00620			
Plps	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Plse	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			
Pomo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,78521	1,26123	-0,76723			

Tab. 35: Les coordonnées de la station « Tafna »

code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Profondeur (cm)	0>30	>-30	0>30_1	>-30_1	0>30_2	>30	Axe1	Axe2	Axe3	Axe1_1	Axe2_1	Axe1_2
Anar	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Sable	25,00	24,00	31,00	24,00	28,00	28,00	-0,54594	-1,75444	0,64240	1,08373	-0,407237	0,052925
Arhe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Limon	31,00	28,00	29,00	30,00	30,00	28,00	2,52581	-0,08093	-0,36590	1,46982	-0,041777	-0,184862
Arsc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Argile	44,00	48,00	40,00	46,00	42,00	44,00	2,52581	-0,08093	-0,36590	3,62323	0,263807	0,048456
Asst	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	pH	7,62	7,58	7,52	7,47	7,51	7,45	1,31549	1,59088	3,31663	-1,75117	0,047117	-0,004282
Asma	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	CE	0,51	0,72	0,90	1,30	1,13	1,25	-0,40013	0,47577	-0,56270	-2,71875	0,066740	0,014622
Atca	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	CaCO3(%) Quantité	26,21	27,71	26,53	26,21	25,52	27,32	-0,40013	0,47577	-0,56270	1,06044	0,002171	0,071439
Atrc	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	MO (%)	0,75	0,62	0,55	0,41	0,83	0,68	-0,54594	-1,75444	0,64240	-2,76729	0,069179	0,001702
Atha	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1								0,66628	-2,91736	-0,68890			
Brdi	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Brru	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Caar	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Cepu	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Ceum	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,39824	0,98467	1,78853			
Cyda	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Ecsp	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,54594	-1,75444	0,64240			
Ecvu	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Fisp	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Hevi	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Lysp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								2,52581	-0,08093	-0,36590			
Onna	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								-0,39824	0,98467	1,78853			
Pasp	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Phbu	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Phca	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Phpa	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			
Phhe	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0								-0,40013	0,47577	-0,56270			

CONCLUSION
GÉNÉRALE

Conclusion générale

Le but de ce mémoire était de préciser les facteurs physico-chimiques du sol qui interviennent dans la répartition des groupements végétaux halophiles dans la région de l'Ouest oranais où la végétation naturelle apparaît comme une composante majeure du milieu.

Au terme de ce travail, il convient de récapituler les principaux résultats concernant, d'une part l'étude du milieu physique et d'autre part, l'analyse de la végétation et sa relation avec son sol.

Dans le premier chapitre intitulé synthèse bibliographique, nous avons exposé les principaux travaux qui ont étudié les espèces *Arthrocnemum glaucum* et *Arthrophytum scoparium* : deux halophytes caractérisant nos stations d'études, présentant l'aspect de plantes grasses, formant des touffes et colonisant des milieux variés. Cette littérature concernant la première espèce est beaucoup plus riche que celle consacrée à la deuxième. Aussi, un petit historique concernant quelques études sur la relation sol-végétation a été abordé.

Le deuxième chapitre porte sur la biologie des espèces étudiées : nous avons cité les principales caractéristiques botaniques et écologiques des deux espèces ainsi que leur intérêt.

Le troisième comprend dans un premier temps une description générale du milieu physique englobant la situation géographique des stations d'étude, les caractéristiques géologiques, géomorphologiques et hydrologiques des deux zones d'études : celle du littoral (station « Rachgoun1 et 2 ») et celle de l'intérieur (stations de « Hammam Boughrara 1 et 2 » et « Tafna»). Cette analyse des phénomènes physiques a mis en évidence les différences entre les stations sous les influences de la mer (station « Rachgoun1 et 2 ») et celles sous l'abri des reliefs qui constituent un obstacle sur le trajet des masses d'air humide venant de la mer (stations de « Hammam Boughrara 1 et 2 » et « Tafna»).

Dans un deuxième temps, à travers un rapide examen, nous avons évalué les différentes menaces sur la région d'étude ainsi que l'impact humain. De multiples facteurs

naturels et anthropiques interagissent pour aboutir à l'état actuel de ces stations anthropisées et mène à un déséquilibre écosystémique menaçant le bon développement des groupements végétaux halophiles. Selon **Bonin et Loisel (1996)**, en région méditerranéenne, tous les milieux sont à des degrés divers anthropisés donc a priori non naturels.

Sur le plan bioclimatique, la zone d'étude jouit d'un climat méditerranéen et appartient à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur selon la classification d'Emberger. L'analyse des données climatiques fait apparaître une saison chaude et sèche l'été, d'une durée d'environ 6 mois et une saison froide et humide : l'hiver. La région montre la dynamique régressive du bioclimat qui peut être traduite par l'accentuation de l'aridité, favorisant ainsi la dissémination des espèces xérophytes. Le type de représentation utilisé par De Martonne montre que la région est sous l'influence d'un climat à régime semi-aride à écoulement temporaire malgré sa proximité de la mer. Selon la classification de Debrach (1953) les deux stations appartiennent au climat littoral.

L'examen des conditions édaphiques, après l'analyse de certains paramètres, permet de compléter le cadre écologique dans lequel se développent les peuplements à *Arthrocnemum glaucum* et ceux à *Arthrophytum scoparium*. Les premiers occupent les sols à texture sablo-limoneuse (station « Rachgoun 1 ») à sableuses (station « Rachgoun 2 »), les seconds occupent les texture sableuses, sablo-limoneuse (station « Hammam Boughrara 1 et 2 ») à argileuses (station « Tafna »). Ces sols sont généralement pauvres en matière organique avec des degrés de salinité variés. La physionomie des touffes des deux halophytes étudiées se modifient sensiblement en passant d'une station à une autre à cause de l'hétérogénéité des caractéristiques édaphiques.

Les fluctuations des conditions écologiques et l'hétérogénéité des habitats sont les facteurs déterminants de la richesse floristique et de la diversité génétique qui existent au niveau des cinq stations d'études. Dans la zone d'étude, le cortège floristique est pauvre, à cause de ces milieux extrêmes qui ne permettent qu'à un petit nombre d'espèces de se maintenir. La végétation halophile se trouve en mélange avec d'autres espèces liées aux caractéristiques de l'horizon de surface lorsque celui-ci est peu salé.

La flore de la région, dominée par les Astéracées, est également riche en espèces appartenant aux Chénopodiacées et Poacées. La plupart de ces espèces sont d'origine méditerranéenne avec une prépondérance des espèces cosmopolites dans la zone 1. En ce qui concerne les endémiques, ils sont absents pour les stations de « Rachgoun 1 » et « Tafna ».

Pour le reste des stations, leur taux avoisine 3 %. L'influence de la zone saharienne, saharo-méditerranéenne, saharo-sindienne méditerranéenne et Nord tropicale est importante sur la zone 2 et souligne le caractère contraignant des conditions écologiques de la région.

Sur l'ensemble du dispositif, la distribution des types biologiques montre une dominance des thérophytes dans tous les bioclimats, signe d'une thérophytisation des milieux c'est-à-dire d'une dégradation déjà avancée, liée principalement à l'impact conjugué de l'homme et du climat. Les résultats de l'étude des types morphologiques montrent que les herbacés sont nettement dominants par rapport aux ligneux vivaces.

La répartition des espèces par saison dépend des types précédents (types biologiques et morphologiques) mais aussi de certaines conditions stationnelles comme la température, l'hygrométrie et le niveau de la salinité et surtout de l'action anthropique.

Pour découvrir les relations "sol-végétation" existant au sein du territoire considéré une étude s'impose. Elle s'appuie sur les méthodes d'analyses multivariées (A.F.C et A.C.P) compilant une grande quantité d'informations issues de sources différentes, a été confrontée à ces problématiques. Ce dernier chapitre nous a permis de dégager les conclusions suivantes :

- Les principaux paramètres édaphiques participant à la mise en place des peuplements végétaux halophile sont d'ordre physico-chimique ;
- Ainsi, pour l'ensemble des stations, ce sont les facteurs physiques qui interviennent le plus dans la répartition des peuplements halophiles : pour les stations « Rachgoun 1, Rachgoun 2, Hammam Boughrara 1 et Hammam Boughrara 2 » le sable est le principale facteur de distribution, pour la station « Tafna » c'est plutôt l'argile. Concernant les autres facteurs, ils interviennent à des degrés divers.
- La composition floristique est en relation avec des groupes d'espèces déterminés et liés aux facteurs écologiques du milieu, conduisant à l'installation de groupes hydrohalophiles, psammophiles, gypsophiles, pélophiles ou seulement halophiles.
- Les facteurs de fertilité et de salinité, qui très souvent sont considérés comme les plus importants facteurs qui régissent la structuration de la végétation naturelle, ne jouent qu'un rôle secondaire compte-tenu de l'influence des autres facteurs édaphiques.

Les halophytes sont des espèces végétales à multi-usages et présentent un intérêt écologique important du fait qu'elles permettent le peuplement des zones marginales qui

présentent une contrainte pour le développement de la plupart des glycophytes. Elles sont soumises à des risques élevés de mortalité en raison de l'action directe de la salinité, et l'action anthropique qui entraîne une évolution souvent régressive. Une politique de préservation et de gestion de cet exceptionnel patrimoine naturel est indispensable en mettant en place des outils particuliers de protection de la biodiversité des halophytes.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Abdelguerfi A. et Laouar M., 1999.** – Autoécologie et variabilité de quelques légumineuses d'intérêt fourrager et/ou pastoral : possibilités de valorisation en région méditerranéenne. *Pastagense Forragens*; 20: 81-112.
- 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*.
- Aboura R., 2011.** – Contribution à l'étude des Atriplexaies en Algérie occidentale, aspects physiologiques et phytodynamiques. Thèse. *Doc. Ecol. Univ. Tlemcen*. 151p + annexes.
- Abrol I.P., Khosla B.K. et Bhumbla D.R., 1968.** – Relationships of texture to some important soil moisture constants. *Géoderma (Amsterdam)*, 2,1p.
- 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.
- Adli B. et Yousfi I., 2001.** – Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Djelfa : Activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf. *Mém. Ing. Univ. Djelfa*.
- Adriani J., 1945.** – Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau des halophytes de la région néerlandaise méridionale, ainsi que la Méditerranée française. *J. B. Wolters, Groningen*, 217 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., 1989.** – Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes plaines Algéro-Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse *Doct., Uni.sci.Tech.H.Boumediène. Alger*. 240 p.

- Aidoud A., 2003.** – Fonctionnement des Ecosystèmes méditerranéens. I. Les principaux écosystèmes. Laboratoire d'Ecologie Végétale, Université de Rennes1, 35042, RENNES.:11p.
- Aimé S. et Remaoun K., 1988.** – Variabilité climatique et steppisation dans le bassin de la Tafna (Oranie occidentale). In: Méditerranée, Troisième série, Tome 63, 1. pp. 43-51.
- Aimé S., 1991.** – Etude 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. 185p + annexes.
- Akhani H. et Ghasemkhani M., 2007.** – Diversity of photosynthetic organs in Chenopodiaceae from Golestan National Park (NE Iran) based on carbon isotope composition and anatomy of leaves and cotyledons. Nova Hedwigia Supplementum 131, 265–277.
- Akhani H., 2004.** – Halophytic vegetation of Iran: Towards a syntaxonomical classification. Annali di Botanica (Rome) 4: 66–82.
- Akhani H., Trimborn P. et Ziegler H., 1997.** – Photosynthetic pathways in Chenopodiaceae from Africa, Asia and Europe with their ecological, phytogeographical and taxonomical importance. Plant Syst Evol 206:187–221.
- Alcaraz C., 1969.** – Etude géobotanique du Pin d'Alep dans le tell oranais. Thèse de doct. De spéc., Montpellier. 183 p.
- Alcaraz L., 1980.** – La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse. Doct. Univ. Perpignan.
- Amirouche R. et Misset M.T., 2009.** – Flore spontanée d'Algérie : différenciation écogéographique des espèces et polyploidie. Cah Agric. 18 (6), 474-480p.
- Aronson J. A., 1985.** – Economic halophytes-A global review. In: G. E. Wickens, J. R. Goodin., D.V. Field (eds). Plants for arid lands. George Allen and Unwin, London: 177-188.
- Ashraf M. et Harris P. J., 2004.** – Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science, 166: 3-16.

- Assaeed A.M., Al-Jaloud A.A., Al-Saiady M.Y., et Chaudhary S.A., 2001.** – Some Halophyte Plants of Saudi Arabia, Their Composition and Relation to Soil Properties. Pakistan Journal of Biological Sciences; Volume: 4; Issue: 5; 531-534p.
- Aubert G., 1960.** – Les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leur caractère, de leur utilisation et de leur conservation. Aates Coll. UNESCO de Paris sur les problèmes de la zone aride: 127-150.
- Aubert G., 1976.** – Les sols sodiques en Afrique du nord. Ann. l'Ins. Nat. Agro. (El Harrach) Alger N°: 82/76/01402. 194 p.
- 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. l'Office National des Forêts Agence Départementale du Var. 35p.
- 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. Revue des Régions Arides, Tome 1, No. Spécial : 346-358.
- Bagnouls F. et Gaussen H., 1953.** – Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 88: 3-4 et 193-239.
- Baize D., 1988.** – Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, Paris, 172 p.
- Baize D., 2000.** – Guide des analyses en pédologie. 2e édition revue et augmentée. INRA Éditions.
- Balesdent J., 1996.** – Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols de France. Etude et Gestion des sols 3(4): 245-260.
- Barbut M.M. et Durand J.H., 1952.** – Carte des Sols d'Algérie. Oran. Feuille N.I. 30-N.E. Service Géographique de l'Armée.
- Bartels D. et Sunkar R., 2005.** – Drought and salt tolerance in plants. Crit. Rev. in Plant Sci, 24: 1-36.
- 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.

- Batanouny K.H., 1993.** – Eco physiology of halophytes and their traditional use in the Arab world. Advanced Course on halophyte utilisation in Agriculture, 12 Sept., Agadir, Marocco.
- Belanteur O., Louni-Hacini A., Bellon H., Cotten J., Coutelle A., Fourcade S., Maury R., Megartsi M., Ouabadi A. et Semroud B., 1998.** – Le volcanisme littoral d'Algérie: nouvelles données chronologiques et géochimiques. Rapp. Comm. Int. Mer Médit, 35, 49-51p.
- Belkhodja M. et Bidai Y., 2007.** – Analyse de la proline pour l'étude de la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus* L. à la salinité. Laboratoire de Physiologie Végétale, Faculté des Sciences, Université d'Oran - Algérie. 8 pp.
- Benabadji N., 1991.** – Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse. Doct. Sci. Univ. Aix Marseille III. 119p + annexes.
- Benabadji N., 1995.** – Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. et à *Salsola vermiculata* L. au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse. Doct. Es-Sc. Univ. Tlemcen. 153 p + 150 p annexes.
- Benabadji N., 1999.** – Physionomie, organisation et composition floristique des Atriplexaies au Sud de Tlemcen, Chott El Gharbi (Algérie). *Atriplex in vivo*. n° 8.
- Benamar D., Hadji F. et Allal F., 2002.** – Traitement des eaux du bassin hydrographique de la Tafna (N-W Algeria) *Desalination*, 152, 113–124.
- Benchetrit M., 1956.** – Les sols d'Algérie. *In: Revue de géographie alpine*. 1956, Tome 44 N°4. pp. 749-761.
- 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.
- Bendaanoun M., 1991.** – Contribution à l'étude écologique de la végétation halophile, halohygrophyle et hygrophyle des estuaires, lagunes, deltas et sebkhas du littoral

atlantique et méditerranéen et du domaine continental du Maroc. Thèse Doct. Eta.ES-science Univ. Paul Cézanne (Aix-Marseille).

Bendaânoun M., 1991. – Contribution à l'étude écologique de la végétation halophile, halohygrophile et hygrophile des estuaires, lagunes, Deltas et Sebkhass du littoral atlantique et méditerranéen et du domaine continental du Maroc. Thèse. Doct. Sci. Nat. Univ. Aix-Marseille III. 439p + annexes.

Bensouna A., 2011. – Etude du comportement germinatif et histologie d'une halophyte vivace en Oranie : *Arthrocnemum glaucum*. Mém. Ing. Univ. Tlemcen. 98, 106p.

Benzécri J.P., 1973. – L'analyse des données. Tome II, l'analyse des correspondances. Dunod, Paris.

Bestaoui K., 2001. – Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la région de Tlemcen. Mém. Mag. Ecol. Univ. Tlemcen, 173 p.

Billard J.P. et Binet P., 1975. – Physio-écologie des *Atriplex* des milieux sableux littoraux. Soc. Bot. France.

Binet P., 1970a. – Enseignements de l'étude de quelques aspects du métabolisme de *Salicornia stricta* D. et de *Cochlearia anglica* L. Bulletin Académie et Société Lorraines des Sciences. Tome IX, n° I.

Binet P., 1970b. – Halophytes. In : *Encyclopedia Chiversalis*, Laffont, Paris, 8, 224-225.

Birot P., 1966. – Les nouvelles classifications des sols, d'après P. Duchaufour. In: Annales de Géographie. 1966, t. 75, n°410. pp. 448-453.

Blackwell J. R., 1977. – The subfamilies of the Chenopodiaceae. Taxon 26: 395–397.

Bnouham M., Ziyat A., Mekhfi H., Tahri A. et Legssyer A., 2006. – 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 Loisel R., 1996. – Anthropisation et analyse écologique en milieu méditerranéen. Travaux de la Société d'Écologie Humaine, 45-53.

Boulaine J., 1955. – Quelques données numériques sur l'hétérogénéité des Sols salins. Bulletin n° 1.

- Boulaine J., 1957.** – Etude des sols des plaines du Cheliff. Thèse Doct. Etat, Univ. Alger, 582 p.
- Boulaine J., 1961.** – Sur le rôle de la végétation dans la formation des carapaces calcaires méditerranéennes. C.R. Acad. Sc., 253 : 2568-2570.
- Boulares T., 1993.** – Etude phyto-écologique et syndynamique des complexes de végétation halophile de la plaine de Mohammadia (Macta Oranie). Thèse. Doct. Univ Aix-Marseille III. 84p.
- Bourogaa E., Mezghani Jarraya R., Nciri R., Damak M. et Elfeki A., 2012.** – Protective effects of aqueous extract of *Hammada scoparia* against hepatotoxicity induced by ethanol in the rat. Toxicol Ind Health. 32(9): 739-49.
- Braun-Blanquet J., 1951.** – Pflanzensociologie Grundzüge der Vegetationskunde. ED 2. Springer Ed. (Vienne), 2e éd. 631p.
- Braun-Blanquet J., 1952.** – Phytosociologie appliquée. Comm. S.G.M.A. n° 116.
- Braun-Blanquet J., Roussine N. et Nègre R., 1952.** – Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Paris, C.N.R.S., 298 p.
- Bureau P. et Roederer R.P., 1960.** – Contribution à l'étude des sols gypseux du sud tunisien croutes et encroutements gypseux de la partie sud du Golfe de Gabes. H. A. R. Section Spéciale d'Etudes de Pédologie et d'Hydrologie.
- Carolin R. C., Jacobs S. W. L. et Vesk M., 1975.** – Leaf structure in Chenopodiaceae. Botanische Jahrbücher für Systematische Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 95, 226–255.
- Celles J.C., 1975.** – Contribution à l'étude de la végétation des confins saharoconstantinois (Algérie). Thèse Doct., Univ. Nice.
- Chaabane A., 2010.** – Flore et Végétations Méditerranéennes Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Université Virtuelle de Tunis ; 7-72.
- Chamard P., 1993.** – Environnement et développement. Références particulières aux états sahéliens membres du CCILS. Rev. Sécheresse, 4 ; 17, 23, 28p.

- 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.
- Chevallier A., et Lassaigue J. L., 1817.** – Analyse du *Chenopodium vulvaria*. *Journ. De Pharm. III.*, 412-417p.
- CORPEN, 2007.** – Les fonctions environnementales des zones tampons - Protection des eaux pp 78-124.
- Corre J.J., 1961.** – Une zone de terrains salés en bordure de l'étang de Mauguio : Etude du milieu et de la végétation. *Bull. Serv. Carte phytogéog. Montpellier. Série B6* ; 2p.
- Courault D., 1986.** – Modélisation du comportement spectral de la surface du sol, Etude intraparcellaire. D.E.A. de Science des sols, INA-PG, Paris, 102 p.
- Cushman J.C., 2001.** – Osmoregulation in plants: implications for agriculture, *Am. Zool.* 41: 758–769. D'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gen. Bot.*, 42.
- Daget Ph., 1977.** – Le bioclimat méditerranéen, analyse des formes par le système d'Emberger. *Végétation.* 34, 2: 78-124.
- 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.
- Dajoz R., 1985.** – Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 5ème édition, 505p.
- Danin A. et Orshan G., 1990.** – The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *J. Veg. Sci.* 1: 41-48.

- Day A. et Ludeke K., 1993.** – Plant Nutrients in Desert Environments. Ed. Springer Verlage, Berlin, Heideberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest, 117 p.
- De Foucault B., 1997.** – Approche systémique de la végétation aquatique. *In* : Teissier - Ensminger A. et Sajaloli B., 1997 : « Radioscopie des mares ». Ed. L'Harmattan, 288 p.
- De Martonne E., 1926.** – Une fonction climatologique : l'indice d'aridité, la météo : 449-459.
- Debrach J., 1953.** – Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc médical, 32 (342), 1122-1134.
- Demmak A., 1982.** – Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en suspension en Algérie septentrionale. Thèse de Docteur-Ingénieur, Univ. Paris VI, France.
- Dernangeot J., 1986.** – Les milieux naturels du globe, 2 e éd., Masson, Paris.
- Derneži D., 2010.** – Profil d'écosystème hotspot de la biodiversité du bassin méditerranéen. 1p.
- Djebaili S., 1970.** – Etude phytoécologique des parcours de Tadmit (Algérie). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. 61. Alger. 175-226p.
- Djebaili S., 1978.** – Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien algérien. Thèse Doct., Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier, 229 p.
- Djebaili S., 1984.** – Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. O.P.U. Alger. pp171.
- Djellouli Y. et Djebaili S., 1984.** – Steppes pâturées des hauts plateaux algériens. In Fourrage n° 121. 393-400.
- Duby C., et Robin S., 2006.** – Analyse en Composantes Principales. Institut National Agronomique Paris – Grignon. 3p.
- Duchaufour P., 2004.** – Introduction à la science du sol. Dunod éd. 9,12, 198p.

- Duchaufour Ph., 1960.** – Stations, types d'humus et groupements écologiques. Revue forestière française, n o 7, pp. 484-494.
- Durand J. H., 1954.** – Notice explicative de la carte de reconnaissance des sols d'Algérie au 1/200.000^E feuille de Nemours n° 30. Pédologie - C. S. N° S.
- Durand J. H., 1959.** – Les sols d'Algérie. Extrait du Bulletin Technique d'Information des Ingénieurs des Services Agricoles N° 142 Juillet – Août.
- Edwards G.E., Franceschi V. R. et Voznesenskaya E. V., 2004.** – Single cell C4 photosynthesis versus the dual-cell (Kranz) paradigm. Annual Review of Plant Biology 55, 173–196.
- El Shaer H.M., 2003.** – Potential of halophytes as animal fodder in Egypt, *in*: Lieth. H, Mochtchenko.M (Eds.), Part II: Chemical Contents. Cash Crop Halophytes: Recent Studies, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 111–120.
- 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. et Lemée G., 1962.** – Écologie végétale. **In : Les problèmes des zones arides**, Édit. UNESCO, Recherche zone aride, Paris, vol. XVIII, p. 215-229.
- Escadafal R., Girard M.C. et Courault D., 1988.** – La couleur des sols : appréciation, mesure et relations avec les propriétés spectrales Agronomie, 8 (2), 147-154.
- Escadafal R., Pouget M., 1986.** – Luminance spectrale et caractères de la surface des sols en région aride méditerranéenne (Sud Tunisien). I.T.C. Journal, 19-23.
- Escourou G., 1980.** – Climat et environnement : les facteurs locaux du climat. Ed. Masson, collection géographie, 180p.
- F.A.O., 1990.** – Management of gypsiferous soils. Bulletin n°62, F.A.O Rome, 81p.
- Fahn A., 1963a.** – Some anatomical adaptations of desert plants. Phytomorphology, vol. 14, 93-102p.

- Fahn A., 1963b.** – The fleshy cortex of articulated Chenopodiaceae. J. Indian Bot. Soc., vol. 42 A, 39-45p.
- FAO, 1988.** – Cultures protégées en climat méditerranéen, Rome ; Italie.
- Ferheen S., Ahmed E., Afza N., Malik A., Shah M. R., Nawaz S.A., Iqbal C.M., 2005.** – Haloxylines A and B, antifungal and cholinesterase inhibiting piperidine alkaloids from *Haloxylon salicornicum*. Chemical pharmaceutical bulletin, 53(5), 570-572.
- Florence J., 2004.** – Flore de la Polynésie française. IRD éd. volume1.
- 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 Floc'h E., Orshan G. et Romane F., 1990.** – Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. J. Veg. Sci. 1: 71-80.
- Franclet A. et Le-Houérou H.N., 1971.** – Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. Doct. F.A.O. Rome. 249, 189p.
- Gauchet F. et Burdin S., 1974.** – Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Pres. Univ. Paris : 234p.
- Gehu J. M. et Gehu F. J., 1977.** – Quelques données sur les *Arthrocnemetea fruticosi* ibériques sud occidentaux. Acta Botanica Malacitana, 3: 145-157.
- Gehu J. M., 1973.** – Sur la signification écologique et dynamique et la vicariance géographique des groupements à *Halimione portulacoides* des ceites atlantiques européennes. Ber. d. Intern. Symp. d. Intern. verein. f. vegetations K. Sukzessionsforschung : 53-70.
- Gehu J. M., 1975.** – Approche phytosociologique synthétique de la végétation des vases salées du littoral atlantique français (synsystématique et synchorologie). Colloques phytosociologiques IV, 395-462.
- Gerard M., 2012.** – Analyse écologique de la répartition de la végétation à partir d'une base de données phytosociologiques : exemple de la végétation méditerranéenne. Diplôme

d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage. 2p.

Ginzburg C., 1964. – Ecological anatomy of roots. Ph. D. Thesis, Hebrew University, Jerusalem.

Girard M.C., 1985. – Télédétection de la surface du sol. In: Applications de la télédétection à l'agriculture *D*, Colloques I.N.R.A., no 32, 177-193.

Gounot M., 1969. – Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. Vol.1, Ed. Masson et Cie, Paris, 314 p.

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. 4th WSEAS International Conference on Mathematical Biology and Ecology (MABE'08) Mexico.

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 Tell extrême et l'avant pays Atlassique. Thèse. Doct. Univ. Nice. 285 p + carte au 1/100000.

Guinet Ph., 1954. – Carte de la végétation de l'Algérie. Feuille de Beni-Abbes.

Guinet Ph., et Sauvage C., 1954. – Les hamadas sud-marocaines. Troisième partie : Botanique., Trav. Inst. Sc. Chérif., Sér. : généralités, 2, 75-167 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, 180 p.

Hamdy A., 1999. – Saline irrigation assessment for a sustainable use. Saline irrigation. Halophyte production and utilization; Project N°IC 18 CT 960055, p.15226.

- Hare P.D et Cress W.A., 1997.** – Metabolic implications of stress induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regulation*, 21,79, 102p.
- Hayon J.C., 1970.** – La végétation halophile en lorraine. *Bulletin de l'académie et de la société Lorraines des sciences*. 125p.
- Hendricks R. C. et Bushnell D.M., 2008.** – Halophytes energy feedstocks: back to our roots. The 12th International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of 10Rotating Machinery, Honolulu, Hawaii, February 17–22.
- Heusch B. et Millies-Lacroix A., 1971.** – Une méthode pour estimer l'écoulement et l'érosion dans un bassin: application au Maghreb. *Mines et Géologie* 33, 21-39.
- 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.
- Hu C.S. et Wang Z.P., 1997.** – A preliminary study on the differentiation mechanisms of soil salinity and plant community of micro-topography in muddy coastal zone. *Eco-agri. Res.*, 5(4): 45-49. [In Chinese with English abstract].
- Huete A.R., Post D.F. et Jackson R.D., 1984.** – Soil spectral effect on 4-space vegetation discrimination. *Rem. Sens. of Env.*, 15, 155- 165.
- Jacobs S.W.L., 2001.** – Review of leaf anatomy and ultrastructure in the Chenopodiaceae (Caryophyllales). *Journal of the Torrey Botanical Society* 128, 236–253.
- Jafari M., Zare Chahouki M.A., Tavili A. et Azarnivand H., 2003.** – Soil-Vegetation Relationships in Hoz-e-Soltan Region of Qom Province, Iran. *Pakistan Journal of Nutrition* 2 (6): 329-334.
- Jithesh M. N., Prashanth S. R., Sivaprakash K. R. et Parida A., 2006.** – Antioxidative Response Mechanisms in Halophytes: Their Role in Stress Defense. *Journal of Genetics*. 85(3): 237-246.
- Jones M., Schildhauer M., Reichman O. J. et Bowers S., 2006.** – The new bioinformatics: Integrating ecological data from the gene to the biosphere. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 519-544p.

- Jurdant M., Beaubien J., Belair J.L., Dionne J.C. et Gerardin V., 1972.** – Carte écologique de la région de Saguenay-Lac St-Jean. Notice explicative. Environnement Canada. Centre de Rech. Forest. des Laurentides. Rap, Inf, QFX-31, 3 vol.
- Kaabeche M., 1990.** – Les groupements végétaux de la région de Bou – Saada (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse Doct. en sci. , Paris-Sud. Centre d'Orsay. 104 p.
- Kachkarov D.N. et Korovine E.P., 1942.** – La vie dans les déserts. Edition française par Th. Monod; Payot, Paris, 361 p.
- Kadereit G., Borsch T., Weising K., et Freitag H., 2003.** – Phylogeny of Amaranthaceae and Chenopodiaceae and the evolution of C4 photosynthesis. *International Journal of Plant Sciences*. 164: 959–986.
- Kapralov M. V., Akhani H., Voznesenskaya E., Edwards G., Franceschi V. R. et Roalson E.H., 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.
- 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, 8-11 April 2002. (Eds. A. M. Hegazi, H. M. El-Shaer, S. El-Demerdashe, R. A. Guirgis, A. A. Metwally, F. A. Hassan, and H. E. Khashaba). 346-358. Desert Research Institute, Cairo, Egypt.
- Khan M. A., 2003.** – Halophyte seed germination: Success and Pitfalls. *In*: Hegazi A. M., El-Shaer H. M., El-Demerdashe S., Guirgis R. A., Abdel Salam Metwally A., Hasan F. A., et Khashaba H. E. (Eds.), – International symposium on optimum resource utilization in salt affected ecosystems in arid and semi arid regions Cairo, Egypt: Desert Research Centre: 346-358.
- Khan M. A., et Ungar I.A., 1997.** – Effect of thermoperiod on recovery of seed germination of halophytes from saline conditions. *Am. J. Bot.* 84: 279–283.
- Khan M. A., Ungar I.A. et Showalter A.M., 2005.** – Salt stimulation and tolerance in an intertidal stem-succulent halophyte. *Journal of Plant Nutrition*, 28, 1365–1374.

- Khan M. A., Ungar I.A. et Showalters A.M., 2000.** – Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii* var. *stocksii*. Ann. Bot., (85): 225-232.
- Khan M.A. et Gul B., 2006.** – Halophyte seed germination. *In*: Eco-physiology of High Salinity Tolerant Plants. (Eds.): M.A. Khan and D.J. Weber. Springer Publications, Netherlands: 11-30.
- 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. Biologies vol. 331, no11: 865-873.
- Lamchouri F., Benali T., Bennani B., Toufik H., Ibn Majdoub Hassania L., Bouachrine M., Lyoussi B., 2012.** – Preliminary phytochemical and antimicrobial investigations of extracts of *Haloxylon scoparium* J. Mater. Environ. Sci. 3 (4) 754-759 ISSN : 2028-2508.
- Le Floc 'h E., 1995.** – Les écosystèmes des zones arides du Nord de l'Afrique: Orientations pour l'établissement d'un réseau de réserves de biosphère. - Pp. 489-506 in: Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. II et III. Le milieu physique et la végétation - Ecologie végétale appliquée. - Ouvrage collectif coordonné par Mohamed Abdelhamid Nabli-ACCT, FNRS, UNESCO/MAB - Faculté des Sciences de Tunis.
- Le Houérou H. N., 1968.** –La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes (Libye, Tunisie, Algérie). London Ann. Alg. Géogr. : 2-27p.
- Le Houérou H. N., 1991.** – La Méditerranée en l'an 2050 : impacts respectifs d'une éventuelle évolution climatique et de la démographie sur la végétation. Les écosystèmes et l'utilisation des terres : étude prospective. La météorologie, VII séries, 36: 4-37.
- Le Houérou H.N., 1959.** – Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie Méridionale. Inst. de Rech. Sah. Alger Mémoire h.s., 510 p.
- Le Houérou H.N., 1969.** –Problèmes et potentialités des terres arides de l'Afrique du Nord. Conf. int. sur les terres arides, Tucson, 39 p.

- Le Houérou H.N., 1975.** – Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages méditerranéens. Georgofili, Florence, XXI: 57-67.
- Leriche A., Médail F., Migliore J., Noble V. et Baumel A., 2012.** – Modéliser la biodiversité végétale en région méditerranéenne. Echos Science (Magazine scientifique et de l'innovation du Technopôle Arbois-Méditerranée), 9, 14-17.
- Li W.Q., Liu L.X., Khan A.M. et Gul B., 2008.** – Relationship between soil characteristics and halophytic vegetation in coastal region of northChina. Pak. J. Bot., 40(3): 1081-1090.
- Li X.D., 1993.** – Canonical analysis and the principal components analysis of plant community with its environmental factors in the Yellow River Delta. Acta Botanica Sin., 35(Supplement): 139- 143. [In Chinese with English abstract].
- Liu X.J., Li W.Q. et Yang Y.M., 2003.** – Studies on the nutrient characteristics of soil and halophyte in coastal saline soil of Hebei Province. Eco-agr. Res., 11(2): 76-77. [In Chinese with English abstract].
- Loisel R. et Gamila H., 1993.** – Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers par indice de perturbation. Ann. Soc. SCI. Nat. Archéol. De Toulon de la var. pp : 123-132.
- Loisel R., 1976.** – La végétation de l'étage méditerranéen dans le Sud-Est continental français. Marseille, Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III, 384 p. + annexes.
- Louni-Hacini A., Bellon H., Maury R., Megartsi M., Coulon C., Cotten J. et Coutelie A., 1995.** – Datation ^{40}K - ^{40}Ar de la transition du volcanisme calco-alcalin au volcanisme alcalin en Oranie au Miocène supérieur. C. R. Acad. Se, Paris, t. 321, sér. Ha, p. 975-982.
- Loyer J.Y., 1988.** – Les sols salsodiques. AFES, 5ème version.142p.
- 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.
- Maire R., 1940.** – Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central., M,m. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord., No 3, 3ème partie, 273-433.

- Maire R., 1962.** – Flore de l'Afrique du nord. éd Lechivalier. 8 vol : 97-99, 161- 164.
- Maniere R., 1975.** – Approche phytoécologique et phytosociologique de la steppe à *Rhantenum suaveolens*. Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. Nice, 140 p.
- Mascolo N., Sharma R., Jain S.C., Cappasso F., 1988.** – Ethnopharmacology of *Calotropis procera* flowers. Journal of ethnopharmacology, 22(2), 211-221.
- Médail F. et Myers N., 2004.** – Mediterranean Basin. In : Mittermeier R.A., Robles Gil P., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C.G., Lamoreux J. & da Fonseca G.A.B. (eds.). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX (Monterrey), Conservation International (Washington) & Agrupación Sierra Madre (Mexico), pp. 144-147.
- Médail F. et Quézel P., 1997.** – Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. Annals of the Missouri Botanical Garden, 84 : 112-127.
- Médail F., Baumel A. et Migliore J., 2011.** – Vers une prise en compte des diverses facettes de la biodiversité méditerranéenne. Workshop BioDivMex (Biodiversity of the Mediterranean experiment) Chantier MISTRAL (CNRS). Marseille (France), 8-9 novembre 2011 (ORAL F. Médail).
- Médail F., Baumel A., Diadema k. et Migliore J., 2012.** – La biodiversité végétale méditerranéenne, organisation et évolution. Regards et débats sur la biodiversité, Société Française d'Ecologie, Regard n°38 du 07 novembre 2012 : <http://www.sfecologie.org/regards/2012/11/07/r38-frederic-medail-et-al/>.
- Megartsi M., 1985.** – Le volcanisme mio-plio-quaternaire d'Oranie nord-occidentale, thèse, université d'Alger, 296 p.
- 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.
- Meyer C.A., 1829.** – Generae Chenopodearum. Pp. 370–371 *in*: Flora Altaica, vol. 1, ed. C. F. Ledebour. Berlin, Germany: Reimer.
- Mharzi I. et Zaid A., 1995.** – Contribution à l'étude pharmacologique de *Haloxylon scoparium* Pomel (Chenopodiaceae). Revue de Médecines et de Pharmacopées Africaines, 9(2), 159-172.
- Michener W. K., et Jones M. B., 2012.** – Ecoinformatics: supporting ecology as a dataintensive science. Trends in ecology & evolution (Personal edition), 27, 85-93p.
- Migliore J., Baumel A., Juin M., Duong N. et Médail F., 2013.** – Des plantes méditerranéennes témoin des changements environnementaux passés au Sahara : un lien biogéographique revisité par la génétique. Colloque « Le Sahara, impacts de changements environnementaux extrêmes sur la biodiversité », Aix-en-Provence (France), 28-29 novembre 2013 (ORAL).
- 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. University of Chicago Press for Conservation International. modelling in some cultivated soils. Europ. J. Soil Sci., 47, 485-493.
- Mohammedi Z., 2013.** – Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse de Doct. Univ. Tlmeccen. 38p.
- Monod Th., 1957.** – Notes biogéographiques sur le DJOUF. C. R. Soc. bioéogr., t. 34, n 101-99 ,294.
- Monteil M. P., 1906.** – Anatomie comparée des feuilles des chénopodiacées. Thèse. Doct. Univ. Paris.8, 126 et 131p.

- Musset R., 1953 in Chaabane A., 1993.** – Etude de la végétation du littoral septentrional de la Tunisie : Typologie, syntaxonomie et élément d'aménagement. Thèse Doct. Es-Sci. Univ. Aix-Marseille III, 205 p. + annexe.
- Nedjraoui D., 2003.** – Notes de réflexions sur la politique de lutte contre la désertification en Algérie: Profil fourrager. Rapport, OSS, 34 p.
- Neffati M., Ghrabi Gammar Z., Akrimi N. et Henchi B., 1999.** – Les plantes endémiques de la Tunisie. *Flora Mediterranea*, 9 ; 163-174.
- Negre R., 1959.** – Recherches phytogéographiques sur l'étage de végétation méditerranéen aride (sous-étage chaud) au Maroc occidental. *Trav. de l'Inst. Sei. Cherifien, série Bota.* N°13, 385 p.
- NF P 94-057, 1992.** Analyse granulométrique des sols. Méthode par sédimentation, Mai 1992.
- 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.
- Novikoff G., 1961.** – Contribution à l'étude des relations entre le sol et la végétation halophile de Tunisie. *Ann. de l'Inst. Nat. Rech. Agron., Tunis*, 339 p.
- Noy-Meir I., 1973.** – Desert ecosystems : environment and producers. *Ann. Rev. Ecol. and Syst.* 4 : 25-51.
- Ohba H. et Amirouche R., 2003.** – Observation of the Flora of Tadmait and Tidikelt, Central Sahara, Algeria. *Journal of Japanese Botany*; 78 : 104-11p.
- O'Leary J.W., 1985.** – Halophytes: Arizona Land and People, 36, 3: 15.
- Orshan G., Le Floc'h E., Le Roux A. et Montenegro G., 1988.** – Plant phenomorphology as related to summer drought Mediterranean type ecosystems. *In* : di Castri, F., Floret, C, Rambal, S.& Roy J. (eds), Time scales and water stress, Proc. 5th Int. Conf. on Mediterranean ecosystems, pp. 111-123. I.U.B.S. Paris.
- Ouiza Z.D., Belkhodja M., Bissati S. et Hadjadj S., 2010.** – Effet du stress salin sur l'accumulation de proline chez deux espèces d'*Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. *Eur. J. Sci. Res.* 41(2) : 249-260.

- Ozenda P., 1958.** – Flore du Sahara septentrional et central. 486 p.
- Ozenda P., 1964.** – Biogéographie végétale. Doin, Paris, 374 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. Paris, éditions Doin : 5, 10, 18, 22.
- Ozenda P., 1991.** – Flore et végétation du Sahara, 3° éd., CNRS, Paris. 37, 63, 88, 90221, 222, 229, 503, 512 et 537p.
- Pitman M. G. et Lauchli A., 2002.** – Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Salinity: Environment-Plants-Molecules. Eds. A. Lauchli, V. Luttge, Kluwer, The Netherlands : 3–20p.
- Plantlife International, 2004.** – Identifying and Protecting the world's most Important Plant Areas. A guide to implementing Target 5 of the Global Strategy for Plant Conservation. Plantlife International. London.
- Podlech D., 1997.** – *Suaeda* Scop. (Chenopodiaceae). pp. 133–152 in Flora Iranica 172, ed. Rechinger K. H. Graz: Akademische Druck-u Verlagsanstalt.
- Poljakoff -Mayber A. et Gale J., 1975.** – Plants in saline environments. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Poljakoff-Mayber A., Somers G. F., Werker E. et Gallagher J. L., 1994.** – Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae): their structure, germination, and salt tolerance. II. Germination and salt tolerance. American Journal of Botany 81: 54-59.
- Pouget M., 1980.** – Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III, 555 p.
- Pyankov V. I., 1991.** – The origin and evolution of C4 metabolism of the Chenopodiaceae as a result of global aridization of climate. In: Abrol Y. P., Wattal P. N., Gnaham A., eds. Impact of global climatic changes on photosynthesis and plant productivity. New Delhi: Oxford & IBH: 711–720.
- Pyankov V. I., Artyusheva E. G., Edwards G. E. et Soltis P. S., 2001.** – Phylogenetic analysis of tribe Salsoleae of Chenopodiaceae based on ribosomal ITS sequences:

- implications for the evolution of photosynthetic types. *American Journal of Botany* 88, 1189–1198.
- 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 Santa S., 1962.** – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 1 vol. 293, 294p.
- Quézel P. et Simonneau P., 1963.** – Les peuplements *d'Acacia* du Sahara nord-occidental. Étude phytosociologique. *Trav. Inst Rech. Sahariennes*, 20 : 79-121.
- Quézel P., 1965.** – La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Gustav Fisher Verlag/Masson et Cie.
- Ramade F., 1984.** – Élément d'écologie fondamentale. Ed. Mc. GRAW-HILL. Paris. 397p.
- Raunkiaer C., 1934.** – The life forms of plants and statistical plant geography. Ed. Clarendon Press, Oxford, 632 p.
- Redondo-Gomez S., Mateos-Naranjo E., Figueroa M. E. et Davy A. J., 2009.** – Research paper salt stimulation of growth and photosynthesis in an extreme halophyte, *Arthrocnemum macrostachyum*. *Plant biology*, 12(1):79-87.
- Redondo-Gomez S., Wharmby C., Castillo J. M., Mateos-Naranjo E., Luque C. J., de Cires A., Luque T., Davy A. J. et Figueroa M. E., 2006.** – Growth and photosynthetic responses to salinity in an extreme halophyte, *Sarcocornia fruticosa*. *Physiologia Plantarum*, 128, 116–124.
- Repp G., 1964.** – Ecophysiologie des halophytes au niveau cellulaire. *Bull. Soc. Fv. Physiol. vég.* 4.
- Rogers M. E., Noble C. L., Halloran G. M. et Nicolas M. E., 1995.** – The effect of NaCl on germination and early seedling growth of white clover (*Trifolium repens* L.) population selected for high and low salinity tolerance. *Seed Sci. Technol.* 23: 277– 287.

- Roiron P., 1992.** – Flores, végétations et climats du Néogène méditerranéen : apports de macroflores du sud de la France et du nord-est de l'Espagne. Montpellier, Thèse Doct. Etat. Univ. Montpellier II, 296 p.
- Rouahna H., 2007.** – Relation entre les nappes et la salinité dans les sols gypseux de la région de Ain ben Noui. Biskra. Thèse Mag. Univ. Batna.
- Roussel O., Bourmeau E. et Walter CH., 2001.** – Évaluation du déficit en matière organique des sols français et des besoins potentiels en amendements organiques. Étude et Gestion des Sols, Volume 8, 1: 65-81.
- Ruellan A., 1970.** – Les sols à profil calcaire différencié des plaines de Basse-Moulouya (Maroc oriental). Contribution à la connaissance des sols méditerranéens. Mém.ORSTOM n° 54, 302p.
- Sage R. F. et Monson R. K., 1999.** – C4 Plant biology. Academic Press, San Diego, Calif.
- Sage R. F., Li M. et Monson R. K., 1999.** – The taxonomic distribution of C4 photosynthesis: 551–584 *in*: Sage R.F., Monson R. K., eds. C4 plant biology. Academic Press, San Diego, Calif.
- Sage R. F., Li M. et Monson R. K., 1999.** – The taxonomic distribution of C4 photosynthesis. 551–584 p. in C4 plant biology, eds. R. F. Sage and R. K. Monson. San Diego, California, USA: Academic Press.
- Sairam R. K., Srivastava G.C., Agarwal S. et Meena R.C., 2005.** – Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes, Biol. Plant., 49: 85–91.
- Sari-Ali A., 2004.** – Etude des relations sol-végétation de quelques halophytes dans la région Nord de Remchi. Mém. Mag. Univ. Tlemcen. 36, 100p.
- Sari-Ali A., 2012.** – **Contribution** à l'étude des Peuplements à *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung. de l'Oranie (Algérie occidentale) taxonomie et bio-écologie. Thèse. Doc. Ecol. Univ. Tlemcen. 245p + annexes.
- Sathiyamoorthy P., Lugasi-Evgi H., Schlesinger P., Kedar I., Gopas J. et Pollack Y., 1999.** – Pharmaceutical Biology 37, 188p.

- Sathiyamoorthy P., Lugasi-Evgi H., Van Damme P., Abu-Rabia A., Gopas, J. et Pollack Y., 1997.** – International Journal of Pharmacognosy 35, 265p.
- 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.
- 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., 1962.** – Le quotient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc l'institut scientifique cherifien. service de physique du globe et de météonologie annales tome XX.
- Schimper A. F. W., 1903.** – Plant Geography upon a physiological basis. Clarendon, Oxford.
- Schreiber L., Hartmann K., Skrabs M. et Zeier J., 1999.** – Appoplastic barriers in roots: chemical composition of endodermal and hypodermal cell walls. Journ. Exp. Bot., vol. 50 : 1267-1280.
- Schulze E., Beck D. et Müller E., 2005.** – Hohenstein Klaus, Plant Ecology. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- 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 : 87-101p.
- Servant J., 1986.** – Les systèmes halomorphes. Paris : ORSTOM: 607-621.
- Shabana M.M., Mirhom Y.W., Genenah A.A., Aboutabl E.A. et Amer H.A., 1990.** – Study into wild Egyptian plants of potential medicinal activity. Ninth communication: hypoglycaemic activity of some selected plants in normal fasting and alloxanised rats. Arch. Exp. Veterinarmed, 44(3): 389-394.
- 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 melioration: 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. *Annals of Botany* 95: 917–933.
- Shepherd K. A., Waycott M. et Calladine A., 2004.** – Radiation of the Australian Salicornioideae (Chenopodiaceae) based on evidence from nuclear and chloroplast DNA sequences. *American Journal of Botany* 91: 1387–1397.
- Simonneau P., 1961.** – Essai sur la végétation halophile : Les problèmes de la salinité dans les régions arides. Actes Coll. U.N.E.S.C.O. Téhéran: 135-138.
- Skouri M., 1993.** – La désertification dans le bassin Méditerranéen : Etat actuel et tendance Division of ecological studies UNESCO Paris France CIHEAM – Options Mediterraneennes.pp 37.
- Skouri M., 1994.** – Les ressources physiques de la région méditerranéenne. Options Méditerranéenne, Equilibre alimentaire, agriculture et environnement en Méditerranée Sér. A ; n°24. Paris.
- Smail-Saadoun N., 2005.** – Réponse adaptative de l'anatomie des Chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême. *Sécheresse*, vol. 16, no 2, 121-124.
- Steward F. C. et Sutcliffe J. F., 1959.** – Plants in relation to inorganic salts. *In: Plant Physiology, A Treatise*, F.C. Steward [ed.], vol. 2, Academic Press, New York. 253-478p.
- Stocker O. et Salzpflanzen, 1933.** – *Handb. Naturwiss.*, vol. 8, pp. 699-712.
- Terfous A., Megnounif A. et Bouanani A., 2001.** – Etude du transport solide en suspension dans l'Oued Mouilah (Nord Ouest Algérien). *Revue des Sciences de l'Eau* 14(2), 175-187.
- Terfous A., Megnounif A. et Bouanani A., 2003.** – Détermination des dégradations spécifiques dans trois bassins versants des régions méditerranéennes algériennes. *Hydrology of die Mediterranean and Semiarid Regions (Proceedings of an inlernational symposium field at Montpellier. April 2003)*. IAHS Publ. no. 278.
- Tester M. et Davenport R., 2003.** – Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Ann. Bot.* 91: 503–527.

- Thompson J.D., 2005.** – Plant evolution in the Mediterranean. Oxford University Press, Oxford.
- Toth T., Matsumoto S., Mao R. et Yin Y., 1995.** – Precision of predicting soil salinity based on vegetation categories of abandoned lands. *Soil Sci.*, 160: 218-231.
- Trochain J.L., 1957.** – Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale. *Bull. Inst. Etudes. Centre-afric. Nouv. S,r.*, 13 et 14: 55-93, Brazzaville.
- Ungar I. A., 1991.** – Ecophysiology of vascular halophytes. CRC Press, Boca Raton, U.S.A.
- Unice, 2008.** – <http://unt.unice.fr/uoh/degsol/fertilite-physique.php>.
- URBT., 1974–1978.** – Etude phytoécologique et pastorale des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda (9 millions d'hectares). Rapport de synthèse et documents cartographiques (7 cartes par thème au 1/200.000è).
- URBT., 1982–1987.** – Etude phytoécologique et pastorale de la wilaya de Djelfa (2 500 000 hectares). Etude d'aménagement pastoral sur deux zones pilotes (Ain Oussera et Messaad). 7 cartes + documents de synthèse.
- URBT., 1988–1991.** – Etude phytoécologique et pastorale de la Daïra de Ouled Djellal (wilaya de Biskra) (400 000 hectares). 4 cartes au 1/100 000è d'occupation des terres et pastorales + rapport de synthèse. 2 cartes au 1/200 000è d'occupation des terres et pastorales + documents de synthèse.
- Valla M., Kzak J. et Drbal J., 1980.** – *Circeni Z pudozalstri II*, SPN., Praha, 280p.
- Van Andel O. M., 1953.** – The influence of salts on the exudation of tomato plants. *Bot. Neerl.*, vol. 2, 445-521p.
- Van eijk M., 1939.** – Analyse der Wirkung des NaCl auf die Entwicklung, Sukkulenz und Transpiration bei *Salicorizia Izerbacea*, sowie Untersuchungen über den Einfluss der Salzaufnahme auf die Wurzelatmung bei *Aster tripolium*. *Rec. Trav. Bot. Neerl.*, 36, 559-651.

- Vidal E., 1998.** – Organisation des phytocénoses en milieu insulaire méditerranéen perturbé
Analyse des inter-relations entre les colonies de Goélands leucophées et la végétation
des îles de Marseille. Thèse. Doc. Univ Aix-Marseille III. 42-43p.
- Vignes P., et Vignes D., 2007.** – l'herbier des plantes sauvages. Larousse. 565p.
- Voznesenskaya E.V., Akhani H., Koteyeva N. K., Chuong S.D.X., Roalson E.H., Kiirats
O., Franceschi V.R. et Edwards G.E., 2008.** – Structural, biochemical, and
physiological characterization of photosynthesis in two C4 subspecies of *Tecticornia
indica* and the C3 species *Tecticornia pergranulata* (Chenopodiaceae). *J. Exp. Bot.* 59
(7): 1715-1734.
- Waisel Y., 1972.** – Biology of halophytes. Academic Press, New York, London.
- Walling D.E., 1984.** – The sediment yields of African rivers. *In: Challenges in African
Hydrology' and Water Resources.*
- Wang L.H., Sun H.L. et Li W., 1994.** – Relationship between halophytic vegetation and
soil salt content and its indicator effect to soil salinity. *Shanghai Environ. Sci.*, 13(10):
33-36. [In Chinese with English abstract].
- Weber D. J., Ansari R., Gul B. et Khan M. A., 2006.** – Potential of halophytes as source of
edible oil *Journal of Arid Environments* 6, 315–321.
- Weigl J. et Lüttge U., 1962.** – Microautoradiographische Untersuchungen über die
Aufnahme von $^{35}\text{SO}_4^-$ durch Wurzeln von *Zea mays* L. Die Funktion der primären
Endodermis. *Planta*, vol. 59: 15-28.
- Weissenbock G., 1969.** – Einfluss des Bodensalzgehaltes auf Morphologie und
Ionenspeicherung von Halophyten. *Flora (Jena)*, vol. 158: 369-389.
- Wilson P. G., 1980.** – A revision of the Australian species of Salicornieae (Chenopodiaceae).
Nuytsia 3: 1–154.
- Wilson P.G., 1984.** – Chenopodiaceae. *In: A. George [ed.], Flora of Australia*, vol. 4, 277-
309. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australian Capital Territory,
Australia.

- Winter K., Troughton J. H., Evenari M., Läuchli A. et Lüttge U., 1976.** – Mineral ion composition and occurrence of CAM-like diurnal malate fluctuations in plants of coastal and desert habitats of Israel and the Sinai. *Oecologia*, 25, 125–143.
- Wu Z.F., Zhao S. et Zhang X., 1994.** – Studies on interrelation between salt vegetation and soil salinity in the Yellow River delta. *Acta Phytocologica Sin.*, 18(2): 184-193. [In Chinese with English abstract].
- Xin Z. et Browse J., 2000.** – Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures, *Plant Cell Environ.* 23: 893–902.
- Youcefi M., 2011.** –Étude de l’impact de l’hydro-halomorphie des sols sur la biogéographie des hydro-halophytes dans la cuvette de Ouargla. Thèse Mag.Bio. Univ. Ouargla.1, 10p.
- Youssef A. M., 2009.** – Salt Tolerance Mechanisms in Some Halophytes from Saudi Arabia and Egypt. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 5: 191-206.
- Zafrilla B., Martínez-Espinosa R. M., Alonso M. A. et Bonete M. J., 2010.**– Biodiversity of Archaea and floral of two inland saltern ecosystems in the Alto Vinalopó Valley, Spain. *Saline systems*; 6(1):10. Page 6, 8.
- Zerka M., 1991.** – Étude des enclaves ultramafiques du volcanisme plio-quaternaire d’Oranie : exemple des massifs d’Aïn-Témouchent et de la Basse Tafna, thèse, USTHB, Alger, 176 p.
- Zerka M., Cottin J.Y., Grégoire M., Lorand J.P., Megartsi M. et Midoun M., 2002.** – Les xénolites ultramafiques du volcanisme alcalin quaternaire d’Oranie (Tell, Algérie occidentale), témoins d’une lithosphère cisailée et enrichie. *C. R. Geoscience* 334 387–394.
- Zia S. et Khan M. A., 2004.** – Effect of light, salinity and temperature on the germination of *Limonium stocksii*. *Canadian Journal of Botany* 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: 91-10

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد عوامل التربة الفيزيائية والكيميائية التي لها تأثير على توزيع النباتات الملحية في المنطقة الغربية الوهرانية. بعد عرض اهم الدراسات التي تناولت موضوع النباتات الملحية وعلاقتها بالوسط الذي تنمو فيه وكذا المميزات البيولوجية للنوعين النباتيين *Arthrocnemum glaucum* و *Arthrophytum scoparium* , تطرقنا الى دراسة الوسط الفيزيائي. مكنتنا هذه الاخيرة من التعرف على تنوع النباتات التي تحتلها هاتان النبتتان. تبين من خلال دراسة المناخ ان المنطقة شبه قاحلة , الامر الذي يزيد من ملوحة التربة ويساعد على انتشار النباتات المحبة للملوحة. اظهرت تحاليل التربة تنوعا كبيرا , اذ تتميز رشقون 1 بتربة طمية رملية, رشقون 2, حمام بوغراة 1 و 2 تتميز بتربة رملية في حين ان تافنة تتميز بتربة طينية. تبين من خلال دراسة الغطاء النباتي ان هذا الاخير متنوع و مختلف باختلاف المحطات. و لقد استعملت طرق التحليل المتعددة و التي تمت باستخدام برنامج "Minitab 16" لتبيين العلاقة الموجودة بين الغطاء النباتي و التربة حيث اظهرت النتائج ان الرمل هو العامل الرئيسي المسؤول عن توزيع النباتات الملحية و يليه الطين. كما ان هذه الطرق ساعدتنا في تحديد المجموعات الايكولوجية التي تدخل في تكوين مجموعة النباتات الملحية لكل من المحطات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: المجموعات النباتية الملحية, *Arthrocnemum glaucum* (Moric.) K.Koch *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin,

التربة, عوامل فيزيائية و كيميائية, A.C.P, A.F.C, الغرب الوهراني.

Résumé

L'objectif de cette étude était de déterminer l'influence des facteurs physico-chimiques du sol sur la répartition des peuplements végétaux halophiles dans la région de l'Ouest oranais. Après la présentation des principales études qui ont traité le sujet des halophytes en relation avec leur milieu et les caractéristiques biologiques d'*Arthrocnemum glaucum* et *Arthrophytum scoparium*, nous avons entrepris l'étude du cadre physique. Cette étude nous renseigne sur la diversité des habitats qu'occupent les deux espèces. Sur le plan bioclimatique, la région est caractérisée par une semi-aridité accentuant les phénomènes de salinisation des sols et favorisant l'installation d'une végétation surtout halophile. Les analyses du sol ont montré une grande diversité texturale ; sablo-limoneuse à « Rachgoun 1 », sableuse à « Rachgoun 2, Hammam Boughrara 1 et 2 » et argileuse à « Tafna ». L'approche floristique menée traduit la diversité de ces peuplements et leurs variations d'une station à l'autre. Les méthodes multivariées réalisées à l'aide du logiciel « Minitab 16 » ont été utilisées pour découvrir les relations "sol-végétation" existant au sein de la région d'étude. Les résultats de l'A.P.C et de l'A.F.C ont montré que le sable est le principal facteur responsable de la distribution des peuplements halophiles étudiés suivi néanmoins par l'argile. Ces méthodes nous ont aidé à la détermination des groupes écologiques qui entrent dans la constitution des groupements halophiles de chaque station.

Mots clés : Peuplements végétaux halophiles, *Arthrocnemum glaucum* (Moric.) K.Koch, *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin, Sol, Facteurs physico-chimiques, A.C.P, A.F.C, Ouest oranais.

Abstract

The objective of this study was to determine the influence of physico-chemical factors of soil on the distribution of halophytic plant communities in the western region of Oranie. After the presentation of the main studies that have addressed the issue of halophytes in relation to their environment and biological characteristics of *Arthrocnemum glaucum* and *Arthrophytum scoparium*, we undertook the study of the physical environment. This study provides information on the diversity of habitats occupied by the two species. The bioclimatic study showed that the region is characterized by a semi-aridity highlighting the salinization of soils and promoting the installation of particular halophytic vegetation. Soil's tests showed a great diversity, texture is sandy loam in « Rachgoun 1 » sander in « Rachgoun 2, Hammam Boughrara 1 and 2 » and clay in « Tafna ». The floristic led approach reflects the diversity of these populations and their variation from one station to another. Multivariate methods performed using the «Minitab 16» software were used to discover relationships between soil and vegetation existing within the study area. The results of the A.P.C and A.F.C have shown that the sand is the main factor responsible for the distribution of halophytic studied stands still followed by clay. These methods have helped us to determine ecological groups entering the constitutions halophytic group of each station.

Key words: Halophytic plant communities, *Arthrocnemum glaucum* (Moric.) K.Koch, *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin, Soil, Physico-chemical factors, A.C.P, A.F.C, West of Oranie.