

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ ABOU BAKR BELKAID TLEMCEN



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

Département des Ressources Forestières

THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de
Doctorat en Foresterie

Par :

BENARADJ Abdelkrim

Thème

« Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. dans le
sud Oranais (Sud-Ouest algérien) ».

Soutenue le : 12 Janvier 2017

Devant le jury:

Président :	M. HADDOUCHE Driss	M.C.A.	Université ABB Tlemcen
Directeur du Thèse :	M. BOUAZZA Mohamed	Professeur	Université ABB Tlemcen
Examineurs :	M. MERZOUK Abdessamed	Professeur	Université ABB Tlemcen
	M. HASNAOUI Okacha	Professeur	Université MT Saida
	M. LATRECHE Ali	Professeur	Université DL Sidi Bel Abbès
	M. MEHDADI Zoheir	Professeur	Université DL Sidi Bel Abbès

Année universitaire 2016/2017

Liste des Abréviations

A	Argile.
A.B.B.	Abou Bekr Belkaid.
A.F.C	Analyse Factorielle des Correspondances
A.N.A.T	Agences National de l'Aménagement Territoire
APG	Angiosperms Phylogeny Group.
A.S.G.A.	Agence du Service Géologique de l'Algérie.
A.C.P	analyse en composantes principales.
A.C.R	Analyse Canonique de Redondance.
ANOVA	ANalysis Of VAriance (Analyse de la variance)
A.N.R.H.	Agence Nationale des Ressources Hydriques.
AS1	Sous secteur de l'Atlas Saharien Oranais.
B.N.E.D.E.R.	Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural.
C (m)	Circonférence.
C.A.H	Classification Ascendante Hiérarchique.
C.C.G.M.	Commission de la Carte Géologique du Monde.
C.R.S.T.R.A.	Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides.
CE	Conductivité Electrique.
C.F.	Conservation des Forêts.
Ch	Chaméphyte.
Cosm.	Cosmopolite.
D (m)	Diamètre.
D.E :	Direction de l'Environnement.
D.G.F.	Direction Générale des Forêts.
D.L.	Djillali Liabes.
D.P.S.B.	Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires de la wilaya de Naâma.
DEM	Digital Elevation Model.
DSMW	Distributed Semantic Media Wiki.
D.S.A	Direction des Services Agricoles.
End.	Endémique.
End. A. N.	Endémique nord-africaine
End. Alg.-Mar.	Endémique Algéro-marocaine
F.A.O	Food and Agriculture Organization
F.N.R.D.A.	Fonds National de Régulation et Développement Agricole
Ge	Géophytes
GEF	Global Environment Facility
GPS	Global Positioning System.
H	Hauteur.
He	Hémicryptophyte.
HPO	Hautes Plaines Oranaises.
I.C.	Intervalle de confiance.
I.G.N.	Institut Géologique National.
Ibéro.-Maur	Ibéro-maurétanienne.
IGM	Institute Géographique Militaire.
I.N.S.I.D.	Institut National des Sols, Irrigation et Drainage.
J.O.R.A.	Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

K-S	Kolmogrov- Smirnov
L	Limon.
L.T.P.O.	Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest.
M.A.T.E.	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
Med.	Méditerranéenne.
MNA	Modèle Numérique d'Altitude.
MNT	Modèle Numérique de Terrain.
MO	Matière organique.
NASA	National Aeronautical and Space Administration(Etats-Unis).
O.N.M.	Office National de la Météorologie.
O.R.S.T.O.M.	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.
Ph	Phanérophyte.
PNDA	Plan National de Développement Agricole.
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement.
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
Sah.	Saharien.
S	Sable.
SAU	Surface Agricole Utile.
S.I.G.	Système d'Information Géographique.
Sind.	Sindien.
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission.
St	Station.
T.A.D.	Agence Territoire- Aménagement- Développement.
T.A.G.	Taux d'Accroissement Général.
T.M.	Mouay Tahar.
T.A.G.	Taux d'Accroissement Général.
Th	Thérophyte.
TIN	Triangular Irregular Network (Réseaux triangulaires irréguliers).
U.S.T.H.B.	Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
U.S.D.A.	United states of Department Agriculture.

Liste des figures

Figure 1.	Arbre du <i>P. atlantica</i> dans la station de Djedida (Béchar)	004
Figure 2.	Tronc du <i>P. atlantica</i>	005
Figure 3.	Ecorce du <i>P. atlantica</i> (a. jeune arbre ; b. arbre âgé)	005
Figure 4.	Bois du <i>P. atlantica</i> (a. arbre âgé, b. arbre jeune)	006
Figure 5.	Feuilles de <i>P. atlantica</i>	006
Figure 6.	Fleurs de <i>P. atlantica</i> (a : mâle, b : femelle).	008
Figure 7.	Fruits du <i>P. atlantica</i>	009
Figure 8.	Système racinaire d'un sujet du <i>P. atlantica</i> dans la région de Béchar.	009
Figure 9.	Formes des feuilles du genre <i>Pistacia</i> (a- <i>P. atlantica</i> , b- <i>P. terebinthus</i>) Zohary (1952).	011
Figure 10.	Régénération du <i>P. atlantica</i> sous une touffe de <i>Ziziphus lotus</i> .	012
Figure 11.	Aire de répartition du Pistachier de l'Atlas en Algérie modifié (Monjauze, 1980).	015
Figure 12.	Carte de situation géographique de la région d'étude	020
Figure 13.	Carte des grands ensembles biogéographiques de la région d'étude.	021
Figure 14.	Carte géologique de la région d'étude ; extrait de la carte géologique d'Algérie (CGMW 1990).	024
Figure 15.	Carte des sols de la région d'étude ; extraire de la carte des sols d'Afrique 1/5 000 000°	027
Figure 16.	Carte hydrographique de la région d'étude	029
Figure 17.	Elevage dans la région d'étude (a- ovins, b- Bovins, c- Camelins).	034
Figure 18.	Répartition des principales stations météorologiques de la région d'étude	040
Figure 19.	Direction des vents selon leurs fréquences en % dans la région d'étude	051
Figure 20.	Variation des Climagramme pluviothermique d'Emberger des stations d'étude	055
Figure 21.	Variation des courbes des diagrammes Ombrothermiques de différentes stations d'étude	057
Figure 22.	Démarche méthodologique	061
Figure 23.	Carte de localisation des fosses pédologiques dans la région d'étude	066
Figure 24.	Les profils pédologiques.	068
Figure 25.	Variabilité de la composition granulométrique entre les stations d'étude.	071
Figure 26.	Diagramme triangulaire des classes texturales de sol des profils pédologiques	073
Figure 27.	Optimum des éléments granulométriques.	074
Figure 28.	Valeurs du pH de différents profils pédologique réalisés	075
Figure 29.	Variation de la teneur en Matière Organique dans les stations.	076
Figure 30.	Teneur en matière organique	076
Figure 31.	Taux du calcaire dans les stations d'étude	077
Figure 32.	Dendrogramme de la CAH de 86 échantillons de 24 fosses pédologiques dans la région d'étude	079
Figure 33.	Corrélation des variables avec projection des variables édaphiques sur axe 1 et axe 2.	083
Figure 34.	Corrélation des variables avec projection des variables édaphiques sur l'axe 1 et l'axe 3.	084
Figure 35.	Représentation de l'espace formé par les deux premiers axes (1/2)	085
Figure 36.	Corrélation des variables avec projection des variables édaphiques sur les axes 1 et 3.	087
Figure 37.	Protocole expérimental.	089
Figure 38.	Situation géographique de la région d'étude	090
Figure 39.	Localisation des stations d'étude	092
Figure 40.	Les Stations d'étude	093
Figure 41.	Carte d'implantation des transects et les relevés floristiques selon le biotope.	095
Figure 42.	Approche méthodologique de traitement des données	102
Figure 43.	Répartition des espèces par types biologiques dans la région d'étude.	116
Figure 44.	Espèces géophytiques dans la région d'étude.	132
Figure 45.	Espèces phanérophytiques dans la région d'étude.	136
Figure 46.	Composition systématique comparative entre les régions et la région d'étude.	141
Figure 47.	Espèces des Asteraceae dans la région d'étude.	146
Figure 48.	Répartition des espèces par affinité phytogéographique comparée dans la région d'étude.	154
Figure 49.	Dendrogramme de la C.A.H de la matrice totale des espèces de la région d'étude	166
Figure 50.	. Plan Factoriel des espèces de la région d'étude (Axe 2 / Axe 1)	172
Figure 51.	Plan Factoriel des espèces de la région d'étude (Axe 3 / Axe 1)	176
Figure 52.	Plan Factoriel des espèces de la région d'étude (Axe 3 / Axe 2)	179
Figure 53.	Déracinement des arbres par les innodation.	183
Figure 54.	Mauvais état sanitaire des arbres de <i>P. atlantica</i> .	184
Figure 55.	Défrichement et mise en culture dans les dayas à <i>P. atlantica</i> dans la région de Béchar.	184

Figure 56.	Ensablement des aires de réparation de <i>P. atlantica</i>	185
Figure 57.	Surpâturage dans les aires de réparation de <i>P. atlantica</i> .	185
Figure 58.	Fragmentation des habitats naturels par les voies fériées	185
Figure 59.	Exploitation le bois de <i>P. atlantica</i> par la population locale.	186
Figure 61.	Formation steppique à l'extérieur de la daya, a) <i>Lygeum spartum</i> b) <i>Atractylis serratuloides</i>	187
Figure 60.	Plusieurs micro-dayas dans la région de Gâaloul (Naama).	188
Figure 62.	Répartition des dayas dans la région d'El Bayadh.	189
Figure 63.	Les strates au niveau du daya à <i>P. atlantica</i> dans la région d'El Bayadh.	189
Figure 64.	Régénération du <i>P. atlantica</i> sous l'abri de <i>Retama retam</i> .	190
Figure 65.	Régénération du <i>P. atlantica</i> à l'intérieur du <i>Rhus tripartita</i> .	192
Figure 66.	Matorral arboré à <i>Juniperus phoenicea</i> .	193
Figure 67.	Régénération du <i>Pistacia atlantica</i> entre deux pieds du <i>Juniperus phoenicea</i> .	194
Figure 68.	Répartition des sujets de <i>P. atlantica</i> dans différents biotopes	194
Figure 69.	Développement du <i>P. atlantica</i> sous a) substrat rocheux b) <i>Ziziphus lotus</i>	195
Figure 70.	Feuilles du <i>P. atlantica</i> dans différents biotopes a) Montagneux b) Daya	204
Figure 71.	Corrélation de la longueur et de la largeur en fonction de la surface foliaire	205
Figure 72.	Port botanique du pistachier de l'Atlas, a) au printemps, b) en automne.	206
Figure 73.	Répartition des arbres par classes d'hauteur (en m) des sujets de <i>P atlantica</i>	207
Figure 74.	Répartition des arbres par classes de diamètre à 1,30 m des sujets de <i>P atlantica</i>	209
Figure 75.	Arbres bienveillantes du <i>P. atlantica</i> , a) Daya de Gâaloul b) Daya d'Oum Chegag.	209
Figure 76.	Corrélation entre la hauteur et le diamètre des arbres.	211
Figure 77.	Structure générale du peuplement selon le sexe des arbres du <i>P. atlantica</i>	213
Figure 78.	Densité des arbres de pistachier (nombre d'arbre par hectare).	214
Figure 79.	Plusieurs pieds d'arbres de <i>P. atlantica</i> dense dans la région de Béchar	
Figure 80.	Densité des arbres des de différentes dayas (Google Earth)	217
Figure 81.	Corrélation Hauteur-Circonférence	218
Figure 82.	Cercle de corrélation des hauteurs moyennes et les autres paramètres dendrométriques	228
Figure 83.	Démarche méthodologique générale pour la cartographie des aires de la répartition du <i>P. atlantica</i>	236
Figure 84.	Exemple de délimitation des stations de répartition des groupements à <i>P. atlantica</i> sur Google Earth	246
Figure 85.	Carte de situation géographique de la région d'étude	247
Figure 86.	Carte pédologique de la région d'étude	248
Figure 87.	Carte géologique de la région d'étude (extrait de la carte des ressources minières ASGA, 2014)	249
Figure 88.	Carte bioclimatique de la région d'étude	250
Figure 89.	Carte du réseau routier dans la région d'étude	251
Figure 90.	Carte de la population dans la région d'étude	252
Figure 91.	Carte du cheptel dans la région d'étude	253
Figure 92.	Carte de MNT de la région d'étude	254
Figure 93.	Carte des courbes de niveau	255
Figure 94.	Carte des reliefs (3D) de la région d'étude	256
Figure 95.	Carte des pentes	257
Figure 96.	Carte d'exposition de la région d'étude	258
Figure 97.	Carte hypsométrique de la région d'étude	260
Figure 98.	Carte hydrographique de la région d'étude	261
Figure 99.	Carte de l'aire de répartition du <i>P. atlantica</i> dans le Sud-oranais	263
Figure A.	Groupement à <i>P. atlantica</i> dans la Béchar.	Annexes
Figure B.	Groupement à <i>P. atlantica</i> dans la région de Naâma.	Annexes
Figure C.	Groupement <i>P. atlantica</i> dans la région d'El Bayadh.	Annexes
Figure D.	Les mesures dendrométrique du <i>P. atlantica</i> dans la région de Béchar.	Annexes
Figure E.	Les mesures dendrométrique du <i>P. atlantica</i> dans la région de Naâma.	Annexes
Figure F.	Les mesures dendrométrique du <i>P. atlantica</i> dans la région d'El Bayadh.	Annexes

Liste des tableaux

Tableau 1.	Distribution de la superficie totale de la région d'étude par wilaya	019
Tableau 2.	Répartition des superficies des trois grands ensembles géographiques	021
Tableau 3.	Évolution de la population par wilaya (RGPH entre 1977 et 2014).	030
Tableau 4.	Répartition (2014) des terres agricoles (en Ha) par wilaya	031
Tableau 5.	Répartition de la production végétale de l'année 2014	032
Tableau 6.	Répartition du cheptel par wilaya (2014)	032
Tableau 7.	Principales stations météorologiques de référence de la région d'étude	039
Tableau 8.	Répartition des précipitations moyennes mensuelles en mm	041
Tableau 9.	Températures moyennes mensuelles (°C)	041
Tableau 10.	Classe de l'indice d'aridité de Martonne	042
Tableau 11.	Comparaison de la pluviométrie entre les deux périodes d'étude dans les stations	045
Tableau 12.	Régimes pluviométriques saisonniers de période ancienne	047
Tableau 13.	Régimes pluviométriques saisonniers de période récente	047
Tableau 14.	Régime saisonnier des stations d'étude	048
Tableau 15.	Ecarts thermiques entre P1 et P2	051
Tableau 16.	La Continentalité Thermique des stations d'étude	052
Tableau 17.	L'Indice d'Aridité de De-Martonne	053
Tableau 18.	Valeurs du quotient pluviométrique	054
Tableau 19.	Présentation des fosses pédologiques dans les stations d'étude.	064
Tableau 20.	Localisation des points de prélèvement des échantillons des profils	067
Tableau 21.	Types des textures de différents échantillons	080
Tableau 22.	Valeurs propres et variabilité.	081
Tableau 23.	Résultats de l'analyse des redondances ACR	082
Tableau 24.	Localisation des stations d'étude	091
Tableau 25.	Nombre de relevés floristiques réalisés par station.	094
Tableau 26.	Recouvrement de la végétation dans différentes stations d'étude	103
Tableau 27.	Richesse floristique engendrée dans les stations d'étude	107
Tableau 28.	Spectre biologique brut des stations d'étude	113
Tableau 29.	Liste des familles avec le nombre de genres et espèces dans la zone d'étude	138
Tableau 30.	Comparaison des principales familles en Afrique du nord et dans le Sud-oranais	144
Tableau 31.	Proportion des types phytogéographiques de la flore de la zone d'étude	150
Tableau 32.	Valeurs propre et pourcentage d'Inertie de l'A.F.C.	167
Tableau 33.	Contributions des Taxons pour les trois premiers axes de l'A.F.C de la zone d'étude.	168
Tableau 34.	Les stations d'étude.	200
Tableau 35.	Caractéristiques climatiques des stations d'étude	200
Tableau 36.	Les catégories de diamètre des arbres	202
Tableau 37.	Variations de la taille des folioles et leur surface foliaire du Pistachier de l'Atlas.	204
Tableau 38.	Répartition des arbres par classes d'hauteur	207
Tableau 39.	Répartition des arbres par classes de diamètre	208
Tableau 40.	Estimation de l'âge des arbres de pistachier de l'Atlas.	212
Tableau 41.	Moyenne selon le sexe à intervalle de confiance 99%	218
Tableau 42.	Analyse de la variance (Variable Hauteur)	219
Tableau 43.	Comparaison des hauteurs en fonction des régions par le test Newman-Keuls	219
Tableau 44.	Moyenne selon la Région a intervalle de confiance 99%	219
Tableau 45.	Analyse de la variance (Variable Circonférence)	220
Tableau 46.	Comparaison des circonférences en fonction des stations par le test Newman-Keuls	221
Tableau 47.	Analyse de la variance (Variable Diamètre)	221
Tableau 48.	Comparaison des diamètres en fonction des stations par le test Newman-Keuls (I. C. 95%)	221
Tableau 49.	Analyse de la variance (Variable Hauteur)	221
Tableau 50.	Comparaison des hauteurs en fonction des stations par le test Newman-Keuls (I.C)	222

Tableau 51.	Moyenne selon les stations à intervalle de confiance 99%	223
Tableau 52.	Analyse de la variance (Variable Circonférence)	223
Tableau 53.	Comparaison des Circonférence en fonction du relief par le test Newman-Keuls (I.C 95%)	224
Tableau 54.	Analyse de la variance (Variable Diamètre)	224
Tableau 55.	Comparaison des Diamètres en fonction du relief par le test Newman-Keuls (I.C 95%)	224
Tableau 56.	Analyse de la variance (Variable Hauteur)	225
Tableau 57.	Comparaison des hauteurs en fonction du relief par le test Newman-Keuls (I.C 95%)	225
Tableau 58.	Moyenne selon le relief à intervalle de confiance 99%	225
Tableau 59.	Moyenne selon la Biogéographie à intervalle de confiance 99%	226
Tableau 60.	Statistiques descriptives des paramètres dendrométriques	227
Tableau 61.	Matrice de corrélation (Pearson (n))	228
Tableau 62.	La pluviométrie (mm) par communes dans la zone d'étude	238
Tableau 63.	Distribution de la population dans les différentes communes de la zone d'étude	239
Tableau 64.	Distribution du cheptel dans les différentes communes de la région de Béchar	239
Tableau 65.	Distribution du cheptel dans les différentes communes de la région de Naâma	240
Tableau 66.	Distribution du cheptel dans les différentes communes de la région d'El Bayadh	240
Tableau 67.	Classes d'altitude dans la zone d'étude	260
Tableau 68.	Superficie des différents espaces occupés par le pistachier de l'Atlas	263
Tableau A.	Analyse pédologique dans les stations de la région de Béchar.	Annexes
Tableau B.	Analyse pédologique dans les stations de la région de Naâma.	Annexes
Tableau C.	Analyse pédologique dans les stations de la région d'El Bayadh.	Annexes
Tableau D.	Spectre biologique dans les stations de la région de Béchar.	Annexes
Tableau E.	Spectre biologique dans les stations de la région de Naâma.	Annexes
Tableau F.	Spectre biologique dans les stations de la région d'El Bayadh.	Annexes
Tableau M.	Mesure dendrométrique dans les stations de la région de Béchar.	Annexes
Tableau N.	Mesure dendrométrique dans les stations de la région de Naâma.	Annexes
Tableau O.	Mesure dendrométrique dans les stations de la région d'El Bayadh.	Annexes

Remerciements

Louange à Dieu, Seigneur tout puissant de m'avoir aidé pour venir au terme de ce travail et de surmonter toutes les difficultés et de m'avoir accordé ce privilège pour suivre le chemin de la science et du savoir.

En premier lieu, je tiens à remercier mon directeur de thèse, Monsieur le Professeur **BOUAZZA Mohamed**, pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail doctoral, pour l'aide inestimable qu'il m'a apporté sur le plan scientifique, sa rigueur pour le travail bien fait, ses suggestions pertinentes dans la recherche et surtout sa disponibilité. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour sa passion à la recherche qu'il a su me transmettre.

Mes sincères remerciements aux membres du jury pour toute l'attention qu'ils ont bien voulu accorder à ce travail :

- **Mr. HADDOUCHE Driss**, Maître de conférences à l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen ; qui m'a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse et pour l'intérêt qu'il a bien voulu porter à notre travail.
- **Mr. MERZOUK Abdelessamed**, Professeur à l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, d'avoir accepté de juger ce travail et d'apporter ses critiques tant constructives.
- **Mr. HASNAOUI Okkacha**, Professeur à l'Université Dr Mouay Tahar de Saïda ; ses conseils m'ont été d'une importance capitale, je remercie chaleureusement pour avoir bien voulu examiner ce travail.
- **Mr. LATRECHE Ali**, Professeur à l'Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbès ; d'avoir bien voulu faire partie de ce jury, trouvez Monsieur le témoignage de ma profonde gratitude.
- **Mr. MEHDADI Zoheir**, Professeur à l'Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbès ; qui a bien voulu accepter de juger ce travail, qu'il trouve ici, l'expression de mon profond respect.

J'adresse mes vifs remerciements au :

- ✓ Pr MAROUF Abderrazak, Directeur du Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma pour son soutien et pour sa disponibilité.
- ✓ Pr MEDERBAL Khalladi, Recteur de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret.
- ✓ Pr BENABDELI Khéloufi, Université Stambouli Mustapha de Mascara.
- ✓ Pr KAABACHE Mohamed, Université Ferhat Abbas de Sétif.
- ✓ A tous mes collègues enseignants de départements SNV du Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma.

Je tiens à remercier également le corps enseignant et le personnel du Département de Foresterie, et toute l'équipe du laboratoire botanique de département Ecologie, de l'université de Tlemcen, pour tous les encouragements.

J'exprime toute ma profonde gratitude à tous ceux qui m'ont apporté leur aide sous formes diverses, aux services des différentes directions des wilayas de Béchar, Naâma et El-Bayadh qui ont ouvert leurs portes nous permettant de mener à terme notre travail :

- Dr YOUB Okkacha., Directeur de l'environnement de la wilaya de Naâma
- M. BOULASSEL M, Chef service, Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires de la wilaya de Naâma
- M. HACHILIF Mohamed, ingénieur, Direction des Services Agricoles de Béchar
- Directeur de la Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires de la wilaya d'El-Bayadh
- M. ROUISSAT Aek, ingénieur, HCDS d'El-Bayadh
- M. BOUSMAHA, Directeur du laboratoire LTPO de Tlemcen
- M. BOULASSEL Abdemadjid, Chercheur INRA Béjaia.

Chaleureux remerciements à vous mes collègues :

- BOUARFA Saïd (CRSTRA), ANTEUR Djamel (Université de Saïda) et BAGHDADI Djillali (Centre universitaire de Rélizane) pour l'aide en cartographie ;
- Dr ABABOU Adda, Dr BABALI Brahim et AIBOUT Farid, pour le traitement statistique ;
- Dr BAGHLI, Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen ; pour son aide précieuse (discussion, conseil et correction) au cours de la rédaction de cette thèse;
- Dr GHERIB M. et BELGARNA A. ; Enseignants chercheurs au Centre universitaire de Naâma pour ses soutiens matériel, véhicule et autres;
- Dr AMROUCHE A., Enseignant chercheur au Centre universitaire de Naâma ; de m'avoir orienté, aidé et corrigé. Merci et veuillez recevoir mes respects.

Je voudrais remercier mes chers parents pour leur amour et leur soutien. Je remercie affectueusement, toute la famille BENARADJ et la famille BOUCHERIT pour leurs encouragements à poursuivre cette longue route.

Ma reconnaissance et mes vifs remerciements vont en particulier à mon beau père BOUCHERIT Bachir, pour toute aide dans la réalisation ; à ma femme Hafidha pour sa patience et son soutien et son aide dans les moments difficiles.

La thèse est loin d'être un travail solitaire, Merci à tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin durant ces années de recherche et d'études.

BENARADJ Abdelkrim

Résumé**Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. dans le sud Oranais (Sud-Ouest algérien)».**

Dans le du Sud-oranais, les groupements à *Pistacia atlantica* constituent un patrimoine naturel particulier. Ils sont généralement disséminés entre les plaines steppiques et l'Atlas saharien. Mais ce patrimoine n'est pas inclus dans l'inventaire des espaces forestiers.

L'étude vise à quantifier la richesse et de la diversité floristique dans ces groupements en utilisant la technique des transects linéaires et des relevés floristiques. Notre investigation est basée sur la comparaison de 273 relevés floristiques et leurs regroupements par affinités floristiques et écologiques. Cette approche méthodologique a été facilitée par l'utilisation des techniques numériques telles que l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) et la Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H).

Les résultats montrent une hétérogénéité qualitative et quantitative selon les descripteurs utilisés (géomorphologie, hydrologique, pédologique et bioclimatique). 270 espèces végétales appartenant à 185 genres et 50 familles ont été recensées. Les principales familles inventoriées des Asteraceae, Poaceae, Fabaceae et Brassicaceae. Nous avons pu inventorier 131 taxons thérophytiques et 56 taxons endémiques.

Sur le plan biogéographique la diversité phytogénétique est dominée par les éléments méditerranéens sur les dépressions et les sommets des montagnes. A l'inverse, ce sont les éléments saharo-sindiens largement dominant au Thermo-saharien et au Thermo-méditerranéen.

L'aire de répartition des groupements à *Pistacia atlantica* peut couvrir différents étages bioclimatiques selon Emberger (étage aride, semi-aride et saharien) à variante relativement large vers des bioclimats plus secs et plus chauds. Ces groupements montre une parfaite adaptation aux conditions extrêmes. De point de vue édaphique, le *Pistacia atlantica* pousse dans tous les types du sol plus ou moins humide relativement profond à texture (Limono-sableuse, Limono-argileuse) avec une teneur en calcaire.

Une représentation cartographique établie indique que les groupements à *Pistacia atlantica* ayant une aire botanique de répartition très étendue, à l'état isolé ou regroupé, sous forme de bosquet, essentiellement dans les dayas.

Mots clés : *Pistacia atlantica*, groupement, analyse statistique, phyto-écologie, aire de répartition, sud-oranais, Algérie.

Abstract**Phyto-ecological study groups to *Pistacia atlantica* Desf. in south-oranian (south-Western Algeria). "**

In the South-oranian, *Pistacia atlantica* groups to form a special natural heritage. They are usually scattered among the steppe plains and the Saharan Atlas. But this heritage is not included in the inventory of forest areas.

The study aims to quantify the richness and floristic diversity in these groups using the technique of linear transects and floristic surveys. Our investigation is based on a comparison of 273 floristic and their groupings by floristic and ecological affinities. This methodological approach has been facilitated by the use of digital techniques such as Factor Analysis of Correspondences (F.A.C) and Ascending Hierarchical Classification (A.H.C).

The results show a qualitative and quantitative heterogeneity as descriptors (geomorphology, hydrology, soil and bioclimatic). 270 plant species belonging to 185 genera and 50 families were identified. The main families inventoried Asteraceae, Poaceae, Fabaceae and Brassicaceae. We have inventory therophytic 131 taxa and 56 endemic taxa.

Biogeographically plant genetic diversity is dominated by Mediterranean elements of depressions and mountain peaks. Conversely, it is the Saharan-sindiens elements largely dominant Thermo-Saharan and Thermo-Mediterranean.

The area of distribution groups in *Pistacia atlantica* can cover different bioclimatic according Emberger (arid floor, semi-arid and Saharan) in relatively wide variation to drier and warmer bioclimatic. These groupings show a perfect adaptation to extreme conditions. Edaphic point of view, the *Pistacia atlantica* grows in all types of soil more or less relatively deep wet in texture (Silty sand, Silty-clayey) with a lime content.

An established mapping indicates that the groups in *Pistacia atlantica* with botanical area of extensive distribution, the isolated or combined state, as a grove, mostly in dayas.

Keywords: *Pistacia atlantica*, grouping, statistical analysis, phyto-ecology, range, South-oranian, Algeria.

الملخص

الدراسة الايكولوجية لمجموعات البطم الأطلسي في جنوب الوهراني (جنوب غرب الجزائر)

في جنوب الوهراني، المجموعات النباتية للبطم الأطلسي تشكل التراث الطبيعي خاص. عادة فهي منتشرة في مناطق السهبية والأطلس الصحراوي. ولكن هذا التراث لم يتم جرده في قوائم المساحات الغابية.

وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد مدى ثراء وتنوع النباتي في هذه المجموعات باستخدام تقنية المقاطع العرضية الخطية والمسوحات النباتية. ويستند تحقيقنا على المقارنة من 273 قراءات النباتية ومجموعاتها من خلال الانتماءات النباتي والبيئية. وقد تيسر هذا البحث المنهجي عن طريق استخدام التقنيات الرقمية مثل تحليل عامل المراسلات (ت.ع.م) و تصنيف التصاعدي الهرمي (ت.ت.ه).

حيث أظهرت النتائج عن وجود عدم التجانس النوعي والكمي حسب عدة مواصفات (الجيومورفولوجيا، والهيدرولوجيا، والتربة والمناخ الحيوي). وقد تم تحديد 270 نوعا نباتيا تنتمي إلى 185 جنسا و 50 عائلة نباتية. و من العائلات النباتية الأكثر تمثيلا المركبة، النجيلية، البقولية و كرنبية. ولقد تم إحصاء منها 131 نوع نباتي عشبي و 56 نوع نباتي متوطن.

إن مناطق التوزيع المجموعات النباتية للبطم الأطلسي في منطقة، و التي يمكن أن تغطي مختلف طوابق المناخية الحيوية وفقا امبارجي (القاحلة وشبه القاحلة والصحراوية). و بالنسبة للتربة فإن البطم الأطلسي ينمو و يتأقلم مع العديد من أنواع التربة الرطبة نوعا ما و العميقة ذو خاصية طينية و رملية مع وجود كميات من الكلس.

بيوجغرافيا، التنوع الوراثي النباتي الذي يهيمن هم الأنواع النباتية للبحر الأبيض المتوسط على المنخفضات وقمم الجبال. وعلى العكس من ذلك، فمنها الأنواع الصحراوية النباتية والسائدة إلى حد كبير نجد منها الحرارية-الصحراوية والحرارية-البحر الأبيض المتوسط.

و يشير مخطط الخرائطي المنجز أن المجموعات النباتية للبطم الأطلسي لها نطاق واسع، سواءا معزولة أو مجتمعة و التي معظمها تكون في الدابات.

كلمات البحث: البطم الأطلسي، مجموعات، التحليل الإحصائي، النباتية والبيئة، مناطق التوزيع، جنوب الوهراني، الجزائر.

(6) Publications Internationales

(1) Publications Nationale

Benaradj Abdelkrim, Bouazza Mohamed & Boucherit Hafidha, 2015. Phytodiversity the Group to *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Bechar-Algeria). Energy Procedia 74 : 258 – 264

A. Benaradj, M. Bouazza & H. Boucherit, 2015. Ecologie du groupement à *Pistacia atlantica* dans l'atlas saharien oranais (Béchar- Algérie). Fl. Medit. 25: 87-94.

Benaradj, Abdelkrim; Bouazza, Mohamed; Boucherit, Hafidha, 2012. Diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. dans la région de Béchar (Sud-ouest Algérien). Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos. Época II, n. 23. ISSN 1130-6203, pp. 66-89.

Benaradj Abdelkrim, Bouazza Mohamed, Hasnaoui Okkacha and Boucherit Hafidha, 2013. Floristic Diversity of the Stand to *Pistacia Atlantica* Desf *Atlantica* in the Saharan Atlas of Bechar (Western Algeria). RJPBCS Vol 4 Issue 1 :1102 -1111.

A. Benaradj, H. Boucherit, M. Bouazza, 2015. Contribution to the study phytoecological of facies *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Béchar- Algeria). *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (12) (2015) 3667-3675

Benaradj A., Boucherit H., Hasnaoui, O. & Bouazza, M. 2013. Approach Phytoecological of *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Region of Bechar, Algeria). – Res. Rev. J. Bot. Sci. 2(4): 1-5.

Benaradj Abdelkrim, Boucherit Hafidha, Bouazza Mohamed Et Hasnaoui Okkacha, 2015. Ethnobotanique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica*) auprès la population de Béchar (Algérie occidentale). Journal of Advanced Research in Science and Technology, 2(1), 139-146.

Article 1

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Energy Procedia 74 (2015) 258 – 264

Energy

Procedia

International Conference on Technologies and Materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability, TMREES15

Phytodiversity the group to *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Bechar -Algeria).

Benaradj Abdelkrim^{a*}, Bouazza Mohamed^b & Boucherit Hafidha^a

^aUniversity Center of Naama (Algeria)

^bLaboratory of Plant Ecology and Management of Natural Ecosystems, University of Tlemcen (Algeria)

^aUniversity center of Naama (Algeria)

Abstract

Research on the floristic The Saharan Atlas Bechar was undertaken. The Saharan Atlas covers important plant resources spread over the plains, mountains, chotts the Dayas and desert areas.

Their potential for biological resources and their impressive diversity across the country imperatively require a preservation strategy is developed. Ratification by Algeria, the Convention on Biological Diversity is an important step in the management of this valuable capital and an irrefutable proof which strengthens the position of our country in the conservation of biological diversity across planetary and in building sustainable development.

Our work is part of an overall framework that aims the preservation of plant species such as the case of the Atlas Pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) are currently the object of our concern.

It is a very special forest heritage since it is an interesting species in many ways. The Pistachio Atlas is a large powerful xeric very special tree trunk up to ten meters high.

The approach used consisted of floristic inventory from phytoecological identified in the pistachio range. The 50 surveys are conducted and 127 species (woody and herbaceous) belonging to 97genres grouped into 36 families were inventoried.

The *Pistacia atlantica* is a promising species for Western Algeria, its adaptation to environmental stresses enables a dynamic and some biological recovery. Floristic diversity of the group to *Pistacia atlantica* is very special because of its biological characterization, systematic and phytogeographical. This review highlights the importance of endemic species-Saharan Africa through adaptation and resistance under more favorable typically Saharan bioclimate.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Peer-review under responsibility of the Euro-Mediterranean Institute for Sustainable Development (EUMISD)

* Benaradj Abdelkrim. Tel.: 00213 770 945 933.
E-mail address: benaradjak@yahoo.com

Article 2 :



Fl. Medit. 25: 87-94

doi: 10.7320/FIMedit25.087

Version of Record published online on 30 December 2015

A. Benaradj, M. Bouazza & H. Boucherit

Ecologie du groupement à *Pistacia atlantica* dans l'atlas saharien oranais (Bechar- Algérie)

Résumé

Benaradj, A., Bouazza, M. & Boucherit, H.: Ecologie du groupement à *Pistacia atlantica* dans l'atlas saharien oranais (Bechar- Algérie). — Fl. Medit. 25: 87-94. 2015. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.

Dans l'atlas saharien oranais (Béchar), le groupement à *Pistacia atlantica* (Desf.) occupe une immense aire, généralement distribué aux talwegs, aux dayas, aux ruptures de carapace. Mais ces espaces à groupement de *Pistacia atlantica* ne sont pas pris en compte dans les inventaires de patrimoine forestier local et national algérien.

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) est une espèce rustique qui présente une grande amplitude bioclimatique thermique où elle apparait actuellement entre 0 et 3,7°C, ceci coïncide avec les étages de végétation Méso et thermo-méditerranéen.

Il est d'intérêt certain sur le plan socioéconomique pour la population locale, assurant la survie des nomades en leur fournissant de l'ombre, du bois de chauffage, bois d'œuvre (piquets de tentes et pilons), des tannins et de la gomme comme produit pharmaceutique et un intérêt écologique grâce à son enracinement pivotant bien adapté dans les zones arides, susceptible de puiser l'eau en profondeur. Sa réhabilitation et sa conservation sont donc nécessaires pour contribuer au développement durable des zones arides.

Mots clés: *Pistacia atlantica*, Béchar, groupement, écologie.

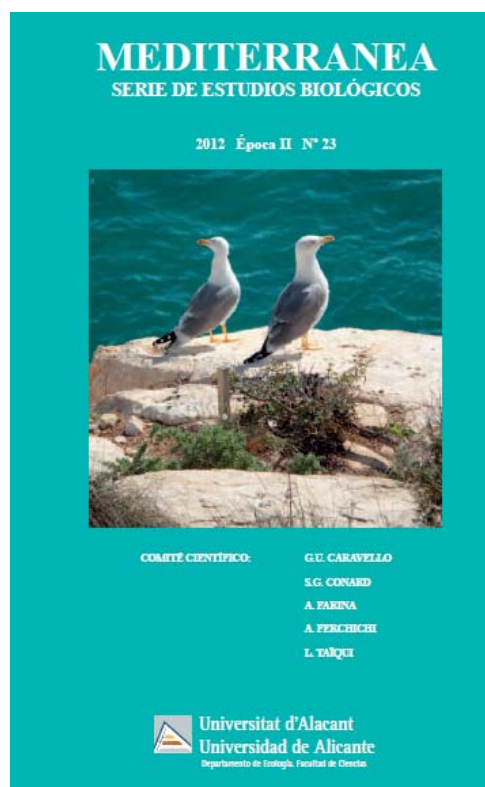
1. Introduction

Le *Pistacia atlantica* Desf. est une espèce d'avenir pour l'Algérie occidentale, sa résistance à tous les aléas écologiques lui confère un statut particulier par rapport aux espèces du sud algérien.

Cette espèce est actuellement menacée par une forte pression anthropozogène continue et permanente. Son adaptation et sa répartition spatiale lui permet de mieux résister à ce stress écologique permanent. Ce taxon se localise entre 700 à 1200 m d'altitude où la pluviométrie ne dépasse guère 100 mm/an avec une température moyenne en été dépassant les 45 °C (Benaradj 2010; Benaradj & al. 2013).

Cette note sur le *Pistacia atlantica* Desf. s'inscrit dans le cadre de la préservation et conservation de cet arbre mutique déjà signalé par Monjauze (1968) ; comme essence la plus originale et la plus remarquable de l'Afrique du Nord.

Article 3



Índice

Portada

Créditos

BELDA, A.; MARTÍNEZ, J.E.; ZARAGOZÍ, B.; FERRI, V. y PEIRÓ, V.

Estimación del hábitat del jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus 1758) en el Parque Natural de la Serra de Mariola mediante Sistemas de Información Geográfica..... 10

BELDA, A.; MUNERA, P.; PEIRÓ, V.; MARTÍNEZ, J.E. & SEVA, E.

Abundancia y distribución de especies depredadoras sometidas a control en gestión cinegética: Estudio de caso representativo de la urraca (*Pica pica*) en la comarca de la Marina Baja 32

BENARADJ, Abdelkrim; BOUAZZA, Mohamed & BOUCHERIT, Hafidha

Diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. dans la région de Béchar (Sud-ouest algérien)..... 66

ENTRADI, E.

Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) al fiume Segura nella provincia di Alicante 90

Diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. dans la région de Béchar (Sud-ouest algérien)

BENARADJ, Abdelkrim (1); BOUAZZA, Mohamed (2) & BOUCHERIT, hafidha (3)

Résumé

La conservation des groupements à *Pistacia atlantica* dans la région de Béchar est actuellement menacée par une forte pression humaine et animale.

Ce travail consiste à proposer une analyse phyto-écologique fine en se basant sur la dynamique de végétation et les inventaires floristiques.

Les explications sont étayées par une analyse statistique (AFC) afin de mieux cerner les facteurs écologiques prépondérants.



Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences

Floristic Diversity of the Stand to *Pistacia Atlantica* Desf *Atlantica* in the Saharan Atlas of Bechar (Western Algeria)

Benaradj Abdelkrim*¹, Bouazza Mohamed², Hasnaoui Okkacha³ and Boucherit Hafidha⁴

¹University Centre of Naama, BP 66, Naama 45000 (Algeria).

²Laboratory of Ecology and Management of the Natural Ecosystems, Department of Ecology and Environment, University Abou BakrBelkaid, Tlemcen 13000 (Algeria).

³Department of Biology, University of Saïda (Algeria).

⁴Department of Agricultural Sciences and Forestry, University Abou BakrBelkaid, Tlemcen 13000, (Algeria).

ABSTRACT

The Oran Saharan Atlas covers significant plant resources spread over the Plains, the mountains, chott, the dayas and desert areas. Their potential for biological resources and their impressive diversity across the national territory must require that a preservation strategy is developed. The ratification by the Algeria of the Convention on biological diversity is an important step in managing this invaluable capital and an irrefutable token which the place of our country in the preservation of biodiversity at the global level and in the building of a sustainable development. Our work fits into an overall framework which aims the preservation of plant species such as the case of the Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica*) which are currently the object of our concern. It is a very particular forest heritage since it an attractive species in many ways. The Atlas pistachio, known locally as the vernacular of « Betoum » is a large powerful scrublands special trunk tree that can reach 10 meters in height. The *Pistacia atlantica* is a species of future for the Western Algeria, its adaptation to environmental stress allows a dynamic and a certain biological recovery. This species can live in very dry places from 700 to 1200 m altitude where the rainfall exceeds much the 100 mm/year, a maximum temperature of 42 ° c. and a storm-heat quotient (Q₂) greater than 7. The floristic diversity of the group to *Pistacia atlantica* is very special because of its biological characterization, systematic and phytogeographic. This review highlights the importance of the Saharan species endemic thanks to an adaptation and a more favorable resistance under typical Saharan bio.

Keywords: *Pistacia atlantica*, Phyto-Ecology, diversity, Saharan Atlas, Vegetation Dynamics, Adaptation, Bechar, Algeria.

*Corresponding author



J. Mater. Environ. Sci. 6 (12) (2015) 3667-3675
 ISSN : 2028-2508
 CODEN: JMESCN

Benaradj et al.



Contribution to the study phytoecological of facies *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Béchar- Algeria)

A. Benaradj¹, H. Boucherit¹, M. Bouazza²

¹University Center of Naâma (Algeria)

²Laboratory of Plant Ecology and Management of Natural Ecosystems, University of Tlemcen (Algeria)

Received 19 Jun 2015, Revised 26 Nov 2015, Accepted 10 Dec 2015

* Corresponding Author: Email: benaradjak@yahoo.com;

Abstract

The Atlas Pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) Is a very common in southern Algeria native species. Phytoecological a study group to *Pistacia* shows a perfect adaptation to soil and climatic environmental conditions predominate in the Oranian Saharan Atlas (Bechar). The Pistachio Atlas is a very hardy tree scrublands, with a very large amplitude bioclimatic where it currently appears between 0 and 3.7°C on altitudes between 700 and 1200m, this coincides with the levels of vegetation Meso and thermo-Mediterranean in the south, the slopes and cliffs of the Saharan Atlas. This essence merely a low rainfall of about 100 mm/year and sometimes less; this explains the amount of water low water levels of different indices. Despite its great ecological and economic values, Pistachio Atlas region is in a critical situation due to drought exacerbated by one year to another, its uncontrolled exploitation for firewood and fodder by population, and because of its grazing, preventing natural regeneration. A better understanding of the issues and factors in the decline of *Pistacia atlantica* contributes to the protection of biodiversity and better regeneration and expansion of this species in semi-arid areas.

Keywords: *Pistacia atlantica*, phyto-ecological, Saharan Atlas, Bechar.

1. Introduction

The Atlas Pistachio (*Pistacia atlantica*) is a spontaneous woody species quintessential southern foothill Sahara Atlas. It was abundant; now very sparse; it regenerates more than the tufts of jujube, which is the classic host [1]. Their common name refers to the atlas where this species grows mountains.

Systematic point of view, the species *Pistacia* belongs to angiosperms of the order Sapindales; in Eudicots and family of Anacardiaceae [2-3-4].

This natural heritage is threatened by degradation due to the combination of several natural factors (especially desertification, the scourge of silting, recurrent droughts and aridity) and especially anthropogenic, including over grazing. This has led to sound the alarm about these threats continues higher and higher, on natural resources.

The objective of this investigation carried out at the range of Atlas Pistachio in Bechar region (south-western Algeria) is to diagnose and characterize the natural phyto-ecological groups in *Pistacia atlantica* in relation Saharan climate.

2. Materials and methods

2.1. Location and description of study stations

The study area of Bechar (Figure 1) we have chosen best reflects the phyto-ecological diversity characteristic of the Saharan Atlas. To achieve our objective, so we opted for the North-south transects (Beni Omif, Lahmar and Bechar) where it detects the presence of *Pistacia atlantica* groupings.

Research and Reviews: Journal of Botanical Sciences

Approach Phytoecological of *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Region of Bechar, Algeria).Benaradj Abdelkrim^a, Boucherit Hafidha^b, Hasnaoui Okkacha^c and Bouazza Mohamed^d^aUniversity Center of Naâma, BP 66, Naâma 45000, Algeria.^bDepartment of Agricultural and Forestry Sciences, University of Tlemcen, Algeria.^cDepartment of Biology, University of Saïda, Algeria.^dLaboratory of Ecology and Management of the Natural Ecosystems, Department of Ecology and Environment, University of Tlemcen, Algeria.

Review Article

ABSTRACT

This work focuses on the study group to phytoecological *Pistacia atlantica* Desf in order to assess the ecological conditions of adaptation in pre-Saharan region of the Saharan Atlas Bechar. The Pistachio of the Atlas is a rustic and xerophytes tree, well suited to pre-Saharan climate and can play an important role in forestry, ecological and socio-economic. The methodology includes a device consisting of a series of transects distributed in different topographic units in the study area. The phytoecological statements are prepared every 200m depending on the variability of vegetation and ecological conditions. An analysis of the vegetation on 25 floristic surveys resulted in a floristic and ecological characterization of groups of Atlas Pistachio (scattered population in general) in the region. Thus, this analysis led to the identification of vegetation associated with Pistachio. This species can live in very dry places pre-Saharan climate between 700 to 1200 m where rainfall rarely exceeds 100 mm/year. Floristic diversity of the group in *Pistacia atlantica* is very special because of its biological characterization, systematic and phytogeographical. The study highlights the importance of Saharan - endemic species with a more favorable adaptation and resistance in typical Saharan bioclimatic.

Received: 03/09/2013

Revised : 08/09/2013

Accepted: 18/09/2013

***For Correspondence**

University Center of Naâma, BP 66, Naâma 45000, Algeria.

Keywords: *Pistacia atlantica*, phytoecological, Saharan Atlas, Adaptation, Bechar, Algeria.

INTRODUCTION

The Atlas Pistachio or Betoum (*Pistacia atlantica* Desf. Subsp. Atlantica) is a species of choice in southern foothills of the Saharan Atlas. It regenerates in the tufts of jujube which is the classic host. The systematic point of view, *Pistacia* belongs to angiosperms, the dicotyledonous; the subfamily Anacardae derived from the family Anacardiaceae and say terebinthaceae also sometimes Pistaciaceae [17].

Studies undertaken [2,3,4,6,8,9,13] show adaptive strategies *Pistacia atlantica*. This species has a remarkable ecological amplitude and plasticity since the meeting from the heart of the Sahara to the margins of wet bioclimatic of the Rif Mountains (Morocco) . It may occupy the clefts of the rocks and cliffs, deep soils on flat land or very rocky wadis or large seasonally wet depressions [15].

Our work is aimed at the preservation of plant species such as the case of *Pistacia atlantica* Desf. which is the object of our concern.

Article 7



Ethnobotanique du pistachier de l'atlas (*Pistaciaatlantica*) auprès la population de Béchar (Algérie occidentale)

BENARADJ Abdelkrim^{1*}, BOUCHERIT Hafidha¹, BOUAZZA Mohamed² et HASNAOUI Okkacha³

¹Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Centre Universitaire de Naâma (Algérie)

²Département d'Ecologie, Université de Tlemcen (Algérie)

³Département de Biologie, Université de Saida (Algérie)

Abstract. The present study relates to the ethnobotanic study of a phanerophytic plant : *Pistaciaatlantica* Desf. ,in order to give a therapeutic outline to highlight the use in traditional medicine near the population of the area of Béchar.

The pistachio tree of the Atlas is a rustic tree, adapted well to the Saharan climate and arid, it plays a significant role on several plans forestry, ecological and socio-economic.

The got results show which the different organs of this plant (leaves, flowers, gum, fruit, roots and phenolic composition out of oil) have the therapeutic virtues. Among the preparations commonly used infusion, powder and decoction to treat stomach problems, dental care, helminthiasis, leishmaniasis, etc...

Keywords: *Pistaciaatlantica*, medicinal herb, phytoecology, ethnobotanic, Béchar.

Résumé. La présente étude porte sur l'étude ethnobotanique d'une plante phanérophytique: *Pistaciaatlantica* Desf, en vue de donner un aperçu thérapeutique pour mettre en évidence leur utilisation en médecine traditionnelle auprès de la population de la région de Béchar.

Le pistachier de l'Atlas est un arbre rustique, bien adapté au climat saharien et aride et peut jouer un rôle important sur plusieurs plans sylvicole, écologique et socioéconomique.

Les résultats obtenus montrent que les différents organes de cette plante (feuilles, fleurs, gomme, fruit, racines et composition phénolique en huile) possèdent des vertus thérapeutiques. Parmi les préparations couramment utilisées infusion, poudre et décoction pour traiter les maux d'estomac, les problèmes gastriques, soin des dents, Helminthiases, Leishmaniose, etc...

Mots clés : *Pistaciaatlantica*, plante médicinale, phytoécologie, ethnobotanique, Béchar.

1. Introduction

Le Pistachier de l'Atlas (*Pistaciaatlantica* Desf. Subsp. *atlantica*) d'où son nom, la « Botma ou Bétoum » est une essence par excellence du piémont méridional de l'Atlas Saharien oranais. Il a été abondant ; aujourd'hui très éparse ; il ne se régénère que dans les touffes de jujubier dont il est l'hôte classique [12].

Le genre *Pistacia* appartient aux angiospermes et à la classe des dicotylédones. Il appartient à la sous-famille des Anacardiées qui dérive de la famille des térébinthacées dites aussi anacardiées et parfois Pistaciées [21].

Du point de vue systématique, L'espèce *Pistaciaatlantica* est classée comme suit :

- **Embranchement :** Phanérogames
- **Sous-embranchement :** Angiospermes
- **Classe :** Dicotyles
- **Sous-Classe :** Dialypétales ou Rosidae

* Corresponding author.

E-mail: benaradjak@yahoo.com (BenaradjA).

Address: BP 66 RP Naama 45000 Algérie

Table des Matières

Introduction générale	001
Première partie :	
Analyse bibliographique	
Monographie et au-écologie du <i>Pistacia atlantica</i> Desf	
Introduction	004
1- Morphologie	004
2- Systématique	010
3- Régénération du pistachier de l'Atlas	011
4- Caractéristiques écologiques de <i>Pistacia atlantica</i>	012
5- Répartition et Distribution écologique de Pistachier de l'Atlas	013
5.1- Dans le monde	013
5.2- En Algérie	014
6- Intérêt et Rôle de Pistachier de l'Atlas dans l'agroforesterie	016
Conclusion	017
Deuxième partie:	
Etude du milieu physique et socio-économique	
Introduction	018
1. Localisation géographique de la zone d'étude.....	019
2. Cadre géomorphologique	020
3. Cadre géologique	023
4. Cadre pédologique	025
5. Cadre hydrogéologique	028
6. Cadre socioéconomique	029
Conclusion	035
Troisième Partie :	
Etude Expérimentale	
Introduction	036
Chapitre I:	
Étude climatique	
Introduction	038
1. Méthodologie	038
1.1. Présentation des données climatiques	040
1.1.1. La pluviométrie	041
1.1.2. Températures	041
2. Calcul des différents paramètres climatiques	042
2.1. Calcul de l'indice d'aridité de Martonne	042
2.2. Calcul de la continentalité thermique	042
2.3. Régime saisonnier	042
2.4. Synthèse climatique	043
2.4.1- Le quotient pluviothermique	043
2.4.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1955)	044
3. Résultats et discussions	045
3.1. La pluviométrie	045
3.2. Régime saisonnier	045
3.3. Températures	049
3.4. Les vents	051
3.5. Les indices bioclimatiques	052
3.5.1. La Continentalité Thermique	053
3.5.2. L'Indice d'aridité de De Martonne	054
3.6. Synthèse climatique	054
3.6.1. Le quotient pluviothermique	054
3.6.2. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen	056
Conclusion	058

Chapitre II:

Etude édaphique

Introduction	059
1. Méthodologie	061
1.1. Étape 1 : Analyse des documents de base	062
1.2. Étape 2 : Prospection pédologique	062
1.2.1- Echantillonnage du sol	063
1.2.2. Choix des profils	064
1.2.3. Etude des sols	065
1.3- Etape 3 : Prélèvement et Analyses	065
1.3.1. Description des profils	067
1.3. 2. Analyses au laboratoire	068
1.3. 2.1 - Analyses physiques du sol	069
1.3. 2.1 - Analyse chimique du sol	069
1.4. Traitement des données	069
2. Résultat et interprétation	071
2.1- Analyses physiques	071
2.2. Triangle de texture	072
2.1.1- La granulométrie	075
2.2- Analyses chimiques	075
2.2.1- Le pH	075
2.2.2- Matière organique	077
2.2.3- Le calcaire (CaCO ₃)	077
2.2.4- La conductivité électrique	078
2.3. Traitements des données	078
2.3.1. Classification Ascendante Hiérarchique	078
2.3.2. Analyse en Composantes Principales (ACP)	079
2.3.2.1. Corrélations entre les variables et les axes	082
2.3.2.2. Relation biotope-facteurs environnementaux et groupements à <i>Pistacia atlantica</i>	085
Conclusion	087

Chapitre III :

Etude de la végétation

Introduction	088
1. Démarche méthodologique	089
1. 1.Synthèse des données bibliographiques	090
1.2 Situations de la zone d'étude	090
1.3- Choix et présentations des stations	091
1.4- Choix des transects d'étude	094
1.5- Réalisation des relevés phytoécologiques	094
1.6- Structure de l'échantillonnage	096
2. Méthodes d'étude	096
2.1. Détermination floristique	096
2.2- Etude quantitative	097
2.2.1- Mesure du recouvrement de la végétation	097
2.2.2 - Richesse floristique	098
2.3- Etude qualitative	098
2.3.1 - Caractérisation biologique	096
2.3.2 - Caractérisation phytogéographique	099
2.2.3. Traitement des données	100
2.3.3.1. Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H)	101
2.3.3.2. L'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C)	101
3. Résultats et discussions	103
3.1. Recouvrement	103
3.2. Richesse floristique	107
3.3. Caractérisations de la composition floristique	113
3.2.1. Caractérisation biologique	112
3.2.2. Caractérisation systématique	137
3.2.3. Caractérisation biogéographique	150
3.4. Traitement des données	165
3.4.1- Description en groupes (Noyaux)	165
3.4.2- Signification écologique des axes factoriels	167

3.4.2.1. Dans le plan factoriel 2/1	169
3.6.2.2. Dans le plan factoriel 3/1	177
3.6.2.3. Dans le plan factoriel 3/2	177
Conclusion	180

**Chapitre IV :
Phyto-dynamique des groupements à *Pistacia atlantica***

Introduction	182
1. Prolématique des groupements à <i>Pistacia atlantica</i> dans le Sud-oranais	182
2. Les aires de répartition du <i>Pistacia atlantica</i> dans le Sud-oranais	187
2.1- Répartition de <i>Pistacia atlantica</i> dans les plaines steppiques	188
2.2. Répartition de <i>P. atlantica</i> dans l'Atlas saharien	188
2.2.1. Les dayas	188
2.2.2. Stations de Bou Yala, Bou Ayech, Hajaj, Ouarka et Boussemghoun	189
3. Différentes formation végétale sous groupements à <i>Pistacia atlantica</i>	195
Conclusion	197

**Chapitre V:
Étude Morpho-dendrométrique**

Introduction	199
1. Matériels et méthodes	200
1.1. Choix des stations	200
1.2. Matériels utilisés	200
1.3. Méthodologie	200
1.2.1. Monographie des feuilles	201
1.2.2. Mesure des paramètres dendrométriques du tronc du pistachier de l'Atlas	201
1.2.3. Traitements des données	203
2. Résultats et interprétation	204
2.1- Etude monographique des feuilles	204
2.2. Détermination des principaux paramètres dendrométriques	206
2.2.1- Hauteur	207
2.2.2- Diamètre (Φ)	208
2.2.3. Corrélations entre le diamètre et la hauteur des arbres	210
2.3.4. Âge estimatif des sujets du pistachier de l'atlas	212
2.3.5. Sexe	212
2.3.6. Densité	213
2.3. Analyse statistique dendrométrique (ANOVA) relatifs à la répartition des arbres	218
2.3.1) Sexe	218
2.3.2) Région	218
2.3.3) Stations	220
2.3.4) Relief	223
2.3.5) Biogéographie	226
2.4. Analyse en composante principale (ACP) des paramètres dendrométrique	226
Conclusion	228

Chapitre VI:

Étude cartographique

Introduction	230
1. Cartographie et Système d'information Géographique	230
1.1. La cartographie	230
2.1. Système d'information Géographique (SIG)	231
2. Méthodologie	233
2.1. Support de travail	233
2.2. Logiciels cartographiques utilisés	234
2.3. Les cartes utilisées	235
2.4. Démarche méthodologique	235
2.4.1. Elaboration des cartes thématiques obtenues	237
2.4.2. Extractions des cartes dérivées à partir de MNT	241
2.4.3. Elaboration de la carte de répartition des groupements à <i>Pistacia atlantica</i> dans le sud-oranais	244
3. Résultats cartographiques	247

3.1. Principales cartes thématiques obtenues	247
3.1.1. Carte de localisation de la zone d'étude	247
3.1.2. Carte d'occupation ou d'utilisation actuelle des terres	248
3.1.2. Carte pédologique	248
3.1.3. Carte géologique	249
3.1.4. Carte bioclimatique	250
3.1.5. Carte du réseau routier	251
3.1.6. Carte de la population	252
3.1.7. Carte du cheptel	253
3.2. Extractions des cartes dérivées à partir de MNT	254
3.2.1. Carte de MNT de la région d'étude	254
3.2.2. Cartes dérivées de MNT	255
3.2.2.1. Carte des courbes de niveau	255
3.2.2.2. Carte des reliefs	256
3.2.2.3. Carte des pentes	257
3.2.2.4. Carte d'exposition	258
3.2.2.5. Carte hypsométrique	259
3.2.2.6. Carte du Réseau hydrographique	261
3.3. Carte de répartition des groupements à <i>Pistacia atlantica</i> dans le sud-oranais	263
Conclusion	264
Conclusion générale	265

Introduction générale

Introduction générale

Le Sud-oranais recèle d'importantes ressources végétales réparties sur les plaines steppiques, les montagnes, les chotts et l'espace présaharien et saharien. Il est aussi considéré comme une région particulièrement riche en ressources naturelles et en diversité biologique. La biodiversité de ces écosystèmes est soumise à une dégradation souvent irréversible et se trouve confrontée à plusieurs altérations.

Essence protégée par la législation algérienne (Décret exécutif n° 12-03 du 10 Safar 1433 correspondant au 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées (**J.O.R.A., 2012**)), le *Pistacia atlantica* (*P. atlantica*) est appelé communément (le pistachier de l'Atlas) ou (Bétoum). C'est l'espèce végétale la plus caractéristique de l'Atlas algérien comme son nom l'indique. Ainsi, c'est l'arbre le plus fréquent de la steppe et de l'Atlas saharien, à l'état spontané et très dispersé. On le retrouve aussi dans l'Atlas tellien (dans la Mitidja, par exemple), en petits peuplements au niveau des dayas et dans le Hoggar à l'état de pieds isolés ou en bosquets (**Quézel, 1964**). Dans les parties les mieux arrosées, de l'Atlas saharien, il peut exister à 2000 m d'altitude.

Bien que pour **Boudy (1952)**, les pistachiers sont des essences caractéristiques de la région méditerranéenne, cette espèce, ligneuse et autochtone, xéro-thermophile de la famille des anacardiacees est un arbre par excellence des zones arides, semi-arides et sahariennes. La majeure partie de l'aire de distribution se retrouve en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie), mais on le retrouve également aux Iles Canaries, en Libye (Cyrénaïque), à Chypre et au Proche-Orient (**Quézel et Médail, 2003**). Il est le plus ubiquiste des arbres du Nord de l'Afrique et du Proche-Orient (**Monjauze, 1980**).

Le *P. atlantica* subit une très forte pression anthropologique qui limite énormément son expansion et son développement. Il est, de fait, menacé de dégradation et de disparition et nécessite, en l'absence d'un inventaire forestier spécifique, une prise en charge effective et immédiate. La régression rapide du tapis végétal a affecté d'abord les plantes pérennes ; c'est le premier signe de la désertification biologique (**Abdelguerfi et Laouar 2000**). Parmi les causes diverses de cette catastrophe écologique et patrimoniale, la principale relèverait de la responsabilité humaine (accroissement démographique, défrichement, accroissement du cheptel, surpâturage, mise en valeur anarchique et spéculative) et la sécheresse, souvent invoquée, n'est qu'une circonstance aggravante (**Kadi-Hanifi-Achour, 1998**). L'Algérie ne reste pas moins soumise aux influences sahariennes qui marquent sévèrement le climat. L'aire de répartition de très nombreuses espèces a été réduite d'année en année par ces changements climatiques.

En Algérie, le *P. atlantica*, localisé là où la pluviométrie à partir de 100 mm/an avec une température moyenne en été dépassant les 45°C (**Benaradj, 2010; Benaradj et al., 2013**), occupe aujourd'hui une faible proportion du territoire qu'il couvrirait sur généralement des sols peu profonds. La désertisation et le phénomène d'ensablement sur son aire de répartition a entraîné une diminution progressive de la capacité de sa survie. De plus, la dissémination à distance des graines est assez faible et la plupart des diaspores sont soumis à la prédation et aux effets du parasitisme (**Quézel et Médail, 2003**). Le *P. atlantica* est bien adapté à l'aridité, à la sécheresse et réputé également pour son efficacité dans la fixation du sol par son système racinaire puissant et la fixation des dunes en tant que brise-vent. Son adaptation et sa répartition spatiale lui permet de mieux résister à ce stress écologique permanent.

Les travaux sur cette espèce précieuse sont nombreux, citons : **Quézel et Santa (1963); Monjauze (1968, 1980 et 1982); Alyafi, (1978); Benhassaini (1998); Belhadj (1999); Fetati (2000); Quézel (2000); Quézel et Médail (2003); Benhassaini (2003); Benhassaini et Belkhodja (2004); Al-Saghir et al. (2006); Benhassaini et al. (2007), Belhadj et al. (2008); Amara (2009, 2014), Benaradj (2010); Amara (2014)**. Ces travaux traitent brièvement l'autoécologie, la phytoécologie et les facteurs liés à la multiplication de cette essence.

C'est une espèce à large plasticité écologique qui s'accommode, dans un contexte méditerranéen, à différents sols, tolère les vents forts et les longues périodes de sécheresse (**Boudy, 1950**). Depuis l'étage bioclimatique de l'humide à l'aride, les pistachiers constituent des espèces essentielles du maquis de la zone méditerranéenne. La rusticité du *Pistacia atlantica*, le rend particulièrement intéressant dans les programmes de reboisement puisqu'il se régénère et se développe dans les endroits les plus arides où peu d'espèces d'arbres peuvent s'établir et se développer (**Belhadj et al., 2008**). Sa vaste amplitude écologique lui permet de constituer des formations mixtes avec la plupart des espèces forestières, des plus thermophiles (chêne liège) aux plus alticoles (cèdre) et des plus xérophiles (pin d'Alep).

Ce travail porte sur l'étude phytoécologique des groupements pré-forestiers à *Pistacia atlantica* dans l'Oranais (Algérie occidentale). Il s'intègre dans le cadre des activités de recherche du Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels (LECGEN) de l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen afin de poursuivre le travail déjà entamé dans la partie nord-oranaise (**Amara, 2014**).

L'objectif de cette étude est d'aboutir à une description qui vise à évaluer et à étudier la dynamique des groupements de ce taxon par une approche phytoécologique qui consiste à quantifier les données floristiques et écologiques de ces groupements en relation avec les conditions climatiques et édaphiques.

Dans ce contexte, la problématique s'articule autour de deux axes principaux :

- le premier axe est basé sur les facteurs écologiques les plus influents dans la distribution spatiale des groupements à *P. atlantica* et de la diagnose floristique.
- le second axe abordera la biodiversité des groupements à *P. atlantica* à travers l'étude de l'évolution floristique dans le temps en comparant nos résultats à ceux obtenus dans des travaux antérieurs.

Cette étude est structurée en trois parties:

- La première partie met en relief la connaissance et la présentation de l'essence étudiée *P. atlantica*; en développant les caractéristiques botaniques, physiologiques, systématiques et les exigences pédoclimatiques, tout en mettant en exergue son aire de répartition.
- La deuxième partie est consacrée à la présentation du milieu ; avec une approche socio-économique et dynamique de la population et de ses activités.
- La troisième partie, est axée sur une étude expérimentale associée à plusieurs approches :
 - bioclimatique,
 - édaphique,
 - phyto-écologique,
 - statistique
 - dendrométrie.
 - et cartographique.

Toutes ces approches vont nous permettre de mieux maîtriser la dynamique des groupements à *P. atlantica*.

Enfin, une conclusion générale synthétisera les points essentiels de ce travail ainsi que les perspectives de recherches futures.

Partie I :

Etude bibliographique

Première partie :

Analyse monographique du Pistachier de l'Atlas

Introduction

Le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf. Subsp. *atlantica*) (**Fig. 1**) doit son nom aux Romains ; dérivé du persan « posta », du grec « pistakê », à rapprocher du nom syrien « Foustoke » (**Mitchell, 1992 in Benhassaini, 1998**). Il est originaire d'Asie Centrale, présent en Turquie 7000 ans avant J.C et en Italie dès le premier siècle après J.C. Au cours des siècles, sa culture s'est étendue aux autres pays méditerranéens, il ne fut introduit aux USA qu'en 1854.

Cet arbre connu sous le nom vernaculaire « Bétoum », « Botma », « betouma ou btouma » en arabe local et « Iggh ou tismelal » en berbère. Le pistachier de l'Atlas a été décrit pour la première fois par Desfontaines en 1789 (**Monjauze, 1980 ; Deyson, 1982**).

Monjauze (1968) le décrit comme une essence par excellence des hautes plaines centrales du Maghreb et des dayas du piémont méridional de l'Atlas Saharien. Il a été abondant ; aujourd'hui très éparse ; il ne se régénère plus que dans les touffes de jujubier dont il est l'hôte.

1. Morphologie

La reconnaissance des principales espèces végétales implique une connaissance précise de leur classification surtout basée sur les aspects morphologiques externes et accessoirement de leur anatomie (**Crete, 1965**).

En Afrique du Nord, le Pistachier de l'Atlas est un grand arbre qui peut atteindre communément 15 m de hauteur et 1 m de diamètre (**Monjauze, 1968**).



Figure 1. Arbres du *P. atlantica* dans la station de Djedida (Béchar).

1.1. La tige (tronc)

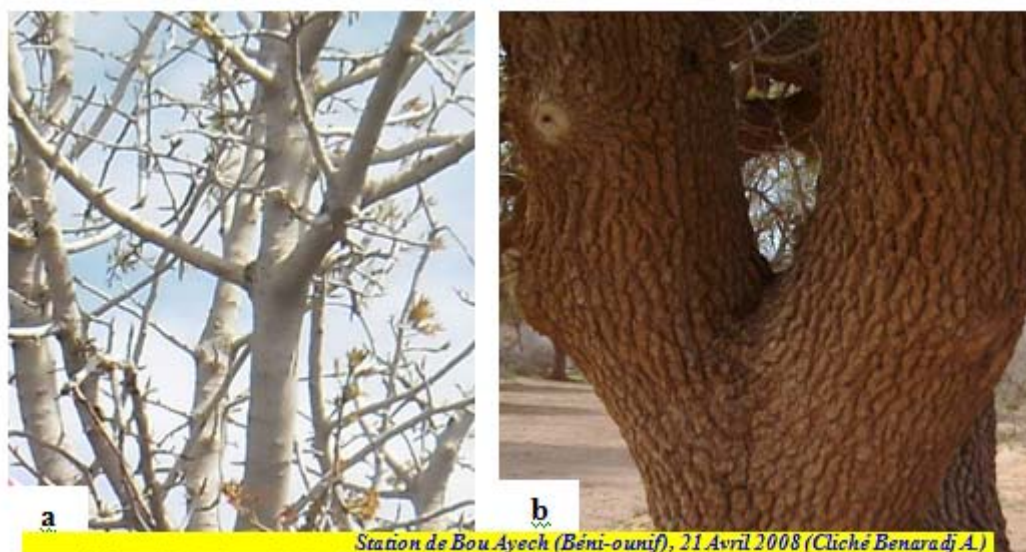
- **Le port de l'arbre** est généralement en forme de boule surbaissé pour les vieux sujets. Il est robuste et arrondi à ramification étalée ; jeune, le rameau est rougeâtre. Sa croissance est lente et il ne peut produire qu'à partir de 5 - 7 ans (**Fig. 2**).



Station de Bou Yala (Béni-ouanf), 19 Avril 2008 (Cliché Benaradj A.)

Figure 2. Tronc du Pistachier de l'Atlas.

- **L'écorce** est lisse à l'âge jeune (**Fig.3a**) et squameuse à un âge très avancé (**Fig.3b**). Elle est d'abord rouge puis grisâtre assez claire avant de devenir dure, crevassée et noirâtre.



Station de Bou Ayech (Béni-ouanf), 21 Avril 2008 (Cliché Benaradj A.)

Figure 3. Ecorce du *P. atlantica* (a. Jeune arbre ; b. Arbre âgé)

- Le bois possède un aubier blanchâtre (Fig.4), le cambium brun veine, dense, dur et homogène. Monjauze (1980) décrit le bois du *P. atlantica* comme un bois lourd, peu résilient et de bonne conservation. Sa couronne en boucle dans la jeunesse s'étale plus tard en demi-sphère (Nègre, 1962). Les jeunes rameaux sont couverts de nombreux points en saillie plus claire que l'écorce (Lapie et Maige, 1914).

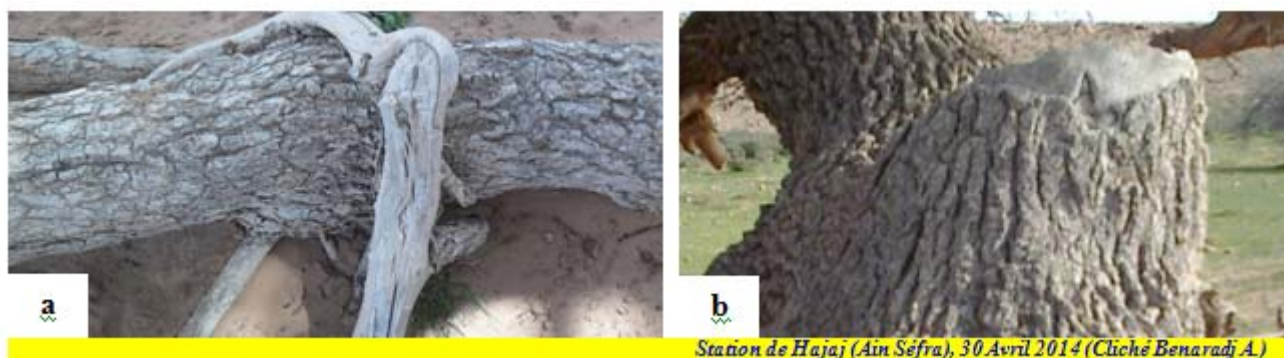


Figure 4. Bois du *P. atlantica* (a. Arbre jeune, b. Arbre âgé)

1.2- Les feuilles

Les feuilles sont caduques et composées, semi persistantes à rachis finement ailé. Elles sont irrégulièrement imparipennées de 7 à 9 folioles impaires et les paires sont au nombre de 3 à 5 et sont ovales-acuminées, tomenteuses puis coriaces à l'âge adulte, entières et oblongues lancéolées (Zohary, 1952). Selon Somon (1987), elles sont obtuses aux sommets, sessiles et glabres (Fig.5).

La cime de l'arbre est généralement hémisphérique, volumineuse, arrondie, ample et touffue dont la frondaison couvre plus de 150 m² de terrain (Boudy, 1950, Brichet, 1931).

Zohary (1952) a utilisé la morphologie de la feuille, spécialement la forme ainsi que le nombre, la taille et l'orientation des folioles comme premier caractère morphologique dans la classification des espèces de *Pistacia*. Il a également utilisé les caractéristiques du fruit et de la graine ainsi que la forme des pétioles.



Figure 5. Feuilles du *P. atlantica*

1.3- Les fleurs

Le *P. atlantica* est un arbre dioïque puissant à croissance rapide. Il est difficile d'en distinguer le sexe avant la première floraison.

Fleurs purpurines, en panicule pyramidal de petites fleurs (1 à 3) apétales et 1 à 5 sépales. Quant à la pollinisation, elle est effectuée par le vent (anémophile). La floraison a lieu généralement entre mars et avril.

Les inflorescences ont des fleurs unisexuées petites, rougeâtres en grappes serrées en panicules, axillaires, sur les rameaux d'un an. La floraison se produit d'Avril à Juin. Les fleurs sont apétales, réunies en grappes lâches sur des pieds différents.

Les fleurs mâles sont disposées en inflorescence terminales (panicule) composées de 450 à 500 fleurs apétales (**Fig. 6a**). Chaque fleur est constituée d'un calice de 3 à 5 sépales pubescents et d'un androcée composé de 5 à 8 étamines opposés à filaments très courts (**Pesson et Louveaux, 1984**).

Les fleurs femelles sont réunies en grappes paniculées composées de 190 à 260 fleurs (**Fig.6b**). Chaque fleur présente un très petit calice composé de 3 à 5 sépales entourant 3 carpelles concrescents, où une seule loge est fertile. L'ovaire est supère, uniloculaire, surmonté de 3 styles pourpres (**El Oualidi et al., 2004**). Le centre est occupé par un gynécée formé de carpelles soudés ; ces derniers donnent l'aspect d'un seul ovaire surmonté de 3 styles libres et pourpres. Les inflorescences ne s'épanouissent pas simultanément sur l'arbre et les fleurs qui les constituent s'ouvrent progressivement (6 jours environ) à partir de la base. Chaque stigmate ne reste réceptif que 3 à 4 jours. Les périodes de reproduction entre mâle et femelle sont ainsi en décalage phénologique, donc asynchrones, limitant ainsi les chances de régénération avec un taux de parthénocarpie important (**Pesson et Louveaux, 1984**).

Le grain de pollen est rond et lisse, de couleur jaune. Il présente un tectum en mailles de dentelles hexagonales sur pédicelles espacés (**Monjauze, 1982**) dont quatre pores germinatifs. Le pollen emprisonné dans les étamines n'est libéré que par le vent qui agit sur les branches.



Figure 6. Fleurs de *P. atlantica*, a) Mâle, b) Femelle.

1.4- Les fruits

Le *P. atlantica* est une essence très ancienne, son fruit est reconnu depuis le Crétacé moyen (Deyson, 1982). L'appellation vernaculaire du fruit du Pistachier diffère d'une région à une autre : *El Khodiri* à Djelfa (Belhadj, 1999), « *Godhime* » à Béchar (Benaradj, 2010) et « *Tikouaoueche* » au Maroc (Yaaqobi *et al.*, 2009).

Le fruit est une drupe ovoïde sèche, un peu charnue, petite et rougeâtre, à mésocarpe résineux, de 6 à 8 mm de long, d'abord jaune puis foncé à maturité, avec un seul noyau osseux ne contenant qu'une graine (Ozenda, 1977) (Fig.7). La fructification s'achève en fin d'Août dans l'Atlas saharien oranais et septembre dans les plaines steppique oranaises.

Par ailleurs, Alyafi (1979) le décrit comme un fruit à endocarpe osseux et un mésocarpe sec plus ou moins plissé.

Les fruits de *P. atlantica* sont largement récoltés par la population locale dans l'Atlas saharien et les plaines steppiques dans le sud-oranais et vendues dans les localités avoisinantes pour leur consommation et la phytothérapie locale mais aussi pour leur intérêt médicinal. La récolte des fruits se fait généralement après leur maturation qui se déroule entre les mois de septembre et octobre.



Figure 7. Fruits du *P. atlantica*

I.5- La racine

Le système racinaire du *P. atlantica* est très vigoureux, pouvant atteindre 6 mètres de profondeur (Fig. 8). Par ailleurs, cette espèce arrive à végéter sous une tranche pluviométrique très faible (moins de 150mm/an) et sa résistance aux conditions climatiques très difficiles peut être attribuée à la vigueur de son système racinaire.

Ce dernier présente un type d'architecture bien hiérarchisé comportant un pivot orthogéotrope à croissance rapide et indéfinie et de fines racines latérales obliques plagiotropes à croissance faible (Zohary, 1952 et Monjauze, 1968).



Figure 8. Système racinaire d'un sujet du *P. atlantica* dans la région de Béchar.

2- La Systématique

2.1- Aperçu botanique du genre *Pistacia*

Le genre *Pistacia* appartient aux angiospermes et à la classe des Eudicot (Magnolopsida) et à la famille des Anacardiaceae.

Lapie et Maige (1914), considèrent le Pistachier comme étant un dialypétale calyciflore périgyne, ce qui veut dire que l'ovaire est supère et les étamines sont fixées autour de celui-ci.

Crete (1965), considère que le genre *Pistacia* appartient à l'ordre des Térébinthées. Or, **Zohary (1952)** et **Fournier (1977)** lui donnent la désinence de Térébinthacées.

Les Sapindales sont surtout des plantes ligneuses dont le plan floral est identique à celui des térébinthées et des géraniales. La principale différence avec les ordres précédents réside dans la prédominance de la zygomorphie florale avec un plan de symétrie très fréquemment oblique. Le disque réceptaculaire est extrastaminal (**Deshairs, 2000**).

Anacardiacees est composé du préfixe «Ana», qui signifie la reduplication ou le mouvement de bas en haut et «cardiacées» qui signifie corde selon Linné. Cette famille regroupe des arbres et arbustes à suc résineux ou gommeux (**Abbe, 1901**), exceptionnellement des plantes grimpantes (**Gaussen et al., 1982**).

Les Pistaciacées font partie intégrante de l'ordre des Térébinthales, lui-même appartenant à la sous-série des diplostémones. Ces derniers dérivent de la série des disciflores, par conséquent ayant des fleurs possédant un disque nectarifère situé au sommet du réceptacle floral qui possède des organes sécrétant du nectar. Cette série appartient à la sous-classe des dialypétales ou apétales qui sont l'une des trois sous-classes des Eudicots, formant avec les Monocots le sous-embanchement des Angiospermes.

En se basant sur la disposition des folioles et leur nombre, **Zohary (1952, 1996)** a établi une clé de détermination des différentes espèces du genre *Pistacia*. Ce genre est subdivisé en quatre sections :

1- la section *Lentiscella* Zoh. : regroupe les espèces à folioles semi-persistantes ; les feuilles sont imparipennées (6 à 18 paires) ; elle englobe les espèces américaines telles que *P. mexicana* HBK et *P. texana* Swingle;

2- la section *Lentiscus* Zoh. : rassemble les espèces à feuilles persistantes, paripennées (2 à 7 paires) *P. Lentiscus* L, *P. saportaei* et *P. weinmannifolia* Poiss.

3- la section *Butmela* Zoh. : englobe les espèces à feuilles persistantes, paripennées (2 à 5 paires) qui présentent des graines entourées d'un endocarpe comme *Pistacia atlantica* aux folioles lancéolées, en 3 à 5 paires de (2,9 à 5,5) x (0,85 à 2,5) cm aux feuilles moins grandes (moins de 20cm) et *P. mutica* Fischer et Meyer.

Selon Zohary (1952), les variétés de *Pistacia atlantica* constituent la section *butmela* du genre *Pistacia*. Ce sont *Pistacia atlantica* Desf., aux folioles lancéolées, en 3 à 5 paires de (2,5 à 6) x (0,6 à 1,5) cm (**Fig.9a**).

Nous pouvons compléter cette section 3 avec une sous-section par ce que l'on appelle *algeriensis atlasic*, dont l'appellation *atlantica* dérive du mot Atlas (de l'Atlas saharien).

4- la section *Terebinthus* Zoh. : regroupe les espèces dont les feuilles sont caduques, pas ou imparipennées (1 à 5 paires) (**Fig.9b**) et la graine est recouverte d'un endocarpe tel que *P. terebinthus* L., *P. palaestina* Boiss., *P. chinensis* Bunge, *P. khinjik* Stocks et *P. vera* L.

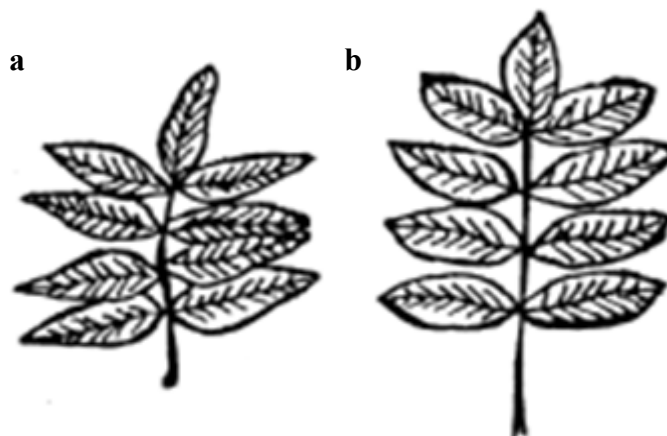


Figure 9. Formes des feuilles du genre *Pistacia* (a- *P atlantica*, b- *P terebinthus*) **Zohary (1952).**

2.2- Position systématique de *Pistacia atlantica* Desf.

- **Embranchement** : Phanérogames
- **Sous-embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Magnoliopsida (Eudicot)
- **Sous-Classe** : Rosidaeae
- **Ordre** : Sapindales
- **Famille** : Anacardiaceae
- **Genre** : *Pistacia*
- **Espèce** : *Pistacia, atlantica*, Desf. Subsp. *atlantica*.

3- Régénération du Pistachier de l'Atlas

La régénération naturelle du *P. atlantica* est très mal connue. Elle reste très aléatoire du fait notamment de la dureté des téguments qui inhibent la germination. Les informations tirées de la littérature sur la détermination de la dormance des graines chez les Anacardiaceae, et les résultats examinés en relation avec l'anatomie de l'endocarpe dans cette famille, confirment la dormance des graines due principalement à la dureté des valves et l'imperméabilité de l'endocarpe à l'eau (**Mansour, 2011 ; Monjauze, 1968**).

Des études sur la structure histologique de l'endocarpe, et particulièrement sur la ligne de suture des deux valves de l'amande, montrent qu'elle est très rigide et par conséquent elle empêche la poussée racinaire (Shuraki et Sedley, 1996 ; Polito et Pinney, 1999).

La régénération naturelle de cette espèce a lieu sous les touffes du *Ziziphus lotus* qui assurent à la plantule une protection contre le pâturage et les gelées jusqu'à ce qu'il grandisse (Fig.10).

La régénération par semences se trouve très réduite du fait que l'amande est trop huileuse, rancit rapidement et ne peut être ainsi conservée assez longtemps dans la nature (pas plus d'un printemps) (Monjauze, 1968 ; Aït Radi, 1979).



Figure 10. Régénération du *P. atlantica* sous une touffe de *Ziziphus lotus*.

4- Caractéristiques écologiques

Le *P. atlantica* possède une amplitude écologique et une plasticité remarquables puisqu'on le rencontre depuis le cœur du Sahara jusqu'aux marges du bioclimat humide, sur la chaîne du Rif (Maroc). Il peut occuper les fentes de rochers et les falaises, les terrains plats sur sols profonds ou très rocaillieux, les lits d'oueds ou les grandes dépressions temporairement humides.

En Afrique du Nord, le Pistachier de l'Atlas est présent entre 28° et 37° de latitude nord. Il peut se développer entre 800 et 1600 m dans le Sud oranais et même il peut exister à 2000m d'altitude (Quézel, 1965). Selon Zohary (1952) *P. atlantica* est une essence forestière qui remonte dans les forêts de chênes xérophiles.

Quézel *et al.* (1980) signalent que dans la Méditerranée orientale les peuplements à *P. atlantica* ne s'élèvent guère au dessus de 300m et occupent bien entendu les stations les plus chaudes et les plus sèches où ils déterminent un type de végétation d'allure nettement steppique et qui doit être beaucoup plus répandu en Anatolie sud-orientale ; en particulier dans le bassin de l'Euphrate.

Le *P. atlantica* est une essence qui a un optimum de croissance dans toute la gamme de bioclimats, de l'étage sub-humide, aride, semi-aride à saharien inférieur (150 mm/an) dans les variantes à hiver doux et frais (**Daget et Godron, 1974 ; Alcaraz, 1970 ; Benaradj, 2010 et Amara, 2014**). Il bénéficie d'une pluviométrie entre l'isohyète 100 à plus de 600 mm selon le gradient sud de l'Atlas saharien au Nord de l'Algérie (Tell). Il reçoit entre 250 et 600mm/an sur le bord méridional de l'Atlas Tellien au Sud d'Alger, à Berrouaghia et dans les plaines de Boghari et Boughzoul et au Nord oranais (**Aït Radi, 1979 ; Amara, 2014**).

Il est xérophile, très rustique vis-à-vis des facteurs climatiques et nullement affecté par les longues périodes de sécheresse (Benaradj, 2010 ; Amara, 2014). **Brichet (1931)** note que le *P. atlantica* craint l'humidité atmosphérique, la salinité et les irrigations abondantes.

Le *P. atlantica* a une grande amplitude thermique allant d'une température très basse de l'ordre de 5°C. Parfois même, il résiste et supporte aussi bien les températures basses (jusqu'à -12°C à Djelfa, - 5°C dans les plaines steppiques et l'Atlas saharien) que les températures élevées, (jusqu'à 49°C à Ghardaïa et 45°C à Béchar) (**Sahli, 1997 ; Benaradj, 2010**).

Il échappe à l'action néfaste du vent violent grâce à son système racinaire vigoureux qui lui assure une bonne fixation au sol.

Du point de vue édaphique, le *P. atlantica* est très peu exigeant. Il se développe sur un spectre édaphologique très large (sols calcaires, argileux, limoneux). Il préfère les sols argilo-limoneux (**Khalife, 1952**). **Alyafi (1979)** rapporte que le Bétoum occupe des sols peu profonds de type rancker ou rendzine dans les régions montagneuses. Seulement, il préfère les sols alluviaux des dayas. Pour **Abdelkrim (1986, 1992)**, le *P. atlantica* se développe sur les alluvions de plaines ; le calcaire ne semble pas affecter son développement. Enfin, **Zohary (1996)** signale que le Pistachier de l'Atlas se retrouve sur différents types de sols.

5- Répartition et distribution écologique du Pistachier de l'Atlas

5.1. Dans le monde

L'aire du *P. atlantica* est discontinue et compte quatre régions biogéographiques : méditerranéenne, Irano-Tanzanienne, Sino-japonaise et la région Mexicaine.

Le *P. atlantica* est largement réparti dans l'Est Méditerranéen (Grèce, Chypre, Turquie, Syrie, Palestine, Crimée, Iran, Afghanistan et jusqu'en Inde) (**Seigue, 1985**). Mais il existe également dans le sud de l'Afrique du Nord à l'état disséminé dans l'étage aride et semi-aride (**Boudy, 1948**).

Pour **Monjauze (1968)**, le *P. atlantica* est une espèce ubiquiste que l'on rencontre depuis les Iles Canaries jusqu'au Pamir en passant par :

- l'Afrique du Nord, le Sahara septentrional et la Tripolitaine, avec des reliques au Hoggar ;
- Chypre, Chio, Rhodes, la Grèce, la Turquie, la Bulgarie, la Crimée, le Caucase, la Transcaucasie et l'Arménie ;
- la Palestine, la Syrie, la Jordanie, l'Iran et l'Iraq;
- l'Arabie, le Baloutchistan et l'Afghanistan.

Somon (1987) note que le *P. atlantica* est un arbre originaire de l'Afrique du Nord. Certains auteurs sont unanimes sur le fait que le *P. atlantica* est un élément endémique du Nord-africain où on le rencontre dans le Sahara septentrional, dans les Dayas au pied de l'Atlas saharien algérien et marocain (**Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991**). Pour **Zohary (1996)**, le grand Maghreb est concerné par une sous-espèce à part entière : *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica*.

6.2. En Algérie

Le *P. atlantica* est assez commun dans toute l'Algérie (**Fig.11**); il peut s'étendre de l'Atlas tellien à étage humide jusqu'aux régions arides et même sahariennes où il est à l'état épars (isolé) ou dense dans les dépressions (dayas) sur les hautes plaines steppiques, le Sahara septentrional, au pied de l'Atlas saharien dans les parties les mieux arrosées et même dans le Hoggar à l'état relique (**Monjauze, 1980, Ozenda, 1983, Benaradj, 2010**).

Monjauze (1965, 1968, 1980) a localisé le *P. atlantica* dans le secteur oranais, le secteur algérois occidental, les hauts plateaux et l'Atlas Saharien.

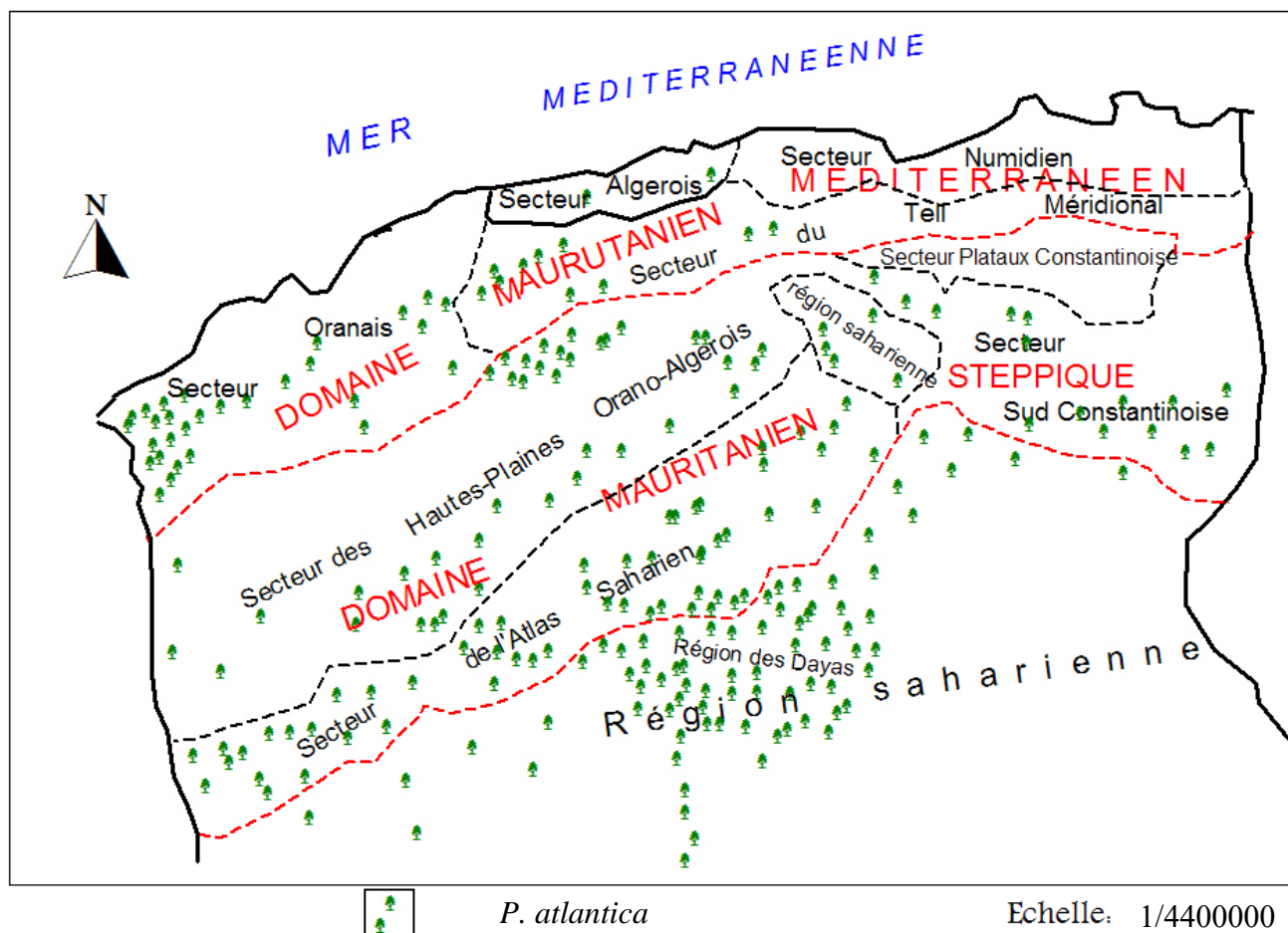


Figure 11. Aire de répartition du *P. atlantica* en Algérie (Monjauze, 1980).

- **Dans le secteur constantinois :** A l'Est de l'Algérie, cette espèce est retrouvée dans les montagnes des Aurès où elle est largement présente mais de manière très éparse. Son aire de distribution s'étend jusqu'au Sud de Batna vers l'Est et le Centre Ouest de la Tunisie.
- **Dans le secteur algérois :** dans l'Atlas Blidéen (Mitidjien), on le trouve sur les versants les plus méridionaux, en mélange avec le chêne vert (Halimi, 1980 ; Brichet, 1931). Il est en régression notamment entre Bouira et Mchedallah, ainsi que dans les gorges de Kherrata au Sud-ouest de Béjaïa.
- **Dans le secteur oranais :** il forme de beaux peuplements à la frontière Algéro-marocaine, à Maghnia et Tlemcen, à Saïda et Tiaret, entre Sidi Bel Abbès et Mascara ainsi que dans la plaine du Chélif (Khaldi et Khouja, 1996 ; Amara, 2014).
- **Dans le secteur saharien :** on le trouve bien dominant dans l'Atlas Saharien, au niveau des montagnes des Ksour, Amour, Oulad Naïl et du Zab. Selon Quézel (1976), il est moins répandu dans le Sahara, comme à Hassi R'mel, le Hoggar, et le Tassili.

6- Intérêt et rôle du Pistachier de l'Atlas dans l'agroforesterie

Plusieurs auteurs (Cuvier, 1826; Monjauze, 1968; Aït Radi, 1979; Le Floc'h, 1983; Chaba *et al.*, 1991 ; Abousalim *et al.*, 1992; Daget et Godron, 1982; Benhassaini, 2003; Belhadj, 1999 ; El Oualidi *et al.*, 2004, Amara, 2014) qualifient le *P. atlantica* comme une espèce précieuse en raison des divers intérêts qu'elle présente.

Le *P. atlantica* permet la fourniture de certains produits à savoir : le bois de construction, la pâte à papier et les parfums. Il est utilisé aussi pour l'ornementation. Sa capacité à fixer les sables lui a valu une place de première importance dans les reboisements dans beaucoup de pays du Sud de l'Afrique.

Le *P. atlantica* se distingue aussi par l'exsudation de résine. Cette résine était utilisée par les pharaons pour l'embaumement de leurs momies et par les anciens habitants de Zagros (Iran) pour la conservation de leurs denrées alimentaires notamment le vin pour qu'il ne tourne pas au vinaigre (Mac Govern *et al.*, 1996). De nos jours, cette résine est aussi utilisée comme masticatoire par les populations nomades des zones steppiques.

C'est un excellent porte-greffe pour les variétés fruitières du Pistachier comme le Pistachier vrai (*Pistacia vera*). Le système racinaire du Pistachier de l'Atlas est moins vigoureux que celui du Pistachier vrai.

Le rôle pastoral du *P. atlantica* revêt presque autant d'intérêt que son utilisation alimentaire ou cosmétique.

Les drupes du *P. atlantica* présentent un rendement très appréciable en huile, de l'ordre de 40%, comparativement à celles d'autres espèces telles que le Soja (20 à 22%), l'olive (20 à 25%) (Mansour, 2011). Quand la graine est encore verte, elle peut contenir jusqu'à 55% d'huile.

L'huile extraite des amandes est utilisée en cuisine. Elle est souvent mélangée aux dattes écrasées et peut être consommée à toute heure de la journée avec du petit lait. L'huile a un goût très proche de celui du beurre, elle est très appréciée dans la région. L'huile est aussi utilisée en friction externe, contre les toux et les refroidissements.

Par sa parfaite adaptation au sol dans le climat aride, le *P. atlantica* aide à lutter contre l'érosion et la désertification; grâce à son système racinaire puissant d'une part et son feuillage protège le sol contre l'insolation (rôle d'ombrage) d'autre part.

Conclusion

Le *P. atlantica*, est une espèce d'avenir pour l'Algérie, sa résistance à tous les aléas écologiques lui confère un statut particulier par rapport aux espèces du Sud algérien. Cet arbre forestier, fruitier et fourrager, endémique du Nord d'Afrique, joue un rôle écologique et socio-économique important pour la population.

Cette essence mutique a été signalée par **Monjauze (1968)** comme étant l'arbre le plus original et le plus remarquable de l'Afrique du Nord. Il reste fragilisé et risque de disparaître si rien n'est fait pour le protéger.

Partie II :

**Etude du milieu physique
&
Socio-économique**

Deuxième partie :**Etude du milieu physique et socio-économique****Introduction**

La partie sud-oranaise couvre d'importantes ressources végétales réparties sur les plaines steppiques, les montagnes, les chotts et l'espace présaharien et saharien.

Le développement démographique a participé d'une façon importante dans la diminution des ressources naturelles, puisque le nombre d'habitants est passé de 323 855 habitants en 1977 à 867 801 en 2014. Le taux d'accroissement de la région d'étude est de 3,5% (**D.P.S.B. Béchar, Naâma et El Bayadh, 2014**).

L'homme est en grande partie responsable de ces dégradations. Un exemple édifiant est celui de la bande frontalière, non accessible au public, et dont le taux de couverture végétale est de 90% environ, alors que ce même taux ne dépasse guère les 30% dans les autres parties de la wilaya. C'est dire combien l'influence de l'homme sur la nature est capitale (**T.A.D., 2003**).

La connaissance des données du milieu physique sous ses différentes formes est essentielle dans la compréhension des phénomènes liés aux différents aspects du milieu et de ses composants.

L'analyse du milieu naturel doit nous permettre d'identifier et de caractériser les potentialités et les contraintes physiques ainsi que leur interaction et variation géographiques. Elle permettra d'apprécier l'utilisation actuelle des ressources et des potentialités du milieu physique.

Elle a pour finalité de disposer de tous les éléments de base permettant l'élaboration d'un nouvel aménagement de l'espace, orientée vers une utilisation optimale et équilibrée de ces ressources.

Pour cela l'approche méthodologique suivie pour la collecte des différentes données était axée sur les principales sources d'informations :

- bibliographiques (articles, thèses, etc.),
- statistiques (agricoles, démographiques, cheptel...),
- cartographiques.

Cette deuxième partie de l'étude est une approche descriptive, analytique et exhaustive sur le milieu d'étude. Ceci va nous permettre d'établir un diagnostic, en dégagant les contraintes et les potentialités en vue de faire des propositions d'aménagement et de développement.

Une recherche documentaire et des investigations sur le terrain ont été réalisées afin de localiser et décrire les différentes zones écologiques de répartition du Pistachier de l'Atlas dans la zone étudiée et aussi de comprendre l'adaptation et l'état des lieux de ce patrimoine naturel.

1. Localisation géographique de la zone d'étude

Précisons ici que nous avons volontairement décidé que les limites de la région d'étude soient administratives et non biogéographiques sachant que notre espèce d'étude (Pistachier de l'atlas) se développe bien au-delà de ces limites.

Elle s'étend sur une superficie 262 916 Km², soit 11,03% du territoire national. Elle regroupe trois (03) wilayas : Béchar, El Bayadh et Naâma (**Tab.1**). La wilaya de Béchar, à elle seule, représente 61,38% de la surface totale de la région d'étude et 6,77% du territoire national.

Tableau 1. Distribution de la superficie totale dans la zone d'étude par wilaya

Wilaya	Béchar	Naâma	El Bayadh	Zone d'étude	Algérie
Superficie en Km ²	161 400	29 819,30	71 696,70	262 916	2 381 747
Surface occupée (%)	61,38	11,34	27,26	100%	
Territoire national (%)	6,77	1,25	3,01		11,03
DPSB (Béchar, Naâma et El Bayadh), 2014					

Administrativement la zone d'étude est constituée de 3 wilayas (Béchar, Naâma et El Bayadh) réparties en 27 daïras et 55 communes. Ces 3 wilayas font partie du sud-ouest algérien (découpage administratif institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984).

Géographiquement, la zone d'étude est comprise entre les parallèles 27°4' et 34°28' de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 6° 20' à l'Ouest et 3°25' à l'Est (**Fig.12**).

Elle s'étend de la frontière Algéro-marocaine à l'Ouest jusqu'à la wilaya de Laghouat à l'Est, les limites sont :

- au Nord, par les wilayas de Tlemcen, Saïda et Tiaret ;
- au Sud, par les wilayas de Tindouf et d'Adrar ;
- à l'Est, par les wilayas de Laghouat et Ghardaïa ;
- à l'Ouest, par le royaume du Maroc.



Figure 12. Carte de situation géographique de la région d'étude.

2. Cadre géomorphologique

Les grands ensembles physiques qui caractérisent la région d'étude et qui ressortent d'un zoning géographique cohérent sont les hautes plaines steppiques qui s'étendent sur plus de la moitié nord de la région, les Monts des Ksour au centre et la plate-forme saharienne au Sud. Le relief y est particulièrement façonné par la rudesse d'un climat marqué par l'irrégularité des pluies, des contrastes thermiques accentués et des vents souvent violents (D.G.F., 2003).

Sur le plan structural (Tab.2 et Fig.13) les caractéristiques géomorphologiques sont celles :

- des Hautes Plaines,
- de l'Atlas saharien,
- de la plate-forme saharienne.

Tableau 2. Répartition des superficies des trois grands ensembles géographiques

	Espaces	Béchar	Naâma	El Bayadh	Total	%
Nord	Hautes Plaines Steppique (km ²)	/	22066	8778	30844	11,73
Centre	Atlas saharien (km ²)	7690	7056	11846	26592	10,11
Sud	Domaine saharien (km ²)	153710	/	51073	204783	77,88
Total		161400	29 819	71697	262 916	100%

DPSB (Béchar, Naâma et El Bayadh), 2014

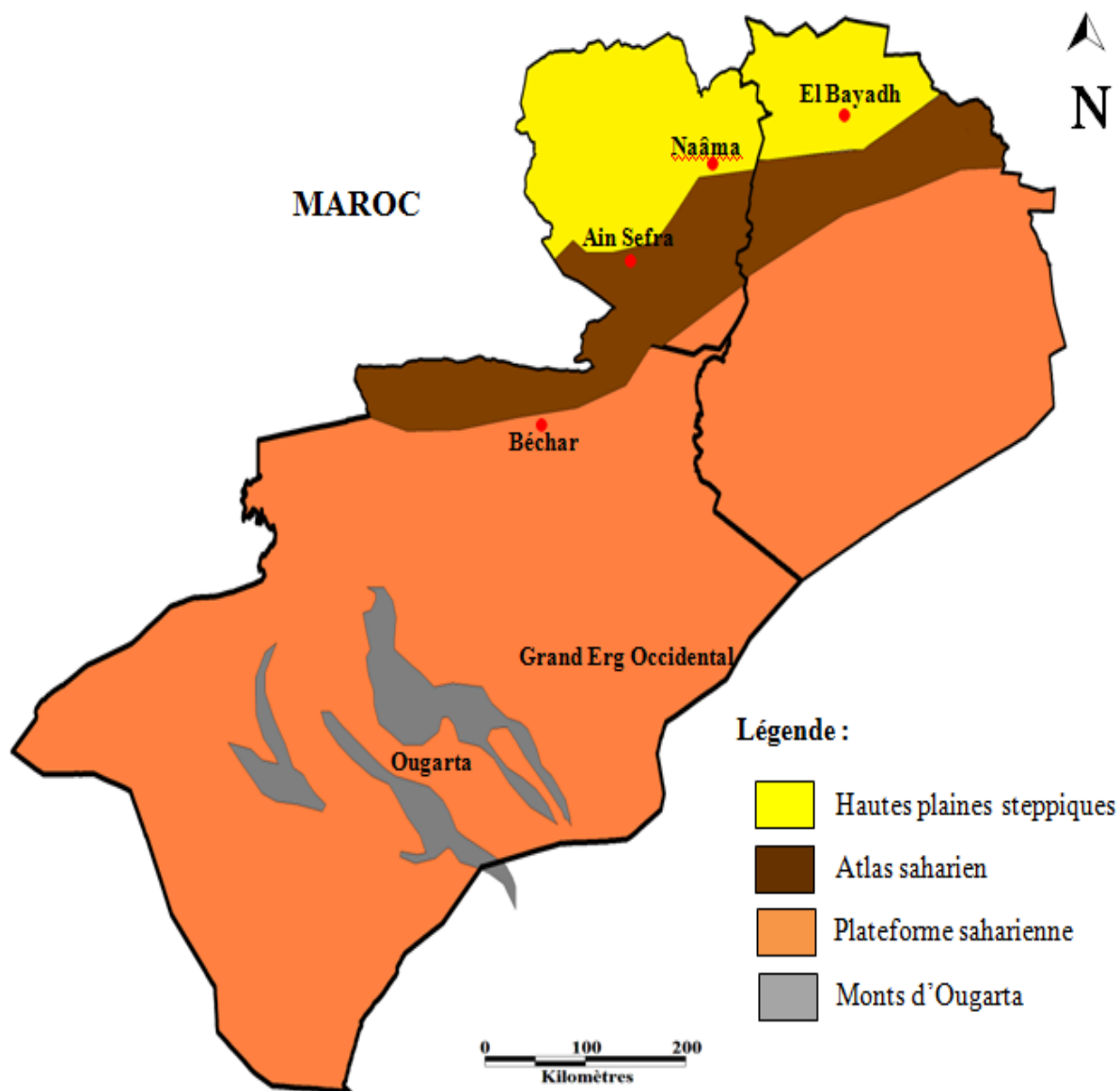


Figure 13. Carte des grands ensembles géographiques de la région d'étude (O.R.G.M, 2001).

2.1. Espace des Hautes Plaines Steppiques

Les hautes plaines steppiques sud-oranaises sont d'immenses étendues à topographie relativement plane, depuis la frontière marocaine à l'Ouest jusqu'aux Djebel Amour à l'Est (Laghout).

Cet espace steppique à topographie monotone constituant l'essentiel des terrains de parcours, destiné essentiellement au pastoralisme, occupe environ 12% de la superficie totale soit 30844 km².

Il regroupe les plaines steppiques de Bougtob, Kheither, El Bayadh (wilaya d'El Bayadh) et Naâma, Mécheria (wilaya de Naâma). Les altitudes varient entre 800 m et 1.400 m à Hassi Ben Hadjam (Mehara). Ce vaste espace soumis à un climat rude très contrasté avec un hiver froid peu pluvieux et un été chaud et sec est le domaine des dépressions fermées.

En effet, le paysage géographique est marqué par la présence de deux impressionnantes dépressions (les Chotts) : Chott Chergui, à cheval sur les deux wilayas de Naâma et El Bayadh et le Chott Gharbi, situé à l'ouest de la wilaya de Naâma (bassin commun avec le Maroc) (M.A.T.E., 2014).

2.2. Espace montagneux de l'Atlas saharien

L'Atlas saharien forme une large barrière qui sépare le domaine steppique au Nord du domaine désertique au Sud. Il est constitué des plateaux des hamadas (900m d'altitude), de plaines (regs et ergs) et de dépressions. Il présente une importante chaîne de montagnes, constituée par une série de plis orientés Sud-Ouest/Nord-Est qui séparent les hautes plaines de la plateforme saharienne (Yousfi, 2014).

L'Atlas saharien (environ 1000 à 2000 m d'altitude) est toujours plus élevé que les hautes plaines sud-oranaises. Les éléments du relief sont représentés par un ensemble de formes structurales plissées plus ou moins parallèles entre elles (M.A.T.E., 2015). Le grand ensemble de l'Atlas saharien culmine à Djebel Ksel (2008m). Cet ensemble prend la dénomination des monts des Ksour dans la partie occidentale et Djebel Amour à l'Est.

La partie occidentale est située au pied du versant Sud de l'Atlas saharien. Elle est limitée par de hauts massifs montagneux de formation ancienne dénudés :

- au Nord par Djebel Grouz (1835m), Djebel Madouer si Moumene (1280m) et Djebel Oum El-Graf (1172 m) ;
- à l'Est par le Djebel Mezarif (1121 m), Djebel Guetarra (1015 m) ;
- à l'Ouest par le djebel Béchar (1206 m), Djebel Antar (1953 m) Djebel Horreit (1461 m) et Djebel Mzi (1200 m) ainsi qu'une partie de l'extrémité occidentale du Djebel Ben Aziz (1969 m).

2.3. Espace du domaine saharien

L'espace saharien occupe la partie sud de la région d'étude, qui s'étend sur les 78% de la superficie totale restante, soit 204783 km². Elle représente la superficie la plus importante de la région. L'altitude s'abaisse plus ou moins régulièrement vers le Sud, de 900 à moins de 100 mètres (l'Oued Guir et Oued Saoura vers le Sud en direction de Béchar).

Dans cet espace, le Grand Erg Occidental s'identifie en massif dunaire très ancien dans sa partie méridionale et d'origine très récente dans celle du nord. Les contours de l'Erg Occidental sont généralement déterminés par la forme des dépressions et des reliefs avoisinants (**Dubief, 1952**). La présence d'une nappe phréatique peu profonde agglomère les grains et arrête la déflation ralentissant son extension (**Derruau, 1988**).

3. Cadre géologique

Sur l'extrait de la carte géologique au 1/500000° (**Fig.14**) sont représentées les principales formations du contexte géologique de la zone d'étude.

L'examen de cette carte montre que les terrains jurassiques constituent de grandes structures anticlinales orientées NE-SW. Quant au Crétacé, il est représenté dans de larges synclises où se dressent parfois des synclinaux perchés d'âge Cénomaniens-Turonien (**M.A.T.E., 2015**).

Pour une meilleure compréhension du cadre géologique, nous débordons les limites de la région d'étude. Elle est constituée d'une large gamme de terrains géologiques variés, appartenant à une fourchette de temps, allant du Précambrien à l'actuel (**Menchikoff, 1936**).

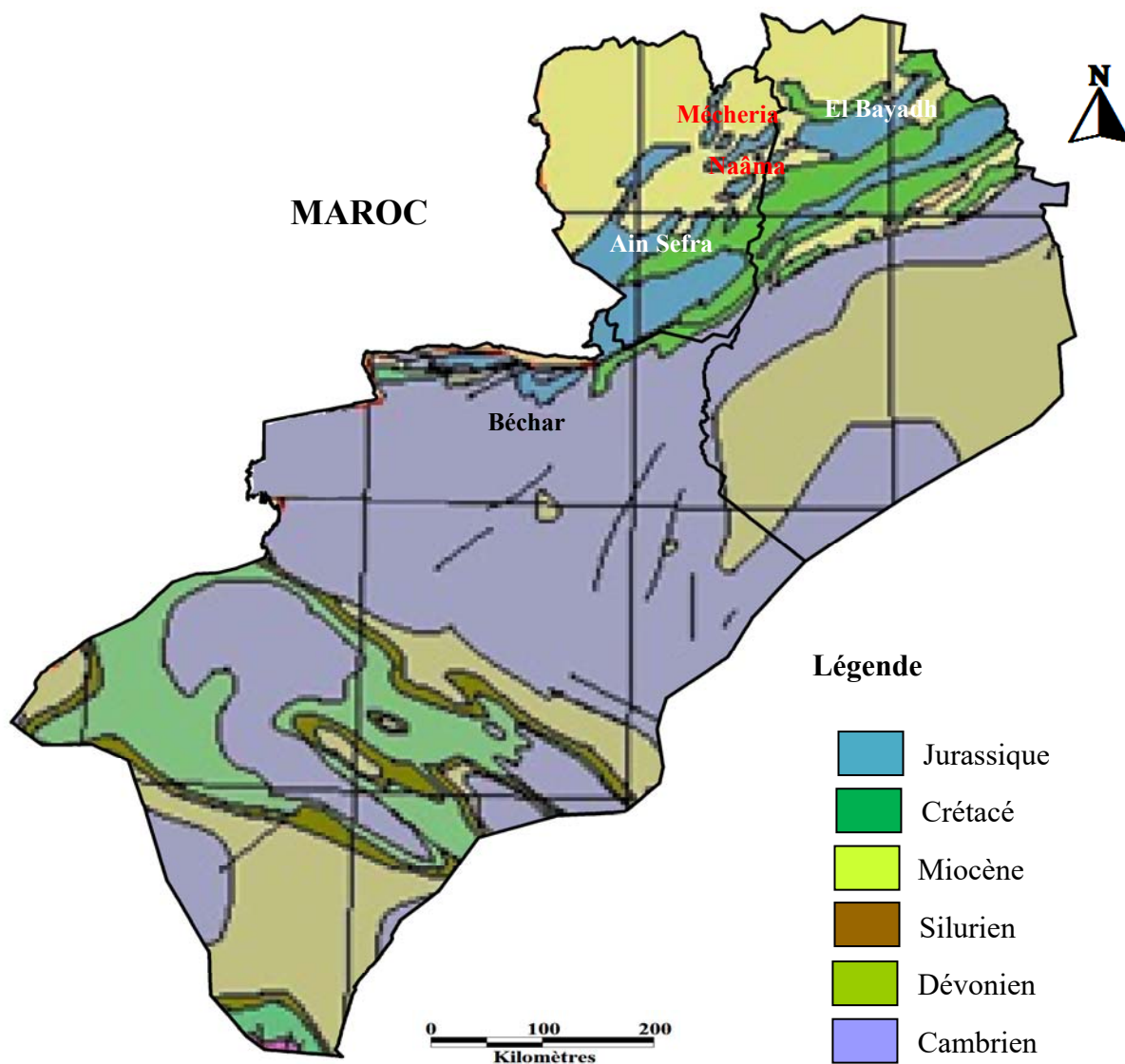


Figure 14. Carte géologique de la zone d'étude ; extrait de la carte géologique d'Algérie (CGMW 1990).

3.1. Espace steppique

Au cours de l'évolution géologique, les hautes plaines steppiques se sont trouvées à la limite de deux socles, de l'Atlas tellien, d'une part, et de l'Atlas saharien d'autre part. Des structures très complexes constitueront des séries d'anticlinaux et de synclinaux apparaissent en bordure sud, au niveau des monts des Ksour et de leurs avancées. Elles ont été soumises à des actions tectoniques ayant entraîné des systèmes de failles, avec rejets, et de pendages anormaux. L'examen détaillé en est difficile. Sous la couverture de la partie nord, les déformations du substratum secondaire sont inconnues (B.N.E.D.E.R., 1986).

3.2. Espace de l'Atlas saharien

Les Monts des Ksour sont prolongés à l'ouest par le Haut Atlas marocain et le domaine rigide du Tamelt et Tigri ; tandis qu'à l'Est ils se poursuivent par l'Atlas saharien central matérialisé par le djebel Amour et oriental par les Ouled Naïls. L'Atlas saharien occidental est une chaîne plissée résultant de l'orogénèse alpine. Il est caractérisé par des plis de grande taille, aux terminaisons périclinales brutales. Les anticlinaux, longs et étroits, sont séparés par des synclinaux larges et à fonds plats (**B.N.E.D.E.R., 1986**).

L'analyse structurale a permis de faire ressortir les grands traits géologiques, particulièrement les structures synclinales, formant de vastes plaines, comblées par des formations continentales du Crétacé inférieur et qui sont le siège des grands écoulements d'eau (**Hamidi, 2014**).

Les formations sédimentaires qui constituent les monts de l'Atlas saharien s'échelonnent du Trias au Cénozoïque avec des affleurements essentiellement du Jurassique et du Crétacé (**M. A.T.E., 2015**).

3.3. Espace domaine saharien

Dans ce domaine, la tectonique a très peu joué, ce qui caractérise la plate-forme saharienne. L'ensemble des terrains appartient aux dépôts continentaux du Tertiaire et du Quaternaire qui recouvrent en discordance les dépôts du Crétacé supérieur (**Menchikoff, 1936**).

4. Cadre pédologique

Dans la région d'étude, les sols présentent une grande hétérogénéité qui est fonction de la diversité des unités géomorphologiques (steppe, Atlas saharien et plateforme saharienne), substrat géologique (roches-mères), topographique (variété des pentes), caractéristiques lithologiques, climatiques et biologique (végétation).

Ces sols sont en général squelettiques marqués par l'aridité, peu profonds, pauvres en matière organique et sont constitués de formations gypseuses, sur croûte calcaire ou de grès, de matériaux résultant de l'altération de la roche-mère. Cependant il existe des sols relativement profonds et riches situés en général au niveau des dépressions (**Arour, 2001**). Ils sont très sensibles à l'érosion hydrique, et surtout éolienne, dès qu'ils sont privés de leur couvert végétal steppique dominé par la végétation steppique et saharienne.

Nos investigations de terrain nous ont confirmé l'existence de la majorité des sols précédemment décrits par les différents auteurs qui ont cartographié et étudié les sols de la steppe algérienne et l'Atlas saharien dans la région d'étude : **Durand (1954, 1958), Durand et al. (1955), SOGREA (1971), Bellouam (1971), Dekkiche (1974), Pouget (1980), Ozenda (1983), Djebaili (1984), Halitim (1985), Adi (2001), Aour (2001), A.N.R.H. (2005), Berkal (2006), Chalabi (2008), Merzouk et al. (2009), Regagba (2012), Boumaraf (2013)...**

Les principales classes des sols (**Fig.15**), sont :

4.1. Sols minéraux bruts

Ce sont des sols squelettiques développés sur les formations superficielles minces. Ils sont représentés par plusieurs types de régosols et lithosols. Ils occupent les sommets et les mi-versants des djebels et les glacis de dénudation. Les types physiologiques de végétation rencontrée sur ces sols sont des matorrals ou des steppes arborées (**Aidoud, 1998 ; Nedjraoui et al. (1999)**).

4.2. Sols peu évolués

Ce sont des sols bruts d'érosion sur roche-mère dure, des sols minéraux bruts d'apport alluvial et des sols bruts d'apports éoliens. Ils occupent les Djebels et les affleurements rocheux et dans les chenaux et terrasses d'oueds alluvionnés ainsi que les dayas (**Regagba, 2012**).

4.3. Sols calcimagnésiques

Ils s'étendent sur la plus grande partie des Hautes Plaines steppiques et dans l'Atlas saharien. Ils sont différenciés suivant les caractéristiques géomorphologiques qui déterminent leur teneur en calcaire. Ils sont représentés par plusieurs types : rendzines, bruns calcaires, calciques à encroûtement gypseux. Ce sont des sols plus profonds à dalle, croûte ou encroûtement calcaire sur les glacis encroûtés du Quaternaire ancien et moyen dans les dayas et les chenaux d'oueds (**Regagba, 2012**).

4.4. Sols isohumiques

Essentiellement des sierozems, localisés sur glacis plus ou moins caillouteux du Quaternaire moyen et ancien. Ces sols sont occupés par une végétation psammophyle (**Regagba, 2012**).

4.5. Sols halomorphes

Ils sont localisés au niveau des dépressions salées dans le Chott Chergui, Chott Gharbi, les sebkhas (El-Fekarine, Naâma et Oum Ledjam), les Mekmens et les zones d'épandage des principaux oueds. Le couvert végétal se compose d'halophytes (*Salsola vermiculata*, *Atriplex halimus*, *Suaeda fruticosa*, *Frankenia thymifolia*).

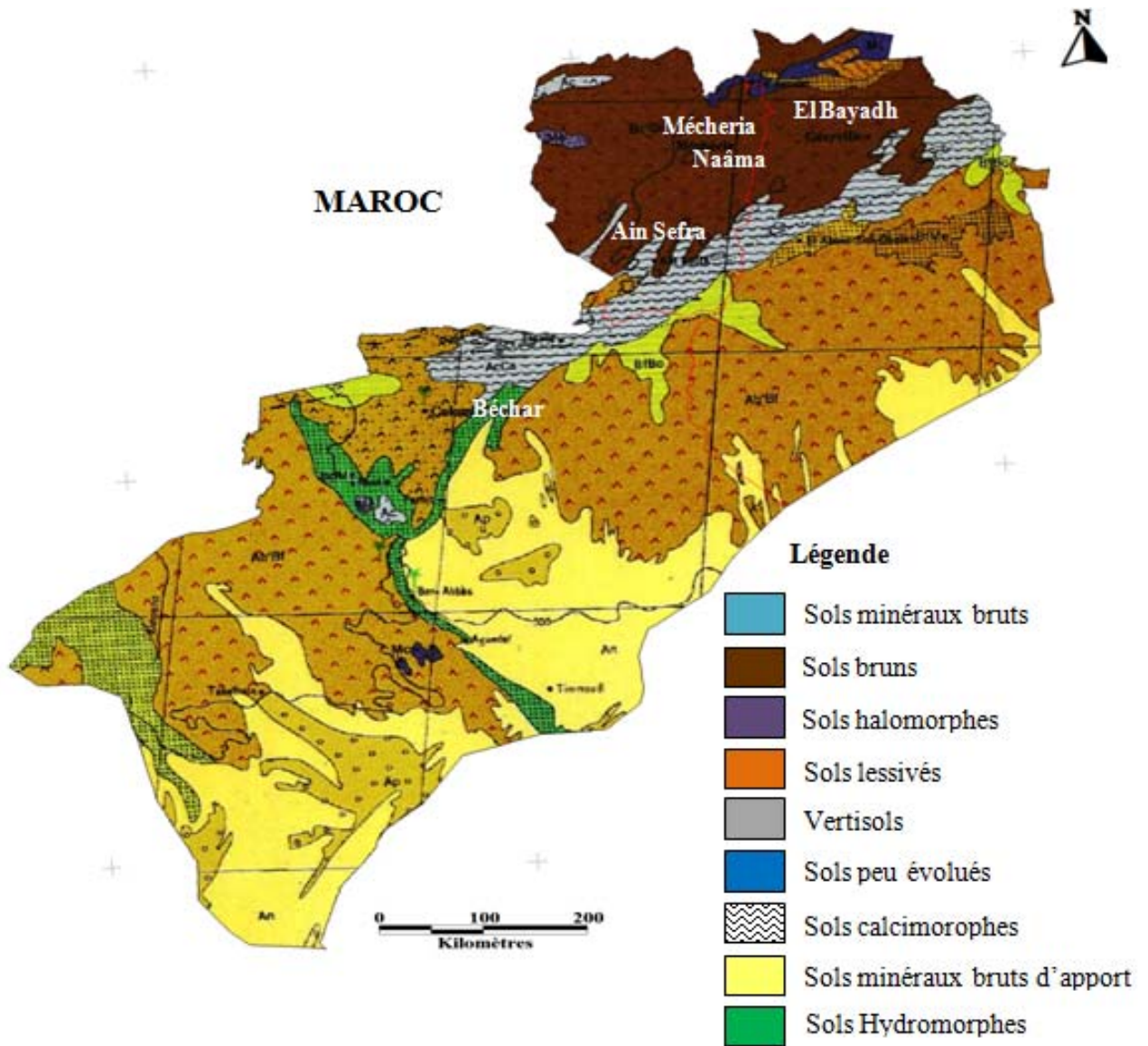


Figure 15. Carte des sols de la région d'étude ; extraire de la carte des sols d'Afrique 1/5 000 000°, feuille 6 (D'hoore et Dutil, 1963)

5. Cadre hydrologique

La région d'étude recèle d'importantes potentialités hydriques superficielles et souterraines concentrées essentiellement au niveau des chotts, des synclinaux (d'Aïn Sefra, Nâama et El Bayadh) et des aquifères.

Sur le plan hydrologique, la région est caractérisée par 3 parties :

- La partie Nord est drainée vers les chotts Chergui et Gharbi qui constituent l'exutoire de tout le bassin versant des hautes plaines oranaises.
- La partie de l'Atlas saharien, composée du massif de l'Atlas renferme d'importants aquifères dans les formations synclinales, exploitées par forages profonds à débits canalisés.
- Les piémonts de la plateforme saharienne (formations aquifères du Complexe Terminal), qui par l'intermédiaire des grands oueds sahariens, réalimentent une partie du Grand Erg Occidental.

Sur le plan hydrographique, un réseau assez important draine la zone des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Il est peu développé et ses écoulements temporaires dus aux averses sont conditionnés par le relief. Les oueds qui prennent naissance dans les sommets et versants des reliefs montagneux traversent les vallées et dépressions, bifurquent vers le Nord ou le Sud et franchissent les plis en cluse pour se perdre, soit dans le bassin fermé (Chott Chergui, Gharbi), soit dans le Sahara.

- Dans les hautes plaines steppiques, le réseau hydrographique est diffus à écoulement intermittent, où les oueds à caractère endoréique se déversent dans des dépressions fermées: Chott Chergui, Chott Gharbi, Sebkhat Naâma, etc.
- Dans la partie de l'Atlas saharien et le domaine présaharien (Grand Erg Occidental et Touat Gourara) le réseau hydrographique est plus important, plus dense et plus hiérarchisé que celui de la zone nord, et ses écoulements empruntent des itinéraires déterminés par la structure et l'orientation du relief. Le relief a favorisé la formation d'un système de bassins versants siège d'un important réseau hydrographique qui alimente de nombreuses zones humides naturelles et artificielles : les oasis de Tiout et de Bousseghoun ; le barrage de Djorf Torba (Kenadsa) et le barrage de Larouia (Brézina).

Sur le plan hydrogéologique, la région d'étude comprendra deux entités différentes, représentées par :

- L'Atlas saharien occidental dont lesquels on retrouve l'aquifère du Continental Intercalaire (**Ouali *et al.*, 2007 ; Hamidi, 2014**).
- Les piémonts Sud des Monts des Ksour constituent un vaste système hydrogéologique entre le domaine Atlasique au nord et les terrains de couches rouges du Complexe Terminal (**Benyoucef *et al.*, 2014 ; Hamidi, 2014**).

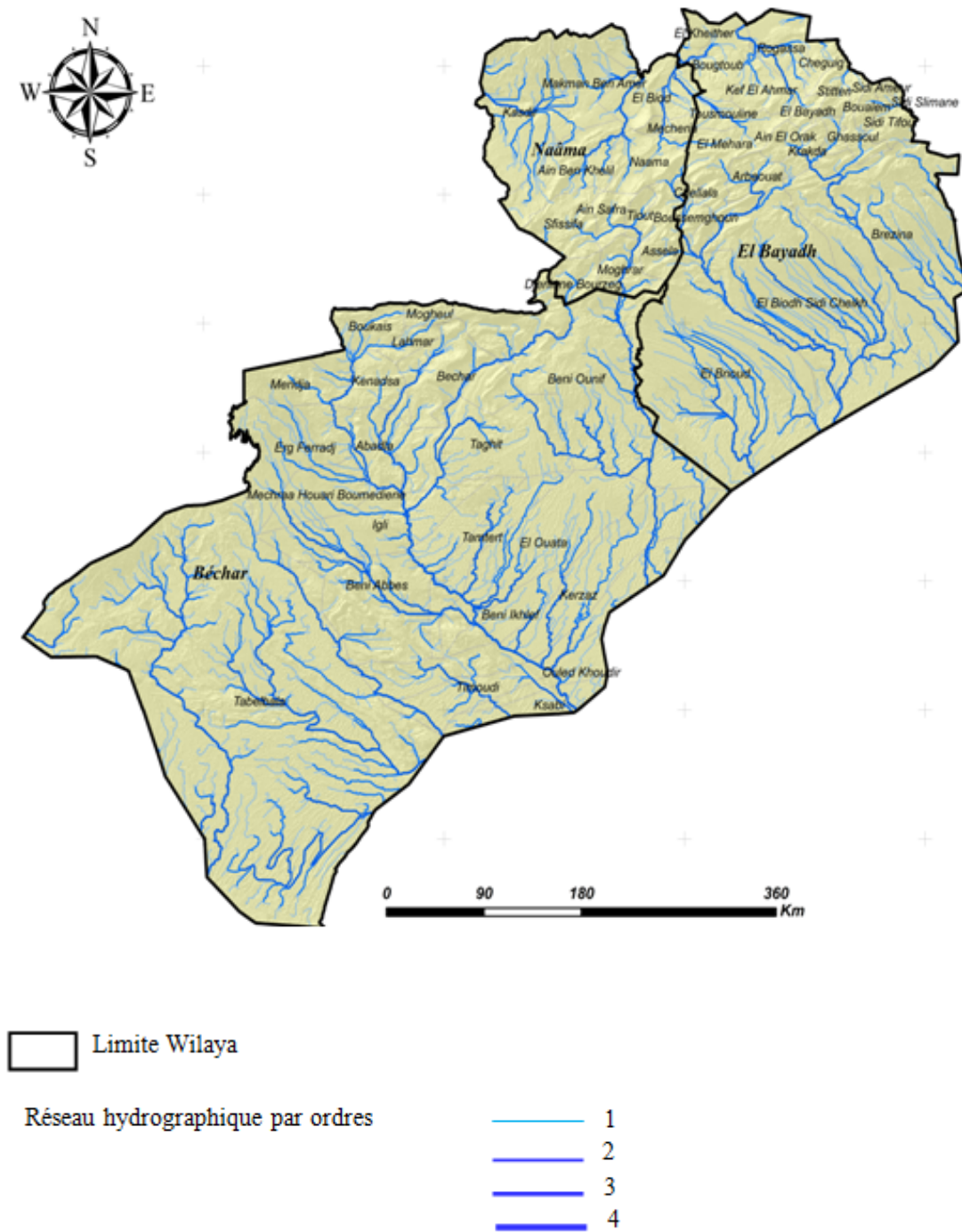


Figure 16. Carte hydrographique de la région d'étude.

6. Cadre socioéconomique

L'analyse du milieu socio-économique s'appuie sur les résultats de l'enquête socio-économique menée auprès des structures locales de la wilaya et particulièrement la Direction de la Programmation et du Suivi du Budgétaire « **DPSB** » (ex Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire « **DPAT** ») des wilayas de Béchar, Naâma et El Bayadh).

Elle est abordée sur deux plans :

- Analyse quantitative du milieu humain et des activités économiques
- Analyse qualitative plus détaillée du milieu socio-économique.

Les indicateurs socio-économiques devront être choisis pour leur relation directe avec la pression sur les ressources de la biodiversité. Le changement de démographie, les revenus, le niveau moyen de scolarité, l'inemploi, etc., sont des indicateurs possibles ayant une corrélation importante avec la pression sur la biodiversité.

6.1. Evolution de la population

La population de la région d'étude est évaluée à 867 801 habitants soit une densité moyenne de 4,9 habitants/km². La forte tendance à l'agglomération des populations plus particulièrement les principaux centres des wilayas accentue le déséquilibre de l'armature des centres urbains (grand pôle), Chef lieu de Béchar, chef-lieu d'El Bayadh, Mécheria, Aïn Sefra et le chef-lieu de Naâma.

Tableau 3. Évolution de la population par wilaya (RGPH entre 1977 et 2014).

Paramètres	Béchar	Naâma	El-Bayadh	Total
RGPH 1977	126 500	82 555	114 800	323 855
RGPH 1987	185 346	113 700	151 757	450 803
RGPH 1998	225 546	165 578	226 845	617 969
RGPH 2008	267 940	209 470	261 286	738 696
Année 2014	308 267	253 934	305 600	867 801
TAG entre RGPH 1977-1987 (%)	3,89	3,25	4	3,71
TAG entre RGPH 1977-1998 (%)	2,79	2,89	3,2	2,96
TAG entre RGPH 1987-1998 (%)	1,8	3,37	3,68	2,95
TAG entre RGPH 1998-2008 (%)	1,74	3,1	2,93	2,59
TAG entre RGPH 2008-2014 (%)	1,6	4,18	2,73	2,84
Superficies (Km ²)	161 400	29 819,30	71 696,70	262 916
Densité de la population (Hab/Km ²)	1,91	8,52	4,26	4,9
<i>TAG (Taux d'Accroissement Général)</i>				
D.P.S.B. (Béchar, Naâma et El Bayadh), 2014				

Suivant le tableau 3, la population de la région a fortement évolué durant les différents recensements de la population effectués depuis 1977 de 323 855 habitants pour atteindre le nombre de 867 801 habitants en 2014. Ainsi, la région est marquée par un taux d'accroissement intercensitaire des plus forts au pays, de l'ordre de 3.14% durant 1998 à 2014 (**D.P.S.B. (Béchar, Naâma et El Bayadh) 2014**).

Le taux d'accroissement annuel global moyen de la population reste élevé. La cadence d'accroissement est homogène durant la période allant de 1977 à 1998; elle se situe autour de 3%. Elle était de 4,18 % entre les RGPH 2008 et l'année 2014. Une augmentation apparente sur le taux d'accroissement global moyen est observée entre le RGPH 1998 et l'année 2014. Cette augmentation peut être considérée comme une transition dans le comportement démographique de la population.

6.2. Potentialités économiques :

L'agriculture et le pastoralisme sont les deux activités qui constituent toujours la vocation économique principale de la région. Ce secteur a connu par le passé plusieurs crises surtout celles liées aux facteurs climatiques et d'ensablement de la région (Haddouche *et al.*, 2008).

6.2.1. Production végétale

De par ses capacités et sa vocation, la région dispose d'une importante superficie agricole utile et qui tend à se développer.

L'ensemble des terres figurant dans les quatre rubriques citées ci-dessous représente la superficie totale des terres utilisées par l'agriculture (Tab.4) :

Tableau 4. Répartition des terres agricoles (en Ha) par wilaya.

Rubriques		Béchar	Naâma	El-Bayadh	Total
S. A. U.	Cultures herbacées	5 624	14 935	28 756	49 315
	Terres au repos	13 765	4 311	31 329	49 405
	Arboriculture	17 443	6 982	11 567	35 992
	Total SAU	36 832	26 228	71 702	134 762
	SAU Dont irriguée	31 867	15 374	16 020	63 261
Terres improductives		35 987	60	1 041 561	1 077 608
Pacage et parcours		13 795 081	2 177 172	5 693 495	21 665 748
Total		13 867 900	2 203 460	7 169 670	23 241 030
Superficie forestière totale (Ha)			137 500	122 111	259 611
Superficie alfa			436 250	240 251	676 501
Superficie (km ²)		161 400,00	29 819,30	71 696,70	262 916,00
DPSB (Béchar, Naâma et El-Bayadh) 2014					

Cette région steppique et présaharienne a une vocation pastorale, avec une superficie de 2951410 Ha. La surface agricole utile (SAU) a connu une croissance non négligeable entre 2000 et 2014 puisqu'elle est passée de 109114 à 134762 ha. Alors qu'elle constituait 0,65% de la surface totale de la région en 2000, elle atteint 1% en 2014. Cette évolution est due à l'ascension des coûts de la propriété foncière et à la promotion de l'investissement dans le secteur.

Tableau 5. Répartition de la production végétale de l'année 2014

Rubriques	Superficie/production	Béchar	Naâma	El-Bayadh	Total
Céréaliculture	Superficie (ha)	2598	1 246	4 853	7451
	Production (qx)	68381	14 504	21 940	90321
Maraichages	Superficie (ha)	778	3 261	2 294	3072
	Production (qx)	112301	471 408	393 421	505722
Fourrage	Superficie (ha)	120	4 361	1 150	1270
	Production (qx)	25 10	664 230	25 122	25122
Arboriculture	Superficie (ha)	693	6 475	13976	14669
	Production (qx)	33399	92 315	58654	92053
Phoeniciculture	Superficie (ha)	13993	500	920	15413
	Nombre total de palmiers	1997857	51 000	78 000	2075857
	Nombre de palmiers productifs	920257	16000	11 933	948190
	Production (qx)	261255	9 300	6 810	268065
DPSB (Béchar, Naâma et El Bayadh) 2014					

Le tableau 5 montre que la répartition de la surface agricole utile (SAU) entre les grandes occupations souligne la prééminence des cultures herbacées (49 315 Ha de la SAU) centrés sur la céréaliculture et le fourrage, l'autre occupation qui prend de l'ampleur est celle liée à l'arboriculture qui représente 2,1% de la SAU. Il faut souligner l'importance de la jachère qui occupe une superficie importante de 49 405Ha (37 %) alors qu'elle se situe à 40 % au niveau national.

6.2.2. Production animale

La pratique de l'élevage constitue l'activité de base d'une grande partie de la population rurale, vu la vocation pastorale de la région.

Le système de conduite du cheptel ovin le plus courant dans la région est le système pastoral ou semi-pastoral. L'alimentation de ce cheptel est assurée à plus de 80 % par le pâturage sur parcours steppiques avec, de plus en plus, le recours systématique à des compléments d'alimentation par des grains de céréales (essentiellement par de l'orge cultivé ou acheté à des prix subventionnés) ou par de l'aliment concentré. La pratique ancestrale de la transhumance assurait le maintien d'un équilibre socio-économique qui existait entre la steppe, les Ksour, le Tell et le Sahara (Boukhobza, 1982 ; Zair, 2011).

Tableau 6. Répartition du cheptel par wilaya (2014)

	Béchar	Naâma	El Bayadh	Total
Ovins	215 560	1 200 000	1 800 000	3 215 560
Bovins	2 038	37 560	28 840	68 438
Caprins	111 315	73 167	187 290	371 772
Camelins	24 553	1 015	11 450	37 018
Total	353 466	1 311 742	227 580	3 892 788
DPSB (Béchar, Naâma et El Bayadh) 2014				

Ces chiffres font ressortir l'importance qu'occupe le cheptel ovin au niveau de la région qui se positionne sur le premier plan. L'élevage bovin occupe une place non négligeable comparativement à l'élevage caprin (**Tab.6**).

La diversité du milieu avec ses différents faciès, fait que le petit ruminant (ovin, caprin) de par son adaptation aux conditions du milieu, occupe une place prépondérante dans l'économie de la région avec un effectif de 3 215 560 têtes d'ovin pour une population d'environ 867 801 habitants dont 80 % vivent directement ou indirectement de cette activité d'élevage (**Fig.17**), d'engraissement et du marché à bestiaux.

a



b



c



Figure 17. Elevage dans la région d'étude (a- Ovins, b- Bovins, c- Camelins).

Conclusion

Au terme de l'analyse du milieu naturel, on constate que la région d'étude s'individualise nettement par certains aspects :

- Un territoire assez vaste (262 916 Km²) subdivisé en trois espaces distincts : steppique, atlasique et saharien.
- Un milieu physique aride dont l'aridité s'accroît du Nord au Sud
- Une population mal répartie dans l'espace (sur 867 801 habitants en 2014 occupant le territoire de la région un tiers (1/3) est concentré dans les grandes villes (Mécheria et Aïn Sefra, El Bayadh et Béchar) dont la superficie ne dépasse pas 6% de la superficie totale.
- Une zone frontalière avec le Maroc faiblement occupée sur une distance de 850 Km (250 Km wilaya de Naâma et 600 km avec la wilaya de Béchar).
- Un climat de type continental semi-aride à aride, caractérisé par une faible pluviométrie, des températures excessivement froides en hiver, accompagnées de gelées fréquentes et de chutes de neige et des étés chauds et secs.
- Un patrimoine naturel (biologique, édaphique et ressources en eau) menacé et une forte sensibilité à la désertification. Des sols aux potentialités agricoles limitées, fragiles, très sensibles à l'érosion; et une végétation naturelle, à base de parcours steppiques, présahariens et sahariens très dégradés.
- Enfin un réseau hydrographique (souvent obstrué par l'ensablement) lié à des aquifères aux potentialités réelles;

L'espace steppique est caractérisé par la prédominance de l'activité pastorale par rapport à l'espace atlasique (Atlas saharien) est caractérisé par une agriculture oasienne (nouvellement instaurée avec les fonds d'aide : Fonds National de Régulation et Développement Agricole (F.N.R.D.A.), Plan National de Développement Agricole (P.N.D.A.) et une phoeniciculture traditionnelle localisée parallèlement à l'activité de transhumance d'hiver.

Partie III :

Étude expérimentale

- **Étude bioclimatique**
- **Étude édaphique**
- **Étude de la végétation**
- **Étude phyto-dynamique des groupements à *Pistacia atlantica***
- **Étude morpho-dendrométrique**
- **Étude édaphique**

Troisième partie :

Etude Expérimentale

Introduction

La connaissance et la compréhension du milieu physique et naturel d'un territoire est une étape indispensable à toute planification et à l'élaboration de toute stratégie d'aménagement de l'espace, d'exploitation et d'utilisation des ressources naturelles : le sol, l'eau, la faune et la flore.

L'étude écologique de la végétation présente un double intérêt, elle constitue le cadre, et souvent le point de départ, d'un grand nombre de recherches biologiques fondamentales ; elle est aussi l'une des bases essentielles de la connaissance des recherches naturelles, pour la mise en valeur du territoire (**Godron *et al.*, 1968**).

Les conditions climatiques sévères conditionnent la vie des végétaux et des animaux. Comme le souligne **Barbero (1990)**, les hétérogénéités bioclimatiques spatiales et temporelles, ainsi qu'une anthropisation très forte, influent sur l'organisation actuelle des écosystèmes en région méditerranéenne. Les facteurs thermiques sont les plus importants et conditionnent en grande partie la répartition des végétaux.

Il faut prendre en considération, non seulement le climat général d'une région, mais aussi, sous l'influence de différents facteurs locaux (nature de la topographie, de la couverture végétale, de l'exposition au vent et au soleil...), sa différenciation en microclimats.

D'après **Godron *et al.*, (1968)**, une étude édaphique débute avant tout par une étude morphologique. En effet, une étude morphologique est d'abord essentiellement analytique ; elle commence nécessairement par des observations sur le terrain et se poursuit ensuite au laboratoire pour l'expérimentation.

En tant que facteur essentiel de la végétation actuelle, le sol est alors un élément quasi permanent du milieu au même titre que le climat, donc le sol en lui-même est un ensemble dynamique dans lequel la végétation devient à son tour un facteur de pédogénèse parmi d'autres, dont le climat (**Pouget, 1980**).

L'influence du sol ou facteur édaphique est aussi très grande. Les propriétés physiques du sol (porosité, rétention d'eau...), sa nature (argileuse, sableuse...), sa composition (teneur en azote, terrains calcaires, siliceux...), son origine (à partir d'alluvions, ou de roche-mère...), son évolution en niveaux superposés ou horizons ayant chacun sa caractéristique particulière etc., sont des facteurs déterminants pour la végétation. Les botanistes connaissent depuis longtemps la différence qui existe entre les espèces des terrains calcaires (plantes calcicoles, basiphiles ou indifférentes) et celles des terrains siliceux (plantes silicicoles, acidiphiles), différence qui dépend plus du pH du sol que du taux en calcium.

La végétation exprime la façon qu'ont les plantes à s'adapter aux facteurs climatiques et édaphiques.

Les interactions entre êtres vivants sont multiples. Les plantes agissent les unes sur les autres en modifiant notamment l'environnement. Dans le sol, on observe soit une concurrence alimentaire et chimique, soit au contraire des symbioses diverses.

Donc les facteurs climatiques, édaphiques, biotiques et internes sont les divers paramètres qui déterminent très généralement la structure de la végétation.

Chapitre 1 :

Étude bioclimatique

Chapitre I:**Le bioclimat****Introduction**

Sur le plan biogéographique, la région d'étude appartient à la zone méditerranéenne, au secteur des hauts plateaux et au secteur de l'Atlas saharien selon les subdivisions de **Quézel et Santa (1962-1963)**.

Sachant que le climat est un facteur prépondérant dans la répartition spatiale de la végétation et tout particulièrement dans la zone d'étude en question, nous avons donc pris en considération comme paramètre climatiques : la pluviosité et la température qui sont d'une part, les données les plus disponibles et d'autre part, elles représentent les variables les plus influentes sur la végétation.

Bioclimatiquement, Emberger et ses successeurs, notamment **Sauvage (1963)**, définissent la zone aride par les critères suivants :

- Pluviosité moyenne annuelle: 50 à 350 mm/an ;
- Coefficient de variation des pluies annuelles : 30 à 60 % ;
- Longueur de la saison pluviosité: 15 à 100 jours ;
- Quotient pluvio-évapotranspiratoire : 0,06 à 0,28 ;
- Quotient pluviothermique d'Emberger : 10 à 45.

La région est soumise à l'influence des régimes mixtes en matière de formation des précipitations. En effet, l'un, atlantique à l'ouest, parfois méditerranéen, agit directement par des entrées marines, provoquant de fortes précipitations, en saison d'hiver ; l'autre, saharien, est marqué par la vaste étendue continentale, où la pluviométrie, plus intense, est caractérisée par les facteurs orageux des saisons à tendance estivale.

L'étude bioclimatique a pour l'objectif d'étudier le climat régional et de rechercher l'évolution des paramètres climatiques dans le temps et dans l'espace.

1. Méthodologie

Les études sur le climat et le bioclimat steppique et saharien de l'Algérie auquel nous ferons référence sont notamment celles de **Seltzer (1946)**, **Bagnouls et Gaussen (1958)** « Carte des précipitations d'Algérie », **Dubief (1959-1963)** ; **ANRH (1993)** et **Roche (1973)** sur « climat de Sahara », **Chaumont et Paquin (1971)** : « carte des précipitations d'Algérie, **Djebaili (1984)**, **Djellouli (1990)**, **Bouazza et Benabadj (1995, 2000)** sur la steppe d'Algérie, **Le Houérou et al. (1979, 1995)**, **Pouget (1980)**, **Aïdoud et al. (2006)**, **Hirèche et al. (2007)**, **Stewart (1946, 1968)**, **Benaradj (2010)**, **Djellouli et al. (2016)**. En effet, celle-ci caractérise bien la diversité climatique au niveau spatial sur les régions méditerranéennes arides et semi-arides.

Sur le plan climatique, la région d'étude inscrit ses limites territoriales sur trois domaines naturels géographiques distincts. Les principales unités topographiques et paysagères rencontrées sont:

- **Espace steppique** (les Hautes Plaines steppiques) : il est couvert par 4 stations météorologiques : celles de Naâma, Mécheria, El Bayadh et Kheither.
- **Espace Atlasique** (Atlas Saharien oranais) : il est couvert par 2 stations météorologiques (Aïn Sefra et El Abiodh Sidi Cheikh).
- **Espace ou domaine saharien** (plate-forme saharienne) : il est couvert par 2 stations météorologiques (Béchar et Béni Abbès).

Cette diversité des paysages naturels favorise la diversité des étages bioclimatiques du désertique au semi-aride selon le gradient Nord-Sud.

Les 8 stations météorologiques (**Fig.18**) réparties géographiquement de manière à balayer et cerner le climat général de toute la région d'étude, sont présentées dans le tableau ci-après (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Tableau 7. Principales stations météorologiques de référence de la région d'étude.

Wilaya	Stations	Latitude	Longitude	Altitude
Béchar	Béchar	31° 38' N	02° 15' W	807 m
	Beni Abbès	30° 08' N	02° 10' W	499 m
Naâma	Mécheria	33° 31' N	00° 17' W	1149 m
	Naâma	33° 16' N	00° 18' W	1166 m
	Aïn Sefra	32° 45' N	00° 36' W	1058 m
El Bayadh	El Bayadh	33° 40' N	01° 00' E	1341 m
	El Kheither	34° 09' N	00° 04' E	1000 m
	El Abiodh Sidi Cheikh	32° 53' N	00° 32' E	903 m
				O.N.M, 2015

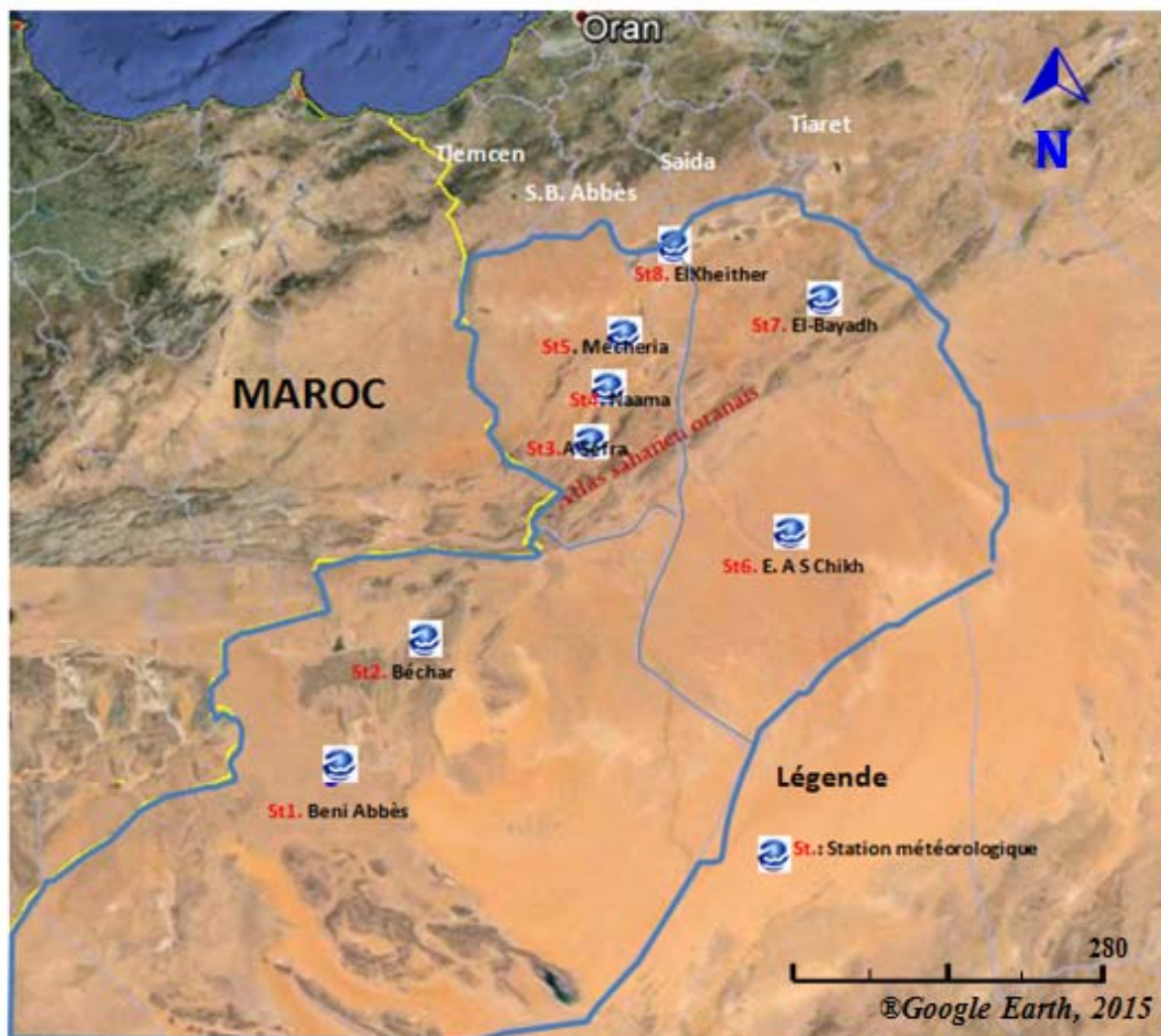


Figure 18. Répartition des principales stations météorologiques de la région d'étude

De nombreuses données ayant été consultées sur la base de séries relatives aux stations énumérées dans les tableaux 8 et 9, cette étude du climat et du bioclimat est basée sur le traitement automatisé des données météorologiques anciennes de **Seltzer (1946)**, prélèvements réalisés sur 25 ans (1913-1938) et les données récentes pour la période (1990-2014) recueillies de l'Office National de Météorologie (**ONM, 2015**).

1.1. Présentation des données climatiques

Les valeurs des températures et des précipitations sont synthétisées pour déterminer les paramètres climatiques pour l'ensemble de la région d'étude par extrapolation.

1.1.1. La pluviométrie

La situation géographique de la région d'étude permet d'observer un gradient pluviométrique décroissant du Nord au Sud. La répartition de la moyenne mensuelle des précipitations des pluies durant les périodes 1913-1938 et 1990 à 2014, est présentée comme suit :

Tableau 8. Répartition des précipitations moyenne mensuelles en mm

	Béchar		Béni Abbès		Aïn Sefra		Naâma		Mécheria		El Kheither		El Bayadh		B.S. Chikh	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Jan	6	6,42	1,4	3,03	10	15,65	-	13,57	21	18,49	15	12,41	30	21,33	9	15
Fév	6	7,64	1,4	3,52	10	11,97	-	15,37	24	17,88	17	13,72	25	19,44	7	5
Mars	8	12,31	3,2	6,20	14	25,50	-	25,47	32	27,95	22	19,99	34	29,96	23	16
Avril	3	7,96	4,7	1,52	9	18,67	-	18,15	29	26,24	24	23,58	27	30,97	10	14
Mai	2	7,01	3	1,64	15	14,52	-	18,05	25	21,05	22	26,65	28	24,27	3	11
Juin	5	5,05	1,1	0,97	28	8,31	-	14,18	14	10,6	13	10,73	19	17,26	5	4
Juil	0	2,51	0,1	0,43	8	4,72	-	5,64	5	5,28	3	7,71	6	7,32	2	2
Août	2	3,45	1,2	1,37	7	10,68	-	14,61	8	10,14	7	14,92	9	13,41	4	4
Sep	6	12,33	2,5	8,78	15	21,51	-	23,51	34	26,34	21	29,06	37	29,21	12	17
Oct	15	18,82	4,5	7,28	29	35,79	-	31,32	29	35,52	17	39,67	32	37,69	16	20
Nov	17	19,5	4,9	5,38	29	22,75	-	26,68	43	26,98	26	30,71	41	29,82	18	13
Dec	9	8,81	4,1	2,34	18	9,52	-	12,14	29	16,62	21	14,50	38	23,16	20	17
Année	79	111,83	32,1	42,49	192	199,64	-	218,75	293	243,11	208	243,68	326	283,86	129	138

P1 : Période ancienne (1913-1938), P2 : Période Récente (1990-2014)

1.1.2. Températures

Tableau 9. Températures moyennes mensuelles (°C)

	Béchar		Béni Abbès		Aïn Sefra		Naâma		Mécheria		El Kheither		El Bayadh		B.S. Chikh	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Jan	8,8	9,89	11	12,01	6,05	7,44	-	6,07	6,25	6,95	4,21	6,66	3,85	4,92	7,95	7,35
Fév	11,50	12,21	13,5	14,45	8,35	9,12	-	7,49	7,60	8,06	4,84	7,86	5,3	6,67	9,90	9,25
Mars	15,35	16,03	17,9	18,99	10,7	12,69	-	11,13	10,70	11,31	7,25	11,61	8,4	10,5	12,15	12,2
Avril	19,55	20,39	22,3	23,26	15,65	15,95	-	14,35	14,30	14,12	10,64	14,42	11,9	13,7	15,95	16,3
Mai	23,70	24,61	26,05	27,91	19,4	20,6	-	18,97	17,60	22,91	14,31	18,92	15,65	18	18,85	20,25
Juin	28,55	30,24	31,65	33,10	24,05	25,84	-	24,56	23,20	23,87	18,1	24,29	21,5	23,6	26,00	26,35
Juil	22,70	33,95	35,1	36,64	28,4	29,53	-	28,61	27,70	27,9	22,7	28,55	25,15	27,7	30,00	29,9
Août	31,90	38,08	34,3	35,48	27,2	28,53	-	27,79	27,45	27,12	22,57	28,02	25,05	27	29,00	29,1
Sep	27,25	28,33	30,05	31,11	23,7	23,85	-	22,64	22,6	22,03	18,49	22,43	20,55	21,8	24,65	24,05
Oct	20,45	25,39	23,45	24,59	17,05	18,24	-	17,2	16,4	17,01	13,22	17,55	14,45	16,4	17,70	17,9
Nov	14,00	16,61	16,55	17,62	10,6	11,9	-	10,66	10,1	11,01	6,76	10,98	8	9,46	12,40	12,3
Dec	9,70	10,84	11,9	12,73	6,9	8,29	-	7,13	6,65	7,54	4,43	7,55	4,5	6,15	8,45	8
M	39,9	40,7	42,9	44,28	37,6	38,34	-	36,8	35,1	36,78	34,99	37,08	33,5	34,8	37,4	38,6
M	1,8	3,15	3,5	4,78	-0,3	0,57	-	0,32	1,5	1,49	0,77	0,39	-1,8	-0,35	0,5	2,3

P1 : Période ancienne (1913-1938), P2 : Période Récente (1990-2014)

2. Calcul des différents paramètres climatiques**2.1. Calcul de l'indice d'aridité de De Martonne (1926)**

L'indice de l'aridité est un indicateur quantitatif du degré du manque d'eau présente à un endroit donné (Oliver, 2006). Nous allons calculer cet indice (A) par la formule de De Martonne (Tab.10).

$$I = P/T+10.$$

Dans lequel P = Pluviosité moyenne annuelle en mm et

T = Température moyenne annuelle en °C.

Plus l'indice est faible plus le climat est aride, et plus il est élevé plus le climat est humide.

Tableau 10. Classe de l'indice d'aridité De Martonne

Indice d'aridité (I)	Type de climat
$I < 5$	Climat hyper-aride
$5 < I < 7,5$	Climat désertique
$7,5 < I < 10$	Climat steppique
$10 < I < 20$	Climat semi-aride
$20 < I < 30$	Climat tempéré

2.2. Calcul de la continentalité thermique

Le calcul de la continentalité thermique selon la méthode de Debrach (1953), il est possible de distinguer quatre types des climats :

- Le climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$,
- Le climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$,
- Le climat semi-continental : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$;
- Le climat continental : $M-m > 35^{\circ}\text{C}$

Où : **M** : températures moyennes des maximales du mois le plus chaud.

m : températures moyennes des minimales du mois le plus froid.

2.3. Régime saisonnier

Le régime saisonnier présente la variation saisonnière : Hiver, Printemps, Eté et Automne. Selon Despois (1955), l'étude du régime des pluies est plus instructive que de comparer des moyennes ou des totaux annuels.

A cet effet, nous avons calculé pour l'ensemble des stations d'étude, la quantité des pluies pour les quatre saisons.

- **Automne (A)** : Septembre, octobre, novembre
- **Hiver (H)** : Décembre, janvier, février.
- **Printemps (P)** : Mars, avril, mai.
- **Eté (E)** : Juin, juillet, août.

2.4. Synthèse climatique

Plusieurs méthodes et indices ont été utilisés dans la classification du climat circumméditerranéen parmi lesquelles la méthode de **Bagnouls et Gaussen (1953-1957)** et celle d'**Emberger (1955)**.

La synthèse climatique est basée sur la recherche de formules qui permettent de ramener à une variable unique l'action de plusieurs facteurs écologiques. Pour cela plusieurs indices climatiques, tenant compte de variables telles que la pluviosité et les températures, ont été formulés pour une expression synthétique du climat régional. Nous retiendrons le quotient pluviométrique d'**Emberger (1933-1955)** qui demeure l'indice le plus efficace dans la description du climat méditerranéen, l'indice xéothermique de **Bagnouls et Gaussen (1953)** et la continentalité thermique et pluviale.

2.4.1- Le quotient pluviothermique

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat. **Emberger (1955)** a proposé un quotient pluviothermique, qui nous renseigne sur le caractère xérique de la végétation et qui prend en considération les températures et la pluviosité.

Les limites de séparation entre les différents étages climatiques restent encore imprécises. Il est intéressant de signaler qu'il ne s'agit pas de lignes au sens géométrique du mot, mais plutôt de bandes de transition mixte. À ce titre, Emberger a bien précisé que, sur le diagramme, les limites ont été tracées là où le changement de la végétation a été observé.

Le quotient Q_2 a été formulé de la façon suivante : $Q_2 = [2000P / M^2 - m^2]$

Où : Q_2 : le quotient pluviothermique

P : Pluviosité moyenne annuelle en (mm)

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

m : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus froid en ° Kelvin

$M + m / 2$: température moyenne mensuelle

$M - m$: l'amplitude thermique

La valeur $(M + m)/2$ du fait de son expression en degrés Kelvin

M et m s'expriment en degré Celsius, Emberger a mentionné qu'un climat ne peut être caractérisé si à la valeur de Q_2 ne vient pas s'ajouter celle de « m ». Les stations météorologiques de même Q_2 peuvent être différenciées par leurs valeurs de « m ».

Le Q_2 nous a permis de localiser nos stations météorologiques sur le climagramme d'Emberger. Cet auteur a mis au point un zonage du bioclimat méditerranéen du plus sec vers le plus humide en combinant les données climatologiques et celles de la végétation.

Pour le quotient de Stewart Q_3 : il varie peu par rapport au Q_2 , il l'assimile à une constante $k = 3,43$, d'où le quotient Q_3 :

$$Q_3 = 3,43 \times [P / M - m]$$

Où :

Q_3 : quotient pluviométrique

P : précipitations moyennes annuelles exprimées en mm.

M : températures moyennes des maximales du mois le plus chaud.

m : températures moyennes des minimales du mois le plus froid

La méthode consiste à calculer le coefficient d'Emberger simplifié par Stewart (1969).

Emberger a précisé 5 étages bioclimatiques : humide, sub-humide, aride, semi-aride, et saharien, et 4 variantes thermiques :

- A hiver froid $m < 0^\circ\text{C}$.
- A hiver frais $0 < m < 3^\circ\text{C}$.
- A hiver doux ou tempéré $3 < m < 5^\circ\text{C}$.
- A hiver chaud $m < 7^\circ\text{C}$.

Les étages bioclimatiques sont repérés sur des axes orthogonaux où chaque station se trouve représentée par un point dont l'abscisse est la valeur de « m » et l'ordonnée la valeur du quotient pluviométrique (Q_2).

2.4.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1955)

Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. À ce sujet, Emberger précise : « un climat peut être météorologiquement méditerranéen, posséder la courbe pluviométrique méditerranéenne caractéristique, sans l'être écologiquement ni biologiquement, si la sécheresse estivale n'est pas accentuée ».

Les courbes des diagrammes ombrothermiques précisent que la longueur de l'été sec est chaude et ses variations varient selon les stations. Un mois est considéré comme sec lorsque la courbe des températures (T) est supérieure à celles des précipitations (P).

La région d'étude subit des températures minimales comprises entre $-0,3$ et $2,12^\circ\text{C}$. **Le Houérou et al. (1979)** considèrent que les steppes algériennes sont encadrées par les isothermes « m » - 2 et 6°C , et que $M-m$ varie peu et reste sensiblement égal à $32,6 - 37,9^\circ\text{C}$. Ces températures expliquent l'absence de certaines espèces dont la vie est liée aux hivers tempérés.

3. Résultats et discussions

3.1. La pluviométrie

La répartition de la moyenne annuelle des pluies durant les deux périodes est présentée dans le tableau 11. Ce tableau va nous faciliter les calculs, les représentations graphiques et les possibilités d'extrapolation après l'interprétation.

Tableau 11. Comparaison de la pluviométrie moyenne annuelle entre les deux périodes d'étude dans les stations

	Pluviométrie (mm)	
	P1 (1913-1938)	P2 (1990-2014)
Béchar	79	111,83
Béni Abbès	32,1	42,49
Mécheria	293	243,11
Naâma	-	218,75
Aïn Sefra	192	199,64
El Bayadh	326	283,86
El Kheither	208	243,68
El Abiodh Sidi Cheikh	129	138

L'analyse du tableau (**Tab.11**) met en évidence les caractéristiques suivantes :

- En général la pluviométrie demeure faible, irrégulière de fortes variations inter annuelles, elle est hétérogène dans le temps et dans l'espace, cette irrégularité des fréquences confirme l'apparition des périodes sèches qui ont sévit dans la région durant les années 1992, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004 et 2013.
- la comparaison entre les séries pluviométriques (1913-1938 et 1990-2014) met en relief le caractère de la diminution ou de l'augmentation des pluies notables qui est un phénomène de l'évolution climatique quasi général et qui a touché l'ensemble de la région d'étude ou du territoire national tant au nord qu'au sud du pays.
- L'analyse des données pluviométriques montre un gradient pluviométrique décroissant du Nord au Sud. Dans la partie Nord des hautes plaines steppiques (El Bayadh, Naâma, Mécheria), la pluviométrie annuelle varie entre 200 à 300 mm. En effet, dans la partie Atlasique (Aïn Sefra,), la moyenne annuelle des précipitations est égale à 200 mm/an. Et enfin, dans la partie sud de la region (Béchar et Béni Abbès), une pluviométrie annuelle moyenne au-dessous de 100 mm, qui constitue la transition entre le piémont méridional de l'Atlas saharien la plate-forme saharienne (Grand Erg Occidental). Cependant, les précipitations sont peu abondantes et irrégulières, souvent brèves (averses), mais de forte intensité, occasionnant des crues violentes.

- En effet, une diminution de l'ordre du simple au double, voire au triple de la quantité des précipitations du Nord vers le Sud est enregistrée. Ce phénomène trouve son explication dans le transfert des masses d'air très chargées en vapeur d'eau vers le Sud, en passant sans encombre, le long des Monts où la région est nettement plus arrosée.
- la série d'observation pluviométriques se subdivise en deux grandes périodes à savoir une période pluvieuse allant de d'Octobre à Avril avec un maximum pluviométrique en mois d'octobre de l'ordre de 25mm, et une seconde période sèche de juin à Août dont la pluviométrie ne représente que 11% du total annuel (0 à 5 mm).
- En revanche, les stations qui se trouvent dans le domaine steppique présentent une structure de précipitations tout à fait différentes du domaine saharien. En effet, si l'on considère la longue série de Seltzer (1913-1938), les précipitations se concentrent essentiellement dans la saison hivernale. Les précipitations de la série récente (1990-2014), sont généralement concentrées dans la saison d'automne surtout le mois d'octobre sous forme d'averse ou orage.
- La variabilité des précipitations moyenne montre que pour la série des 25 années, 8 années sont considérées comme humides pour la première période (1913-1938) et de 4 années pour la série récente (1990-2014), et 17 années sont considérées comme années sèches pour la première période et de 5 pour la deuxième période.
- La répartition mensuelle montre que le mois de Juillet ou Août sont les deux mois les plus secs (5,28mm pour Mécheria, 4,72mm pour Aïn Sefra, 0mm (Béchar), 0,1mm (Béni Abbès), 6mm (El Bayadh), 3mm (El-Kheither) et 2mm (Biodh Sidi chikh) pour la période ancienne. Les mêmes constats pour la (5mm pour Mécheria, 7mm pour Aïn Sefra, 2,51mm (Béchar), 0,43mm (Béni Abbès), 7,32mm (El Bayadh), 7,71mm (El-Kheither) et 2mm (Biodh Sidi chikh) pour la période récente. Par contre, les mois d'octobre et Novembre sont les plus arrosés en les deux périodes ancienne et récente (de 17 et 19,5mm à Béchar, de 4,9 et 5,38mm à Béni Abbès, de 26,98 et 43mm pour Mécheria, de 29 et 35,79mm pour Aïn Sefra, de 41 et 37,69 à El Bayadh, de 26 et 30,71mm à El-Kheither et enfin de 20 et 17 mm à Biodh Sidi chikh.
- Tous les indicateurs convergent vers une sécheresse persistante, même si des épisodes pluviométriques importants se produisent ils n'arrivent pas à combler le déficit pour inverser la tendance.

3.2. Régime saisonnier

Le tableau ci-dessous présente le régime saisonnier calculé des stations de la région d'étude entre les deux périodes.

Tableau 12. Régimes pluviométriques saisonniers de période ancienne

Stations	P1 (1913-1938)				Régime
	P	E	A	H	
Béchar	13	7	38	21	AHAE
Béni Abbès	10,9	2,4	11,9	6,9	APHE
Mécheria	81,6	27,2	84	85,3	HPAE
Naâma	-	-	-	-	
Aïn Sefra	38	43	73	38	AEHP
El Bayadh	89	34	110	93	AHPE
El Kheither	68	23	64	53	PAHE
El Abiodh Sidi Cheikh	36	11	46	36	AHPE

Tableau 13. Régimes pluviométriques saisonniers de période récente

Stations	P2 (1990-2014)				Régime
	P	E	A	H	
Béchar	27,28	11,01	50,66	22,88	APHE
Béni Abbès	9,37	2,76	21,45	8,91	APHE
Mécheria	75,25	26,02	88,84	52,97	APHE
Naâma	61,68	34,45	81,52	41,09	APHE
Aïn Sefra	58,69	23,72	80,06	37,16	APHE
El Bayadh	85,20	38	96,73	63,92	APHE
El Kheither	70,23	33,37	99,44	40,64	AHPE
El Abiodh Sidi Cheikh	41	10	50	37	APHE

Les tableaux **12** et **13**, nous permettent de tirer les conclusions suivantes sur des régimes saisonniers pour les deux périodes 1913-1938 et 1990-2014:

L'analyse de la variabilité climatique de totaux pluviométriques est due à la variabilité spatio-temporelle saisonnière et annuelle de la pluviométrie, ceci indique une évolution du climat de la région d'étude.

- le régime saisonnier variable d'une station à l'autre selon gradient pluviométrique et l'orographie.

La répartition des précipitations apparaît dans la région d'étude, comme un phénomène essentiellement orographique : les isohyètes reflètent le relief. L'Atlas tellien et saharien joue un rôle beaucoup plus net de barrière entre les influences maritimes et continentales.

Les pluies dominantes d'automne règnent sur la majeure partie de la région d'étude, mais la formule saisonnière peut subir localement de légères modifications entre les 2 périodes. Cette variation des régimes saisonniers qui sont à caractère essentiellement orographique. Le fait le plus remarquable est que le relèvement des altitudes, ressuscite de manière caractéristique le climat aride. De sud en Nord/Est la formule devient : **AHAE** / **AHPE** / **HPAE** / **AEHP** pour la période ancienne (1913-1938).

D'une façon générale la pluviosité est légèrement différente, où le maximum d'automne est constant, certaines variations montrent des transformations dans la répartition saisonnière des pluies (Tab.14):

Tableau 14. Régime saisonnier

Stations	P1 (1913-1938)		P2 (1990-2014)
Béchar	AHAE	Devient	APHE
Béni Abbès	APHE		APHE
Mécheria	HPAE		APHE
Naâma			APHE
Aïn Sefra	AEHP		APHE
El Bayadh	AHPE		APHE
El Kheither	PAHE		AHPE
El Abiodh Sidi Cheikh	AHPE		APHE

En revanche dans la période récente (1990-2014), le plus remarquable enfin est le passage vers un régime de type **APHE** pour les la majorité des stations d'étude. Ce passage aux pluies dominantes d'automne est significatif d'une accentuation du caractère océanique du climat. Ce qui indique que la pluviosité s'est donc accrue pendant la saison froide, et l'été tend à devenir la période sèche : par conséquent, les régimes saisonniers actuelle (P2) sont nettement changé ce qui explique par leur « degré de continentalité ».

Une explication succincte des pluies est nécessaire pour en comprendre les variations saisonnières. L'été devient la saison sèche, en allant du Béni Abbès vers d'El Bayadh. Dans cette zone à maximum d'automne, où la saison pluvieuse dure de 4 à 6 mois avec quelques rares variantes locales, l'orientation des vents apparaît essentielle. Ainsi, au cours des 25 dernières années, la totalité de la région d'étude est soumise au maximum en automne ou hiver.

La saison pluvieuse automnale s'y trouve prolongée jusqu'en décembre et même janvier. Ici l'influence du relief régénérant le régime océanique des pluies est manifeste. Le chiffre des pluies se relève avec une intensité plus grande pendant la saison hivernale : il s'agit donc de précipitations de relief.

Sur l'ensemble, l'évolution des précipitations annuelles et des saisons des pluies montre une tendance très modérée à la diminution entre les 2 périodes et les suivantes, en accord avec les observations faites à l'échelle régionale. Ces changements ont eu des répercussions sur la végétation qui survient dans le déroulement saisonnier des précipitations. La faiblesse de la pluviosité est un caractère du climat saharien. Cependant, cette région est peu arrosée; les précipitations sont peu abondantes et irrégulières, souvent brèves (averses), mais de forte intensité, occasionnant des violentes crues.

L'étude de la variabilité saisonnière est indispensable, pour voir si la baisse ou la hausse de la pluviométrie est spécifique à une saison particulière ou à plusieurs saisons, cela permet de mieux visualiser la chronologie des totaux de pluies saisonnières dans le temps.

L'analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles permet de mieux visualiser la distribution des quantités d'eau enregistrées au niveau de chaque station et de tous les mois de l'année.

3.3. Températures

Les températures sont un élément important pour la vie végétale, particulièrement les deux extrêmes : la moyenne des minimas du mois le plus froid et la moyenne des maximas du mois le plus chaud.

Tableau 15. Ecart thermique entre P1 et P2

Stations	m °C		Ecart thermique	M °C		Ecart thermique
	P1 (1913-1938)	P2 (1990-2014)		P1 (1913-1938)	P2 (1990-2014)	
Béchar	1,8	3,15	1,35	39,9	40,7	0,8
Beni Abbès	3,5	4,78	1,28	42,9	44,28	1,38
Mécheria	1,5	1,49	-0,01	35,1	36,78	0,74
Naâma	-	0,32	0,32	-	36,8	36,8
Aïn Sefra	-0,3	0,57	0,87	37,6	38,34	1,68
El Bayadh	-1,8	-0,35	1,45	33,5	34,88	1,38
El Kheither	0,77	0,39	-0,38	34,99	37,08	1,79
Biodh Sidi chikh	0,5	2,3	1,8	37,4	38,6	1,2

L'examen comparatif des deux séries thermiques (1913-1938 et 1990-2014), nous donnons les informations suivantes (**Tab.15**) :

- La variation des températures entre les stations selon le gradient au Nord - Sud, montre deux contrastes thermiques remarquables, épousant l'orographie.
- La période de hautes températures, s'étalant de Juin à Octobre, peut provoquer l'échaudage par suite de l'augmentation de transpiration. Donc, Le mois le plus chaud de l'année pour deux séries thermiques (1913-1938 et 1990-2014) est celui de Juillet et Août avec une température moyenne de 29.9 °C. (Mécheria) à 36,48°C (Naâma). L'analyse des maxima ressort la notion d'aridité climatique qui tend à se renforcer du nord au sud de la région, ainsi l'amplitude thermique moyenne entre la zone méridionale et septentrionale de la région atteint 0,84°C environ. Cette valeur rapportée à l'étendue spatiale (dans le sens Nord-Sud) de la région est relativement élevée.

Nous remarquons une augmentation significative des températures maximales entre les deux périodes; donc la série des maxima connaît une franche augmentation qui touche l'ensemble des mois de l'année, cette situation est répercutée au niveau mensuel où le relèvement des températures fluctue entre 0,3°C à 1,5°C induisant à l'échelle annuelle une augmentation moyenne de 0,5°C. Ce qui indique par un réchauffement climatique plus marquée de la région d'étude. Cette modification des températures se manifeste par des conséquences sur le métabolisme et le développement de la faune et la flore, la croissance, la respiration, la composition des tissus végétaux et les mécanismes de photosynthèse

- La période de basses températures, allant de Novembre à Février, sont à l'origine de l'intensité de gelées hivernales qui peuvent se traduire par des dégâts végétatifs tels que les nécroses. Donc le mois le plus froid et le plus rigoureux est celle de Janvier pour l'ensemble des stations pour deux séries thermiques (1913-1938 et 1990-2014). Avec des températures moyennes comprises entre 6.1°C (Naâma), 7.14°C (Mécheria), 12°C (Béni Abbès), 9,89°C (Béchar), 4,91°C (El Bayadh), 6,65°C (El-Kheither).....

- En revanche, la série des minima connaît une franche augmentation qui touche l'ensemble des mois de l'année à l'exception du mois d'Août. Cette situation est répercutée au niveau mensuel où le relèvement des températures fluctue entre 0,3°C à 1,5°C induisant à l'échelle annuelle une augmentation moyenne de 0,5°C. Pour la station de Béchar la température a évolué de 1,8°C en période ancienne à 3,15°C en période récente avec une augmentation de 1,96 °C. et pour les autres stations : Béni Abbès (de 3,5°C à 4,78°C), Aïn Sefra (de -0,3°C à 0,57°C), etc.

- la température dans la région est connue par une augmentation, avec des écarts fluctuant de +0,1°C à +0,3°C pour les minima et de +0,1°C à 1,9°C pour les maxima. Cette situation montre une augmentation des températures qui atteint en moyenne +0,7°C à l'échelle annuelle. En revanche, au niveau des maxima les écarts sont plus importants ce qui donne une valeur moyenne de +0,9°C.

3.4. Les vents

D'une manière générale dans la région, le régime des vents est très irrégulier. Les vents du Nord sont généralement secs alors que les vents du Sud amènent les pluies orageuses et le sirocco.

La répartition fréquentielle des vents selon huit directions est illustrée comme suit :

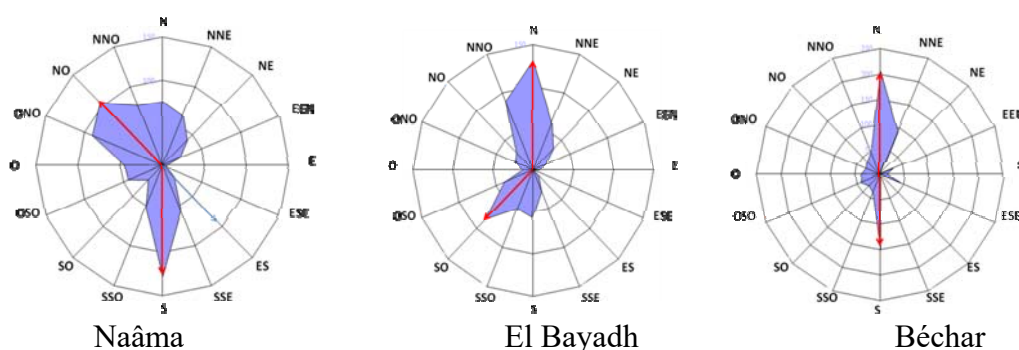


Figure 19. Direction des vents de la région d'étude selon leurs fréquences en %

D'après la figure 19, la répartition fréquentielle des vents selon les directions est illustrée comme suite :

- dans la région, les vents sont fréquents, s'écoulant dans des directions variables. Leur régime des vents suit les variations saisonnières, Les vents du Sud sont généralement secs et froids en hiver et très desséchants en période estivale
- Pour toute l'année les vents qui dominent la région sont de direction Nord-Ouest.; les vents dominants sont de direction générale Nord (nord, nord-est et nord-ouest), ils représentent : 44% de la fréquence totale ;
- Dans les hautes plaines steppiques, les vents soufflent avec une vitesse moyenne de 3,69 m/s à Mécheria, 2,28 m/s à Aïn Sefra, 2,86 m/s à Naâma et de l'ordre de 4,2 m/s à El Bayadh en printemps comme en hiver. La direction dominantes des vents telle que constatée au niveau des stations de la région et globalement Sud-Ouest / Nord-Est correspond en fait à l'orientation général du relief.
- Dans la partie montagneuse de l'Atlas Saharien, région aride, les vents ont joué et jouent encore un rôle primordial dans la dégradation de la végétation et la destruction des sols et l'édification des systèmes dunaires contraignants. Elle se caractérise par les vents violents qui s'appellent « Sirocco », un été chaud et un hiver rigoureux, avec une large variation de température diurne et saisonnière (- 6° à 42° C). La période de chaleur commence pratiquement au premier Juin, pour se prolonger jusqu'au 15 Septembre, avec une acmé du 15 Juillet au 15 Août.

-Dans partie sud de la région où les vastes étendues des milieux désertiques, le vent atteint des vitesses considérables lui permettant d'exercer des actions érosives sur le sol. Le vent est un paramètre climatique qui influe sur le déplacement des fines particules de sable et accentue de ce fait le processus de désertification et d'ensablement. Les vents sont fréquents d'automne et de printemps sont d'une grande violence, en particulier aux mois de Mars et Avril sous forme de tempêtes de sables. Les vents dominant sont Nord et Sud-Ouest. Les vents changent de direction selon les saisons : en Printemps ; ils soufflent de l'Est puis continuent leur évolution pour devenir des vents Sud-Sud-Ouest, en Automne ; ils soufflent Nord-Nord-Ouest, ainsi que en Été ; ils soufflent entre Nord-Est et Sud, le sirocco, il crée un temps pénible à supporter et nuisible aux cultures. En fin en' Hiver ; ils soufflent entre Sud-Ouest et Nord. En hiver, le vent souffle d'une part du Nord et du Nord Est, d'autre part du Nord-Ouest et du Sud-Ouest, celui du Nord Est étant le vent dominant. En été, les vents les plus fréquents sont ceux du Sud (sirocco).

3.5. Les indices bioclimatiques

3.5.1. La Continentalité Thermique

Tableau 16. La Continentalité Thermique des stations des stations d'étude

Stations	Périodes	M (°C)	m (°C)	M – m (°C)	Continentalité Thermique
Béchar	1913-1938	39,9	1,8	38,1	Climat continental
	1990-2014	40,7	3,15	37,55	Climat continental
Beni Abbès	1913-1938	42,9	3,5	39,4	Climat continental
	1990-2014	44,28	4,78	39,5	Climat continental
Mecheria	1913-1938	35,1	1,5	33,6	Climat semi-continental
	1990-2014	36,78	1,49	35,29	Climat semi-continental
Naâma	1913-1938	-	-	-	-
	1990-2014	36,8	0,32	36,48	Climat continental
Aïn Sefra	1913-1938	37,6	-0,3	37,9	Climat continental
	1990-2014	38,34	0,57	37,77	Climat continental
El Bayadh	1913-1938	33,5	-1,8	35,3	Climat semi-continental
	1990-2014	34,88	-0,35	35,23	Climat continental
El Kheither	1913-1938	34,99	0,77	34,22	Climat semi-continental
	1990-2014	37,08	0,39	36,69	Climat continental
El Abiodh Sidi Cheikh	1913-1938	38,6	0,5	38,1	Climat continental
	1990-2014	37,4	2,3	35,1	Climat continental

L'analyse comparative des deux séries (1913-1938 et 1990-2014) enregistrées au niveau des stations (**Tab.16**), nous montre que :

- la région connaît un régime thermique contrasté, de type continental. En effet, l'amplitude thermique annuelle des températures moyennes est de 30°C à 40°C selon le gradient orographique Nord-Sud.
- la continentalité persiste dans l'ensemble des stations qui se trouvent au niveau de l'Atlas saharien.
- La région se caractérise, dans ce contexte, par une amplitude thermique diurne importante du fait du régime continental que subit l'ensemble du territoire.

- L'écart saisonnier moyen peut atteindre plus de 30°C, favorisant ainsi la dégradation du sol par la décontraction des roches friables en matière d'érosion sous les formes de l'érosion éolienne et hydrique.

- le régime thermique est également fortement influencé par l'altitude.

3.5.2. L'Indice d'aridité de De Martonne

Le tableau ci-après montre la température moyenne annuelle, les précipitations moyennes annuelles et l'indice d'aridité calculé pour les stations sur les deux périodes.

Tableau 17. L'indice d'aridité de De Martonne

Stations	Périodes	P (mm)	T° moyenne	Indice de De Martone	Type de climat
Béchar	1913-1938	79	20,25	2,61	Hyper-aride
	1990-2014	111,83	22,21	3,47	Hyper-aride
Beni Abbès	1913-1938	32,1	22,81	0,98	Hyper-aride
	1990-2014	42,49	24	1,25	Hyper-aride
Mecheria	1913-1938	278,1	15,9	10,7	Semi-aride
	1990-2014	243,10	16,65	9,12	Steppique
Naâma	1913-1938	-	-	-	
	1990-2014	218,75	16,38	8,29	Steppique
Aïn Sefra	1913-1938	192	15,50	7,53	Désertique
	1990-2014	199,63	17,66	7,22	Désertique
El Bayadh	1913-1938	326	13,7	13,8	Semi-aride
	1990-2014	283,86	15,48	11,1	Semi-aride
El Kheither	1913-1938	208	12,29	9,33	Steppique
	1990-2014	243,68	16,56	9,17	Steppique
El Abiodh Sidi Cheikh	1913-1938	129	17,75	4,65	Hyper-aride
	1990-2014	138	17,74	4,97	Hyper-aride

L'analyse comparative du tableau (17) de l'indice d'aridité de De-Martone entre les deux périodes nous permet d'avancée que :

- La région d'étude est fortement marquée par l'aridité croissante qui s'accroît du Nord au Sud. Cela provient de la sécheresse induite par l'abaissement des précipitations et l'augmentation des températures minimales et maximales (cas de l'année 2001, pluviométrie est de 100mm à El Bayadh, 13mm à Béchar, 60mm à Aïn Sefra...).

- les valeurs de l'indice d'aridité obtenues sont respectivement de 8 et 13,8 suite de la situation des stations ; de l'espace steppique (El Bayadh, El Kheiter, Mécheria et Naâma) traduisant un climat semi-aride à steppique. Dans les stations qui se trouvent dans la partie centrale de la région, Atlas saharien (Aïn Sefra, Béchar) l'indice est respectivement est de 7,53 et traduit un climat de type désertique. Pour les autres stations qui sont situés dans la partie sud (El Abiodh Sidi Cheikh et Béni Abbès), l'indice d'aridité est de 0,98 et 4,97 traduisant un climat de type hyper-aride.

- du point de vue thermique, cet indice apparaît actuellement entre -2 et $3,7^{\circ}\text{C}$, ceci coïncide avec les étages de végétation Mésotermique et thermo-méditerranéenne. Ses limites climatiques correspondent à la limite de répartition des groupements à *Pistacia atlantica*. Cette aire présente une extension verticale décroissante entre la partie centrale (hautes plaines steppiques) et ses extensions vers les monts de l'Atlas saharien.

3.6. Synthèse climatique

3.6.1. Le quotient pluviométrique

Les températures moyennes annuelles, les précipitations moyennes annuelles, et les quotients pluviométriques calculés (Q_2 et Q_3) sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 18. Valeurs du quotient pluviométrique

Stations	Périodes	P(mm)	M (°C)	m (°C)	Q_2	Q_3	Étage bioclimatique
Béchar	1913-1938	79	39,9	1,8	7,06	7,11	Saharien moyen à Hiver Doux
	1990-2014	111,83	40,7	3,15	10,1	10,2	Saharien moyen à Hiver Doux
Béni Abbès	1913-1938	32,1	42,9	3,5	2,75	2,79	Saharien Inférieur à Hiver Frais
	1990-2014	42,49	44,28	4,78	3,62	3,69	Saharien Supérieur à Hiver Doux
Mécheria	1913-1938	278,1	35,1	1,5	28,4	28,4	Aride Supérieur à Hiver Frais
	1990-2014	243,10	36,78	1,49	23,6	23,6	Aride Supérieur à Hiver Frais
Naâma	1913-1938	-			-	-	
	1990-2014	218,75	36,8	0,32	20,6	20,6	Aride moyen à Hiver Frais
Aïn Sefra	1913-1938	192	37,6	-0,3	17,4	17,4	Saharien Supérieur à Hiver Froid
	1990-2014	199,63	38,34	0,57	18,1	18,1	Saharien Supérieur à Hiver Frais
El Bayadh	1913-1938	326	33,5	-1,8	32	31,7	Semi-Aride Supérieur à Hiver Froid
	1990-2014	283,86	34,88	-0,35	27,8	27,6	Aride Supérieur à Hiver Froid
El Kheïther	1913-1938	208	34,99	0,77	20,9	20,8	Aride moyen à Hiver Frais
	1990-2014	243,68	37,08	0,39	22,8	22,8	Aride Inférieur à Hiver Frais
El Abiodh	1913-1938	129	38,6	0,5	11,6	11,6	Saharien Supérieur à Hiver Frais
Sidi Cheikh	1990-2014	138	37,4	2,3	13,4	13,5	Saharien Supérieur à Hiver Frais

Les quotients sont inversement proportionnels à l'aridité, ce climagramme nous permet de déterminer les étages bioclimatiques et les variantes thermiques (**Fig.20**).

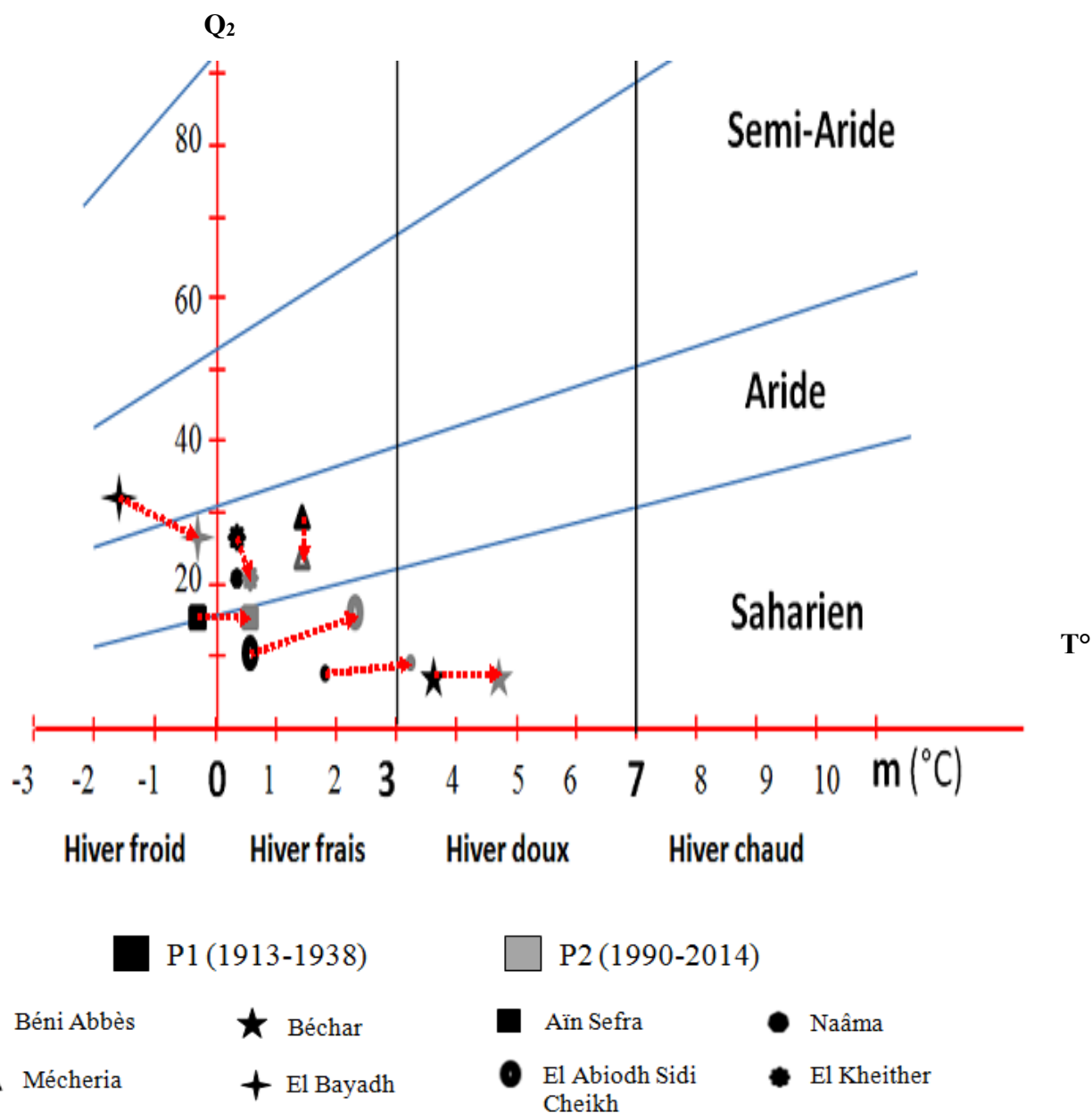


Figure 20. Variation des Climagramme pluviothermique d'Emberger des stations d'étude

La lecture comparative du Climagramme pluviothermique (tab.17 et fig.20) montre que :

- Qu'il existe très peu de différence entre les quotients pluviothermiques de l'ancienne période et les quotients pluviothermiques de la nouvelle période.
- La modification du taux du Q_2 par rapport à l'ancienne période ce qui a pour conséquent le décalage de l'étage bioclimatique du Saharien supérieur inférieur vers le Saharien moyen (cas de Béchar).
- Le passage de la variante Douce (période ancienne) à la variante fraîche (période récente) pour les deux stations du Béchar et Béni Abbès.

- Changement (Déplacement et variation) des étages bioclimatique des stations de la région. Ce type de changement climatique provoque sans doute aussi un changement de formation végétale. Par exemple la station d'Aïn Sefra se déplace de l'étage aride inférieur à hiver froid en période ancienne vers l'étage saharien supérieur à hiver frais en période récente. La station de Béni Abbès est déplacée de l'étage saharien à hiver frais en période ancienne vers l'étage saharien à hiver doux en période récente. La station de Mécheria déplace de l'étage aride moyen à hiver frais en période ancienne vers l'étage aride inférieur à hiver frais en période récente. La station d'El Bayadh est déplacée de l'étage semi-aride moyen froid en période ancienne vers l'étage aride supérieur à hiver froid en période récente. Pour la station d'El Abiodh Sidi Cheikh est évoluée de l'étage à saharien moyen vers saharien moyen en période récente vu l'augmentation des précipitations de 129 mm en période ancienne à 138 mm en période récente.

Malgré la variation climatique des différents paramètres (Q_2 , M, m et P), on constate une meilleure adaptation des groupements à *Pistacia atlantica* dans la région d'étude où le Q_2 est comprise entre 7,45 et 32 avec une température minima moyenne varie de -1,8 à 2,3.

3.6.2. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen :

L'analyse des différents courbes ombrothermiques (fig.21) des stations comparées entre les deux périodes (1913-1938 et 1990-2014), nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- Une période de sécheresse varie de 5 à 7 mois ou plus (du mois de Juin jusqu'à Septembre) dans les stations de la partie nord de la région (plaines steppiques : El-Kheither, El Bayadh, Mécheria & Naâma). En revanche, dans la partie centrale de la région (Atlas saharien : El Abiodh Sidi Cheikh, Aïn Sefra)), elle présente une période de sécheresse assez prolongée qui varie de 10 à 11 mois (du mois de Mars jusqu'à la fin du mois de Novembre). Dans les autres de stations de la partie sud de la région (domaine saharien : Béchar, Béni-Abbès), la période s'étale presque toute l'année ceci s'étend depuis plusieurs années due à son climat aride.
- Une période humide est assez courte ; elle varie de 4 à 6 mois pour les stations de l'espace steppique, de 1 mois pour les stations de l'espace montagneux atlasique et nulle pour les stations du domaine saharien.

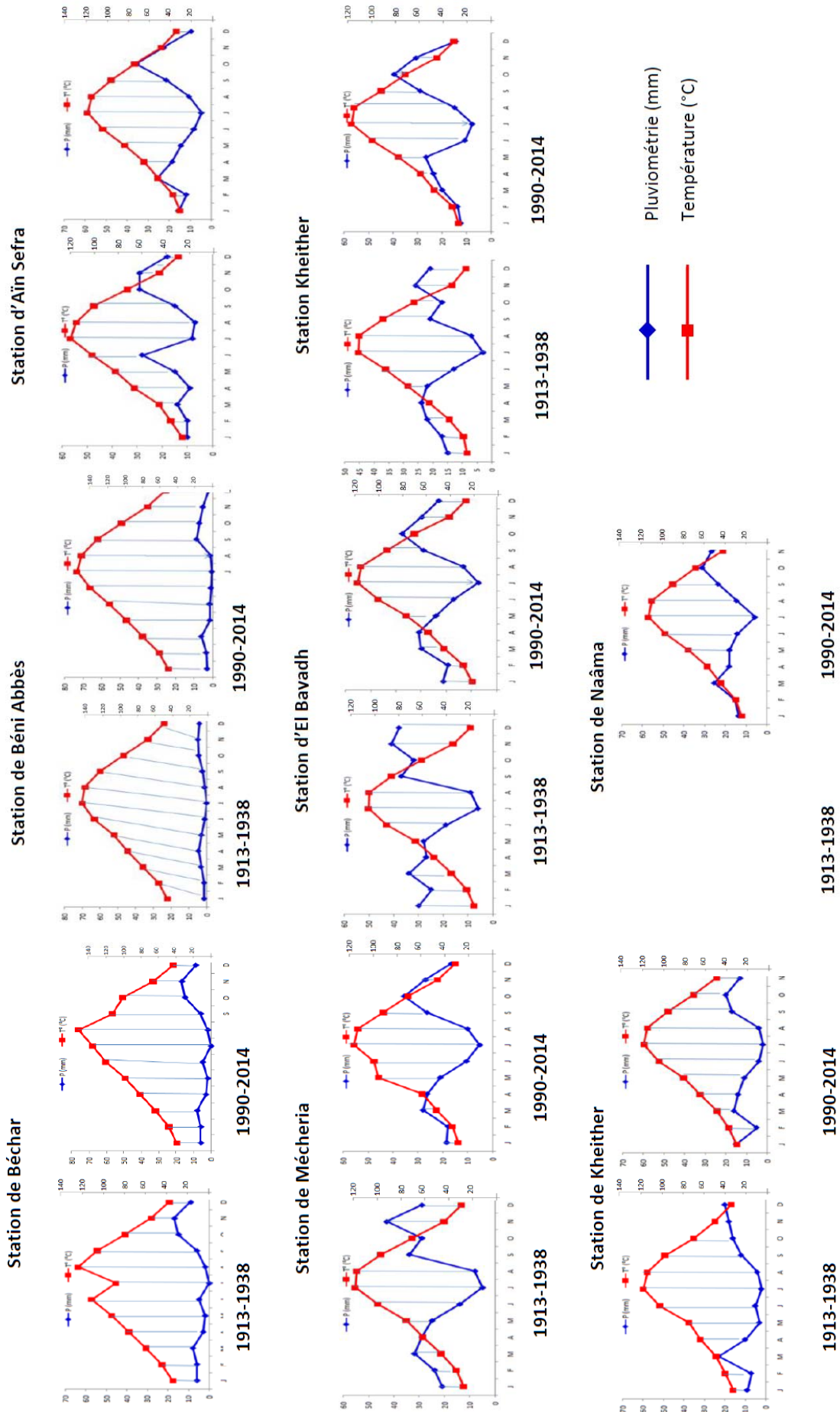


Figure 21. Variation des courbes des diagrammes ombrothermiques dans différentes stations

Conclusion

La région d'étude ne bénéficie pas de conditions climatiques favorables. Elle reçoit annuellement une moyenne inférieure à 300 mm de pluies dans la partie nord de la région (plaines steppiques), de 100 à 200mm dans partie centrale (Atlas saharien) et de moins de 100mm dans la partie sud (domaine saharien), ce qui explique son appartenance à l'étage bioclimatique aride à saharien.

Les données climatiques des stations de la région d'étude nous a permis d'observer l'évolution spatiotemporelle sur un gradient Nord-Sud qui dépend des phénomènes parfois irréversibles comme l'aridité et la désertisation.

La synthèse bioclimatique de différents paramètres climatiques selon la latitude et l'orographie, nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- Climat est du type méditerranéen pour l'ensemble des stations météorologiques de la région d'étude ; pluvieuse en hiver et sec en été.
- La région correspond à une aridité croissante plus ou moins nuancée selon l'orographie, l'étagement du relief et la capacité des substrats à retenir les eaux de précipitations. Contrairement au climat rude des hautes plaines, Climat des zones de montagnes est moins aride. Le facteur orographique est à l'origine du relèvement des précipitations dans la région.
- la pluviosité annuelle faible et de plus en plus irrégulière celle-ci est variable non seulement d'une année à une autre mais, aussi dans sa répartition entre les différent mois. Cette faiblesse des précipitations combinée à l'action des vents secs activent efficacement l'évaporation (dessèchement des sols) et à l'aridité du sol.
- des températures excessivement froides en hiver, accompagnées de gelées fréquentes et de chutes de neige, et des températures très élevées en été, accompagnées d'un faible taux d'humidité. Les températures augmentent et soulignent une sécheresse estivale toujours plus longue, accentuée encore par les caractères de continentalité. Ces températures extrêmes découlent des écarts thermiques brusques et importants, peuvent être à l'origine de dégradation du couvert végétal.

Chapitre II :

Étude édaphique

Chapitre II**Étude édaphique****Introduction**

Le sol est une formation de surface (épaisseur de 10 cm à 150 cm), à propriétés essentiellement dynamiques, souvent différenciée en couches distinctes, à constituants minéraux et/ou organiques généralement meubles, résultant de la transformation d'une roche-mère sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques et différents de cette roche-mère par certains caractères morphologiques, physiques, chimiques et biologiques (**Marcel, 2005**).

Les études édaphiques sur la région méditerranéenne sont nombreuses, il convient de citer les travaux : **Ozenda (1954)** ; **Djebaili (1978)** ; **Pouget (1980)** ; **Benabadji *et al.*, (1996, 2004)** ; **Bouazza *et al.*, (2004)** ; **Lahouel (2013)**, etc. Ces études ont défini les caractéristiques fondamentales physiques, chimiques et biologiques des sols en relation avec la végétation.

La répartition des sols de la région d'étude sont très diversifiés selon :

- La diversité unités géomorphologiques (Djebels et affleurements rocheux, des terrasses récentes, épandages de débordement, chenaux d'oueds alluvionnés, les cuvettes de décantation des eaux de crues, dayas et formations éoliennes, etc.).
- Les conditions particulières de texture et de bilan d'eau (submersion temporaire) déterminent une végétation de type sub-azonal adaptée à ce milieu particulier.
- la présence des dalles, croûte ou encroûtement calcaire à moins de 30-50 cm de profondeur sur les bas versants, hamada.

La méthode utilisée consiste, dans un premier temps, à étudier les caractéristiques générales des sols rencontrés et d'en dégager les principales grandeurs statistiques concernant la granulométrie, la teneur en calcaire et les profondeurs d'apparition de la base des différents horizons. Puis, dans un second temps, de hiérarchiser et de classer les groupes d'horizons selon leur constitution granulométrique en utilisant les méthodes de l'A.C.P. et de la C.A.H. combinées. Ainsi, la C.A.H. nous permettra de distinguer les groupes d'horizons et de visualiser leur comportement selon les axes les plus représentatifs de l'A.C.P. (**Chéry *et al.*, 1999** ; **Ababou *et al.*, 2009**). Nous nous appuierons alors sur le plan principal de l'ACP pour résumer et classer l'information recueillie.

Ensuite, nous comparerons les caractéristiques granulométriques des différents groupes d'horizons ainsi obtenus et nous verrons si ces groupes sont significativement différents par des tests de comparaisons de moyennes. Enfin, l'étude des squelettes granulométriques de différents groupes d'horizons de manière à conclure sur l'origine de la différenciation de la partie la plus fine de leur granulométrie (**Chéry *et al.*, 1999**).

L'étude du sol a pour objectif essentiel la détermination des facteurs édaphiques susceptibles d'exercer un rôle fondamental sur la répartition des végétaux dans la zone.

L'étude édaphique est d'une grande importance, elle nécessite un matériel permettant le prélèvement des échantillons pour la description du profil. Elle a pour objectifs de :

- Pouvoir comprendre la relation sol et groupements à Pistachier de l'atlas afin d'expliquer la distribution actuelle de ces groupements ;
- discuter sur la base d'un ensemble d'analyses granulométriques ;
- décrire et analyser les substrats de la végétation des groupements à *P. atlantica* de nos stations d'étude ;
- faire une comparaison entre les substrats ;
- interpréter la relation sol-végétation et leur relation avec la dégradation ;
- 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. Par exemple des psammophytes (*Aristida pungens*, *Thymelea microphylla*, *Retama retam* ...) sont liées à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne. Ainsi des espèces (*Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Suaeda fruticosa*, *Frankenia thymifolia*, *Salsola sieberi* et *Salsola vermiculata*) halophytiques occupent des milieux salins (chott, sebkha) ;
- montrer l'influence exercée par la végétation sur les processus actuels de pédogenèse en milieu saharien.

Pour connaître les facteurs de fertilité, il est nécessaire d'effectuer des analyses du sol au niveau des terrains où se répartit le pistachier de l'Atlas, afin de réunir, dans la mesure du possible, les conditions favorables à son développement.

L'analyse du sol est importante pour deux raisons :

- du point de vue physique, elle nous renseigne sur la nécessité de caractériser la nature du sol en tenant compte du climat.
- du point de vue chimique, elle nous renseigne sur la richesse du sol en éléments organiques et minéraux.

1. Méthodologie

Dans le cadre de cette étude, la démarche utilisée comporte quatre étapes importantes (Fig.22):

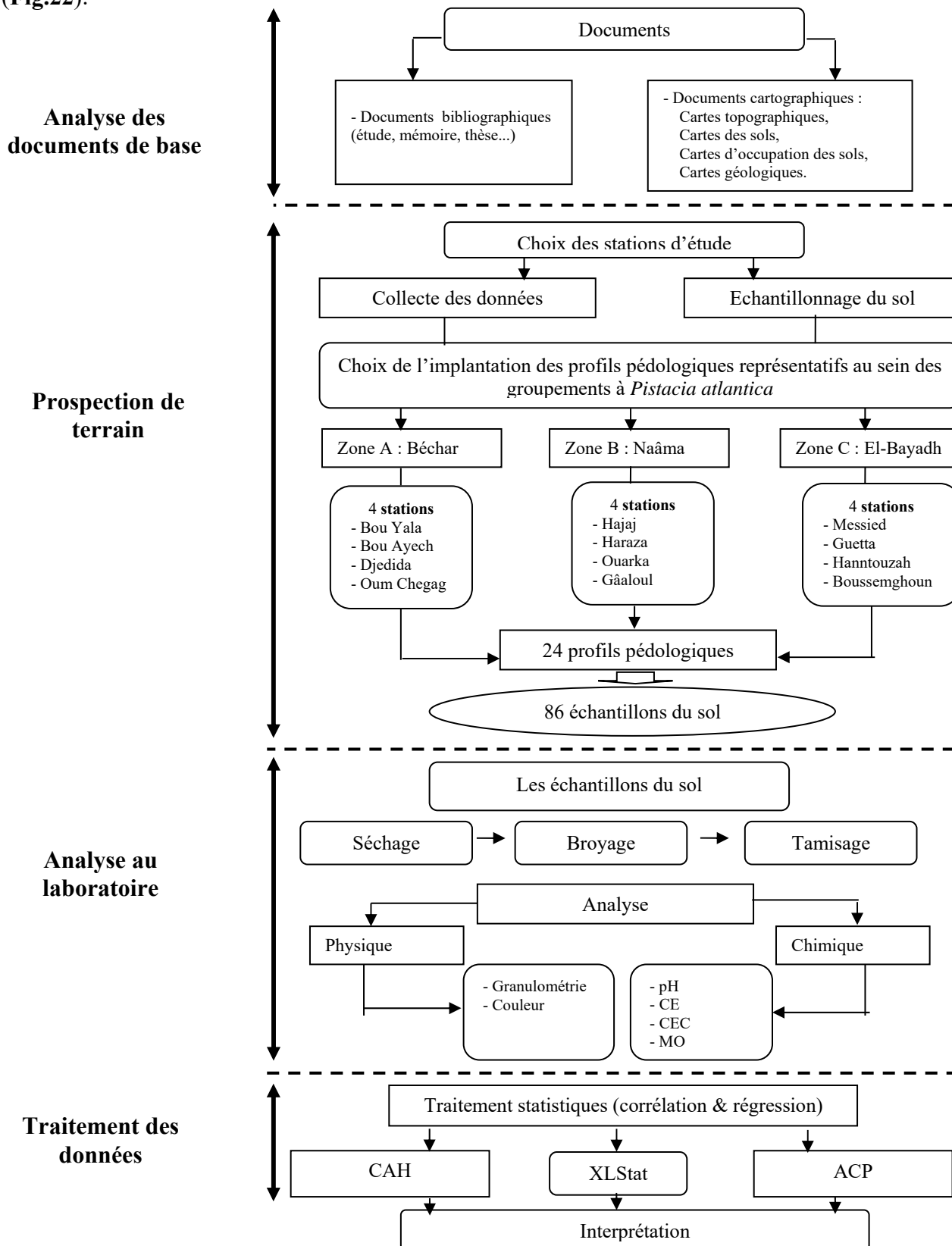


Figure 22. Démarche méthodologique

1.1. Étape 1 : Analyse des documents de base

Cette étape est effectuée au bureau précédant le travail du terrain pour consulter de divers documents existants selon la disponibilité sur la région d'étude:

- Bibliographiques (ouvrages de référence, thèses, mémoires, monographies)
- Cartographiques (topographiques, localisation, géologiques, pédologiques, photographies aériennes ...).

Au cours de cette étape, nous avons :

- collectés des données et informations de base disponibles sur les caractéristiques techniques et les spécificités de la région d'étude.
- Exploiter et synthétiser les données récoltées de différentes sources, documents administratives et académiques (rapports internes, explications orales et mémoires).

A propos de cette étape préliminaire des documents:

- 1) un résumé succinct de tous les documents consultés (bibliographie),
- 2) une délimitation du territoire en unités de pédopaysage par interprétation

Cette étape inclut aussi l'établissement d'un plan général qui guidera la démarche de l'étape suivante et qui comprend :

- 1) la localisation des profils pédologique,
- 2) la distribution de quelques points d'observations
- 3) la sélection des transects.

1.2. Étape 2 : Prospection pédologique

Le sol est une partie de l'écosystème. Mais c'est un des piliers essentiels pour l'existence des groupements à *P. atlantica*.

Elle consiste en une prospection sur le terrain, une prospection de reconnaissance afin de mieux connaître le terrain, et d'avoir une idée générale, lors de cette étape nous avons choisir l'emplacement, et en suite la réalisation des profils pédologiques, à la cour de cette réalisation, un certain matérielle est nécessaire (Une tarière, une pelle, une pioche, une bêche, un marteau, une truelle pour rafraîchir la coupe, des sachets en plastiques pour récupérer les échantillons, Munsell Soil Color Chartes).

Les informations recueillies lors de l'étape documentaire sont à la base de l'organisation des différentes expertises de terrain.

La base des données pédologique a été complétée par des prospections de terrain réalisées principalement pour accomplir et détailler l'information pédologique au niveau de la région d'étude.

L'approche scientifique de prospection des sols est qu'il existe une relation étroite entre la distribution des sols et la physionomie des terrains exprimée en termes de formes topographiques et des groupements à *P. atlantica*.

Après la délimitation de l'aire, par le biais d'un GPS de navigation de type Garmin, nous avons établi un plan, par l'utilisation du logiciel Arc-GIS, sur lequel nous avons définis un plan d'échantillonnage selon une grille régulière, afin de positionner les points de prélèvements des échantillons de sol.

La technique des transects aléatoires convenait parfaitement pour fournir une base statistique à la caractérisation de la variabilité des descripteurs pédologiques en fin de prospection. Cette technique devait donc être adaptée à la démarche expérimentale suivie.

1.2.1- Echantillonnage du sol

Une visite de reconnaissance de terrain a été réalisée et ce, avant l'exécution du plan d'échantillonnage afin d'évaluer son adéquation avec la réalité du terrain. Cette opération est une étape indispensable pour la détermination de l'itinéraire de l'échantillonnage.

La stratégie d'échantillonnage à mettre en place pour procéder à l'investigation des sols est beaucoup plus guidée par la nature des informations recherchées. Cependant l'échantillonnage des sols ne consiste pas seulement à prélever une certaine quantité de sol et à l'analyser au laboratoire, mais il doit répondre à une nécessité liée au contexte du site et à son occupation (**Laperche et al., 2004**).

La technique d'échantillonnage consiste alors à sélectionner systématiquement un certain nombre de profils sur le long de transects aléatoirement et d'en vérifier la fiabilité de l'information pédologique. Il est pour objectif de caractériser les descripteurs analytiques,

L'échantillonnage des sols a été réalisé à partir de 24 fosses pédologiques réparties dans la région d'étude (**Fig.23**). Sur chaque échantillon préalablement tamisé à 2 mm, ont été réalisées une analyse granulométrique (en 3 fractions) et une mesure de la teneur en calcaire total.

Les échantillons du sol ont été prélevés à partir d'un profil pédologique de 1m de plus décrit selon la méthode de **Baize et Jabiol (1995)**. Le profil composé de 3 à 5 horizons différents (H₁, H₂, H₃, H₄, H₅). Pour chaque horizon nous avons prélevé un échantillon dans des sachets étiquetés. On transporte les échantillons au laboratoire pour faire les analyses.

C'est l'étape la plus importante car la qualité des résultats d'analyses obtenus au laboratoire dépendra de la représentativité des échantillons prélevés sur terrain.

Pour notre cas, la méthode systématique portant sur l'ensemble de la région est préférable, cette méthode qui nécessite la réalisation d'un grand nombre de prélèvements et d'analyses se trouve allégée par l'utilisation d'outils analytiques portables ou par les données des études historiques du site suivant ainsi l'homogénéité ou l'hétérogénéité du site.

Plusieurs facteurs peuvent être pris en considération, pour la réalisation de cette opération, tels que le substrat géologique, les lithosols, la géomorphologie, l'occupation des sols et la végétation.

En outre la méthode systématique a l'avantage d'offrir une couverture spatiale exhaustive alors on évite de passer à côté d'une ou de plusieurs informations intéressantes ainsi que la simplicité de mise en place. Elle se fait selon une grille régulière et strictement respectée suivant un intervalle constant appelé le pas du système pour maintenir une densité suffisante (Michinov, 2004 et Long, 1974).

1.2.2. Choix des profils

L'échantillon doit être composé d'un certain nombre de prélèvements élémentaires dans une zone présumée homogène sur une couche d'épaisseur choisie et de profondeur donnée ; ce prélèvement est appelé horizon qui est une couche du profil à propriétés particulières plus ou moins différentes des autres couches.

Les échantillons de sols portent sur les 24 fosses pédologiques (Tab.19) réparties sur l'ensemble des stations d'étude où sont répartis les groupements à *P. atlantica* sont localisés sur le territoire de nord de Béchar (Béni Ounif, Béchar et Lahmar), sud et ouest de Naâma (Aïn Séfra et Aïn Ben Khellil), et la partie sud et ouest d'El Bayadh. Afin d'obtenir une représentativité des stations retenues, nous avons utilisé une méthode d'échantillonnage aléatoire associée à une méthode statistique.

Le choix d'implantation des profils pédologiques est basé sur les critères suivants :

- Les fosses pédologiques ont été creusées au sein des groupements à *Pistacia atlantica* au niveau de la rhizosphère.
- La position géomorphologique de la région.

Tableau 19. Présentation des fosses pédologiques dans les stations d'étude.

	Zone	Station	Commune	Daïra	Altitude (m)	Profils
01	Béchar	Bou Yala	Béni Ounif	Béni Ounif	840	02
02		Bou Ayech	Béni Ounif	Béni Ounif	780	02
03		Djedida	Béchar	Béchar	724	02
04		Oum Chegag	Mougheul	Lahmar	960	02
05	Naâma	Hajaj	Aïn Sefra	Aïn Sefra	950	02
06		Ouarka	Aïn Sefra	Aïn Sefra	1150	02
07		Haraza	Sfissifa	Sfissifa	1400	02
08		Gaaloul	Aïn Ben Khellil	Mécheria	1130	02
09	El-Bayadh	Bousseghoun	Bousseghoun	Bousseghoun	822	02
10		Hanntouzah	El-Biodh S Chikh	El Biodh S Chikh	960	02
11		Messied	Ben Amar	Boualem	990	02
12		Guetta	Ben Amar	Brézina	972	02
Total		12				24

1.2.3. Etude des sols

Pour étudier des couvertures pédologiques, il est indispensable de creuser des tranchées, des fosses ou simplement de prélever des carottes au moyen d'une tarière.

L'étude des sols a été effectuée, entre 15 mars et 15 Mai l'année 2015. Ces profils ont servi à la description des sols et le prélèvement des échantillons afin de déterminer leurs caractéristiques physico-chimiques.

Pour chaque horizon, délimité, des échantillons de sol ont été prélevés, en commençant par les horizons sous-jacents, vers les horizons de surface, pour éviter de contaminer les échantillons issus des horizons de profondeur.

Chaque échantillon recueilli est mis dans un sachet en plastique qui porte un code relatif à l'horizon et au profil aux quels il correspond, puis transporté au laboratoire, là tous les échantillons sont préparés en vue des analyses :

- par un séchage à l'air, en salle, est préférable (2 à 4 jours) séchage lent qui seul peut conserver au sol ses propriétés.

-Par tamisage à 2 mm, séparant la terre fine de la fraction grossière, la terre fine est mise dans des sachets en plastique portant un code relatif à l'horizon et au profil, c'est sur cette terre fine qu'on a réalisé une série d'analyses physico-chimiques.

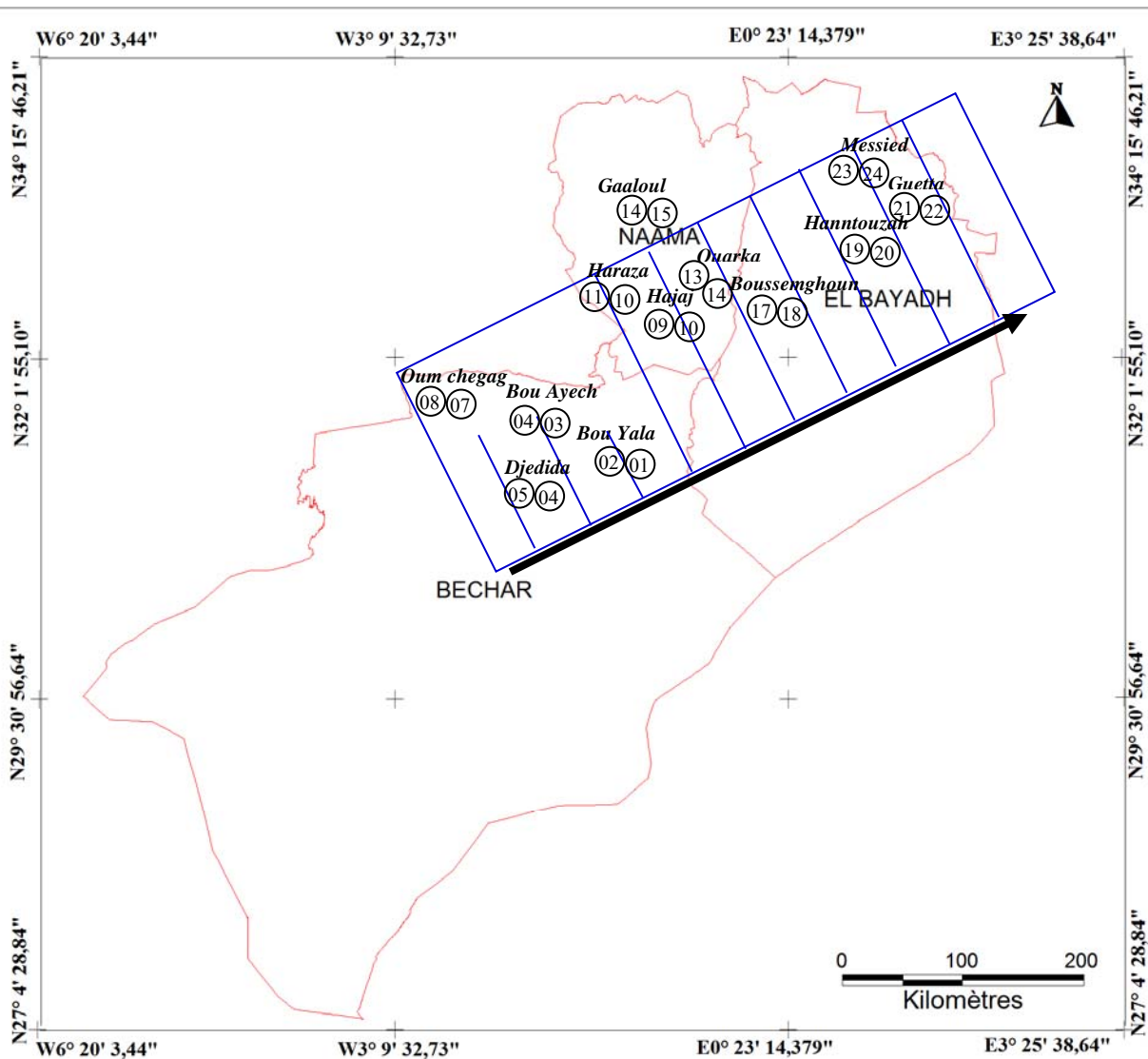
Les échantillons de sol prélevés ont été codés et mis dans sachets en plastique bien fermés, pour les analyses. Les analyses ont été effectuées au :

- Laboratoire de pédologie de notre faculté,
- Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest (L.T.P.O.) de Tlemcen,
- Laboratoire de la Station d'Observation, Direction de l'Environnement Wilaya de Naâma,
- Institut National des Sols, Irrigation et Drainage (I.N.S.I.D.) d'El Matmar (Relizane).

Ces analyses permettent de vérifier les observations de terrain et facilitent la classification des sols.

1.3- Etape 3 : Prélèvement et Analyses

L'emplacement du prélèvement a été choisi au sein des stations. Les prélèvements des échantillons ont été effectués pour un niveau situé entre (0-100 cm) de profondeur.



Légende :

- ②③ Numéro de profils
- ↗ Transect
- ▭ Aire de répartition des groupements à *Pistacia atlantica*

Figure 23. Carte de localisation des fosses pédologiques dans la région d'étude

1.3.1. Description des profils

La composition granulométrique de 86 horizons a été déterminée au laboratoire. Ces horizons étaient issus de 24 fosses pédologiques réparties dans l'aire d'étude.

Tableau 20. Localisation des points de prélèvement des échantillons des profils

N°	Zone	Station	N° du Profil	Nombre d'horizons	Profondeur (cm)	Latitude X	Longitude Y	Altitude Z (m)
01	Béchar	Bou Yala	P1	3	34	N31°59'34,96''	W001°31'22,71''	910
02			P2	3	44	N32°00'02,40''	W001°32'06,60''	917
03		Bou Ayech	P3	3	52	N32°00'14,44''	W001°38'31,70''	953
04			P4	3	80	N32°00'47,44''	W001°38'37,79''	965
05		Djedida	P5	3	52	N31°49'02,03''	W001°45'39,62''	756
06			P6	3	64	N31°48'02,44''	W001°44'57,13''	744
07		Oum Chegag	P7	3	73	N32°04'44,85''	W002°16'10,05''	975
08			P8	3	80	N32°04'47,32''	W002°16'17,74''	976
09	Naâma	Hajaj	P9	3	26	N32°43'40,7''	W000°25'20,3''	1027
10			P10	4	40	N32°37'43,8''	W000°23'21,9''	959
11		Ouarka	P11	4	80	N 32°48'44,8''	W000°13'50,2''	1135
12			P12	3	54	N32°49'03,8''	W000°13'50,8''	1146
13		Haraza	P13	4	75	N 33°01'08,0''	W000°36'30,6''	1297
14			P14	3	51	N32°00'57,0''	W000°40'43,9''	1331
15		Gâaloul	P15	4	70,5	N 33°24'29,5''	W000°55'50,8''	1117
16			P16	5	62,5	N 33°23'26,1''	W000°57'38,8''	1120
17	El-Bayadh	Messied	P17	4	48	N 33°19'35,9''	E001°37'06,3''	990
18			P18	5	86	N 33°19'36,0''	E001°37'18,2''	995
19		Guetta	P19	4	80	N 33°15'32,6''	E001°37'00,5''	973
20			P20	3	68	N33°15'33,2''	E001°37'01,4''	970
21		Hanntouzah	P21	3	47	N 33°02'29,0''	E001°02'04,0''	959
22			P22	4	80,5	N 33°02'40,2''	E001°02'16,6''	961
23		Boussemghoun	P23	4	59	N 32°33'12,5''	E000°01'38,5''	831
24			P24	5	92	N 32°46'40,7''	E000°00'05,6''	938
Total	3	12	24	86				

Quant à la description morphologique des horizons de chaque solum, nous avons retenu les caractéristiques suivantes :

- ✓ Epaisseur (cm).
- ✓ Humidité.
- ✓ Couleur (Munsell Soil Color Charts).
- ✓ Texture.
- ✓ Structure.
- ✓ Eléments grossiers (dimension, nature, abondance).
- ✓ Racines (présence, taille, nature).
- ✓ Limite entre les horizons.



Figure 24. Les fosses pédologiques dans les stations d'étude

Cliché Benaradj A.

1.3.2. Analyses au laboratoire

Les échantillons de sols ont été séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2 mm, pour obtenir de la terre fine qui va servir à toutes les analyses physiques, physico-chimiques, chimiques.

Une fois les échantillons de sol séchés, broyés et passés sur des tamis à maille carrée de 2mm, nous avons procédé aux mesures de la granulométrie, du pH, du calcaire, du carbone, de la conductivité électrique (CE) des cations échangeables et des sels solubles.

Tout d'abord les échantillons de sol ont été séchés à l'étuve à 105°C, pendant une nuit. La différence entre le poids avant et après le séchage exprime la teneur en eau de l'échantillon initial.

1.3.2.1- Analyses physiques du sol

- L'analyse granulométrique a été réalisée par la méthode à la pipette de Robinson. Elle consiste tout d'abord à détruire la matière organique à l'eau oxygénée (H₂O₂) et à disperser l'argile par l'héxamétaphosphate de sodium. La texture du sol est ensuite déterminée les différents pourcentages (%) des particules du sol (Argile, Limon et Sable), en séparant les fractions granulométriques: les limons grossiers (20 à 50 µm) et limons fins (2 à 20 µm) ; les argiles (0 à 2 µm), les sables fins (50 -200µm) et sables grossiers (200-2000µm).

- détermination de la couleur du sol est déterminée par référence à un code international de couleur ; *le code Munsell* (Munsell Soil Color Chart).

1.3.2.2- Analyses chimiques du sol

- La mesure du pH a été effectuée par un pH-mètre, avec un rapport sol – eau est de 1/2.5. La valeur du pH (acidité effective) des échantillons de sols a été obtenue par la méthode électrométrique au pH-mètre avec une électrode en verre.

- La mesure de la conductivité électrique de l'extrait dilué au 1/5(CEd) exprimée en µS/cm, a été effectuée avec un conductimètre, avec un rapport sol-eau de 1/5;

- la mesure de la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée (CE_{ps}) exprimée en dS/m ;

- Le dosage du calcaire total (en %) a été réalisé par le calcimètre Bernard ;

- Le carbone organique (en g.kg⁻¹) : dosage par la méthode Ane ;

- La matière organique : déterminé par dosage du carbone organique en appliquant la formule (MO% = C *1,72).

1.4. Traitement des données

Notre travail a été motivé par une analyse des composantes principales (ACP) afin de corrélérer les paramètres entre eux, pour mieux appréhender la relation sol et groupements à *Pistacia atlantica*.

Cette analyse positionne d'une part les variables entre elles de façon à les mettre en évidence, et d'autre part, elle permet de positionner les individus entre eux. Deux points proches auront donc des caractères similaires.

Les paramètres édaphiques sont déterminés pour chacune des 12 stations retenues dans notre étude : Altitude (m), Profondeur (cm), granulométrie (Argile (%), Limon (%), Sable (%)), pH, CaCO₃ (%), CE (µS/cm), Salinité (mmhos) M. O. (%) et l'Humidité (%).

L'ensemble des traitements numériques a été réalisé à l'aide des logiciels Xlstat v 2016 et Statistica.

Trois types de traitements statistiques ont été réalisés:

- des traitements statistiques "classiques" (moyenne, écart-type, médiane...) et des histogrammes qui permettent de présenter de façon synthétique les données.
- une analyse en composantes principales (A.C.P.)
- une classification ascendante hiérarchique (C.A.H.).

2. Résultat et interprétation

La répartition de la végétation est influencée par l'interaction complexe d'un ensemble de facteurs climatiques, édaphiques et l'action anthropique.

En général, les sols steppiques sont squelettiques, c'est-à-dire pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur. Nous trouvons en effet, des sols récents, des sols dégradés et des sols évolués.

2.1- Analyses physiques

2.1.1- La granulométrie :

Tous les sols étudiés renferment des éléments grossiers en quantités parfois élevées. D'après les résultats sur la figure ci-après (**Tab.A** en annexe), nous constatons une différence du point de vue texture entre les douze stations d'étude.

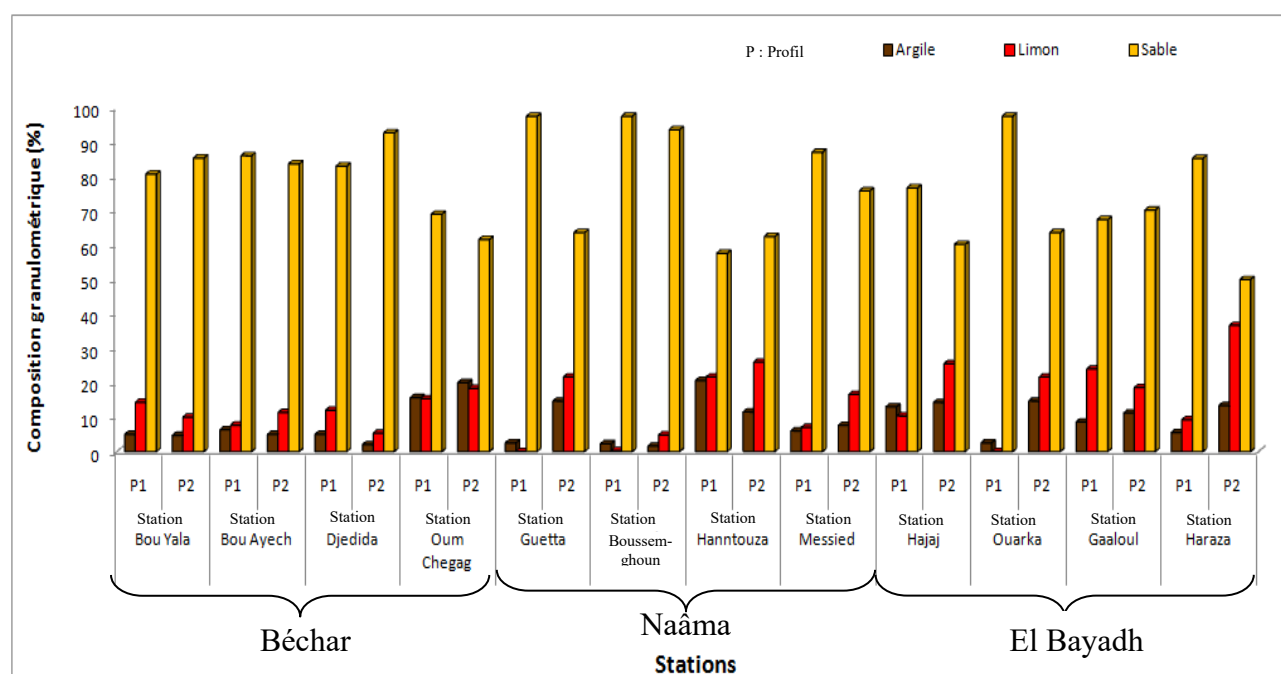


Figure 25. Variabilité de la composition granulométrique entre les stations d'étude.

D'après la figure 25, nous constatons une différence entre les stations selon la situation géomorphologique (relief, altitude, végétation...).

Dans les profils, la fraction argileuse est de 3.5 et 18% dans la première région de Béchar, tandis que 8.87 et 24.28 % dans la 2^{ème} région de Naâma et enfin de 1,5 et 7.28% dans la 3^{ème} région d'El Bayadh. Pour la fraction limoneuse, elle est de 10 à 14% (Béchar), 8 à 11% (Naâma) et 19 à 25% (El Bayadh). Ainsi que la fraction sableuse varie entre 80 à 85% dans la zone de Béchar, (61 à 70%) à Naâma et (60 à 95%) dans la zone d'El Bayadh.

Nous remarquons que les fractions granulométriques prédominantes sont les fractions sableuses. Les fractions limoneuse et argileuse sont peu représentées avec une moyenne qui varie entre 7 et 20%, dans tout le profil. Nous observons, au niveau des horizons profonds, une diminution de la fraction sableuse. Les horizons seraient sensiblement plus argileux en profondeur.

La texture très grossière et poreuse est bien significative, tous les échantillons sont sableux à sablo-limoneux ou sablo-argileux. Cette dominance du sable dans les échantillons entraîne une bonne aération du sol et facilite la pénétration de l'eau de pluie en profondeur, ce qui maintient les réserves d'eau utilisées par l'espèce pendant la saison sèche.

2.1.2- Triangle de texture

Les compositions granulométriques sont réduites à trois fractions (Argile, Limon et Sable) exprimées selon le mode « 4 » (donc somme de ces trois fractions =100 %). Il en existe de nombreux modèles mais le principe est toujours le même ; que le triangle soit équilatéral ou rectangle, on positionne la composition granulométrique selon les trois fractions.

On peut citer le diagramme U.S.D.A. (12 classes), le diagramme de la carte mondiale des sols FAO (3 classes) le diagramme belge (7 classes), ainsi que les triangles anglais, néerlandais, allemand, etc.

Dans notre travail nous avons utilisé le diagramme de textures de l'U.S.D.A.

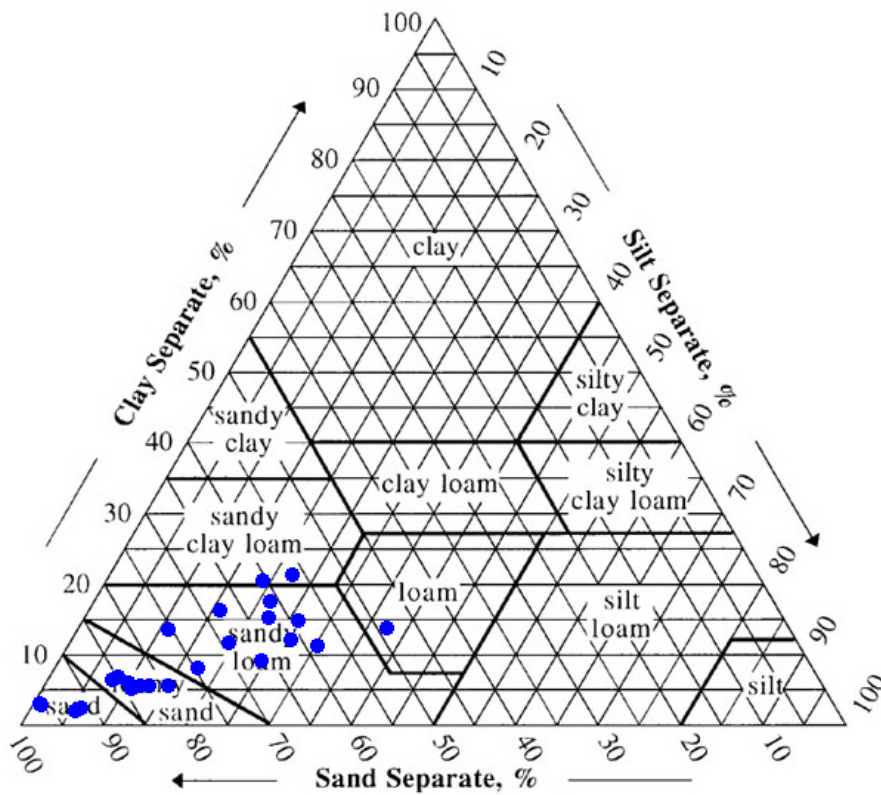


Figure 26. Diagramme triangulaire des classes texturales de sol des profils pédologiques dans les stations d'étude d'après les dimensions des particules (U.S.D.A., 1975)

Une nette prédominance de la texture sableuse apparaît dans l'ensemble des stations d'étude. Le triangle des textures nous montre que les sols de la région d'étude sont à texture sableuse à limono-sableuse. La texture dominante est limono-sableuse (LS) ; une texture grossière sablonneuse dans la plus part des profils surtout dans les horizons de surface.

Par la suite, la formation éolienne correspondant se serait déposée sans subir de modifications de composition granulométrique. Cette formation éolienne aurait eu pour origine des formations géologiques moins argileuses et à teneur en limon grossier plus élevée.

Cette dominance est due à des exigences écologiques (**Fig.27**):

- L'optimum d'argile pour l'espèce étudiée varie entre 7 à 12%
- L'optimum de limon pour l'espèce étudiée varie entre 10 à 20%
- Sable de 70 à 80 %

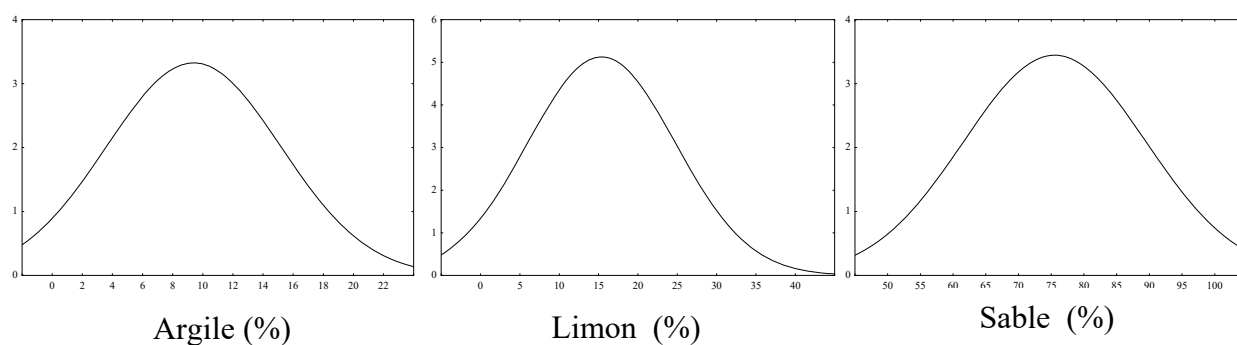


Figure 27. Optimum des éléments granulométriques.

La variation texturale peut devenir fine et même très fine en profondeur. La structure présente alors des caractères vertiques plus accentués. Les caractères vertiques (structure) ne sont pas très nets. Cependant nous avons considéré qu'il était important de les faire ressortir assez haut dans la classification pour individualiser les sols de dayas.

Ce sont des sols très perméables favorisant ainsi le développement et l'installation des espèces: psammophytes (*Stipa tenacissima*), halophytes (*Hammada scoparia*) et hygrophytes (*Lygeum spartum* et *Helianthemum virgatum*).

2.2- Analyses chimiques

2.2.1- Le pH :

Les résultats la figure 28 montrent que le pH oscille entre 7,35 et 8,15.

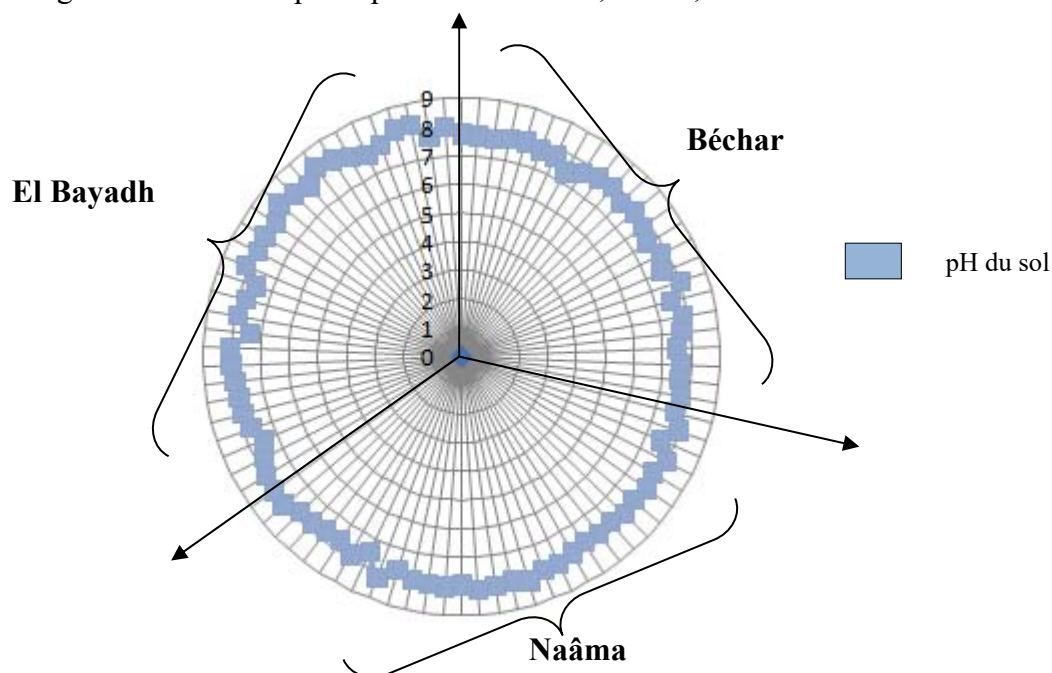


Figure 28. Valeurs du pH de différents profils pédologiques réalisés

On voit que le pH est compris entre 8.26 et 8.52 donc un coefficient de variation faible. Ces valeurs correspondent à une réaction du sol relativement alcaline, caractéristique principale des sols calcaires et des sols salés des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien.

2.2.2- Matière organique

Les résultats obtenus indiquent que la teneur en matière organique augmente d'une façon significative avec la profondeur dans la majorité des profils.

D'après la figure 29, on constate qu'il y a une différence frappante de la teneur en matière organique entre les différentes stations d'étude. Les sols sont riches en matière organique surtout dans les stations des dayas (cas d'Oum Chegag, Gâaloul, Hanntouzah, Messied et Guetta).

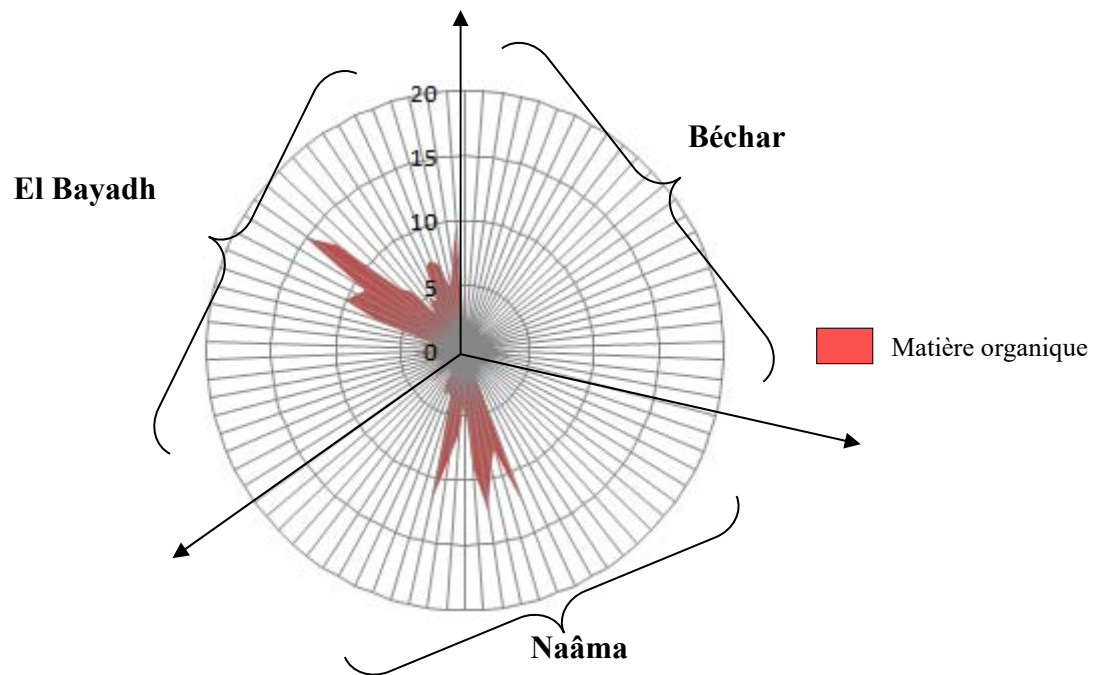


Figure 29. Variation de la teneur en Matière Organique dans les stations.

Les sols des groupements à *P. atlantica* sont plus ou moins riches en matière organique dans les dayas par rapport aux autres stations. La quantité de la matière organique dans les horizons dépend de l'âge de *P. atlantica* et du type du cortège floristique, la teneur en matière organique dépasse partout 3 % et peut atteindre jusqu'à 12,6 % (**Fig.30**).

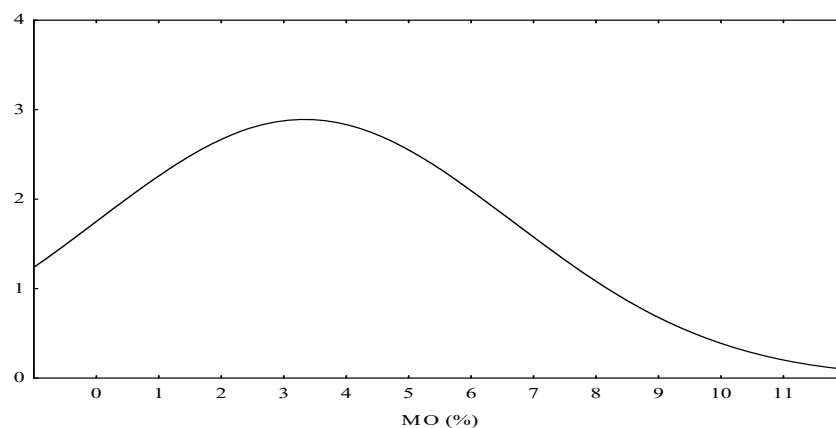


Figure 30. Teneur en matière organique

La quantité et la nature de matière organique fraîche, ainsi restituée au sol, dépendent largement de la végétation existante. Cette matière organique est leur origine de la litière augmente avec la présence de la strate arborée telle que le pistachier de l'Atlas (feuilles, fleurs et graines, système racinaire).

Cette enrichissement en matière organique s'explique vraisemblablement par l'influence de l'intense activité biologique qui par brassage a eu pour effet de réduire les différences de composition. Ainsi cette richesse du sol en matière organique est due au caractère alluvionnaire par le ruissellement des particules et de la végétation dans ces cuvettes (dépression).

Selon **Pouget (1980)** la végétation exerce une influence directe sur le sol en lui fournissant la matière organique, l'un de ses constituants essentiels, que se soit sous forme de litière par la décomposition sur place du système racinaire.

2.2.3- Le calcaire (CaCO_3) :

On observe que les substrats contiennent généralement des quantités en carbonate de calcium dans les horizons plus proches de la croûte calcaire en profondeur. Le pourcentage moyen varie entre 2 et 15 %. Ils présentent des accumulations calcaires sous forme d'encroutement.

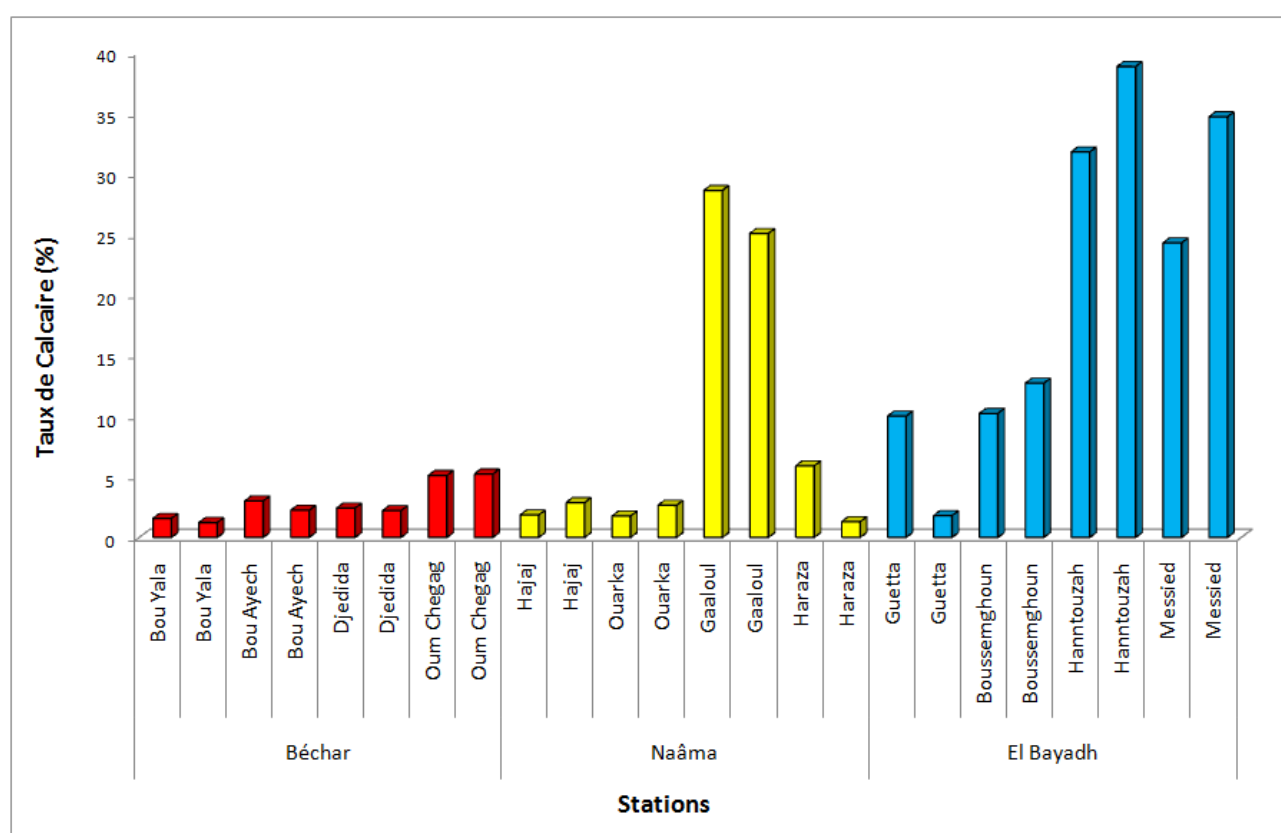


Figure 31. Taux du calcaire dans les stations d'étude

La teneur en calcaire ($\text{CaCO}_3\%$) est liée soit à la nature du substrat soit aux différents apports naturels (**Fig.31**). Les résultats d'analyses montrent que les teneurs en calcaire varient entre 15.63 et 24.8% avec une moyenne de 19.74%, ce taux augmente avec la profondeur.

La teneur en calcaire varie nettement dans les profils de sol. Nous observons que, dans les dayas, les sols renferment des quantités très importantes (10 à 20 % de CaCO_3) par rapport aux autres stations. Cette présence se trouve liée aux travaux de labours et l'accumulation des alluvions par le ruissellement. En plus, le système racinaire de notre espèce joue un rôle de fragmentation et de désagrégation de la croûte calcaire sous-jacente.

Si l'on examine maintenant les teneurs en carbonates (CaCO_3), on constate que, contrairement aux variables granulométriques, moyenne et médiane sont nettement différentes (plus de 50 % des horizons ne sont pas carbonatés). Ceci traduit bien le fait que certaines fosses présentent des horizons calcaires dès la surface, alors que d'autres fosses révèlent des profils totalement décarbonatés superficiellement.

Notons que, lorsque le substrat calcaire est proche de la surface (< 30 cm), les horizons sont carbonatés dès la surface. Il s'agit là très vraisemblablement d'une recarbonatation secondaire à la suite de la mise en culture.

Les massifs montagneux sont formés de calcaire fissuré, les roches de ces massifs reposent sur des grès poreux. Ces derniers reposent à leur tour sur des argiles et des marnes (**Benest, 1985**).

Les meilleurs sols convenant au développement du Pistachier sont bien pourvus en calcaire (jusqu'à 25-30 %) légers, suffisamment pénétrables aux racines et chauds. L'arbre peut vivre parfois sur des sols siliceux ou silico-argileux pourvu qu'ils soient bien drainés et ne soient pas absolument dépourvus de calcaire. Cette exigence en calcaire est cependant caractéristique de l'espèce.

2.2.4- La conductivité électrique

La conductivité électrique dépend de la teneur en électrolytes (Cl , SO_4^- , CO_3^- , Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++}); le terme salé semble indiquer la prédominance du chlorure de sodium assez souvent.

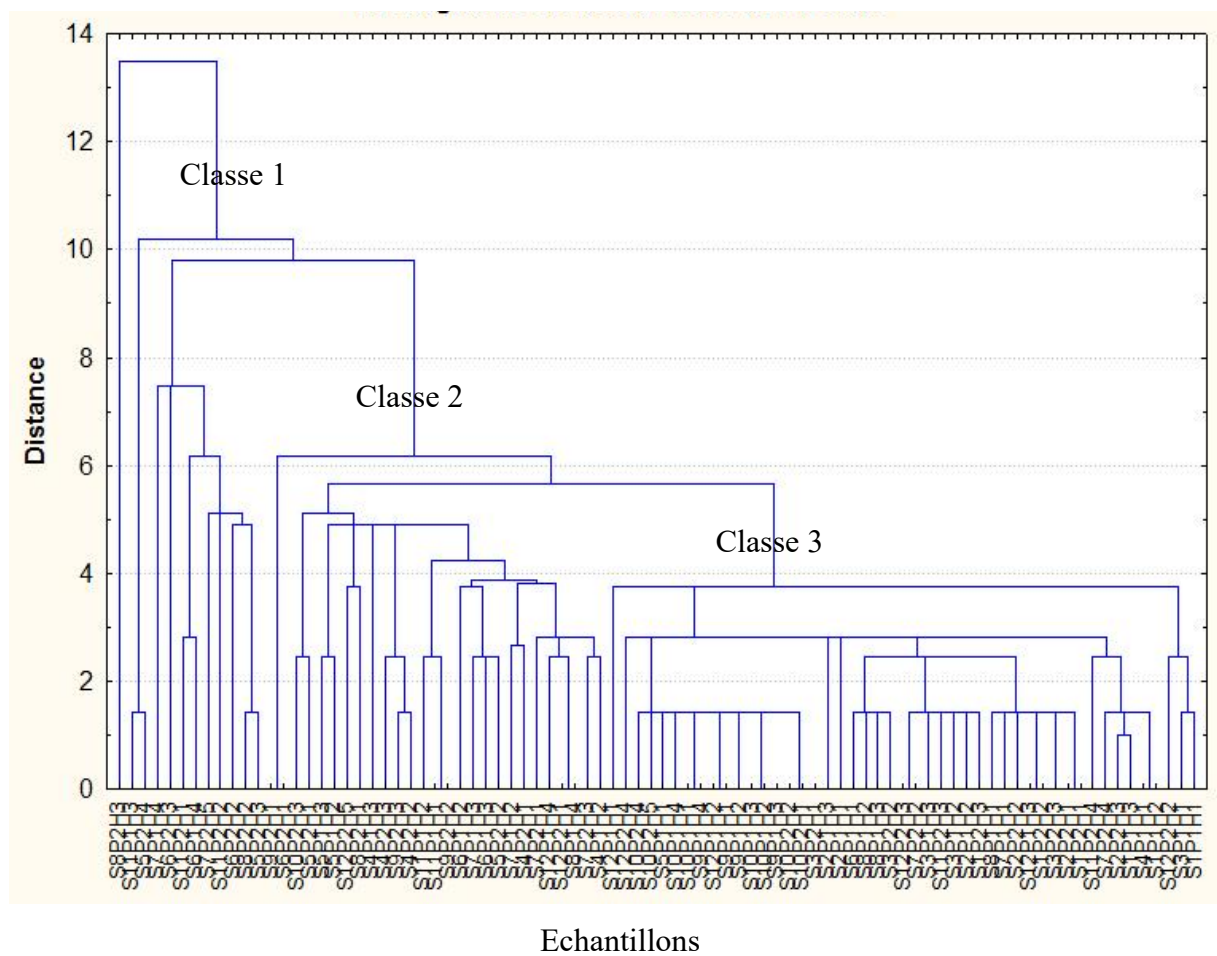
La conductivité électrique mesurée révèle des sols non salés pour l'ensemble des stations d'étude, où les mesures effectuées donnent lieu à des valeurs variant entre 0,1 et 0,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A ce propos, nous avons remarqué que ces valeurs deviennent importantes avec la profondeur du profil.

La salinité reste faible (inférieure à 2 - 3 mmhos) sauf à Messied où les sols sont peu évolués halomorphes ce qui a favorisé l'installation d'espèces halophytiques (*Spergularia salina*, *Spergula marginata*)

2.3. Traitements des données

2.3.1. Classification Ascendante Hiérarchique (A.C.P.)

Nous avons effectué une classification ascendante hiérarchique (C.A.H.) qui a mis en évidence 3 grandes classes d'horizons (**Tab.21**). Ces classes ont été reportées sur le plan 1-2 issu de l'A.C.P. (**Fig.32**). Ainsi, nous avons pu visualiser la répartition de ces classes d'horizons selon les axes 1 et 2 qui représentent à eux deux plus de 68 % de l'information. On constate alors que les horizons les plus sableux se situent plutôt dans la partie "nord-ouest" du graphique et que les horizons les moins sableux se placent à l'opposé, en pourcentage de terre fine non calcaire).



** S : Station, P : Profil, H : Horizon, les chiffres (0-12) : numéro (de la station, du profil et de l'horizons)

Figure 32. Dendrogramme de la C.A.H. de 86 échantillons de 24 fosses pédologiques dans la zone d'étude

Cette méthode de classification nous a permis d'identifier les classes suivantes:

Tableau 21. Types des textures de différents échantillons

Classe	Echantillons	Texture	Pourcentage (%)
Classe 1	S08P2H3, S11P1H3, S05P2H4, S07P1H4, S06P2H3, S11P2H3, S06P1H4, S07P2H5, S11P2H2, S06P2H2, S08P2H2, S05P2H3 S09P2H1	Argilo-limoneuse	12%
Classe 2	S06P2H1, S10P2H3, S05P2H1, S05P1H3, S05P1H2, S12P2H5, S08P2H1, S04P1H3, S04P2H3, S09P2H3, S04P2H2, S11P1H2, S11P1H1, S09P2H2, S06P1H2, S07P1H3, S05P2H2, S07P1H2, S04P2H1, S12P2H1 S12P1H4	Sablo-limoneuse	25%
Classe 3	S08P1H4, S07P2H3, S04P1H2, S12P1H1, S12P2H4, S10P2H4, S10P2H5, S05P1H1, S10P1H4, S10P1H1, S09P1H4, S12P1H2, S09P1H1, S09P1H2, S10P1H3, S10P1H2, S09P1H3, S10P2H2, S10P2H1, S03P2H1, S02P1H3, S02P1H1, S06P1H1, S08P1H2, S08P1H3, S03P2H2, S12P2H3, S07P2H2, S03P1H3, S11P2H3, S03P1H2, S02P1H2, S01P2H3, S08P1H3, S07P1H1, S02P2H2, S12P1H3, S01P2H2, S03P2H3, S02P2H1, S01P2H1, S11P2H4, S07P2H4, S02P2H3, S01P1H3, S04P1H1, S01P1H2, S12P2H2, S02P1H1 S01P1H1	Sableuse	63%
** S : Station, P : Profil, H : Horizon, les chiffres (0-12) : numéro (de la station, du profil et de l'horizons)			

2.3.2. Analyse en Composantes Principales (A.C.P.)

Les résultats suivants ont été obtenus par une A.C.P. effectuée sur la matrice des corrélations.

Nous avons un premier axe factoriel représentant à lui seul 35,37% (facilement identifié) de la variabilité totale. Il est suivi ensuite par trois autres axes avec respectivement des inerties de 27,38%, 11,06% et 10,26%.

L'A.C.P. et plus particulièrement l'étude des plans 1-2 et 1-3 (espace des individus) permet la distinction de plusieurs groupes d'horizons. En étudiant de plus près ces groupes, on constate la présence d'un ensemble d'horizons fortement éloigné sur l'axe 1 et qui représente les individus les plus calcaires (**Fig.33**).

Cependant, il est difficile de distinguer, à partir de l'analyse des plans 1-2, 1-3 et 2-3, les horizons qui sont les plus argileux de ceux qui le sont le moins.

Tableau 22. Valeurs propres et variabilité.

	F1	F2	F3	F4
Valeurs propres	3.5372	2.7387	1.1063	1.0263
Variabilité (%)	35.3718	27.3868	11.0629	10.2630
% cumulé	35.3718	62.7586	73.8215	84.0845

Les résultats du tableau **22** montrent que l'axe 1 est le plus long des axes et explique à lui seul 35,37 % de la variabilité, alors que l'axe 2 ne représente que 27,38% de cette variabilité. Le premier axe est très bien corrélé aux données environnementales (voir plus loin) contrairement aux autres axes.

Les quatre premiers axes fournis par l'ordination en espace réduit des facteurs édaphiques sont aussi écologiquement interprétables.

Les caractéristiques édaphiques recensées sont de deux types. Le premier concerne les caractéristiques physiques (granulométrie, couleur) et chimiques du sol (pH, MO, CE, CaCO₃). Dans notre cas, on voit que la première valeur propre vaut 3.53 et représente 35,37% de la variabilité. Cela signifie que si l'on représente les données sur un seul axe, alors on aura toujours 51% de la variabilité totale qui sera préservée.

Cela suppose que l'ensemble des données est sous l'influence d'un seul gradient dominant. La projection des différentes variables environnementales (**Fig.30**) montre deux groupes de variables qui s'opposent sur le premier axe : le premier groupe, négativement corrélé à ce premier axe, se compose de la conductivité, l'argile, le sodium, le calcium et de la dureté totale. Le deuxième groupe est quant à lui positivement corrélé à cet axe et se compose de l'altitude, du diamètre moyen pondéral, du CaCO₃, de la matière organique et du sable. Les deux variables majeures conditionnant cet axe sont la conductivité et l'altitude.

Notons également que dans un souci de lisibilité, l'interprétation de l'A.C.P. n'a été réalisée que sur 3 axes qui représentent à eux seuls plus de 70 % de l'information.

Le tableau **23** résume les résultats de l'analyse des redondances A.C.R. totale (86 échantillons et 11 variables édaphiques) et les corrélations significatives entre les deux premiers axes et les variables environnementales ($p < 0,01^{**}$; $p < 0,05$)*. Ce sont au total 11 paramètres qui seront traités grâce à l'A.C.P.

Tableau 23. Résultats de l'analyse des redondances A.C.R.

Corrélation Axe – Variable	F1	F2	F3	F4
Altitude (m)	0,5585	-0,3725	-0,2531	0,2611
Profondeur (cm)	-0,1130	-0,2496	0,8053	-0,2965
Argile (%)	0,6012	-0,6296	0,2076	-0,0648
Limon (%)	0,6371	-0,6654	-0,1970	-0,1417
Sable (%)	-0,6771	0,7078	0,0462	0,1220
pH	0,6654	0,6492	-0,1155	0,1615
CaCO ₃ (%)	0,7567	0,5580	0,0431	-0,1210
CE (μS/cm)	0,5761	0,4296	0,4188	0,0266
Salinité (μS/cm)	0,1801	-0,1702	0,3450	0,8661
MO (%)	0,7792	0,5012	0,0066	-0,1986
Humidité (%)	0,7292	0,5612	0,0566	-0,1086

L'analyse des redondances montre que la variabilité expliquée par les quatre premiers axes est de 29,4% (**Tab.23**). Les axes les plus fortement corrélés entre eux sont les premiers axes de chaque ensemble de données.

Cet ordre signifie que la distribution des groupements à *P. atlantica* au niveau du Sud-oranais est fortement liée à la matière organique et au CaCO₃, à l'altitude, la conductivité, la texture du sol et à un degré moindre à la salinité.

L'interaction de ces groupements avec les facteurs abiotiques justifie les principales sources de variation et met en évidence de différentes stations bien marquées,

2.3.2.1. Corrélations entre les variables et les axes

- Plan factoriel sur les axes F1 et F2 (Fig.33)

Le graphique des axes partiels révèle que la variabilité expliquée par les deux premiers axes (F1 et F2) est hautement significative ($F = 62,76\%$) de la variabilité totale de l'analyse (**Tab.22**). On se limitera dans l'interprétation des résultats à l'étude de ces deux premiers facteurs et du plan qu'ils engendrent.

Pour déterminer la source de variabilité représentée par le second axe, on oppose les éléments situés en bas à ceux qui sont situés en haut. Le graphique suivant montre les observations :

- Le premier axe canonique, très hautement significatif, (représente $F=67,76\%$) de la variabilité observée, explique à lui seul 35.37% de la variabilité totale et 73.82% de variance de la relation groupements à *P. atlantica* et variables environnementales édaphiques. Cet axe est positivement corrélé au pH, la CE, le CaCO₃ et la matière organique d'une part, et négativement corrélé à la fraction du Sable, le Ca⁺⁺, le Na⁺, et l'argile (**Tab.23**) d'autre part. De ce fait, la texture du sol observé a un effet considérable sur la répartition spatiale des groupements à *P. atlantica*.

- Le deuxième axe exprime 27.38 % de la variabilité totale des variables édaphiques et 62.75 % de variance de la corrélation entre variables environnementales et les groupements. Il est positivement corrélé aux variables édaphiques tels que le sable (%). Les facteurs d'ordre textural, principalement le rôle des horizons d'accumulation des sables recouvrir plusieurs types de sol : ainsi l'importance du facteur « sable » se manifeste par la sélection de plantes indicatrices de la texture dites « plantes psammophiles ». Il est en revanche négativement corrélé à la profondeur, à la salinité, au limon, à l'argile et à l'altitude. En somme, nous considérons que la variance de 46.6% de variabilité expliquée par ces deux premiers axes canoniques est largement suffisante pour tirer des conclusions sur la relation entre la répartition des groupements à *P. atlantica* et variables environnementales édaphiques dans le Sud-oranais.

De ce fait, le relief observé au niveau de la région d'étude (monts de l'Atlas saharien) a un effet considérable sur la répartition spatiale des groupements. Les altitudes relativement hautes sont quant à elles caractérisées par un taux d'humidité et un taux de matière organique légèrement élevé, ce qui améliore la structure du sol et laisse apparaître un cortège floristique plus diversifié surtout arborescent par *P. atlantica* et *Ziziphus lotus*.

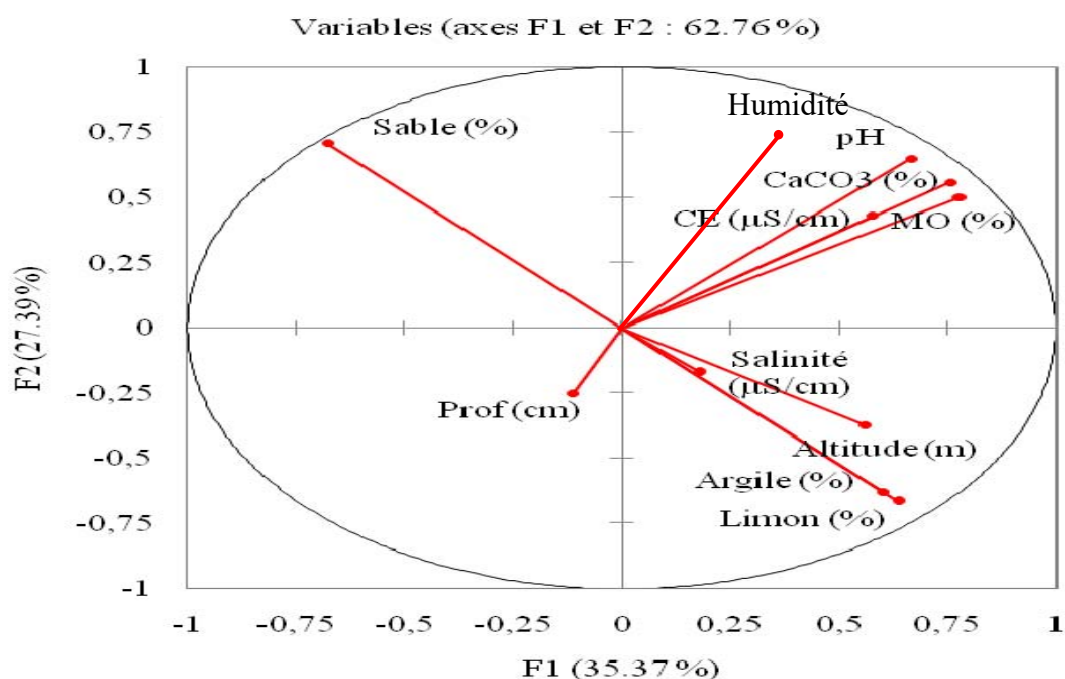


Figure 33. Corrélation des variables avec projection des variables édaphiques sur les axes 1/2.

- Plan factoriel ou Cercle sur les axes F1 et F3 (Fig.34)

Dans le graphique ci-dessus, nous pourrions déduire que les variables édaphiques (Capacité d'échange, Salinité, CaCO₃, Argile) sont corrélées.

Le cercle des corrélations révèle que la variabilité expliquée par les axes canoniques est hautement significative ($F = 46,43\%$). Le premier axe explique 13.6 % de la variance. Il est positivement corrélé à la salinité, la CE, le CaCO₃ et la l'argile d'une part, et négativement corrélé à la fraction du sable et à la profondeur d'autre part. De ce fait, la texture du sol observé a un effet considérable sur la répartition spatiale des groupements.

Le troisième axe exprime 11.06% de la variabilité totale des variables édaphiques et 73.82% de variance de la corrélation entre variables environnementales et les groupements.

Il est positivement corrélé au Sable (%) et à la profondeur. Il est en revanche négativement corrélé à l'altitude, la MO et le pH. En somme, nous considérons que la variance de 46.6 % expliquée par ces deux axes (1 et 3) est largement suffisante pour tirer des conclusions sur la relation entre la répartition des groupements à *P. atlantica* et variables environnementales édaphiques.

L'humidité du sol est le facteur-clé de la distribution des groupements (avec des précipitations comprises entre 190 mm et 250 mm/an).

L'étude F2/F3 montre que la distribution des groupements à *P. atlantica* est étroitement liée à l'altitude, la conductivité et la structure du sol. Le relief influe sur les écoulements et l'infiltration des eaux de surface.

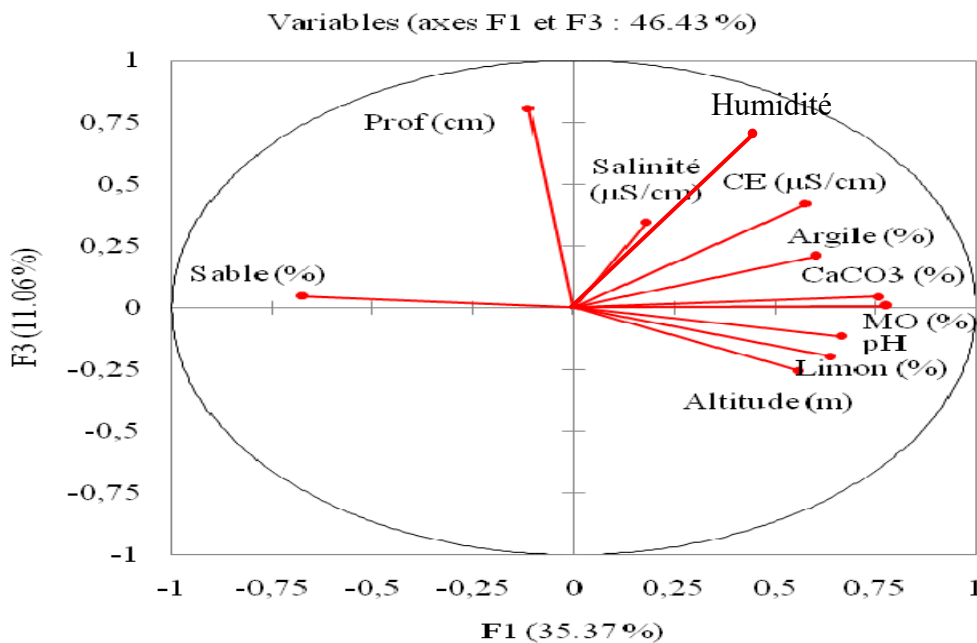


Figure 34. Corrélation des variables avec projection des variables édaphiques sur les axes 1/3.

L'étude des effets des variables édaphiques ont montré que les variables pH, fraction sableuse du sol, MO, CaCO₃ et CE sont les plus importantes. Elles sont suivies par les variables profondeur, argile et à un degré moins salinité. Les variables restantes jouent par contre un rôle secondaire.

2.3.2.2. Relation biotope-facteurs environnementaux et groupements à *Pistacia atlantica*

- Plan factoriel des Axes F1 et F2 (Fig.35)

Les trois premiers axes expliquent 73.8% de la variabilité :

- Le premier axe explique à lui seul 35.4%, cet axe est positivement corrélé à la MO, au CaCO₃, au pH, à l'argile et au limon, Ces variables opposent le sable dans le sens négatif de l'axe 1
- Cet axe 1 peut être qualifié d'axe de texture qui joue un rôle très important dans la distribution de l'espèce
- L'axe 2 avec 27.4 % de l'information expliquée oppose aussi le sable positivement corrélé à l'axe 2 au limon, argile et donc cet axe peut aussi être qualifié d'axe de texture.

Les stations Messied, Hanntouzah et Gâaloul sont caractérisées par des pH, CaCO₃ MO et CE élevés ; ces stations sont des Dayas.

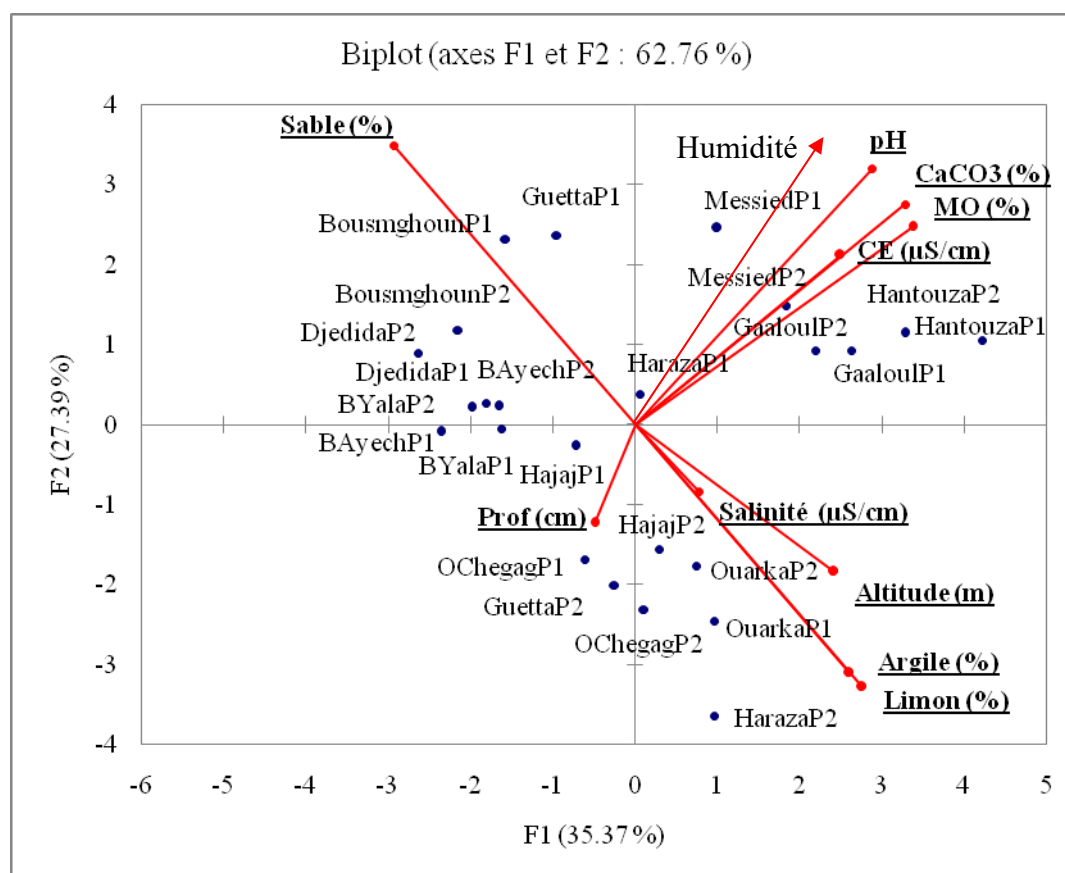


Figure 35. Représentation de l'espace formé par les deux premiers axes (1/2).

En observant l'espace des variables selon les axes 2 et 3 (**Fig.35**), on constate que les variables " sable " et " limon et argile " sont dans la même direction mais s'opposent. Ceci traduit le fait que ces variables sont corrélées mais évoluent en sens opposé. Ainsi, quand la teneur en sable diminue, la teneur en limon augmente en profondeur, ce qui est effectivement le cas puisque la teneur en argile est faible. Les variables 'sableux ' sont très peu corrélés par rapport aux fractions " argile " et " limon ".

L'accumulation des éléments les plus fins vers le centre de la daya permet la constitution d'un sol relativement profond (plus d'1 m de profondeur) et par conséquent le maintien d'un pourcentage appréciable d'humidité.

Quant à la teneur en argile, elle tend effectivement à augmenter avec la profondeur de l'ordre de quelques pourcents et ceci pour toutes les fosses pédologiques observées (comme on l'a vu pour le CaCO_3). Cette analyse permet de tirer les premières conclusions concernant la variabilité de la composition granulométrique des horizons. Ainsi, lorsque la teneur en sable diminue en profondeur, la teneur en limon et argile croît indépendamment.

- Plan factoriel des Axes F1 et F3 (Fig.36)

Les 2 axes expliquent 46,43% de l'information,

- Le premier axe explique à lui seul 35.7%, cet axe est positivement corrélé à la MO, CaCO_3 , argile et limon, Ces variables opposent le sable dans le sens négatif de l'axe 1
- Cet axe 1 peut être qualifié d'axe de texture
- Et donc la texture joue un rôle très important dans la distribution de l'espèce
- L'axe 3 est principalement positivement corrélé à la profondeur et à la CE.

Toutefois, on notera que la succession des stations sur celui-ci est très similaire à celle du premier axe de l'analyse en composantes principales sur le biotope plus ou moins humide « Daya ».

Cet axe est bien expliqué par la richesse en humidité dans ces dépressions de décantation des eaux de ruissellement. Cette répartition s'explique par le rôle joué par la texture et l'humidité. C'est notamment l'humidité qui sépare efficacement les habitats qui se chevauchent largement sur le premier axe (**Zohary, 1996 ; Boudy, 1955, 1952 et Khaldi et Khouja, 1996**).

A une telle localisation correspond, souvent, un sol relativement profond (de l'ordre de 50 cm), à texture limono-argileuse favorable à l'installation et au développement de communautés thérophytiques.

Les observations, les arbres du Pistachier se développent tout de même dans des sols profonds, caillouteux, parfois même rocheux. Dans ces conditions ingrates, ils développent un système racinaire d'une extrême puissance. C'est ainsi qu'on le voit souvent sur les pentes de coteaux escarpés arides, ainsi que sur des éboulis orientés au Sud.

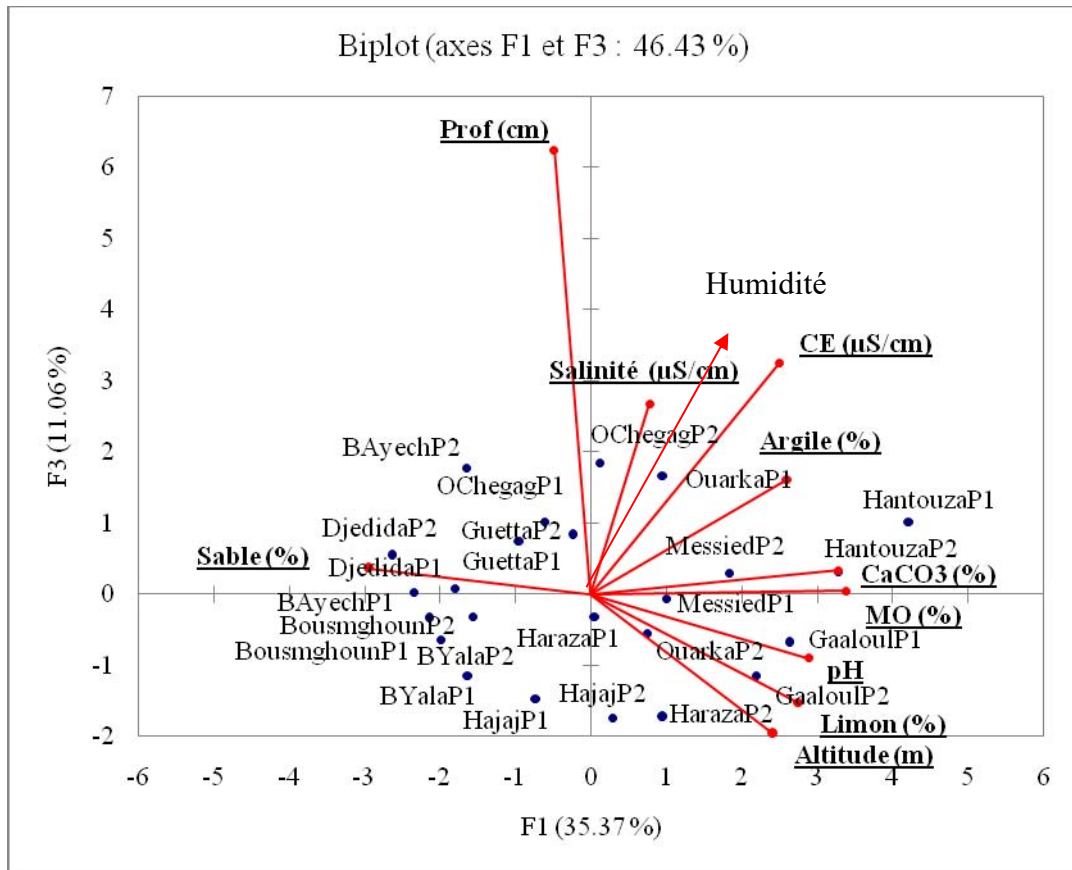


Figure 36. Corrélation des variables avec projection des variables édaphiques sur les axes 1 et 3.

Conclusion

Les groupements à *P. atlantica* se sont développés et ont poussé dans tous les types de sol relativement profonds. Les groupements se cantonnent dans les dépressions, dans l'argile ou les sols limoneux, sol d'apport alluvial (bien que celui-ci puisse se développer aussi sur les roches calcaires) et les sols rocailloux et graveleux. Donc, le *P. atlantica* exige une humidité édaphique associée à d'autres facteurs (texture limono-sableuse et limono-argileuse, pH alcalin et un taux considérables du taux de CaCO_3).

A partir de l'étude des caractéristiques granulométriques de plus d'une centaine d'échantillons issus dans l'aire de répartition de ces groupements dans le Sud-oranais, nous avons pu démontrer l'existence des teneurs en sable et en limon dans les horizons de surface et en profondeur, les plus profonds ayant une teneur en argile plus élevée.

Enfin, les facteurs édaphiques ont une influence déterminante et constituent un apport à la connaissance des sols favorables au développement des sujets du *P. atlantica*.

Chapitre III:

Étude de la végétation

Chapitre III :**Etude de la végétation****Introduction**

L'étude de la végétation concerne la description des groupements et leurs conditions stationnelles. Selon **Ozenda (1964)**, la végétation est définie comme un ensemble de plantes réuni dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines.

La végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées (**Blandin, 1986**), car elle est la meilleure résultante du climat et des sols (**Ozenda, 1986**).

Pour la réalisation de notre travail, nous avons consulté plusieurs travaux sur la végétation et sur le Pistachier de l'Atlas. Parmi les travaux sur la végétation, on peut citer ceux de **Djebaili (1970, 1978)**, **Kaabache (1990)**, **Le Houérou (1995)**, **Hasnaoui (2008)**, **Henaoui (2013)**, **Babali (2014)** et **Bekkouche (2016)**.

Pour les travaux sur l'espèce de pistachier, on peut citer : **Evreinoff (1955)**, **Monjauze (1965, 1967, 1968, 1968)**, **Alyafi (1979)**, **Aït-Radi (1979)**, **Monjauze (1980, 1982)**, **Khichane (1988)**, **Chaba et al. (1991)**, **Morsli (1992)**, **Khaldi & Khouja (1996)**, **Benhassaini (1998)**, **Belhadj (1999)**, **Fetati (2000)**, **Aït-Said (2003)**, **Aït-Said et al. (2003)**, **Benhassaini (2003)**, **Alloui (2005)**, **Harfouche et al. (2005)**, **Benhassaini et al. (2007)**, **Ghalem et Benhassaini (2007)**, **Belhadj et al. (2008)**, **Yaaqobi et al. (2009)**, **Amara (2009)**, **Benaradj (2010)**, **Mansour (2011)**, **Dahmani (2011)**, **Benabdallah (2012)**, **Amara (2014)**, **Zareb (2014)** et **Belkhodja (2015)**.

Nous avons orienté notre travail sur l'établissement d'un inventaire descriptif de l'état des lieux de ces groupements à *P. atlantica*. Il a été réalisé au niveau de différentes aires de répartition du Pistachier d'atlas. Il vise la caractérisation phytoécologique de ces groupements à *P. atlantica* en relation avec le sol et le climat saharien et steppique.

1. Démarche méthodologique : Différentes étapes chronologiques ont été suivies dans notre démarche méthodologique (Fig.37) :

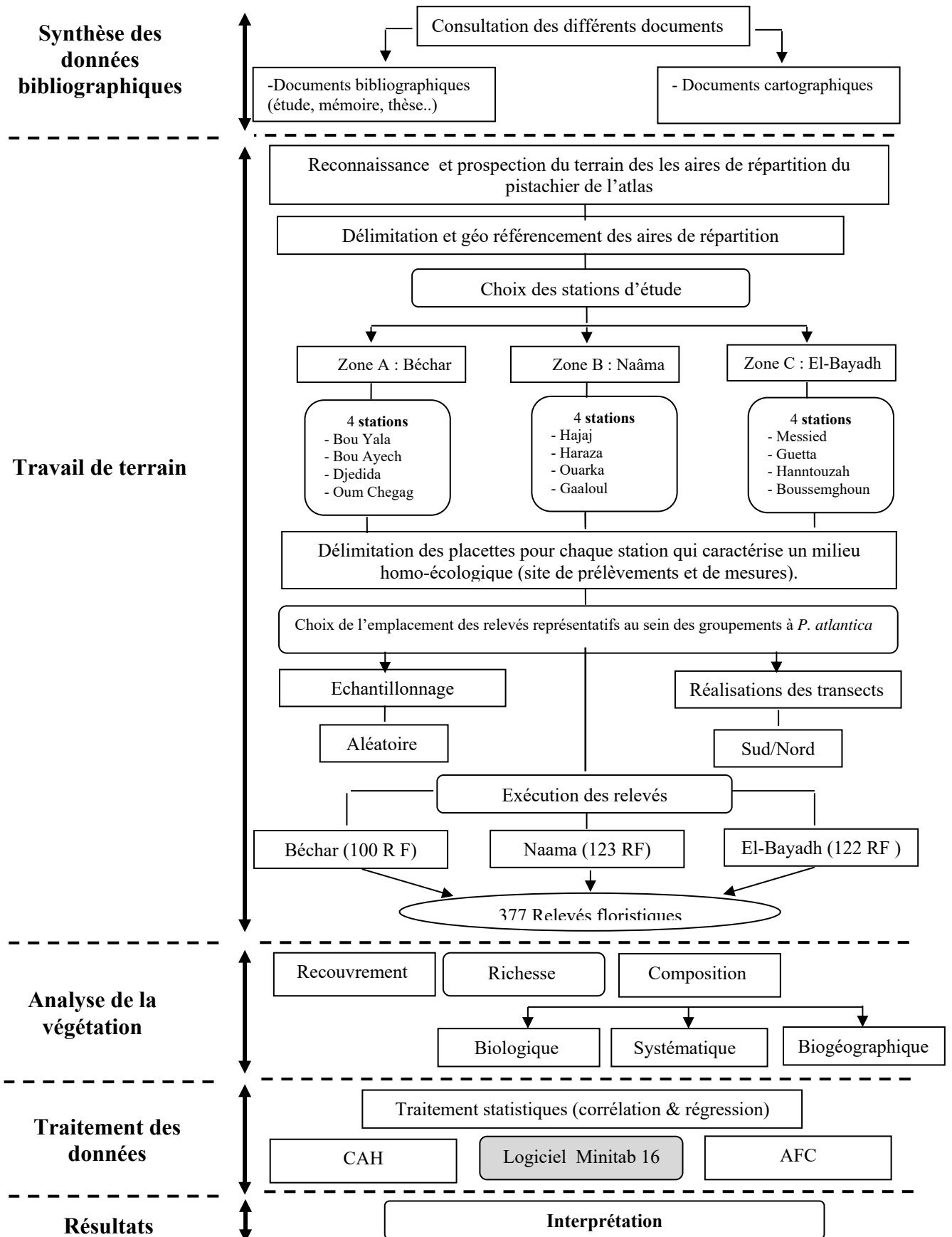


Figure 37. Protocol expérimental.

1.1. Synthèse des données bibliographiques

La recherche documentaire a été axée essentiellement sur les aspects physiques du milieu, l'état général de la biodiversité, les activités anthropiques telles que l'agriculture et le pastoralisme et les actions menées par les différents acteurs institutionnels impliqués dans les problèmes environnementaux.

Des enquêtes, sur la présence de pistachier de l'Atlas, auprès des populations locales et auprès des services techniques locaux (D.S.A, C.F, D.E) des wilayas (El Bayadh, Naâma et Béchar) ont été réalisées.

1.2 Situations de la zone d'étude

La zone d'étude s'étend de la frontière Algéro-Marocaine à l'Ouest, jusqu'à la limite de Laghouat (Djebel Amour) à l'Est. Il est délimité (voir Fig.38):

- au Nord, par les hautes plaines steppiques,
- au Sud, Plateforme Saharienne l'Erg Occidental,
- à l'Est, par Djebel Amour (Wilaya de Laghouat),
- à l'Ouest, par la frontière Algéro-Marocaine.

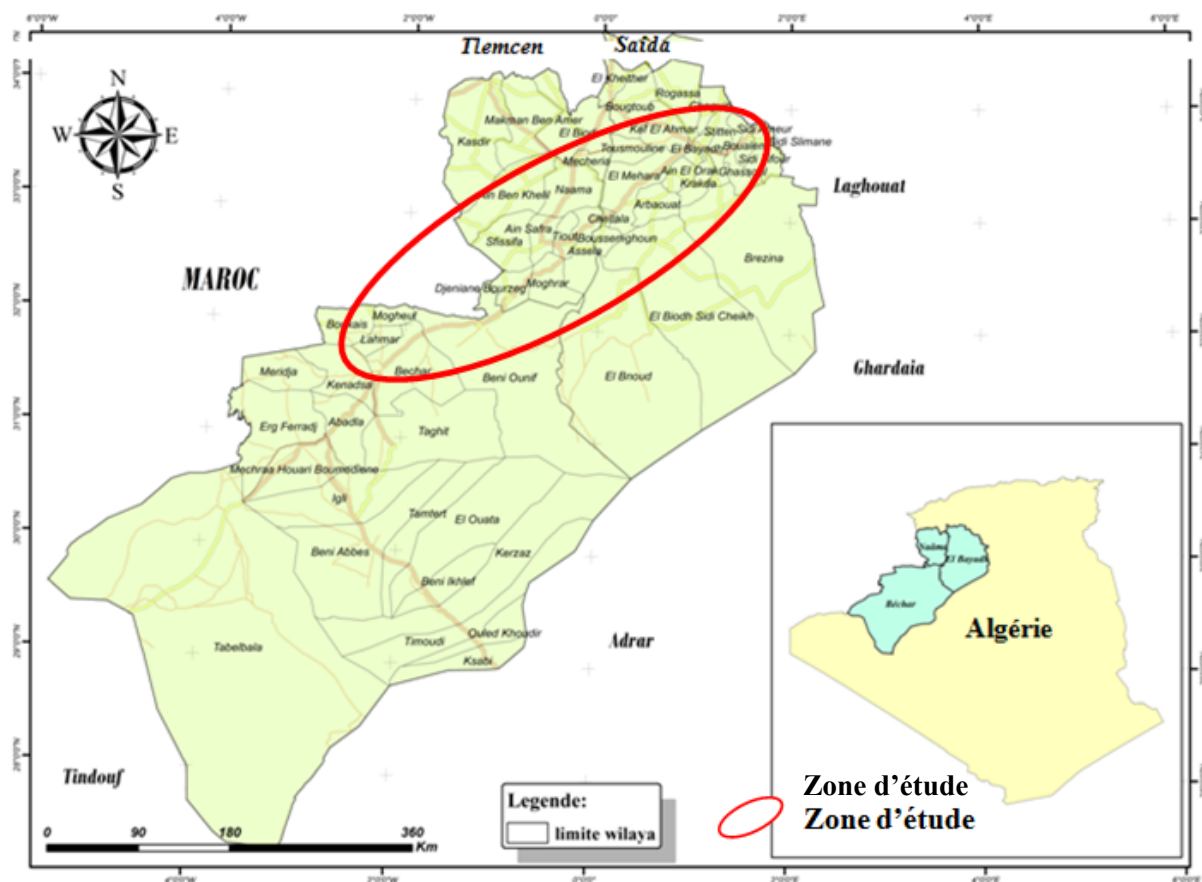


Figure 38. Situation géographique de la partie expérimentale d'étude

1.3- Choix et Présentations des stations

Bio-géographiquement, l'ensemble des stations fait partie du secteur de l'Atlas saharien (sous-secteur AS1) et steppique (HPO) au sens de **Quézel et Santa (1962)** ; c'est à dire dans la partie la plus occidentale de l'Algérie.

Le choix des stations nous a été imposé naturellement (par la dissémination du pistachier et l'étendue du territoire) dans les 3 régions de l'étude (El Bayadh, Naâma et Béchar), ce qui a entraîné donc le choix des stations, représentatives, qui doivent recouvrir la plus grande partie de la zone d'étude et qui doivent aussi être accessibles et repérables (reconnaissables sur les cartes et les photographies aériennes).

Dans ce sens, 12 stations ont été choisies sur la base de l'homogénéité floristico-écologique, et dont les coordonnées géographiques ont été localisées à l'aide d'un GPS (**Fig. 39 et Tab.24**).

Nous avons donc été amenés à réaliser plusieurs sorties de prospection.

Nous avons donc opté pour un transect général Sud Ouest/Nord Est (Béchar – Naâma – El Bayadh) où l'on relève la présence des groupements à *P. atlantica*. On a choisi 4 stations dans chaque wilaya de manière à balayer toute la région où se répartissent les groupements à *P. atlantica*.

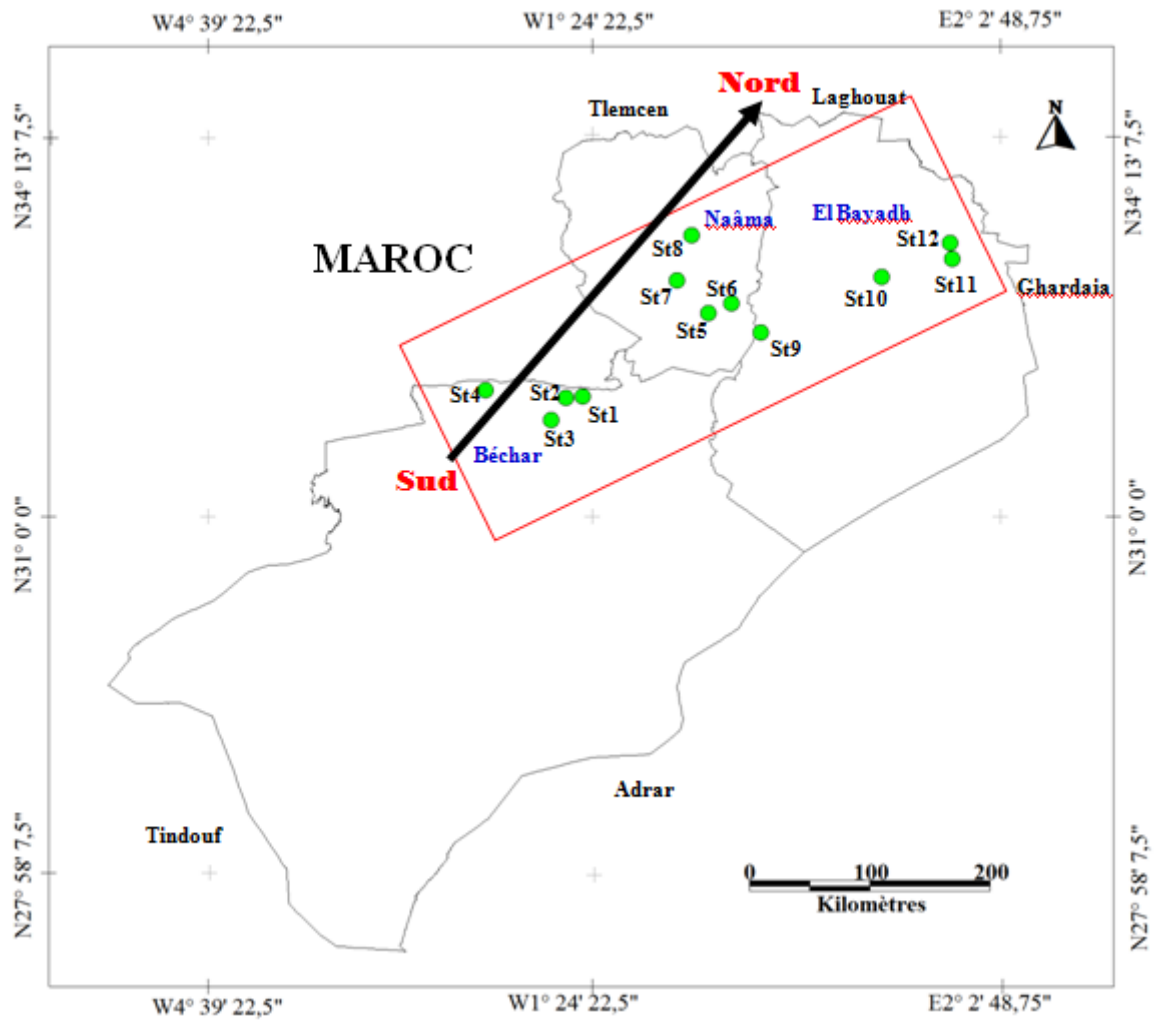
- **Béchar:** elle est localisée dans partie nord, englobant les parcours des Hamadas, lits d'Oueds, sols rocaillieux, talwegs montagneux et une Daya.

- **Naâma:** elle se situe dans l'Atlas saharien (Aïn Sefra) et les plaines steppiques (Aïn Benkhellil). Elle englobe les dayas de Gâaloul et les zones montagneuses du nord et sud d'Aïn Sefra (Djebel Mekter et Morghad)

- **El Bayadh :** est représentée par 3 dayas et une station localisée dans la Hamada (bas versant des montagnes de l'Atlas saharien.

Tableau 24. Localisation des stations d'étude

Stations	Lieu	Commune	Région	X	Y	Altitude (m)
St 1	Bou Yala	Béni ounif	Béchar	N31°58'17,06"	O 1°32'17,80"	840
St 2	Bou Aïech	Béni ounif		N32°00'21,00"	O 1°38'05,13"	780
St 3	Djedida	Béchar		N31°49'03,39"	O 1°45'41,69"	724
St 4	Oum Chegag	Mougheul		N32°04'36,16"	O 2°17'45,31"	960
St 5	Hajaj	Moghrar	Naâma	N32°44'20.0''	O 0° 27' 14.4''	1040
St 6	Ouarka	Asla		N32°49'06.2''	O 0° 13' 54.1''	1145
St 7	Haraza	Sfissifa		N32°59'24.7''	O 0° 41' 51.6''	1345
St 8	Gâaloul	Ain ben khelil		N33°23'01.0''	O 0° 57' 46.6''	1122
St 9	Boussemg'houn	Bousmg'houn	El Bayadh	N32°33'21.6''	E 0° 01' 29.8''	835
St 10	Hanntouzah	Brézina		N33°02'40.3''	E 1° 02' 20.7''	955
St 11	Guetta	Sidi Amar		N33°15'32.9''	E 1° 36' 57.7''	970
St 12	Messied	Sidi Amar		N33°19'38.7''	E 1° 37' 27.5''	990



Légende :

Stations d'étude : Béchar (St1 : Bou Yala, St2 : Bou Ayech, St3 : Djedida, St4 : Oum Chegag),

● Naama (St5 : Hajaj, St6 : Ouarka, St7 : Haraza, St8 : Gaaloul),

El-Bayadh (St9 : Boussemghoun, St10 : Hanntouzah, St11 : Guetta, St12 : Messied)

□ Zone d'étude

↗ Transect Sud/Nord

Figure 39. Localisation des stations d'étude



Cliché Benaradj A.

Figure 40. Les Stations d'étude

1.4- Choix des transects d'étude :

Après avoir détecté une variabilité de la végétation, nous avons réalisé des transects. Leur nombre constitue un quadrillage qui permet de balayer toute la station. Ces transects implantés d'orientation différentes permettent de recouper plusieurs gradients altitudinaux et géomorphologiques (sommets, versants, terrains plats, bas-fonds ...).

Le long de ces transects des stations d'étude, les relevés phytoécologiques sont disposés selon la variabilité de la végétation et des conditions écologiques (topographie, exposition) dans la mesure du possible tous les 200m (**Fig.40**).

1.5- Réalisation des relevés phytoécologiques :

L'inventaire est accompagné des caractéristiques de la station prise en considération : altitude, pente, exposition, recouvrement et la date correspondant à chaque relevé.

Dans cette partie du travail nous nous sommes appuyés sur la réalisation des relevés floristiques selon le protocole décrit par **Gounot (1969)**, **Guinochet (1973)** et **Djebaili (1978)**.

Dans notre suivi, l'aire minimale utilisée de nos relevés est égale à 100 m² (méthode adoptée par **Benabadji et Bouazza, 2002**, **Hasnaoui et al., 2011**).

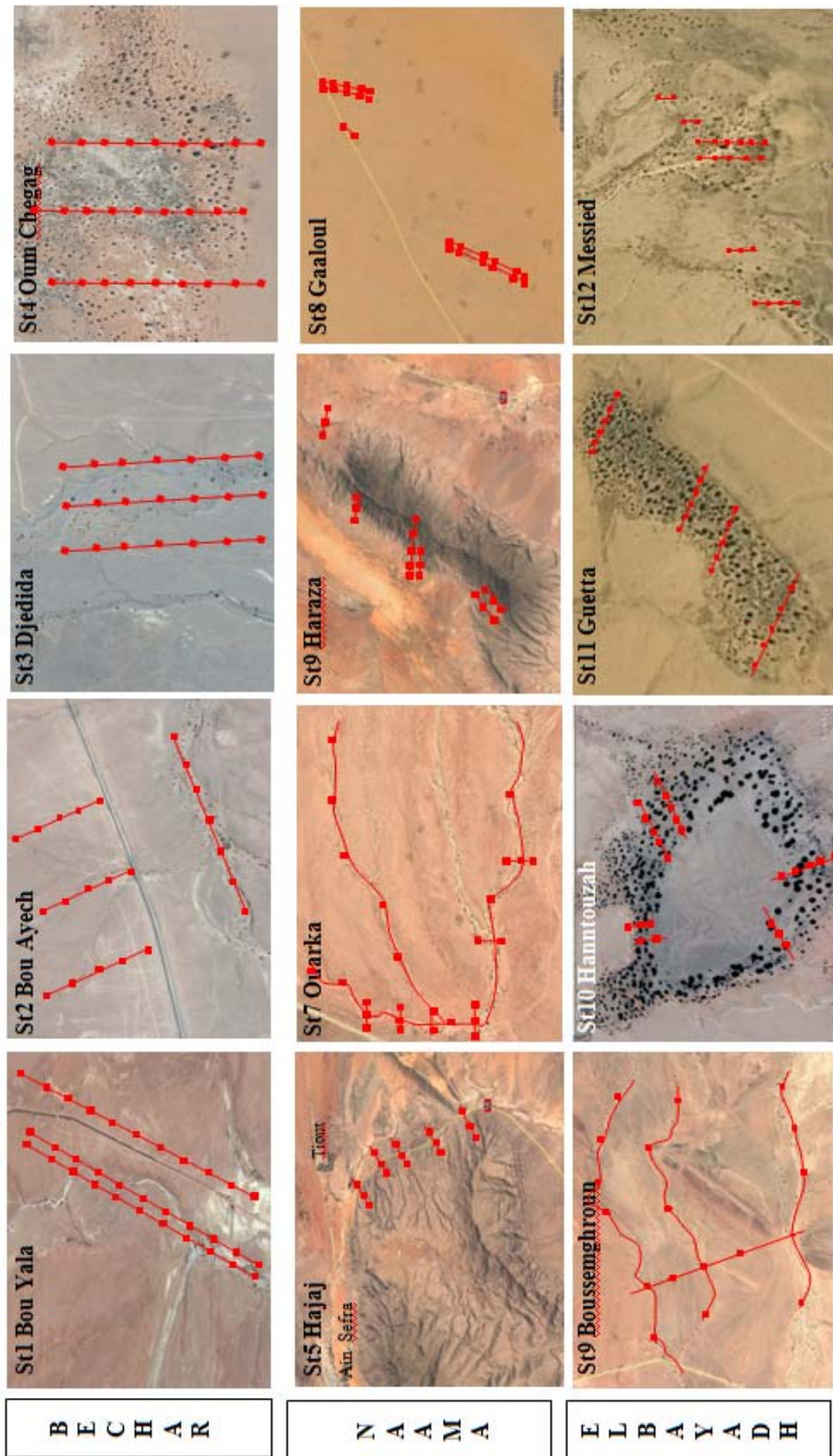
Le choix de l'emplacement des relevés procède d'un accord de l'homogénéité avec la représentabilité pour la situation géomorphologique, le sol et le végétal.

Nous avons réalisés 377 relevés phytoécologiques – durant les printemps des années 2008, 2010 et 2014 – dans le but de caractériser phytoécologiquement les groupements à *P. atlantica*.

Les relevés sont réalisés dans des zones physiologiquement homogènes, l'échantillonnage est de type aléatoire.

Tableau 25. Nombre de relevés floristiques réalisé par station.

N° de station	Région	Stations	Nombre des relevés floristiques
Station 1	Béchar	Bou Yala	25
Station 2		Bou Aiech	25
Station 3		Djedida	25
Station 4		Oum Chegag	25
Station 5	Naâma	Hajaj	31
Station 6		Ouarka	32
Station 7		Haraza	28
Station 8		Gâaloul	63
Station 9	El-Bayadh	Bousmghoun	38
Station 10		Hanntouzah	36
Station 11		Guetta	22
Station 12		Messied	26
Zone d'étude			377



Cliché Benaradj A.

Figure 41. Carte d'implantation des transects et les relevés floristiques dans les stations d'étude.

Transects

1.6- Structure de l'échantillonnage

Pour observer la végétation, il nous fallait en tout premier lieu définir un plan d'échantillonnage applicable aux 12 stations choisies, c'est la base d'un travail de terrain raisonné et il doit être cohérent avec les objectifs de recherche, des contraintes spatiales du terrain et de temps imparti pour la prospection..

Nous avons ainsi opté pour un échantillonnage du type systématique par transect qui traverse les stations d'étude. Les observations seront recueillies sur le terrain en certaines stations choisies au hasard dans les aires fréquentées par les groupements à *P. atlantica*. Cette technique d'échantillonnage très appropriée pour notre travail vu de l'immense aire d'étude, permet d'une part de mettre en relation la végétation (groupements à *P. atlantica*) et le milieu à l'aide de gradients de viabilité écologique (topographie, géomorphologie, substrat etc.) et d'autre part d'étudier la structure horizontale et verticale de la végétation (les types physiologiques de végétation exprimés par les espèces pérennes dominantes).

Cette méthode permet aussi de définir la dimension des éléments de végétation susceptibles de fournir une échelle de travail.

2. Méthodes d'étude

2.1. Détermination floristique :

J'ai réalisé la détermination botanique et taxonomique des espèces prélevées sur le terrain en collaboration avec MM. le Pr Bouazza et Dr Babali au niveau du Laboratoire de Botanique de notre faculté.

L'identification des taxons (constitution de l'herbier) a été faite en utilisant les clés de détermination de différents flores et herbiers:

- La flore de **Maire (1952-1987)**,
- La flore de **Quézel et Santa (1962-1963)**,
- La flore d'**Ozenda (1977)**.
- La flore de **Bonnier (1990)** ;
- La flore de de **Guittonneau et al, (2011)**
- Herbiers (Laboratoire de Botanique de la faculté SNV de l'Université ABB Tlemcen, Conservation des Forêt et Direction de l'Environnement de la wilaya de Naâma)

La nomenclature des espèces recensées est basée sur les normes internationales indiquées par **Brummitt & Powell (1992)**. Elle a été actualisée et mise à jour en se référant à :

- **APG III**. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families flowering plants.
- Site électronique **Télabotanica**.

- Constitution de l'herbier

Après l'échantillonnage floristique la constitution d'un herbier est essentielle pour l'identification des espèces recensées. Cette opération est jumelée avec la détermination des espèces.

Dans cette approche, un temps relativement important a été consacré à certains travaux de base importants (identification des espèces et la constitution d'un herbier). Cet herbier comprend toutes les espèces exhaustives à la zone d'étude accompagnées de leur nom scientifique.

2.2- Etude quantitative

La technique du relevé linéaire, appelée encore technique des points quadrat, est décrite par plusieurs auteurs (**Gounot, 1969; Godron, 1968; Daget et Poissonnet, 1971**). Elle est bien adaptée aux écosystèmes steppiques dans l'analyse de la végétation et des caractères de surfaces du sol (**Aïdoud, 1983 ; Nedjraoui, 1990 et Slimani, 1998**). Elle est considérée comme un moyen efficace pour l'étude de l'évolution de la couverture végétale lorsqu'il s'agit d'une ligne permanente (**Gounot, 1969; Aïdoud, 1983**). La lecture se fait tous les 10 cm sur une ligne matérialisée par un ruban gradué tendu au-dessus de la végétation.

La *méthode quantitative* consistant en un dénombrement à l'intérieur de chaque peuplement ou formation le nombre total d'espèces qui le compose et des effectifs des populations de chaque espèce. C'est la richesse spécifique qui est l'un des caractères fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (**Kadi-Hanifi, 2003**).

2.2.1- Mesure du recouvrement de la végétation

Le recouvrement d'une espèce est défini théoriquement comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte, si on projetait verticalement sur le sol les organes aériens des individus de l'espèce (**Gounot, 1969**).

Le taux de recouvrement exprimé en pourcentage dénote le degré de couverture végétale de la localité étudiée.

Au sein de chaque station, la mesure du recouvrement se fait à l'œil nue. On estime le pourcentage de sol couvert par la végétation. Cette méthode, bien qu'elle ne soit pas aussi précise, a l'avantage d'être rapide.

Parmi les méthodes de mesure conçues pour son évaluation :

- *Méthode du "line-intercept"* : Introduite par **Canfield (1941)**, cette méthode consiste à mesurer les intersections entre un ruban métrique de 10m de longueur et les surfaces recouvertes par des individus de différentes espèces. La longueur choisie est de 10m. La somme de chaque espèce est calculée en pourcent par rapport à la longueur du ruban.

- la technique de la ligne permet d'obtenir des informations sur l'état du couvert végétal et les éléments de la surface du sol, cette dernière s'applique plus aisément en végétation des zones arides.

- La ligne est matérialisée par un décimètre tendus au-dessus de la végétation. Cette technique est effectuée sur une ligne de lecture de 10 m de long, l'état de la surface du sol (voile éolien, pellicule de glaçage, éléments grossiers, litière, sol nu et affleurement) et les espèces présentes ont été notées tous les 10 cm.

- *La méthode linéaire de transects* (méthode **Canfield, 1941**) : Le principe consiste à mesurer la longueur recouverte par les diverses espèces le long d'une ligne tendue au travers de la végétation, soit au ras du sol, soit au dessus de la strate dominante.

2.2.2 - Richesse floristique

La richesse floristique d'un territoire est le nombre total d'espèces qu'il renferme, cette richesse floristique est en général d'autant plus élevée que la surface du territoire est plus grande, mais croît naturellement moins vite que la superficie considérée. C'est la richesse spécifique qui est l'un des caractères fondamentaux caractéristiques d'un peuplement.

Elle correspond à la réalisation d'un inventaire floristique, cette étape est basée sur un recensement des espèces constituant le cortège des groupements du pistachier de l'Atlas (*P. atlantica*).

En zone aride, la richesse floristique dépend essentiellement du nombre d'espèces annuelles, au moment de l'exécution du relevé (**Djebaili, 1978**).

2.3- Etude qualitative

Elle consiste à étudier la composition floristique sur le plan biologique, systématique et phytogéographique d'un peuplement d'une région donnée (**Kadi-Hanifi, 2003**).

2.3.1 - Caractérisation biologique:

Raunkiaer (1904) a proposé la classification des types biologiques et à mettre en évidence les relations entre le spectre biologique régional et le climat correspondant. L'approche adoptée tient compte de la participation des différents types biologiques à la flore d'une région par leur seule présence (spectre biologique brut). Les types biologiques ou formes biologiques désignent le comportement adaptatif de l'espèce. Elle renseigne sur la formation végétale, son origine et ses transformations. La classification à laquelle nous nous sommes référés était celle de **Raunkier (1934)**.

La proportion des divers types biologiques traduit très souvent le degré d'évolution d'un groupement au sein d'une série de végétation. Les formes biologiques ont été considérées sans distinction des différentes subdivisions relatives à la variation de la taille, de la morphologie et de la disposition des différents organes (**Benabadji et al., 2007**).

Toutefois, la classification d'une plante dans un type plutôt que dans un autre n'est pas évidente : outre le caractère tranché inhérent à tout système de classification, l'observation sur le terrain a montré que le type biologique d'une même plante peut changer selon le climat, ce qui implique que les types biologiques doivent être notés tels qu'ils sont dans la végétation étudiée (Kaabeche, 1995).

Il est considéré par les phytogéographes comme une stratégie d'adaptation de la flore aux conditions climatiques (Daget, 1980) ; cette classification prend en compte la position du bourgeon de rénovation du végétal par rapport au sol durant la période froide et permet ainsi de reconnaître 5 types biologiques, définis par Raunkiaer (1934) selon la nature morphologique et qui sont : Phanérophyte, Chaméphyte, Hémicryptophyte, Géophyte et Thérophyte.

La détermination biologique des taxons inventoriés a été faite à partir de « la flore de l'Algérie » (Quézel et Santa, 1962-1963) et « la flore du Sahara » (Ozenda, 1977) les travaux de mémoires et de thèses de (Bouzenoune, 1984, Benaradj, 2010 ; Babali, 2014 et Bekkouche, 2016), en tenant compte de la fréquence absolue et réelle (méthode de Tomaselli, 1976) pour les stations d'étude. La réalisation des types biologiques bruts est orientée sur le dénombrement des taxons par type biologique et effectué sur la totalité des espèces du cortège floristique des groupements à *P. atlantica*.

2.3.2 - Caractérisation phytogéographique

D'après le découpage phytogéographique de Barry et Celles (1973) la zone d'étude appartient à l'empire holarctique, à la région méditerranéenne, sous région eu-méditerranéenne, domaine Maghrebin-steppique et aux secteurs des Hautes plaines algéro-oranaises et de l'Atlas saharien.

Barry et Celles (1972-1973) ont proposé, sur des bases floristiques, le découpage suivant:

Empire	Holarctis
Région	Méditerranéenne
Sous-région	EU-Méditerranéenne
Domaine	Maghrébin-Méditerranéen
Domaine	Maghrébin-Steppique
Sous-région	Saharo-Arabique
Domaine	Saharo-Méditerranéen
Sous-domaine	Sahara Septentrional
Secteur	Bordure saharienne
Sous- secteur	Algérien

La détermination des éléments phytogéographiques des espèces inventoriés est basée sur la flore d'Algérie **Quézel et Santa (1962-1963)**, la flore du Sahara (**Ozenda, 1977**), et la consultation des travaux de **Le Houérou (1995)** et les autres travaux et documentations (thèses, mémoires) du laboratoire de Botanique de la Faculté de Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Tlemcen.

Le dénombrement des taxons par chaque type phytogéographique est effectué sur la totalité des espèces inventoriées dans chaque station. Comme pour les types biologiques, la caractérisation phytogéographique est mise en évidence par un spectre phytogéographique global et comparé.

2.3.3. Traitement des données

La végétation est organisée en groupements végétaux. Ces derniers constituent les unités élémentaires de la végétation définies floristiquement, écologiquement, statistiquement et ordonnées par l'interaction des facteurs du milieu et la concurrence vitale (**Emberger et Lemée, 1962 ; Pouget, 1980**). **Ozenda (1964)** définit le groupement végétal comme un ensemble de plantes réunies dans une même station et ayant des exigences écologiques identiques ou voisines. La composition floristique est relativement constante quand on compare entre elles des stations semblables. Dans ce cadre là la physionomie et la structure de la végétation servent de base à la définition des principaux types de formations végétales, ce qui permet de caractériser la composition floristique.

Plusieurs auteurs ont utilisés des techniques de traitement des données pour l'étude de la végétation. Les travaux réalisés en Afrique du Nord généralement et en Oranie d'Algérie particulièrement méritent d'être énumérer: **Alcaraz (1982-1991), Fennane (1987), Aimé (1988-1991), Dahmani (1989-1997), Kaabeche (1990), Quézel et al. (1992), Benabadji (1995), Bouazza et Benabadji (1998), Quézel (1998-2000), Bouazza et al. (2001), Bestaoui (2001), Quézel et Médail (2003), Achhal et al. (2004), Chehma (2005), Benhassaini et al (2007), Amara (2009, 2014), Benaradj (2010), Medjahdi (2010), Meddour (2010), Rebbas (2014), Bouallala (2013), Babali (2014), Bekkouche (2016)**.

Dans notre cas les traitements des données ont pour objectifs :

- i- de déterminer la distribution et la répartition des groupements du *P. atlantica* par le biais de la recherche de la signification écologique dans le Sud-oranais,
- ii- de donner l'explication de la structure floristique en interaction par les facteurs écologiques,
- iii- d'appréhender les facteurs stationnels qui régissent les dynamiques,
- iv- de savoir le cortège floristique fidèle au sein de ces groupements.

Le traitement numérique des relevés floristiques a été abordé à l'aide de traitement statistique par l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) combiné à la classification hiérarchique ascendante (C.A.H) en utilisant le logiciel statistique Minitab 16.

2.3.3.1. Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H)

La classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H) permet d'élaborer des groupements de relevés et/ou des espèces d'un ensemble par similitude, afin de faciliter l'interprétation des contributions de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C).

Cette méthode prend en compte les similitudes entre les relevés d'un même ensemble pour discriminer des sous-ensembles de relevés similaires les plus affines. La similitude est exprimée par un critère de proximité ou distance choisie à priori, de manière à construire progressivement une suite de partitions qui s'emboîtent, et ce, en partant de celle où chaque individu constitue une classe. Chaque étape réunit deux classes les plus proches de la partition (moment centré d'ordre 2). La hiérarchisation se termine dès qu'il ne reste plus de qu'une seule classe (**Benzécri, 1973 ; Kaabeche, 1990**).

2.3.3.2. L'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C)

Ce type d'analyse est largement utilisé maintenant ; il permet de regrouper les relevés et éloigner ceux dissemblables, sur la base de leur contenu floristique. De la même façon, les espèces sont rapprochées ou éloignées suivant la fréquence de leur regroupement dans les relevés (**Lacoste et Roux, 1971**). L'A.F.C est une méthode numérique basée sur le calcul des distances entre un les relevés floristiques en fonction des variables (espèces). Elle permet de représenter sur une même carte plane ou spatiale l'ensemble des relevés et celui des espèces de « façon à ce que chaque relevé se trouve cerné par ses espèces et chaque espèces par les relevés où elle figure, du même coup les relevés ressemblants et les espèces associées se trouvent groupés (**Guinochet, 1973**). La proximité entre deux relevés signifie que la composition floristique est voisine.

L'analyse factorielle va plus loin puisqu'elle permet d'avancer des hypothèses sur les facteurs principaux de la différenciation des groupements végétaux. En effet, à partir de données complémentaires telles que le type biologique des espèces (spectre biologique du relevé), les conditions stationnelles (altitude, exposition, distance à la mer, bioclimat ambiant), les conditions édaphiques et les connaissances des exigences écologiques des taxons, il est possible de dégager le "facteur" qui discrimine les deux lots d'espèces et de relevés. Cela se fait le long de chaque axe extrait pour les "nuages" de points qui s'opposent de chaque côté de l'origine des axes. Elle permet d'établir la correspondance entre le nuage de points des relevés et celui des espèces. Le nuage de 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 (**Benzécri (1973)**).

Le traitement des données repose sur l'approche méthodologique suivant (Fig.42):

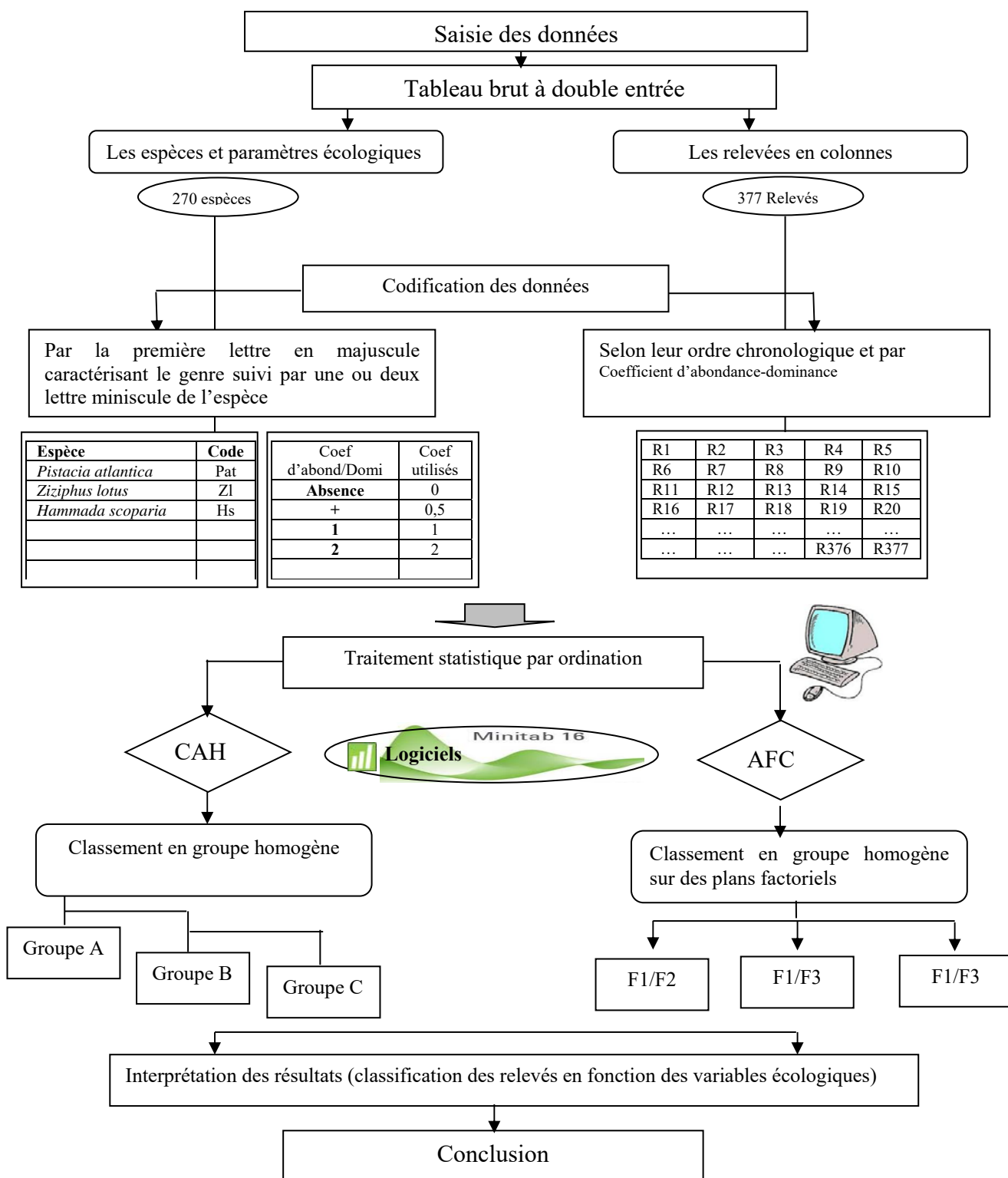


Figure 42. Approche méthodologique de traitement des données

3. Résultats et discussion

Notre contribution concerne l'étude de la diversité floristique ainsi qu'une analyse de la flore au sein des groupements à *P. atlantica* sur le plan biologique, taxonomique et chronologique des écosystèmes présahariens et steppiques. Il faut souligner que ces derniers cachent une grande diversité floristique qui est probablement liée à la diversité des climats, à la géomorphologie, à la nature des sols et à l'action anthropique.

Il est à souligner que les analyses effectuées ont été multifactoriels se basant sur la biosystématique, l'appartenance biogéographique et biologique des espèces, le nombre des espèces, la valeur de la flore, l'abondance- dominance des espèces, la richesse floristique avec les moyens de la géostatistique.

3.1. Recouvrement

En matière de recouvrement de la végétation, les informations collectées et rassemblés sur le tableau 26 sur les 12 stations investiguées dans le Sud-oranais, revelent un pourcentage moyen en recouvrement avoisinant 48% pour l'ensemble des stations. Il est à signalé que la zone d'El Bayadh a montrée le taux de recouvrement le plus important (60%) par rapport aux autres zones d'études explorées.

Tableau 26. Recouvrement de la végétation dans différentes stations d'étude.

	N°	Stations	Recouvrement (%)	Moyenne
Béchar	01	Bou Yala	40 %	45%
	02	Bou Ayech	45 %	
	03	Djedida	40 %	
	04	Oum Chegag	65 %	
Naâma	05	Hajaj	35%	40%
	06	Ouarka	35%	
	07	Haraza	40%	
	08	Gâaloul	50%	
El Bayadh	09	Bousseghoun	45%	60%
	10	Hanntouzah	65%	
	11	Messied	60%	
	12	Guetta	70%	
Zone d'étude	Moyenne			48%

L'analyse des résultats illustrée dans le tableau 26, montre que :

- En matière du taux de recouvrement en végétation dans les différentes régions sujette à l'étude (Béchar, Naâma et El Bayadh), la lecture des résultats révèle un pourcentage moyen en recouvrement avoisinant 48% pour l'ensemble des stations. Notons que la zone d'El Bayadh a montrée le taux de recouvrement le plus important (60%) par rapport aux autres régions d'étude.

En effet, une nette différence du taux de recouvrement en végétation est a signalé sur les différentes stations sélectionnées au niveau de la région d'El Bayadh par rapport aux différentes stations explorées.

- En matière de variation du recouvrement entre les différentes stations étudiées, l'exploitation des résultats prélevés montre que:

- Le recouvrement global de la végétation y est en générale inférieur à 50% dans l'ensemble de la zone d'étude, ce taux est très important dans milieux à climat aride et menacé de dégradation parce que c'est une zone de pâturages.
- La présence de différentes composantes de la végétation révèle l'action de plusieurs facteurs en particuliers climatiques, édaphiques, orographique, hydrologiques, dynamiques (naturels ou anthropiques) et surtout historiques.
- Le recouvrement moyen de la végétation diffère d'une région à une autre et d'une station à une autre, cette différence peut être expliquée par la diversité des biotopes, et leurs facteurs écologiques (pluviométrie, altitude, orographie, biophysique...).

Au niveau de la région de Béchar, un constat et non le moindre est a porté. En effet, le recouvrement ne dépasse pas les 45%, ainsi ce recouvrement varie d'une station à l'autre et selon le transect Sud- Nord, d'après le type de biotope (daya, oued, affleurement rocheux), l'état de protection (inaccessibilité et accessibilité aux pâturages), etc. On note que le recouvrement est de 40 % dans la station de Bou Yala, de 45% dans la deuxième station de Bou Ayech, tandis que le recouvrement dans la station montagneuse de Djedida est de 40% et enfin enregistre un meilleur taux de recouvrement dans la daya d'Oum Chegag plus de 60%. Ce recouvrement remarquable est due à l'humidité, parce que le dayas est zone d'accumulation d'eau durant la période hivernale.

Pour ce qui est de la région de Naâma, le taux de recouvrement est variable dans l'espace. En effet, un taux de 50 % (meilleur taux) a été enregistré au niveau de la daya de Gâaloul. Par contre un taux de recouvrement de 35 % a été prélevé sur les stations de Hajaj et Ouarka. Un taux avoisinant les 40 % a été noté pour ce qui est de la station de Haraza.

La troisième région d'El Bayadh a fournie le taux de recouvrement le plus important. En effet, le taux moyen est compris entre 45 et 70%. Il est à préciser que le taux de recouvrement a connu une diminution (45 %) au niveau des stations montagneuse comme cas rencontré au niveau de la station de Bousseghoun (Bas de Djebel Boulfrad).

Nous observons que le taux de recouvrement est généralement élevé dans l'ensemble des stations d'étude, cette augmentation est due à plusieurs facteurs :

- **La pluviométrie:** elle joue un rôle très important dans la reconstitution de la végétation par la germination des graines, parce que l'eau est un facteur important de déclenchement de germination. En plus 2008 et 2012 sont des années pluvieuses exceptionnelles (en effet il y a eu plus 108 mm en mois d'octobre et de Novembre seulement de 2 années 2008 et 2012). Donc, le recouvrement est principalement influencé par la pluviométrie et report hydrique. On constate un taux de recouvrement qui dépasse les 50% est refus à la quantité d'eau emmagasiné par le sol et l'efficacité des espèces steppiques d'occuper le terrain (stratégie adaptative). Donc, le taux de recouvrement est élevé grâce à la grande potentialité de rétention de l'eau dans les dépressions, les oueds d'écoulements d'eau et la nature du sol qui est convenable au développement du *P. atlantica* et *Ziziphus lotus*. Par exemple certaines espèces comme (*Rhus tripartita*, *Olea europaea*, *Retama retam*, *Vitex agnus-castus*) ont certainement été disséminées par les écoulements d'eau dans lesquels les graines ont déplacée depuis les oueds principales montagneux jusqu'au les zones d'épandage (dépression et dayas). Pour le cas des stations de dayas (Hanntouzah, Oum Chegag, Messied, Guetta), ces dernières sont généralement humides et submergé en eau en saison hivernale. Cette humidité permet de donner la possibilité de la végétation de ce conservée pendant les saisons sèches.

- **Le facteur hydrique :** de même que pour le piémont de l'atlas saharien, la végétation est dépendante du facteur hydrique et de la capacité de rétention de l'humidité qu'offre le sol. Cependant l'altitude, les formes accidentées du relief, la concentration des eaux de ruissellement empruntant des voies privilégiées, l'abri que forment ces massifs face au vent créent un environnement particulier qui permet à quelques plantes de se développer et de se maintenir. Celles-ci peuvent se fixer le long des axes de drainage qui offre un sol meuble d'apport pluvial (**Poilecot, 1996**). C'est donc cette forte disponibilité en eau pour les plantes qui explique la richesse spécifique des sols sableux en dépit de leur faible capacité en rétention qui est par contre élevée dans les sols sableux argileux.

- **La migration floristique :** selon **Quézel (1995)**, notre zone d'étude a été soumise à une migration floristique pouvant due à deux causes majeures : les changements climatiques qui se révèlent un processus majeur de migration des flores ainsi que la dissémination de ces derniers par le transport à longue distance par le vent, les oiseaux et les animaux par leur déplacement.

- **La prolifération et l'installation des espèces non appétibles** (toxiques et /ou épineuses): un autre constat a été relevé, l'installation des espèces non appétibles au sein des groupements à *P. atlantica* (*Ziziphus lotus*, *Centaurea maroccana*, *Asparagus altissimus*, *Atractylis humilis*, *Atractylis serratuloides*, *Urginea maritima*, *Ferula cossoniana*, *Nerium oleander*, *Hammada scoparia*, etc.). Le même constat a été rapporté par **Benabadji et al., 2007**. Ce fait est expliqué par une régénération du *P. atlantica* à l'intérieur des touffes de *Retama retam*, *Launaea arborescens* et *Zilla macroptera*.

- **Adaptation et acclimatation** : Malgré les conditions environnementales très rudes et très contraignantes, il existe toujours des zones géomorphologiques offrant des conditions plus ou moins favorables pour la survie et la prolifération d'une flore saharienne spontanée caractéristique et adaptée aux aléas climatiques. Diverses adaptations morphologiques et physiologiques permettent à ces végétaux de résister, de s'adapter et de se maintenir dans leurs environnements arides (très sec). Parmi ces formes d'adaptations on citera la diminution de la surface foliaire (plantes pouvant avoir de petites feuilles très épaisses ou réduites à des épines, ce qui leur permet de limiter leurs pertes en eau (*Fagonia glutinosa*, *Fagonia latifolia*, *Zilla spinosa*, *Launaea arborescens*). La formation de coussinet est aussi une forme d'adaptation au milieu xérique avec une modification morphologique, par exemple l'espèce (*Anabasis aretioides*), peut prendre un aspect en boule ou en coussinet et xérophyte épineux en coussinets comprend l'espèce Oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*). Certaines plantes peuvent avoir des organes souterrains considérablement développés (Rhizomateuse) (*Scorzonera undulata*). Les feuilles peuvent aussi prendre des formes en aiguilles ou en écailles, c'est le cas des espèces suivantes *Hammada scoparia*, *Hammada schmittiana*, *Thymelaea microphylla*, *Ephedra alata*, *Genista saharae*, *Retama retam*.

Une forme de sclérophyllie (innovations extravagantes aux nœuds supérieur) remarquable chez certains des espèces des Poaceae (*Panicum turgidum*) ; ces innovations protègent contre les fletrissements (**Poilecot, 1996**). Certains arbres s'adaptent au froid par perte des feuilles (*Pistacia atlantica*, *Ziziphus lotus*), d'autres opteront pour des feuilles en aiguilles (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*).

En fin, la réduction de l'appareil végétatif constitue une remarquable adaptation à des conditions de milieu très difficile. Ce qui se traduit par la tolérance de certains ligneux qui optent à une plasticité morphologique qui reflète la capacité de résilience en réponse aux perturbations d'origine biotique ou abiotiques. Ces espèces enterrent leurs structures ligneuses sous le niveau du sol ou étalent leur système racinaire sur des supports à plus forte disponibilité hydrique (*Pistacia atlantica*, *Ceratonia siliqua*, *Hammada scoparia*, etc.).

3.2. Richesse floristique

L'analyse de la richesse floristique des groupements végétaux, de leurs caractères biologiques et chronologiques permet de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et par conséquent, leur valeur patrimoniale (**Dahmani, 1997**).

Les aires de répartition des groupements à *P. atlantica* sont localisées au niveau de l'atlas saharien et les plaines steppiques. Ces groupements résultant de la combinaison de ces espèces sont extrêmement nombreux.

Le sud-oranais offre aussi une diversité écosystémique particulière des biotopes par la présence d'un nombre important de pistachiers qui constituent des habitats de haut intérêt biologique et écologique.

Ces biotopes hébergent une flore riche à base des formations végétales steppiques diversifiées arbustive, arboré et herbacée comprenant des groupements à *Hammada scoparia*, à *Stipa tenacissima*, à *Artemisia herba-alba*, à *Lygeum spartum* et des formations préforestières (matorrals) composés par une strate arborescente claire de génévriers (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*) au niveau des djebels et versants des monts de l'atlas saharien morcelées par plusieurs oueds, des affleurements rocheux, dépressions, dayas, thalwegs (**Kaabeche, 2003**).

Ces groupements sont caractérisés par une richesse et diversité floristique très importante, ils renferment plus de 270 espèces végétales arborées, arbustives et herbacées. Le tableau 27 représente la variation de la richesse floristique dans les stations d'étude.

Tableau 27. Richesse floristique engendrée dans les stations d'études.

Régions	N°	Stations	Nombre d'espèce	Moyenne
Béchar	01	Bou Yala	129 espèces	180 espèces
	02	Bou Ayech	126 espèces	
	03	Djedida	118 espèces	
	04	Oum Chegag	92 espèces	
Naâma	05	Hajaj	135 espèces	186 espèces
	06	Ouarka	103 espèces	
	07	Haraza	103 espèces	
	08	Gâaloul	58 espèces	
El Bayadh	09	Boussemghoun	107 espèces	136 espèces
	10	Hanntouzah	45 espèces	
	11	Messied	62 espèces	
	12	Guetta	50 espèces	
Zone d'étude				270 espèces

L'analyse de la richesse floristique rapportée sur le tableau 27, nous a permis de tirer les observations suivantes :

- une richesse remarquable du cortège floristique dans l'ensemble avec 270 espèces qui accompagne les groupements à *P. atlantica*.

- l'exploitation des différentes données prélevées montre une dominance floristique plus importante pour les régions de Béchar et Naâma (180 et 186 espèces respectivement). Comparativement à la région d'El Bayadh où nous avons recensé seulement 136 espèces. Le détail de la richesse floristique des différentes stations est fourni dans le tableau ci-dessus. Pour le cas des dayas (Hanntouzah, Guetta, Messied et Gâaloul) sont moins riches en espèces végétales par rapport aux autres biotopes (Djebels, talweg....). Ces dayas sont des dépressions occasionnellement inondables et riches en alluvions. Le nombre des espèces ne dépasse pas 50 espèces.

- en matière de dominance et la prévalence des espèces végétales recensées, nous avons constaté que les espèces annuelles sont plus nombreuses que ceux vivaces. Cette abondance de ces espèces annuelles est probablement l'effet de l'humidité relative du milieu. Les espèces les plus rencontrées sont : *Avena stirelis*, *Avena alba*, *Hordeum vulgare*, *Hordeum murinum*, *Schismus barbatus*, *Bromus rubens*, *Cutandia dichotoma*.

Pour ce qui est des espèces vivaces (herbeuses ou sous ligneuses) susceptibles de supporter des périodes prolongées d'environnement rudes une acclimatation de l'appareil végétatif de ces espèces est observée c'est le cas des espèces telles que: *Atractylis serratuloides*, *Launaea arborescens*, *Rhantherium suaveolens*, *Anvillea radiata*, *Artemisia campestris*, *Echinops spinosus*, *Launaea acanthoclada*, *Artemisia herba-alba*.

En matière des facteurs qui interviennent dans la richesse ou la pauvreté en espèces végétales, l'analyse des résultats obtenus, nous a permis de constater que :

- Selon **Kaabache (2003)**, la présence des espèces comme *Pistacia atlantica* et *Ceratonia siliqua* constitue le témoin d'un passé plus humide. **Kadi-Hanifi (2003)**, rapporte que la richesse et la pauvreté floristique sont dues à des causes historiques ;

- Une modification dans la composition floristique sous l'effet de l'action synergique de l'aridité et de l'action anthropique (**Kerroum, 2014**). En effet, l'aridité du climat, la sécheresse, l'ensablement et la désertification de la zone d'étude ont un impact négatif sur la richesse floristique.

- **Gradient bioclimatique** lié à l'aridité du milieu d'une part et l'humidité du sol d'autre part qui est due à leurs nature favorisant l'infiltration et à leurs situation topographique (altitude) et à la présence de la nappe phréatique.

- **Action anthropozoïque** : l'anthropisation du milieu par les éleveurs, où nous avons remarqué que presque chaque daya est considérée comme une propriété privée par ces éleveurs où leurs tentes (Kheima) ou leurs habitats ruraux sont implantés en proximité. De ce fait, les agneaux sont pâturés à l'intérieur de daya (présence même des Zriba). Des observations sur terrain, nous ont permis de constater que la dégradation de la végétation est causée par la population locale et les nomades à travers les activités de surpâturage (ovins, caprins et bovins). Le prélèvement de bois de feu, ébranchage, assèchement des dayas ont aussi été constatés.

On résume les impacts de l'action anthropozoïque par les constats suivants :

- **Exploitation abusive et la raréfaction des végétaux ligneux** particulièrement l'espèce *Pistacia atlantica* qui constitue une source de bois (coupes de bois comme combustible pour les besoins domestiques (chauffage, cuisine).
- **Pratiques agricoles** (labours et moissonage de céréaliculture) où l'on assiste à une destruction de la végétation naturelle au profit de périmètres agricoles dans les fonds des dayas. En effet, l'extension des labours et la forte pression avec l'utilisation de plus en plus systématique des engins agricoles, au sein même des dayas provoque un défrichement et éradication systématique des espèces pérennes. Selon **Kaabeche (2003)**, l'utilisation de la charrue provoque non seulement la disparition de tout couvert végétal mais en même temps une déstructuration du sol ; elle aboutit à la destruction « physique » du parcours.
- **Disparition totale des espèces rares** (*Cotula cinera*, *Limoniastrum feei*, *Ajuga iva*, *Warionia saharae*, *Artemisia herba-alba*) par arrachages anarchiques des plantes ayant diverses vertus médicinales et thérapeutiques. Le cas du *Rosmarinus officinalis* est le plus constaté, notons que la disparition de cette plante très recherchée pour son action médicamenteuse n'est qu'au niveau de Djebel Aissa, Djebel Antar, Moghrar, Djebel M'zi.
- **Concentration des troupeaux au niveau des dayas** provoque l'absence de la strate herbacée par contre une préservation d'un certain nombre d'espèces non palatables pouvant être toxiques et épineuses comme *Hammada*, *Scoparia*, *Euphorbia guyoniana*, *Cleome arabica*, *Peganum harmala*, *Echinops spinosus*, *Cynodon dactylon*, *Malva perviflora* et *Schismus barbatus* aux alentours des dayas.
- **Régression de la végétation** par évolution du cheptel, la dominance ovine ne permet pas la régénération des parcours ni son évolution. En effet, ces dernières années au niveau de la wilaya d'El Bayadh le nombre des ovins a dépassé 1 800 000 têtes en 2015 ; ceci accroît la surcharge des parcours et les dayas.

- **Diversité des biotopes** : La zone d'étude comporte différents biotopes dans l'atlas saharien et les plaines steppiques. Cette diversité des biotopes (dépressions, lits d'oued, escarpements rocheux, affleurement rocheux, sommets de Djebels, versants, falaises, oueds encaissés, dayas, vallées, ravins, ravinnelles, talwegs, les plateaux érodés...) est occupée par une diversité floristique. Le *P. atlantica* est une espèce caractéristique des biotopes sus cités.

Les groupements à *P. atlantica* de plus en plus xérophiles ouvertes ne se rencontrent que sur les sommets et sur le versant des djebels de l'atlas saharien. Ces reliefs renferment une végétation souvent particulière, adaptée aux substrats gréseux ou seulement protégée des pressions biotiques et abiotiques.

La végétation est beaucoup plus localisée dans les ravinelles où à l'abri des blocs rocheux, dans les bas versants et les collines rocheuses c'est le cas des stations de Hajaj, Djedida et Haraza.

Par contre, il apparaît que les lits d'Oueds, les versants et les montagnes (Djebel) sont les biotopes les plus riches en espèces, avec une dominance des espèces annuelles. **Lemée (1953)**, relie la richesse floristique des biotopes aux déterminismes édaphique (texture et nature chimique du sol). Ces biotopes hébergent une diversité et richesse floristique très particulières telle les psammophytes occupent les biotopes ensablé, les halophytes se développant dans des biotopes plus ou moins salés....). **Ozenda (1983)**, a rapporté que les dépressions sont les lieux où s'accumulent les apports éoliens et l'eau. Les gorges et les falaises sont par contre relativement riches de nombreuses espèces (*Cynodon dactylon*, *Hernaria mauritanica*, *Dilpotaxi pitardiana*, *Bromus rubens*).

Les végétaux se développent dans les interstices et diaclases des dalles ou les produits d'altération de la roche mère constituent un micro-sol abrité de déflation (**Le Houérou, 1959**).

Les lits d'oueds à fond rocailleux et sableux sont des espaces qui peuvent être formé par les eaux de ruissellement, ils sont les plus riches et les plus diversifiés en espèces (buissons des *Ziziphus lotus* et *Nerium oleander*) (**Chehema, 2005**).

Les affleurements rocheux constituent un biotope pour le développement d'une végétation particulière, dite ripicole, telle la présence de (*Olea europaea*, *Nerium oleander*, *Rhus tripartita*, *Phoenix dactylifera*) sur les falaises des djebels de l'atlas saharien. Les strates herbacée et sous-arbustive se limitent à quelques touffes accrochées dans les fissures en situation des escarpements rocheux. La végétation des affleurements rocheux est adaptée aux conditions de sécheresse des milieux. On observe sur des petits affleurements rocheux l'installation de nombreuses espèces associées avec grandes espèces ligneuses comprennent *Pistacia atlantica*, *Olea europaea*, *Rhus tripartita*, *Ceratonia siliqua* et *Ziziphus lotus*. Les sous strates sont occupés par *Asparagus altissimus*, *Gymoncarpos decander*, *Hammada scoparia*. Les arbres s'installent préférentiellement dans les éboulis rocheux et au fond des failles d'écoulement. Ils bénéficient d'un milieu tamponné par l'ombrage des rochers et d'une disponibilité hydrique supérieure à celle du domaine bioclimatique (**Birnbaum, 2012**).

Nous avons observé la présence des espèces hygrophiles, pastorales et psammophiles, cette abondance permet d'enrichir la liste du cortège floristique des groupements à *Pistacia atlantica*. Parmi les espèces hygrophile les plus fréquentes dans les eaux des oueds permanents ou mares permanentes ou temporaires, on remarque *Juncus maritimus*, *Juncus bufonius* *Vitex agnus-castus* et quelques pieds de *Populus euphratica* et *Tamarix gallica*.

Signalons aussi l'abondance des espèces psammophiles (*Retama retam*, *Aristida pungens*, *Ephédra alata*, *Genista Sahara*, *Moltkia ciliata*) par ailleurs l'existence d'accumulations dunaires semi-fixes comme la grande dune située au sud et sud-ouest d'Ain sefra et la partie sud d'El Bayadh. Ces formations sont inégalement réparties sur le territoire d'étude.

Elles suivent les zones de piégeage de sable et occupent des positions diverses telles les couloirs d'ensablement ou les versants de raccordement au pied des grands massifs, aussi dans les vastes dépressions naturelles, constituées par les chotts. Donc, l'ampleur du phénomène d'ensablement permet l'installation remarquable des espèces psammophiles dans ces voiles formés (*Retama retam*, *Thymelaea microphylla*, *Hammada schmittiana*, *Artemisia campestris*, *Ephedra alata*, *Genista Saharæ*, *Aristida pungens*, *Euphorbia guyoniana*, *Launaea resedifolia*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Neurada procumbens*).

Nous avons également observés la présence de la formation steppique à *Lygeum spartum* dans la partie nord de Naâma ; cette steppe abrite une richesse floristique purement steppique par l'abondance des espèces suivantes : *Lygeum spartum*, *Atractylis serratuloides*, *Salsola vermiculata*, *Noaea mucronata*, *Artemisia herba-alba*.

- **La protection** : Il est à signaler que le long de la frontière Algéro-Marocaine (zone interdite d'accès), la végétation est bien préservée malgré la rigueur du climat, ce qui laisse supposer que la dégradation est beaucoup plus le résultat d'une pression anthropique que le fait des conditions climatiques, même si elles constituent le facteur exposant.

Lors de notre investigation sur terrain, nous avons constaté absence de la pression animale sur ces stations (Mir El-Djebel de Hajaj), en raison de son relief accidenté difficilement accessibles peu favorable pour le cheptel. Il a noté la présence de quelques cas de régénération du *P. atlantica* au niveau des falaises de montagnes.

Un autre constat vient s'ajouter à ce panel, en effet ces endroits rocheux peuvent héberger une faune sauvage dangereuse qui offrent peu d'abris de prédilection des reptiles (lézards, serpents) et scorpions. Cette présence favorise davantage l'inaccessibilité à ces endroits.

- **La disponibilité hydrique** : La pluviosité est un facteur discriminant très notable, il paraît à lui seul capable de fournir une explication suffisante au changement d'effectifs dans les différents biotopes. Après une ou plusieurs pluies (automnale et hivernale) entraînant une humidité adéquate de l'environnement, certaines diaspores germent, la plante fleurit et fructifie, certaines espèces bouclent une phase active à leur cycle en quelques semaines (éphémérophytes) (Kaabeche, 2003 ; Guehiliz, 2016).

Donc, La richesse des végétaux s'accorde localement avec la répartition et la disponibilité hydrique. On note aussi que les dayas (pourcentage appréciable d'humidité, capacité de stockage hydrique), par conséquent une germination accrue des différentes graines des espèces végétales.

Ozenda (1982), a stipulé que le nombre d'espèces végétales dans une station, demeurent influencé par le facteur hydrique. La répartition des espèces est essentiellement sous la dépendance de la disponibilité en eau et de caractères physiques du sol ainsi que la topographie.

Au niveau des milieux arides, l'eau est un facteur limitant majeur, de sorte que la densité et diversité de la végétation augmentent toujours avec la disponibilité hydrique. Outre la quantité de pluie reçue en un point donnée de la surface du sol, cette disponibilité intègre la circulation de l'eau, autant en surface que dans le sol, et la durée pendant laquelle elle est accessible au végétaux. Partout où l'eau circule en surface, la végétation est plus dense (**Birnbaum, 2012**). Citons en exemple le cas de la station de Haraza, ou le Djebel Morghad qui est souvent enneigé (source d'eau), permettant ainsi d'alimenter la végétation du sommet et des versants. Cet avantage permet de caractériser cette station par un climat semi-aride et une végétation très particulière (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*, *Helianthemum rubellum*).

3.3. Caractérisations de la composition floristique

Un cortège floristique de 270 taxons botanique a été identifié au niveau de notre région d'étude. Nous avons aussi constaté une composition biologique plus ou moins diversifié au sein des aires des groupements à *P. atlantica*.

Le nombre d'espèces dans un tapis végétal donne une indication sur la richesse et sur la diversité biologique de la liste globale du cortège floristique. Ainsi ce cortège présente une grande plasticité tout en révélant sont appartenance au climat aride.

3.2.1- Caractérisation biologique

Les types biologiques globaux sont répartis d'une façon différente en fonction de leurs biotopes et leurs caractéristiques écologiques (climat, type de sol, topographie, ..). Pour notre cas, nous avons représenté le pourcentage de chaque type biologique en fonction de nos observations sur le terrain. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total du cortège floristique dans les aires à groupements à *Pistacia atlantica*.

Le tableau ci-dessous présente la composition floristique selon le nombre de présence et le pourcentage de chaque type biologique par rapport au nombre total des espèces recensées.

Tableau 28. Spectre biologique brut des stations d'étude

Station	Béchar		Naâma		El Bayadh		Zone étude	
	Absolue	Relative (%)	Absolue	Relative (%)	Absolue	Relative (%)	Absolue	Relative (%)
Thérophytes	90	50	91	48,92	72	52,94	131	48,51
Chaméphytes	42	23,33	33	17,74	27	19,85	56	20,74
Hémicryptophytes	30	16,67	39	20,97	27	19,85	52	19,25
Géophytes	9	05,00	11	05,91	6	04,41	16	05,92
Phanérophytes	9	05,00	12	06,45	4	02,94	15	05,56
Total	180	100%	186	100%	136	100%	270	100%

L'analyse des spectres biologiques globaux (**Tab.28**) montre que les thérophytes sont les plus représentées dans toute la zone d'étude, avec des taux dépassant généralement 48 %. Les chamaephytes viennent ensuite avec des pourcentages variant entre 17 % et 23%. Les hémicryptophytes sont moins représentés, leur pourcentage est non négligeable (19,25%), les géophytes qui enregistrent un taux a voisinant 6 %. Enfin, viennent les phanérophytes avec un taux de (5,55%).

Le spectre biologique dans la région de Béchar est de type : **Th>Ch>He> Ge> Ph** ; il est dominé par 90 espèces thérophytiques soit 50%, 42 espèces chaméphytiques (23,33%), 30 espèces Hémicryptophytiques (16,67%), 9 espèces chacune pour les géophytes et les phanérophytes (5%). Selon **Oliver et al. (1995)**, une attention particulière est généralement accordée à la répartition des Thérophytes dont la proportion en région méditerranéenne est de l'ordre de 50%.

Le taux de Thérophytes est liée, quelle que soit l'échelle de l'analyse et le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et l'humidité globale du milieu (Daget, 1980). Plusieurs auteurs soulignent que les thérophytes sont le type biologique qui dépend directement des précipitations (Quézel, 1965 ; Carriere, 1989 ; Grouzis, 1992 ; Monod, 1992 ; Bouallala, 2013 ; Bekkouche, 2016). D'autres auteurs lient leur présence à l'état de la surface du sol (Nègre, 1966 ; Kadi-Hanifi, 2003).

Au niveau de la région de Naâma, le spectre biologique est suivant : **Th>He>Ch>Ph>Ge**, nous constatons la dominance de strate herbacée, Thérophytes avec 91 espèces soit 48,92%, hémicryptophytes avec 39 espèces soit 20,97%, les chaméphyte ayant 17,74 % (33 espèces), les phanérophytes avec 6,45% (12 espèces) et enfin par les Géophytes avec 5,91% (11 espèces). On remarque que cette région est plus diversifiée avec 186 espèces par rapport des régions de Béchar et El Bayadh. En plus que les espèces phanérophytique sont nombreuses (*Pistacia atlantica*, *Ceratonia siliqua*, *Nerium oleander*, *Phoenix dactylifera*, *Retama retam*, *Retama sphaerocarpa*, *Rhus tripartita*, *Olea europaea*, *Genista saharae*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* et *Ziziphus lotus*). Cette dominance des thérophytes est strictement liée aux pluies saisonnières (Belhacini, 2011). Le pourcentage des phanérophytes, des hémicryptophytes et des géophytes diminue avec l'aridité et l'ouverture du milieu, tandis que ceux des thérophytes et des chamaephytes augmentent (Kadi-Hanifi, 2003).

Pour la région d'El Bayadh, le spectre est de type : **Th>He=Ch>Ph>Ge**. D'après ce spectre on constate la dominance de strate herbacée avec 72 espèces de Thérophytes soit 52,94%, les Chaméphytes et Hemicryptophytes 19,85% (27 espèces chacune), 6 espèces de Geophytes (*Urginea maritima*, *Urginea noctiflora*, *Cynodon dactylon*, *Dipcadi serotinum*, *Asparagus altissimus*, *Asphodelus tenuifolius*) soit 4,41%.

Enfin les phanérophyte avec une représentativité de 2,94% (seulement 4 espèces de nanophanérophytes *Pistacia atlantica*, *Rhus tripartita*, *Retama retam* et *Olea europaea*). Il faut souligner que le type biologique de cette région est semblable avec les autres régions exception faite pour le nombre en espèces (136 espèces) qui a régressé par rapport aux autres régions. Cette régression du taux est probablement due à l'anthropisation des stations d'études ainsi qu'à l'impact du fléau de désertisation et l'ensablement.

Le spectre biologique est considéré par les phytogéographes comme une stratégie d'adaptation de la flore aux conditions de milieux défavorables et plus particulièrement aux conditions climatiques (Daget, 1980).

Les aires de répartition des groupements du *Pistacia atlantica* dans le Sud-oranais sont différentes sur le plan biologique au niveau des stations étudiées. L'exploitation des différents résultats nous permettent d'émettre les constatations suivantes :

- les successions des types biologiques bruts et l'installation des espèces dans les stations étudiées confirment l'hétérogénéité du tapis végétal selon les caractéristiques écologiques stationnelles des milieux (relief, altitude, hydrographie, oueds, dépressions, dayas, escarpement rocheux, plaines...).
- En comparant les spectres bruts et réels, nous remarquons que les thérophytes sont les plus dominantes dans les spectres bruts. Les chaméphytes et les Phanérophytes occupent la place la plus importante.
- 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 ce constat est en adéquation avec les propos de **Floret et Pontanier (1982)**.
- La réduction du couvert végétal par le surpâturage s'accompagne par le changement de la composition floristique, ce changement est attesté par l'expansion des espèces non palatables (toxique et /ou épineuses) : *Ferula cossoniana*, *Urginea maritima*, *Pegannum harmala* ou adapté aux systèmes pastoraux (co-évolution) *Plantago albicans* au profit d'autres espèces dotées d'une grande valeur pastorale (plus palatable) *Artemisia herba-alba*, *Stipa tenacissima*.
- Ainsi les différentes formes biologiques renseignent sur les formes de croissance et donc la réponse des végétaux aux conditions locales du milieu (**Aidoud, 1998**).
- l'analyse biologique confirme l'évolution régressive du tapis végétal telle qu'elle a été entrevue par l'examen de la composition floristique des groupements. Cette régression du tapis végétal se traduit par la disparition progressive des phanérophytes, l'extension des géophytes (*Urginea maritima*, *Urginea noctiflora*, *Gymnarrhena micrantha*, *Gynandriris sisyrinchium*) et l'apparition progressive des hémicryptophytes (*Astragalus vogelii*, *Erodium garamantum*, *Paronychia chlorothyrsa*, *Plantago albicans*). On note aussi que certaines chamaephytes (*Hammada schmittiana*, *Hammada scoparia*, *Atractylis serratuloides*) deviennent dominantes dans la contribution au tapis végétal bien qu'elles soient peu nombreuses favorisant ainsi leur développement cette observation a été aussi signalée par **Kadi-Hanifi (2003)**.

Selon la distribution de chaque type biologique, des figures sous forme des secteurs en 3D sous Excel ont été établies (**Fig.43**). Ces figures montrent la variation saisonnière du spectre biologique.

De manière générale, on remarque que la zone d'étude présente un cortège floristique marqué par une hétérogénéité entre les ligneux et les herbacées et entre les vivaces et les annuelles, cette disparité paysagère peut être liée aux conditions orographiques, édaphiques et hydrologiques du milieu.

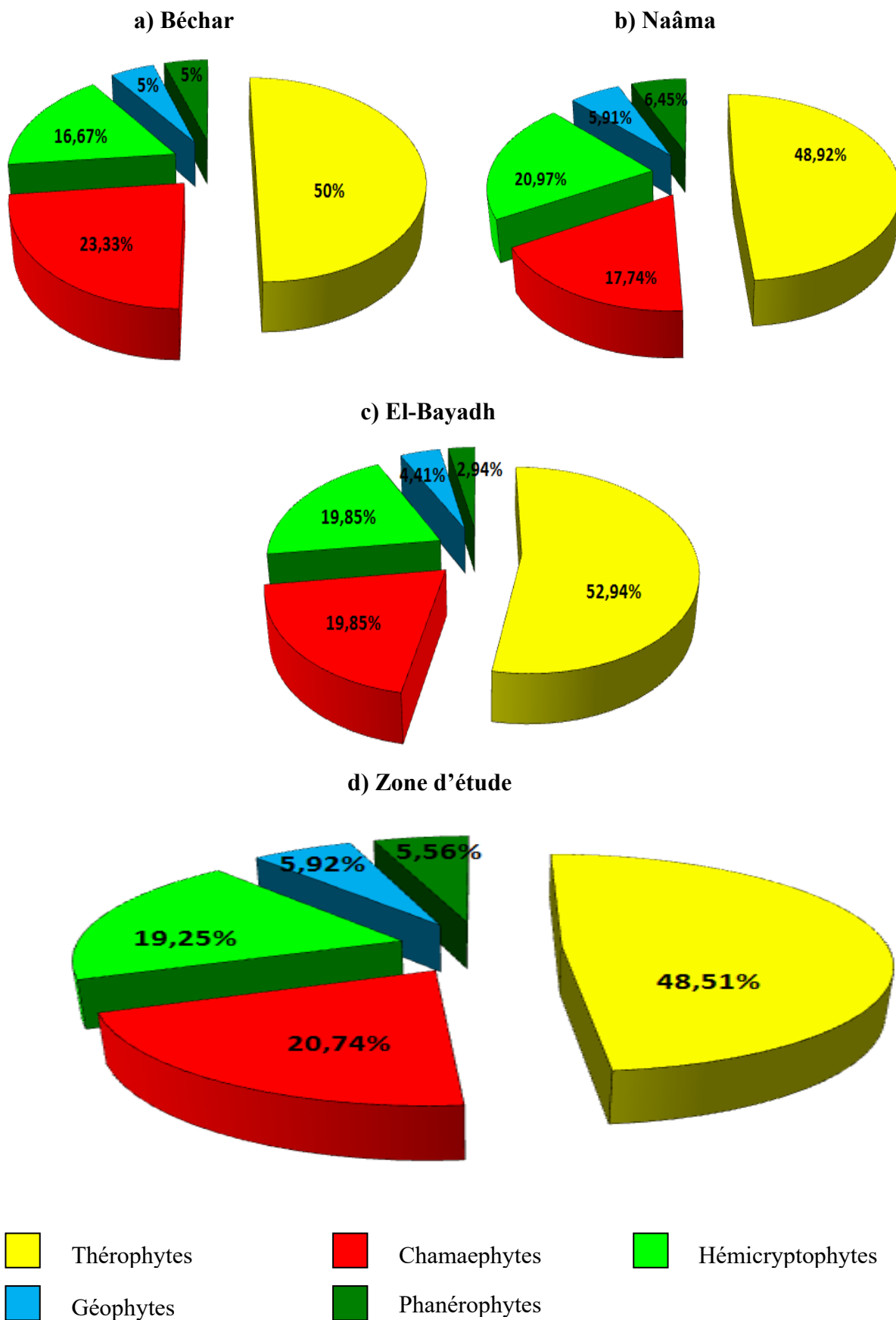


Figure 43. Répartition des espèces par types biologiques dans la région d'étude.

L'étude des spectres biologiques confirme selon **Quézel (2000)**, l'évolution régressive du tapis végétal des stations étudiées. Cette régression se traduit par l'invasion des thérophytes et une augmentation des taux des chaméphytes, des hémicryptophytes et une réduction des taux des phanérophytes. Ces types biologiques sont répartis d'une façon différente en fonction des biotopes.

Dans l'ensemble des stations étudiées, la répartition des types biologiques reste identique, et similaire pendant le printemps, suivant le schéma : **Th>Ch>Hé>Ph>Ge**.

Cette inégalité dans la répartition saisonnière de ces plantes est directement liée à leur mode d'adaptation à la sécheresse (**Ozenda, 1991**) et à leur dépendance directe des précipitations (**Boudet et al., 1983 ; Cissé, 1986 ; Carrière, 1989 et Grouzi, 1992**). En effet, **Barry et al (1981)** et **Mackenzie et Balli (2000)** rapportent que les éphémérophytes (acheb) sont fort capricieuses, elles n'occupent que sporadiquement et fugacement le terrain et que seules demeurent constamment les espèces vivaces (**Bouallala, 2013**).

3.2.1.1. Les Thérophytes

Le spectre biologique est très nettement dominé par les thérophytes avec 48,92% et 52,94%, qui sont réparties comme suite:

- **Béchar** : 50% avec 90 espèces sur 180 espèces
- **Naâma** : 48,92% avec 91 espèces sur 186 espèces
- **El Bayadh** : 52,94% avec 72 espèces sur 136 espèces
- **Zone d'étude** : 48,51% avec 131 espèces sur 270 espèces.

Nos résultats concordent avec ceux de plusieurs auteurs notamment **Bouzenoune (1984)**, **Dahmani (1996)**, **Benaradj (2010)**, **Bouallala (2013)**, qui indiquent que la répartition des types biologiques est dominé par des thérophytes.

Les thérophytes de l'ensemble des stations d'étude sont caractérisées par un taux très élevé (50%), qui présentent une prédominance de strate herbacée (thérophytisation). Parmi les principaux types biologiques définis par Raunkiaer, une attention particulière est généralement accordée à la répartition des thérophytes dont la proportion en région méditerranéenne est de l'ordre de 50% (**Olivier et al., 1995**), indiquant ainsi un milieu fortement perturbé.

Les thérophytes à cycle très rapide, qui apparaissent dès les premières pluies et se maintiennent parfois tout au long de la saison pluvieuse. Donc, les oueds, avec des sols permettent une meilleure capacité de rétention de l'humidité profitable à la végétation qui a pu s'installer dans ce milieu.

Ces thérophytes constituent une strate herbacée assez hétérogène et colonisent les banquettes et les lits d'oueds, sous touffes jujubier (*Ziziphus lotus*). Très envahissantes, beaucoup de ces espèces n'accomplissent souvent dans une station donnée qu'un nombre limité de cycles végétatifs avant d'être éliminés par le pâturage ou la concurrence.

Perrier de la Bathie (1921), a rapporté que ce n'est que dans quelques circonstances particulières (fortes activités humaines, surpâturages) que certains espèces deviennent dominantes et peuvent caractériser physionomiquement les formations steppiques à *Hammada scoparia* et *Retama raetam*.

Du fait de leur cycle annuel court, la majorité des thérophytes sont des espèces secondaires à très fort pouvoir colonisateur que l'on retrouve dans tout le domaine steppique et saharien comme adventive, rudérale ou messicoles (groupe anthropique). Ce sont les espèces accessoires (**Perrier de la Bathie, 1921 ; Morat, 1973**). **Floret et Pontanier (1982)** signalent que plus un système est influencé par l'homme (surpâturage, culture) plus les thérophytes y prennent de l'importance. Pour **Lacoste et Salanon (2001)** pour les zones arides et semi-arides méditerranéennes, ce sont les Thérophytes qui dominent.

Dans la région d'étude, on a inventorié 131 espèces appartenant aux 31 familles botaniques de type biologique thérophytique. Ces végétaux se développent souvent au cours de la saison pluvieuse, depuis la germination (induite par les pluies) jusqu'à la fructification : 10mm de pluie sont suffisants pour humidifier la couche superficielle de sable et permettre ainsi la levée des plantules. Certains ne vivent que quelques semaines seulement (éphémérophytes). Ces plantes peuvent demeurer vertes au cours de la saison sèche, utilisant au maximum les réserves hydriques du sol (*Neuroda procumbens*) (**Poilecot, 1996**).

La composition floristique dans les stations montagneuses (Bou Ayech, Boussemghoun, Haraza) comporte un important ensemble d'espèces communes : en particulier dans les ravins montagneux et les grands oueds montagneux. Ils sont représentés principalement par les familles suivantes : Asteraceae avec un taux très élevé de 28,24% de la liste totale des espèces thérophytiques présentes dans la région d'étude (37 espèces). Ce sont en fait des plantes saisonnières qui exploitent la moindre pluie pour germer et réaliser leur développement. Parmi ces espèces les plus rencontrées et qui dominent sont :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| - <i>Launaea nudicaulis</i> | - <i>Cotula cinerea</i> |
| - <i>Launaea resedifolia</i> | - <i>Pallenis cuspidata</i> |
| - <i>Launaea glomerata</i> | - <i>Bubonium graveolens</i> |
| - <i>Picris coronopifolia</i> | - <i>Centaurea maroccana</i> |
| - <i>Picris albida</i> | - <i>Calendula aegyptiaca</i> |

- *Chrysanthemum macrocarpum*
- *Matricaria pubescens*
- *Koelipinia linearis*
- *Anacyclus pyrethrum*
- *Senecio flavus*
- *Reichardia tingitana*
- *Carthamus lanatus*
- *Anacyclus cyrtolepidioides*
- *Cladanthus arabicus*
- *Ifloga spicata*
- *Lifago dielsii*
- *Carlina brachylepis*
- *Evacidium discolor*

Pour la famille qui occupe la deuxième position avec un taux de 14,5% par leur nombre plus moins important, c'est la Poacees (avec 19 espèces), dont les plus dominantes sont:

- *Avena stirilis*
- *Avena alba*
- *Hordeum vulgare*
- *Hordeum murinum*
- *Schimus barbatus*
- *Stipa capensis*
- *Bromus rubens*
- *Cutandia dichotoma*
- *Panicum turgidum*

Pour les espèces qui appartiennent à la famille des Brassicacees, on constate la présence de 15 espèces, dont les plus dominantes :

- *Malcolmia aegyptiaca*
- *Morettia canescens*
- *Muricaria prostrata*
- *Alyssum ilifolium*
- *Alyssum macrocalyx*
- *Diplotaxis eruroides*
- *Diplotaxis harra*
- *Eruca vesicaria*
- *Zilla macroptera*
- *Mathiola livida*
- *Dilpotaxi pitardiana*

Pour les Fabaceae, 9 espèces sont bien représentées dans les stations étudiées dont les plus dominantes sont:

- *Astragalus mareoticus*
- *Medicago laciniata*
- *Medicago minima*
- *Trigonella angina*
- *Trigonella polycerata*
- *Trigonella stellata*

Pour la famille des Borriginaceae, on a recensé 8 espèces, dont les plus domiantes sont : *Echium horridum*, *Trichodesma calcaratum* *Elizaldia violacea* et *Echium humile*. Les Papaveraceae avec (5 espèces) ; *Glaucium corniculatum*, *Roemeria violacea*, *Platycapnos spicata*, *Papaver dubium* et *Papaver rhoeas*. 4 espèces, comprenant 2 familles de Caryophyllaceae (*Silene secundiflora*, *Silene villosa*, *Herniaria cinerea*, *Polycarpaea repens*) et Geraniaceae (*Erodium microphyllum*, *Erodium glaucophyllum*, *Erodium guttatum* et *Erodium triangulare*). Les Euphorbiaceae est représentée par 3 espèce) : *Euphorbia calyprata*, *Euphorbia Guyoniana* et *Euphorbia retusa*

Quatre familles avec 2 espèces chacune, Urticaceae (*Forskahlea tenacissima* et *Urtica urens*), Zygophyllaceae (*Fagonia glutinosa* et *Fagonia latifolia*), Malvaceae (*Malva aegyptiaca* et *Malva parviflora*), Orobanchaceae (*Cistanche violacea* et *Orobanche aegyptiaca*).

Pour les 18 familles restante sont monospécifique (une seule espèce chacune) : Apiaceae (*Eryngium ilicifolium*), Plumbaginaceae (*Limonium lobatum*), Amaranthaceae (*Bassia muricata*), Asparagaceae (*Stellarioides sessiliflora*), Polygonaceae (*Emex spinosa*), Renonculaceae (*Adonis dentata*), Resedaceae (*Reseda pruinoso*), Rosaceae (*Neuroda procumbens*), Rubiaceae (*Crucianella hirta*), Scrophulariaceae (*Linaria amethystea*), Cucurbitaceae (*Colocynthis vulgaris*), Cynomoriaceae (*Cynomorium coccineum*), Cyperaceae (*Eleocharis caduca*), Dipsacaceae (*Scabiosa stellata*), Convolvulaceae (*Cuscuta epithimum*), Capparidaceae (*Cleome arabica*), Plombaginaceae (*Limonnium bonduelli*) et Asclepiadaceae (*Pergularia tomentosa*).

La thérophytisation décrite par beaucoup d'auteurs comme une caractérisation de systèmes dégradés est valide, effectivement si nous avons le passage d'un écosystème en bon état vers un autre en mauvais état. Ce phénomène de thérophytisation présente plusieurs explications :

1- Leur présence dans les milieux arides est liée à leur stratégie d'adaptation. **Emberger (1939)** affirme que le taux des thérophytes croit avec l'aridité du milieu ou à l'accentuation de l'aridité du climat (rudesse du climat), pour **Daget (1980)**, **Barbéro et al., 1990** et **Aidoud (1989)** : la thérophytisation est une caractéristique des zones arides et exprime une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et d'une résistance aux rigueurs climatiques.

2- Il apparaît que la présence des thérophytes est en général liée aux précipitations. Plusieurs auteurs soulignent que les thérophytes sont le type biologique qui dépend directement des précipitations (**Quézel, 1965 ; Barkoudah et Van Der Sar, 1982 ; Carriere, 1989; Grouzis, 1992; Monod, 1992**). Par l'augmentation du bilan d'eau dans le sol après une année pluvieuse (la quantité moyenne de pluie reçue) suite une pluviométrie exceptionnelle de l'année qui dépasse 108mm/an dans les années (2008 et 2013), nous vons constaté une germination des graines emmagasiner dans le sol ou disséminer par le vent ou le animaux. L'abondance des Thérophytes peut être expliquée par la forte présence d'eau propice au développement des plantes annuelles par la présence des espèces d'affinité saharienne telles que : *Euphorbia guyoniana*, *Launaea arborescens*, *Randonia africana*, *Zilla macroptera* et *Malcolmia aegyptiaca*.

3- enfin la thérophytisation est une réponse directe à la forte pression entropique et au passage du troupeau corrélé à l'aridification et de l'ensablement du milieu.

Les structures actuelles des paysages méditerranées sont en fait des résultantes des perturbations d'origine climatique aggravées par l'action anthropique. Les zones préforestières et steppiques sont le théâtre d'un déséquilibre écologique néfaste et continu qui résulte de la très forte charge quelle subissent d'une part, et de leur faible production d'autre part (**Bouazza et Benabadji, 1998**). La thérophytisation présente un autre stade de dégradation plus poussé caractérisé par l'envahissement. Suite aux perturbations du milieu par l'action anthropique, des espèces plus ou moins xérophiles à forte production des graines (stratégie R) se sont installées (*Atractylis serratuloides*, *Echium horridum*, *Hammada schmittiana*, *Launaea arborescens*, *Morettia canescens*, *Xanthium spinosum*, *Zilla spinosa*) souvent nitrophile (*Adonis dentata*, *Biscutella auriculata*, *Glaucium corniculatum*, *Lappula redowskii*, *Linaria reflexa*, *Peganum harmala*, *Papaver hybridum*, *Papaver rhoeas*, *Roemeria hybrida*).

Selon **Barbéro et al. (1990)**, présentent la thérophytie comme étant une forme de résistance à la sécheresse ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides. L'origine de l'extension des thérophytes est due en grande partie : Soit à l'adaptation, à la contrainte du froid hivernal où à la sécheresse estivales (**Raunkiaer, 1934 ; Ozenda, 1963**). Selon **Nègre (1966)** et **Daget (1980)**, la thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Elle présente une caractéristique des zones arides qui permet aux plantes de passer la période critique de la végétation sous forme de graine. Cette forme semble être la plus adaptée à l'aridité pour leurs survies (**Kaabeche, 1990**).

On observe aussi, la colonisation des milieux par des espèces thérophytique psammophiles (*Morettia canescens*, *Reseda pruinoso*, *Fagonia latifolia*, *Bassia muricata*), cette abondance est l'origine que notre zone d'étude se trouve à la limite des bordures sahariennes au Sud et à l'extension du fléau de l'ensablement. Dans le même sens, **Guinochet et Quézel (1954)** indiquent que la présence de sable même en couche réduite dans les habitats sahariens entraîne le développement des psammophytes, surtout annuelles.

Les interventions de l'homme et des animaux ont des répercussions visibles sur la physiologie des formations végétales. Les ovins et les caprins apprécient différemment les espèces classées par types morphologiques principaux (ligneux dressés, herbacées vivaces, annuelles). Les ovins préfèrent les espèces annuelles et presque indifféremment du stade biologique où elles se trouvent alors que les caprins au contraire ne consomment que peu les annuelles (**Le Flo'h, 2001**).

Les thérophytes, type biologique particulièrement apte à supporter l'aridité sont nombreux : ils représentent jusqu'à plus de 50% du spectre brut dans certaines stations de la zone d'étude (station de Bou Yala et de Bou Ayech). Ils occupent aussi très souvent certaines stations privilégiées à l'ombre des arbres (*Ziziphus lotus*).

En effet, **Monod (1992)** indique que les thérophytes ne présentent pas d'adaptations morphologiques particulières à l'aridité. Elles échappent aux conditions extrêmes à l'état de graines. Il apparaît que la présence des thérophytes est en général liée aux précipitations.

Cette diversité floristique des thérophytes est liée à l'anthropisation du milieu et la dissémination des espèces, par exemple les graines dentelées sont disséminer par zoochorie (laine des ovins) d'une région sud vers les régions steppiques (*Medicago laciniata*) et d'autre graines peuvent se déplacées dans l'espace par le vent dominants qui connaisse la zone d'étude.

Cependant, dans le cas où un voile éolien s'installe, des psammophiles comme *Schismus barbatus*, *Cutandia dichotoma*, *Launaea resedifolia* et certains Astragales du genre *Astragalus* s'y installent (*A. armatus*, *A. cruciatus*, *A. echinatus*, *A. eremophilus*, *A. ghizensis*, *A. Gombo*, *A. mareoticus*, *A. tenuifolius* et *A. vogelii*). En année pluvieuse et lorsque le sol (sableux ou limono-sableux) est suffisamment profond, l'on assiste a un abondant développement de *Stipa parviflora*, *Scorzonera undulata* et nombreuses autres annuelles (**Ferchichi, 2013**).

Les espèces annuelles sont généralement disséminées et apparaissent fréquemment en peuplements, la présence de ceraines espèces qui se trouvent protégées sous l'abri des touffes de *Ziziphus lotus* et forme des petites colonies denses. La strate herbacées, suit les rigoles d'écoulements des eaux et s'installe dans les ravines et les ravinelles (**Poilecot, 1996**).

Dans les dayas, l'assèchement progressif présente une succession dans le temps de différentes espèces herbacées lié à l'évolution de l'hydromorphie ou l'humidité du sol. Les espèces inventoriées dans ce milieu sont pour beaucoup d'entre elles, communes à *Erodium triangulare*, *Malva parviflora*, *Medicago laciniata*, *Launaea nudicaulis*, *Koelpinia linearis*, *Muricaria prostrata*, *Melilotus sulcata* (Quézel, 1965).

Une abondance spatiale par des espèces thérophytiques envahissantes épineuses, réputées toxiques et délaissées par le bétail (*Euphorbia calytrata*, *Euphorbia Guyoniana*, *Euphorbia retusa*, *Cleome arabica*, *Colocynthis vulgaris*) est observable.

Plusieurs auteurs ont mis l'accent dans leurs travaux sur l'origine de l'extension des thérophytes :

- Adaptation à la contrainte du froid hivernale (Raunkiaer, 1934); ou à la sécheresse estivale (Daget, 1980 ; Nègre, 1966 ; Bouazza et al., 2004 ; Benabadji et al., 2004).
- Perturbations du milieu par le pâturage, les cultures, etc. (Grime, 1977). D'après Barbéro et al., (2001), la thérophytisation est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces sub-nitratophiles liées aux surpâturages.
- Evolution régressive confirmée due au stade de la désertisation,
- Aridification : plusieurs auteurs présentent la thérophytie comme une forme de résistance aux rigueurs climatiques (Nègre, 1966 ; Barbéro et al., 1990) ;
- Anthropisation, le pâturage enrichit le sol en nitrates et permet le développement des rudérales, notamment annuelles (Grime, 1977) ;
- Voile éolien, dans les milieux où l'évaporation est rapide et intense, la remontée de l'eau du sol par capillarité est interrompue, le sable de surface se transforme en croûte sèche qui stoppe l'évaporation. Une certaine teneur en eau se maintient dans le sol et permet le développement des thérophytes (Benabadji et al. (2011).

Benabadji et al. (2004) ajoutent que le pâturage favorise l'installation d'une manière globale des espèces souvent refusées par le troupeau. Elles sont représentées dans notre cas par : *Astragalus armatus*, *Biscutella didyma*, *Alyssum parviflorum*, *Eruca visicaria*, *Reseda luteola*, *Mathiola livida*. Ce sont des espèces toxiques et/ou épineuses.

Les thérophytes sont par ailleurs le résultat de l'anthropisation et le pâturage qui contribuent à l'enrichissement du sol en nitrates et permet le développement des rudérales notamment les espèces annuelles (*Echium horridum*, *Medicago minima*, *Alyssum ilifolium*.....).

Les thérophytes représentent l'expression même de l'adaptation en milieu aride : si la graine demeure un organe de conservation bien adapté aux longues saisons sèches, la réduction du cycle végétal constitue une stratégie très efficace (Poilecot, 1996).

3.2.1.2. Les Chamaephytes

La classe des chaméphytes vient au second plan en matière de représentativité des plantes herbacées pérennes. Ces espèces pérennes tiennent une place importante (18 et 23,33%), du fait des conditions privilégiées, édaphiques offertes par l'habitat.

Ces espèces sont réparties comme suit :

- **Béchar** : 23,33% avec 42 espèces sur 180 espèces ;
- **Naâma** : 17,74% avec 33 espèces sur 186 espèces ;
- **El Bayadh** : 19,85% avec 27 espèces sur 136 espèces ;
- **Zone d'étude** : 20,74% avec 56 espèces sur 270 espèces.

Les chaméphytes occupent généralement la deuxième position dans les spectres biologiques bruts et sont généralement les plus adaptés aux conditions des milieux arides, puisque leur présence durant toute l'année est assurée par leurs aptitudes physiologiques et leurs adaptations anatomique et morphologique (**Monod, 1992**).

Les Chaméphytes sont constituées principalement de plantes basses, ligneuses à leur base, appelées chaméphytes suffrutescentes et ont une bonne adaptation à la sécheresse.

Dans la région d'étude, nous avons observés la présence des formations chaméphytiques ; qui sont dominées par des arbrisseaux dont la taille ne dépasse guère 50 cm. Parmi ces arbrisseaux pouvant jouer un rôle physionomique considérable, il faut citer : *Anabasis aretioides*, *Hammada schmittiana*, *Artemisia campestris*, *Helianthemum lippii*, *Hammada scoparia*, *Artemisia herba-alba*, *Salsola vermiculata*, *Thymelaea microphylla*, *Gymnocarpos decander*...

Ces chaméphytes ne représentent que 21% du spectre brut de la zone d'étude. La plupart d'entre elles sont endémiques saharienne (*Anvillea radiata*, *Warionia saharae*). Elles sont principalement représentées par des chaméphytes qui s'installent dans les ravinnelles, ou dans les fissures des affleurements rocheux : *Gymnocarpos decander*, *Antirrhinum ramosissimum*, *Asparagus altissimus*, sont caractéristiques de cet habitat comme des les ravins montagneux, ainsi que les hautes plaines steppiques. Il faut dire que ces végétaux colonisent la moindre parcelle de sol et l'humidité est exploitable par les racines.

Ce groupe est représenté par les chaméphytes appartenant aux familles les plus représentatives suivantes :

- **Asteraceae** (*Warionia saharae*, *Achillea leptophylla*, *Atractylis carduus*, *Atractylis serratuloides*, *Launaea arborescens*, *Rhantherium suaveolens*, *Anvillea radiata*, *Artemisia campestris*, *Echinops spinosus*, *Launaea acanthoclada*, *Artemisia herba-alba*, *Moricandia suffruticosa*, *Farsetia aegyptiaca*, *Moricandia foleyi*, *Zilla spinosa*),

- **Amaranthaceae** (*Anabasis aretioides*, *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Hammada schmittiana*, *Salicornia fruticosa*, *Salsola foetida*, *Suaeda fruticosa*, *Salsola vermiculata*, *Hammada scoparia*),
- **Cistaceae** (*Helianthemum apenninum*, *Helianthemum ellipticum*, *Helianthemum getulum*, *Helianthemum lipii*, *Helianthemum virgatum*),
- **Lamiaceae** (*Ajuga iva*, *Marrubium desertii*, *Teucrium polium*, *Salvia aegyptiaca*, *Salvia clandestina*),
- **Poaceae** (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Aristida pungens*), ce sont des formations végétales développées à des conditions stationnelles privilégiées : riches colluvions, hydromorphie particulière, terrain accidenté empêché la surpâturage).

Parmi ces formations chaméphytiques qui prédominent les groupements à pistachier :

1. Groupement à *Hammada scoparia* avec un cortège floristique très diversifié à base des espèces de type biologique chamaephyte avec : *Launaea arborescens*, *Gymnocarpus decander*, *Rhanterium suaveolens*, *Anabasis articulata*, *Anvillea radiata*, *Artemisia herba-alba*, *Echinops spinosus*, *Astragalus armatus*, *Launaea acanthoclada*, *Zilla spinosa*, *Moricandia suffruticosa*, *Stipa tenacissima*, *Ononis natrix*, *Salvia aegyptiaca*, *Salvia clandestina*, *Calligonum calvescens*. Ce groupement est développé dans les stations de Bou Yala, Bou Ayech, Hajaj et Bousseghoun. Ainsi, l'espèce de l'Arfaj (*Rhanterium suaveolens*) est une Asteraceae de type chamaephyte qui colonise l'atlas saharien, principalement inféodées aux terrains sablonneux profonds à d'environ 20 à 30 cm de hauteur. L'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) occupe en générale de petites surfaces disséminées un peu partout des fonds d'oueds et de daya, souvent très dégradées dont le recouvrement ne dépasse pas 10%.
2. Groupement à *Hammada scoparia* avec *Marrubium desertii*, *Lygeum spartum*, *Thymelaea microphylla*, *Pegannum harmala*, *Salvia clandestina* et *Leontodon hispidus* dans les stations de dayas de Guetta, Hanntouzah Messied et Oum Chegag. Ce groupement est bien individualisé et se développe surtout sur les alentours de ces dayas.
3. Groupement psammophytique à *Artemisia campestris*, *Aristida pungens*, *Thymelaea microphylla*, *Salsola vermiculata*..., occupe seulement la station de Haraza dans la partie du bas versant de Djebel Morghad.

4. Groupement à *Rosmarinus officinalis*, *Helianthemum virgatum*, *Helianthemum apenninum*, *Salvia clandestina*, *Echinops spinosus*, *Marrubium desertii*, *Achillea leptophylla*, *Astragalus armatus*, *Thymelaea microphylla*, *Stipa tenacissima*, *Launaea acanthoclada*, *Pegannum harmala* et *Salsola vermiculata*, ce groupement se développe dans les endroits des sommets de Djebel Morghad (cas de la station de Haraza).
5. Groupement psammophytique à *Hammada schmittiana*, *Ajuga iva*, *Echinops spinosus*, *Gymnocarpus decander*, *Anabasis articulata*, *Atractylis carduus*, *Atractylis serratuloides*, *Launaea arborescens*, *Rhantherium suaveolens*, *Launaea acanthoclada*, *Artemisia herba-alba*, *Zilla spinosa*, *Astragalus armatus*, *Marrubium desertii*, *Ononis natrix*, *Aristida pungens*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Thymelaea microphylla*, *Pegannum harmala*, *Hammada scoparia*, *Salsola vermiculata*, *Helianthemum lipii* et *Salvia aegyptiaca*, cette formation est bien prépondérante au niveau des bas versants du piémont de l'atlas saharien surtout au niveau de Tiout et d'Ouarka.
6. Groupement steppique à *Lygeum spartum*, *Noaea mucronata*, *Marrubium desertii*, *Atractylis serratuloides*, *Atractylis carduus*, *Salsola vermiculata* *Pegannum harmala*. Ce faciès se trouve particulièrement dans les dayas de la station de Gâaloul. Elle colonise les substrats à croûtes et encroûtements gypso-calcaires. Les principales espèces indicatrices de ce groupement sont à caractère gypsophile (*Moricandia arvensis*, *Astragalus armatus*) ou gypso-halophile (*Noaea muconata*).
7. Groupement à *Atractylis serratuloides*, *Salsola vermiculata*, *Pegannum harmala*, *Paronychia arabica*, *Erodium microphyllum*, *Ferula cossoniana*, etc., ce groupement est lié par la présence des espèces des *Pegano-salsaletea*, indicateurs de dégradation de la steppe à *Lygeum spartum*, permet de ranger ce groupement et souligne l'aspect nitrophile (Aimé 1991). C'est un groupement bien développé dans le sud-oranais dans les milieux anthropisés et dégradé (Bouzenoune, 1984 ; Benaradj, 2009).

D'après Raunkiaer (1934) ; Floret et al. (1990), les chamaephytes sont les mieux adaptés aux basses températures et à l'aridité. Ce sont des espèces qui sont indicatrices de climat moins aride (Le Houérou, 1969 ; Aidoud-Lounis, 1984 ; Aidoud, 1989) et leur absence témoigne de l'anthropisation du milieu.

Ces derniers peuvent développer des formes d'adaptation à la sécheresse (réduction de la surface foliaire) ainsi que par le développement du système racinaire avec la prolifération des espèces épineuses telles *Astragalus armatus*, *Atractylis serratuloides* caractéristique des zones steppiques.

Le pâturage favorise aussi de manière globale le développement des chamæphytes repoussées par les troupeaux (**Kadi-Hanifi-Achour, 1998**). Il semble très lié à la dégradation d'origine anthropique du milieu avec la prolifération des espèces psammophytes toxiques ou épineuses comme *Genista sahara*, *Thymelaea microphylla*, *Hammada scoparia*, *Anvillea radiata*, *Retama retam*, *Atractylis serratuloides*, *Pegannum harmala* et *Gymnocarpus decander*.

Cette chamæphytisation a pour origine le phénomène d'aridisation (**Raunkiaer, 1934 ; Orshan et al, 1984 et Floret et al, 1990**). Les chamaephytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (**Babali, 2014**).

Benabadji et Bouazza (2002) ont noté que les Chamaephytes sont mieux adaptées à la sécheresse que les Phanérophytes ; elles sont plus xérophiles, et généralement elles produisent beaucoup de graines.

Cette répartition va dans le même sens que celle de **Floret et al. (1978) ; Raunkiaer (1934) ; Orshan et al. (1984)** qui considèrent les chamaephytes comme étant mieux adaptées aux basses températures et à l'aridité, avec une stratégie adaptative plus efficace.

Les chaméphytes possèdent des organes pérennants (bourgeons, pousses vivaces) situés à proximité du sol ; à ce niveau existe un microclimat plus favorable, moins exposé aux vents qui assèchent l'atmosphère (**Poilecot, 1996**). Ces végétaux présentent une grande variété de forme, chacune correspond à une adaptation à des conditions particulières de stations (climat, édaphique, degré de l'anthropisation...).

Certaines espèces développent des tiges prostrées, rampantes, au contact direct du sol et de l'humidité qui peuvent ainsi coloniser des substrats meubles : ce mode de progression est également un moyen de lutte efficace contre l'ensablement. Cette forme peut être due à la xéricité de l'environnement ou au traumatisme répété du broutage par les animaux : *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*... présente souvent ce port (**Poilecot, 1996**).

Ainsi certaines espèces, présentent des formes d'adaptation morphologique pour résister à l'aridité du climat, parmi ces formes, les feuilles sont soit petites, épineuses ou en aiguilles, cas des espèces chaméphytiques : *Hammada scoparia*, *Thymelaea microphylla*, *Hammada schmittiana*, *Atractylis humilis*, *Atractylis serratuloides*, *Zilla macroptera*.

L'abondance et la distribution spatiale d'autres espèces buissonneuses ou chaméphytiques des espèces surtout non appréciées, *Atractylis serratuloides*, *Noaea mucronata*, *Thymelaea microphylla*, colonisent de plus en plus les parcours utilisés comme pâturage. Elle est très variable selon la pression anthropozoïque. La dominance des chaméphytes qui s'adaptent aux conditions désertiques par le développement des stratégies spécifiques (**Bouallala, 2013**).

La chamaephytisation semble être liée à la dégradation d'origine anthropique du milieu avec la prolifération des espèces épineuses telle *Astragalus armatus*, *Atractylis serratuloides* (**Kadi-Hanifi, 2003**).

Une régénération du pistachier de l'Atlas a aussi été observée à l'intérieur d'une touffe de certaines espèces chaméphytique comme *Retama retam* et *Launaea arborescens* et *Zilla macroptera*. Leur proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux préforestiers, car ce type biologique s'adapte mieux à la sécheresse estivale et à la lumière que les phanérophyles. Le pâturage semble ainsi favoriser de manière globale les chamaephytes refusées par les troupeaux. **Le Houérou (1992)** souligne l'augmentation des chamaephytes ligneuses dans les formations graminéennes par suite du surpâturage par les ovins et les bovins.

Cette prolifération d'espèces envahissantes à stratégie de type r ou R (**Mc Arthur, 1962 ; Pianka, 1970**) au sens de **Grime (1977)** produisant beaucoup de graines est accompagnée d'une chamaephytisation, des espèces épineuses chamaephytes, dépourvues d'intérêt économique et pastoral, se développant au détriment d'espèces palatables (**Kadi-Hanifi (2003)**).

3.2.1.3. Les Hémicryptophytes

Les hémicryptophytes viennent au troisième rang de représentativité, leurs proportions varient entre 14 et 18% de la flore dans l'ensemble des stations :

- **Béchar** : 16,67% avec 30 espèces sur 180 espèces
- **Naâma** : 20,97% avec 39 espèces sur 186 espèces
- **El-Bayadh** : 19,85% avec 27 espèces sur 136 espèces
- **Zone d'étude** : 19,25% avec 52 espèces sur 270 espèces.

Les espèces appartenant à ce type biologique sont relativement bien représentées dans les aires des groupements à *Pistacia atlantica*.

Sur les 270 espèces, 52 sont des hémicryptophytes, dont 13 espèces a affinité méditerranéenne et 13 espèces endémiques (25 % chacune par rapport au spectre brut).

La relative abondance spécifique des hémicryptophytes s'explique par le fait que les espèces appartenant à ce type supportent la destruction annuelle totale de leurs parties aériennes et que leurs bourgeons de conservations situées au ras du sol ne sont jamais exposés à de fortes élévations de température (**Pitot et Masson, 1951**).

Chez les hémicryptophytes, les organes pérennants situés au niveau du sol sont protégés par les gaines foliaires (parfois réduites en fibrilles) ou les vieilles feuilles desséchées comme chez *Plantago ovata*, *Echium trygorrhizum*. Les racines, parfois considérablement développées, sont souvent gainées d'un tomentum épais qui fixe les grains de sable et les protège ainsi de la dessiccation (*Malva aegyptiaca*, *Paronychia arabica*).

Pour l'ensemble, la plupart des hémicryptophytes appartiennent aux Asteraceae (23%), tels : *Onopordon acaule*, *Carduncellus divauxii*, *Carduncellus eriocephalus*, *Atractylis delicatula*, *Atractylis babelii*, *Atractylis cancellata*, *Atractylis humilis*, *Catananche arenaria*, *Catananche caerulea*, *Centaurea dimorpha*, *Scorzonera undulata* et *Leontodon hispidus* par leur abondance ils sont caractéristiques des différents types des zones arides. Ainsi l'abondance de 9 espèces qui appartiennent aux Fabaceae représentant (17%) de la liste des hémicryptophytes, (7 espèces de même genre *Astragalus* : *A. cruciatus*, *A. echinatus*, *A. eremophilus*, *A. ghizensis*, *A. Gombo*, *A. tenuifolius* et *A. vogelii*) ; (2 espèces de genres différents : *Argyrolobium uniflorum* et *Melilotus sulcata*). Les Caryophyllaceae (13,4%) sont représentés par les espèces suivantes : *Paronychia arabica*, *Paronychia chlorothyrsa*, *Sclerocephalus arabicus*, *Spergula marginata*, *Spergularia salina*, *Telephium sphaerospermum* et *Hernaria mauritanica*. Les Resedaceae et Plantaginaceae (7,69%) représentées respectivement par *Reseda* (*R. arabica*, *R. decursiva*, *R. lutea* et *R. villosa*) ; par 4 espèces de même genre *Plantago* (*P. albicans*, *P. amplexicaulis*, *P. ciliata* et *P. ovata*). Et Par 2 espèces avec un taux de 3,84% de la liste totale des hémicryptophytes représentés par les familles suivantes : Borraginaceae (*Echium pycnanthum* et *Echium trygorrhizum*) ; Brassicaceae (*Lepidium lepidioides* et *Biscutella didyma*) ; Cistaceae (*Helianthemum hirtum* et *Helianthemum rubellum*) ; Convolvulaceae (*Convolvulus sabatius* et *Convolvulus supinus*) et Poaceae (*Aristida obtusa* et *Stipa parviflora*), Ces dernières sont considérées par **Monod (1992)** comme des plantes vivaces arido-passives pour résister à la sécheresse en limitant leur croissance ou en la supprimant temporairement. Enfin par des familles qui sont représentées par une seule espèce : Plombaginaceae (*Daucus biseriatus*) ; Polygonaceae (*Rumex vesicarius*) ; Rosaceae (*Asteriscus pygmaeus*) ; Apiaceae (*Ferula cossoniana*) ; Geraniaceae (*Erodium garamantum*) et Lamiaceae (*Foeniculum officinale*).

Barbéro et Quézel (1989), expliquent l'abondance des hémicryptophytes au Maghreb, par une plus grande richesse en matière organique et à l'humidité du sol. Ces auteurs ont signalés qu'au Maroc les taux de thérophytes augmentaient avec l'aridité et la chaleur de ces climats, tandis que ceux des hémicryptophytes diminuaient.

En effet, en année favorable, dès les premières chaleurs de printemps, on assiste dans les milieux relativement dégradés, à une prolifération d'hémicryptophytes à rosettes (*Atractylis humilis*, *Scorzonera undulata*, *Pallenis spinosa*, *Plantago albicans*, etc.) dont le recouvrement n'est pas négligeable (**Kadi-Hanifi, 2003**).

Cette dominance des hémicryptophytes, pourrait s'expliquer par la pluviosité et le froid qui règne surtout en hiver (**Floret et al, 1990**). La proportion des hémicryptophytes, augmente en milieu forestier à haute altitude (cas de la station de Haraza).

3.2.1.4. Les Géophytes

Les géophytes occupent le 5^{ème} rang avec une représentativité de 4,41% à 5,91% de l'ensemble des stations:

- **Béchar** : 5% avec 9 espèces sur 180 espèces
- **Naâma** : **5,91%** avec 11 espèces sur 186 espèces
- **El- Bayadh** : 4,41% avec 6 espèces sur 136 espèces
- **Zone d'étude** : 5,92% avec 16 espèces sur 270 espèces.

Les géophytes sont particulièrement moins représentés par rapport aux autres types biologiques dans la liste floristique globale inventoriée. Ils sont généralement observés plus éloigné par rapport aux arbres du pistachier. Elles sont considérées comme des plantes vivaces arido-passives pour résister à la sécheresse en limitant leur croissance. Cependant l'ensablement dans les milieux aride provoque l'extinction totale des géophytes (**Bouallala, 2006**).

Ces espèces tiennent une place importante dans la flore où ils prennent une forme rhizomateuse, en particulier chez les Juncaceae (*Juncus bufonius*, *Juncus maritimus*), les Asparagaceae (*Asparagus altissimus*) qui sont toutes des héliophytes. Les géophytes bulbeux ne sont représentés que par *Pancratium saharae*, *Allium roseum*, *Allium cupani*, trois Amaryllidaceae inventoriées sur les bas plateaux rocheux et qui se comporte comme thérophytes, éphéméphytes, dont la vie ralentie au niveau du bulbe s'exprime brutalement dès les premières pluies (Poilecot, 1996). *Cynodon dactylon* et *Asparagus altissimus* appartiennent aux géophytes rhizomateux, qui ont également un fort pouvoir colonisateur : à ce groupe pourraient être rattachés *Juncus maritimus* qui sont des héliophytes à rhizome profonds et puissants.

Ces géophytes sont représentés par diverse espèces des genres *Dipcadi*, *Muscari*, *Allium*, *Pancratium*, *Asphodelus*, *Gynandriris* et *Urginea*. Ces plantes commencent leur croissance quelques semaines avant que les premières pluies n'appariassent et annoncent ainsi la fin d'été.

La représentativité de ces espèces ne dépassent guère 5% du spectre brut. Quand ce type biologique existe, il est représenté par quelques espèces, presque toutes méditerranéennes, appartenant aux familles suivantes : Asparagaceae (*Urginea noctiflora*, *Muscari comosum*, *Dipcadi serotinum*, *Asparagus altissimus* et *Urginea maritima*), Amaryllidaceae (*Pancratium saharae*, *Allium roseum* et *Allium cupani*)..., etc. Ces géophytes se trouvent presque toujours dans des lieux en élément sableux limoneux. Par exemple un géophyte très répondu, représenté par une espèce saharienne appelé communément sous le nom vernaculaire « Tazia » (*Asphodelus penduclinus*) qui domine presque les stations de la partie occidentale de la région d'étude

Au niveau des stations de la région de Béchar, on note 9 espèces de géophytes dont 3 espèces (*Urginea maritima*, *Urginea noctiflora* et *Asparagus altissimus*) appartiennent aux Asparagaceae, 2 espèces (*Juncus bufonius* et *Juncus maritimus*) aux Juncaceae qui se trouve particulièrement dans les stations de Djedida et Bou Yala (cette présence est due à l'humidité relativement importante), les autres espèces *Gymnarrhena micrantha*, *Colchicum wyssianum*, *Cynodon dactylon* et *Asphodelus tenuifolius* qui appartiennent aux familles citées successivement Asteraceae, Colchicaceae, Poaceae et Xanthorrhoeaceae.

Dans les stations d'El-Bayadh, on note la présence de 6 espèces géophytiques ; dont la majorité 4 sur 6 espèces appartiennent aux Asparagaceae (*Asparagus altissimus*, *Urginea maritima*, *Urginea noctiflora* et *Dipcadi serotinum*), au Poaceae (*Cynodon dactylon*) et au Xanthorrhoeaceae (*Asphodelus tenuifolius*). Une espèce psammophytique (*Asphodelus tenuifolius*) est la plus abondante surtout dans la station de Bousseghoun qui se trouve dans le sud d'El Bayadh.

Pour le cas de stations de la région de Naâma, on observe la présence de 10 espèces géophytes, dont 4 espèces appartenant aux (Asparagaceae) : *Asparagus altissimus*, *Urginea noctiflora*, *Muscari comosum* et *Dipcadi serotinum*, 3 espèces aux Amaryllidaceae (*Allium cupani*, *Pancratium saharae* et *Allium roseum*), 2 espèces appartenant aux mêmes genres aux Xanthorrhoeaceae (*Asphodelus pendulinus* et *Asphodelus tenuifolius*) et enfin avec une seule espèce de Poaceae (*Cynodon dactylon*). On note que l'espèce d'affinité saharienne très dominante dans les deux stations de Hajaj et Ouarka sur des sols sablo-limoneux dans la partie sud et Nord-Est d'Ain Séfra. L'espèce *Gynandrisis sisyrrinchium* a été très dominante dans les parties dégradées de la station de Haraza.

Dahmani (1996), a signalé que les géophytes sont certes moins diversifiées en milieu dégradé mais elles peuvent dans certains cas avoir une tendance monospécifique (*Colchicum wyssianum*, *Cynodon dactylon*, *Gynandrisis sisyrrinchium*, *Gymnarrhena micrantha*), s'imposer par leur recouvrement. **Kadi-Hanifi (2003)** a montré que la diminution du taux de ces géophytes est néanmoins perceptible en allant vers les milieux les plus anthropisés.

Dans la région méditerranéenne, les géophytes ont une capacité à se répandre et à dominer tous les domaines dégradés par le surpâturage et le feu. Il reflète sa capacité à faire face non seulement aux particularités du climat méditerranéen, mais aussi de résister à ces perturbations les plus courantes dans son habitat (**Pantis et Margaris, 1988**), en synchronisant l'évolution annuelle de son cycle biologique par le maintien de la turgescence cellulaire racinaire est cela pour la survie en période de sécheresse.

Au niveau de l'aire de repartition du pistachier nous avons constaté l'abondance de 2 plantes bulbeuses du genre *Asphodelus*, espèces appartenant aux Xanthorrhoeaceae (*Asphodelus penduclinus*, *Asphodelus tenuifolius*). Ceci qui a été stipulé par plusieurs auteurs notamment **Ayyad et Hilmy, 1974; Le Houérou, 1979, 1981 ; Margaris, 1984 ; El-Bouhissi *et al.*, 2014**, que le genre *Asphodelus* se caractérise une étape de dégradation dans les zones arides et semi-arides et dans certaines régions d'Afrique du Nord de la région Méditerranéenne.

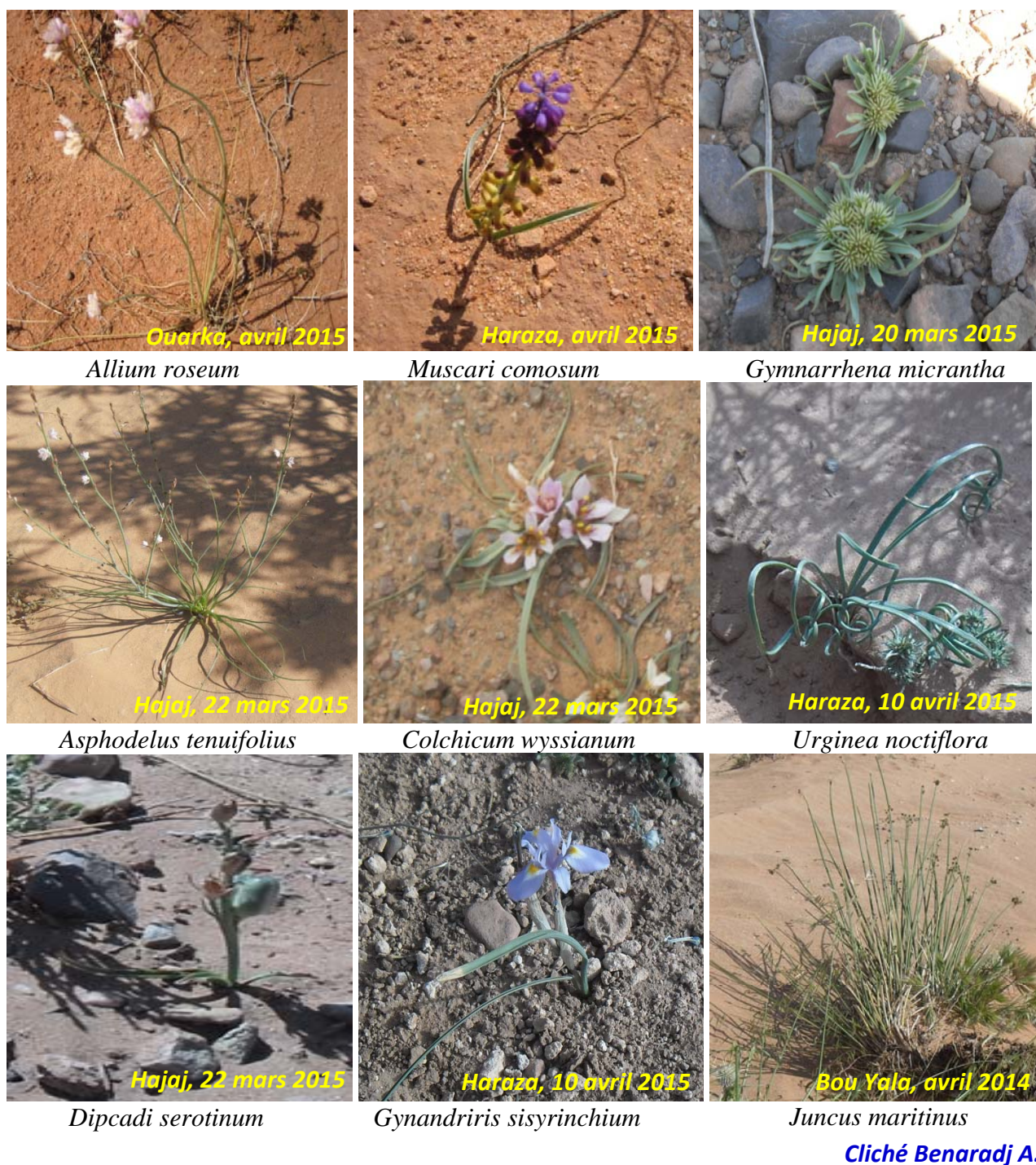


Figure 44. Espèces géophytiques dans la région d'étude.

3.2.1.5. Les Phanérophytes

Notre investigation s'est déroulée sous une strate arborée fréquentée par les arbres des pistachiers de l'Atlas. Ces derniers sont développés dans l'atlas saharien et les plaines steppique dans plusieurs biotopes : Dayas, Vallée, dépression, affleurement rocheux, ravins montagneux (abruptes, les éboulis, les chaos caillouteux, les banquettes sableuses). Ces biotopes constituent autant d'habitats caractéristiques par une grande diversité floristique.

Les phanérophytes occupent la 4^{ème} position et sont moins représentées (2,94 à 5%) dans l'ensemble des stations :

- **Béchar** : 5% avec 9 espèces sur 180 espèces
- **Naâma** : 6,45% avec 12 espèces sur 186 espèces
- **El Bayadh** : 2,94% avec 4 espèces sur 136 espèces
- **Zone d'étude** : 5,56% avec 15 espèces sur 270 espèces.

Les phanérophytes restent les moins représentés avec seulement (6%). Ce qui traduit le degré de l'ouverture du milieu d'une part et la dégradation des formations pré forestières d'autre part. Pour la rareté des Phanérophytes, **Ozenda (1964)** signale que la strate arborée de la zone aride est très disséminée et dispersée dans l'espace.

Si la flore ligneuse compte peu d'espèces, elle se révèle intéressante par sa richesse en éléments endémique et saharien, ces différentes espèces bénéficient de conditions édaphiques favorables qui leur permettent de se maintenir dans une région caractérisée par un climat aride.

Les phanérophytes se développent généralement sur les biotopes suivants : lits d'Oueds et les sols rocheux qui sont les milieux les plus favorables à leur développement parce qu'ils sont généralement les plus alimentés en eau. Ces derniers diminuent progressivement avec l'aridification du climat. Dans les sols rocheux, les phanérophytes sont les plus adaptés puisqu'ils ont un système racinaire qui leur permet de rechercher l'eau le long des fissures rocheuses. Leur présence au moins en nombre est très faible dans le milieu saharien (**Bouallala, 2013**).

Les phanérophytes sont faiblement représentés dans la zone d'étude avec 15 espèces (5,56%), tout comme dans l'atlas saharien où ils ne constituent que 7 à 11% du cortège floristique. Malgré leurs faibles diversités spécifiques, les phanérophytes dominent parfois par leur recouvrement et jouent de ce fait un rôle déterminant dans la mise en place d'un cortège floristique spécifique (**Le Compte Barbet, 1975**).

La première espèce phanérophytique, est l'arbre du *P. atlantica* en particulier dont la dispersion des graines par zoochorie est assurée par les animaux qui viennent s'abreuver ou pâturer auprès des parcours, envahissant parfois localement le pourtour des dayas par une germination abondante : le broutage régulier des semis freine leur croissance et cette régénération demeure sous la forme d'un tapis dense (Poilecot, 1996).

Les arbres des pistachiers d'Atlas sont fréquents de taille bienveillante, ce sont dans la plupart du temps des reliques forestières ou, parfois des essences ligneuses ripicoles particulièrement développés sur les sols riches et profonds dans les ravins, talwegs, affleurement rocheux, lits d'oueds, dépression et dayas).

Les phanérophytes sont relativement bien représentés : les massifs montagneux et les vallées, dans lesquels ils dominent, offrent des conditions écologiques exceptionnelles (température, facteur hydrique, altitude) qui permettent leurs maintiens (Poilecot, 1996).

La majorité des espèces de ce type sont des nanophanérophytes ou des pseudo-steppes arbustives de 1 à 4 m de long, dont *Nerium oleander*, *Genista saharae*, *Retama raetam*, *Retama sphaerocarpa*, *Rhus tripartita*, *Tamarix articulata*, *Ziziphus lotus*. Ces types de steppes occupent généralement des sites à bilan hydrique relativement favorable : terrasses du réseau hydrographique, dayas, falaises, substrats sableux profonds en position topographique. Ils constituent souvent des milieux relativement favorables.

Généralement les espèces ligneuses hautes (phanérophytes) physionomiquement dominantes sont éparées (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Populus euphratica*, *Ceratonia siliqua...*) (Fig.45).

La présence du groupement à *Vitex agnus-castus* est particulièrement bien représentée, borde l'étroite bande des vallées dans les lits des grands oueds de Fendi et Bou yala.

Ainsi un groupement très particulier du *Rhus tripartita* est localisé sur les falaises rocheuses qui constituent les sommets de vallées encaissées des grands oueds des djebels de l'atlas saharien occidental. De part sa composition floristique, ce groupement arbustif est représentatif d'une mosaïque de végétation de lit d'oued rocailleux peu profond à base de *Rhus tripartita* et de *Ziziphus lotus* en contact avec une hamada. Dans la zone de contact, des éléments steppiques *Hammada scoparia* s'infiltrent parmi le cortège floristique de l'oued (Kaabeche, 2003).

Le groupement à *Ceratonia siliqua* colonise les mi versants et les affleurements rocheux sur glacier encroûté. Sur le plan physionomique, ce groupement apparaît comme une formation steppique ayant une composition floristique à base de chamaephytes (*Asparagus officinalis*, *Ephedra alata*, *Helianthemum virgatum*).

Les deux espèces ligneuses (*Rhus tripartita* et *Olea europaea*) sont bien développées sur les ravins montagneux de l'atlas saharien; ces arbres ont souvent un port arbustif du fait des conditions difficiles du milieu, tant climatique qu'édaphiques (Poilecot, 1996).

Au niveau de la station de Béchar, on note la présence de 9 espèces, dont 2 espèces *Pistacia atlantica* et *Rhus tripartita* appartenant aux Anacardiaceae, les autres espèces *Nerium oleander*, *Phoenix dactylifera*, *Populus euphratica*, *Retama retam*, *Tamarix articulata*, *Olea europaea* et *Ziziphus lotus* appartiennent aux différentes familles citées respectivement Apocynaceae, Palmaceae, Salicaceae, Fabaceae, Tamaricaceae, Oleaceae et Rhamnaceae.

Parmi les espèces observées et inventoriées au niveau de la région de Naâma, on note la présence de 12 espèces représentées par l'espèce *Pistacia atlantica* d'affinité Endémique avec une abondance dans l'ensemble des stations. La majorité des autres espèces ont une affinité méditerranéenne : *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Ziziphus lotus*, *Nerium oleander*, *Ceratonia siliqua* et *Olea europaea*. Certaines espèces possèdent une affinité saharienne *Phoenix dactylifera*, *Rhus tripartita*, *Genista saharae* et *Retama retam*, et enfin une espèce particulière (*Retama sphaerocarpa*) ayant une affinité Ibéro-mauritanien caractéristique de la station de Ouarka. Pour ce qui est de la station Hajaj, nous avons observés l'existence d'un grand nombre des phanérophytes représentés par des espèces suivantes : *Pistacia atlantica* et *Rhus tripartita* plus de 50% des espèces appartiennent aux Fabaceae (*Ceratonia siliqua*, *Retama retam*, *Retama sphaerocarpa* et *Genista saharae*). Une espèce ripicole *Nerium oleander* (Apocynaceae). Une espèce monocot à stipe (*Phoenix dactylifera*) de Arecaceae et enfin la présence d'une espèce d'*Olea europaea* de la famille des Oleaceae qui colonise les lits des oueds et toujours plus proche de *Pistacia atlantica*.

Au niveau de la station d'Ouarka le groupement à *Pistacia atlantica* est bien présenté avec la présence des espèces nanophanérophytique et psammophytiques de *Retama retam*, *Retama sphaerocarpa* et *Ziziphus lotus* qui est la plante hôte du *Pistacia atlantica*.

Pour la troisième station de Haraza à groupement pré-forestier de Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*), la présence des espèces à l'état dispersé, isolé ou associé par les suivantes *Pistacia atlantica*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus oxycedrus*, *Olea europaea*, *Nerium oleander*, *Retama retam* et *Ziziphus lotus*.

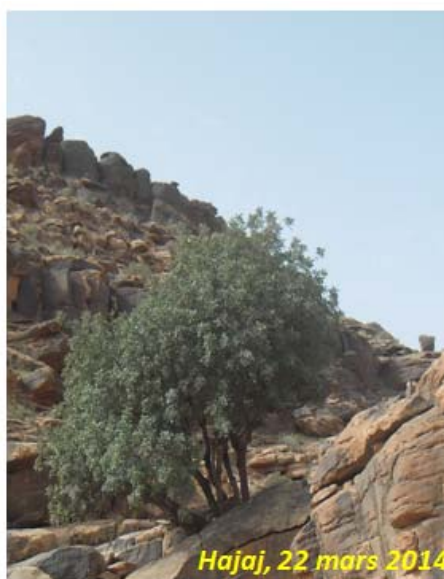
Enfin, dans la quatrième station des Dayas ou dépression de Gâaloul, la présence de petits bosquets des *Pistacia atlantica* en association avec le jujubier (*Ziziphus lotus*) et *Retama retam* qui se colonise les milieux sableux dans ces dayas.

Dans la région d'El Bayadh, seules 5 espèces phanérophytiques ont été observées (*Ziziphus lotus*, *Retama retam*, *Olea europaea* et *Rhus tripartita*). Les deux espèces *Z. lotus*, *R. Retam* colonisent l'ensemble des quatre stations d'étude, exception enregistrée au niveau de la station Boussemgoun ou une abondance d'*Olea europaea* et *Rhus tripartita* a été constatée.

Le pâturage continu, augmente le risque d'extinction locale de *Pistacia atlantica* en broutant les jeunes pousses, éliminant ainsi le processus de régénération. L'élimination ou la réduction des espèces pérenne (arido-active) par le surpâturage, comme étant l'essentiel facteur de dégradation en Afrique du Nord, déclenche le phénomène de désertification (Amara, 2014). Soit aux perturbations du milieu par le pâturage, les cultures (Grime, 1977), parce que généralement les dayas sont des terres réservés pour la céréaliculture.



Djedida, 28 Février 2008
Acacia raddiana



Hajaj, 22 mars 2014
Ceratonia siliqua



Haraza, 10 avril 2015
Juniperus phoenicea



Haraza, 10 avril 2015
Juniperus oxycedrus Cliché Benaradj A.

Figure 45. Espèces phanérophytiques dans la zone d'étude.

3.2.2- Caractérisation systématique

Le sud-oranais est caractérisé par son hétérogénéité des biotopes et des milieux écologiquement différentes. On distingue une partie Nord faisant partie des hautes plaines steppiques (la pluviométrie (250 mm/an), le réseau hydrographiques peu développé, altitude (1100-1200m), la végétation est physionomiquement steppique). Dans la partie Sud (Atlas Saharien), partie moins arrosée avec une pluviométrie de 150mm/an, possédant un réseau hydrographique bien hiérarchisé, la végétation acquiert un caractère saharien permanent dans les vallées, dépressions, les ravines qui sont bien alimenté en eau.

La position géographique de notre région d'étude correspond à une zone de transition entre la région méditerranéenne et le Sahara. Cet état de fait lui confère une diversité et une richesse biologique remarquable.

Notre recherche s'est atelée à l'étude du cortège floristique au sein des groupements à *Pistacia atlantica* en tenant compte de l'appartenance des espèces aux groupes systématiques : genres et familles. Nous avons aussi affinée cette étude par l'appartenance biogéographique des différents taxons qui la composent.

L'exploitation du tableau **29** et la figure **44** montre une variation de la distribution et la répartition des familles, genres et espèces rencontrées. L'ensemble des stations connaît une différence du point de vue systématique. Après évaluation systématique nous avons pris en considération le nombre d'espèces de chaque famille par ordre décroissant.

De ce fait, l'inventaire floristique réalisé dans la région d'étude a permis de recenser 270 espèces de spermatophytes appartenant à 185 genres et 50 familles botaniques (**Tab.29**); ce qui représente 38% des familles citées dans la flore d'Algérie de **Quézel et Santa (1963)**. **Quézel (1978-2002)** a pu dénombrer 4 034 espèces et 916 genres pour la région méditerranéenne de l'ensemble des trois pays d'Afrique du nord (Maroc, Algérie, Tunisie).

Tableau 29. Liste des familles avec le nombre de genres et espèces dans la zone d'étude.

N°	Familles	Béchar		Naâma		El Bayadh		Zone d'Etude	
		Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres
1	Asteraceae	41	34	47	36	31	24	61	43
2	Poaceae	17	13	20	15	14	10	25	19
3	Fabaceae	13	6	18	9	6	5	24	11
4	Brassicaceae	13	10	13	11	14	12	21	16
5	Caryophyllaceae	6	5	7	5	11	8	12	9
6	Amaranthaceae	8	7	5	4	5	4	11	8
7	Boraginaceae	6	4	6	5	4	4	11	7
8	Cistaceae	4	1	3	1	2	1	7	1
9	Lamiaceae	5	4	6	5	5	4	7	6
10	Asparagaceae	3	2	5	5	4	3	6	5
11	Resedaceae	4	2	4	1	2	1	6	2
12	Apiaceae	4	3	2	2	3	3	5	4
13	Geraniaceae	5	1	3	1	4	1	5	1
14	Papaveraceae	2	2	5	4	3	3	5	4
15	Euphorbiaceae	3	1	2	1	3	1	4	1
16	Plantaginaceae	4	1	3	1	2	1	4	1
17	Plombaginaceae	3	3	3	2	2	2	4	3
18	Amarylidaceae	-	-	3	2	-	-	3	2
19	Convolvulaceae	3	2	2	2	1	1	3	2
20	Polygonaceae	2	2	3	3	1	1	3	3
21	Scrophulariaceae	2	2	1	1	2	2	3	3
22	Zygophyllaceae	3	2	3	2	2	2	3	2
23	Anacardiaceae	2	2	2	2	2	2	2	2
24	Cupressaceae	-	-	2	1	-	-	2	1
25	Juncaceae	2	1	-	-	-	-	2	1
26	Malvaceae	2	1	2	1	2	1	2	1
27	Onagraceae	2	1	1	1			2	1
28	Orobanchaceae	2	2	-	-	-	-	2	2
29	Rosaceae	1	1	2	2	2	2	2	2
30	Urticaceae	1	1	-		1	1	2	2
31	Xanthorrhoeaceae	1	1	2	1	1	1	2	1
32	Apocynaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
33	Asclepiadaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
34	Capparidaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
35	Colchicaceae	1	1	-		1	1	1	1
36	Cucurbitaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
37	Cynomoriaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
38	Cyperaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
39	Dipsacaceae	-	-	1	1	1	1	1	1
40	Ephedraceae	1	1	-	-	-	-	1	1
41	Iridaceae	-	-	1	1	-	-	1	1
42	Oleaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
43	Palmaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
44	Renonculaceae	-	-	1	1	-	-	1	1
45	Rhamnaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
46	Rubiaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
47	Salicaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
48	Tamaricaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
49	Thymeleaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
50	Verbenaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
Total		180	133	186	137	136	107	270	185

➤ Au plan Spécifique

L'examen de la liste des différents taxons (**Tab.29**) montre que seules les Asteraceae, Poaceae, Fabaceae et Brassicaceae sont les familles les mieux représentées soit 48% de la flore globale.

Quatre familles les plus importantes représentant plus de 20 espèces (Asteraceae 61, Poaceae 25, Fabaceae 24, Brassicaceae 21); 3 familles ont plus de 10 espèces (Caryophyllaceae 12, Amaranthaceae et Boraginaceae 11); 7 familles ont entre 5 et 7 espèces (Cistaceae 7, Lamiaceae 7, Asparagaceae 6, Resedaceae 6, Apiaceae 5, Geraniaceae 5, Papaveraceae 5); 3 familles ont 4 espèces (Euphorbiaceae, Plantaginaceae, Plombaginaceae); 5 familles trispécifiques ont 3 espèces (Amaryllidaceae, Convolvulaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae, Zygophyllaceae); 9 familles sont bispécifiques (Anacardiaceae, Cupressaceae, Juncaceae, Malvaceae, Onagraceae, Orobanchaceae, Rosaceae, Urticaceae, Xanthorrhoeaceae) et enfin 19 familles restantes sont monospécifiques (Apocynaceae, Asclepiadaceae, Capparidaceae, Colchicaceae, Cucurbitaceae, Cynomoriaceae, Cyperaceae, Dipsacaceae, Ephedraceae, Iridaceae, Oleaceae, Palmaceae, Renonculaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Tamaricaceae, Thymeleaceae et Verbenaceae). Ces familles mono-spécifiques ou monogénériques représentent 38% de la flore globale. La biodiversité se présente comme une extension de la diversité spécifique (**Lepart, 1997**).

➤ Au plan Générique

Ce sont toujours les mêmes familles citées précédemment qui sont les mieux représentées. Si les genres représentés sont variables, seules ces 4 familles ont les plus importants genres (Asteraceae 43, Poaceae 19, Fabaceae 24, Brassicaceae 16) parmi lesquels 89 (soit 48% des genres) sont représentés au sein des 4 familles déjà citées. 4 familles à plus de 5 (Caryophyllaceae 12, Amaranthaceae 11, Boraginaceae 11, Lamiaceae 6). Une seule famille à 5 (Asparagaceae 5); 2 familles ont 4 (Apiaceae 4, Papaveraceae 4). 3 familles ont 3 genres (Plombaginaceae 3, Polygonaceae 3, Scrophulariaceae 3). 8 familles ont 2 (Resedaceae, Amaryllidaceae, Convolvulaceae, Zygophyllaceae, Anacardiaceae, Orobanchaceae, Rosaceae, Urticaceae). Les 28 familles restantes sont monogénériques cas des genres *Nerium oleander*, *Pergularia tomentosa*, *Cleome arabica*, *Colchicum wyssianum*, *Colocynthis vulgaris*, *Cynomorium coccineum*, *Eleocharis caduca*, *Scabiosa stellata*, *Ephedra alata*, *Gynandris sisyrinchium*, *Olea europaea*, *Phoenix dactylifera*, *Adonis dentata*, *Ziziphus lotus*, *Crucianella hirta*, *Populus euphratica*, *Tamarix articulata*, *Thymelaea microphylla* et *Vitex agnus-castus*).

Cette variation générique est expliquée par **Hetz (1970)** : en zone aride et au Sahara, la plupart des familles ne sont représentées que par un ou deux genres, et la plupart des genres par une ou deux espèces seulement. Les familles du domaine saharo-septentrional (**Ozenda, 1977**) comme les Euphorbiaceae, Plantaginaceae sont représentées mais avec un faible pourcentage. Ces familles sont caractérisées par des genres sahariens (*Fagonia, Astragalus, Arnebia, Ifloga, Zilla, Senecio, Pergularia, Neuroda, Morettia, Moltkia...*).

Ces résultats montrent aussi que 4 familles les plus représentées occupent plus 48%; les familles ont plus de 2 espèces (36,76%) et les familles mono spécifiques 15,13%.

Le tableau **29** donne l'inventaire floristique pour chaque région. Au niveau de la première région (Béchar), à travers les quatre stations d'étude (Bou Yala, Bou Ayeche, Djedida et Oum Chegag), nous avons comptabilisé 180 espèces taxons appartenant à 45 familles et 133 genres. L'analyse de la figure **46**, montre une nette dominance de 4 familles qui représentent un nombre de plus de 10 espèces (Asteraceae 47, Poaceae 20, Fabaceae 18 et Brassicaceae 13). 8 familles ayant plus de 4 espèces (Caryophyllaceae et Boraginaceae 7, Lamiaceae et Boraginaceae 6, les Amaranthaceae, Papaveraceae et Asparagaceae avec 5 espèces chacune, Resedaceae 4). 7 familles avec 3 espèces (Cistaceae, Geraniaceae, Plantaginaceae, Plombaginaceae, Amaryllidaceae, Polygonaceae et Zygophyllaceae). 8 familles bispécifique ayant 2 espèces (Apiaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Anacardiaceae, Cupressaceae, Malvaceae, Rosaceae et Xanthorrhoeaceae) et enfin 19 familles restantes sont monospécifiques ne dominent seulement le paysage (Scrophulariaceae, Onagraceae, Apocynaceae, Capparidaceae, Cucurbitaceae, Dipsacaceae, Iridaceae, Oleaceae, Palmaceae, Renonculaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae et Thymeleaceae). On remarque que la diversité floristique au sein de la région de Béchar représente 67 % de celle de l'ensemble dans la totalité du cortège floristique des groupements à *P. atlantica* dans la région d'étude.

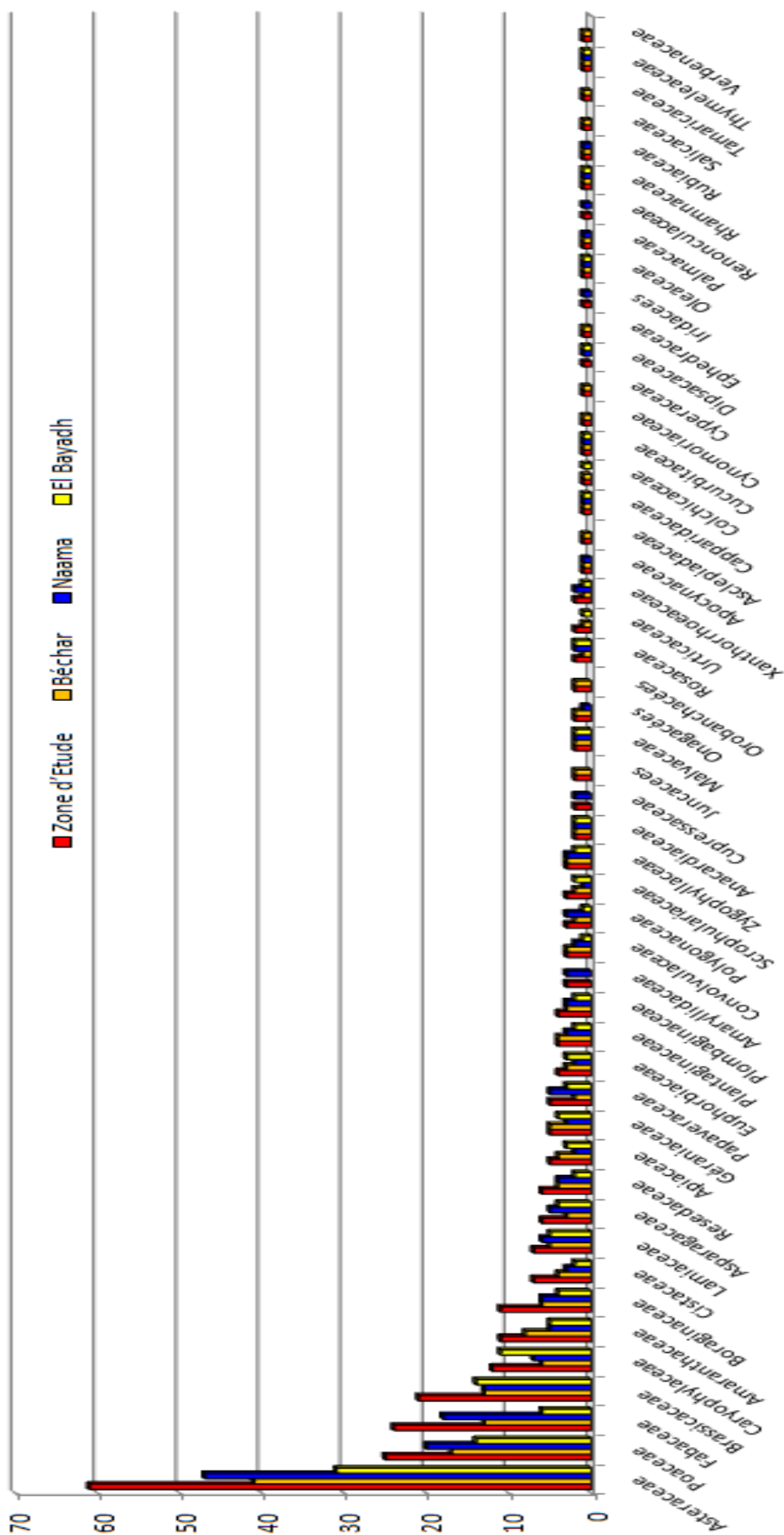


Figure 46. Composition systématique comparative entre les régions d'étude.

Cependant sur 45 familles recensées, on a enregistré 4 familles les plus dominantes dans la liste globale de la flore de la 1^{ère} région de Béchar, ces 4 familles représentent presque la moitié des espèces inventoriées (47%). On remarque aussi l'absence de 5 familles (Amaryllidaceae, Cupressaceae, Dipsacaceae, Iridaceae et Renonculaceae) et ce par rapport aux 50 familles de la liste globale de la zone d'étude (Sud-oranais).

Les genres représentés sont variables, seules les Asteraceae ont les plus importants genres (34 genres), 9 familles ayant de 3 à 13 genres (Poaceae 13, Brassicaceae 10, Amaranthaceae 7, Fabaceae 6, Caryophyllaceae 5, Boraginaceae 4, Lamiaceae 4, Apiaceae 3, Plombaginaceae 3) et 9 familles sont bigénériques (Asparagaceae, Resedaceae, Papaveraceae, Convolvulaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae, Zygophyllaceae, Anacardiaceae et Orobanchaceae) et les autres familles restantes sont monogénériques.

Au niveau de la région de Naâma, le cortège représente aussi une richesse et une diversité systématique, générique et spécifique. Cette diversité est celle de l'ensemble dans la totalité du cortège floristique des groupements à *Pistacia* dans le sud-oranais (zone d'étude). On compte 39 familles, 137 genres et 186 espèces (**Tab.29**).

La figure 46 montre que les familles les plus représentées dans la région sont les Asteraceae (36 genres et 47 espèces), les Poaceae (15 genres et 20 espèces), les Fabaceae avec (9 genres et 18 espèces), les Brassicaceae (11 genres et 13 espèces), Certaines familles sont caractérisées par la présence deux genres et deux espèces (Caryophyllaceae, Apiaceae et Zygophyllaceae), 6 familles ont monogénérique avec deux espèces (Cistaceae, Euphorbiaceae, Liliaceae, Malvaceae, Resedaceae et les Boraginaceae). Les 13 familles restantes sont monospécifiques avec un seul genre et une seule espèce (Apocynaceae, Cucurbitaceae, Iridaceae, Palmaceae, Capparidaceae, Onagraceae, Dipsacaceae, Oleaceae, Renonculaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae et Thymeleaceae). On remarque que la région de Naâma est plus diversifiée par rapport de la région de Béchar et d'El Bayadh.

Cette diversité floristique représente 69 % de celle de la totalité du cortège floristique des groupements à *P. atlantica* dans zone d'étude. Malgré le nombre important des espèces, on observe que le nombre de familles sont moins nombreux par rapport à la région de Béchar (39 familles sur 50 familles de la liste globale de la région d'étude). On constate aussi un changement remarquable sur les types de familles et leurs effectifs d'apparitions surtout selon la diversité et la variation subies dans la région de Naâma selon les facteurs écologiques : biotopes (montagneux, oueds, bas versant, dépression, affleurement rocheux), climat (pluviométrie entre 150 à 250mm/an), caractéristiques édaphiques des milieux (matière organique, types de sols entre minéraux bruts, d'apport) et sont plus influencées par les variations interannuelles de la pluviosité.

Pour la troisième région d'El Bayadh (**Tab.29**), l'inventaire floristique compte 136 espèces réparties en 33 familles et 107 genres. Les familles les plus représentées sont les Asteraceae 31 espèces (19,5 %), Brassicaceae les Poaceae (20 espèces chacune), Caryophyllaceae (11 espèces). Ces 4 familles représentent à elles seules 70 espèces plus de 51,47% soit un peu plus de la moitié des taxons enregistrés de l'effectif global. Les 40 % restants étant répartis entre 29 familles différentes. Toutefois, quelques familles présentent une contribution plus importante dans la flore globale. Le tableau **29**, révèle aussi que neuf familles sont représentées par trois à six espèces chacune (Fabaceae 6, Amaranthaceae 5, Lamiaceae 5, Asparagaceae 4, Boraginaceae 4, Geraniaceae 4, Apiaceae 3, Euphorbiaceae 3 et Papaveraceae 3), 9 familles ont dispécifique (Anacardiaceae, Cistaceae, Malvaceae, Plantaginaceae, Plombaginaceae, Resedaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, Zygophyllaceae) et enfin Les 11 familles restantes ont monospécifiques (Capparidaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Dipsacaceae, Colchicaceae, Oleaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Thymeleaceae, Urticaceae, Xanthorrhoeaceae). On remarque aussi l'absence de 17 familles (Amaryllidaceae, Cupressaceae, Juncaceae, Onagaceae, Orobanchaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae, Cynomoriaceae, Cyperaceae, Ephedraceae, Iridaceae, Palmaceae, Renonculaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Tamaricaceae, Verbenaceae) soit 34% par apport la zone d'étude.

la zone d'étude englobe donc 270 espèces recensées réparties sur 185 genres botaniques appartiennent aux 50 familles botaniques suivantes: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Amaranthaceae, Boraginaceae, Cistaceae, Lamiaceae, Asparagaceae, Resedaceae, Apiaceae, Géraniaceae, Papaveraceae, Euphorbiaceae, Plantaginaceae, Plombaginaceae, Amaryllidaceae, Convolvulaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae, Zygophyllaceae, Anacardiaceae, Cupressaceae, Juncaceae, Malvaceae, Onagaceae, Orobanchaceae, Rosaceae, Urticaceae, Xanthorrhoeaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae, Capparidaceae, Colchicaceae, Cucurbitaceae, Cynomoriaceae, Cyperaceae, Dipsacaceae, Ephedraceae, Iridaceae, Oleaceae, Palmaceae, Renonculaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Tamaricaceae, Thymeleaceae, Verbenaceae.

Ces familles sont nombreuses numériquement et accentuent donc la diversité floristique. Rapportées aux 123 familles botaniques de l'ensemble de la flore de l'Algérie selon **Kaabache, (2003)**, la région d'étude renferme donc près de 41 % de l'ensemble des familles botaniques de la Flore d'Algérie. On outre, selon les 131 familles botaniques de l'ensemble de la flore de l'Algérie recensées par **Quézel et Santa (1962- 1963)**, notre région d'étude renfermerait près de 34 % de ces familles.

Les familles les plus représentatives en nombre d'espèces sont les suivantes : Asteraceae (61 espèces), Poaceae (25 espèces), Fabaceae (24 espèces) et Brassicaceae (21 espèces). A elles seules, ces 4 familles représentent 131 espèces soit 48,51 % de du cortège floristique des groupements à *P. atlantica* dans le sud-oranais. Ces espèces sont réparties sur 185 genres botaniques parmi lesquels 89 sont représentés au sein des 4 familles déjà citées.

L'analyse de la diversité floristique montre que la richesse spécifique représente un taux de 8,6% de la flore d'Algérie estimée à 3139 par **Quézel et Santa (1962-1963)**, ce qui indique la grande diversité spécifique, générique et systématique du cortège floristique au sein des groupements à *P. atlantica* dans le sud-oranais. Ces résultats se rapprochent globalement de ceux obtenus par plusieurs auteurs (**Quézel et Bounaga, 1975 ; Bouzenoune, 1984 ; Gherzouli et Djellouli, 2005, Yahi et al., 2008, Bouallala, 2006**) dans leurs études de la végétation. Cette diversité des familles est due à plusieurs facteurs : le climat, type d'habitat, orographie, action anthropique, la diversité écologique des stations. Il est a signalé que ces chiffres sont en adéquation par rapport à ceux cites par (**Ozenda, 1991**) pour le Sahara malgré les changements sur plan climatique ou action anthropique engendré dans la zone d'étude.

La comparaison floristique de la présente étude avec d'autres travaux, les données de flore d'Algérie et de Tunisie (**Quézel et Bounaga, 1975**) et la flore du Sud-oranais (**Bouzenoune, 1984**) confirme la richesse floristique de notre zone d'étude (**Tab. 30**).

Tableau 30. Comparaison des principales familles en Afrique du nord et dans le Sud-oranais.

Familles	Afrique du Nord Quézel et Bounaga (1975)		Sud-oranais Bouzenoune (1984)		Zone d'étude Benaradj	
	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces
Asteraceae	106	563	60	110	43	61
Poaceae	114	338	36	61	19	25
Brassicaceae	84	215	22	40	16	21
Apiaceae	-	61	19	29	4	5
Fabaceae	49	432	19	40	11	24
Lamiaceae	34	222	10	16	6	7
Boraginaceae	26	86	10	12	7	11
Caryophyllaceae	32	227	10	22	9	12
Amaranthaceae	19	60	10	18	8	11

La lecture du précédent tableau (**Tab.30**), montre la présence de 2 espèces appartenant au Rosaceae (*Neuroda procumbens*, *Asteriscus pygmaeus*). Ces deux espèces sont d'affinité saharienne. Ceci est contardictoire avec les travaux de **Bouzenoune (1984)** ayant signalé l'absence de la famille des Rosaces dans le sud-oranais.

L'examen systématique de 270 espèces recensées pour l'ensemble de la zone d'étude, permet de classer par ordre d'importance les familles déterminées:

- les Asteraceae avec 61 espèces occupent la première place (soit 23%) ;
- les Poaceae avec 25 espèces, en deuxième position, (soit 9,25%) ;
- les Fabaceae viennent en troisième position avec 24 espèces (soit 8,89%) ;
- les Brassicaceae avec 21 espèces (soit 7,78%) ;
- 3 familles ont entre 11 et 13 espèces : Caryophyllaceae, Amaranthaceae et Boraginaceae (soit 12,59% ensemble)
- Un grand nombre de familles possèdent moins de 10 taxons soit 25,19% ;
- les 8 familles sont Bispécifiques soit 5,93% ;
- les familles restantes sont monospécifiques (et monogénériques) soit 7,41%.

Les espèces appartenant aux Asteraceae sont biologiquement très diversifiés entre chaméphytes, thérophytes et hémicryptophytes: *Warionia saharae*, *Achillea leptophylla*, *Gymnarrhena micrantha*, *Carduncellus divauxii*, *Carduncellus eriocephalus*, *Bombycilaena discolor*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Anacyclus pyrethrum*, *Anthemis stiparum*, *Evacidium discolor*, *Filago Spathulata*, *Perralderia coronopifolia*, *Picris coronopifolia*, *Stephanochilus omphalodes*, *Lifago dielsii*, *Carlina brachylepis*, *Carthamus lanatus*, *Atractylis carduus*, *Atractylis serratuloides*, *Atractylis delicatula*, *Atractylis babelii*, *Atractylis cancellata*, *Atractylis humilis*, *Catananche arenaria*, *Catananche caerulea*, *Centaurea dimorpha*, *Calendula aegyptiaca*, *Cladanthus arabicus*, *Lasiopogon muscoides*, *Launaea arborescens*, *Rhantherium suaveolens*, *Scorzonera undulata*, *Picris albida*, *Picris cyanocarpa*, *Launaea glomerata*, *Tourneuxia variifolia*, *Reichardia tingitana*, *Anvillea radiata*, *Artemisia campestris*, *Onopordon acaule*, *Micropus bombicinus*, *Bubonium graveolens*, *Centaurea maroccana*, *Chrysanthemum coronarium*, *Chrysanthemum fuscatum*, *Chrysanthemum macrocarpum*, *Cotula cinerea*, *Xanthium spinosum*, *Echinops spinosus*, *Launaea acanthoclada*, *Leontodon hispidus*, *Pallenis cuspidata*, *Launaea nudicaulis*, *Launaea resedifolia*, *Ifloga spicata*, *Koelpinia linearis*, *Matricaria pubescens*, *Artemisia herba-alba*, *Senecio flavus*, *Senecio gallicus*, *Xeranthemum inapertum*) (**Fig.47**).



Figure 47. Espèces des Asteraceae dans la zone d'étude.

Cette composition floristique en Asteraceae se caractérise par une richesse en espèces d'affinité saharienne de l'Atlas Saharien comme le cas : *Launaea arborescens*, *Rhantherium suaveolens*, *Anvillea radiata*, *Bubonium graveolens*, *Centaurea maroccana*.... L'apparition des espèces de dégradation appartenant aux Asteraceae, comme *Atractylis cancellata*, *Atractylis humilis*, *Atractylis serratuloides*, *Xanthium spinosum*, *Echinops spinosus*. La présence de ces espèces indique l'état avancé de la dégradation dans ces milieux (Benabadji et Bouazza, 2000). Leur abondance du faite de leurs non appétibilités, toxicité ou formes épineuses par les troupeaux.

Launaea arborescens espèce plus dominantes dans toutes les stations d'étude de l'Atlas Saharien sauf au niveau de la station steppique de Gâaloul (Aïn Ben Khelil). On observe aussi l'espèce *Warionia saharae* dans les deux stations de Djedida et Hajaj, c'est une espèce menacé de disparition.

Les Poaceae sont formés par les espèces *Eremopyrum bonaepartis*, *Avena alba*, *Avena stirilis*, *Eragrostis papposa*, *Phalaris minors*, *Trachynia distachya*, *Aristida pungens*, *Aristida obtusa*, *Stipa parviflora*, *Aegilops peregrina*, *Bromus rubens*, *Bromus squarrosus*, *Ctenopsis pectinella*, *Cutandia dichotoma*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum*, *Panicum turgidum*, *Rostraria pumila*, *Hordeum murinum*, *Schimus barbatus*, *Stipa tenacissima*, *Stipa capensis*, *Lygeum spartum* et *Cynodon dactylon*. Il apparait que les herbacée sont mieux représenté (88%) que les pérennes (12%). Cette composition floristique se caractérise par une richesse en Poaceae méditerranéens et sahariens (*Stipa parviflora* *Cutandia dichotoma*, *Lolium multiflorum*, *Aristida obtusa* *Aristida pungens*...) qui impriment au groupement une physionomie particulière.

Les Fabaceae sont aussi bien représenté par les espèces suivantes : *Acacia raddiana*, *Tephrosia leptostachya*, *Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus armatus*, *Astragalus cruciatus*, *Astragalus echinatus*, *Astragalus eremophilus*, *Astragalus ghizensis*, *Astragalus Gombo*, *Astragalus mareoticus*, *Astragalus tenuifolius*, *Astragalus vogelii*, *Hippocrepis bicontorta*, *Hippocrepis multisiliquosa*, *Medicago laciniata*, *Medicago minima*, *Melilotus sulcata*, *Retama retam*, *Retama sphaerocarpa*, *Trigonella angina*, *Trigonella polycerata*, *Trigonella stellata*, *Ceratonia siliqua* et *Genista saharae*. Dans cette liste presque plus de 1/3 des espèces sont hémicryptophytes.

Les espèces de Brassicaceae, mieux représentées chez les herbacées aussi bien annuelles que pérennes, et compte pour 71,43%. Ce sont les thérophytes qui les représentent mieux avec *Notoceras bicornis*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Morettia canescens*, *Dilpotaxi pitardiana*, *Pseuderocaria tourneuxii*, *Muricaria prostrata*, *Sisymbrium reboudianum*, *Alyssum ilifolium*, *Alyssum macrocalyx*, *Diplotaxis eruroides*, *Diplotaxis harra*, *Eruca vesicaria*, *Zilla macroptera*, *Mathiola livida* et *Erucaria aegiceras*.

Chez les pérennes, il faut citer surtout *Farsetia aegyptiaca*, petite Brassicaceae d'affinité saharo-arabique caractéristique de l'Atlas Saharien Oranais.

Les 4 familles les mieux représentées sur les plans génériques et spécifiques sont Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae et Fabaceae sont partout dominantes ; ces familles représentent à elles seules plus de 48% de la flore étudiée. Ces familles occupent d'ailleurs les trois premiers rangs si on considère la flore algérienne dans son ensemble. Ce sont globalement les mêmes qui ressortent de l'étude de la flore du Sud-Oranais (Bouzenoune, 1984 ; Bouallala, 2006 ; Benaradj, 2009) et du Tell oranais (Aime, 1991 ; Babali, 2014 ; Bekkouche, 2016 ; Amara, 2014).

Les familles à distribution holarctique ne jouent qu'un rôle accessoire (**Perrier de la Bathie, 1921 ; Kaabache, 2005**). A l'approche de la sous-région Saharo-sindienne, nous remarquons une distribution remarquable des familles partout d'affinités méditerranéennes sahariennes comme Caryophyllaceae. Inversement les familles d'affinité sahariennes augmentent progressivement dans le sud-oranais : Amaranthaceae, Zygophyllaceae et Boraginaceae notamment parce qu'elles sont plus proche de l'aire géographique du Sahara septentrional.

Le classement générique a montré que le genre *Astragalus* présente le plus grand nombre d'espèces avec 9 espèces suivis de *Helianthemum* (7 espèces) et l'*Atractylis* (6 espèces). Ce sont les genres les plus répandus dans les régions steppiques et sahariennes notamment *Astragalus* qui est souvent présent parmi les premiers genres aussi bien dans la flore des steppes ibéro-maghrebines (**Le Houérou, 1995**) que celle du Sahara central (**Ozenda, 1958**). Ce classement nous a également permis de dénombrer 15 genres multispécifiques possédant 67 espèces, 36 bispécifiques renfermant 72 espèces et 131 genres monospécifiques.

La diversité floristique est relativement importante dans la zone d'étude sur les trois plans systématique, générique et spécifique et peut s'expliquer par la présence des cours d'eaux à travers la nature du réseau hydrographique existant et en fonction des habitats et la physionomie de la végétation. Ce dernier agit fortement sur la répartition des végétaux qui s'exprime par la colonisation des plusieurs espèces ripicoles (*Nerium oleander, Tamarix articulata, Vitex agnus-castus, Cynodon dactylon*) selon le taux d'humidité (inondé, temporaire, stagnante, submergé, salinité) où elle est répartie dans les lits des oueds, ravin, dayas.

Parmi ces espèces halophiles (*Spergula marginata, Spergularia salina*) dans la station de Messied et par *Salicornia fruticosa, Salsola foetida, Salsola vermiculata* dans les autres stations où les végétaux (*Retama sphaerocarpa, Retama retam, Olea europaea...*) colonisent les berges du cours d'eau pendant une longue période de l'année.

Il ressort de ces analyses systématiques une diversité en familles et en genres plus nuancée dans les différentes stations d'étude. En effet, **Boudet, (1978)** rapporte que les facteurs édaphiques interviennent sur le développement de la végétation, car ils caractérisent les substrats sur lesquels se rencontrent les divers pâturages.

Cet inventaire qui permet de mettre en relation la richesse floristique du cortège au sein des groupements à *P. atlantica* dans le sud-oranais cache une grande hétérogénéité ; celle-ci est liée à la diversité des climats, à la topographie, à la nature et à la profondeur des sols, et aux divers degrés de la pression humaine. Cet inventaire montre aussi une plus grande représentativité des familles et un nombre plus important d'espèces du fait que l'étude a été réalisée durant une bonne période de végétation après une année pluvieuse.

L'abondance de la couverture végétale est aussi le résultat des grands vallées traversées par d'importants oueds dont les berges abritent des végétaux ligneux parfois herbacée isolé ou denses. Les arbres et les arbustes sont épineux ou en éguilles jouent un rôle important dans le paysage dans les zones de dépendage (*Genista saharae*, *Retama retam*, *Launaea arborescens*, *Gymoncarpos decander*, *Acacia raddiana*....).

Les Asteraceae, les Poaceae et les Fabaceae sont trois familles communes aux différentes stations d'étude avec une nette prédominance dans les listes floristiques. Ces trois familles représentent 35 à 40% de la flore dans chaque secteur saharien (**Ozenda, 1977**). D'après **Le Houérou, 1969 ; Aidoud-Lounis, 1984; Aidoud, 1989** ; les espèces appartiennent aux Asteraceae, les Fabaceae et les Caryophyllaceae, sont des familles d'affinité méditerranéenne, varient suivant la latitude : elles diminuent du nord au Sud. Ce sont des espèces qui sont indicatrices de climat moins aride. La place prépondérante occupée par ces familles est justifiée, puisque ce sont des familles reconnues par leur résistance à la rigueur des conditions climatiques (**Belhacini, 2011**). Les mêmes constatations ont été signalés par **Le Houérou, 1995**, ces trois familles Asteraceae, des Poaceae et des Lamiaceae sont parmi les plus riches en genres et en espèces dans la composition de la flore et sont bien représentées en régions méditerranéennes.

Ces familles des Asteraceae, Poaceae, présentent un plus grand pouvoir d'adaptation aux changements des conditions écologiques et aux pressions anthropiques (surpâturage) dans ces milieux (OSS, 2012). Une famille est restée plus ou moins stable, celle des Asteraceae.

Monod (1992) indique que dans la flore désertique, il y a à peu près partout la dominance des Asteraceae, des Poaceae, des Fabaceae et des Amaranthaceae. (**Chehema, 2005 ; Chehema et Youcef, 2009 ; Bouallala, 2013**)

Ces résultats concorbent ceux de **Bouallala (2006) ; Babali (2014)** qui, dans leurs études ont trouve que les espèces de la famille des Poaceae étaient les plus nombreuses.

La forte proportion des Poaceae dans la zone d'étude peut s'expliquer par le fait que ces taxons possèdent une très grande possibilité de tallage (**Salette, 1970**). Elle montre une plus grande vitesse de repoussement des espèces après le passage des troupeaux malgré la pression exercée par le surpâturage.

Leur supériorité numérique est également confirmée par **Guillerm et Maillet (1982)** au sein de la flore des régions ouest-méditerranéennes de l'Europe. À côté d'elles, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae et Boraginaceae sont également bien représentées conservant sensiblement le même ordre de classement que celui qu'elles ont dans la flore Algérienne. Il s'agit de familles anthropophiles favorisées par les perturbations induites par les activités de l'homme dans les biocénoses et sur les conditions d'habitat (**Kazi Tani, 2011**).

3.2.3- Caractérisation biogéographique

La géobotanique a pour objet l'étude de la répartition des végétaux dans le monde. Elle est définie comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (Hengeveld, 1990). L'appartenance des taxons aux éléments biogéographiques permet de mieux appréhender leur distribution et d'apprécier la diversité chorologique de notre région d'étude.

Du point de vue biogéographique, la zone d'étude fait partie de l'empire holarctique, à la région méditerranéenne et de l'Atlas Saharien (Barry *et al.*, 1973 ; Quézel, 1978). La flore de notre région comprend plusieurs groupes phytochorologiques. La zone d'étude se compose de 2 grandes ensembles biophysiques : zone des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Ce qui permet la diversité des biotopes, ces milieux arides et sahariens recouvrent les territoires domaine maghrébin-steppique et domaine Méditerranéen-saharien.

L'analyse biogéographique de la flore au sein des groupements à *Pistacia atlantica* permet de constater une diversité en éléments chorologiques dans le Sud-oranais (Tab.31), leur répartition est différente d'une région à l'autre.

Tableau 31. Proportion des types phytogéographiques de la flore de la zone d'étude

Eléments biogéographiques	Béchar		Naâma		Bayadh		Zone Etude	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Méditerranéens	35	19,44	53	28,49	34	25	64	23,7
Endémique s	42	23,33	31	16,67	29	21,32	56	20,74
Sah. Sindiens	37	20,56	31	16,67	26	19,12	44	16,3
Plurirégional	20	11,11	32	17,20	24	17,65	42	15,56
Sahariens	14	7,78	16	8,60	8	5,882	21	7,77
Ibéro-Mauritaniens	9	5	10	5,37	7	5,147	14	5,18
Tropicale	7	3,89	4	2,15	3	2,206	10	3,7
Cosmopolites	9	5	4	2,15	1	0,735	10	3,7
Paléotempérés	7	3,89	5	2,68	4	2,941	9	3,33
Total	180	100	186	100	136	100	270	100

L'analyse biogéographique fait ressortir les observations suivantes :

- La répartition des types biogéographiques est la suivante : élément Méditerranéen> Endémique>Saharo-Sindien> Plurirégional>Saharien> Ibéro-Mauritanien=Tropical>Paléo-tempéré.
- Plusieurs éléments phytogéographiques d'origines différentes existent et s'adaptent aux conditions du milieu aride (saharien et steppique).
- le cortège floristique des groupements à *P. atlantica* apparaît comme un ensemble hétérogène, lié à la diversité des climats et des substrats qu'elle occupe ainsi qu'aux facteurs historiques (Dahmani, 2003).

- Malgré sa grande diversité tant au plan orotopographique que phytogéographique, l'Algérie dans son ensemble est soumise au climat méditerranéen. C'est à dire, qu'indépendamment de l'influence anthropozoïque, la répartition de la végétation est liée en premier lieu au climat, notamment en zone aride où l'eau reste le principal facteur limitant (**Djellouli *et al.*, 1984**).
 - La diversité des milieux de la région favorise la répartition de la végétation.
 - une diversité phytochorologique notable, liée à la position géographique
 - la composition floristique est très diversifiée, l'élément phytogéographique avec près de 50 % est représentatif d'une grande affinité méditerranéenne et saharienne de la liste globale du cortège floristique.
 - Si l'on tient compte de l'aire de répartition des espèces (élément phytochorique) qui sont présentes, on constate une évolution des types biogéographiques sous l'influence des changements des conditions écologiques ; ces changements marqués de la physionomie de la végétation ;
 - La diversité de la composition floristique et la densité de la végétation dépendent de la qualité du biotope (écosystème). Le milieu d'étude est diversifié sur le cadre phytogéographique. Cette évolution est liée à l'orographie, le régime hydrologique, diversité du substratum géologique, la diversité des biotopes (oueds, Djebels, dayas, dépressions, rochers et falaises, sommets, vallées encaissées des grands oueds, thalwegs ...) et le cadre physiographique est très diversifiés sur les plans :
 - Géomorphologique : hautes plaines steppiques, Atlas Saharien, piémont de l'Atlas Saharien),
 - Climatique : étages bioclimatiques (Semi-aride, Aride et Saharien), irrégularité saisonnière, régime des précipitations (volume des pluies), fréquence du brouillard, neige, vent,
 - Edaphique (minéraux bruts, halomorphes, d'alluvions, etc.)
 - et anthropiques (pâturage, agriculture, élevage,...).
- Toutes ces composantes sont à l'origine d'une exceptionnelle couverture végétale.
- L'effet de biotope et la pluie est bien marqué par l'apparition et la dispersion dans l'espace et dans le temps de certains éléments (méditerranéens, tropicaux, endémiques, tropico-saharo-arabique et saharo-arabique), influant notamment sur les spectres bruts, mais aussi par la variabilité du recouvrement des types phytogéographiques qui a une influence directe sur la variabilité des spectres réels.
 - Une telle composition traduit, à ce niveau, l'influence équilibrée des courants floristiques méridionaux (Saharo-arabique) et septentrionaux (Méditerranéen) (**Kaabeche, 1990**).
 - L'adaptation à la xéricité du milieu se manifeste en effet de diverses façons : écorces épaisses, bourgeons à écailles visqueuses, feuilles vernissées et fortement nervées, strate inférieure riche en espèces munies d'organes souterrains pérennants, rhizomes, tubercules, bulbes ou souches ligneuses (**Jules Vidal, 1958**).

Au niveau de la région de Béchar qui se localise dans la partie occidentale de l'Atlas Saharien, on constate que la majeure partie des espèces appartiennent aux domaines Endémiques avec (23,33%). L'élément Saharien-Sindien (37 espèces soit 20,56% de la flore). L'élément Méditerranéen (avec 35 espèces soit 19,44 de la flore), les éléments plurirégionaux représentent que 11% (20 espèces) et pour les autres éléments restantes ont moins 10 espèces à savoir (Cosmopolite 9, Tropical 7, Paléo-tempéré 7, Ibéro Mauritanien 9). La présence des éléments plurirégionaux avec un taux considérable dans cette flore est causée par le fait de la dissémination des graines par différents modes (anémochorie, zoochorie, pluie.....). La seule région ayant un taux d'endémisme très élevés ce qui explique que la région est plus ou moins protégée, cette protection est due par le fait de sa localisation proximité de la bande frontalière du Maroc et l'inaccessibilité de ces endroits par l'homme et leur troupeau. **Bouallala (2013)** indique que le biotope des Hamadas est caractérisé par la dominance de l'élément Saharo-Arabique et une faible pour l'élément méditerranéen. On observe aussi l'abondance de nombreux taxons sahariens (*Retama retam*, *Randonia africana*, *Rhantherium suaveolens...*), ces ligneux sahariens dominent très nettement.

L'élément Saharo-Sindien n'intervient que pour 15,% dans le spectre biogéographique, représentées surtout par des herbacées annuelles sont *Fagonia glutinosa*, *Fagonia latifolia*, *Ifloga spicata*, *Senecio flavus*, *Malva aegyptiaca*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Morettia canescens*, *Calendula aegyptiaca* *Neuroda procumbens*, *Bubonium graveolens*, *Pergularia tomentosa*, *Plantago ciliata*, *Reseda arabica*.

Bien que les espèces cosmopolites constituent une très petite portion de la flore mondiale cosmopolite, la région de Béchar compte 3,33% (*Suaeda fruticosa*, *Cuscuta epithimum*, *Juncus bufonius*, *Salicornia fruticosa*, *Eleocharis caduca*, *Atriplex halimus...*). Une seule espèce est représentée par *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae) d'affinité Saharo-Sindienne.

Pour l'analyse biogéographique de la région de Naâma, le tableau **31** révèle une dominance des éléments méditerranéens a 53 espèces et des éléments plurirégionaux (32 espèces), deux éléments biogéographique ont 31 espèces (Endémique et Saharo-Sindien), les autres éléments restants ont moins de 20 espèces (Sahariennes 16, Ibéro-Mauritaniens 10, Tropicales 4, Cosmopolites 4 et Paléotempérées 5). Le secteur de l'Atlas Saharien, sous secteur Oranais est le plus forestier avec une quasi dominance des éléments Méditerranéens et la présence de quelques endémiques. Parmi les espèces d'affinité Méditerranéenne représentatives nous citons : *Juniperus phoenicea*, *Ziziphus lotus*, *Nerium oleander*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*. L'élément Endémique est présenté par : *Ferula cossoniana*, *Alyssum macrocalyx*, *Helianthemum hirtum*, *Rosmarinus officinalis*, *Pistacia atlantica*, *Chrysanthemum macrocarpum*, etc. En ci-concerne l'élément Saharo-Sindien (17%) avec une appartenance à de nombreux genres tels que : *Aristida*, *Astragalus*, *Echiochilon*, *Fagonia*, *Launaea*, *Pituranthos*.

Cette diversité est expliquée par plusieurs hypothèses : la protection, région moins anthropisée, terrain accidenté et les gradients climatiques accompagnent les changements de la flore. Avec une forte présence des espèces essentiellement méditerranéennes subissant l'influence et l'installation de taxons sahariens sur les glacis d'érosion et bas de versant au pied Sud du Djebel Aissa (cas de la station de Hajaj). En plus les fortes pentes, certaines exposition et d'altitude permettent d'installation d'une végétation typiquement hygrophylle : *Nerium oleander*, *Phoenix dactylifera*, etc. On observe aussi au niveau de la station de Haraza l'extension d'une végétation steppique à base d'arbustes (*Artemisia*, *Genista*, ...) et d'arbres forestiers (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*). Ces derniers sont parfaitement adaptés aux conditions xériques de la région.

L'élément méditerranéen domine au niveau du secteur de l'Atlas Saharien (AS1 sensu **Quézel et Santa, 1962-1963**), mais une fois franchi l'Atlas Saharien, on observe une diminution brusque de cet élément, de l'ordre de la moitié (**Barry & Celles, 1972-1973 ; Ozenda, 1991**)

La région de Naâma héberge aussi de nombreuses espèces endémiques *Anvillea radiata*, *Rhantherium suaveolens*, *Genista saharae*, *Erodium microphyllum*, *Convolvulus supinus*, *Alyssum macrocalyx*, *Calligonum calvescens*, *Daucus biseriantus*, *Hernaria mauritanica*, *Scorzonera undulata*, *Asparagus altissimus*

Au niveau de la région d'El Bayadh, Sur le plan chorologique, l'élément méditerranéen est relativement prépondérant (25%) en premier rang, éléments Endémique est encore bien marqué avec 29 espèces soit 21,32%, l'élément Saharo-Sindien (19,12%), les éléments Pluri-régionaux ont mieux représentées (17,65%), Saharien (5,88%), l'Ibéro Mauritanien (5,15%), la faible présence des éléments paléo-tempéré (2,94%). Parmi ces espèces : *Papaver rhoeas* *Herniaria cinerea* et enfin l'élément biogéographique cosmopolite avec (0,73%). Cette région est moins diversifiée parce qu'elle est très anthropisée (le surpâturage et la mise en culture) ainsi menacée par le fléau d'ensablement qui touche la totalité de la région d'El Bayadh.

L'élément méditerranéen tient une place importante chez les herbacées, mieux représenté chez les thérophytes avec *Filago spathulata*, *Diploaxis eruroides*, *Eruca vesicaria*, *Erodium triangulare*, *Glaucium corniculatum*, *Cutandia dichotoma*, *Malva parviflora*. Ainsi cet élément est bien remarqué par l'abondance des espèces *Eryngium ilicifolium*, *Anacyclus pyrethrum*, *Centaurea maroccana*, *Silene secundiflora*.

L'endémisme est mieux dominé par les espèces telles que *Scorzonera undulata*, *Herniaria mauritanica*, *Daucus biseriantus*, *Asparagus altissimus*, *Anthemis stiparum*, *Rhantherium suaveolens*, *Convolvulus supinus*, *Megastoma pusillum*, *Thymelaea microphylla*, *Pistacia atlantica*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Muricaria prostrata*, *Telephium sphaerospermum*, *Urginea noctiflora*, *Echium trygorrhizum*, *Euphorbia calytrata*, *Euphorbia Guyoniana*, *Ferula cossoniana*. Ces espèces possèdent des affinités endémiques.

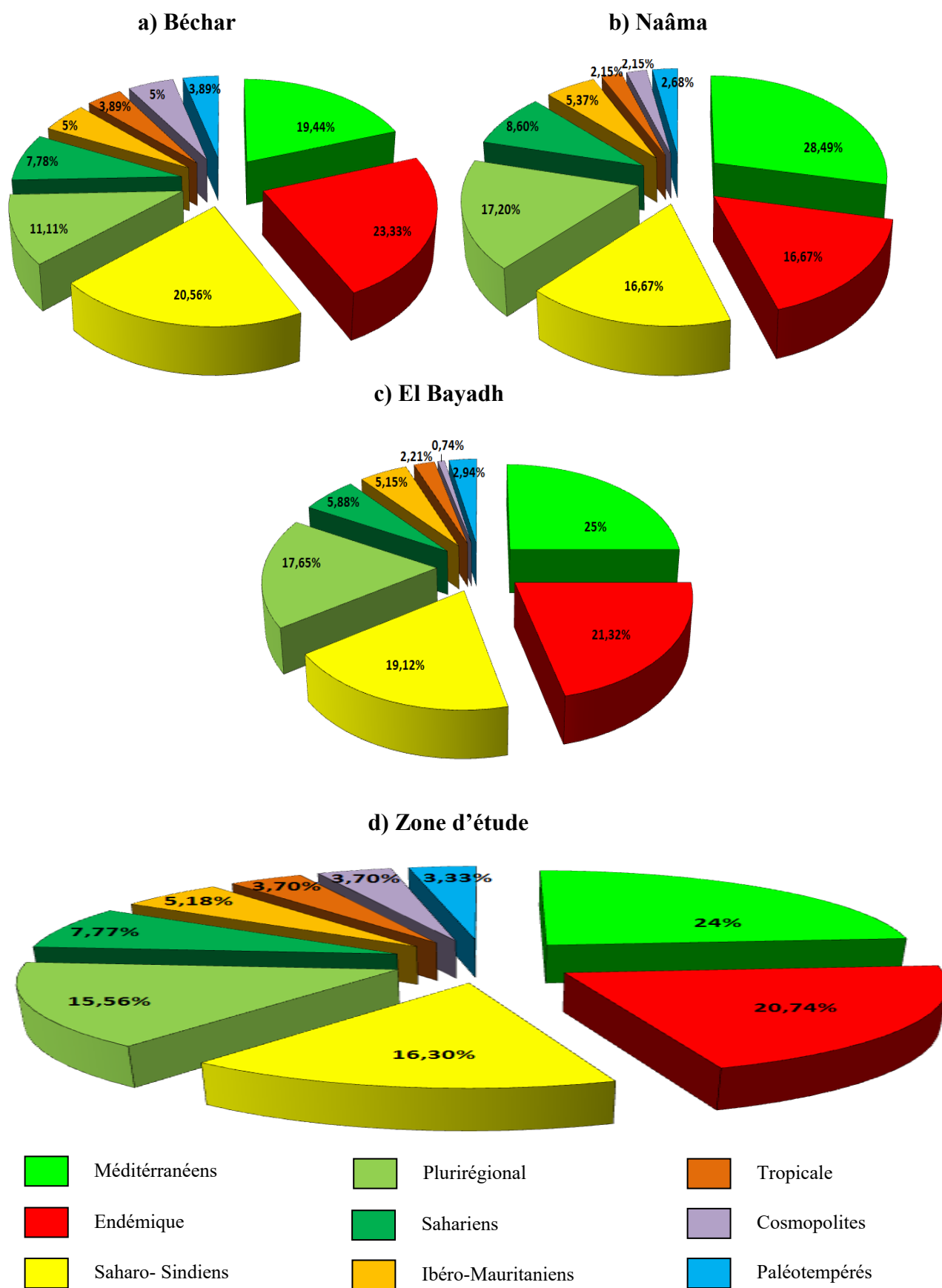


Figure 48. Répartition des espèces par affinité phytogéographique comparée dans la région d'étude.

L'examen du tableau 31 et de la figure 48 sur les types biogéographiques comparés pour l'ensemble de la zone d'étude, montre que la flore comprend plusieurs types chorologiques. Le plus représenté est l'élément méditerranéen avec 64 espèces, soit 24% de la flore ; l'élément endémiques (56 espèces) soit 20,74%, l'élément Saharo-Sindien représentent par 44 espèces, les éléments plurirégionaux sont au nombre de 42 espèces soit 16%, donc sont largement répandus dans le domaine maghébin steppique et sous secteur d'Atlas Saharien Oranais. Les espèces d'élément Saharien comptent 8% de la flore qui assurent l'interface saharien de notre zone d'étude face au tansition steppique, les autres éléments dont 9 à 14 espèces viennent ensuite (Ibéro-mauritanien 14 espèces, Tropicaux 10 espèces, Cosmopolite 10 espèces et Paléotempéré 9 espèces) qui assurent par différentes forme de dissémination (eau, oiseaux, animaux domestique, faune sauvage, homme, vent..). Ils représentent une faible participation ; mais contribuent à la diversité et à la richesse du potentiel phytogéographique de la région d'étude.

La distribution des espèces ; met en évidence les divers éléments phytochoriques et confirme l'affinité méditerranéenne de la flore de la région. A savoir que notre zone s'agence sur deux grands ensembles suivant un gradient Nord-Sud, d'une part l'atlas Saharien où domine l'élément méditerranéen (24%) et d'autre part, la bordure septentrionale du Sahara où domine l'élément Saharo-Sindien (16,3%) ; ceci prouve que notre région est le résultat de l'interpénétration de ces deux éléments. Ces particularités montrent à la fois l'hétérogénéité et l'interet que présente la zone d'étude. Dans ces milieux arides, bien que ce type d'habitat soit peu propice à l'intallation de la végétation (sols minéraux bruts), la flore apparait relativement riche.

Ces résultats sont presque semblable ce qui cité par **Bouzenoune (1984)**, **Bouallala (2006)** et **Benaradj (2009)** dans le Sud-oranais.

L'analyse phytogéographique globale dans la zone d'étude, montre les principaux éléments du cortège floritique des groupments à *Pistacia atlantica* :

➤ **Eléments méditerranéens**

La végétation de l'Afrique du Nord est nettement méditerranéenne ainsi que dans le Sud-oranais (**Bouzenoune, 1997**). Si la composition floristique est très diversifiée, l'élément phytochorique est représentatif d'une grande affinité méditerranéenne de la flore.

Les espèces d'affinité Méditerranéennes dominant dans la liste floristique puisqu'elles comprennent environ le quart des espèces (23,7%) : beaucoup d'entre elles sont communes dans les trois régions d'étude, d'autre sont nouvelles surtout chez les herbacées : *Chrysanthemum coronarium*, *Cladanthus arabicus*, *Cutandia dichotoma*, *Cynomorium coccineum*, *Emex spinosa*, *Erodium triangulare*, *Eruca vesicaria*, *Filago spathulata*, *Glaucium corniculatum*, *Lolium multiflorum*, *Malva parviflora*, etc.

Donc, la majorité des espèces de souche méditerranéenne sont des thérophytes. Comme nous l'avons dit précédemment, leur apparition est liée à une xéricité croissante du climat. Si nous considérons comme limite sud du domaine saharien (isohyète 100 mm correspond à la limite sud de pistachier de l'Atlas), plusieurs familles y sont représentées. Nous pouvons citer parmi les plus importantes : Asteraceae, Poaceae et Brassicaceae. Ce qui confirme que l'élément méditerranéen persiste dans le secteur de la bordure saharienne et cela par l'infiltration de quelques espèces notamment l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et l'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) (Salemkour *et al.*, 2012).

Parmi les espèces les plus caractéristiques, citons : *Ziziphus lotus*, *Dipcadi serotinum*, *Leontodon hispidus*, *Paronychia chlorothyrsa*, *Plantago albicans*, *Plantago ovata*, *Erodium triangulare*, *Glaucium corniculatum*, *Olea europaea*, *Medicago laciniata*, *Launaea resedifolia*, *Koelipinia linearis*, *Limonium bonduelli*, *Launaea nudicaulis*, *Malva parviflora*, *Salvia clandestina*, *Eruca vesicaria*, *Cutandia dichotoma*, *Avena alba*, *Moricandia suffruticosa*, *Mathiola livida*, etc., d'autres sont liées à la dégradation comme *Atractylis humilis* et *Peganum harmala* sur les parcours sahariens et steppiques. Cette cortège floristique méditerranéen remarquable représente 24% de la liste globale des espèces inventoriées, ceci s'explique par la quantité de la pluviométrie moyenne annuelle dans les monts d'Atlas Saharien et les plaines steppiques (entre 100 à 300mm/an).

La composition floristique du groupement à *Pistacia atlantica* est représentée par les principales espèces caractéristiques suivantes : *Ziziphus lotus*, *Rhus tripartita*, *Stipa parviflora*, *Plantago ovata*, etc. Cette composition met en évidence l'importance de l'élément phytogéographique méditerranéen au sein de ce type de groupements qui a été défini comme une association (*Pistacietum atlanticae*) représentative de « Forêt-parc de *Pistacia atlantica* entremêlée de touffes basses de *Ziziphus lotus* localisée au niveau des dayat des Hauts Plateaux et du Sahara septentrional » (Maire, 1926). Ces espèces se développent plus particulièrement pour les ravinnelles qui creusent les versants des talwegs et des Djebels de l'atlas Saharien.

Signalons que les espèces d'affinité méditerranéennes dans l'Atala Saharien et les hautes plaines steppiques sont nombreuses. Elles sont localisées dans des stations refuge au sommet des massifs montagneux de l'Atlas Saharien (cas des stations de : Hajaj, Bou Yala, Bousseghoun et Bou Ayech), en particulier par les ligneux comme *Rhus tripartita*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea*, *Nerium oleander*, ce sont fixent entre les rochers qui bordent au cours eaux et et des fonds d'oueds encaissés colonisés par une végétation ripicole à structure arborescente et par des individus isolés de *P. atlantica*.

Cela s'explique par la situation géographique des oueds montagneux qui, bien faisant partie du secteur montagneux d'Atlas Saharien (ou les conditions climatiques privilégiées liées à l'altitude et qui permettent le maintien de ces espèces). De nombreux taxa méditerranéens sont rencontrés dans les oueds montagneux se retrouvent également autour des dayas et sont toutes des plantes de stations humides (*Vitex agnus-castus*, *Malva parviflora*, *Spergularia salina*, *Euphorbia characias*, *Evacidium discolor*).

On observe aussi la prédominance des formations essentiellement arbustives d'affinités méditerranéennes représentées par ce groupement à Remth (*Hammda scoparia*), ce dernier présente une strate ligneuse très ouverte à caractère xérophytes plus adaptée au stress écologique dans la zone d'étude.

L'examen des principaux types biogéographiques confirme l'abondance de l'élément Méditerranéen, ce qui a souligné par **Quézel (2000)**.

➤ **Elément endémique**

Le zone d'étude se caractérise par un ensemble de taxons endémiques représentatifs tant de l'élément méditerranéen que de l'élément saharo-arabique. Plusieurs taxons d'endémiques sont présents avec 56 espèces soit 21 % de la totalité des espèces inventoriées.

L'élément endémique est important, indique un taux d'endémisme remarquable compte tenu du nombre total d'espèces et de la superficie de notre zone d'étude. Ce taux indique l'importance de l'endémisme sur la phytodiversité de cette région. Selon **Dahmani (1996)**, la diversité paraît également liée à l'endémisme, à priori ; mais pas de façon étroite ; les genres diversifiés sont souvent riches en endémiques, mais pas toujours.

La répartition des espèces endémiques en Algérie est très irrégulière, selon les familles, elles sont d'environ 250 sur un total de 2 840 espèces endémiques soit un taux de 8,5% (**Quézel, 1946**). Sur les 50 familles inventoriées 19 possèdent des éléments endémiques. Les familles les plus riches et les plus diversifiées en espèces endémiques sont: les Asteraceae (15 espèces), les Boraginaceae (6 espèces) et les Brassicaceae (5 espèces).

L'examen de ce tableau permet de constater que les familles représentées par ces espèces endémiques, comptent parmi les plus représentatives de la flore d'Algérie : Asteraceae, Brassicaceae, Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, Asparagaceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Plombaginaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Thymeleaceae et Orobanchaceae.

Parmi les plus représentatives dans le cortège floristique: Asteraceae (*Lifago dielsii*, *Anthemis stiparum*, *Stephanochilus omphalodes*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Warionia saharae*, *Perralderia coronopifolia*, *Catananche arenaria*, *Atractylis babelii*, *Centaurea dimorpha*, *Scorzonera undulata*, *Rhantherium suaveolens*, *Tourneuxia variifolia*, *Picris cyanocarpa*, *Anvillea radiata*, *Chrysanthemum fuscatum*), Boraginaceae (*Trichodesma calcaratum*, *Megastoma pusillum*, *Lappula redowskii*, *Lappula spinocarpos*, *Echium pycnanthum*, *Echium trygorrhizum*), Brassicaceae (*Muricaria prostrata*, *Sisymbrium reboudianum*, *Alyssum macrocalyx*, *Moricandia foleyi*, *Dilpotaxi pitardiana*), Apiaceae (*Pithuranthos battandieri*, *Pituranthos chloranthus*, *Ferula cossoniana*, *Anethum graveolens*), Cistaceae (*Helianthemum ellipticum*, *Helianthemum getulum*, *Helianthemum hirtum*), Fabaceae (*Astragalus armatus*, *Astragalus Gombo*, *Genista saharae*), Euphorbiaceae (*Euphorbia calyptrata*, *Euphorbia Guyoniana*, *Euphorbia retusa*), Asparagaceae (*Asparagus altissimus*, *Urginea noctiflora*, *Stellarioides sessiliflora*), Plombaginaceae (*Limoniastrum feei*, *Daucus biseriantus*), Geraniaceae (*Erodium microphyllum*, *Erodium garamantum*), Caryophyllaceae (*Telephium sphaerospermum*, *Hernaria mauritanica*), Amaranthaceae (*Anabasis aretioides*), Anacardiaceae (*Pistacia atlantica*), Convolvulaceae (*Convolvulus supinus*), Polygonaceae (*Calligonum calvescens*), Rubiaceae (*Crucianella hirta*), Scrophulariaceae (*Scrophylaria saharae*), Thymeleaceae (*Thymelaea microphylla*), Orobanchaceae (*Cistanche violacea*).

L'endémisme est bien représenté dans la liste dressée, selon la localisation géographique des espèces, cet élément est subdivisé en plusieurs sous groupes:

- Endémiques qui réside dans le grand nombre: bien qu'encore présentes, notamment parmi les chaméphytes (*Calligonum calvescens*, *Helianthemum ellipticum*, *Helianthemum getulum*) ainsi que par les herbacées *Daucus biseriantus*, *Hernaria mauritanica*, *Lifago dielsii*, *Scorzonera undulata*, *Trichodesma calcaratum*, *Alyssum macrocalyx*, *Moricandia foleyi*.
- Endémiques Nord d'Afrique: *Pistacia atlantica*, *Thymelaea microphylla*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Muricaria prostrata*, *Pithuranthos battandieri*, *Pituranthos chloranthus*, *Telephium sphaerospermum*, *Ferula cossoniana*, etc. Nous remarquons que la proportion la plus élevée revient aux espèces Nord-africaines, ce qui correspond au constat de **Quézel (1957)** et **Bouldjedri (2013)**, l'endémicité des taxons Nord-africains étant liée à l'orographie et à l'altitude.
- Endémiques Algérie-Maroc : *Asparagus altissimus*, *Anthemis stiparum*, *Atractylis babelii*, *Tourneuxia variifolia*,
- Endémiques sahariennes : *Scrophylaria saharae*, *Perralderia coronopifolia*, *Euphorbia calyptrata*, *Euphorbia Guyoniana*, *Euphorbia retusa*, *Urginea noctiflora*, *Anvillea radiata*, *Echium pycnanthum*, *Echium trygorrhizum*, *Limoniastrum feei*.

On observe aussi la présence des espèces suivantes *Warionia saharae* et *Anabasis aretioides*, sont les deux plantes d'affinité Endémique du Sahara Nord-occidental Algérien. On cite aussi la prédominance du taxon Endémique *Pistacia atlantica*, en Afrique du Nord -Algérie, Maroc, il croit dans les régions des dayas, au pied de l'atlas Saharien (**Benaradj, 2010**).

Ces résultats montrent l'importance de l'endémisme occidental par rapport à l'endémisme oriental, résultat auquel nombreux chercheurs sont arrivés citons entre autres **Le Houérou, (1995)**; **Kadi-Hanifi, (1998)**.

L'action anthropique et la tendance à l'aridification du climat en sont les causes les plus probables de la régression des espèces d'affinité Endémiques dans la région d'étude.

➤ **Elément saharo-sindien (Saharo-arabique) :**

L'élément saharo-sindien tient une place importante, compte 44 taxons soit 16,3% du total, ce qui confirme le caractère aride de la zone d'étude. Cela s'explique par la situation phytogéographique de la zone d'étude et correspond aux pourcentages donnés dans les travaux antérieurs (**Quézel, 1965 ; Ozenda, 2004 ; Bouallala, 2006 ; Benaradj, 2010**). L'élément Saharo-Sindien (Saharo-arabique) étant dominant pour l'ensemble du territoire saharien qui caractérise les conditions les plus arides. Cette présence est due à l'influence de la proximité du domaine saharien dans ce domaine de transition est confirmé par la prédominance des espèces d'affinité Saharo-Sindiennes.

Cet élément occupe une place prépondérante dans la flore du Sahara nord-occidental (**Guinet et al., 1954 ; Lemée, 1953 ; Bouallala et al., 2014**). Selon **Quézel (1960, 1965)** l'élément saharo-arabique, est le mieux adapté aux conditions des régions désertiques.

L'infiltration de l'élément Saharo-Sindien s'explique par la proximité relative de la région d'étude par rapport à la bordure saharienne comme le soulignent la plupart des biogéographes (**Capot-Rey, 1953 ; Barry et Celles, 1972-1973 ; Quézel, 1965**).

L'élément Saharo-Sindien montre une diversité des familles avec la dominance des Brassicaceae Asteraceae Fabaceae et Caryophyllaceae.

Cet élément est surtout présent au niveau des piedmonts sud de l'Atlas Saharien, mais ne comprend que 2 ligneux, *Retama retam* et *Tamarix articulata*. Ce sont les plantes pérennes surtout herbacées (*Gymnocarpus decander*, *Salsola foetida*, *Farsetia aegyptiaca*, *Anabasis articulata*) qui le caractérise en particulier alors que *Bubonium graveolens*, *Fagonia glutinosa*, *Fagonia latifolia*, *Zilla macroptera*, *Cleome arabica*, *Calendula aegyptiaca*, *Neuroda procumbens*, *Arnebia decumbens*, *Notoceras bicornis*, *Morettia canescens*, *Pergularia tomentosa*, *Senecio flavus*, *Polycarpaea repens*, etc., ces dernières s'affirment dans les ravins et les oueds montagneux, ainsi que sur les bords et les berges des oueds (cas des stations de Bousseghoun, Hajaj et Bou Yala).

L'influence des éléments Saharo-Sindien se fait à cause au contact du secteur de l'Atlas Saharien. Les espèces couvrent une partie du secteur de la plateforme saharienne qui se trouve à la limite sud de l'atlas saharien. Les espèces les plus représentatives sont nombreuses : *Zilla spinosa*, *Plantago ciliata*, *Aristida obtusa*, *Bubonium graveolens* pouvant occupés la partie Nord de l'Atlas Saharien (limite du paysage steppique). Les plantes sahariennes s'installent dans cet environnement dont la xéricité est accentuée par des conditions édaphiques défavorables.

Les taxons les plus représentatifs de l'interface Atlas Saharien et bordure saharienne sont exprimés par l'abondance des espèces suivantes *Zilla macroptera*, *Neuroda procumbens*, *Pergularia tomentosa*, *Forskahlea tenacissima* et *Fagonia latifolia*. Ces espèces bien dominant les stations qui se trouve plus proche de piedmont de l'atlas saharien (cas des stations de : Bou Yala, Bou Ayech, Djedida, Hajaj et Boussemgoun). D'autres espèces caractéristiques et indicatrices de l'Atlas Saharien occidental: *Gymnocarpus decander*, *Moltkia ciliata*, *Fagonia glutinosa*, *Pseuderocaria tourneuxii*, *Astragalus ghizensis*, *Morettia canescens* et *Reseda arabica*, il occupe la totalité du sous-domaine du Sahara Nord-occidental. Ces espèces colonisent surtout les cours d'eau (oueds) et les dépressions du réseau hydrographique. Ces réserves hydriques ainsi constituées vont conditionner le maintien de la végétation le long de ces cours d'eau.

Le nombre important d'espèces à affinité saharienne montre que ces sommets constituent de véritable transition de dégradé de forestier vers steppique témoins d'un passé climatique plus ou moins humide (moins aride).

➤ **Élément pluri-régional**

L'élément pluri-régional occupe une place appréciable dans le cortège floristique au sein des groupements à *Pistacia atlantica*.

Les espèces pluri-régionales, comptent 42 espèces soit 16% et cependant prépondérante dans l'ensemble de la flore. Ce sont des espèces à large répartition géographique. Il représente un lot des espèces à large répartition distribuées dans les domaines sahariens et steppiques.

Ce sont principalement des herbacées appartiennent surtout aux thérophytes (*Bombacilaena discolor*, *Medicago minima*, *Micropus bombicinus*, *Pallenis cuspidata*, *Noaea mucronata*, *Lasiopogon muscoides*, *Xeranthemum inapertum*, *Eremopyrum bonaepartis*, *Senecio gallicus*, *Avena stirilis*, *Alyssum ilifolium*, *Diplotaxis harra*, *Hordeum murinum*, *Koelpinia linearis*, *Avena alba*, *Schimus barbatus...*), dont l'installation et le développement ont été facilités par la présence humaine et les animaux (bétail et faune sauvage) et par les conditions de milieu très favorable **(Poilecot, 1996)**.

Donc, cet élément est un témoin de l'impact de l'action anthropique dans l'uniformisation et la thérophytisation des flores **(Kadi-Hanifi, 2003)**.

Ces espèces colonisent les stations situées aux alentours des agglomérations et dayas surexploitées et anthropisées. Elles se maintiennent surtout les parcelles cultivées (stations de Hanntouzah, Messied, Guetta et Gâaloul), à l'abrit des blocs rocheux ou dans les crevasses qui constituent des micro-habitats privilégiés (stations de Hajaj, Djedida). Ces espèces sont d'ailleurs, plus souvent des rudérales ou anthropophiles à forte fréquence relative, parmi les taxons représentatifs de cet élément on trouve: *Urtica urens*, *Carthamus lanatus*, *Carlina brachylepis*, *Avena stirensis*, etc. Dans la zone d'étude, certaines plantes, parfois pionnières et colonisatrices, retrouvent où les conditions édaphiques favorables à leur installation (humidité et sol meuble). Dont leur présence est certainement liée à un facteur anthropique (dissémination des semences par l'homme et les animaux domestiques).

Les dayas constituent des biotopes très favorable sur le plan édaphique et microclimatique pour le développement de ces espèces à large extension : elles peuvent même constituer de véritable refuge pour certaines d'entre elles (*Hordeum murinum*, *Avena alba*, *Schismus barbatus*). L'importance des espèces à large amplitude phytogéographique traduit la perte d'identité de la végétation par la pénétration d'espèces à large distribution (**Masharabu et al., 2010**).

Cette infiltration des espèces à large distribution est causée surtout par l'action anthropique, la dissémination (oiseau, vent,..) et l'humidité du sol qui est un facteur important à leur installation. Donc une forte pression anthropozoïque risque d'altérer d'une manière irréversible ces milieux écologiques uniques en zone aride.

Les espèces à large répartition, cosmopolites, paléo-tropicales ou pluri-régionales, sont le plus souvent des rudérales ou des espèces de milieux perturbés. Une forte proportion d'espèces à large répartition peut être un indice de dégradation: la flore perd de sa spécificité (**Devineau et Fournier, 1997 ; Masharabu et al., 2010**).

➤ **Elément saharien**

Les espèces d'affinités sahariennes généralement à large répartition géographique, interviennent pour 8% (21 espèces), ce qui pourrait traduire une aridification du climat.

L'aridité du milieu, compensée par les réserves en eau du sol, permet aux espèces sahariennes (xérophytes) de se maintenir et de dominer dans les stations. Elles s'affirment chez les ligneux avec des espèces qui caractérisent également les oueds montagneux (*Rhus tripartita*, *Ephedra alata*, *Hammada schmittiana*).

Cet élément occupe le piémont sud des reliefs de l'Atlas Saharien, constituant approximativement la limite septentrionale du Sahara.

La présence remarquable de l'élément Saharien montre une forte influence saharienne, perceptible uniquement au niveau des groupements de la frange sud de l'Atlas Saharien, seules les espèces les plus résistantes à la xéricité de l'environnement se sont maintenues. Il est composé de psammophiles particulièrement résistantes aux conditions arides tant chez les pérennes (*Hammada schmittiana*) que chez les annuelles (*Bassia muricata*, *Erodium guttatum*). D'après **Quézel (1965)**, le secteur de l'Atlas Saharien ayant de nombreux taxons vivaces psammophiles à affinité saharienne

La flore est marquée par les espèces sahariennes ; ces dernières s'affirment cependant chez les plantes herbacées et principalement chez les vivaces. Les plantes sahariennes mieux représentées chez les herbacées aussi bien annuelles que pérennes. Elles sont prépondérantes dans le groupe des herbacées et représentent plus la moitié des espèces *Erodium guttatum*, *Linaria amethystea*, *Bassia muricata*, *Launaea glomerata*, *Chrysanthemum macrocarpum*, *Cotula cinerea*, *Silene villosa*, *Matricaria pubescens* et dominantes chez les ligneux, représentées par *Ephedra alata*, *Atractylis serratuloides*, *Hammada schmittiana*. Les arbres peu nombreux (*Phoenix dactylifera*, *Rhus tripartita*), se cantonnent sur les berges des oueds.

Parmi cet élément, il n'y a qu'une espèce saharienne ou saharo-sindienne dont *Aristida pungens*, une Poaceae vivace, psammophile présente dans les domaines méridional et septentrional du Sahara, mais qui transgresse depuis très longtemps son aire et se retrouve sur dans le domaine maghrébin steppique (hautes plaines steppiques oranais de Naâma et d'El Bayadh) (**Kaabeche, 2003**).

Tant chez les ligneux que chez les espèces herbacées pérennes et annuelles, elles occupent une place importantes dans tous les stations et confirment la zone de transition que représente les massifs montagneux de l'Atlas saharien, entrée le domaine saharien au sud et le domaine steppique au Nord.

Les facteurs écologiques qui conditionnent l'installation des espèces et leur maintien dans certaines stations (oued principaux, hautes plaines, éboulis, les champs rocheux, versants rocaillieux, les faces rocheuses, les zones de drainage ou l'écoulement de l'eau, ravinement, oueds, affleurement rocheux) sont ici moins nettement marqués : la flore présente ainsi une plus grande plasticité tout en révélant son appartenance au climat aride.

Il ressort que cette analyse, présente une disproportion entre les éléments phytogéographiques dominants (Méditerranéens et Endémiques) et les autres types phytogéographiques. Les affinités biogéographiques des espèces recensées confirmant le caractère aride du milieu.

La caractérisation des groupements à *P. atlantica* sur le plan biogéographique montre une prédominance de l'élément Méditerranéen. Cette analyse présente une bonne distinction entre l'élément méditerranéen et les autres types phytochoriques est encore plus marqué.

La contribution des méditerranéennes au tapis végétal est en corrélation avec le facteur anthropique puisqu'on assiste à leur décroissance tout en allant vers les milieux les plus anthropisés (**Kadi-Hanifi, 2003**). Beaucoup plus riche en végétation à affinité méditerranéenne steppique et saharienne. Elle constitue donc une zone de transition entre l'Atlas Saharien et les plaines steppiques dans l'interface Sahara/steppe.

D'après la contribution des éléments d'affinité phytogéographique, le cortège floristique des groupements du pistachier de l'Atlas dans le Sud-oranais, se caractérisent par un équilibre entre la flore méd-sah-arabique et méditerranéenne avec une proportion élevée des espèces saharo-arabiques. Il est généralement le plus dominant en nombre et en recouvrement, exception faite pour les Hamadas où l'élément méditerranéo-saharo-arabique devient dominant dans les spectres réels.

Les modifications climatiques qu'a subi l'Afrique méditerranéenne depuis le Miocène a provoqué la migration de la flore tropicale (**Maley, 1980 ; Quézel, 1960, 1983**). Cette flore est actuellement adaptée aux conditions des régions sahariennes (**Bensaid et al., 1996**), jouant un rôle de liaison (*Acacia raddiana, Panicum turgidum, Cymbopogon schoenanthus*), et occupant une place importante dans le recouvrement des sols, notamment dans les lits d'Oueds et les sols rocheux (**Bouallala 2013**).

L'ensemble des stations d'étude se caractérisent par une dominance remarquable des espèces Méditerranéennes, Endémiques et Saharo-Sindien. Le taux d'endémique est très important (20%), représenté par : *Rhantherium suaveolens, Calligonum calvescens, Scorzonera undulata, Alyssum macrocalyx, Astragalus armatus, Asparagus altissimus, Helianthemum getulum, Helianthemum ellipticum*, etc., ces espèces peuvent se développer dans les talwegs ou les affleurements montagneux.

Zohary (1974) était le premier à attirer l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore méditerranéenne sur différentes espèces par élément biogéographique qui reste hétérogène.

Les espèces d'affinité Méditerranéen-saharien occupent généralement le piémont sud des reliefs de l'Atlas Saharien, constituant approximativement la limite septentrionale du Sahara. Il lui correspond une flore saharo-arabique et une végétation steppique à structure simplifiée, devenant monostrate et très ouverte, physionomiquement dominée par le remth (*Hammda scoparia*).

Quézel (1983) explique l'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène entraînant des migrations d'une flore tropicale. Cette flore est actuellement adaptée aux conditions des régions sahariennes (**Bouallala et al., 2014**).

Cette analyse biogéographique, nous a permis de déterminer les facteurs intervenant dans la répartition du cortège floristique au sein des groupements à *Pistacia atlantica*. En effet, le cortège peut varier significativement d'un biotope à l'autre en fonction de l'altitude, de climat, de la pluviométrie, de la situation géographique, de facteur hydrique, de l'action anthropique, etc.

Le climat a une influence prépondérante sur la vie des plantes, tant par la pluviosité que par la température et la luminosité (**Dahmani, 2006**). En fonction du gradient pluviométrique, nous constatons que les éléments méditerranéens et ceux endémiques diminuent légèrement avec l'aridité alors que les Saharo-arabiques et les Méditerranéo-Saharo-Arabiques augmentent d'une manière significative. Le facteur hydrique, associé à l'épaisseur du sol exploitable par les racines des végétaux, joue un rôle essentiel dans la composition floristique et la répartition des plantes dans les différents habitats. En effet, quel qu'il soit le type d'habitat, ce facteur agit en compensant l'aridité de climat et permet ainsi le maintien d'une flore relativement riche (**Poilecot, 1996**).

Trois actions conjuguées (**Quézel, 1995**) permettent d'expliquer au mieux la mise en place des flores: les changements climatiques, le transport à longue distance par le vent et les oiseaux et les modifications du modèle géographique.

Enfin, cette étude montre l'importance de la phytogéographie, qui sert à l'étude de la phytodynamique. Mais aussi contribue à la connaissance de l'impact des changements climatiques et anthropique sur les écosystèmes.

3.4. Traitement des données

Les données traitées par l'A.F.C et la C.A.H correspondent à une carte factorielle de 377 relevés et 270 espèces. Lors de ce traitement de données, nous n'avons pas pris en considération les espèces présentes une fois. Le traitement de l'ensemble des données est réalisé avec l'indice de présence-absence. L'A.F. est suivie, systématiquement, de la C.A.H.

L'A.F.C a permis la détermination des facteurs qui expliqueraient la distribution et la répartition de la végétation dans ces groupements à *Pistacia atlantica* par le biais de la recherche de la signification écologique des axes factoriels.

3.4.1- Description en groupes (Noyaux)

La C.A.H des relevés floristiques a permis de distinguer les différents groupes d'espèces les plus caractéristiques des groupements de Pistachier de l'Atlas. Les résultats sont présentés sous forme de dendrogramme regroupant les relevés selon leur degré de similitude. Celle-ci est estimée par un critère de proximité ou de distance choisi à priori (**Kaabeche, 1990**).

La figure 49 représente la répartition schématique des noyaux dans les axes. L'analyse a permis un découpage net des groupes floristiques en zones floristiquement et écologiquement homogène. Trois ensembles (A, B, C) ont été mis en évidence et sont ainsi délimités.

- **Groupe A** : Association *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus* ; ce groupe (146 des relevés soit plus 50%) se détache facilement du noyau et s'individualise nettement.
- **Groupe B** : représente le groupements présteppique à *Hammada scoparia* avec la dominance des espèces suivantes : *Moricandia foleyi*, *Asphodelus tenuifolius*, *Matricaria pubescens*, *Launaea arborescens*, *Ifloga spicata* et *Matricaria pubescens*.
- **Groupe 3** : il est hétérogène et diversifié et comprend les espèces restantes. Il correspond à une mosaïque entre les différents types biologiques (phanérophytes, chaméphytes) avec une remarquable richesse en espèces thérophytiques, parmi ces espèces on distingue: *Zilla macroptera*, *Echinops spinosus*, *Avena sterelis*, *Plantago ciliata*, *Morettia canescens*, *Eruca vesicaria*, *Moricandia suffruticosa*, *Catanche arenaria*, etc.

L'analyse multivariée des données a permis de hiérarchiser le rôle des principaux facteurs déterminants la répartition des groupements à *P. atlantica* ainsi que l'organisation floristique des 270 espèces recensées au sein de ces groupements. Parmi les principaux facteurs écologiques prépondérants retenus et qui sont responsables de la distribution du cortège floristique des groupements à *P. atlantica* en termes de gradients on relève: le gradient altitudinale (orographie), le substrat lithologique, le régime hydrique, les perturbations, variation des biotopes, climat (aridité, pluviométrie, ..), sol, nature de substratum, l'anthropisation.

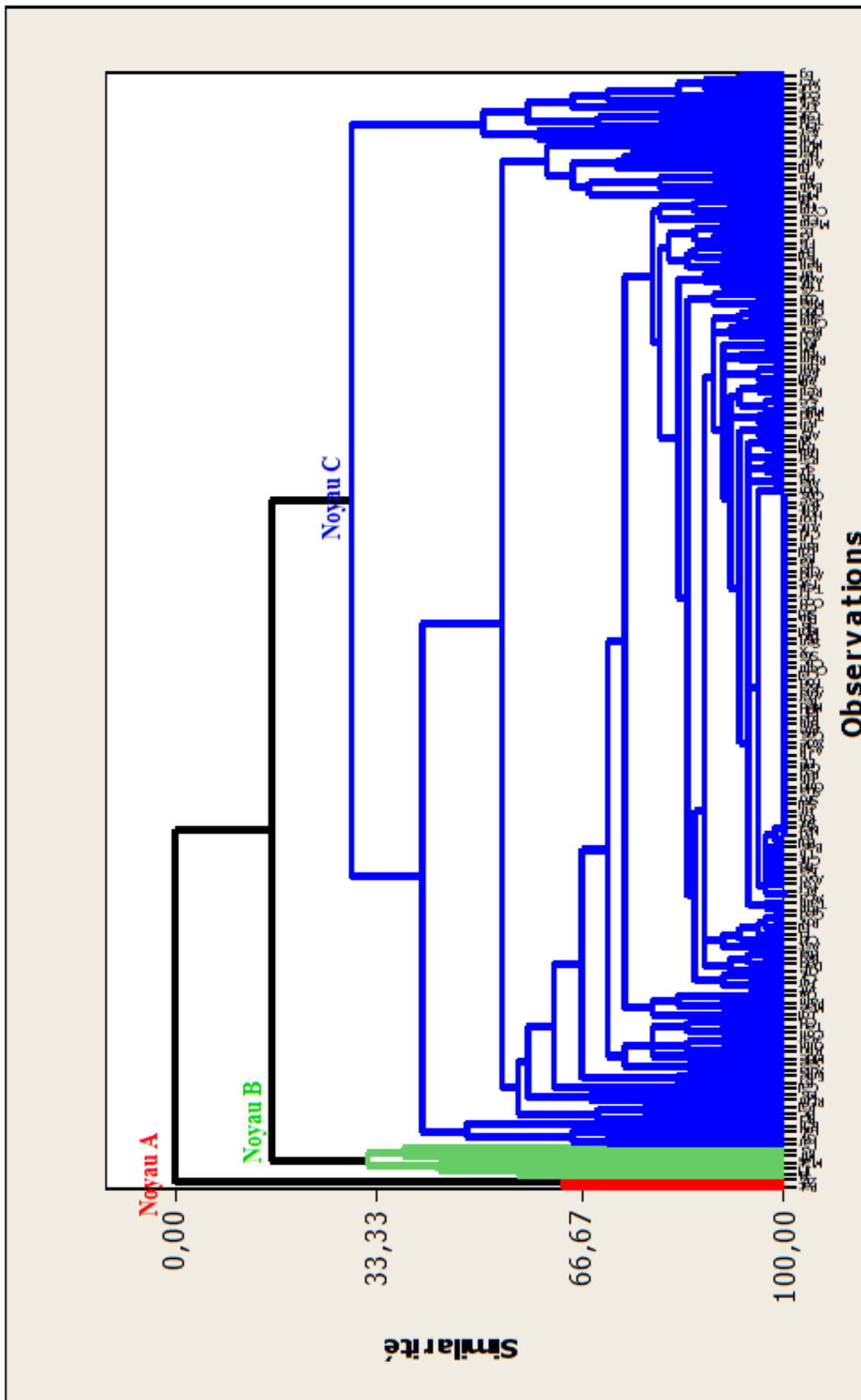


Figure 49. Dendrogramme de la C.A.H de la matrice totale des espèces de la zone d'étude

3.4.2- Signification écologique des axes factoriels

La présente étude veut donc présenter les particularités floristiques, structurales et écologiques des groupements à *Pistacia atlantica*. Les résultats obtenus par l'A.F.C sont résumés sur une carte factorielle représentant la projection des points de relevés en fonction de leur contribution à la constitution des axes factoriels. Cette A.F.C effectuée sur les espèces est un moyen d'identifier les gradients écologiques mis en jeu grâce à l'écologie particulière des groupements à *Pistacia atlantica*.

Le tableau 32 exprime les valeurs propres de la matrice des coefficients de corrélation, le pourcentage de variance expliquée ainsi que celui de la variance cumulée par chacun des axes.

Tableau 32. Valeurs propre et pourcentage d'Inertie de l'A.F.C.

Plan	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Total
Valeurs propres	0,196	0,088	0,057	0,327
Taux d'Inertie (%)	30,48	11,123	8,73	50,328
Cumul en (%)	30,48	41,50	49,68	

Le tableau 32 résume, pour les 3 premiers axes, les valeurs propres et le pourcentage d'explication.

Les valeurs propres et les taux d'inertie, relativement faibles (0,196) pour le premier axe, deviennent très faibles et pratiquement constants à partir du troisième axe (0,057). Cette situation témoigne d'une structuration hétérogène du nuage qui traduit le fait qu'il existe une « dichotomie » (un groupement d'individus qui s'opposent à tout un ensemble) très marquée sur les cartes factorielles induites par ces deux axes. En effet cette « dichotomie » permet de discriminer des groupes de points-relevés pour les étudier ensuite plus en détail.

Malgré le faible pourcentage des valeurs propres, la majorité des espèces possèdent une contribution supérieure ou égale à 0,50 (Tab.33). Ce caractère est lié au fait que l'analyse porte sur un même secteur phytogéographique AS1 au sens de **Quezel et Santa (1962)**. De ce fait, la diversité qui apparaît dans nos relevés est déterminée par : la nature du substrat, le bioclimat et l'action anthropique.

La recherche de la signification écologique des axes factoriels s'appuiera sur la confrontation des espèces à fortes contributions relatives et à son répartition d'une part du côté positif et d'autre part du côté négatif de chacun des axes.

Pour l'interprétation des résultats nous nous sommes limités aux trois premiers axes factoriels, qui absorbent plus 49,68% de l'information. Cette variabilité de l'information, nous a permis de préciser quels seront les facteurs écologiques majeurs de la diversification du cortège floristiques caractéristique des groupements à *P. atlantica*.

Tableau 33. Contributions des Taxons pour les trois premiers axes de l'A.F.C de la zone d'étude.

Genres espèces	Code	AXE1	AXE2	AXE3	Genres espèces	Code	AXE1	AXE2	AXE3
<i>Pistacia atlantica</i>	Pat	7,35	8,82	-3,83	<i>Marrubium desertii</i>	Mad	-0,21	1,017	-0,29
<i>Ziziphus lotus</i>	Zl	4,37	2,16	0,49	<i>Evacidium discolor</i>	Ed	-0,06	0,02	0,298
<i>Hammada scoparia</i>	Hs	2,48	-3,93	-1,11	<i>Micropus bomicinus</i>	Mb	-0,17	0,151	-0,88
<i>Hordeum murinum</i>	Hm	3,433	-0,46	-3,68	<i>Rhus tripartita</i>	Rtr	-0,38	-0,53	0,214
<i>Avena sterilis</i>	As	3,157	3,243	-1,07	<i>Convolvulus supinus</i>	Cs	-0,22	-0,03	0,773
<i>Plantago albicans</i>	Pa	1,175	3,352	-2,55	<i>Eruca vesicaria</i>	Ev	-0,21	-0,05	0,904
<i>Carduncellus eriocephalus</i>	Cer	2,492	3,008	-3,54	<i>Glaucium corniculatum</i>	Gc	-0,3	0,024	0,947
<i>Stipa tenacissima</i>	St	0,315	1,641	0,71	<i>Reseda lutea</i>	Rl	-0,3	-0,09	1,125
<i>Stipa parviflora</i>	Sp	0,362	2,671	-0,43	<i>Scabiosa stellata</i>	Ss	-0,22	0,112	0,076
<i>Bromus rubens</i>	Br	0,882	2,243	0,965	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	Ac	-0,17	0,097	0,449
<i>Hammada elegans</i>	He	-0,23	1,415	-0,82	<i>Daucus biseriantus</i>	Db	-0,23	-0,14	0,587
<i>Thymelaea microphylla</i>	Tm	0,343	3,274	0,197	<i>Ifloga spicata</i>	Is	-0,27	0,164	-0,28
<i>Dilpotaxi pitardiana</i>	Dp	0,299	1,142	3,273	<i>Launea acanthoclada</i>	Laa	-0,05	-0,23	0,443
<i>Launaea nudicaulis</i>	Ln	0,648	3,629	1,268	<i>Melilotus sulcata</i>	Msu	0,218	-0,49	-0,39
<i>Limonium bonduelli</i>	Lb	-0,29	0,252	2,139	<i>Ononis natrix</i>	On	-0,23	0,015	-0,16
<i>Medicago laciniata</i>	Ml	0,401	2,829	1,084	<i>Trigonella stellata</i>	Tst	-0,1	-0,23	-0,82
<i>Aristida pungens</i>	Apu	-0,32	0,081	-0,7	<i>Malva parviflora</i>	M	0,25	-0,75	-0,88
<i>Cutandia dichotoma</i>	Cdi	0,659	1,861	-1,64	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	At	-0,35	-0,38	0,673
<i>Stipa capensis</i>	Sc	-0,2	0,832	2,03	<i>Astragalus armatus</i>	As	-0,19	-0,2	0,251
<i>Atractylis serratuloides</i>	Ase	0,017	2,099	-1,27	<i>Avena alba</i>	Av	-0,28	-0,13	-0,22
<i>Juniperus phoenicea</i>	Jp	-0,2	-0,1	-0,45	<i>Malva aegyptiaca</i>	Mae	0,178	-1,26	0,217
<i>Retama retam</i>	Rr	-0,25	0,8	-0,21	<i>Morettia canescens</i>	Mc	-0,37	-0,24	0,93
<i>Paronychia arabica</i>	Paa	0,626	1,698	-0,01	<i>Onopordon acaule</i>	Oa	-0,2	-0,19	-0,63
<i>Lygeum spartum</i>	Ls	0,839	-0,32	-2,08	<i>Reseda arabica</i>	Ra	-0,27	0,058	-0,16
<i>Pegannum harmala</i>	Pha	1,545	0,023	-2,91	<i>Telephium sphaerospermum</i>	Ts	0,127	-0,9	-0,33
<i>Astragalus mareoticus</i>	Asm	1,289	0,553	-1,93	<i>Aristida obtusa</i>	Ao	-0,29	-0,24	-0,03
<i>Schimus barbatus</i>	Sb	0,547	1,821	-0,32	<i>Artemisia campestris</i>	Ar	-0,28	-0,32	-0,38
<i>Carduncellus divauxii</i>	Cad	0,36	1,252	1,996	<i>Bombicylaena discolor</i>	Bd	-0,17	-0,2	0,009
<i>Picris albida</i>	Pal	-0,12	0,79	1,293	<i>Echium pycnanthum</i>	Ecp	-0,33	0,133	-0,33
<i>Salsola vermiculata</i>	Sv	0,037	1,875	-0,94	<i>Echium trygorrhizum</i>	Ect	-0,3	-0,09	0,071
<i>Eryngium ilicifolium</i>	Ei	0,027	1,542	2,547	<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	Him	-0,32	-0,06	-0,61
<i>Paronychia chlorothyrsa</i>	Pch	0,518	-0,18	-1,12	<i>Moricandia suffruticosa</i>	Ms	-0,17	-0,37	0,347
<i>Gymnocarpus decander</i>	Gd	-0,1	0,494	2,659	<i>Rhantherium suaveolens</i>	Rs	-0,36	-0,12	-0,19
<i>Hernaria mauritanica</i>	Hma	0,863	0,249	-0,4	<i>Rumex simpliciflorus</i>	Rsi	-0,35	-0,34	0,569
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Ro	-0,16	0,07	-0,04	<i>Biscutella gr. didyma</i>	Bdi	-0,31	-0,39	0,32
<i>Filago desertorum</i>	Fd	0,495	0,324	-0,98	<i>Calendula aegyptiaca</i>	Ca	-0,32	-0,45	0,373
<i>Malcolmia aegyptiaca</i>	Ma	-0,21	0,54	-0,58	<i>Catananche arenaria</i>	Caa	-0,35	-0,34	0,542
<i>Atractylis humilis</i>	Ath	0,195	0,875	-0,8	<i>Crucianella hirta</i>	Ch	-0,29	-0,38	0,32
<i>Launaea arborescens</i>	La	-0,09	0,227	2,102	<i>Erodium glaucophyllum</i>	Eg	-0,37	-0,31	0,412
<i>Leontodon hispidus</i>	Lh	0,327	0,631	-1,07	<i>Mathiola livida</i>	Mli	-0,37	-0,3	0,138
<i>Odontospermum pygmeum</i>	Op	-0,24	0,706	2,865	<i>Muricaria prostrata</i>	Mp	-0,02	-0,84	-0,1
<i>Centaurea maroccana</i>	Cm	0,239	0,408	0,35	<i>Rostraria pumila</i>	Rp	-0,34	-0,29	-0,27
<i>Echinops spinosus</i>	Es	0,039	0,811	0,237	<i>Trigonella angina</i>	Ta	-0,15	-0,51	-0,45
<i>Helianthemum lipii</i>	Hl	-0,18	0,842	1,303	<i>Xanthium spinosum</i>	Xs	-0,04	-0,76	-0,25
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Jo	-0,33	-0,38	-0,35	<i>Argyrobolium uniflorum</i>	Au	-0,35	-0,24	-0,15
<i>Olea europaea</i>	Oe	-0,34	-0,46	0,505	<i>Artemisia herba-alba</i>	Ah	-0,35	-0,27	0,093
<i>Fagonia glutinosa</i>	Fg	-0,25	1,051	1,206	<i>Asparagus altissimus</i>	Aal	-0,29	-0,49	-0,02
<i>Noaea mucronata</i>	Nm	-0,02	-0,21	-0,37	<i>Astragalus echinatus</i>	Aec	-0,16	-0,51	-0,38
<i>Polycarpha repens</i>	Pr	0,262	0,301	-0,33	<i>Centaurea dimorpha</i>	Ced	-0,19	-0,69	-0,44
<i>Adonis dentata</i>	Ade	0,254	0,216	-0,98	<i>Cleome arabica</i>	Car	-0,37	-0,43	0,03
<i>Ferula cossoniana</i>	Fc	-0,04	0,767	0,335	<i>Cleome droserifolia</i>	Cd	-0,31	-0,48	0,295
<i>Salvia clandestina</i>	Sc	0,289	-0,06	-0,88	<i>Cynodon dactylon</i>	Cda	-0,33	-0,33	-0,02
<i>Cotula cinerea</i>	Cci	-0,29	0,602	0,675	<i>Dipcadi serotinum</i>	Ds	-0,2	-0,77	-0,19
<i>Erodium microphyllum</i>	Emi	-0,04	0,104	-0,61	<i>Emex spinosa</i>	Ems	-0,3	-0,49	0,346
<i>Erodium triangulare</i>	Et	0,051	0,355	0,354	<i>Euphorbia Guyoniana</i>	Egu	-0,34	-0,3	-0,51
<i>Koelpinia linearis</i>	Kl	0,002	0,32	-1,06	<i>Hernaria hisica</i>	Hh	-0,24	-0,69	-0,31
<i>Papaver rhoeas</i>	Prh	-0,2	0,225	0,57	<i>Malva parviflora</i>	Mpa	-0,27	-0,59	-0,13
<i>Plantago ovota</i>	Po	-0,19	0,155	1,467	<i>Megastoma pusillum</i>	Mpu	-0,35	-0,54	0,299
<i>Scorzonera undulata</i>	Su	-0,19	0,315	0,796	<i>Muscari comosum</i>	Mco	-0,3	-0,5	-0,25
<i>Gynandrisis sisyrrinchium</i>	Gs	-0,1	0,171	-0,63	<i>Papaver dubium</i>	Pd	-0,38	-0,5	0,265
<i>Lygeum spartum</i>	Lsp	-0,2	0,064	-0,25	<i>Senecio flavus</i>	Sf	-0,34	-0,54	0,198

L'examen de la carte factorielle des espèces relatives aux plans factoriels de projections (1/2, 2/3 et 1/3) dans la zone d'étude permet de constater l'existence de 03 ensembles très contrastés et de dégager les espèces significativement liées à chaque ensemble.

Les données en présence-absence peuvent être transformées en matrices de distance. Les descripteurs en lignes et colonnes d'un tableau floristique sont comparés sur une liste de valeurs.

3.4.2.1. Dans le plan factoriel 2/1 (Fig.50)

L'examen du plan factoriel F1 et F2, qui se traduit par une assez nette séparation spatiale des relevés, a permis d'individualiser 3 groupes de relevés. Les trois premiers axes de cette analyse totalisent 49,68 % d'inertie. L'examen des taux d'inertie montre que les deux premiers axes absorbent 41,50 % de l'information.

Les valeurs propres de deux axes (2 et 1) sont respectivement de 0,289 et 0,116. Elles témoignent d'une structuration hétérogène du nuage. Les relevés sont distribués selon un nuage centré sur l'origine des axes dans le plan 2/1.

Le côté Positif

- *Pistacia atlantica* (Pat)
- *Ziziphus lotus* (Zl)
- *Zilla macroptera* (Zm)
- *Echinops spinosus* (Ech)
- *Cotula cinerea* (Cot)
- *Moricandia suffruticosa* (Ms)
- *Malva aegyptiaca* (Mae)
- *Marrubium desertii* (Mde)
- *Thymelaea microphylla* (Thy)
- *Lifago dielsii* (Lif)
- *Artemisia herba-alba* (Aha)
- *Eruca vesicaria* (Eru)

Le côté Négatif

- *Hammada scoparia* (Hs)
- *Moricandia foleyi* (Mf)
- *Asphodelus tenuifolius* (Ast)
- *Matricaria pubescens* (Mat)
- *Launaea arborescens* (Lar)
- *Ifloga spicata* (If)
- *Launaea arborescens* (Lar)
- *Plantago ciliata* (Pci)
- *Helianthemum lipii* (Hl)
- *Limonium bonduelli* (Lim)
- *Pallenis cuspidata* (Pal)
- *Morettia canescens* (Mor)
- *Anvillea radiata* (Anv)
- *Calendula aegyptiaca* (Cal)
- *Retama retam* (Rtm)
- *Gymoncarpos decander* (Gy)

Les contributions relatives de chaque taxon sont utilisées pour définir le gradient écologique des deux premiers axes, en comparant les exigences écologiques de chaque espèce de chaque côté de l'axe considéré.

Sur plan F1/F2, on constate que la valeur de contribution *Pistacia atlantica* est forte (7,35) et plus proche de l'espèce *Ziziphus lotus* (4,38) (**Tab. 33**). Les 2 espèces positionnent plus proche dans une seule côté, ce qui explique que la régénération du *Pistacia atlantica* ne se manifeste le plus souvent que sous abri de la touffe de *Ziziphus lotus* (**Monjauze, 1968 ; Amara, 2014 ; Benaradj, 2010**). Selon **Dutuit et al., (1991)** et **Monjauze, 1968**, le *Pistacia atlantica* ne se régénère que dans les touffes de *Ziziphus lotus* dont il est abrité, qui protège ces nouveaux plants contre les animaux et les vents violents. Il constitue une association appelée *Pistacietum atlanticae* limitée par deux espèces : une strate arborée (*Pistacia atlantica*) et une strate arbustive (*Ziziphus lotus*).

Cette régénération se fait en général à l'intérieur de touffes de *Ziziphus lotus* (*Rhamnaceae*) qui protège les jeunes pousses du pistachier de l'Atlas contre le pâturage, et favorise la germination de ses graines et la croissance de ses jeunes pousses en enrichissant le sol par la matière organique (**Yaaqobi et al., 2009**).

Selon **Kaabeche (2005)**, ce phénomène remarquable dit « de facilitation » est à signaler à propos de cette espèce : ce terme « facilitation », regroupe toute situation où un végétal favorise l'implantation et le développement d'un autre végétal grâce à des relations interspécifiques privilégiées. Il y a lieu de remarquer que ce phénomène est connu en Algérie depuis très longtemps. **Trabut (1889)** a signalé que les inter-relations étroites qui existent entre le pistachier de l'Atlas et le jujubier : en effet, du fait d'un pâturage excessif, les seules possibilités de régénération et surtout de développement du *P. atlantica* n'existent qu'au sein des touffes du *Z. lotus* ; les jeunes plants de bétoum sont ainsi assurés d'une protection inexpugnable face aux herbivores d'ailleurs sauvages ou domestiques.

Lors de nos investigations sur le terrain nous avons pu relever sur les 246 relevés 146 associations – *Pistacia-Ziziphus* ; soit plus de 60 %.

Sur le plan statistique (A.F.C) les axes opposent les stations les plus arrosées à celles des plus arides. Il traduit un gradient altitudinal allant du pôle négatif au pôle positif. Cette orientation oppose les espèces psammophiles à celles qui poussent sur des croûtes et encroûtements gypseux et/ou calcaire. Donc cet axe traduit un gradient d'ensablement décroissant. De plus, l'ensablement superficiel des biotopes favorise leur enrichissement en espèces psammophiles qui peuvent jouer un rôle de liaison. **Guinochet et Quézel (1954)** soulignent que la présence de couche même réduite de sable en surface dans les biotopes sahariens entraîne le développement des psammophytes. L'apparition des espèces sahariennes psammophiles est due à un gradient d'ensablement décroissant à celles qui poussent sur des croûtes et encroûtements gypseux et/ou calcaire.

Pour les espèces qui préfèrent les sols rocheux ensablés (*Limoniastrum feei*, *Rhantherium adpressum*, *Gymnocarpos decander*, *Farsetia aegyptiaca* et *Cymbopogon schoenanthus*. Sur le biotope des Regs ensablés englobe les espèces: *Marrubium deserti*, *Fagonia bruguieri*, *Thymelaea microphylla*, *Anabasis articulata*, etc.). Et sur sols sableux, les espèces à savoir *Aristida pungens*, *Genista saharae*, *Retama retam*, *Pegannum harmala*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Neuroda procumbens*, *Scrophularia saharae*, *Euphorbia guyoniana*, *Fagonia glutinosa*, *Centaurea marocana*, *Cleome Arabica*, etc. Pour les espèces qui préfèrent les dépressions ensablées on peut citer: *Salsola vermiculata* et *Euphorbia guyoniana*. Les dépressions faiblement ensablées sont colonisées par *Antirrhinum ramosissimum*, *Centaurea dimorpha* et *Reseda decursiva*. Cette liste est conforme à celle mentionnée par **Quézel (1965)**. Cette répartition est due généralement à forte extension de l'aire des espèces saharien suite à des agressions climatiques due au fléau de l'ensablement.

Du côté positif, se regroupent des espèces pour la plupart des thérophytes qui semblent être liées aux conditions plus rudes telles que *Schismus barbatus*, *Koelpinea linearis*, etc. et se développent en bioclimat aride (saharien). Cette richesse en thérophytes est liée à une humidité occasionnelle. La répartition des espèces sur le plan factoriel 1/2 confirme les gradients proposés où l'individualisation des trois ensembles est exprimée à travers la présence/absence des thérophytes. Cette distinction des groupes est relative à des variables écologiques des relevés constitutifs d'une part et de l'autoécologie de leurs espèces caractéristiques d'autre part. Ce qui montre la juxtaposition des deux grands ensembles (2/1), ce qui corrobore les résultats obtenus lors de l'analyse numérique et confirme que la géomorphologie correspond au facteur déterminant dans la distribution des groupements à *Pistacia atlantica*.

D'une façon générale, les variations temporelles dans l'espace de la richesse floristique sont directement liées aux espèces annuelles qui ont un cycle biologique court. En effet, **Chehna et Youcef (2009)**, considèrent que ces espèces sont le meilleur indice des conditions climatiques saisonnières. D'autre part, **Négre (1966)** souligne que l'existence des espèces annuelles (thérophytes) est liée à l'état de la surface du sol.

Du côté négatif, les espèces et de la superposition espèces-biotopes, montrent que la totalité des espèces est représentée en masse au centre du graphe. Ce qui s'explique par une diversité biologique intéressante.

Généralement les espèces sont rencontrées dans les stations montagneuses (cas Bou Yala, Bou Ayech, Djedida, Bousseghoun, Ouarka, Hajaj et Haraza). Les espèces les plus significatives sont hygrophiles, on cite : *Avena sterilis*, *Cutandia dichotoma*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Hordeum vulgare*, *Avena alba*, *Roemeria violacea hybrid* ; et des espèces psammophytes comme *Aristida obtuse*, *Colocynthis vulgaris*, *Neuroda procumbens*, *Pegannum harmala*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Cynodon dactylon*.

Globalement, la faible individualisation des groupes floristiques sur les plans factoriels peut être due aux espèces communes entre les biotopes. En effet, **Quézel et Simonneau (1963)** ont souligné l'existence d'un lot important d'espèces communes entre les lits d'Oueds rocailleux, sablonneux et les dayas sur Hamadas.

La situation géomorphologique ou lithologique (substrat siliceux et/ou calcaire) de la plupart des groupements est variable exception faite pour les groupements qui sont localisés sur le versant des Djebels, ce qui exprime par un gradient pluviométrique.

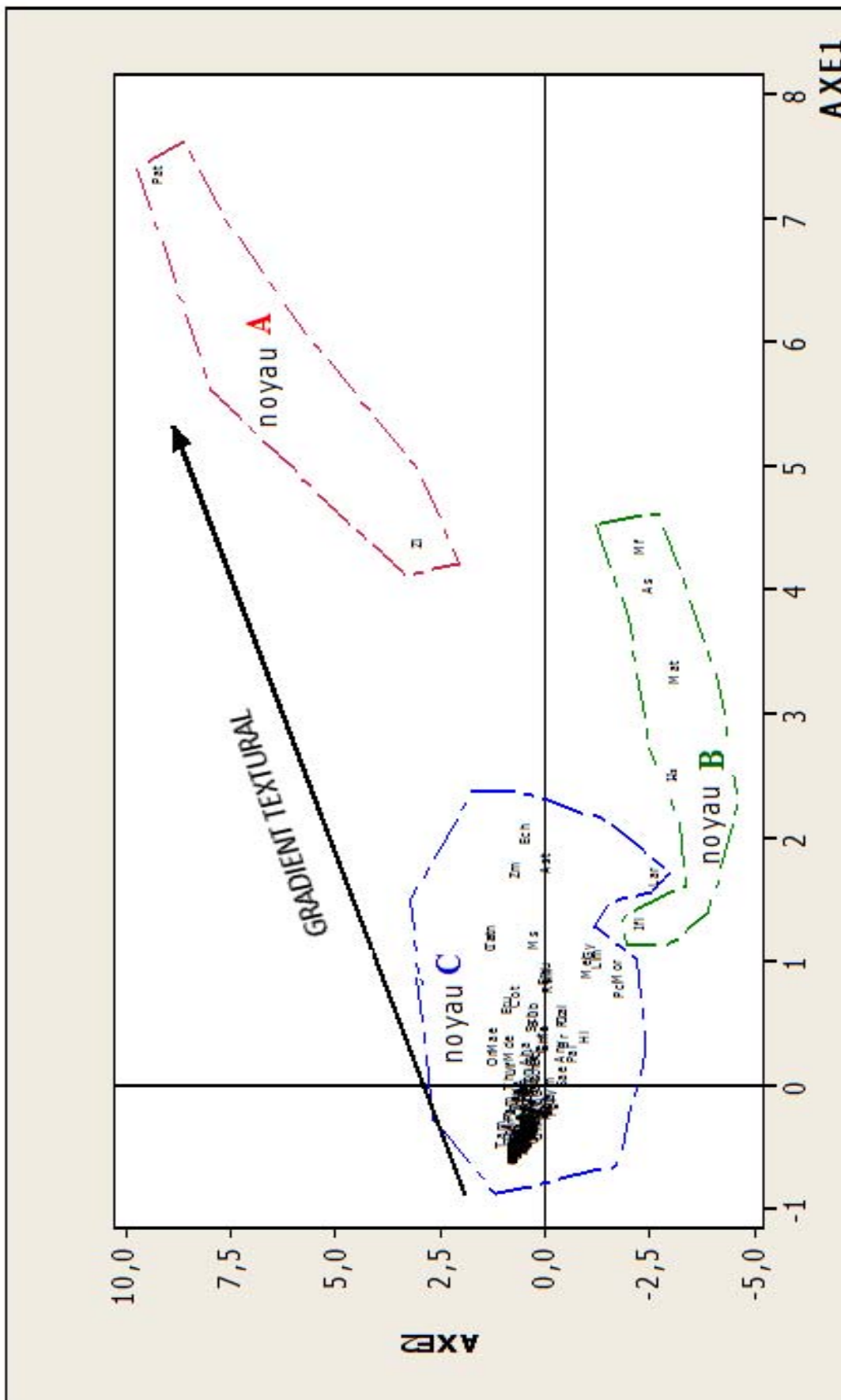


Figure 50. Plan Factoriel des espèces de la zone d'étude (Axe 2 / Axe 1).

3.4.2.2. Dans le plan 3/1(Fig.51)

Les valeurs propres de l'axe (3 et 1) sont respectivement de 0.145 et 0.083. Elles témoignent d'une structuration hétérogène du nuage. La structuration du nuage est relativement assez bonne le long des 2 axes. Ce nuage restitue 39,21% de l'information totale. Ces chiffres peuvent témoigner une faible structure de nuage due à une forte anthropisation liée surtout aux coupes de bois et au pâturage.

Le côté Positif

- *Ziziphus lotus* (Zl)
- *Moricandia foleyi* (Mf)
- *Matricaria pubescens* (Mat)
- *Ifloga spicata* (IfI)
- *Zilla macroptera* (Zm)
- *Catanche arenaria* (Cat)
- *Cotula cinerea* (Cot)
- *Trigonella anguina* (Tan)
- *Cutandia dichotoma* (Cut)
- *Retama retam* (Rtm)
- *Calendula aegyptiaca* (Cal)
- *Moricandia suffruticosa* (Ms)
- *Thymelaea microphylla* (Thy)
- *Eruca vesicaria* (Eru)
- *Avena sterelis* (Ast)

Le côté Négatif

- *Pistacia atlantica* (Pat)
- *Hammada scoparia* (Hs)
- *Asphodelus tenuifolius* (As)
- *Launaea arborescens* (Lar)
- *Launaea nudicaulis* (Lnu)
- *Echinops spinosus* (Ech)
- *Gymoncarpos decander* (Gy)
- *Morettia canescens* (Mor)
- *Limonium bonduelli* (Lim)
- *Plantago ciliata* (Pci)
- *Helianthemum lipii* (Hl)
- *Pallenis cuspidata* (Pal)
- *Anvillea radiata* (Anv)
- *Echium horridum* (Ec)
- *Bromus rubens* (Br)
- *Emex spinosa* (Eme)

Sur plan F3/F1, A contrario au plan précédent (F2/F1), la valeur de contribution *Ziziphus lotus* est à valeur (2,48) oppose de l'espèce *Pistacia atlantica* de la valeur faible (-3,83) (**Tab.33**). Les 2 espèces sont séparées entre les côté Positif et négatif, permettent de définir la distance entre deux individus de *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus*, ce qui indique que chaque arbre de Pistachier se et grandisse développe lui seul dont il atteint un diamètre impotant. Lorsque le jeune pied régénéré atteint une certaine hauteur en s'adaptant au milieu, le *Z. lotus* se retrouve dans une strate inférieure et disparaît progressivement de son alentour immédiat. Le *Pistacia atlantica* est souvent associé au *Ziziphus lotus* dont il protège les jeunes plants contre les bêtes. Une fois adulte le *P. atlantica* étouffe le *Z. lotus* (**Boucher, 1962**).

En altitude, les phanérophytes et les chamaephytes sont rares en plaine et ils se localisent en bordure des Oueds, ou dans des dépressions ; telle la présence de (*Olea europaea*, *Nerium oleander*, *Rhus tripartita*, *Phoenix dactylifera*) sur les falaises des djebels de l'atlas saharien.

Le *Pistacia atlantica* est l'espèce végétale la plus caractéristique de l'Atlas saharien comme l'indique son nom. Donc, le *Pistacia atlantica* est représentée comme un arbre de l'altitude (montagnes de l'atlas saharien) et les hautes altitudes des plaines steppiques (Djebels de Gâaloul dans la région d'Aïn Ben Khelil).

Par contre dans l'axe 1 du pôle positif au pôle négatif généralement oppose les espèces saharo-arabiques (*Retama retam*, *Gymnocarpos decander*, *Salsola foetida*, *Farsetia aegyptiaca*, *Anabasis articulata*, *Bubonium graveolens*, *Fagonia glutinosa*, *Fagonia latifolia*, *Zilla macroptera*, *Cleome arabica*, *Calendula aegyptiaca*, *Neuroda procumbens*, *Arnebia decumbens*, *Notoceras bicornis*, *Morettia canescens*, *Pergularia tomentosa*, *Senecio flavus*, *Polycarpaea repens*) aux celles méditerranéennes (*Ziziphus lotus*, *Dipcadi serotinum*, *Leontodon hispidus*, *Paronychia chlorothyrsa*, *Plantago albicans*, *Plantago ovata*, *Erodium triangulare*, *Glaucium corniculatum*, *Olea europaea*, *Medicago laciniata*, *Launaea resedifolia*, *Koelpinia linearis*, *Limonium bonduelli*, *Launaea nudicaulis*, *Malva parviflora*, *Salvia clandestina*, *Eruca vesicaria*, *Cutandia dichotoma*, *Avena alba*, *Moricandia suffruticosa*). Donc cet axe traduit un gradient d'aridité décroissante. Le **Bourgeois et Melier (1995)**; la texture conditionne la disponibilité d'eau pour la végétation et contribue à l'expression du climat du sol, parfois plus important pour les végétaux que le climat proprement dit.

3.6.2.3. Dans le plan 3/2 (Fig. 52)

L'analyse de la répartition des espèces sur le plan factoriel 3/2 indique la superposition sur les biotopes avec un taux d'inertie total de 19,85%.

Le côté Positif	Le côté Négatif
<i>Ziziphus lotus</i> (Zl)	<i>Pistacia atlantica</i> (Pat)
<i>Moricandia foleyi</i> (Mf)	<i>Hammada scoparia</i> (Hs)
<i>Matricaria pubescens</i> (Mat)	<i>Moricandia foleyi</i> (Mf)
<i>Ifloga spicata</i> (If)	<i>Asphodelus tenuifolius</i> (As)
<i>Zilla macroptera</i> (Zm)	<i>Launaea arborescens</i> (Lar)
<i>Trigonella anguina</i> (Tan)	<i>Gymoncarpos decander</i> (Gy)
<i>Catanche arenaria</i> (Cat)	<i>Morettia canescens</i> (Mor)
<i>Eruca vesicaria</i> (Eru)	<i>Plantago ciliata</i> (Pci)
<i>Lifago dielsii</i> (Lif)	<i>Medicago laciniata</i> (Mel)
<i>Thymelaea microphylla</i> (Thy)	<i>Helianthemum lipii</i> (Hl)
<i>Onopordon acaule</i> (On)	<i>Pallenis cuspidata</i> (Pal)
<i>Panicum turgidum</i> (Pan)	<i>Picris albida</i> (Pic)
<i>Cotula cinerea</i> (Cot)	<i>Anvillea radiata</i> (Anv)
<i>Papaver rhoeas</i> (Pap)	<i>Emex spinosa</i> (Eme)
<i>Hernaria mauritanica</i> (Her)	<i>Bubonium graveolens</i> (Bub)
<i>Lifago dielsii</i> (Lif)	<i>Echinops spinosus</i> (Ech)
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (Cym)

L'analyse des résultats nous a permis de mettre en évidence les principaux facteurs régissant la répartition de la formation à *Pistacia atlantica* dans notre zone d'étude.

La répartition de la carte factorielle d'espèces sur le plan factoriel 3/2 confirme les gradients proposés (altitudinale, humidité, textural) où l'individualisation des trois ensembles est exprimée à travers la présence/absence des espèces thérophytiques endémiques sahariennes indicatrice des hamadas dans l'atlas saharien, comme *Alyssum macrocalyx*, *Crucianella hirta*, *Euphorbia calyptata*, *Euphorbia Guyoniana*.

Dans ce plan 3/2, comme dans le cas précédent, la végétation prédominante est composée par des espèces essentiellement arbustives. Les dayas et des fonds d'oueds encaissés sont colonisés par une végétation rupicole à structure arborescente et par des individus isolés de *P. atlantica*.

Dans le secteur délimité par les côtés positif de l'axe 2 et positif de l'axe 3 se détache nettement l'ensemble de 3 groupes. Il est constitué d'un ensemble de relevés qui forment un nuage bien délimité. Ces relevés appartiennent aux formations végétales des milieux plus ou moins humide (cours d'eaux, falaises et des suintements des rochers humides ; c'est le cas des stations de Haraza et Hajaj). Généralement, l'axe 3 traduit, du coté négatif au coté positif, un gradient d'humidité décroissant. Il oppose les espèces qui préfèrent les biotopes à sols humides (oued, daya), c'est-à-dire les zones d'épandages, représentées essentiellement par *Salvia aegyptiaca* et *Medicago laciniata* à celles des sols secs (*Moltkia ciliata*, et *Erodium glaucophyllum*) notamment les Regs (cas des stations de Hajaj et d'Ouarka).

La partie négative est définie par un groupe d'espèces liées aux milieux humides, comme *Cynodon dactylon*, *Nasturtium officinale*, *Agrostis semiverticillata*. L'axe 3 sépare l'ensemble des groupements liés aux milieux rocailloux de celui des groupements des milieux humides. Il exprime un gradient d'humidité corrélé avec l'altitude. Donc, la répartition des espèces est différente d'un biotope à l'autre, ce qui confirme l'effet de pluie et le relief sur la distribution des espèces. Cela se manifeste sur les plans factoriels par le changement des groupes floristiques. La présence des plantes vivaces est favorisée par l'apport des cours d'eau temporaires en provenance des montagnes où la moyenne des précipitations annuelles se situe entre 100 et 250 mm/an et cela en se dirigeant du Sud au Nord (de Béchar vers El Bayadh).

La répartition du groupement à *Pistacia atlantica* peut être expliquée par le facteur altitudinal d'une part, et par le facteur latitudinal d'autre part. En effet, l'ensemble des relevés qui le composent ont été effectués dans la partie montagneuse de l'atlas saharien à des altitudes oscillant entre 900 à 1400 m. En effet, les différentes situations topographiques ou géomorphologiques (berges, lits d'oueds principaux, terrasses alluviales, dayas) sont retenues comme principal facteur responsable des variations floristiques. A ce facteur s'ajoute des variations lithologiques à grande échelle. De plus, la localisation spatiale des relevés (altitude et latitude) apparaît comme étant un facteur secondaire le long de cet axe.

Enfin, il existe également un gradient, très importance mais qui mérite d'être signalé : Il s'agit de l'hygrométrie exceptionnelle des années pluvieuses 2008 et 2013 (plus 200 mm/an) ; le sol et la pression humaine. Le second axe est clairement représenté par un gradient lithologique.

Conclusion

Les groupements à *P. atlantica* dans le sud-oranais présentent une importante diversité floristique sur le plan biologique, systématique et biogéographique. Les types biologiques et phytogéographiques permettent d'apprécier les différentes stratégies d'adaptation de vie et une large répartition géographique.

Le cortège floristique au sein des groupements à *P. atlantica* cache une grande phytodiversité hétérogène sur plan quantitatif et qualitatif; celle-ci est liée à la position géographique, à la structure édaphique, à l'histoire géologique, à l'altitude, aux types de végétation méditerranéens steppiques ou sahariennes, à l'orographie, à la diversité des climats, à la topographie, à la nature et à la profondeur des sols, et aux divers degrés de la pression anthropozoïque.

L'inventaire floristique réalisé sur l'aire de répartition des groupements à *Pistacia atlantica*, permet de recenser 270 taxons, répartis en 50 familles et 185 genres, ce qui représente 38% des familles de la flore d'Algérie cité par **Quézel et Santa (1962)**.

Sur le plan systématique, les espèces représentées sont variables, la répartition des familles est hétérogène. Les Asteraceae et les Poaceae Fabaceae et Brassicaceae sont les mieux représentées dans le cortège floristique avec un taux de 48% de la richesse floristique.

L'analyse biologique établie selon la liste floristique globale, montre l'importance et la prédominance des thérophytes sur les autres formes avec 131 espèces soit 48,51%, cette prédominance est caractéristique de la végétation des régions arides qui s'adaptent au milieu saharien et steppique.

De l'analyse biogéographique, il ressort la prédominance de l'élément méditerranéen (23,7%), élément endémique (20,74%) et Saharo-sindiens avec (16,3%), ces 3 éléments comptent un taux élevé de 61 % soit 164 espèces. Cette distribution biogéographique des espèces met en évidence les divers éléments phytochoriques, cette repartition est constituée par un ensemble hétérogène et confirme l'affinité méditerranéenne de la flore de la région qui s'agence entre 3 ensembles les hautes plaines steppique, l'atlas saharien et la bordure saharienne au Sud.

Les explications sont étayées par une analyse statistique (A.F.C) afin de mieux cerner les facteurs écologiques prépondérants. Cette analyse statistique fine porté sur 377 relevés et 270 espèces, nous a permis de connaitre les divers facteurs qui interviennent dans la distribution et la répartition des groupements à *Pistacia atlantica* dans le Sud-oranais.

A travers cette analyse ; en utilisant divers gradients (gradient anthropique, gradient bioclimatique, gradient altitudinal, dynamique de végétation, dégradation, surpâturage, humidité, aridité...) nous avons pu expliquer la signification écologique des différents axes factoriels. Cette technique a mis en évidence 03 groupements végétaux qui s'organisent sur le plan 2/1 et 3/1 selon un schéma correspondant aux stratégies adaptatives (**Mac-Arthur, 1957 ; Babali, 2014**).

De ce fait trois groupements bien distincts ont été dégagés :

- **Groupe 1:** *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus*, ces 2 espèces se rapportant à Association Pistacio-zizyphytum
- **Groupe 2 :** Groupement de *Hammada scoparia* avec la dominance des espèces suivantes : *Moricandia foleyi*, *Asphodelus tenuifolius*, *Matricaria pubescens*, *Launaea arborescens*, *Ifloga spicata* et *Matricaria pubescens*. Ce groupement est bien répartie dans l'aire de répartition des groupements à *Pistacia atlantica* et assure la transition entre la végétation typique des steppes d'une part et la végétation de l'atlas saharien d'autre part.
- **Groupe 3 :** est constitué par l'ensemble des espèces restantes du cortège floristique ; ces espèces sont mieux représentées par les annuelles ; les vivaces et les pérennes. On trouve les espèces suivantes : *Zilla macroptera*, *Echinops spinosus*, *Avena sterelis*, *Plantago ciliata*, *Morettia canescens*, *Eruca vesicaria*, *Moricandia suffruticosa*, *Catanche arenaria*, *Zilla spinosa*, *Cynodon dactylon*, *Atractylis babelii*, *Erodium garamantum*, *Olea europaea*, *Juniperus phoenicea*, *Limonium lobatum*, *Retama sphaerocarpa*, *Bassia muricata*, *Eryngium ilicifolium*, *Pergularia tomentosa* etc.

Nous savons très bien que *Pistacia atlantica* est une espèce d'avenir pour l'Algérie occidentale, son adaptation au stress écologique lui permet une dynamique et une remontée biologique certaine.

Plusieurs auteurs confirment l'originalité floristique de point de vue biologique et biogéographique. L'interaction de la flore méditerranéenne et saharienne inclut une diversité très élevée et mérite à ce titre une conservation particulière. Cette étude révèle peu de changements sur le plan physiologique mais d'importants changements sur le plan floristique et de l'état de la surface du sol, une augmentation quantitative et qualitative de la richesse floristique.

Les groupements à *Pistacia atlantica* observés dans le Sud-oranais ; caractérisés par leur situation, leur diversité floristique et leurs capacités d'adaptation dans des milieux très difficiles, subissant une agressivité anthropique et climatique ; constituent une base importante et indispensable pour la conservation de ces écosystèmes menacés de disparition. La résistance de ces groupements aux divers facteurs de perturbation est liée à la bonne plasticité écologique de l'espèce en question.

Chapitre IV:

*Étude phyto-dynamique des
groupements à *Pistacia atlantica**

Chapitre IV :**Phyto-dynamique des groupements à *Pistacia atlantica* dans le Sud-oranais****Introduction**

L'espace steppique et saharien dans le Sud-oranais est constitué d'importantes unités géomorphologiques à l'instar des plaines steppiques, chotts, dayas, erg (grand erg occidental), des hamadas et des monts. Cet espace se singularise par des conditions climatiques extrêmes (étage bioclimatique saharien sensu Emberger) qui sont caractérisées par des températures élevées et des déficiences pluviométriques.

Les groupements à *P. atlantica* est caractérisée par la présence des formations naturelles sous forme de strates et des arbres dispersés de *P. atlantica*. Cette structuration de la végétation a évolué au fil des années en une transformation régressive. L'augmentation de la population et conséquemment, le besoin pressant de terres de cultures, est à la base de cette évolution.

1. Prolématique des groupements à *Pistacia atlantica* dans le Sud-oranais

Le *P. atlantica* est un arbre autochtone, il couvre de vastes étendus dans les chaînes montagneuses de l'Atlas saharien et plaines steppiques oranaises d'Algérie. Il montre une parfaite adaptation à ces conditions écologiquement stressant.

Dans cette région le pistachier de l'Atlas se trouve dans une situation critique à cause :

- i- de la sécheresse accentuée d'une année à l'autre,
- ii- de son exploitation anarchique comme bois de chauffage et fourrage par la population,
- iii- et également à cause de son surpâturage, empêchant sa régénération naturelle.

Durant les années 2009 à 2014, nous avons pu dégager la dynamique de la végétation. Cette dynamique est due aux conditions que connaissent actuellement les zones steppiques (sécheresse, pression anthropique etc.). Cette dynamique est étroitement liée aux surpâturages résultant essentiellement de la sédentarisation de la population qui s'est traduite par une augmentation de la pression sur les parcours et sur les espèces très appréciées.

L'espace saharien et steppique connaît une dégradation de plus en plus accrue et témoigne d'un processus accéléré du phénomène de désertisation affectant les peuplements restants et l'état de survie.

Dans cette vaste étendu de milliers d'hectares de groupement sont en dégradation et continue de l'être sous les pressions multiples à savoir: les effets anthropiques et climatiques entraînant l'aggravation du processus de dégradation qui se conjuguent et accentuent le processus de désertification. Le phénomène d'ensablement et de l'érosion, la réduction du couvert végétal et le changement de la composition floristique sont les éléments qui caractérisent l'évolution régressive des couvertures végétales qui structurent cette partie de l'Algérie.

Cet arbre, qui a défié le temps et le climat, reste toutefois extrêmement vulnérable pour plusieurs raisons. La croissance démographique, l'arrachage et le pâturage excessif sont les principales causes exercées sur cette ressource phytogénétique.

A titre d'exemple on peut citer quelques impacts néfastes sur cet arbre mythique:

- Le manque de conservation conduit à l'érosion phytogénétique de ce taxon et entraîne une menace sérieuse.
- Déracinement des arbres causé par les crues de l'oued, phénomènes très fréquents (**Fig.53**);
- Les phénomènes de crues et d'inondations qui se manifestent de façon catastrophique;
- Mauvais état sanitaire des arbres dus à la prédation et attaques des insectes (cas des pucerons; provoquant des cloques ou des galles au niveau des feuilles (**Fig.54**);
- Pression pastorale sur des groupements à *P. atlantica* car consommées de plus en plus par les ovins en tant que complément d'une ration associé à aliment concentré ;
- Les défrichements par l'expansion de l'agriculture, la céréaliculture et de l'arboriculture (**Fig.55**),
- Les contraintes climatiques: sécheresses, l'ensablement (**Fig.56**) et la désertification.
- Le surpâturage anarchique empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses (**Fig.57**);
- Fragmentation de l'aire naturelle de répartition de *P. atlantica* due aux infrastructures de transport : routes et chemins de fer qui traverse leur aire (**Fig.58**);
- L'arrachage, l'abattage illicite et l'exploitation anarchique et excessive de son bois par la population locale (**Fig.59**),



Figure 53. Déracinement des arbres par les innodation.



Figure 54. Mauvais état sanitaire des arbres de *P. atlantica*.



Figure 55. Défrichage et mise en culture dans les days à *P. atlantica* dans la région de Béchar.



Figure 56. Ensablement des aires de répartition de *P. atlantica*

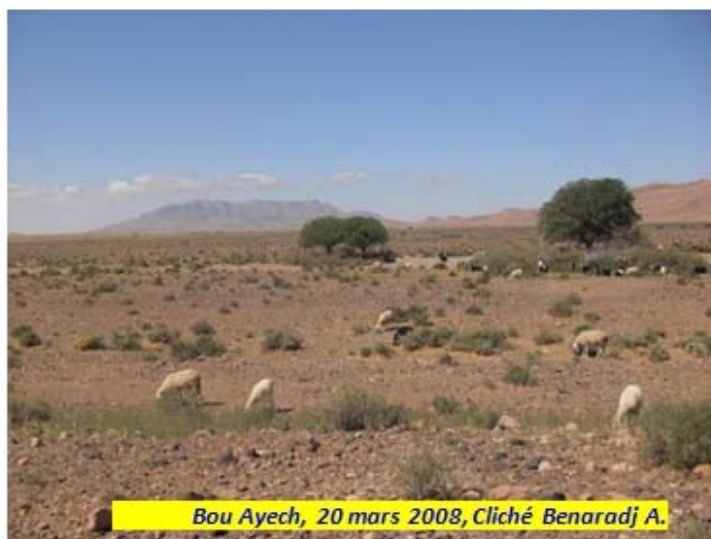


Figure 57. Surpâturage dans les aires de répartition de *P. atlantica*.



Figure 58. Fragmentation des habitats naturels par les voies férées



Figure 59. Exploitation le bois de *P. atlantica* par la population locale.

Il semble que toute action de réhabilitation de pistachier de l'Atlas, si elle veut connaître quelque chance de succès, doit obligatoirement s'attacher à rationaliser voire à éradiquer par endroits, l'intervention de l'homme, et doit par ailleurs, s'articuler nécessairement autour des objectifs prioritaires suivants :

- Mise en place d'un cadre réglementaire de protection rigoureuse de pistachier de l'atlas dans la totalité de son aire de répartition,
- Conservation et la protection des peuplements existants à *P. atlantica*,
- Nécessité de prendre des mesures délimitant les lieux de pâturage afin de préserver la régénération naturelle de l'espèce,
- Information et sensibilisation de la population locale et des nomades, sur les spécificités, l'importance et l'intérêt de la conservation de cet arbre et de son écosystème en Algérie,
- Plantation, replantation, réhabilitation et développement des aires à *P. atlantica*,
- Création d'une aire protégée, englobant toute l'aire de répartition naturelle du *P. atlantica*,

- Interdiction et limitation de toute forme d'exploitation anthropique; coupe du bois et la pression du cheptel, afin de laisser cette formation se développer naturellement.
- Envisager d'élever cette région en aire protégée (Parc national), compte tenu de la valeur patrimoniale de *P. atlantica* et du contexte de la région dans sa globalité.

2. Les aires de répartition du *Pistacia atlantica* dans le Sud-oranais

On avait déjà signalé (Monjauze, 1968 et Benaradj, 2010) que la régénération du *P. atlantica* ne se manifeste le plus souvent que sous abri. Cet abri peut être offert par n'importe quelle végétation broussailleuse dense, comme les touffes de *Ziziphus lotus* si elles ne sont pas recépées.

2.1- Répartition de *Pistacia atlantica* dans les plaines steppiques

Dans les dayas de Gaaloul localisées au Nord de Aïn Ben Khellil (Wilaya Naâma) ; les sujets de *P. atlantica* sont bien venants et sont alignés selon l'axe des reliefs orientés Sud-Ouest/Nord-Est. Ces reliefs ont un rôle d'approvisionnement de ces dayas en eau et en éléments fins. Elles sont constituées par plusieurs petites cuvettes denses, fermées, de tailles (1 à 3 Ha) sur 900 -950 m d'altitude, colmatées par des formations alluviales déposées par les eaux de ruissellement et pourvues d'une végétation dense.



Figure 60. Plusieurs micro-dayas dans la région de Gâaloul (Naama).

Nous avons pu observer aussi le développement d'un groupement steppique des glacis encroûtés du Quaternaire ancien et moyen à *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba* et *Salsola vermiculata*. Ainsi, la dominance des espèces de faciès *Lygeum spartum*, *Noaea mucronata* et *Atractylis serratuloides* s'installent les espèces chasmophiles, comme *Launaea acanthoclada*, et psammophiles (*Aristida pungens*, *Thymelea microphylla* et *Malcommia aegyptiaca*). Ceci est dû principalement au surpâturage que connaissent les espaces steppiques. En effet, les touffes de *Z. lotus* sont, le plus souvent, les seules espèces ligneuses présentes et on peut observer fréquemment des semis de *P. atlantica* au sein de ces touffes.

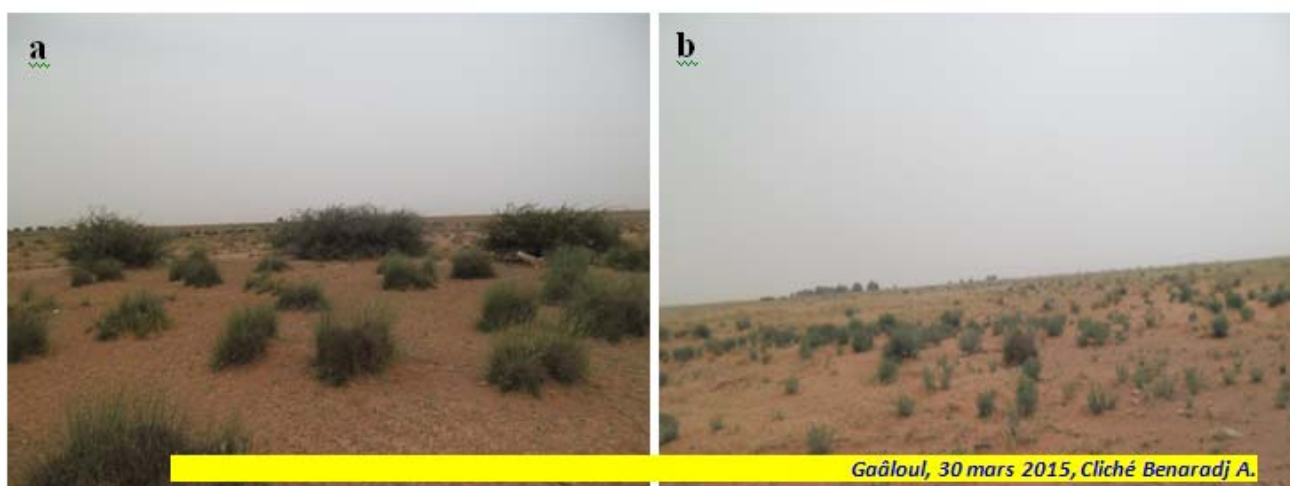


Figure 61. Formation steppique à l'extérieur de la daya,
a) *Lygeum spartum* b) *Atractylis serratuloides*

2.2. Répartition de *P. atlantica* dans l'Atlas saharien

2.2.1. Les dayas

Au Sud-oranais, une partie est occupée par plusieurs dayas dans l'Atlas saharien. Ici, les dayas de grandes dimensions constituent un habitat remarquable occupé par une formation pré-steppique (*Hammada scoparia*) et dominé par *P. atlantica*.

Les dayas d'Oum Chegag, Messied, Guetta et Hanntouzah constituent de véritables bosquets peuplés essentiellement de *P. atlantica* et qui sont morphologiquement bien portants.

Ces dayas constituent de véritables enclaves au sein des vastes étendues monotones sahariennes des regs et des hamadas. Elles sont représentées par les espèces psammophiles (*Thymelaea microphylla*, *Retama retam*, *Neuroda procumbens*) et les espèces halophiles (*Plantago albicans*, *Schimus barbatus*).

La taille d'une daya varie et la disposition de la végétation est généralement en anneaux (zones concentriques) dans lesquels on distingue une très forte dominance du *Hammada scoparia* à l'extérieur, puis une ceinture de touffes de (*Ziziphus lotus*) et de grands *P. atlantica* et enfin au centre, une zone basse dans laquelle stagne l'eau.

Elles sont occupées par *P. atlantica* et *Z. lotus*, d'autres que par le *Z. lotus* seul; cette variabilité est liée essentiellement au stade évolutif des dayas de petites tailles (3 à 6 ha) en la majorité.



Figure 62. Répartition des dayas dans la région d'El Bayadh.

Ces dayas abritent une végétation arborescente dominée par de nombreux *Pistacia atlantica* régulièrement répartis en petits groupes ; en strate arbustive on retrouve *Ziziphus lotus* et en strate suffrutescente, nous rencontrons les taxons habituels (*Plantago albicans*, *Hordeum murimum*). Elles demeurent le témoin d'une végétation pseudo-forestière dans une ambiance bioclimatique saharienne. La strate arbustive est représentée par *Ziziphus lotus* qui forment souvent des fourrés impénétrables (Agabi, 1995).

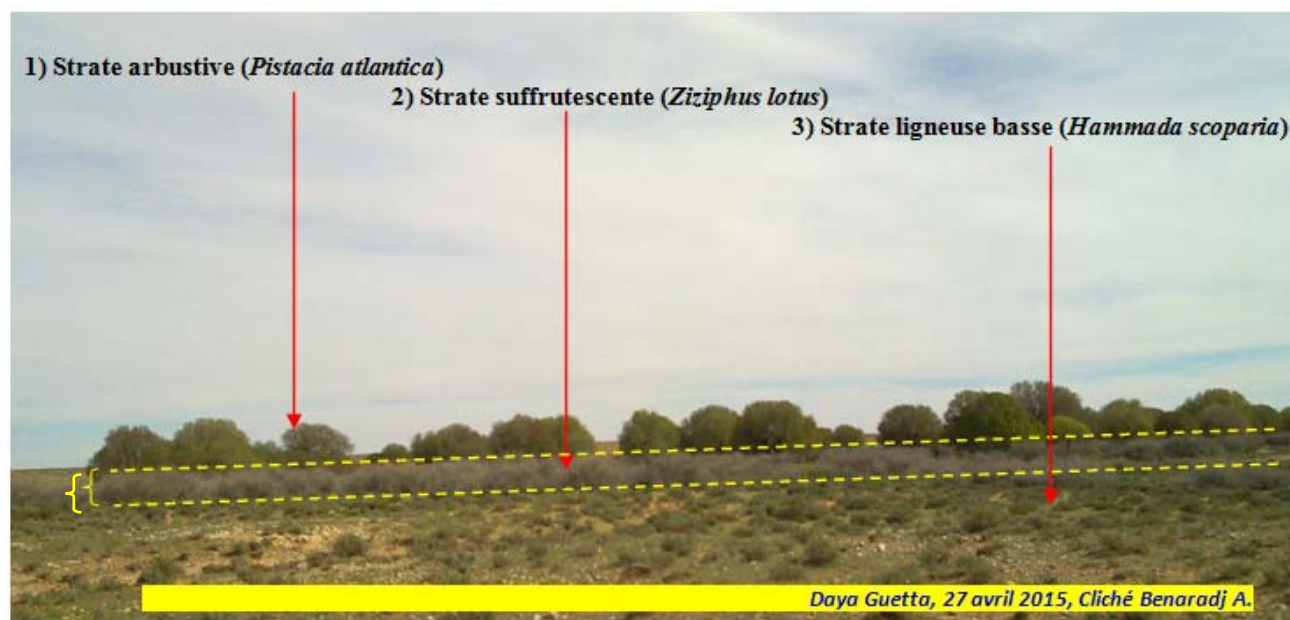


Figure 63. Les strates au niveau du daya à *P. atlantica* dans la région d'El Bayadh.

Les massifs montagneux ou Djebels de l'Atlas saharien se réduisent parfois à un pic isolé mais couvrent aussi des régions entières.

Dans la région du piémont sud-atlasique, caractérisée par des glacis encroûtés du Quaternaire ancien de texture limono-sableuse et parfois sablo-limoneuse de l'horizon de surface (Pouget, 1977), ces groupements sont aussi situés dans la région des dayas en zone pré-saharienne.

Dans le cas de la daya d'Oum Chegag (Béchar), on observe que *P. atlantica* se trouve aussi sous l'abri de *Retama retam* (Fig.64) ; il peut être aussi protégé par des chaméphytes des cuvettes (Benaradj, 2010). Le cortège floristique comprend les espèces suivantes : *Pistacia atlantica*, *Ziziphus lotus*, *Retama retam*, *Echinops spinosus*, *Launaea arborescens*, *Artemisia herba-alba*, *Ephedra alata*, *Thymelaea microphylla*, *Helianthemum lipii*, *Echium trygorrhizum*, *Astragalus Gombo*, *Launaea glomerata* et *Eryngium ilicifolium*.



Figure 64. Régénération du *P. atlantica* sous l'abri de *Retama retam*.

Dans ces dayas, on signale que *Pistacia atlantica* constitue actuellement des formations résiduelles au niveau de dépressions alluviales à sol lourd, inondées en hiver (dayas). En effet, le cortège floristique des pérennes est assez pauvre (moins de 20 espèces), mais *Ziziphus lotus* est toutefois souvent bien développé en sous- strate, avec parfois *Artemisia herba-alba* ; par contre, un riche cortège d'annuelles en général méso-hygrophiles se développe en période humide.

2.2.2. Stations de Bou Yala, Bou Ayech, Hajaj, Ouarka et Bousseghoun

Nous avons observé, dans ces stations localisées dans le piémont sud de l'Atlas saharien, la présence de steppes dominées par des chamaephytes dont la taille ne dépasse guère 50 cm ; on peut citer : *Hammada scoparia*, *Hammada schmittiana*, *Anabasis aretioïdes*, *Helianthemum lippii*, *Artemisia.herba-alba*, *Salsola vermiculata*, *Thymelaea microphylla*, *Gymnocarpos decander*. Ces espèces jouent un rôle physionomique très important et constitue un groupement à affinité steppique et saharienne.

Les pseudo-steppes à nanophanérophytes sont dominées par les espèces *Genista saharae*, *Hammada schmittiana*, *Helianthemum confertum*, *Limoniastrum guyonianum*, *Retama retam*, *Retama sphaerocarpa*, *Rhus tripartita*, *Ziziphus lotus*.

Lors de nos sorties sur le terrain nous avons mentionné la présence de *Pistacia atlantica* sur les piémonts de l'Atlas saharien ; en association avec *Ziziphus lotus* accompagnés des Asteraceae où les genres *Launaea*, *Anvillea*, *Bubonium* sont les mieux représentés.

Elles sont caractérisées par le groupement à *Hammada scoparia* dans lequel nous avons recensé les espèces suivantes : *Anabasis articulata*, *Anabasis aretioides*, *Ephedra alata*, *Anvillea radiata*, *Bassia muricata*, *Bubonium graveolens*, *Fagonia glutinosa*, *Globularia alypum*, *Gymoncarpos decander* et *Launaea arborescens*. Ce groupement occupe les piémonts Sud de l'Atlas saharien, les glacis et les hamadas de la partie septentrionale du Sahara où il semble trouver un optimum de développement (Achour *et al.*, 1983). Ainsi, il engage la transition entre l'étage aride et l'étage saharien (Djebaili, 1978). Ce groupement a été décrit par plusieurs auteurs dont Bouzenoune (1984) dans le Sud-oranais et Pouget (1977) dans le Sud-algérois.

Sur le plan physiognomique et floristique, Djebaili (1978) définit la variation de la composition floristique de ce groupement en fonction de la nature du substrat lithologique. Lorsqu'il se développe sur glacis d'érosion fortement ensablé, ce groupement forme des faciès avec des espèces psamophytes telles : *Retama retam* et *Thymelaea microphylla*, tandis que sur glacis dénudé à sol pauvre il forme un faciès avec *Anabasis aretioides* etc.

Les principales espèces rencontrées et identifiées et qui constituent ce groupement purement désertique sont : *Pistacia atlantica*, *Hammada scoparia*, *Rhus tripartita*, *Ziziphus lotus*, *Ephedra alata*, *Anabasis articulata*, *Anabasis aretioides*, *Ephedra alata*, *Anvillea radiata*, *Asphodelus tenuifolius*, *Bassia muricata*, *Bubonium graveolens*, *Cotula cinerea*, *Daucus biseriantus*, *Echium pycnanthum*, *Euphorbia retusa*, *Fagonia glutinosa*, *Globularia alypum*, *Gymoncarpos decander*, *Launaea arborescens*, *Launaea nudicaulis*, *Limoniastrum feei*, *Moricandia suffruticosa*, *Neuroda procumbens*, *Plantago ciliata*, *Teucrium polium*, *Zilla macroptera* et *Zilla spinosa*.

Nous avons pu remarquer aussi que *P. atlantica* est présent à côté d'*Olea europaea* et *Rhus tripartita*. Ces espèces appartiennent au type thermo-méditerranéen dans les Djebels et les versants. *Anabasis aretioides* est un indicateur du paysage saharien.



Figure 65. Régénération du *P. atlantic* à l'intérieur du *Rhus tripartita*.

Les steppes à *Hammada scoparia* forment des paysages buissonnants chaméphytiques avec un recouvrement moyen de 20%. Ce sont des espèces xérophiiles (20-200 mm/an), thermophiles, évoluant sur variante chaude à fraîche, sur des sols pauvres, bruns calcaires à dalles ou sierozems encroûtés (Bousmaha, 2012).

Cependant, dans le cas où un voile éolien s'installe, des psammophiles comme *Schismus barbatus*, *Cutandia dichotoma*, *Launaea resedifolia* et certaines Astragales s'y installent. En année pluvieuse et lorsque le sol (sableux ou limono-sableux) est suffisamment profond, *Stipa capensis* et *Scorzonera undulata* se développent en abondance ainsi que de nombreuses espèces thérophytiques (*Avena sterilis*, *Hordeum murinum*, *Cutandia dichotoma* et *Schimus barbatus*).

Dans la station montagneuse de Hajaj, nous avons constaté la présence du *Pistacia atlantica* en abondance et ce dernier entoure la végétation à base de *Hammada scoparia*. Nous avons noté aussi l'installation de *Rhus tripartita* aux alentours des oueds et les thalwegs. Le groupement à *Rhus tripartita* et *Stipa tenacissima* se développe en fonction du substrat principalement sur calcaire dur.

En effet, le groupement steppique à *Stipa tenacissima*, *Launaea acanthoclada* et *Gymnocarpos decander* dans les djebels à dominance de calcaires durs constitue la formation majeure de la chaîne Sud-atlasique. Les strates marneuses (plus ou moins salées et gypseuses) sont soulignées par la présence de *Salsola vermiculata* (Pouget, 1977). En plus les steppes à psammophytes sont dominées par *Genista saharae*, *Ziziphus lotus* et *Thymelaea microphylla* et les oueds ensablés sont occupés par *Retama retam*. Les thalwegs sont colonisés par *Gymnocarpos decander* et quelques pieds d'*Anabasis aretioides*.

Par contre, les berges des grands oueds sont occupées par une végétation gypso-halophile où s'installe une strate arborescente à *Nerium oleander*, *Tamarix gallica* et *Retama sphaerocarpa*.

Dans la station d'Ouarka, nous avons constaté la présence d'un groupement à *Hammada scoparia*, et un autre groupement psammophyte à *Hammada schmittiana*, *Thymelea microphylla*. Dans ce cas *Helianthemum lippii* s'associe avec *Farsetia aegyptiaca*, parfois à *Rhantherium suaveolens*. Par ailleurs de nombreuses autres espèces de cette formation abritent des thérophytes comme *Eruca vesicaria*, *Glaucium corniculatum*, *Scabiosa stellata*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Ifloga spicata*, *Ononis natrix*, *Reseda arabica*, *Calendula aegyptiaca* et *Catananche arenaria*.

Nous avons pu constater l'existence du groupement à *Retama sphaerocarpa* ; ce dernier colonise les accumulations de sable, dunes, cordons dunaires, nebkhas. Il est constitué par *Retama sphaerocarpa*, *Atractylis cancellata*, *Plantago albicans*, *Artemisia herba-alba*, *Catananche caerulea*, *Malva aegyptiaca*, *Ferula communis*, *Salvia Aegyptica*, *Bromus rubens*, *Peganum harmala*, *Iris sisyrinchium*, *Scabiosa stellata*, *Papaver rhoeas*, *Rumex bucephalophorus*, *Eryngium ilicifolium*, *Eruca vesicaria* et *Herniaria fontanesii*.

Dans la station Haraza, nous avons constaté des sujets du *P. atlantica* bien dispersés dans le matorral arboré de dégradation forestière à *Juniperus phoenicea*. Ce dernier est un groupement plus xérique et plus résistant au froid et se localise en altitude entre 900 et 1400 m, notamment sur les sommets des monts à variante à hiver froid et frais ($- 2^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$). Dans ce groupement forestier nous avons recensé les espèces *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus officinalis*, *Stipa tenacissima*, *Helianthemum apenninum* et *Helianthemum virgatum*.

Le couvert végétal est très exploité par la population locale qui tire profit des espèces médicinales, du bois de chauffe d'une part et utilise ces écosystèmes comme parcours du cheptel. Cela s'explique par la disparition des quelques reliques forestières d'un côté et l'installation de *Stipa tenacissima* de l'autre côté.



Figure 66. Matorral arboré à *Juniperus phoenicea*.

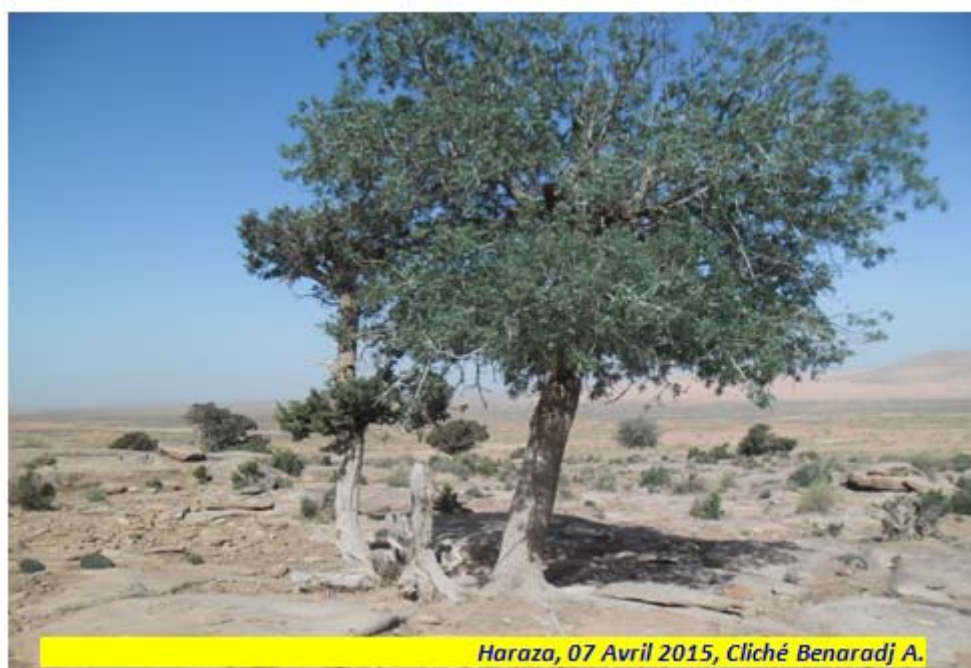


Figure 67. Régénération du *P. atlantica* entre deux pieds du *Juniperus phoenicea*.

La présence d'accumulation sableuse sous forme de voiles éoliens, se fait selon l'intensité de la dégradation et de la position géomorphologique. Sur ces accumulations se forment des steppes buissonneuses chaméphytiques. Les groupements psammophytes steppiques à *Artemisia campestris*, *Thymelea microphylla* et *Aristida pungens* se développent sur les glacis encroûtés du Quaternaire moyen. La présence en surface d'un voile sableux plus ou moins continu, ajouté à une texture relativement grossière de l'horizon au-dessus de la croûte calcaire entraîne un mélange de psammophiles avec des espèces comme *Artemisia campestris*.

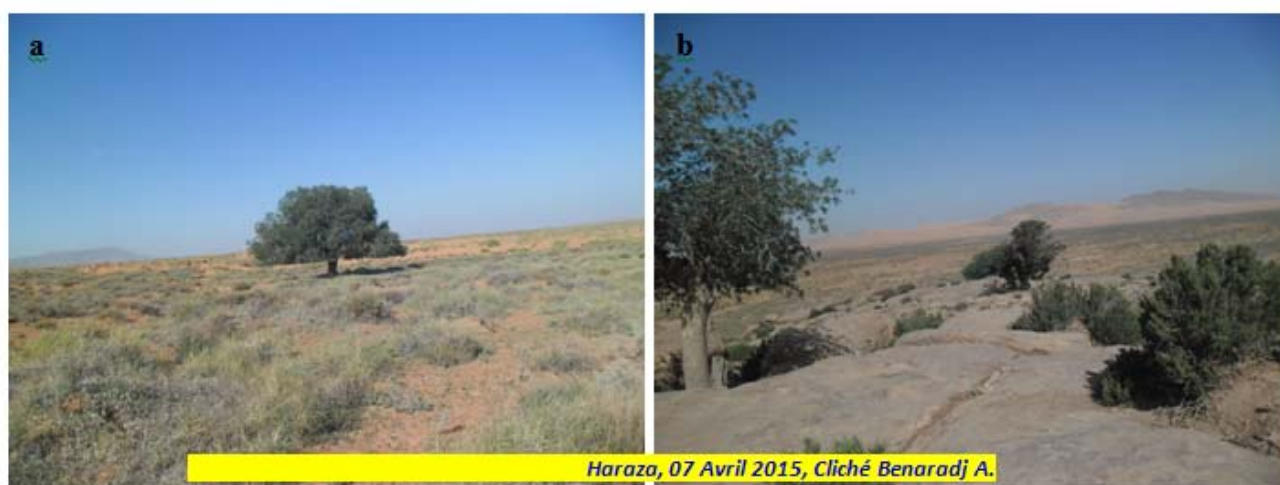


Figure 68. Répartition des sujets de *P. atlantica* dans différents biotopes
a) bas versant ensablé, b) en altitude sous substrat rocheux

La station de Djedida est caractérisée par son point le plus bas (la région la plus basse) de toute la zone d'étude et elle est entourée par Djebels Béchar et Djebel Moumen. Sur ces structures géomorphologiques se développent *Acacia raddiana* (Talh). Ce point de tangence de transition entre deux espèces *Pistacia atlantica* et *Acacia raddiana*, où se régénèrent là où les conditions écologiques sont favorables (altitude, humidité). Dans cette station, le *P. atlantica* se trouve le plus souvent en compagnie du *Ziziphus lotus*, dans les dépressions alluviales et le long du réseau hydrographique.

Les formations végétales de cette station se présentent sous forme de mosaïque dans lesquelles on distingue les espèces suivantes : *Pistacia atlantica*, *Rhus tripartita*, *Rhantherium suaveolens*, *Pergularia tomentosa*, *Hammada scoparia*, *Anvillea radiata*, *Launaea arborescens*, *Helianthemum lipii*, *Fagonia glutinosa*, *Malva aegyptiaca*, *Paronychia arabica*, *Carduncellus eriocephalus* et *Zilla macroptera*.

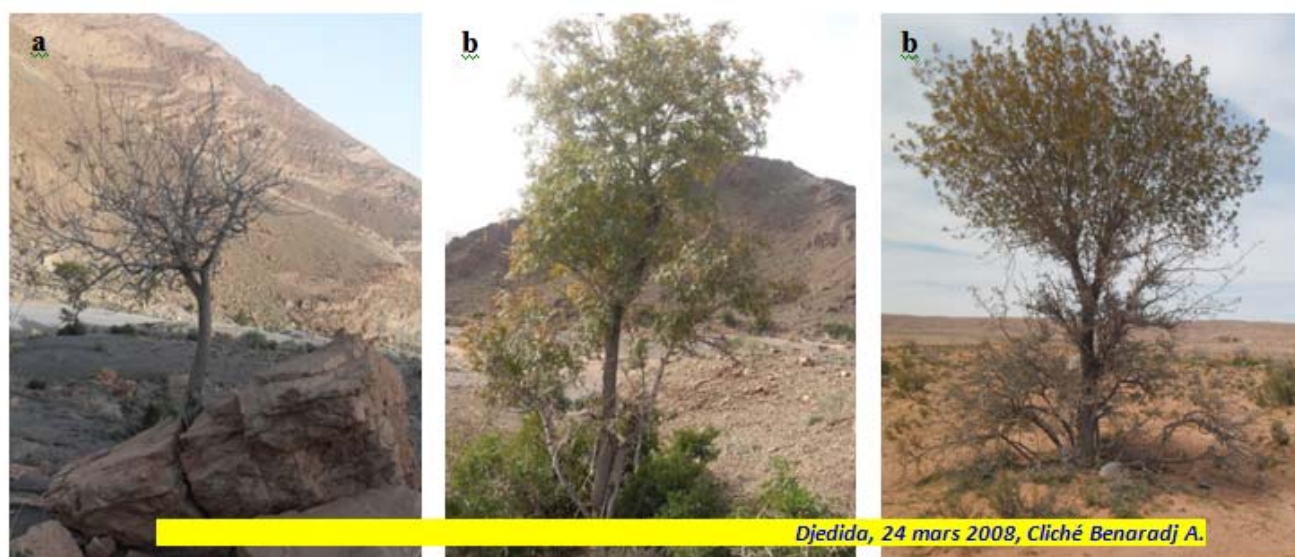


Figure 69. Développement du *P. atlantica* sous a) substrat rocheux b) *Ziziphus lotus*

3. Différentes formation végétale sous groupements à *Pistacia atlantica*

La région d'étude présente une assez grande diversité d'écosystèmes, due aux variations géographiques (hamadas, talwegs, oueds, dayas) auxquels est liée une végétation caractéristique.

Qu'il soit localisé au Nord ou au Sud, le cortège floristique du *Pistacia atlantica* n'est pas le même ; car là où la pluviométrie est relativement abondante, la diversité floristique est plus riche.

Les peuplements de *P. atlantica* se répartissent à l'état isolé ou épars le plus souvent selon un mode contracté en bordure des lits d'oueds, des ravins et des zones d'épandage ou dans des dépressions épisodiquement mises en eau lors de la saison froide et où s'accumulent d'importantes couches d'alluvions fins (Benaradj, 2010).

Pour le cas des dayas, le *P. atlantica* en strate arborée se développe dans les buissons du *Ziziphus lotus*, avec une végétation herbacée hygrophile et le *Hammada scoparia* (Remth) est rejetée à l'extrême périphérie de cette daya.

Dans certaines stations, *P. atlantica* peut être associé à *Olea europea* (Olivier) et à *Ceratonia siliqua* (caroubier) ; en particulier aux piémonts des Djebels de Grouz et de Boulefrad on retrouve de petits bosquets qui jouxtent les Hamadas.

Le suivi de la représentation des espèces d'un ou plusieurs groupes donnés permet d'avoir des indications sur la modification des conditions de milieu (ex : apparition des espèces psammophiles qui colonisent l'espace ensablé).

Les groupements thermo-méditerranéens à *P. atlantica* sont abondants entre les isohyètes 100 à 250 mm, résistant au froid et à la neige et sont bien réparties selon la diversité du biotope dans leurs aires. Ils présentent une forte amplitude écologique ; on les retrouve en effet dans les bioclimats sahariens à hiver frais et froid et dans l'étage aride supérieur à hiver froid.

Au niveau de chaque groupement végétal, nous citerons les plantes jouant le plus grand rôle dans l'organisation des structures végétales, soit par leur phytomasse, soit par le nombre de leurs individus présents. Ce sont des catégories de groupements végétaux ayant des caractères floristiques et sociologiques communs en fonction des affinités en rapport avec les conditions de milieu.

Toutefois, la nomination des groupements que nous avons adoptée est basée sur l'importance abondance dominance. Parmi ces sous groupements, on peut citer:

- **Sous Groupement à *Ziziphus lotus*:** *Ziziphus lotus*, *Artemisia herba-alba*, *Convolvulus supinus*, *Farsetia aegyptiaca*, *Anvillea radiata*, *Fagonia glutinosa*, *Launaea arborescens*, *Salvia aegyptiaca*, *Centaurea maroccana*, *Reseda luteola*, *Astragalus armatus*, *Ononis angustissima* ... Il se localise exclusivement dans les thalwegs et zones d'épandage.

- **Sous Groupement à *Juniperus phoenicea*** (1400 m environ), c'est un groupement de dégradation forestière à *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus tourneforti* et *Stipa tenacissima*.

- **Sous Groupement à *Retama retam*:** *Retama retam*, *Zilla macroptera*, *Salvia aegyptiaca*, *Lavandula mairei*, *Convolvulus trabutianus*, *Morretia canescens*, *Ononis angustissima*, *Antirrhinum ramosissimum*,...

- **Sous Groupement à *Rhus tripartita*:** *Ziziphus lotus*, *Rhus tripartita*, *Withania adpressa*, *Periploca angustifolia*, *Moricandia arvensis*, *Warionia saharae*,...

- **Sous groupement à *Hammada scoparia***, cet ensemble se trouve réparti sur les piémonts sud et les premiers glacis de l'Atlas saharien. Il se développe sur regs/hamadas, et il est composé de *Hammada scoparia*, *Atractylis serratuloïdes*, *Farsetia aegyptiaca*, *Limonium bonduelli*, *Anabasis aretioïdes*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Zilla macroptera*, *Launaea arborescens*, *Limoniastrum feei* et *Gymnocarpos decandrum*,
- **Sous groupement à *Stipa tenacissima*** : selon **Djebaili et al. (1989)**, en Afrique du Nord, les steppes à Alfa assurent la transition entre les groupements forestiers et les groupements steppiques à sparte et à armoise blanche. Cette steppe à *Stipa tenacissima* claire à peu dense, colonise l'ensemble du bas versant de l'Atlas saharien ainsi que quelques djebels ne dépassant pas les 1300 m d'altitude. Le cortège floristique est typiquement steppique comprend notamment *Stipa parviflora*, *Malva aegyptica*, *Koelpinia linearis*...
- **Sous groupement à *Aristida pungens*** : cette espèce est bien adaptée dans les sables. Ce groupement supporte l'ensablement et le déchaussement et est accompagné par *Aristida pungens*, *Artemisia campestris*, *Retama retam*, *Euphorbia guyoniana*, *Thymelaea microphylla*...
- **Sous groupement à *Hammada schmittiana*** : c'est une steppe à psammophyles dominée par *Hammada schmittiana* ; dans les oueds ensablés accompagnée par *Retama retam*, *Ziziphus lotus* et *Thymelaea microphylla*.

Conclusion

Dans le Sud-oranais, les groupements à *P. atlantica* sont bouleversés, aussi bien dans sa structure et son fonctionnement. Le *P. atlantica* est une espèce particulièrement bien adaptée à la sécheresse, réputée, aussi pour son efficacité dans la fixation du sol par son système racinaire.

Du point de vue végétation naturelle, la région est caractérisée par l'étage thermo-méditerranéen, par une diversité remarquable des essences (phanérophytes) pré-forestières adaptées au contexte écologique local. Il s'agit d'*Olea europea*, de *Rhus tripartita* très alticole de l'Atlas saharien, de l'*Acacia raddiana*, *Tamarix articulata* et *Nerium oleander*.

Les espèces typiquement sahariennes dominantes sont *Anabasis aretioïdes*, *Launaea arborescens*, *Gymnocarpos decander*, *Zilla macroptera*, *Hammada scoparia*, *Anvillea radiata* et *Ephedra alata*....

Cette variabilité très importante d'espèces végétales, qui résulte de la variabilité du sol, du climat et de la géomorphologie, nous a montré une diversité biologique, avec une réduction de la taille des plantes et même la taille et la forme des feuilles. Ce sont des formes d'adaptation de survie au climat.

La végétation est caractérisée par les strates suivantes :

- **Strate arborée** : La flore arborée des aires de pistachier de l'Atlas dominante est accompagnée de : *Juniperus phoenicea*, *Olea europea*, *Retama retam*, *Ziziphus lotus*, *Rhus tripartita*, *Vitex agnus-castus*, *Phoenix dactylifera*, *Acacia raddiana*, *Nerium oleander*, *Populus euphratica*, *Tamarix articulata* et *Ephedra altissima*.

- **Strate chaméphytique** : cette strate comprend : *Hammada scoparia*, *Ephedra alata*, *Anabasis articulata*, *Zilla macroptera*, *Launaea arborescens*, *Thymelaea microphylla*, *Echinops spinosus*, *Farsetia aegyptiaca*, *Gymnocarpos decander*, *Anabasis aretioides*, *Helianthemum lipii*, *Anvillea radiata*, *Artemisia herba-alba*, *Marrubium desertii*, *Lygeum spartum*, *Ononis angustissima*, *Teucrium polium*, etc.

- **Strate herbacée** : *Launaea nudicaulis*, *Medicago laciniata*, *Launaea glomerata*, *Erodium triangulare*, *Euphorbia calyptrate*, *Avena sterelis*, *Emex spinosa*, *Rumex vesicarius*, *Ifloga spicata*, *Matricaria pubescens*, *Salvia aegyptiaca*, *Schimus barbatus*, *Senecio flavus*, *Cistanche violacea*, *Centaurea maroccana*, etc.

Il est primordial de préserver et conserver le *P. atlantica*, considéré comme un patrimoine, pour les générations futures, par une exploitation rationnelle. Une meilleure connaissance de cette espèce et la maîtrise du phénomène de surpâturage (organisation de pâturage) et le seul moyen pour la préserver etc.

Chapitre V :

Étude morpho-dendrométrique

Chapitre VI**Etude Morphométrique et dendrométrique du *Pistacia atlantica*****Introduction**

Les recherches sur l'écologie des espèces ainsi que leurs dynamiques passent avant tout par une étude morphométrique, ce terme morphométrie, au lieu de biométrie, a été utilisé par **Bouazza (1990)** pour l'étude des groupements d'alfa (*Stipa tenacissima*).

Le terme biométrie, est tiré du grec (forme, mesure). Il est défini comme étant des mathématiques appliquées à la biologie, ou la science du dépouillement des données numériques fournies par l'observation ou l'expérience en biologie (**Lemoine, Sartolou, 1981 ; Debouzie et al., 1996 ; Jolicoeur, 1991**). La morphométrie, qui se consacre aux variations de taille et de forme entre êtres vivants ou disparus, utilise des mesures quantitatives (**Chessel et al., 2004**).

La morphométrie est l'étude et l'analyse de la géométrie d'objets ou d'organes. C'est la partie de la biométrie qui s'intéresse aux formes. Elle repose en particulier sur une approche statistique. La morphométrie géométrique est une discipline scientifique employée pour étudier et analyser la forme d'une structure, qu'elle soit d'origine biologique ou non. Les données ont également l'avantage de pouvoir faire l'objet de statistiques, par exemple pour comparer différentes formes entre elles de manière objective et chiffrée.

Beaucoup de travaux ont été entamés sur la morphométrie et la dendrométrie des espèces ligneuses notamment ceux de **Demelon (1968), Gounot (1969), Roy (1977), Monjauze (1980), Aidoud (1983), Frontier (1983), Kadik (1987), Bouazza (1995), Benabadji (1995), Meziane (1997), Hasnaoui (1998), Bestaoui (2001), Leutreuch-Belaroussi et al., (2006), ; Benhassaini et al. 2007, Belhadj et al., 2008, Royer et al.(2008), Yaaqobi et al.(2009), Benaradj (2010), Terras (2011), Boudouaya (2012), Benabdallah (2012), Aribi et Ayad (2014), Lahreche (2014), Mansour (2011), Chikhaoui et al. (2015)...**

L'application de la morphométrie géométrique permet-elle de mettre en relation la forme des objets avec des paramètres externes tels que des indicateurs environnementaux (température, pluviométrie, etc.) (**Dufraisse et al., 2012**).

Les pistachiers sont des espèces forestières peu étudiées en Algérie. Pour contribuer à combler cette lacune, une étude réalisée dans le Sud-oranais pour chercher la variabilité morphologique des populations de *P. atlantica*. Cette étude comprend une partie morphométrique complétée par une étude dendrométrique des sujets de *P. atlantica*. Cette dernière caractérise l'aspect structural des peuplements à *P. atlantica*, a pour objectif d'identifier des caractéristiques dendrométriques qui pourraient servir d'indicateurs du potentiel d'un processus d'aménagement forestier.

1. Matériel et méthodes

Deux types de matériels ont été utilisés : matériels biologiques et matériels techniques.

1.1) Choix des stations

Une prospection de terrain a pour objet de délimiter les zones potentiellement favorables au développement du *P. atlantica*. Elle a été effectuée afin de recenser et de découvrir la distribution générale des pieds de *P. atlantica* en fonction des critères retenus, sur 12 populations bien réparties de la région d'étude (**Tab.1**). Le *P. atlantica* est une espèce sclérophylle à feuilles caduques, caractéristique de la région méditerranéenne.

Tableau 34. Les stations d'étude.

Béchar		Naâma		El Bayadh	
Station 1	Bou Yala	Station 5	Hajaj	Station 9	Boussemgoun
Station 2	Bou Ayech	Station 6	Ouarka	Station 10	Hanntouzah
Station 3	Djedida	Station 7	Haraza	Station 11	Messied
Station 4	Oum Chegag	Station 8	Gâaloul	Station 12	Guetta

Le tableau ci-après donne les caractères climatiques des stations météorologiques les plus représentatives de l'aire du *P. atlantica*.

Tableau 35. Caractéristiques climatiques des stations d'étude.

	Station	Altitude	P (mm)	M°C	m°C	M - m
1	Béchar	807 m	112	40,7	3,15	37,55
2	Aïn Sefra	1058 m	200	38,34	0,57	37,77
3	Naâma	1166 m	219	36,8	0,32	36,48
4	Mécheria	1149 m	243	36,78	1,49	35,29
5	El- Bayadh	1341 m	284	34,88	-0,35	35,23
6	El Abiodh Sidi Cheikh	903 m	138	37,4	2,3	35,1

1.2) Matériels utilisés

- Matériel biologique

L'étude porte spécifiquement sur des groupements à *P. atlantica*, à l'état spontané dans le sud-oranais.

- Matériels techniques

Comme matériel nous avons utilisé :

- Le dendromètre Blume-Leiss pour la mesure des hauteurs des arbres,
- Le GPS pour positionner les arbres;
- La boussole pour orienter la direction des layons ;
- L'appareil photo pour prendre les images;
- Un ruban pour la mesure de la circonférence à 1,30m du sol,
- Un décimètre pour la mesure du houppier.
- Une règle graduée pour mesurer la longueur, largeur des folioles
- Papier millimétré pour mesurer les surfaces foliaires.

1.3. Méthodologie

Une des techniques de la morphométrie-géométrie a été appliquée à l'analyse de la morphologie des feuilles de pistachier de l'Atlas dans les stations d'étude. A cet effet, une dizaine d'arbres a été échantillonnée dans chaque station, et une dizaine de feuilles récoltées pour chaque arbre.

Nous avons essayé d'effectuer différentes mesures dendrométriques sur le terrain et de rechercher les relations qui existent entre ces mesures : diamètre d'arbre/hauteur, diamètre d'arbre/diamètre houppier et hauteur/diamètre houppier.

1.3.1. Morphologie des feuilles du *P. atlantica*

Pour chaque station étudiée, les feuilles ont été prélevées au hasard sur 10 arbres (mâles et femelles). Les feuilles ont été prélevées pendant les mois d'Avril (2009, 2014). Cette récolte est à raison d'une vingtaine de feuilles par arbre soit au total 2400 feuilles pour l'ensemble des stations.

Une caractérisation par des mesures biométriques de la longueur et de la largeur de la feuille entière a été réalisée à l'aide d'une règle graduée sur des lots de 200 feuilles pour chaque station. En revanche, l'étude de la surface foliaire (taille) des folioles a été effectuée à l'aide du papier millimétré.

1.3.2. Mesure des paramètres dendrométriques du tronc du *P. atlantica*

Dans le domaine de la sylviculture, si des critères qualitatifs sont très souvent utilisés pour décrire et comparer les peuplements, il est parfois nécessaire de faire appel à des données chiffrées pour affiner la description et mieux comprendre l'évolution d'une parcelle (Sylvain, 1996).

L'appréciation dendrométrique d'un peuplement forestier se fait à la base par l'étude de la hauteur, la surface terrière et la densité (Rondeux, 1993).

Les caractéristiques dendrométriques mesurées sont le diamètre à hauteur de poitrine (D.H.P), la hauteur totale, les dimensions de cime (longueur, diamètre moyen, densité des peuplements, surface projetée au sol et volume de houppier) du *P. atlantica*.

La grosseur d'un arbre est la caractéristique dendrométrique la plus couramment utilisée et mesurée. Elle peut être exprimée au moyen de trois grandeurs intimement liées qui sont le diamètre, la circonférence et la surface terrière.

L'analyse dendrométrique a porté sur 239 arbres-échantillons (individus) du *P. atlantica* pris au hasard dans la région étudiée. Elle repose sur la détermination des variables dendrométriques de peuplement : classes des diamètres et classes des hauteurs, surfaces terrières...

La comparaison des résultats obtenus à partir des données sur le terrain a été faite sur les paramètres dendrométriques suivants :

- Grosseur

D'après **Lombardini et al. (2006)**, les quatre grandes catégories de diamètre pour différencier les arbres sont définies comme indique le tableau ci-dessous :

Tableau 36. Les catégories de diamètre des arbres.

	Catégorie du bois	Diamètre Φ (cm)
1	Petits bois	7,5 - 22,5
2	Bois moyens	22,5 - 42,5
3	Gros bois	42,5 - 62,5
4	Très gros bois	> 62,5

- **Surface terrière (g)** : La surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale de cet arbre à hauteur d'homme (à 1,3 m) ; et surface terrière d'un peuplement la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui le composent (**Pardé, 1988**). En faisant l'hypothèse que la section de l'arbre à cette hauteur est circulaire (cas de *P. atlantica*) la détermination de la surface terrière se fait à partir du diamètre d : $g = (d^2/4)$ ou à partir de la circonférence c : $g = c^2/\pi$ (4).

- Mesure de la productivité du houppier

Le houppier c'est l'ensemble des branches et du feuillage d'un arbre (Durand, 1990). On parlera parfois aussi de couronne pour désigner le houppier sur photo aérienne (**Rondeux, 1993**).

- **Diamètre du houppier (dh₀)** : Le diamètre du houppier d'un arbre constitue aussi une caractéristique dendrométrique intéressante sa mesure donne des renseignements sur le degré de la compétition entre arbres.

La surface de la projection horizontale (Sp) résulte de la moyenne quadratique suivante : $S_p = \pi \sum r^2/n$, de laquelle le diamètre (moyen) du houppier, soit : $D_m = \sqrt{4/\pi S_p \sum r^2/n}$. Si le houppier de l'espèce qui est proche de la forme circulaire dans ce cas, nous a mené à mesurer uniquement deux diamètres perpendiculaires suivant la projection verticale du houppier. A partir de ces 2 diamètres, la moyenne était calculée suivant la formule :

$$Dh_0 = 2 \sqrt{Ri^2/\pi},$$

où : Dh₀: diamètre moyen du houppier, Ri: rayons, n : nombre des rayons mesurés.

- **Surface du houppier (Sh₀)** : Le calcul de la surface du houppier, de manière approximative, se diffères selon le type de l'arbre. En ce qui concerne les feuillus (le cas du pistachier de l'atlas). La mesure de la surface du houppier a été faite par la projection des extrémités du houppier sur le sol. Le calcul de la surface de la portion du houppier exposée au soleil (forme de demi-sphère, excepté de la surface de la base) peut se faire par la formule suivante :

$$Sh_0 = \pi dh_0^2/2.$$

- **Volume du houppier (V_{h0}):** Le volume du houppier est plutôt à mettre en relation avec le volume d'une demi-sphère ou d'une proportion déterminée de sphère. Il est calculé par la formule suivante : $V_{h0} = 1/6 \pi d_{h0}^2$.

- **Densité des arbres :** La densité correspond au nombre d'arbres sur une surface donnée (Sylvain, 1996). Elle a été estimée par le comptage du nombre de sujets du *P. atlantica* par hectare.

1.3.3. Traitement des données

Pour les paramètres étudiés morphométriques (longueur, largeur et surface foliaire des feuilles) et dendrométriques (diamètre, hauteur totale, densité de peuplement), les données récoltées ont été jumelées afin de calculer des moyennes des arbres de pistachier de l'Atlas pour chaque variable.

Afin de donner une signification à ces résultats à partir des données quantitatives obtenues, nous avons réalisé des analyses et tests statistiques, à l'aide du logiciel XLStat et Excel, pour le traitement et le calcul des coefficients de corrélation et l'ANOVA (pour le calcul des moyennes, variances, écart type). L'analyse de la variance (terme souvent abrégé par le terme anglais ANOVA : analysis of variance) est un test statistique permettant de vérifier que plusieurs échantillons sont issus d'une même population. Les données dendrométriques ont été traitées statistiquement, où nous avons réalisé une analyse de variance (ANOVA) et des corrélations entre les paramètres étudiés (hauteur, surface du houppier et densité).

Les coefficients de corrélation (r) entre les différents paramètres ont été calculés, à l'aide de l'analyse des corrélations. Le coefficient de détermination (R^2) a permis de quantifier la part de variance d'un paramètre en fonction de l'autre.

2. Résultats et interprétation

2.1. Etude morphologique des feuilles

L'étude morphométrique ou biométrique montre que les feuilles issues des 12 stations présentent une faible variation de leur taille. Elle a pour but d'évaluer l'impact des facteurs écologiques sur la croissance et le développement de l'espèce. Cette contribution à la morphométrie a permis d'avoir une approche plus précise de la morphologie des feuilles.

Les feuilles sont caduques et chutent en automne (**Fig.70**); elles ont une couleur vert pâle et sont imparipennées, glabres et sessiles.

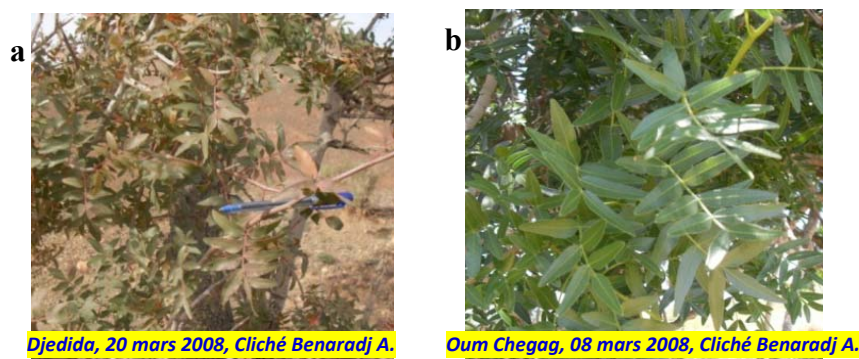


Figure 70. Feuilles du *Pistacia atlantica* dans différents biotopes a) Montagneux b) Daya

Les mesures des paramètres morphologiques de la taille des folioles et leur surface foliaire du Pistachier sont présentées dans le tableau 37.

Tableau 37. Variations de la taille des folioles et leur surface foliaire du *Pistacia atlantica*.

N°	Région	Station	Longueur des folioles (cm)	Largeur des folioles (cm)	Surface foliaire (mm ²)
1	Béchar	Bou Yala	4,28 ± 0,80	1,48 ± 0,31	403,53 ± 103,88
2		Bou Ayech	4,48 ± 0,71	1,50 ± 0,16	432,84 ± 191,93
3		Djedida	4,30 ± 0,40	1,49 ± 0,16	427,01 ± 092,01
4		Oum Chegag	4,81 ± 1,30	1,60 ± 0,65	524,51 ± 336,32
5	Naâma	Hajaj	3,50± 1,19	0,98± 0,32	296,92± 207,25
6		Ouarka	4,11 ± 0,98	1,50 ± 0,62	424,51 ± 129,02
7		Haraza	4,35 ± 0,62	1,52 ± 0,16	430,08 ± 082,01
8		Gâaloul	4,64± 1,51	1,14± 0,42	380,28± 151,29
9	El-Bayadh	Bousemghoun	4,44 ± 0,62	1,70 ± 0,22	429,08 ± 102,08
10		Hanntouzah	4,06± 1,33	1,38± 0,30	414,87± 162,05
11		Messied	4,56± 1,40	1,42± 0,44	414,87± 150,00
12		Guetta	4,70± 1,41	1,41± 0,42	409,87± 150,02

La présence des feuilles imparipennées et des folioles de formes différentes entre les stations est signalée. Une différence très hautement significative est observée pour tous les paramètres mesurés, excepté la longueur et la largeur de la foliole terminale.

L'étude morphométrique (**Tab.37**) montre que les feuilles issues des 12 stations présentent une faible variation de leur taille. Les mensurations effectuées révèlent qu'une foliole d'une feuille de pistachier mesure 4,25 mm de long, 1,40 mm de large et a une surface foliaire de 420 mm² en moyenne. Les feuilles produites par les arbres localisés dans les dayas sont plus larges que celles d'arbres de l'atlas saharien. Les arbres des dayas sont caractérisés par la longueur et la largeur des folioles des feuilles les plus élevées, avec 4,70- 4,81 mm de long, 1,41-1,60 mm de large et a une surface foliaire de 524-410 mm². En revanche dans les arbres qui sont développés dans autres stations hors dayas sont caractérisés par la longueur et la largeur des folioles des feuilles moyennement avec variation faibles au niveau de longueur, largeur et surface foliaire avec 3,50- 4,35 mm de long, 0,98- 1,52 mm de large et a une surface foliaire de 296-430 mm².

La variabilité morphologique de cette espèce en Sud-oranais peut être due aux conditions écologiques, microclimatiques et topographiques et les mécanismes physiologiques impliqués. Ce qui montre que le pistachier de l'Atlas a une diversité éco-typique significative liée à son biotope, aux conditions pédo-climatiques, facteurs génétiques, le climat, etc. Cette adaptation interprète sa très grande résistance aux changements globaux notamment climatiques. Par ailleurs, elle montre l'influence de la position géographique des arbres sur la morphologie des feuilles.

La surface foliaire sont hétérogène, les arbres se développent sur sols profonds qui dépasse 1m (cas des dayas), présentent des surface foliaire supérieurs à celles qui se développent sur des sols moins profonds. Dans ce cas la surface foliaire est un bon indicateur de la croissance des pistachiers.

L'équation de régression « $y=ax+b$ » a été utilisée pour représenter toutes les corrélations possibles. Le coefficient de corrélation indique dans quelle mesure la relation, si elle existe, peut être représentée par une droite (**Demelon, 1968**). La représentation graphique des résultats met en évidence le degré de liaison qui peut exister entre deux caractères afin de pouvoir analyser leur corrélation.

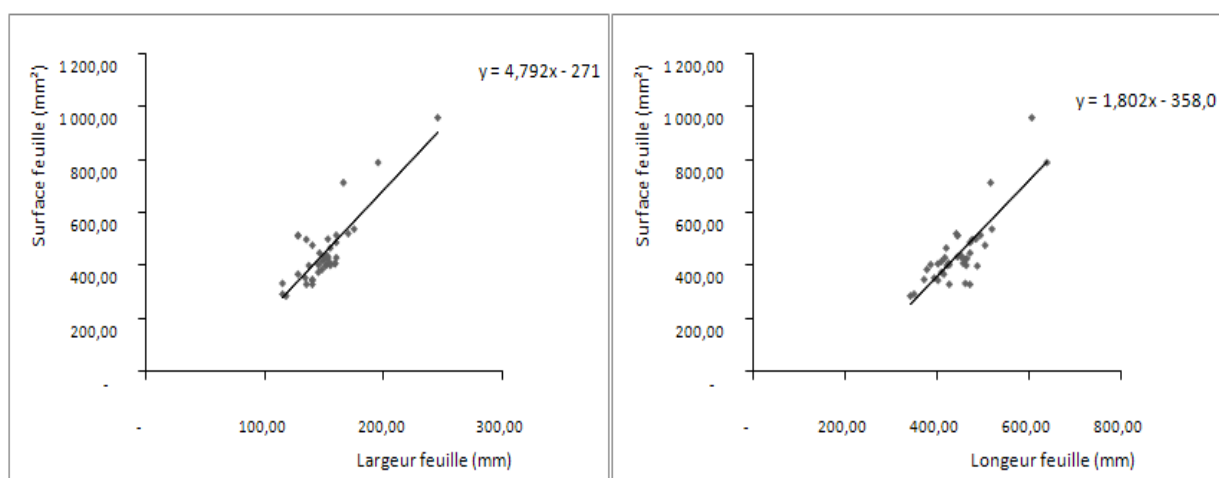


Figure 71. Corrélation de la longueur et de la largeur en fonction de la surface foliaire.

En effet, la relation qui existe entre les paramètres mesurés peut être expliquée par l'influence des facteurs stationnels microclimatiques, édaphiques ou environnementaux, sur la morphologie du *P. atlantica*.

Une étude de **Royer et al. (2008)** a montré que les dimensions et la morphologie des feuilles sont affectées par le climat qui entraîne des variations au sein d'une même espèce (polymorphisme foliaire).

Les relations que nous avons trouvées entre les paramètres mesurés peuvent être expliquées par l'influence des facteurs stationnels, microclimatique et édaphique sur la morphologie des espèces végétales.

2.2. Détermination des principaux paramètres dendrométriques

Cette étude a été réalisée dans le but d'identifier des caractéristiques dendrométriques de pistachier de l'Atlas qui pourraient être des indicateurs d'une bonne productivité.

Ainsi a pour but de rechercher l'influence des facteurs stationnels (pente, exposition, géologie) sur les caractéristiques dendrométriques du *P. atlantica*.

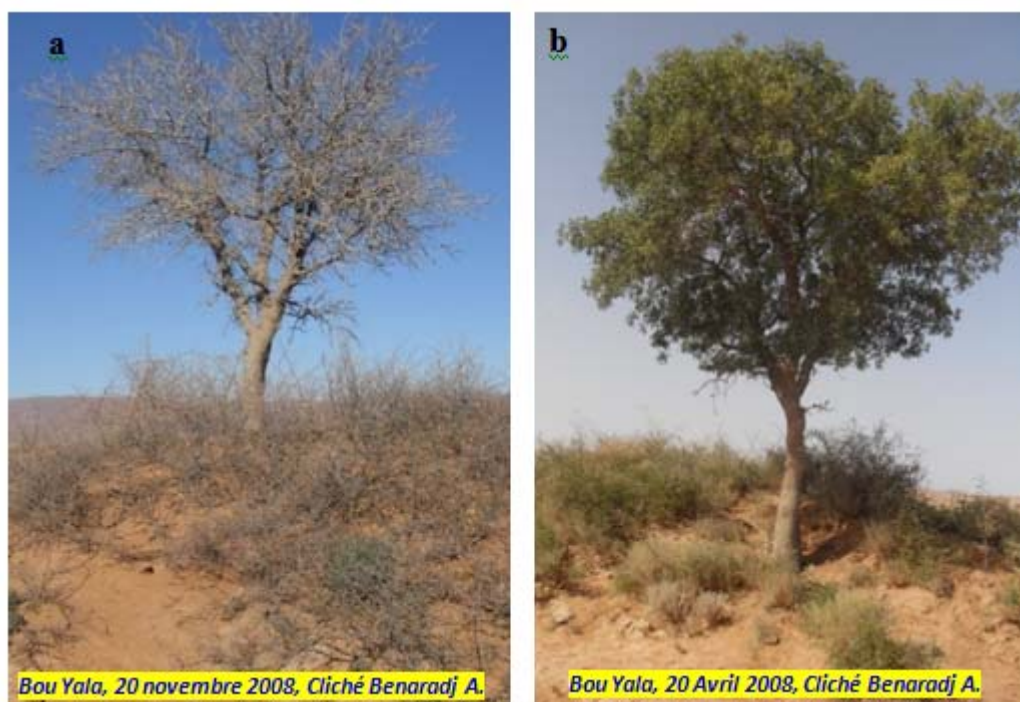


Figure 72. Port botanique du pistachier de l'Atlas, a) au printemps, b) en automne.

L'étude dendrométrique du *P. atlantica* menée à l'échelle du Sud-oranais. Les résultats obtenus sur paramètres dendrométriques de cette espèce sont très intéressants, elle fournit aux forestiers les éléments d'interprétation et de compréhension du milieu lui permettant de fixer des choix sylvicoles. Pour ce qui est de la structure du peuplement, on retient que la hauteur, le diamètre de la circonférence et le recouvrement sont plus significatifs.

2.2.1- Hauteur

La hauteur moyenne d'un peuplement peut constituer un critère d'appréciation très utile de la productivité forestière.

Tableau 38. Répartition des arbres par classes d'hauteur

Classes	Hauteur (m)	Nombre des arbres	Pourcentage (%)
Classe 1	>3m	8	3,35
Classe 2	3 – 6 m	40	16,74
Classe 3	6 – 9m	122	51,05
Classe 4	9 – 12m	54	22,59
Classe 5	12 – 15m	11	4,60
Classe 6	>15m	14	5,86
Total		239	100%

Les résultats obtenus de la distribution des arbres par classes d'hauteur sont donnés sous forme d'histogrammes (**Fig.73**). La figure montre la structure verticale du peuplement ligneux à *P. atlantica* dans la région d'étude.

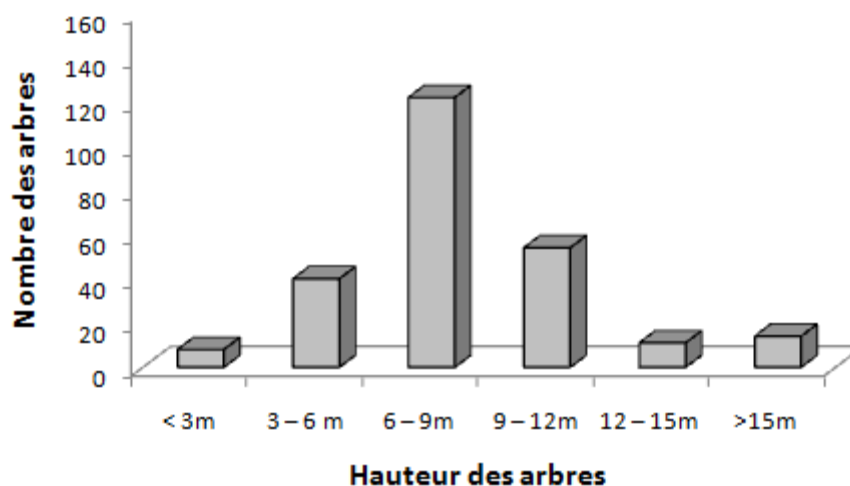


Figure 73. Répartition des arbres par classes d'hauteur (en m) des sujets de *P. atlantica*

Les résultats obtenus de la distribution des arbres par classes d'hauteur (**Tab.5**), nous montre que la structure est assez hétérogène, en raison de la grande variabilité des tiges (tronc).

L'interprétation de la figure **73** permet de confirmer :

- Dominance des hauteurs de 6 à 12m dans les placettes d'échantillonnage installées à Béchar ;
- La première, cinquième, sixième classes sont faiblement représentées dans ces mêmes placettes ;
- Au niveau du peuplement échantillonné à Naâma, on constate une dominance des hauteurs de 4 à 10m, et l'absence totale des arbres de 12 à 16 m ;
- Pour les placettes étudiées à la wilaya d'El Bayadh, on remarque que les hauteurs oscillent principalement entre 6 à 12m, avec l'absence total des sujets qui atteignent 14 à 16m.

La comparaison entre les résultats obtenus dans les différentes zones d'étude permet de mettre en évidence une divergence entre le peuplement étudié à Becher et celui de Naâma et El Bayadh. En effet la croissance en hauteur du *P. atlantica* à Béchar est plus importante que ceux de Naâma et Bayadh, cela peut être justifié le résultat du pâturage qui est très fréquent dans les zones d'El Bayadh et Naâma.

L'essentiel des ligneux est mieux représenté et groupé dans la classe 3 [6-9m], c'est la classe de la strate la plus dominante, elle représente 51% du total des individus d'arbre recensés dans la zone d'étude. Les individus des classes [9-12m] représentent 23% soit 54 sujets de *P. atlantica*. Les individus à hauteur supérieure à 12 m sont moins représentés (10%) respectivement pour les deux classes [12-15m] et [>15m] des pistachiers de l'Atlas.

Les individus de la classe 2 [3-6m] représentent la 3^{ème} place avec 17% du total des arbres mesurés. La classe à [<3m] ne représente qu'un faible pourcentage ne dépassant pas les 3,35 % des individus, ce indique l'importance des individus de hauteur inférieure à 3m témoigne aussi d'une régénération naturelle accrue.

L'ensemble de ces résultats et observations constatées nous permet de déduire que les pourcentages des classes d'hauteur diffèrent d'une station à une autre. Cela est dû essentiellement à plusieurs indicateurs liés à la diversité des unités géomorphologique, topographique, climatique et hydrologique, au biotope, aux caractéristiques pédo-climatiques, à l'anthropisation (coupe du bois, surpâturage), etc.

2.2.2- Diamètre (Φ)

Toutes les valeurs moyennes de la grosseur (circonférence ou diamètre) d'un peuplement sont calculées à partir de la distribution de fréquences des nombres de bois par catégorie de grosseur.

Tableau 39. Répartition des arbres par classes de diamètre.

Catégories du bois	Diamètre Φ (cm)	Nombre des arbres	Pourcentage (%)
Petits bois	7,5 – 22,5 cm	13	5,44
Bois moyens	22,5 – 42,5cm	35	14,64
Gros bois	42,5 – 62,5 cm	35	14,64
Très gros bois	> à 62,5 cm	156	65,27
Total		239	100%

La figure 74 ci-après représente la distribution des arbres du *P. atlantica* par classes de diamètre sont données sous forme d'histogramme.

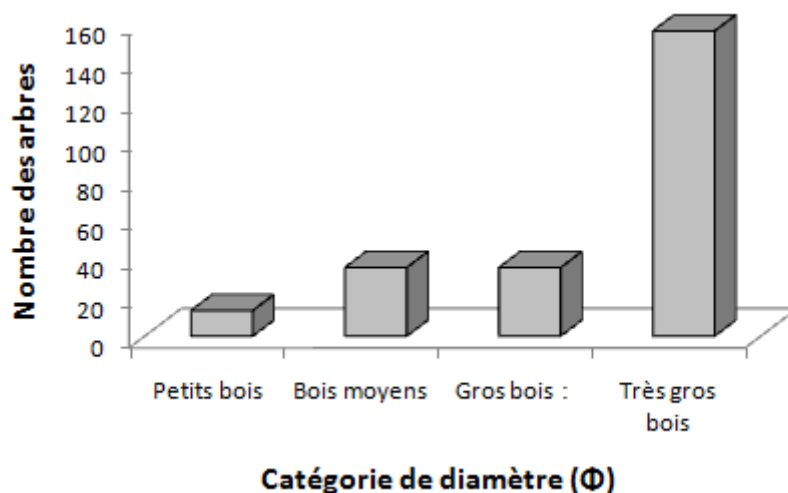


Figure 74. Répartition des arbres par classes de diamètre à 1,30 m des sujets de *P. atlantica*.

L'analyse du tableau 39 et la figure 74 montrent que la distribution des classes de diamètre est assez hétérogène dans la zone d'étude. En effet, la majorité des individus se retrouve dans la catégorie de très gros bois [$> 62,5$ cm]. Cette catégorie représente 65% des individus recensés dans la zone d'étude soit que le nombre d'arbres est de 156 arbres dont la présence des vieux sujets de Pistachier avec un diamètre supérieur à 1m. Elle caractérise généralement la mieux représentée dans le cas des stations des dayas de Gâaloul (**Fig.75b**), d'Oum Chegag (**Fig.75a**), de Hanntouzah et de Guetta, ceci est expliqué par l'humidité favorable et un sol profond.

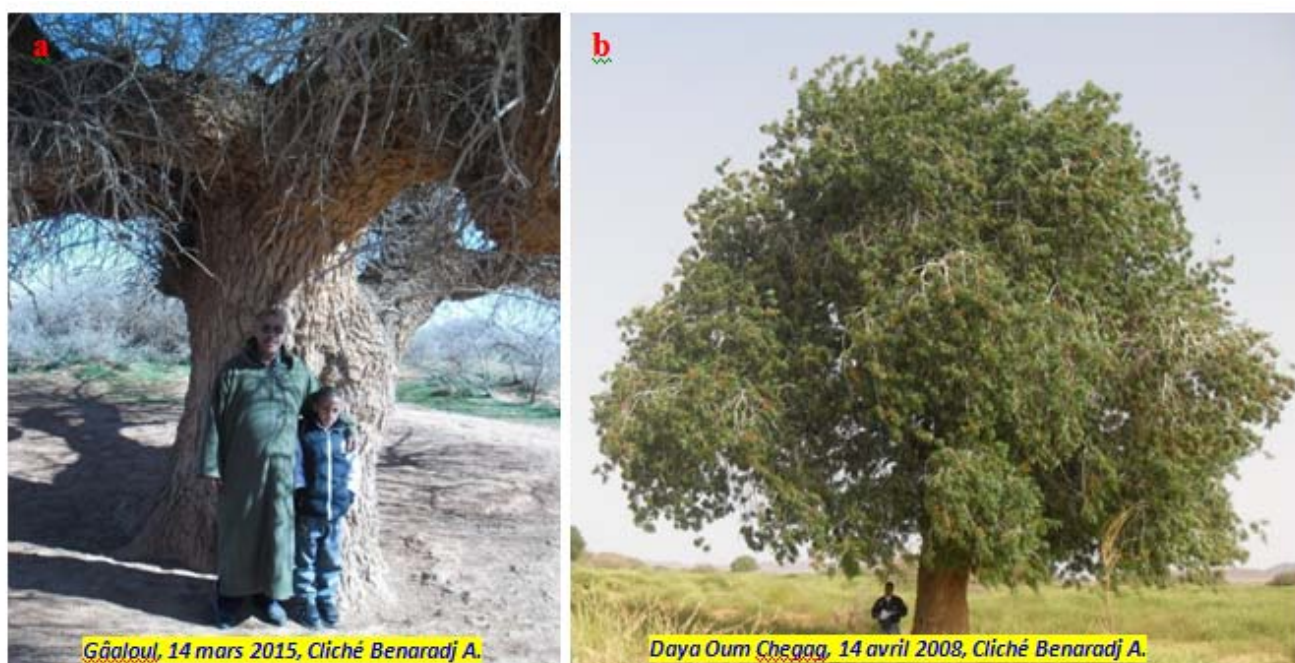


Figure 75. Arbres bienveillantes du *P. atlantica*, a) Daya de Gâaloul b) Daya d'Oum Chegag.

Pour les autres catégories, les individus de diamètres [22,5 – 42,5 cm] et [42,5 – 62,5 cm] représentent 14,6% chacun.

Les individus qui sont de la catégorie Petits bois [7,5 – 22,5 cm] ne représentent que 5,44% du total des arbres mesurés. Cette dernière catégorie de bois très jeune est relativement remarquable surtout sous l’abri des touffes de jujubier (*Ziziphus lotus*), ce qui montre les possibilités de régénération du pistachier dans la zone d’étude.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par **Terras (2011)**, **Benaissa (2013)** et **Mansour (2011)** ; et desquels nous avons noté la présence de régénération naturelle. Cette régénération se fait en général à l’intérieur de touffes de *Ziziphus lotus* (*Rhamnaceae*) qui protègent les jeunes pousses du pistachier de l’Atlas contre le pâturage, et favorisent la germination de ses graines et la croissance de ses jeunes pousses en enrichissant le sol par la matière organique (**Monjauze, 1968 ; Yaaqobi et al., 2009 ; Benaradj, 2010 et Amara, 2014**). Une régénération du pistachier de l’Atlas a aussi été observée à l’intérieur d’une touffe de *Retama retam* (**Benaradj, 2010**).

Lorsque le jeune pied régénéré atteint une certaine hauteur en s’adaptant au milieu, le jujubier se retrouve dans une strate inférieure et disparaît progressivement de son alentour immédiat. Dans nos stations, nous avons remarqué quelques cas de régénération du pistachier de l’Atlas au niveau des falaises de montagnes difficilement accessibles, jouant aussi le rôle d’un abri pour des animaux s’alimentant et retenant de l’eau des précipitations qui favoriserait la germination des graines (**Yaaqobi et al., 2009**).

2.2.3. Corrélations entre le diamètre et la hauteur des arbres

L’étude des corrélations entre le diamètre et la hauteur des arbres d’un peuplement permet de mettre en évidence des relations entre les caractéristiques dendrométrique des sujets étudiés. Elle permet aussi de connaître le comportement des arbres du *P. atlantica* envers les facteurs biotiques et abiotiques du milieu.

La courbe de tendance linéaire et les équations reliant le diamètre et la hauteur des différents sujets du *P. atlantica* étudiés sont représentées à la figure 76. Les droites de régressions linéaires obtenues ont permis de mettre en évidence certaines corrélations.

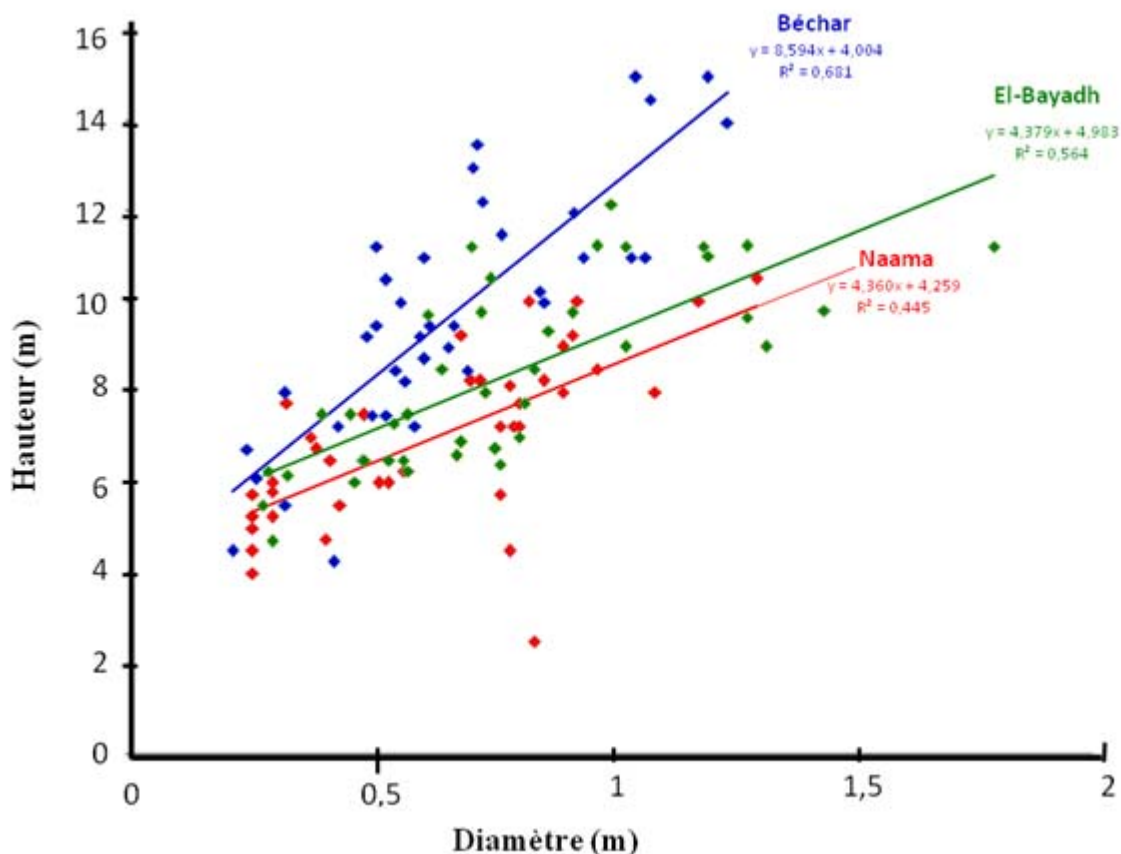


Figure 76. Corrélation entre la hauteur et le diamètre des arbres.

Les résultats permettent de constater que les coefficients de corrélations obtenus sont tous supérieurs à zéro ($r > 0,44$) dans l'ensemble des stations d'étude. Les corrélations établies sont presque toutes en relation étroite, ce qui traduit par la réponse du *P. atlantica* aux conditions édapho-climatique du milieu.

Le coefficient de corrélations caractérisant la relation entre la hauteur et le diamètre des arbres du Pistachier de l'Atlas est de 0,445 pour Naâma, de 0,564 pour El Bayadh et 0,681 pour Béchar.

Ce qui confirme que ces coefficients sont bien liés et corrélés.

D'après la valeur du coefficient de corrélation, la hauteur des arbres du *P. atlantica* est étroitement liée au diamètre. Néanmoins, les jeunes pousses de faible diamètre présentent une corrélation faible entre la hauteur et le diamètre des sujets du *P. atlantica*. Cela est dû probablement à l'âge juvénile du peuplement et le surpâturage.

Les relations que nous avons trouvées entre les paramètres mesurés peuvent être expliquées par l'influence des facteurs stationnels, microclimatique et édaphique sur la morphologie des arbres de *P. atlantica*.

La croissance en diamètre est généralement liée aux conditions édaphiques et climatiques et l'impact liée aux facteurs anthropiques. A titre d'exemple les stations hors dayas où le facteur densité est faible, la croissance de l'arbre est relativement bonne, ceci peut être due à la localisation des arbres dans des sites très favorables : présence de l'espèce à l'état isolé et sur des cours d'eau.

2.2.4. Âge estimatif des sujets du pistachier de l'Atlas

Selon **Monjauze (1968)**, l'estimation de l'âge de la croissance moyenne du *P. atlantica* est de l'ordre de 4mm au rayon par an.

C'est à partir de cet ordre de grandeur (4mm par an) que nous avons essayé d'estimer l'âge moyen des classes.

Tableau 40. Estimation de l'âge des arbres de pistachier de l'Atlas.

Catégories du bois	Nombre des arbres	Pourcentage (%)	Φ (cm)	Âge (ans)
Perchis	03	1,26	< 7,5	< 20
Petits bois	10	4,18	7,5 – 22,5 cm	20 - 56
Bois moyens	35	14,64	22,5 – 42,5cm	56 - 106
Gros bois	35	14,64	42,5 – 62,5 cm	106 - 156
Très gros bois	156	65,27	> à 62,5 cm	> 156
Total	239	100%		

Le tableau **40**, montre que l'âge approximatif de très petits bois (perchis) correspond à un âge de moins de 20 ans, l'âge moyen de la catégorie de Petits bois [7,5 – 22,5] cm est d'environ 28 ans. Cette présence est due à la régénération du *P. atlantica* dans la région d'étude. Pour les arbres de bois moyens ont représenté par 15% environ dont l'âge moyen approximatif est de l'ordre de 50 ans. La catégorie du Gros bois est aussi bien représenté (15%) avec un âge moyen d'un siècle.

Le nombre d'individus de cette classe est sensiblement faible par rapport à la dernière catégorie, ce qui la présence des arbres dans les biotopes hors dayas est influencé par les contraintes climatique (l'aridification, sécheresses répétitives) et anthropique (pâturage, anthropisation).

La dominance de la catégorie de Très gros bois qui correspond à un âge supérieur à 156 ans. Cette catégorie peut être expliquée par la grande longévité des arbres de pistachier dans leur aire de répartition. Ceci montre que la région d'étude par leur composante biogéographique (steppique et atlas saharien) peut constituer l'aire favorable de développement optimale du *P. atlantica*, mais il reste à contrôler l'effet du facteur anthropique. Le *P. atlantica* compte parmi les espèces arborées peuplant les contrées arides et semi-arides du Nord de l'Afrique (**Quézel et Santa, 1963**).

C'est un taxon pérenne, rustique et endémique qui peut vivre plusieurs siècles en s'adaptant parfaitement aux conditions édaphiques et climatiques contraignantes de son habitat (**Boudouaya et al., 2015**).

2.2.5. Sexe

Les résultats indiquent que sur plus de 239 sujets de pistachier observés, on a une prédominance des femelles sur les mâles, des dimensions plus élevées chez les mâles par rapport aux femelles, la présence d'une régénération (hauteurs inférieures à 150cm).

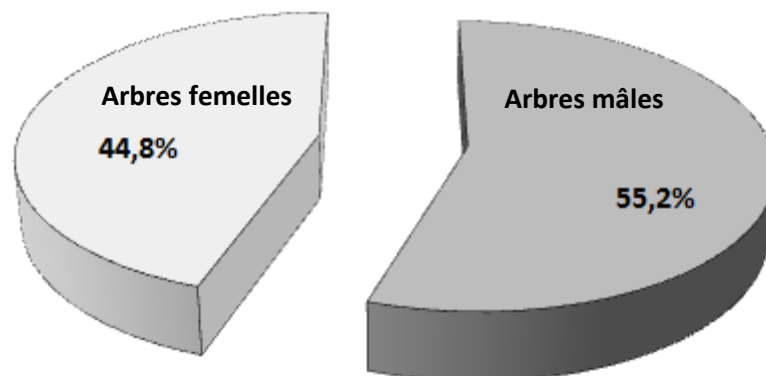


Figure 77. Structure générale du peuplement.

La structure générale du peuplement entre mâles et femelles (Fig.77) est équilibrée avec une dominance peu sensible des sujets males (55,2%) par rapport aux femelles (48,8%).

La présence des grands sujets femelles qui sont des réserves semencières, assure la production des graines (Mansour, 2011).

Dans les classes d'arbres âgés, on a remarqué que le nombre des sujets mâles est supérieur aux femelles. Cela peut être expliqué par la grande longévité des sujets mâles par rapport aux femelles (Mansour, 2011). Les arbres femelles sont les plus exploités pour la cueillette des fruits (*Goudhim*) du *P. atlantica* par la population à des fins pharmaceutiques et comme aliment de bétail pour leur cheptel.

2.2.6. Densité

L'étude dendrométrique permettra l'estimation de la densité et la détermination de la structure des arbres dans la zone d'étude.

La densité est définie comme le nombre total de tiges par unité de surface (Favrillon et al, 1998). La figure 78 donne les résultats de l'étude de la densité des arbres au sein de l'aire de répartition de pistachier dans le sud-oranais.

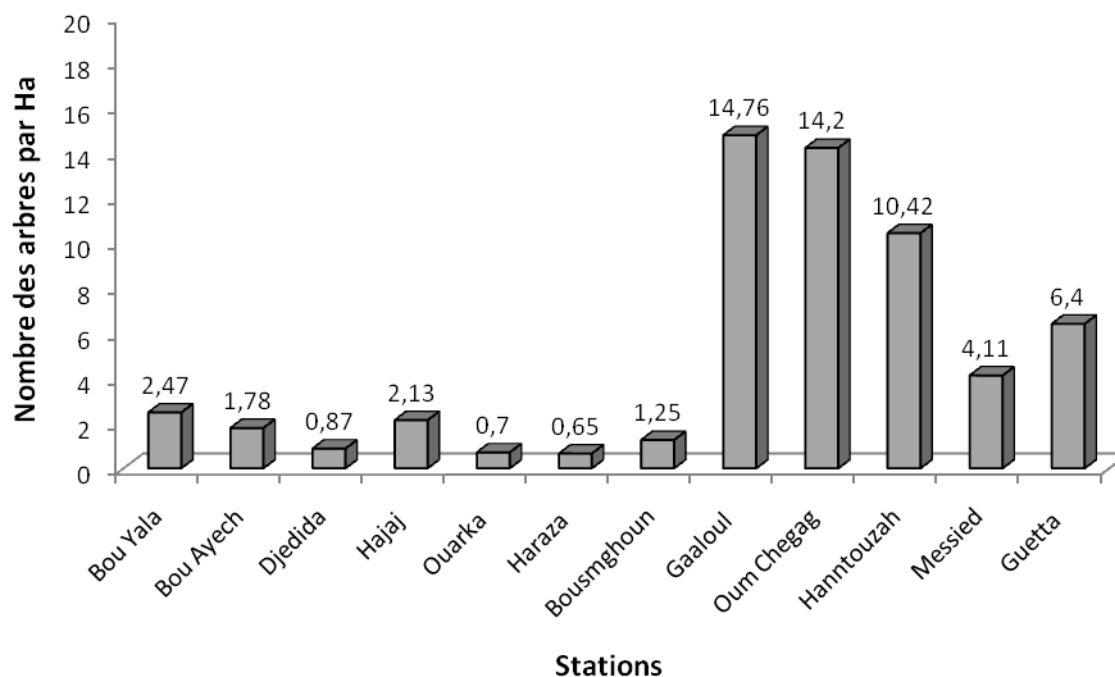


Figure 78. Densité des arbres de pistachier (nombre d'arbre par hectare).

L'analyse de la figure ci-dessus indique que la densité des arbres la plus importante se trouve dans les dayas d'Oum Chegag et Gâaloul avec 14 sujets alors que la plus faible est constatée à la station de Haraza avec uniquement 0,65 est bien dispersée. La densité pour les autres stations d'études de Hajaj, Boussemghoun et Ouarka renferment respectivement 2,13 ; 1,25 et 0,70. La densité moyenne par rapport à la surface totale est de 8 sujets/ha.

Les investigations sur le terrain ont montré une grande densité des arbres spécifiquement observés dans les stations de dayas (Oum Chegag, Gâaloul, Guetta et Hanntouzah). Dans ce cas le *P. atlantica* est un assez grand arbre, très massif et très spectaculaire.

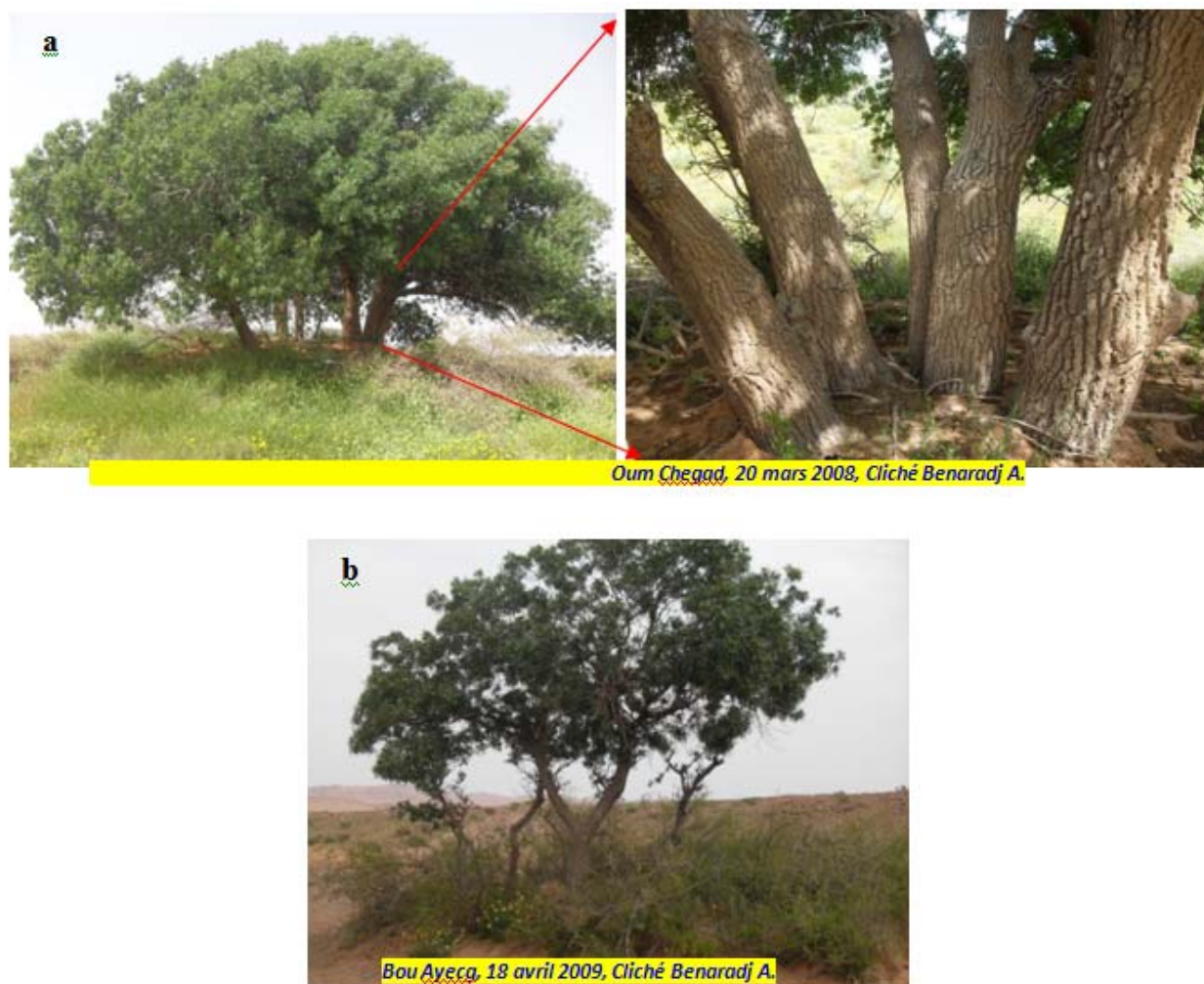


Figure 79. Plusieurs pieds d'arbres de *P. atlantica* dense dans la région de Béchar
a) station d'Oum Chegag, b) de Bou Ayech (Béchar)

Certaines dayas ne contiennent que quelques arbres à grande canopée alors d'autres dépassent les 5 arbres de *P. atlantica*, d'autres ne sont occupées que par de jeunes plants de pistachier montrant la possibilité de régénération.

Le *P. atlantica* se trouve sous forme de peuplements plus dense soit 10 pieds/Ha au niveau des dayas (**Fig.80**). La régénération de quelques jeunes plants a été constatée au niveau des zones plus ou moins protégées. En effet, cette régénération s'effectue toujours à l'intérieur des jujubiers (*Ziziphus lotus*) qui constituerait une bonne protection aux jeunes pousses contre les vents et le cheptel.

La densité des peuplements est très faible dans les stations hors dayas (Hajaj, Ouarka, Bou Ayech, Boussemgoun) où les arbres du *P. atlantica* et de *Ziziphus lotus* sont éparpillés dans l'espace à l'état isolé et éparse par individu, en raison des conditions de sécheresse qui caractérisent cette région saharienne. Selon **Boudy (1955)**, plus une région forestière est sèche (étage aride et semi aride), et plus la densité de ses peuplements adultes est réduite, en raison que les racines ont besoin d'un espace vital considérable pour puiser l'eau du sol.

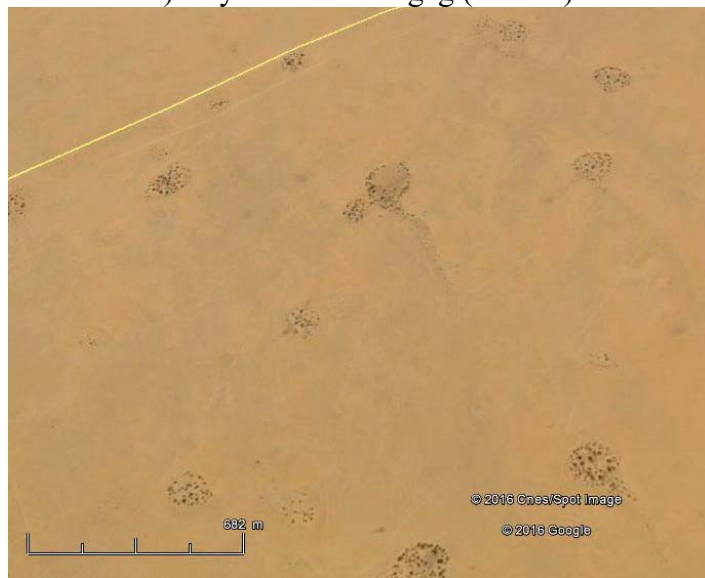
Malgré cette faible densité, la croissance de l'arbre est relativement bonne, ceci peut être dû à la localisation des arbres dans des sites peu favorables : présence de l'espèce à l'état isolé et sur des cours d'eau (dépression, lits d'oued).

La faible différence qui existe, qui reste non significative, est due particulièrement à l'influence de certains facteurs du milieu.

Les arbres de Pistachier se trouvent généralement en situation bien aérée et ensoleillée, exige un grand écartement entre les arbres pour éviter la concurrence. La distance à appliquer est plus de 20 m soit 10 à 20 pieds à l'hectare dans les dépressions. Souvent cependant cet écartement n'est pas suffisant et on doit lui donner plus de 100 m, soit 1 à 8 pieds à l'hectare.



1) Daya d'Oum Chegag (Béchar)



2) Daya Gâaloul (Naâma)



3) Daya de Hanntouzah (El Bayadh)

Figure 80. Densité des arbres des de différentes dayas (Google Earth).

2.3. Analyse statistique dendrométrique (ANOVA) relatifs à la répartition des arbres

2.3.1. Sexe :

1- Analyse de la variance (ANOVA)

L'analyse de la variance n'a pas montré de différences significatives en termes de circonférence ($p > 0.05$), diamètre ($p > 0.05$) ou de hauteur ($p > 0.05$) entre les sexes mâle et femelle, cependant on note une légère différence en moyenne en faveur du sexe femelle concernant la circonférence et le diamètre, alors qu'on hauteur c'est le sexe mâle qui l'emporte.

Tableau 41. Moyenne selon le sexe à intervalle de confiance 99%.

Sexe	Circonférence (m)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
Femelle	2.18±0.41	0.69±0.13	8.29±0.85
Mâle	2.14±0.37	0.68±0.12	8.4±1.26

2- Corrélation Hauteur-Circonférence

La meilleure corrélation Hauteur-Circonférence revient au sexe femelle avec un coefficient de corrélation (R) de 0.74 alors que cette corrélation est légèrement faible au niveau du sexe mâle de l'ordre de 0.61.

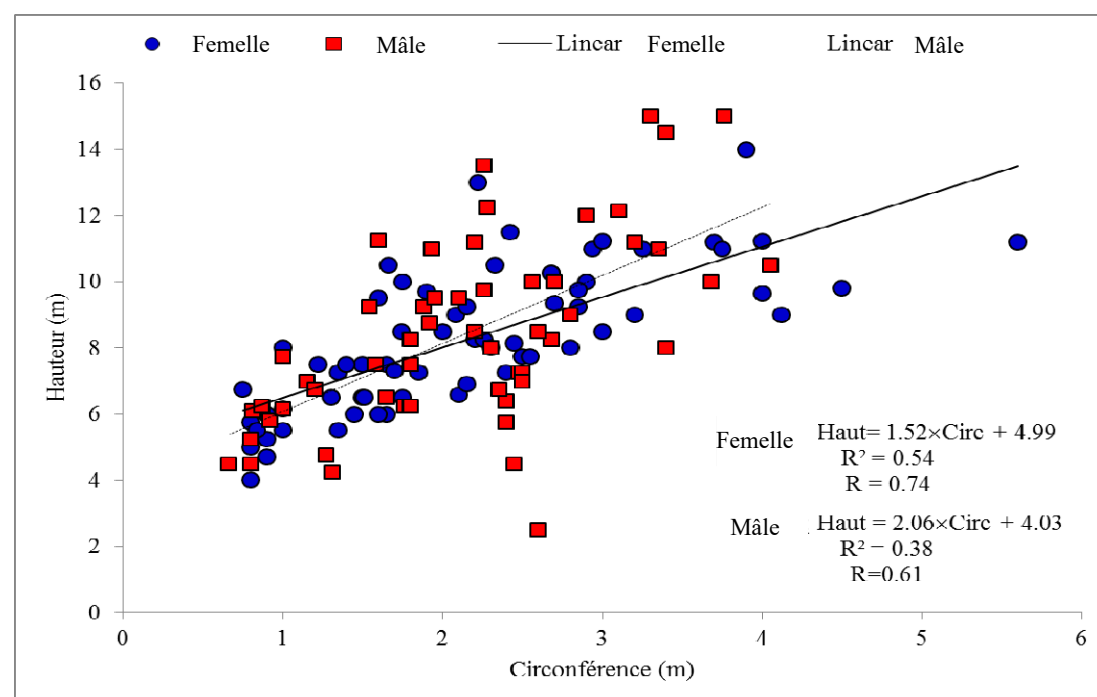


Figure 81. Corrélation Hauteur-Circonférence.

2.3.2. Régions

1- Analyse de la variance (ANOVA) Circonférence, Diamètre et Hauteur pour régions

Concernant la circonférence et le diamètre aucune différence significative ($p > 0.05$) n'a été enregistrée par contre une différence hautement significative ($p < 0.0001$) a été observée entre régions en terme de hauteur (Tab.42).

Tableau 42. Analyse de la variance (Variable Hauteur)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	142.8639	71.4319	14.4216	< 0.0001
Erreur	117	579.5158	4.9531		
Total corrigé	119	722.3797			

La comparaison des hauteurs des arbres en fonction des régions par le biais du test Newman-Keuls (intervalle de confiance à 95%) montre des différences entre toutes les régions Béchar, Naâma et El Bayadh (**Tab. 43**). Ce qui signifie que la hauteur des arbres varie en fonction de la région.

Tableau 43. Comparaison des hauteurs en fonction des régions par le test Newman-Keuls (I.C 95%)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
Béchar vs Naâma	2.6725	5.3702	2.3741	< 0.0001	Oui
Béchar vs El Bayadh	1.3628	2.7384	1.9804	0.0072	Oui
El Bayadh vs Naâma	1.3098	2.6319	1.9804	0.0096	Oui

En terme de moyenne on remarque (**Tab.44**) que les plus grandes hauteurs sont enregistrées au niveau de la région de Béchar alors que les plus faibles sont celles de Naâma.

Tableau 44. Moyenne selon la Région à intervalle de confiance 99%

Région	Circonférence (m)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
El Bayadh	2.41±0.45	0.77±0.14	8.34±0.82
Béchar	2.08±0.33	0.66±0.11	9.70±1.10
Naâma	2.00±0.36	0.64±0.12	7.03±0.75

La hauteur moyenne des sujets de pistachier ne dépasse pas les 10m, ce résultat est un atout pour ces groupements en raison que les arbres des régions arides sont exposés, durant une période importante de l'année, à des vents violents où une hauteur de l'arbre pourrait être un facteur aggravant pour causer des dégâts. Des études ont montré que pour une même essence, les dégâts sont moins élevés dans les peuplements dont la hauteur dominante est de 8 m. Au de-là, les peuplements sont plus sensibles (**Richeter, 1975 ; Touzet, 1983 ; Winterhoff et al., 1995**) annoncent une seule augmentation significative des dégâts de 10m pour les résineux et de 25m pour les feuillus.

Nos résultats corroborent ceux de **Terras (2011)** qui a signalé que le diamètre est d'autant plus élevé que 8m dans la région de Saïda. Selon (**Belhadj et al., 2008**), les différences obtenues sur l'aspect structural des pistachiers de l'Atlas, peuvent être dues à l'âge des individus ou aux facteurs écologiques. D'après **Pardé et al. (1987)**, la hauteur moyenne d'un peuplement dépend de trois facteurs essentiels : l'espèce, l'âge et la station.

L'analyse de la variance des résultats obtenus a montré que les facteurs stationnels pris isolément ou regroupés présentent certaines influences sur les paramètres dendrométriques en l'occurrence le gradient altitudinal, l'exposition, substrat géologique, froid, à la disponibilité de la nappe phréatique, développement racinaire pivotant très important chez l'espèce, la diversité des biotopes (dépressions, lits d'oueds, affleurements rocheux, dayas) lié à la complexité du relief, de la lithologie, de la structure géologique, des conditions pédologiques et l'influence du climat, etc.

En effet, les facteurs climatiques et plus particulièrement les températures et les précipitations ont constitué les données de base qui ont servi à la délimitation des zones à vocation pistachier. La différence entre les résultats s'expliquent par une bonne pluviométrie qui a eu une influence positive sur la croissance des arbres. L'altitude a également été retenue comme critère de séparation. Ainsi, l'influence de ces facteurs sur les paramètres dendrométriques dénote bien les exigences et l'écologie des pistachiers dans le milieu d'étude.

Les résultats d'accroissement tant en hauteur qu'en diamètre obtenues confirment la résistance de cette espèce aux altérations en général et les coupes du bois en particulier que subissent ces formations asylvatiques dans leur ensemble.

Les pistachiers sont nombreux et régulièrement répartis par petits groupes. Ils sont presque toujours associés à l'abri des buissons de jujubier (*Ziziphus lotus*) et aussi sous l'abri de R'tem (*Retama retam*) qui protègent et favorisent la germination de jeunes pousses du *P. atlantica* contre le pâturage. D'après **Monjauze (1980)**, son existence dans certains endroits, sous forme de reliques isolées ou groupées, reflète sa position d'arbre de climax naturel et non pas de para-climax mono-spécifique.

2.3.3. Stations

1- Analyse de la variance (ANOVA) Circonférence, Diamètre et Hauteur pour stations

Concernant les stations, on enregistre des différences hautement significatives ($p < 0.0001$) ont été observées en termes de circonférence (Tab.45) de diamètre (Tab.46) et de hauteur (Tab.47).

Tableau 45. Analyse de la variance (Variable Circonférence).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	11	38.1074	3.4643	5.4133	< 0.0001
Erreur	108	69.1161	0.6400		
Total corrigé	119	107.2235			

Les stations les plus différentes en termes de Circonférence sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 46. Comparaison des circonférences en fonction des stations par le test Newman-Keuls (I.C.95%)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif
Hanntouzah vs Ouarka	1.9420	5.4282	3.3410	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Boussemghoun	1.8380	5.1375	3.2889	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Bou Yala	1.7770	4.9670	3.2309	0.0001	Oui
Hanntouzah vs Bou Ayech	1.6930	4.7322	3.1657	0.0002	Oui
Hanntouzah vs Hajaj	1.6750	4.6819	3.0913	0.0002	Oui
Hanntouzah vs Messied	1.2600	3.5219	3.0047	0.0109	Oui
Hanntouzah vs Oum Chegag	1.0890	3.0439	2.9016	0.0339	Oui
Djedida vs Ouarka	1.3060	3.6505	3.2889	0.0169	Oui
Djedida vs Bousmghoun	1.2020	3.3598	3.2309	0.0346	Oui
Djedida vs Bou Yala	1.1410	3.1893	3.1657	0.0468	Oui

Du moment que le diamètre et la circonférence sont liés les même constatations de la circonférence sont valable pour le diamètre.

Tableau 47. Analyse de la variance (Variable Diamètre)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	11	3.8650	0.3514	5.4133	< 0.0001
Erreur	108	7.0100	0.0649		
Total corrigé	119	10.8750			

Tableau 48. Comparaison des diamètres en fonction des stations par le test Newman-Keuls (I. C. 95%)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif
Hanntouzah vs Ouarka	0.6185	5.4282	3.3410	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Boussemghoun	0.5854	5.1375	3.2889	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Bou Yala	0.5659	4.9670	3.2309	0.0001	Oui
Hanntouzah vs Bou Ayech	0.5392	4.7322	3.1657	0.0002	Oui
Hanntouzah vs Hajaj	0.5334	4.6819	3.0913	0.0002	Oui
Hanntouzah vs Messied	0.4013	3.5219	3.0047	0.0109	Oui
Hanntouzah vs Oum Chegag	0.3468	3.0439	2.9016	0.0339	Oui
Djedida vs Ouarka	0.4159	3.6505	3.2889	0.0169	Oui
Djedida vs Boussemghoun	0.3828	3.3598	3.2309	0.0346	Oui
Djedida vs Bou Yala	0.3634	3.1893	3.1657	0.0468	Oui

Concernant la hauteur les différences sont encore plus intenses entre stations.

Tableau 49. Analyse de la variance (Variable Hauteur) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	11	475.9573	43.2688	18.9635	< 0.0001
Erreur	108	246.4224	2.2817		
Total corrigé	119	722.3797			

Les stations les plus différentes en termes de hauteurs sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 50. Comparaison des hauteurs en fonction des stations par le test Newman-Keuls (I.C 95%).

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif
Djedida vs Ouarka	7.3000	10.8064	3.3410	< 0.0001	Oui
Djedida vs Boussemghoun	5.6300	8.3342	3.2889	< 0.0001	Oui
Djedida vs Hajaj	5.4450	8.0604	3.2309	< 0.0001	Oui
Djedida vs Messied	5.0350	7.4534	3.1657	< 0.0001	Oui
Djedida vs Bou Yala	4.8400	7.1648	3.0913	< 0.0001	Oui
Djedida vs Gâaloul	4.0250	5.9583	3.0047	< 0.0001	Oui
Djedida vs Haraza	3.7100	5.4920	2.9016	< 0.0001	Oui
Djedida vs Bou Ayech	3.7000	5.4772	2.7745	< 0.0001	Oui
Djedida vs Guetta	3.0300	4.4854	2.6096	0.0001	Oui
Oum Chegag vs Ouarka	6.0500	8.9560	3.2889	< 0.0001	Oui
Oum Chegag vs Boussemghoun	4.3800	6.4838	3.2309	< 0.0001	Oui
Oum Chegag vs Hajaj	4.1950	6.2100	3.1657	< 0.0001	Oui
Oum Chegag vs Messied	3.7850	5.6030	3.0913	< 0.0001	Oui
Oum Chegag vs Bou Yala	3.5900	5.3144	3.0047	< 0.0001	Oui
Oum Chegag vs Gâaloul	2.7750	4.1079	2.9016	0.0011	Oui
Oum Chegag vs Haraza	2.4600	3.6416	2.7745	0.0038	Oui
Oum Chegag vs Bou Ayech	2.4500	3.6268	2.6096	0.0025	Oui
Oum Chegag vs Guetta	1.7800	2.6350	2.3766	0.0259	Oui
Hanntouzah vs Ouarka	5.7540	8.5178	3.2309	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Boussemghoun	4.0840	6.0456	3.1657	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Hajaj	3.8990	5.7718	3.0913	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Messied	3.4890	5.1649	3.0047	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Bou Yala	3.2940	4.8762	2.9016	< 0.0001	Oui
Hanntouzah vs Gâaloul	2.4790	3.6697	2.7745	0.0034	Oui
Hanntouzah vs Haraza	2.1640	3.2034	2.6096	0.0095	Oui
Hanntouzah vs Bou Ayech	2.1540	3.1886	2.3766	0.0053	Oui
Hanntouzah vs Guetta	1.4840	2.1968	1.9822	0.0302	Oui
Guetta vs Ouarka	4.2700	6.3210	3.1657	< 0.0001	Oui
Guetta vs Boussemghoun	2.6000	3.8488	3.0913	0.0048	Oui
Guetta vs Hajaj	2.4150	3.5750	3.0047	0.0092	Oui
Guetta vs Messied	2.0050	2.9680	2.9016	0.0418	Oui
Bou Ayech vs Ouarka	3.6000	5.3292	3.0913	< 0.0001	Oui
Haraza vs Ouarka	3.5900	5.3144	3.0047	< 0.0001	Oui
Gâaloul vs Ouarka	3.2750	4.8481	2.9016	< 0.0001	Oui
Bou Yala vs Ouarka	2.4600	3.6416	2.7745	0.0038	Oui
Messied vs Ouarka	2.2650	3.3529	2.6096	0.0060	Oui
Hajaj vs Ouarka	1.8550	2.7460	2.3766	0.0192	Oui
Boussemghoun vs Ouarka	1.6700	2.4721	1.9822	0.0150	Oui

En résumé, on remarque (**Tab.50**) que les plus grandes circonférences et diamètres sont enregistrés au niveau de la station Hanntouzah, les plus grandes hauteurs sont enregistrées au niveau de la station Djedida alors que les plus faibles circonférences, diamètres et hauteurs ont été observés à Ouarka et Boussemgoun.

Tableau 51. Moyenne selon les stations à intervalle de confiance 99%.

Stations	Circonférence (m)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
Djedida	2.74±0.66	0.87±0.21	12.15±1.86
Hanntouzah	3.38±1.15	1.08±0.37	10.60±1.39
Guetta	2.58±0.97	0.82±0.31	9.12±1.42
Oum Chegag	2.29±0.95	0.73±0.30	10.90±2.32
Gâaloul	2.43±0.90	0.77±0.29	8.13±1.12
Haraza	2.42±0.88	0.77±0.28	8.44±1.31
Bou Ayech	1.69±0.52	0.54±0.17	8.45±2.05
Messied	2.12±0.92	0.68±0.29	7.12±1.41
Hajaj	1.71±0.81	0.54±0.26	6.71±1.43
Bou Yala	1.60±0.66	0.51±0.21	7.31±1.82
Boussemgoun	1.54±0.48	0.49±0.15	6.52±0.62
Ouarka	1.44±0.69	0.46±0.22	4.85±1.11

L'analyse de ces résultats (**Tab.51**) montrent des différences de données dendrométriques (diamètres, hauteur du fût...) qui sont liées à l'âge des arbres, Compétition entre les sujets et du type du milieu (fermé/ouvert). Selon **Rondeux (1993)**, en matière de gestion forestière, il est important de prévoir la dynamique des peuplements ou encore de prévoir contrôler leur évolution au cours du temps.

L'accroissement en circonférence est très différent selon les conditions du milieu. Par exemple dans de très bonnes conditions de sol et d'alimentation en eau la croissance en hauteur est rapide. Les biotopes sont favorables pour le développement de pistachier sur sol profond ou moyennement profond à bilan hydrique favorable.

Cette physiologie des peuplements et cette variabilité de l'hauteur au sein des différentes stations d'étude, sont le résultat de plusieurs facteurs à la fois biotiques et abiotiques, à savoir le climat, la topographie, le surpâturage, comportement de l'espèce et les insectes ravageurs.

2.3.4. Relief

1- Analyse de la variance (ANOVA) Circonférence, Diamètre et Hauteur pour relief

Concernant le relief on constate aussi des différences hautement significatives ($p < 0.001$) en termes de Circonférence (**Tab.52**), Diamètre (**Tab.53**) et Hauteur (**Tab.54**).

Tableau 52. Analyse de la variance (Variable Circonférence)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	18.7289	4.6822	6.0846	0.0002
Erreur	115	88.4946	0.7695		
Total corrigé	119	107.2235			

La comparaison par le test Newman-Keuls montre que les circonférences les plus différentes sont celle observées entre les Daya et les Bas versant (lits d'Oueds) et entre les Daya et les Hamada.

Tableau 53. Comparaison des Circonférence en fonction du relief par le test Newman-Keuls (I.C 95%).

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif
Daya vs BV (lits d'oued)	1.1224	3.6936	2.7717	0.0031	Oui
Daya vs Hamada	0.9154	3.9441	2.6071	0.0008	Oui
Daya vs Montagneux	0.4979	2.1453	2.3746	0.0853	Non
Daya vs LO (Mont)	0.4174	1.7984			Non
LO (Mont) vs BV (lits d'oued)	0.7050	2.0751	2.6071	0.1675	Non
LO (Mont) vs Hamada	0.4980	1.7952	2.3746	0.1757	Non
LO (Mont) vs Montagneux	0.0805	0.2902			Non
Montagneux vs BV (lits d'oued)	0.6245	1.8381	2.3746	0.1619	Non
Montagneux vs Hamada	0.4175	1.5050			Non
Hamada vs BV (lits d'oued)	0.2070	0.6093			Non

Du moment que le diamètre et la circonférence sont liés, les mêmes constatations de la circonférence selon le relief sont valables pour le diamètre.

Tableau 54. Analyse de la variance (Variable Diamètre)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	1.8996	0.4749	6.0846	0.0002
Erreur	115	8.9755	0.0780		
Total corrigé	119	10.8750			

Tableau 55. Comparaison des Diamètres en fonction du relief par le test Newman-Keuls (I.C 95%)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif
Daya vs BV (lits d'oued)	0.3575	3.6936	2.7717	0.0031	Oui
Daya vs Hamada	0.2915	3.9441	2.6071	0.0008	Oui
Daya vs Montagneux	0.1586	2.1453	2.3746	0.0853	Non
Daya vs LO (Mont)	0.1329	1.7984			Non
LO (Mont) vs BV (lits d'oued)	0.2245	2.0751	2.6071	0.1675	Non
LO (Mont) vs Hamada	0.1586	1.7952	2.3746	0.1757	Non
LO (Mont) vs Montagneux	0.0256	0.2902			Non
Montagneux vs BV (lits d'oued)	0.1989	1.8381	2.3746	0.1619	Non
Montagneux vs Hamada	0.1330	1.5050			Non
Hamada vs BV (lits d'oued)	0.0659	0.6093			Non

Les plus grandes différences en termes de hauteurs sont enregistrées au niveau des hauteurs (Tab.56).

Tableau 56. Analyse de la variance (Variable Hauteur) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	192.2560	48.0640	10.4265	< 0.0001
Erreur	115	530.1237	4.6098		
Total corrigé	119	722.3797			

La comparaison par le test Newman-Keuls montre que presque chaque relief est caractérisé par une hauteur spécifique.

Tableau 57. Comparaison des hauteurs en fonction du relief par le test Newman-Keuls (I.C 95%)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
LO (Mont) vs BV (lits d'oued)	4.4850	5.3936	2.7717	< 0.0001	Oui
LO (Mont) vs Montagneux	1.7625	2.5959	2.6071	0.0514	Non
LO (Mont) vs Hamada	1.4550	2.1430			Non
LO (Mont) vs Daya	0.1622	0.2855			Non
Daya vs BV (lits d'oued)	4.3228	5.8121	2.6071	< 0.0001	Oui
Daya vs Montagneux	1.6003	2.8172	2.3746	0.0156	Oui
Daya vs Hamada	1.2928	2.2758	1.9808	0.0247	Oui
Hamada vs BV (lits d'oued)	3.0300	3.6438	2.3746	0.0012	Oui
Hamada vs Montagneux	0.3075	0.4529	1.9808	0.6515	Non
Montagneux vs BV (lits d'oued)	2.7225	3.2740	1.9808	0.0014	Oui

En résumé on remarque (Tab.58) que, selon le relief, les plus grandes circonférences et diamètres sont enregistrés au niveau des Dayas, les plus grandes hauteurs sont enregistrées au niveau des lits d'oueds (en altitude) alors que les plus faibles circonférences, diamètres et hauteurs ont été observés au niveau des lits d'oueds également mais dans les bas versants.

Tableau 58. Moyenne selon le relief à intervalle de confiance 99%

Relief	Circonférence (m)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
Daya	2.56±0.37	0.82±0.12	9.2±0.76
LO (Mont)	2.14±0.53	0.68±0.17	9.34±2.03
Montagneux	2.06±0.56	0.66±0.18	7.57±1.00
Hamada	1.65±0.36	0.52±0.12	7.88±1.23
BV (lits d'oued)	1.44±0.69	0.46±0.22	4.85±1.11

La réponse du *P. atlantica* à la variabilité climatique est concrétisée par les valeurs élevées du coefficient de sensibilité moyenne. Pour les stations, la distinction des années caractéristiques du climat (sèche ou humide) a permis de mettre en évidence le rôle des précipitations sur la croissance du *P. atlantica*. Les années les plus sèches sont généralement les plus défavorables pour la croissance.

En revanche, les années humides correspondent à des croissances fortes. Cette différence est due particulièrement à l'âge des peuplements, la topographie et les coupes illicites du bois.

Le développement des arbres du Pistachier se trouvent toujours à l'état dispersé (isolé ou en groupe), ce qui explique que ces derniers représentent une strate héliophyte par sa situation bien aérée et ensoleillée.

Ce peuplement bénéficie beaucoup de la chaîne montagneuse qui a un rôle d'approvisionnement d'eau accumulée dans ces dayas (certaines dayas restent humide pendant 08 mois par fois plus). Les chaînons aussi par leur orientation forme une barrière au vent chaud du Sud.

2.3.5. Biogéographie

I- Analyse de la variance (ANOVA) Circonférence, Diamètre et Hauteur pour Biogéographie

Du point de vue Biogéographique aucune différence n'a été observée et donc on conclut l'absence d'effet Biogéographique sur la circonférence le diamètre et la hauteur des arbres. Néanmoins son remarque suite au tableau 59 des moyennes que les circonférences et les diamètres sont plus élevés en région steppique alors que la hauteur est plus grande au niveau de l'Atlas Saharien.

Tableau 59. Moyenne selon la Biogéographie à intervalle de confiance 99%.

Biogéographie	Circonférence (m)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
Steppe	2.43±0.90	0.77±0.29	8.13±1.12
Atlas saharien	2.14±0.23	0.68±0.07	8.38±0.63

Le *P. atlantica* présente un meilleur développement grâce à une large amplitude écologique. C'est une espèce xérophile indifférente aux variations biogéographiques steppiques et présahariennes de l'Atlas saharien; sa dispersion et sa dominance indiquent son adaptation optimale aux conditions globales du milieu.

2.4. Analyse en composante principale (ACP) des paramètres dendrométrique relatifs à la répartition des arbres

L'analyse de la variance a été réalisée afin d'obtenir une description complète de la variabilité de la croissance en hauteur des peuplements de *P. atlantica* dans le Sud-oranais.

L'ACP d'un tableau de données à n éléments et variables peut être vu comme une méthode d'analyse d'une matrice de corrélation. Il n'en reste cependant pas moins souhaitable d'examiner directement la structure de la matrices après le traitement des données.

Le tableau 60 donne l'explication de la variation totale par chacune des composantes dendrométriques.

Tableau 60. Statistiques descriptives des paramètres dendrométriques

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
D 1,30 (m)	120	0,2102	1,7834	0,6885	0,3023
H (m)	120	2,5000	15,0000	8,3549	2,4651
Sp	120	16,4772	280,5119	99,6675	62,7027
dh ₀	120	4,5745	18,8746	10,7012	3,4877
Sh ₀	120	32,8538	559,3127	198,7271	125,0229
Vh ₀	120	25,0482	1759,4662	425,6015	388,2041

L'observation du tableau **60** montre que la variabilité des circonférences et des diamètres des tiges indique un très haut niveau de significativité, mais une variabilité moins marquée est observée pour les hauteurs

Le tableau ci-après, montre la corrélation et la situation de différentes observations dans l'espace des composantes.

Tableau 61. Matrice de corrélation (Pearson (n))

Variabes	D 1,30 (m)	dh ₀	Sh ₀	Vh ₀
D 1,30 (m)	1	0,7447	0,7335	0,7111
H (m)	0,6578	0,8310	0,8156	0,7832
Sp	0,7335	0,9875	1,0000	0,9900
dh ₀	0,7447	1	0,9875	0,9559
Sh ₀	0,7335	0,9875	1	0,9900
Vh ₀	0,7111	0,9559	0,9900	1

L'examen de la matrice de corrélation (**Tab.61**) et le cercle de corrélation (**Fig.82**) entre les variables, nous a permis de tirer les observations suivantes :

- La hauteur présente une bonne liaison positive avec tous les paramètres descriptifs du houppier à savoir la surface projetée, volume, diamètre...
- Avec le diamètre à 1.30, la hauteur ne présente pas une corrélation significative.
- Les relations positives entre la densité et les variables de grosseur de l'arbre expliquent une signification sur la relation entre la densité sur la croissance en hauteur et en diamètre.

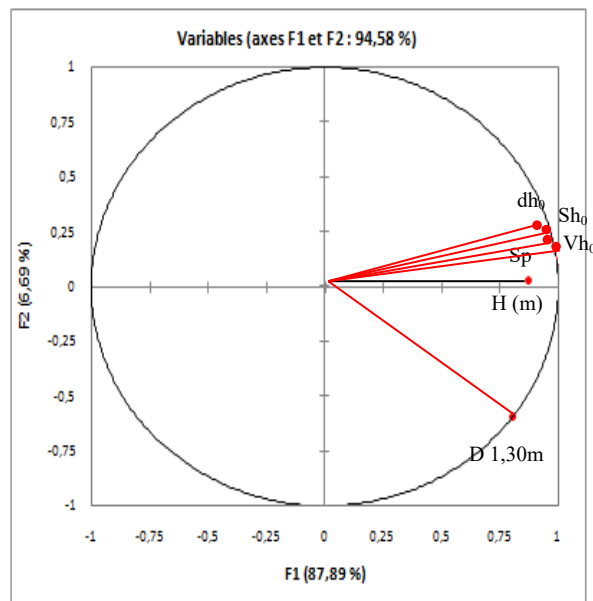


Figure 82. Cercle de corrélation des hauteurs moyennes et les autres paramètres dendrométriques.

La présence d'une corrélation positive d'une composante dans une ou plusieurs variables abiotiques (géographiques, édaphiques, climatiques,) et biotiques (physiologique et anthropiques) peut engendrer de changements particuliers de la croissance. Les caractères biométriques retenus sont donc les accroissements successifs l'étude de la variabilité devra tenir compte de faits d'origine biologique et qui sont l'importance des corrélations entre caractères (**Lemoine, Sartolou, 1981**).

La croissance en hauteur est favorisée par des peuplements serrés alors que celle en diamètre par des peuplements moins denses (**Rabhi, 2011**).

Conclusion

Le *P. atlantica* constitue un patrimoine hors forêt important du Sud-oranais. C'est une espèce endémique figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie.

Suite à l'étude morphométrique d'une part et à l'étude dendrométrique d'autre part, il s'est avéré que le pistachier de l'Atlas montre une diversité écotypique significative liée à son biotope.

L'analyse de l'effet de la répartition des groupements à *P. atlantica* en fonction des paramètres morphologiques et dendrométriques (diamètre et de la hauteur des arbres) montre une différence significative entre les moyennes des classes des hauteurs et celles des diamètres. Cela indique que l'hétérogénéité, de la structure de ces pistachiers d'Atlas entre les stations, dépend de la géomorphologie, de la lithologie, de la géologie, des atteintes anthropiques, etc.

Les résultats obtenus nous donnent un aperçu sur l'évolution des groupements du *P. atlantica* pour comprendre les facteurs écologiques ayant une influence sur leur autoécologie et leur dynamique dans l'espace pour son développement.

Le *P. atlantica* est un grand arbre pouvant atteindre des dimensions dendrométriques imposantes 8 à 10 mètres de hauteur et un diamètre dépassant souvent 100 cm. Sa cime est volumineuse et de forme arrondie. Il est plus abondant dans l'étage saharien (altitude de 700 à 1400m).

Cette analyse dendrométrique, nous a permis de faire une caractérisation structurale des peuplements de *P. atlantica* qui est une étape primordiale dans le plan d'aménagement et la valorisation sur le moyen ou le long terme.

Le *P. atlantica* devrait être mieux considéré et pris en charge à l'échelle locale et même à l'échelle nationale. Ce qui engendrera une meilleure prise en compte. Malgré les valeurs écologiques et socioéconomiques, le *P. atlantica* n'a jamais été valorisé comme espèce de reboisement en Algérie.

Ces groupements à *P. atlantica* peuvent constituer une excellente barrière entre les hautes plaines steppiques et l'espace saharien contre l'avancée du désert. Sa réhabilitation et sa conservation sont donc nécessaires pour le sauvegarder et le valoriser pour contribuer au développement durable de ces zones arides fragiles.

Chapitre VI:

Étude cartographique

Chapitre V:**Étude cartographique****Introduction**

Benabdelli (1998), rapporte que la représentation cartographique d'un milieu donné constitue un outil de travail pratique et synthétique. Sur le plan scientifique, cette technique représente une source précieuse tant par sa nature pluridisciplinaire que par la valeur de synthèse qu'elle met à la disposition du lecteur.

En absence d'une délimitation précise de l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas dans le sud-oranais d'Algérie, nous proposons de tester l'utilisation de données spatiales (Google Earth) pour la cartographie des groupements asylvatique. Celle-ci est assurée à travers des mesures, des observations et constatations effectuées, suivies de sorties sur terrains régulières.

Le présent travail consiste à cartographier et délimiter l'aire de répartition des groupements de pistachier de l'Atlas (*P. atlantica*) dans le sud-oranais (Algérie) par l'utilisation de la géomatique spatiale, à l'aide du G.P.S combiné au S.I.G afin de découvrir l'état actuel et construire une base de données sur ces groupements.

1. Cartographie et Système d'information Géographique**1.1. La cartographie**

Les techniques de cartographie ont sensiblement évolué depuis l'apparition de la photo aérienne dans un premier temps, des images satellitaires ensuite. D'immenses zones réputées peu accessibles sont devenues rapidement observables par le recours à ces images. L'interprétation des images satellitaires s'appuie sur un nombre limité de relevés de terrain choisis. Le passage des photos aériennes analogiques aux images satellitaires numériques s'est traduit par un foisonnement de développements méthodologiques qui ont pour but d'en exploiter pleinement les caractéristiques essentielles (**Mayaux et al., 2003**), l'image offre une vue d'ensemble exhaustive du terrain à étudier et restitue fidèlement les caractéristiques du tapis végétal.

La cartographie est l'ensemble des études et des opérations, scientifiques et techniques, intervenant dans l'établissement des cartes ou des plans à partir des résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation pré-existante (**Long, 1974**). La carte est un outil très précieux, vu ses avantages, telle la visualisation des phénomènes et l'objectivité et surtout la possibilité de superposition de thèmes. Il est maintenant établi que la cartographie de la végétation constitue une approche efficace pour réaliser le plus rapidement une représentation spatiale des écosystèmes et en particulier à l'échelle régionale ou géographique, selon **Ozenda (1982)**.

Elle a pour but la conception, la préparation et la réalisation des cartes. Sa vocation est la représentation du monde sous une forme graphique et géométrique. En cela, elle répond à un besoin très ancien de l'humanité qui est de conserver la mémoire des lieux et des voies de communication ainsi que de leurs caractères utiles ou hostiles à l'activité des hommes. Grâce à sa précision et à son efficacité, elle est devenue à partir du XVIIe siècle un instrument de connaissance et de puissance au service des états et un moyen de prévoir et de planifier l'action de l'homme sur le milieu (**Boudjema, 2010**). Elle mobilise un ensemble de techniques servant à la production des cartes, elle constitue un des moyens privilégiés pour l'analyse et la communication en géographie. Elle sert à mieux comprendre l'espace, les territoires et les paysages. Elle est aussi utilisée dans des connexes, démographie, économie, dans le but de proposer une lecture spatialisée des phénomènes (**Barthes et Bornand, 1986**).

Les travaux de cartographie ont pour but de nous renseigner sur les potentialités d'un territoire, son utilisation et ses aptitudes. La carte thématique peut également servir à préciser et mesurer les activités humaines. Selon certains auteurs, la cartographie de la végétation permet à la fois de réaliser un inventaire réel (aspects physiologiques des formations végétales) et associer dans un même document une constatation et une interprétation des éléments cartographiés (**Bouazza et al., 2004**).

En effet, des études cartographiques sur qui ont été réalisées dans le nord d'Afrique sont très importantes car ils donnent à la fois un " état des lieux " très précis et une bonne idée de l'évolution de l'écosystème. Parmi les travaux antérieurs de la cartographie des végétations réalisées en Algérie :

- La première représentation cartographique de la végétation figure dans les travaux (**Lapie, 1909**);
- La carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (**Maire, 1926**).
- La Carte de la végétation de l'Algérie au 1/50 000ème, feuille de Tipaza (massifs forestiers du sahel) (**Nègre, 1964**),
- La carte de la végétation de Ghardaia au 1/500 000^e (**Barry et Faurel, 1968**).
- La Carte de la végétation actuelle de la Wilaya de Saïda, 1/500 000, CRRBT (**Bouzenoune, Celles et Manière, 1976**).
- La carte de la végétation d'Oran au 1/500 000^e (**Alcaraz, 1977**).
- Une partie de la végétation de l'Algérie Nord-orientale figure sur la carte internationale du tapis végétal au 1/1 000 000^{ème} (**Gausson et Vernet, 1985**),
- La carte des Chamaeropaies dans la région de Tlemcen (**Hasnaoui, 2008**),
- La carte de végétation de la région de Mécheria (**Haddouche, 2009**),
- La carte de répartition de l'arganier éditée par DGF (2009),
- La carte de l'Aire de répartition de l'arganier en Algérie (**Kechairi, 2009**),
- La carte des principaux groupements végétaux du massif de Mahouna (**Beldjazia, 2009**),
- La carte de l'aire de répartition de l'espèce *Genista numidica ssp numidica* dans l'Est Algérien au 1/1 000 000^e (**Ati, 2010**),

- La carte de l'aire de répartition naturelle de l'Arganier (CRSTRA, 2011),
- La carte de la végétation de la forêt de Zenadia : Haute Plaine Sétifienne (Mihi, 2012),
- La carte de l'Aire de répartition de l'arganier en Algérie (Kechebar *et al.*, 2013),
- la carte physionomique de la végétation de la réserve de Moutas (Baba Ali, 2014),
- La carte d'occupation du sol de la zone de Béni Saf (Merioua, 2014),
- La carte physionomique de la végétation de la steppe sud de Tlemcen (Bekkouche, 2016).

2.1. Système d'information Géographique (SIG)

D'après Gilliot (2000), le SIG est un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un système de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de construire, de modifier, d'interroger, de représenter cartographiquement la base de données, selon des critères sémantiques et spatiaux.

Selon Ashok (2008), les rôles de SIG sont :

- **Abstraction** : Modélisation de la base de données en définissant les objets, leurs attributs et leurs relations,
- **Acquisition** : Alimentation du SIG en données, il faut d'une part définir la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations,
- **Archivage** : Transfert des données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage,
- **Analyse** : Réponse aux questions posées,
- **Affichage** : Production des cartes de façon automatique.

2. Méthodologie

Pour garantir le bon déroulement; il s'agit d'une consultation de données de base (textes, cartes thématiques, plans, toutes données représentées avec une précision cartographique suffisante, images satellitaires, ...).

L'acquisition des données se fera par numérisation des cartes en format papier et des images Digital Elevation Model (DEM) en MNT de 30 m de résolution ou l'acquisition sera par site web de satellite Astra gratuitement, qui nécessite un traitement pour la réalisation des différentes couches d'informations en la rendant exploitable en format numérique.

Le traitement des données a été réalisé par la digitalisation des différentes cartes et les images grâce au logiciel (Arc-GIS), Map-Info et le Vertical Mapper pour la création de l'ensemble des couches d'informations sous forme de classe à savoir les polygones, les lignes Raster et les points ainsi que l'intégration de leurs attributs sémantiques.

Dans le cadre de cette étude, la démarche utilisée comporte les étapes suivantes :

- Travail bureautique qui consiste à collecter et identifier les données nécessaires pour la cartographie
- Travail de terrain qui consiste de faire un diagnostic exhaustif sur la base d'observation sur le terrain aux cours de nombreuses sortie entreprises sur le terrain ont procédé à la délimitation cartographique des zones d'intervention, aux relevés phytoécologiques, complétées par des enquêtes qui ont été menés auprès de la population et les services techniques (Forêt, agriculture) locales sur l'existence des groupement de pistachiers d'Atlas et leurs aire de répartition pour construire une base de données.
- Choix de matériels et de logiciels de cartographie,
- Numérisation, digitalisation et traitements sous différents logiciels de SIG (Map-Info, Arc-GIS, Vertical Mapper) et la saisie des tables attributaires correspondant à chaque couche d'information,
- Elaboration des différentes cartes thématiques et synthétiques relatives à notre zone d'étude ; dont la carte de végétation est réalisée à partir de traitement,
- Traitement des données et synthèse.

2.1. Support de travail

Les données nécessaires pour ce travail sont les données topographiques, géologiques, images satellitaires et MNT de 30 m de résolution.

- Un GPS (Garmin, Projection WGS 84) : Global Positioning System (Système de Positionnement Global) associé avec le logiciel Map-Source. Il est employé pour l'enregistrement et le prélèvement des coordonnées géographiques (de la longitude et de la latitude en degrés, minutes et secondes et de l'altitude), la localisation de l'espèce étudiée, des stations d'étude et le guidage routier afin d'apercevoir l'espace étudié.

- Comme données satellitaires, nous avons utilisé des images du Google Earth et une scène satellite Landsat Thematic Mapper actuelle. Ces images présentent l'intérêt d'être prise pendant la saison printemps durant laquelle la végétation est très développée.

- Des fiches de relevé floristiques pour saisir les données sur le terrain.

2.2. Logiciels cartographiques utilisés

De nombreux logiciels de cartographie permettent la représentation ainsi que l'extraction d'informations à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). On peut citer :

- Arc-GIS (version 10) : C'est un outil de type S.I.G. bureautique généraliste sert à créer de l'information géographique, Manipuler et traiter l'information géographique (Requêtes spatiales) et la cartographier (cartes, graphes, MNT cartes thématiques...etc.).

- Map-Info (version 7,5) : C'est un outil de type SIG bureautique généraliste sert à créer de l'information géographique, manipuler et traiter l'information géographique (requêtes spatiales) et la cartographier (cartes, graphes, cartes thématiques, etc.).

- Global mapper (version 8,03) : Il nous permet de visualiser les formats Raster et Vecteur, il possède des outils pour la conversion d'image satellite tels que Shuttle Radar Topography Mission (S.R.T.M.) et le Modèle Numérique de Terrain (MNT).

- Vertical Mapper (version 3,0) : logiciel entièrement intégré dans Map-Info Professional, il permet d'effectuer des modélisations en relief de terrain par surface continue et tridimensionnelle, il est utilisé dans la génération des cartes hypsométriques, carte des pentes, cartes des expositions et courbes de niveau. Il est un outil de création et d'exploitation de l'information géographique sous forme de grilles (Grid) assez puissant (M.N.T., exploitation d'images Raster en relief). Il nous sert pour l'extraction des produits et des informations géographiques du MNT via Map-Info.

-Le logiciel RiverTools : est un logiciel de traitement et d'analyse de MNT. Son interface flexible et facile à utiliser permet l'importation rapide des différents types de MNT et des données relatives aux bassins versants hydrographiques.

- Google Earth pro: logiciel de cartographie basé sur le Web, donne une représentation visuelle précise de la surface de la terre entière en utilisant les images satellites, photographies aériennes, et des données SIG. Il est disponible sur le Web en une version gratuite et une autre payante avec des fonctionnalités améliorées. Il offre des images et des photographies qui couvrent l'ensemble du globe. Elles sont prises parfois pendant les 3 dernières années et sont mises à jour continuellement. La résolution varie d'un endroit à l'autre, généralement, il permet à l'utilisateur de voir les principales caractéristiques géographiques et artificielles de développement, comme les villes et les routes principales (Karen, 2008).

2.3. Les cartes utilisées

Dans cette étude nous utilisons les cartes suivantes :

- Carte de l'occupation des terres de l'Algérie (feuille de Mécheria), 1/200 000° (**Djebaili et al. (1979)**),
- Carte de l'occupation des terres de l'Algérie (feuille de El-Kheiter), 1/200 000° (**Djebaili et al., 1981**),
- Carte pastorale de l'Algérie au 1/200000 (feuille de El-Kheiter), 1/200 000° (**Djebaili et al., 1981**),
- Carte géologique de l'Algérie (El-Bayadh, Ghardaïa) 1/500 000° (**Gautier et Gousskov, 1951**),
- Carte géologique de l'Algérie (Béchar, Aïn Sefra et Mécheria) 1/500 000° (**Cornet et Deleau (1951)**),
- Carte des différents sols d'Algérie : Extrait Carte des sols d'Afrique 1/5.000.000°. Feuille 6, (**D'hoore et Dutil (1963)**),
- Carte photogéologique d'Aïn Sefra (Mékalis) au 1/100 000° (**IGN, 1957**),
- Carte photogéologique de Forthassa Rharbia (Dj. Arar E12) au 1/100 000° (**IGN, 1958**),
- Carte photogéologique de Mékalis (Mécheria F11) au 1/100 000° (**IGN, 1957**),
- Carte photogéologique de Moghrar Foukani (Aïn Sefra F13) au 1/100 000° (**IGN, 1958**),
- Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques, publiée par le service d'écologie de l'université d'Alger et éditée par la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord, par Barry *et al.* (1974).
- Carte des Subdivisions biogéographiques de l'Algérie d'après **Barry et al. (1974)**,
- Carte des Monts des Ksour dans leur contexte régional : partie méridionale de l'Atlas saharien et piémonts de la plateforme saharienne (**Benest, 1985**).
- Carte de découpage biogéographique de **Quezel et Santa (1962)**,
- Carte des précipitations du Sud Ouest Béchar d'après **Roche (1973)**,
- Extrait de la carte pluviométrique de l'**A.N.R.H. (1993)**,
- Carte de la végétation de l'Algérie, Oran par **Alcaraz (1977)**.

2.4. Démarche méthodologique

L'élaboration des différentes cartes : les cartes dérivées du MNT, la carte d'hydrologie, géologie, pédologie, et la carte de l'aire de répartition naturelle du Pistachier. La figure **83** ci-dessous représente les principales étapes de numérisation et traitement des données.

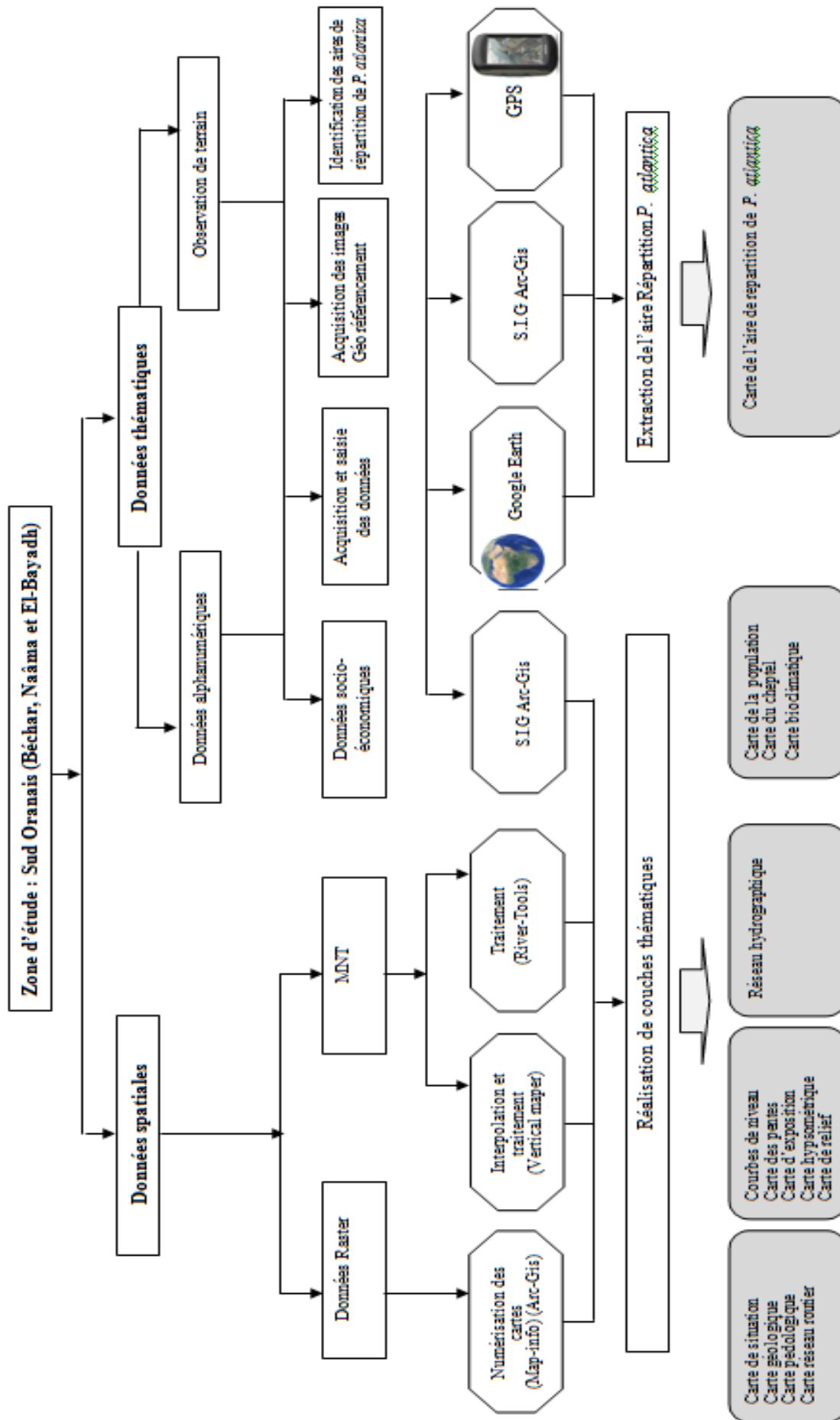


Figure 83. Démarche méthodologique générale pour la cartographie des aires de la répartition du *Pistacia atlantica*.

2.4.1. Elaboration des cartes thématiques obtenues

La cartographie thématique présente un atout performant comparativement à une description en termes de texte. Elle permet la représentation de tous les ordres de faits biogéographiques, dans l'étude de la végétation et son rapport avec le milieu (**Benguerai et Benabdeli, 2009**).

La réalisation des cartes thématiques a été développée grâce aux données collectées auprès d'organismes des wilayas d'étude comme la Direction des Services Agricoles (**D.S.A.**), la Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires (**D.P.S.B.**), le Haut commissariat au Développement de la Steppe (**HCDS**) et la Conservation des Forêts (**C.F.**).

Les cartes thématiques restent des outils nécessaires pour toutes formes d'aménagement et de compréhensions d'un écosystème. Elles sont importantes en matière du SIG, ils nous permettent de choisir les combinaisons de couches, les intervalles de classe, les couleurs, les motifs et les symboles (**Brimicombe, 2010**).

Ainsi, une liste des cartes "de base" a été établie : la carte des tranches d'altitude (TIN), la carte des pentes, la carte d'exposition, la carte du réseau hydrographique, la carte du réseau routier, la carte géologique et géomorphologique, la carte d'occupation du sol et la carte du réseau routier.

2.4.1.1. Carte d'occupation ou d'utilisation actuelle des terres

La carte d'occupation du sol doit être considérée, comme un outil très important d'aide à la décision dans le domaine d'aménagement et de gestion

Elle est obtenue par classification automatique assistée par un mosaïque SPOT P+XS composée de plusieurs scènes, entières ou partielle, qui comporte notamment la discrimination des affectations générales: forêt, culture, Steppes, reliefs, plan d'eau, réseau routier et milieu urbain.

2.4.1.2. Carte pédologique

La réalisation de la carte pédologique de la zone d'étude est obtenue à partir de la numérisation de la carte pédologique mondiale établie par Food and Agriculture Organization (**FAO**). Dans le but d'extraire la carte pédologique relative, notamment les différents types des sols qui existent dans le sud-oranais.

2.4.1.4. Carte géologique

La réalisation de la carte géologique de la zone d'étude est obtenue par la numérisation de différentes cartes géologiques de l'Algérie (1/500000^e) pour couvrir cet immense espace d'étude du Sud Oranais.

2.4.1.5. Carte bioclimatique

La réalisation de la carte est obtenue à partir des quantités de pluie tombées (**Tab.62**) dans les différentes communes qui permet d'obtenir la carte des isohyètes de la zone d'étude.

Etant donné que les données sur la pluviométrie ne sont pas des données spatiales, nous avons directement créé et intégré une table pluviométrie sous Arc-GIS.

Tableau 62. La pluviométrie (mm) par communes dans les différentes communes de la zone d'étude.

	Commune	Pluviométrie (mm)	Commune	Pluviométrie (mm)	Commune	Pluviométrie (mm)
	Wilaya de Béchar		Wilaya de Naâma		Wilaya d'El Bayadh	
1	Abadla	69	A Ben Khelil	239	Ain El Orak	232
2	Béchar	87	Aïn Séfra	154	Arbaouat	166
3	Béni Abbès	49	Assela	184	Boualem	262
4	Béni Ikhlef	53	D Bourzeg	189	Bougatoub	236
5	Béni Ounif	131	El Biod	250	Boussemgoun	214
6	Boukaïs	127	Kasdir	285	Brezina	147
7	El Ouata	43	M Ben Amer	276	Cheguig	273
8	E Ferradj	67	Mécheria	268	Chellala	192
9	Igli	84	Moghrar	140	El Bayadh	269
10	Kenadsa	88	Naâma	231	E B S Cheikh	138
11	Kerzaz	45	Sfissifa	185	El Bnou	108
12	Ksabi	29	Tiout	157	El Kheither	232
13	Lahmar	145			El Mehara	224
14	M HB	69			Ghassoul	208
15	Meridja	95			Kef El Ahmar	245
16	Mogheul	147			Krakda	198
17	O Khoudir	32			Rogassa	259
18	Tabelbala	22			Sidi Ameer	292
19	Taghit	88			Sidi Slimane	270
20	Tamtert	75			Sidi Tifour	247
21	Timoudi	36			Stitten	297
22					Tousmouline	242

(O.N.M., 2015 ; Site Météociel, 2016)

2.4.1.6. Carte du réseau routier

Pour réaliser une carte du réseau routier à partir d'un SIG, il est important de disposer au départ de données permettant de localiser l'ensemble des voies de la zone d'étude pouvant être empruntées. Cette base de données routière fournit les données permettant de représenter sur une carte les voies de circulation terrestres pouvant être utilisées par les véhicules.

La base de données routières constituera une des couches d'informations essentielles pour s'orienter sur terrain et c'est cette carte qui nous permettra de choisir le profile du guide avant même d'entamer le travail sur terrain. La vectorisation de notre réseau routier, eu recours à des images satellitaires (Google Earth).

2.4.1. 7. Cartes socioéconomique (population et cheptel)

L'élaboration de la carte de distribution de la population et du cheptel dans la zone d'étude est obtenue après la saisie des données dans un tableau sous l'Excel, en suite on extraire, crée et intégré une table de population et du cheptel sous Arc-GIS (Tab.63 au 66).

Tableau 63. Distribution de la population dans les différentes communes de la zone d'étude

	Wilaya de Béchar		Wilaya de Naâma		Wilaya d'El Bayadh	
	Commune	Population	Commune	Population	Commune	Population
1	Abadla	16 475	Aïn Ben Khelil	13 571	Aïn El Orak	1 902
2	Béchar	188 967	Aïn Séfra	66 045	Arbaouat	5 210
3	Béni Abbès	13 426	Asla	10 929	Boualem	9 874
4	Béni Ikhlef	2 775	D Bourzeg	3 531	Bougatoub	24 514
5	Béni Ounif	12 306	El Biod	11 928	Boussemghoun	4 285
6	Boukaïs	1 077	Kasdir	7 695	Brezina	19 151
7	El Ouata	8 799	M Ben Amer	9 934	Cheguig	3 678
8	E Ferradj	4 494	Mécheria	87 024	Chellala	6 039
9	Igli	7 235	Moghrar	4 643	El Bayadh	116 191
10	Kenadsa	15 168	Naâma	24 074	E B S Cheikh	33 038
11	Kerzaz	5 528	Sfissifa	7 528	El Bnouid	4 535
12	Ksabi	3 535	Tiout	7 032	El Kheither	8 067
13	Lahmar	2 411			El Mehara	12 763
14	M HB	3 350			Ghassoul	8 748
15	Meridja	698			Kef El Ahmar	9 612
16	Mogheul	639			Krakda	2 873
17	O Khoudir	4 580			Rogassa	9 664
18	Tabelbala	5 925			Sidi Ameer	4 773
19	Taghit	7 026			Sidi Slimane	1 948
20	Tamtert	1 269			Sidi Tifour	7 206
21	Timoudi	2 584			Stitten	6 368
22					Tousmouline	5 161

D.P.S.B. Béchar, Naâma et El Bayadh (2014)

Tableau 64. Distribution du cheptel dans les différentes communes de la région de Béchar

	Commune	Wilaya	Ovins	Bovins	Caprins	Camelins
1	Abadla	Béchar	23596	168	10746	2015
2	Béchar	Béchar	24686	604	7627	1857
3	Béni Abbes	Béchar	10156	7	7585	1659
4	Béni Ikhlef	Béchar	899	10	831	41
5	Béni Ounif	Béchar	44948	192	26189	1383
6	Boukaïs	Béchar	4527	20	2397	1095
7	El Ouata	Béchar	2181	0	1772	2321
8	Erg Ferradj	Béchar	13765	314	4244	2006
9	Igli	Béchar	2408	0	759	491
10	Kenadsa	Béchar	11237	189	3865	439
11	Kerzaz	Béchar	1445	22	1084	296
12	Ksabi	Béchar	907	0	1358	48
13	Lahmar	Béchar	25377	360	5915	0
14	M H Boumediene	Béchar	14278	45	9934	2975
15	Meridja	Béchar	9632	65	3125	0
16	Mogheul	Béchar	1702	9	4689	0
17	Ouled Khoudir	Béchar	6920	18	5147	152
18	Tabelbala	Béchar	3532	3	8128	4163
19	Taghit	Béchar	3337	12	3954	2768
20	Tamtert	Béchar	9353	0	1243	509
21	Timoudi	Béchar	674	0	723	335

D.P.S.B. Béchar (2014)

Tableau 65. Distribution du cheptel dans les différentes communes de la région de Naâma.

	Commune	Wilaya	Ovins	Bovins	Caprins	Camelins
1	Aïn Ben Khelil	Naâma	184568	6049	11550	0
2	Aïn Safra	Naâma	73435	2962	4803	8
3	Asla	Naâma	89308	1263	5751	432
4	Djeniane Bourzeg	Naâma	15550	98	1986	0
5	El Biod	Naâma	154572	6497	9658	0
6	Kasdir	Naâma	194642	3989	6934	0
7	Makman Ben Amer	Naâma	152691	6144	9588	0
8	Mécheria	Naâma	42801	2336	2914	0
9	Moghrar	Naâma	26221	273	2913	429
10	Naama	Naâma	94835	3858	6033	46
11	Sfissifa	Naâma	105651	3195	6742	0
12	Tiout	Naâma	65726	896	4295	100
D.P.S.B. Naâma (2014)						

Tableau 66. Distribution du cheptel dans les différentes communes de la région d'El Bayadh.

	Commune	Wilaya	Ovins	Bovins	Caprins	Camelins
1	Aïn El Orak	El Bayadh	24545	491	2825	65
2	Arbaouat	El Bayadh	79720	502	8880	-
3	Boualem	El Bayadh	32000	2023	8420	-
4	Bougtoub	El Bayadh	215700	2292	3105	550
5	Boussemghoun	El Bayadh	27150	164	1575	75
6	Brezina	El Bayadh	105000	216	14380	2535
7	Cheguig	El Bayadh	32210	2146	1880	-
8	Chellala	El Bayadh	31995	265	3265	50
9	El Bayadh	El Bayadh	81900	2116	27655	-
10	El Biodh Sidi Cheikh	El Bayadh	217920	216	28080	3415
11	El Bnou	El Bayadh	81070	224	7495	2305
12	El Kheither	El Bayadh	39500	1098	3045	970
13	El Mehara	El Bayadh	99610	2326	9130	30
14	Ghassoul	El Bayadh	68150	1110	10765	200
15	Kef El Ahmar	El Bayadh	170255	3162	9560	-
16	Krakda	El Bayadh	37450	738	6200	150
17	Rogassa	El Bayadh	167125	3065	7665	1105
18	Sidi Ameer	El Bayadh	41200	1311	7205	-
19	Sidi Slimane	El Bayadh	18200	292	7350	-
20	Sidi Tifour	El Bayadh	68400	1165	9040	-
21	Stitten	El Bayadh	56400	1742	6120	-
22	Tousmouline	El Bayadh	104500	2176	3650	-
D.P.S.B. El Bayadh (2014)						

2.4.2. Extractions des cartes dérivées à partir de MNT

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT ou *Digital Terrain Model*) se rapporte à l'élévation du terrain lui-même. Le MNT est un fichier d'altitudes organisé suivant une structure maillée et représente la topologie sur une zone géographique donnée. Il synthétise l'information altimétrique du terrain. Obtenu par restitution photogrammétrique, il se compose d'un semis systématique de points pour lesquels l'altitude exacte a été levée ou interpolée de la zone utile de couples stéréoscopiques. Il se caractérise par une maille définie par la distance entre profils et entre points levés dans un profil **(Friedman, 1980)**.

Un modèle numérique de terrain est une représentation numérique simplifiée de la surface d'un territoire, en coordonnées altimétriques (le plus souvent exprimées en mètres par rapport au niveau de la mer) et planimétriques, calées dans un repère géographique **(Ramos, 2003)**.

Pour réaliser les différentes cartes de dérivation (Pente, TIN, courbes de niveaux ...), il apparaît nécessaire de s'appuyer sur les données du MNT. En l'absence de ces données, notre choix s'est orienté vers les données SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). En effet, ces dernières sont relativement simples à acquérir et à traiter et demeurent également les plus utilisées.

Il est issu du modèle numérique d'élévation SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Le SRTM est un modèle numérique de terrain (MNT) disponible pour le monde entier produit par une mission de la NASA. Il est disponible pour un pas (taille de pixel) de 90 m au sol, une précision altimétrique d'environ 16 m et planimétrique de 60 m. Il présente les niveaux de pente, tant pour l'espace d'étude, dans son ensemble, que pour chacune des wilayas qui le composent.

Nous avons exploité ces données numériques altimétriques mondiales dans le but d'établir un modèle numérique de terrain (MNT) de l'ensemble de zone d'étude. Ces données sont utilisées afin d'établir les couches d'information suivante : courbes de niveau, réseau hydrographique, pente, exposition.

Le MNT est un ensemble de données décrivant la topographie de la surface terrestre, il est donc la représentation numérique en terme de données altimétriques. L'obtention d'un MNT s'effectue à partir d'une table de points des valeurs d'altitude ou par les courbes de niveaux à savoir le traitement envisagé.

2.4.2.1. Elaboration de la Carte de MNT de la région d'étude :

La carte de MNT est extraite de l'image SRTM à l'aide du logiciel Global Mapper. Cette carte est obtenue par l'interpolation de triangulation irrégulière (TIN) appelée triangulation de Delaunay, qui consiste en l'utilisation d'un réseau de triangles aussi équilatéraux que possible appliqués à l'ensemble du fichier ou de la table des points.

La modélisation numérique de terrain englobe les tâches suivantes :

- La création d'un MNT
- création d'un MNT à partir d'un semis de points et la dérivation du Modèle Numérique d'altitude
- L'analyse du MNT pour l'extraction des attributs du terrain
- La visualisation du terrain (2D, perspective, 3D)
- La définition de nouveaux modèles (simulation du ruissellement, calcul de la quantité d'eau de fonte, calcul d'érosion, ...)
- Extraction des produits dérivés par le Modèle Numérique d'Altitude (MNA)
- Extraction des Cartes dérivées: réseau hydrographique, pente, exposition.....

Parmi les étapes principales pour la création et la construction du MNT nous avons :

- Acquisition des données : elle a été faite par l'intermédiaire des cartes d'élévation gratuites du SRTM de la NASA.
- Création des courbes de niveau : La création des courbes est faite par l'intermédiaire du module "generate contours " du logiciel Global Mapper.
- Traitement des données : A l'aide du module Vertical Mapper 3.5, les courbes de niveau sont transformées en points avec la fonction "poly2point" qui permet de transformer les polygones en points en sauvegardant les mêmes attributs d'origine, cette transformation est une étape nécessaire pour faire l'interpolation et générer le MNT et ses dérivés (cartes des pentes, carte des expositions). On peut résumer notre démarche pour la génération du MNT comme suit par la Digitalisation des courbes de niveau, la Transformation des poly-lignes en points, l'Interpolation par la méthode de triangulation (Vertical Mapper) et enfin l'obtention du MNT et ses dérivés.

Le MNT a permis d'établir les cartes des pentes et les cartes des expositions par l'intermédiaire du module "Slope & Aspects" du menu "analysis" du logiciel Vertical mapper.

2.4.2.2. Cartes dérivées de MNT

A partir de MNT, nous avons réalisé par les logiciels (Map-Info, Vertical Mapper, Arc-GIS) des couches d'informations nécessaires à l'étude d'ordre qualitatif et quantitatif, à savoir la carte hypsométrique, la carte des pentes, la carte des expositions et la carte du réseau hydrographique ; toutes les cartes sus- citées ont subi des opérations de traitements basés sur une numérisation, un géo- référencement et enfin une digitalisation.

2.4.2.2.1. Carte des courbes de niveau

Cette carte est issue de l'extraction des courbes de niveau cartographiques à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) par l'intermédiaire du module "generate contours " à l'aide de logiciel Vertical Mapper.

Les courbes de niveau sont transformées en points avec la fonction "poly2point" qui permet de transformer les polygones en points en sauvegardant les mêmes attributs d'origine, cette transformation est une étape nécessaire pour faire l'interpolation et générer le MNT et ces dérivés (cartes des pentes, carte des expositions).

2.4.2.2.2. Carte des reliefs

L'utilisation du MNT, a permis de réaliser la carte hypsométrique par Interpolation à l'aide des logiciels Map-Info et Vertical Mapper.

2.4.2.2.3. Carte des pentes

La carte des pentes est obtenue par l'analyse du MNT à partir d'un semis de points et la dérivation du Modèle Numérique d'altitude sous Vertical Mapper. Le principe d'extraction de cette carte à l'aide des calculs par la tangente à la surface dans le plan vertical.

La fonction d'analyse de Vertical Mapper (Create slope & aspects) permet de visualiser les pentes de la zone d'étude.

2.4.2.2.4. Carte d'exposition

Le MNT a permis d'établir la carte des expositions par l'intermédiaire du logiciel Arc-GIS.

La carte d'orientation des pentes (exposition) est obtenue numériquement par diverses simulations d'ensoleillement appliquées au modèle numérique de terrain de la zone d'étude.

La fonction d'analyse de Vertical Mapper (create slope & aspects) permet de visualiser les expositions de notre zone d'étude.

2.4.2.2.5. Carte hypsométrique

L'extraction de la carte d'altitude (Hypsométrie) est faite à partir du modèle MNT de la zone d'étude sous l'option de Vertical Mapper et Map-Info. Ensuite on génère un polygone de l'altitude maximale sur ce MNT par l'utilisation de la fonction Contour du Grid Manager. Le logiciel nous génère automatiquement des intervalles d'altitude.

2.4.2.2.6. Carte du Réseau hydrographique:

La réalisation de la carte est basée sur l'intégration dans un système d'information géographique (SIG), de produits dérivés d'un Modèle Numérique de Terrain et du réseau hydrographique. Le MNT est un outil pour la modélisation et l'extraction d'un réseau hydrologique. L'extraction de ces paramètres hydrographiques est faite par l'utilisation de logiciel Rivertools. Selon Crave (1995), la vectorisation du réseau hydrographique cartographié a l'avantage de fournir une donnée issue directement d'observations sur terrain.

Les étapes à suivre pour l'extraction du réseau hydrographique à partir du MNT sont :

- Création d'un MNT à partir d'un semis de points ;
- Dérivation du Modèle Numérique d'Altitude,
- Extraction du réseau hydrographique.

2.4.3. Elaboration de la carte de répartition des groupements à *Pistacia atlantica* dans le sud-oranais

Le manque flagrant des études sylvicoles et écologiques, sur un patrimoine à caractère forestier non inclus dans les inventaires local et national constitue une véritable entrave pour la protection de cet écosystème déjà perturbé et dégradé par une pression anthropique assez forte.

Les cartes de répartition du pistachier de l'Atlas ne sont pas nombreuses, on peut citer :

- Carte de l'Aire de répartition du Pistachier de l'Atlas en Algérie (**Monjauze, 1980**).
- Carte de répartition du Pistachier de l'Atlas dans la région de Béchar (**Benaradj 2010**),
- Carte de répartition de *Pistacia atlantica* dans l'extrême Nord-ouest Algérie (**Amara (2014)**),
- Carte des peuplements du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la région orientale du Maroc (**Faouzi et al., 2015**),
- Carte de Délimitation des Zones à Vocation Pistachier au Maroc (**Abousalim et Khalli 1992**).

Après la recherche bibliographique et la réalisation des relevés sur le terrain une intégration des données dans le système d'information géographique (SIG) sera faite pour leur exploitation dans le cadre de réaliser la carte qui représente l'aire de répartition de des groupements à *P. atlantica*.

La carte de végétation faite à partir de l'apport géomatique à l'aide des logiciels (Map-Info, Arc-GIS) par des techniques spatiales appliqués sur les images satellitaires de Google Earth (version 2015). Il vise également l'établissement d'une carte de répartition des groupements à *P. atlantica*, sur la base de la consultation des travaux antérieurs (botaniques, climatiques, géologiques et autres), de la consultation des anciennes cartes de répartition du *P. atlantica*, des observations sur le terrain, des connaissances existantes, et des données complémentaires actualisées sur l'espèce et la zone d'étude.

Après une longue prospection de terrain qui s'est étalée sur 6 ans (2008-2015), la région d'étude selon des indications climatiques, géologiques, pédologiques et floristiques constituant des outils de différenciation.

La démarche adoptée pour la cartographie repose sur l'utilisation de la géomatique tout en valorisant les données cartographiques et les résultats des réalités de terrain pour la délimitation des aires de répartition du *P. atlantica*.

Une carte de la distribution et répartition du *P. atlantica* a été faite à partir des données recueillies des cartes topographiques de la zone d'étude, de Google Earth et de relevés effectués sur terrain à l'aide d'un GPS. Ensuite, elles sont traitées à l'aide du logiciel Arc-GIS (10) comme un outil de SIG afin de délimiter l'aire de répartition de *P. atlantica*. Ce logiciel est un outil qui sert à créer de l'information géographique, à la traiter et à la cartographier.

La modélisation est réalisée avec le logiciel Arc-GIS est nécessaire pour la préparation des couches et conversion des extensions et pour la conversion en raster et vecteur. Ce modèle permet de produire une carte de répartition de l'espèce avec différentes classes de probabilités.

La cartographie de l'aire de répartition actuelle des groupements à *P. atlantica* :

- Localisation de l'espèce étudiée (les coordonnées géographiques des pieds de *P. atlantica* et leurs altitudes ont été déterminées à l'aide d'un G.P.S.)
- Saisie de coordonnées géographiques récoltées sur Excel
- Intégration des données récoltées dans Google Earth, qui consiste simplement à transformer les données (raster ou vecteurs) initialement projetées en formats lisibles, dans un système de coordonnées longitude / latitude, pour qu'elles soient utilisables dans Google Earth.
- Conversion des coordonnées : Google Earth utilise une projection cylindrique simple «géodésie WGS84 » pour son logiciel 3D, Alors avant d'utiliser les coordonnées fournis par Google Earth, on a utilisé le logiciel « Franson coordtrans » comme convertisseur pour obtenir les coordonnées dans le système de projection officiel de l'Algérie « UTM nord Sahara/zone 31»,
- Délimitation des stations et les aires de *P. atlantica* par l'Exploitation des images Google Earth grâce au logiciel de SIG
- Vectorisation de l'aire de pistachiers à partir des images Google Earth (**Fig.84**),
- Traitement données recueillies à partir d'images Google Earth et des relevés sur terrain à l'aide du logiciel Arc-GIS afin de délimiter l'aire de répartition de l'espèce,
- Transformation des données GPS utilisées, le logiciel DNR Garmin génère des fichiers de formes de type point et polyligne compatibles avec Arc-GIS (*.shp, *.dbf et *.shx),

L'application d'un SIG nous a permis de vectoriser les groupements arborés à partir d'images Google Earth, ce qui pourrait nous aider à déterminer et d'illustrer graphiquement le mécanisme de dispersion des sujets de pistachiers pied par pied et surtout la régénération des individus. Il est difficile à étudier l'ensemble de la population car celle-ci est souvent très grande et dépasse de loin ses capacités d'investigation.

L'estimation et la détermination de la superficie de l'aire de répartition de *P. atlantica* au moyen de ce logiciel Arc-GIS.

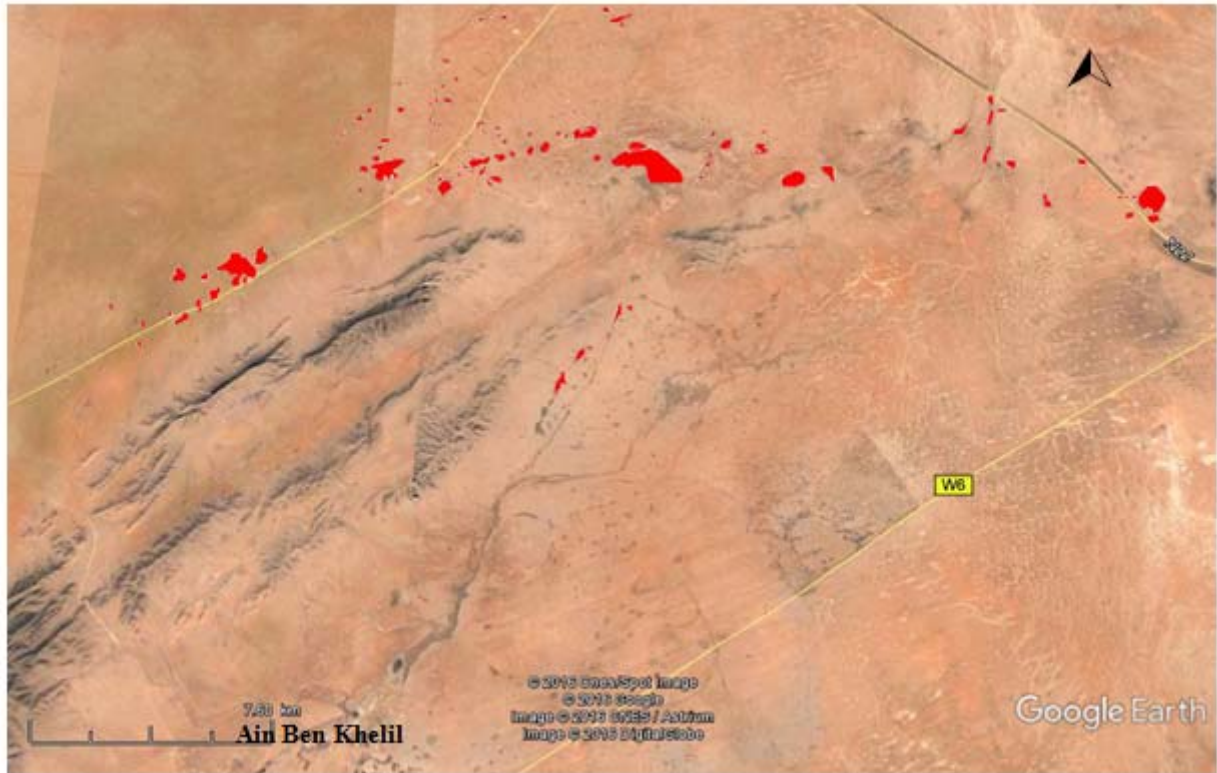


Figure 84. Exemple de délimitation des stations de répartition des groupements à *P. atlantica* sur Google Earth.

3. Résultats cartographiques

3.1. Principales cartes thématiques obtenues

3.1.1. Carte de localisation de la région d'étude

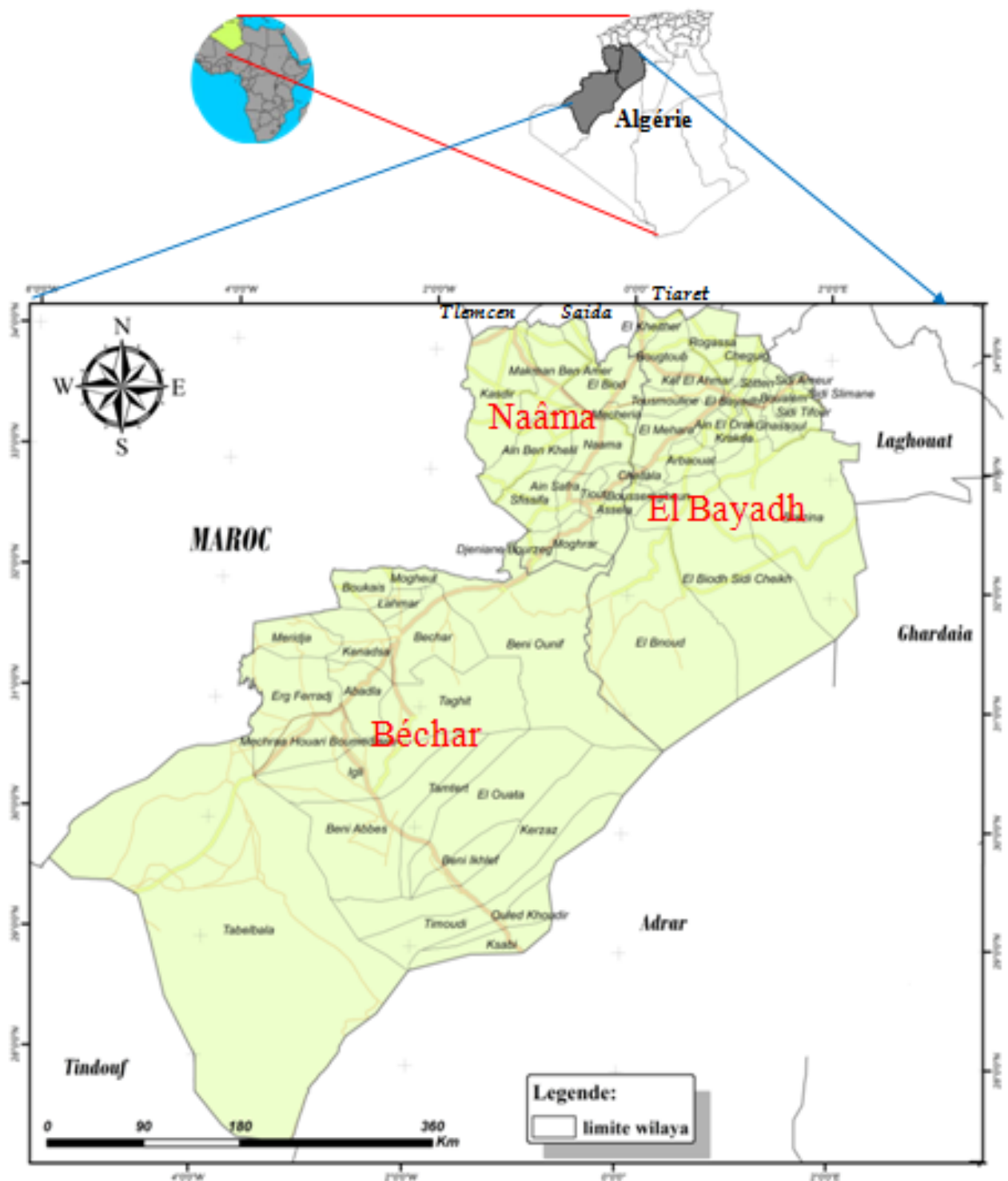
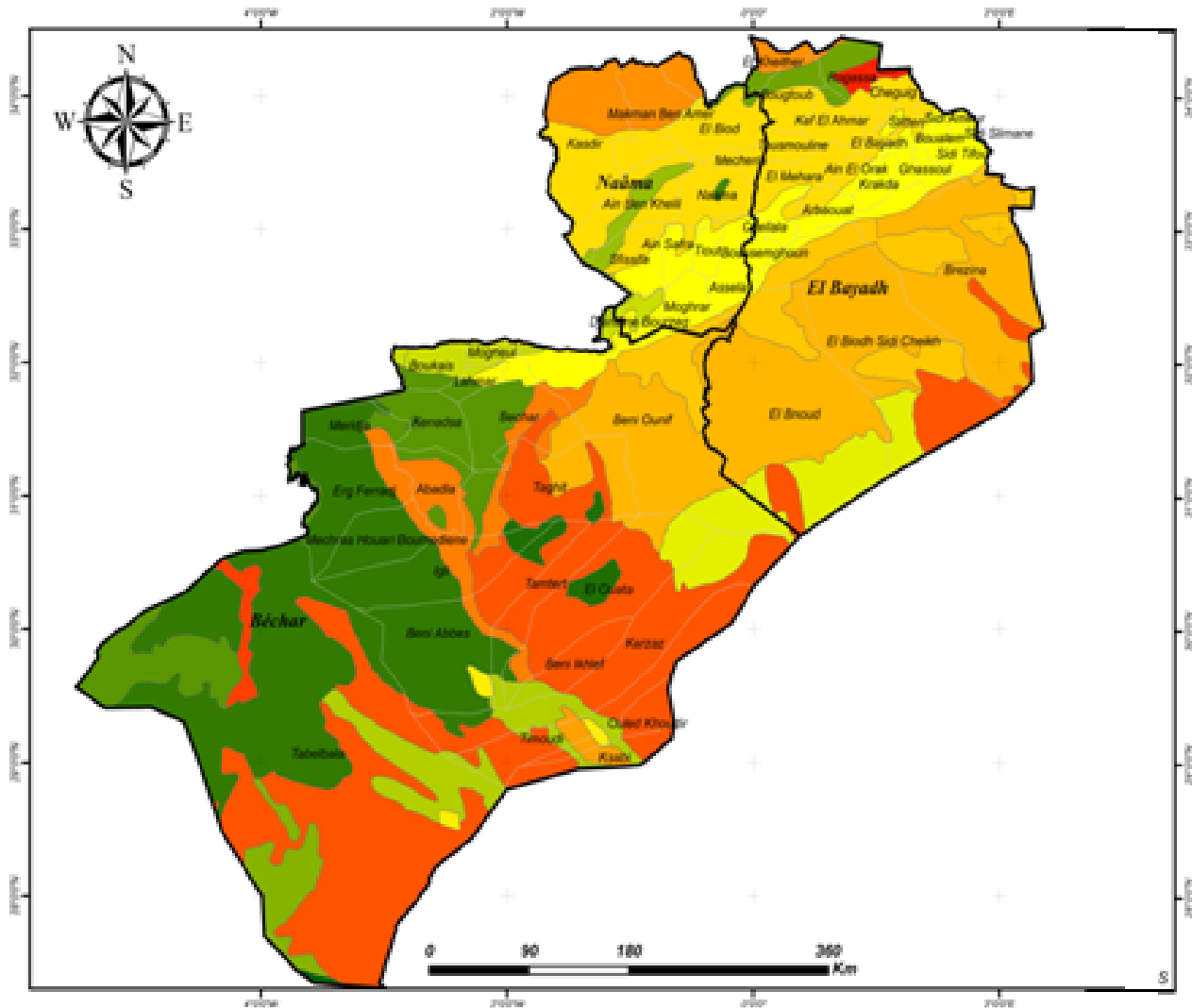


Figure 85. Carte de situation géographique de la région d'étude.

3.1.1. Carte pédologique

Cette couche d'information permet de donner un aperçu sur les sols où développement la végétation de manière générale et les groupements à *P. atlantica* de façon particulière. Les informations pédologiques représentent, sous cette forme, un outil fort utile pour la gestion des ressources naturelles par S.I.G. Cette carte pédologique réalisée (Fig.86), montre les principales unités pédologiques rencontrées dans la zone d'étude.



Légende

Limite wilaya
 Limite commune

FAOSOI

- | | | | |
|--|--|---|---|
| Bk2-2ab | I-Yy-b | Rc15-1/2a | Y7 |
| D/SS | Jc10-a | SALT | Yk11-1/2ab |
| I-Rc-1/2c | Jc11-3a | WATER | Yk5-1a |
| I-Y-b | Jc3-2a | X4-2a | Yy6-1a |
| I-Yk-a | Jc3-a | Y11-2ac | Zg3-3a |
| I-Yk-ab | ROCK | Y5-2ac | |

Figure 86. Carte pédologique de la région d'étude

3.1.3. Carte géologique

Cette couche d'information géologique permet de donner un aperçu sur les substrats et l'évolution géologique où se développent les groupements à *P. atlantica* de façon particulière. La carte ci-après (**Fig. 87**) résume les principales formations géologiques qui constituent l'ossature de la zone d'étude.

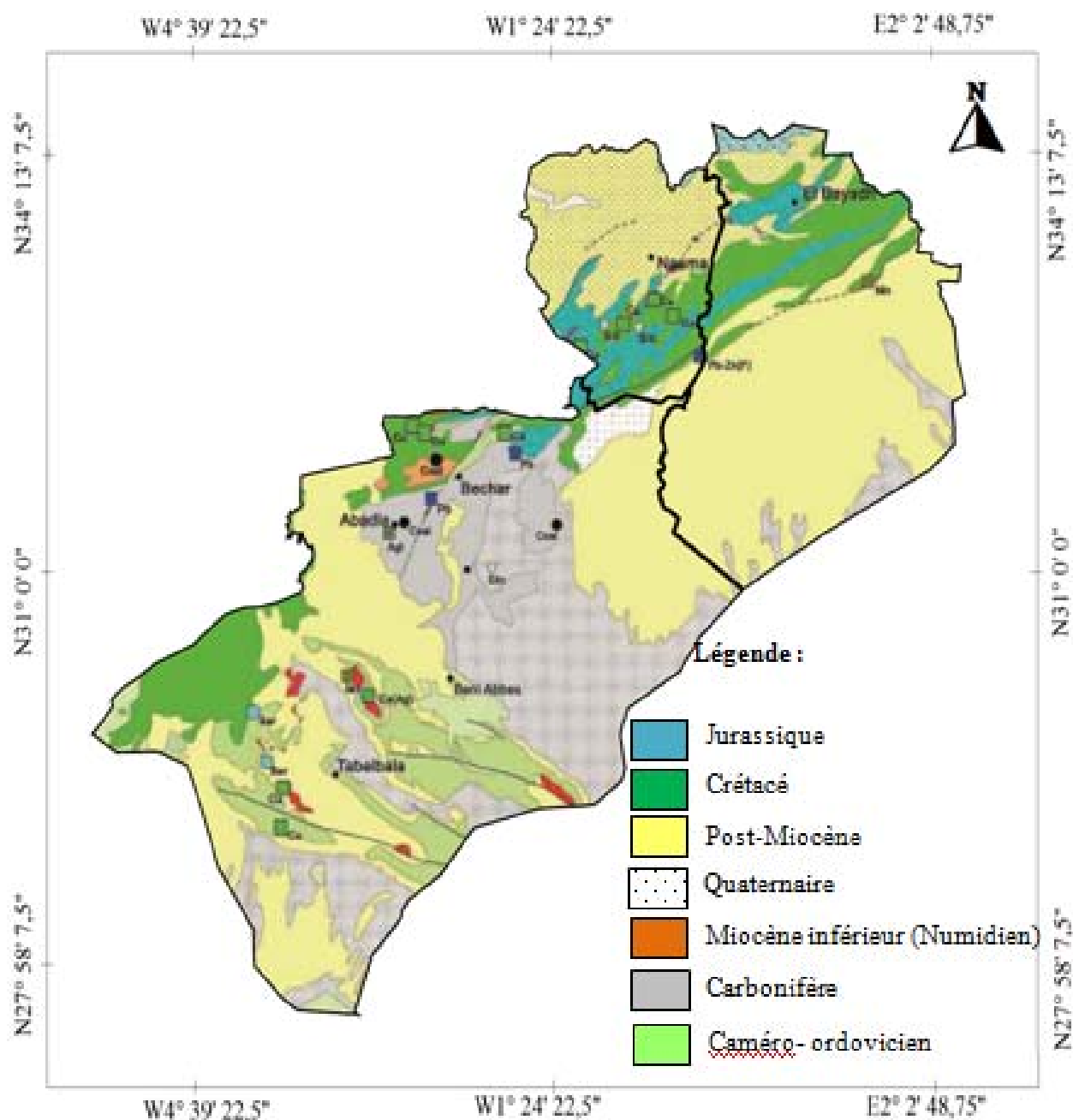


Figure 87. Carte géologique de la région d'étude
(Extrait de la carte des ressources minières A.S.G.A., 2014).

3.1.4. Carte bioclimatique

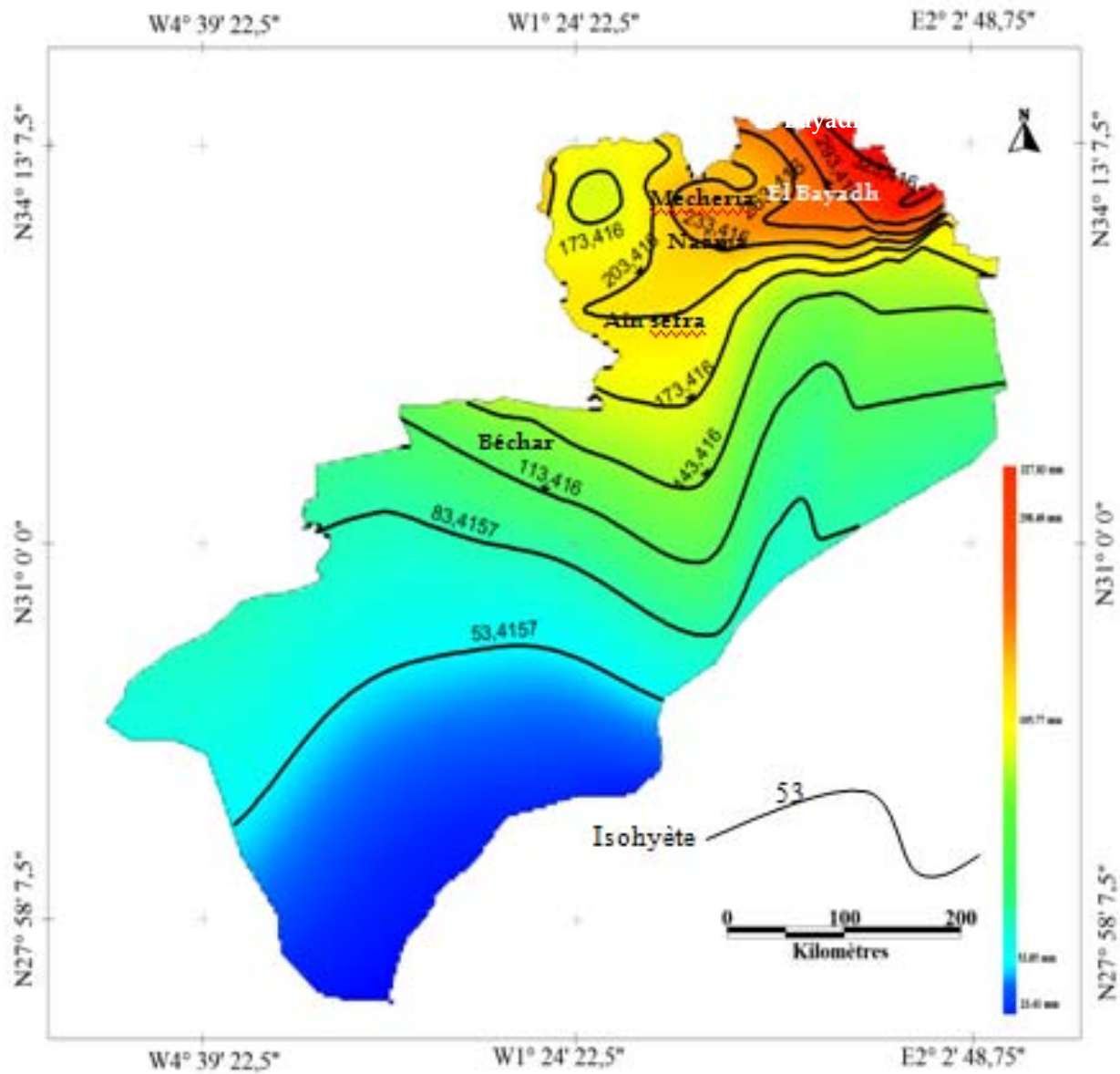


Figure 88. Carte bioclimatique de la région d'étude.

3.1.5. Carte du réseau routier

La carte du réseau routier est donnée par la figure ci-après.

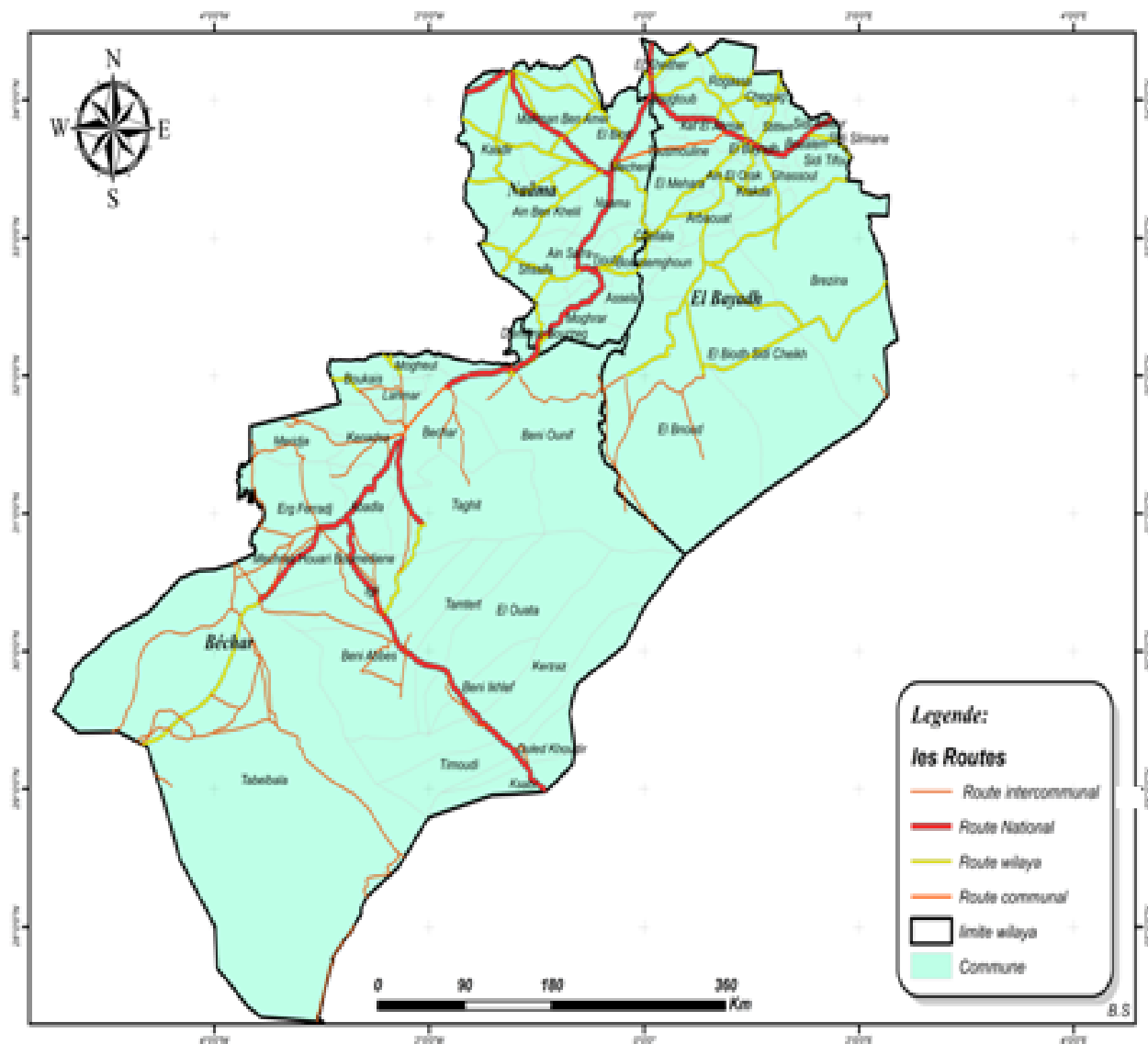


Figure 89. Carte du réseau routier dans la région d'étude.

3.1.6. Carte de la population

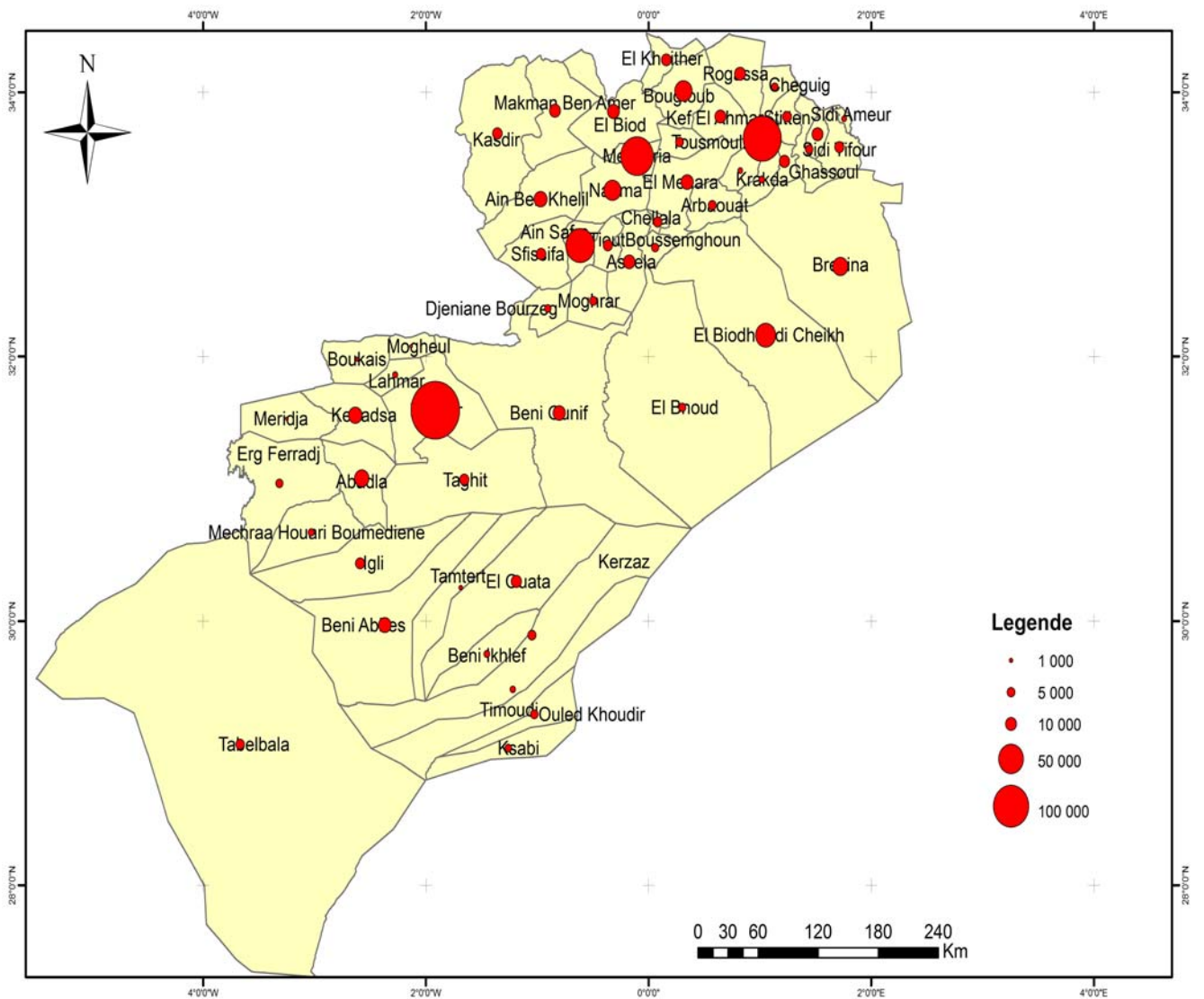


Figure 90. Carte de la population dans la région d'étude.

3.1.7. Carte du cheptel

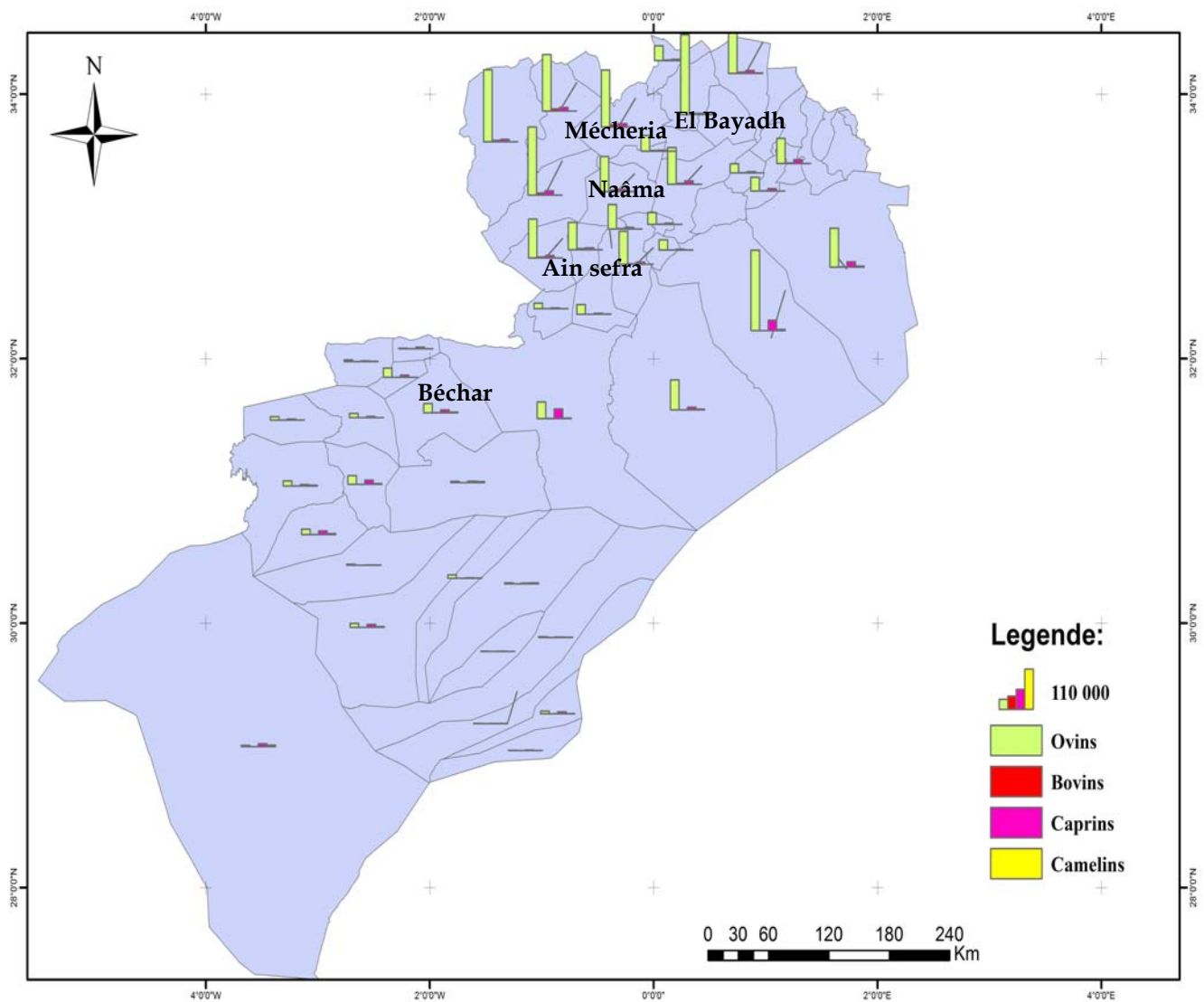


Figure 91. Carte du cheptel dans la région d'étude.

3.2. Extractions des cartes dérivées à partir de MNT

3.2.1. Carte de MNT de la région d'étude :

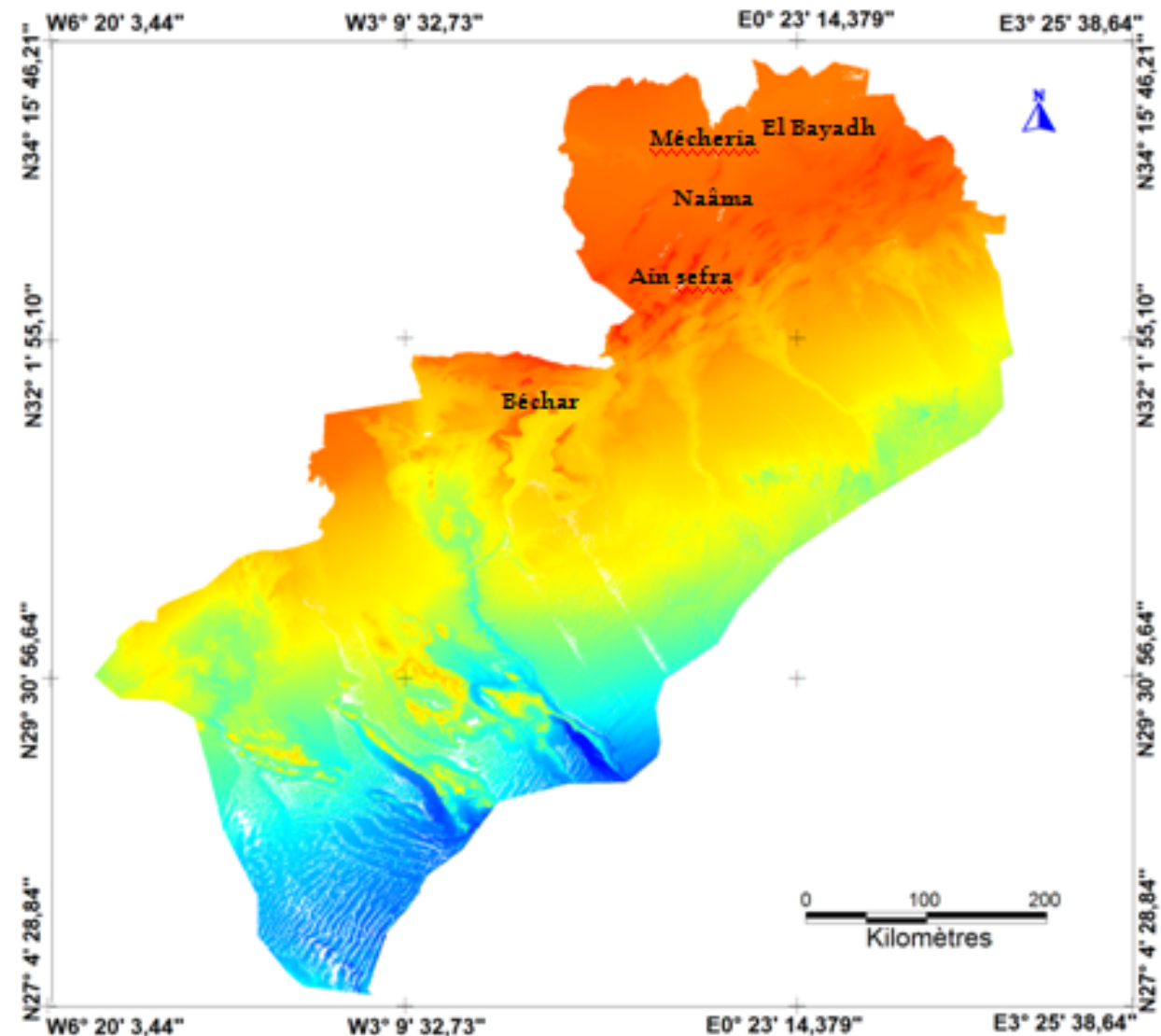


Figure 92. Carte de MNT de la région d'étude.

3.2.2. Cartes dérivées de MNT

3.2.2.1. Carte des courbes de niveau

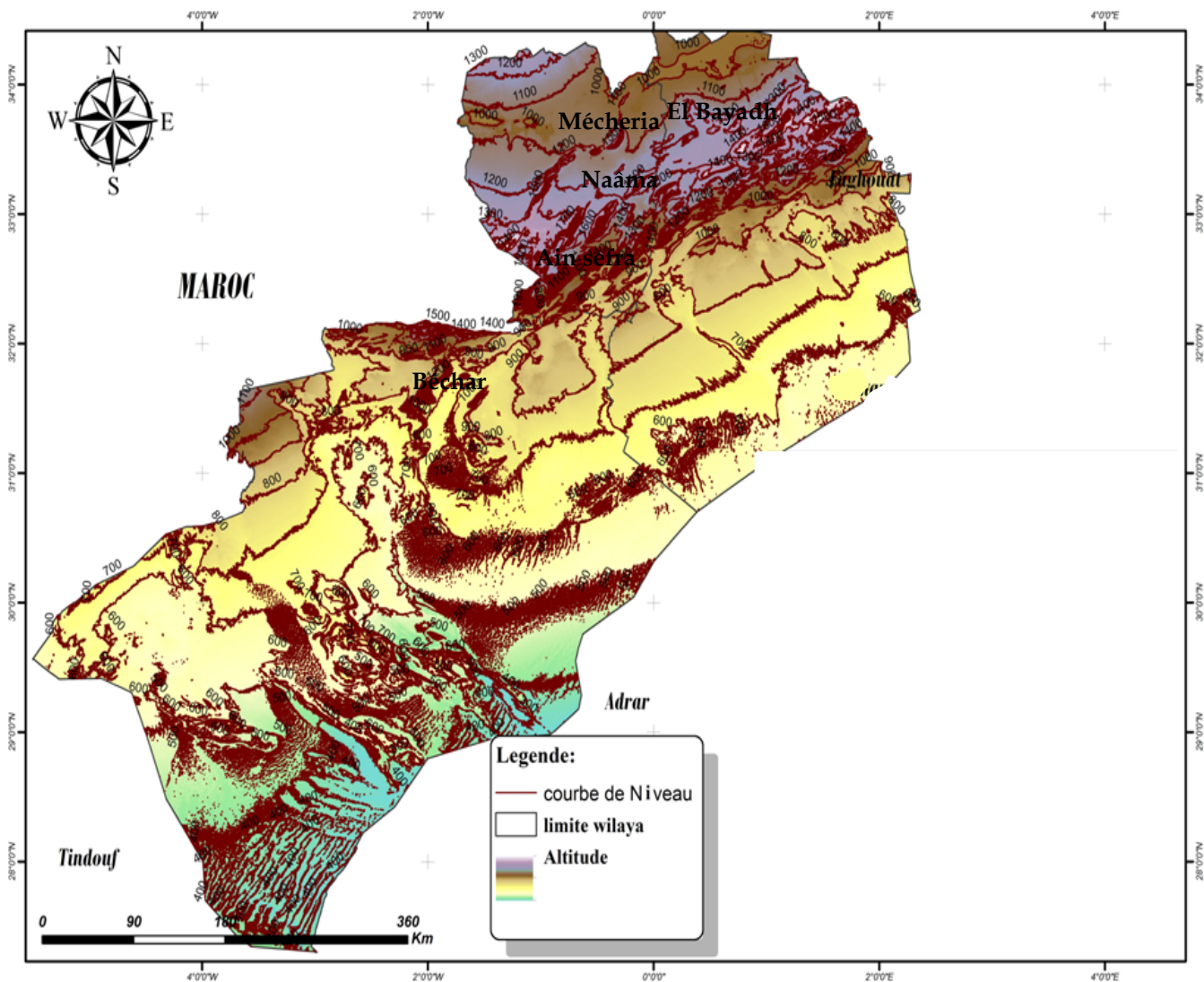


Figure 93. Carte des courbes de niveau de la région d'étude.

3.2.2.2. Carte des reliefs

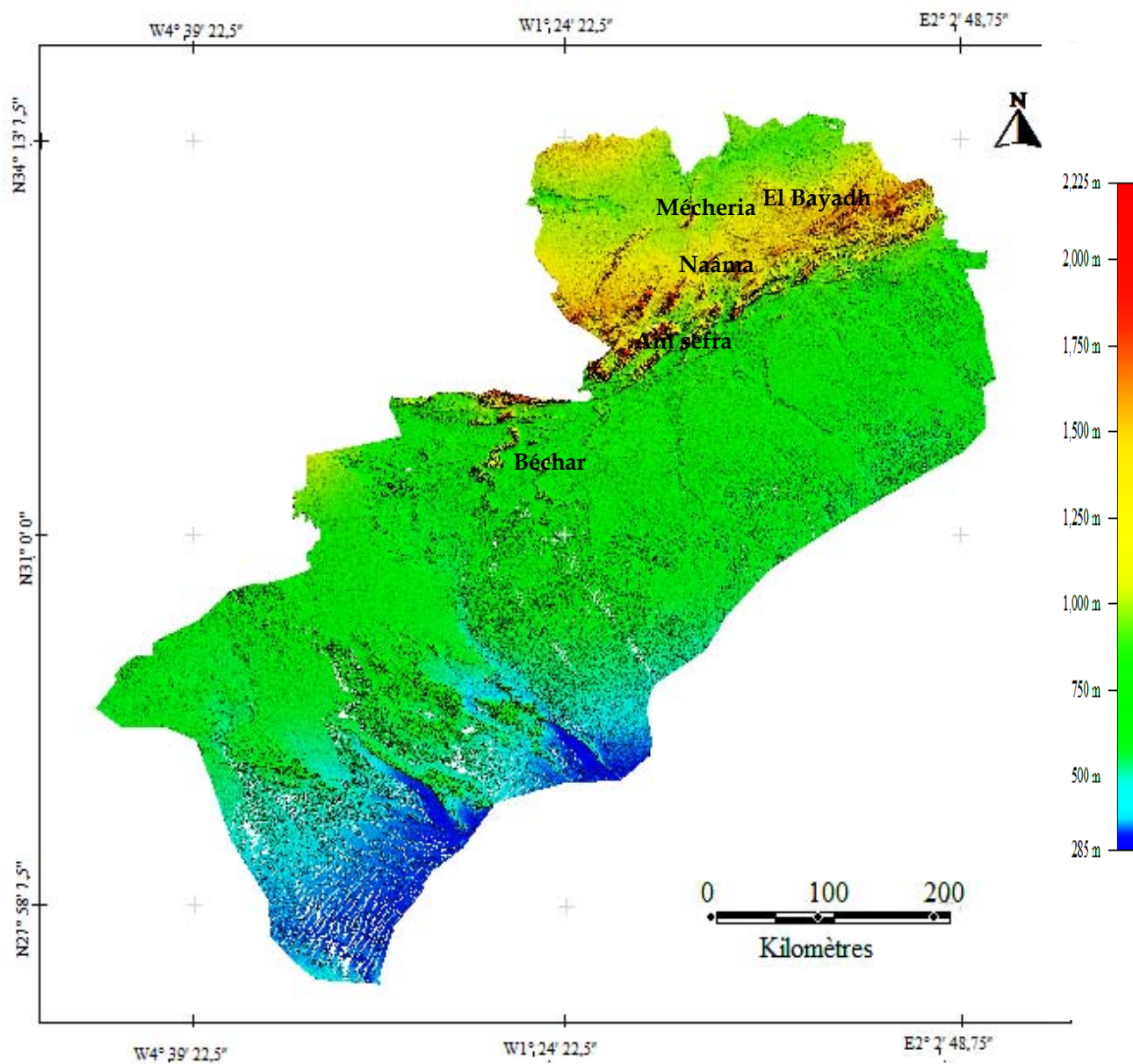


Figure 94. Carte des reliefs (3D) de la région d'étude.

3.2.2.3. Carte des pentes

La carte des pentes permettant la classification et l'explication de la surface du relief, et la catégorisation vers les montagnes, les piémonts, les plaines, les dépressions, les oueds, etc. Elle illustre la valeur des pentes de chaque espace ou de chaque forme topographique, on distingue : la zone de montagne, la zone de piémonts et la zone de plaine.

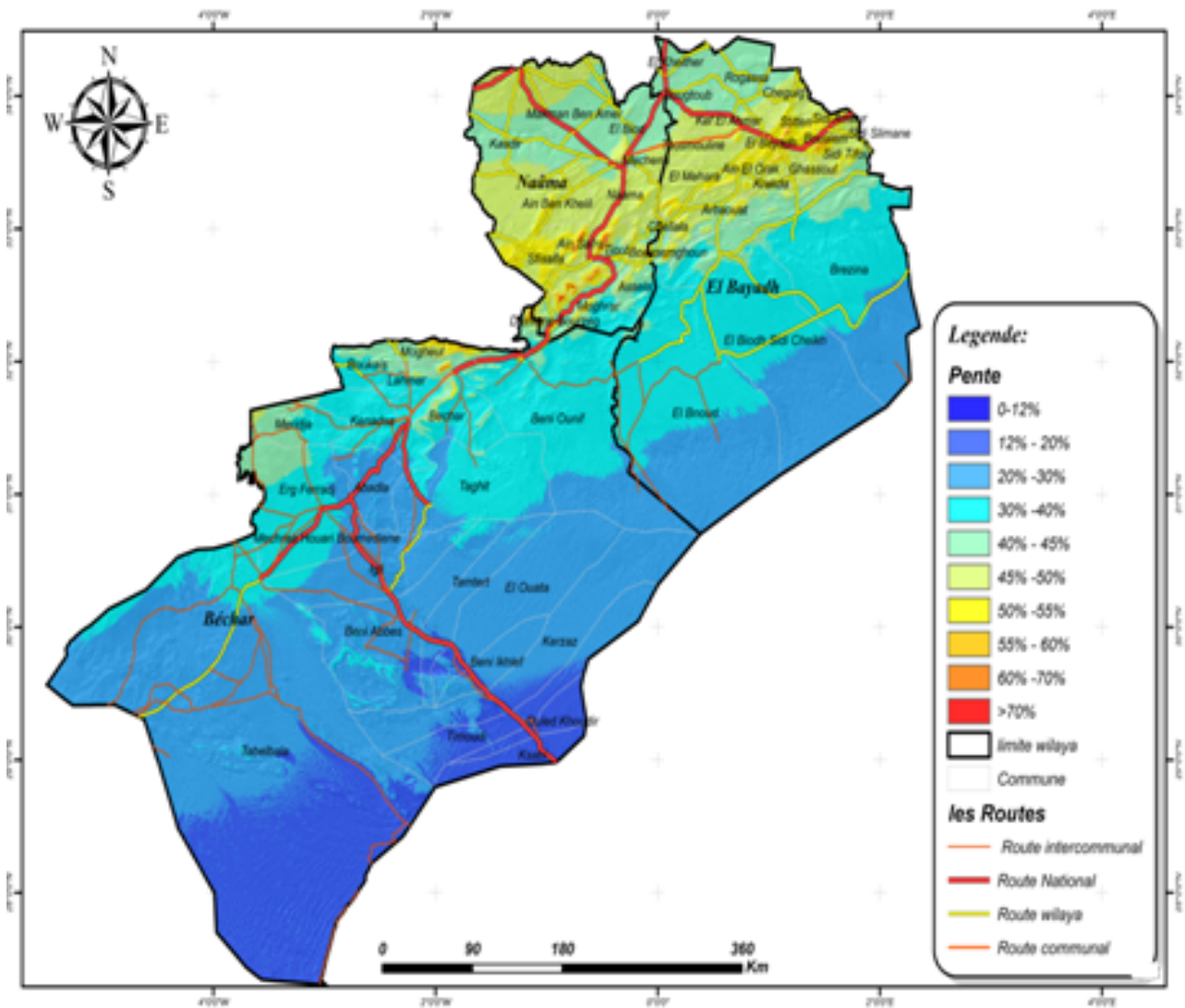


Figure 95. Carte des pentes de la région d'étude.

D'après la figure 95, l'observation de la carte des pentes établie sur la base d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) montre que les pentes de la zone d'étude où se répartissent les groupements à *Pistacia atlantica* sont généralement entre 45 et 55% traduisant en cela un modelé avec des zones plus accidentées au niveau du massif des monts et des plis de l'atlas saharien et les montagnes qui entourent la région de Gâaloul (Naâma).

3.2.2.4. Carte d'exposition

L'examen et l'exploitation de la carte des expositions, permettent de ressortir huit classes telles que mentionnées sur la légende de la carte (**Fig. 96**). On constate que l'exposition qui domine est celle de N.O et S, ce qui explique que la densité les arbres de Pistachier de l'atlas est influée sur la disposition, parfois dense jusqu'à une altitude relativement basse, 800 m environ. Le reste est occupé par des orientations du S.E, S.O. ces expositions sont exposé généralement à l'érosion plus que l'exposition de N.O et N.E. Ces expositions reçoivent moins de lumière et de température que l'exposition S.E et S.

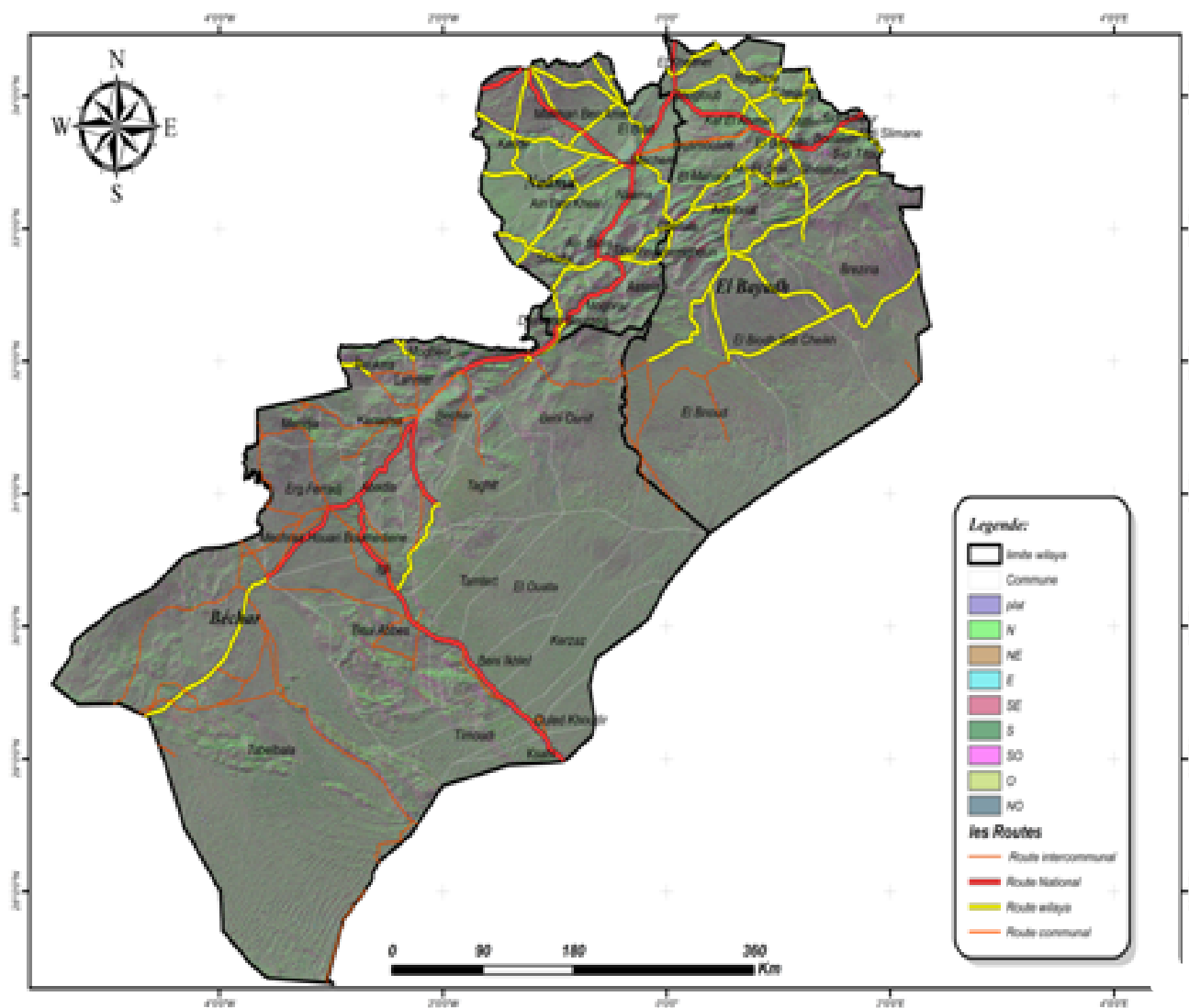


Figure 96. Carte d'exposition de la région d'étude.

3.2.2.5. Carte hypsométrique

Le tableau 67, nous permis de calculer quantitativement les surfaces de chaque classe d'altitude et leurs pourcentages par rapport à la surface totale de la zone d'étude.

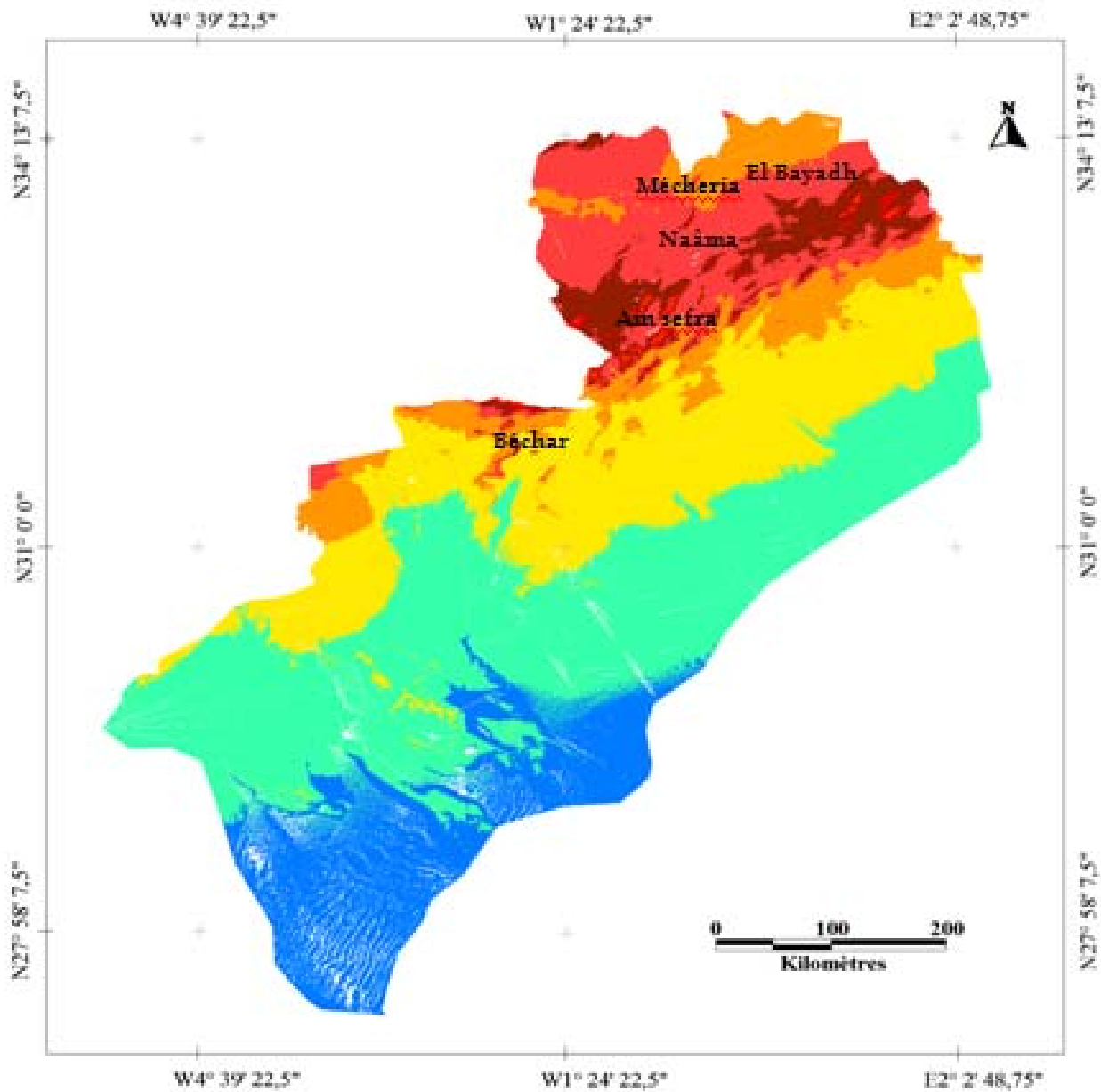
Tableau 67. Classes d'altitude dans la zone d'étude

Classes	Altitude (m)	Pourcentage (%)
Classe 1	[284 - 478]m	15,87
Classe 2	[478 – 672]m	36,15
Classe 3	[672 – 866]m	22,73
Classe 4	[866 - 1061]m	09,10
Classe 5	[1061 - 1255]m	11,00
Classe 6	[1255 - 1449]m	04,31
Classe 7	[1449 - 1643]m	00,65
Classe 8	[1643 - 1837]m	00,17
Classe 9	[1837 - 2031]m	00,05
Classe 10	[> 2031]m	00,01

L'examen et l'exploitation de ces données, permettent de mettre en évidence les points suivants :

- Les basses altitudes sont représentées en tons clairs alors que les altitudes élevées en tons foncés.
- L'altitude varie de 284 m jusqu'à atteindre et dépasse de 2000m au niveau du sommet des monts d'atlas saharien, le cas de Djebel Ksel (2008m). En ci concerne les Monts des Ksour constituent un ensemble montagneux assez élevé, avec certains sommets dépassant les 2000 m comme c'est le cas : au Djebel Aissa 2236 m, au Djebel Mir 2145 m, au Djebel Ksel 2008 m, au Djebel Mekter 2029 m et au Djebel Boudergua 1872 m (M.A.T. E., 2015).
- L'altitude moyenne est importante au niveau des piémonts et sur les collines de 700 à 1400 m : djebel Mezarif (1121 m), djebel Guetarra (1015 m), djebel Béchar (1206 m), Djebel Antar (1953 m), djebel Madouer si Moumene (1280m) et Djebel Horreit (1461 m).

L'orographie constitue un paramètre à ne pas négliger, elle est en corrélation assez élevée avec les classes de pente.



Légende

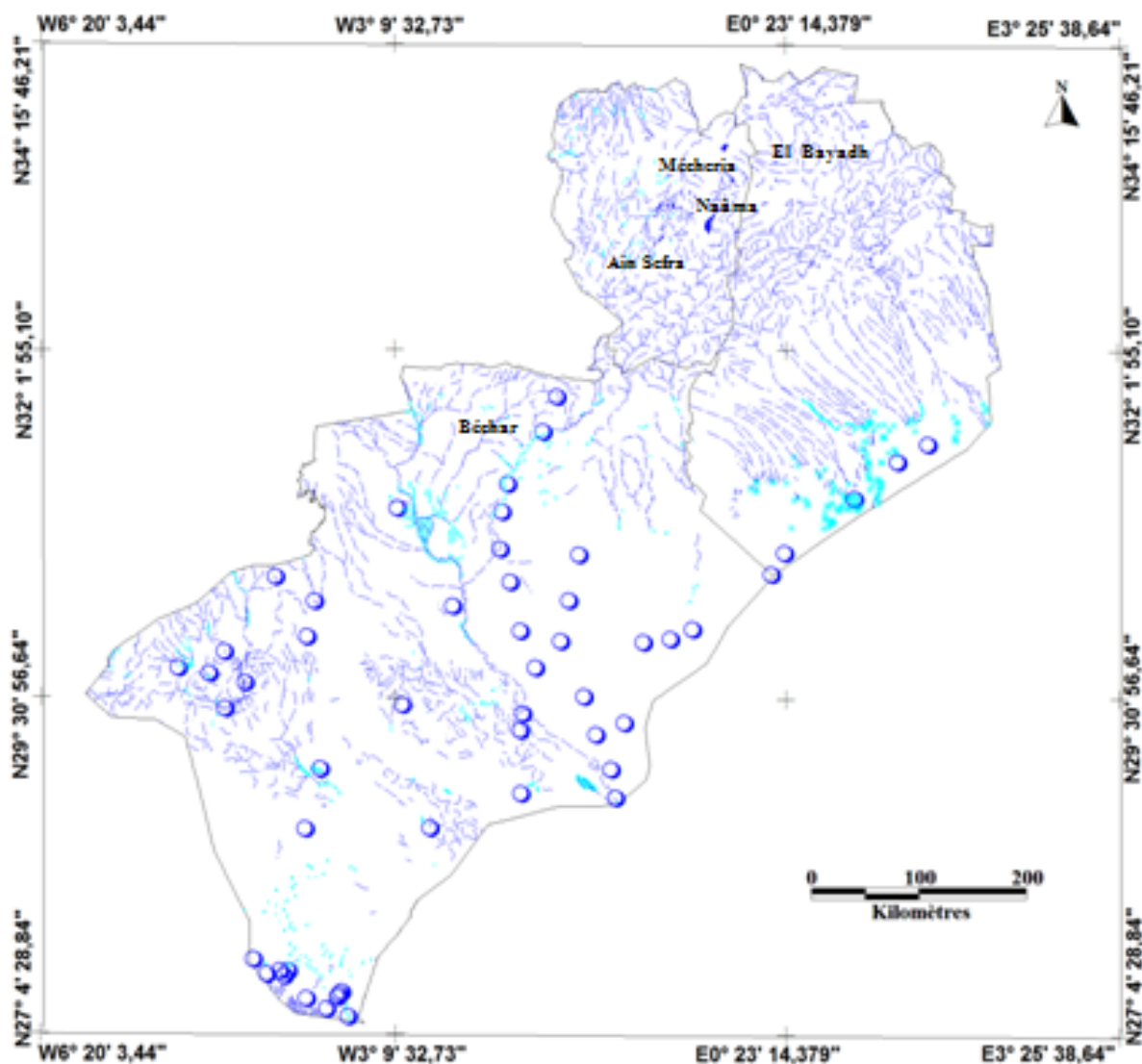
	284 - 478 m		1255 -1449m
	478 – 672m		1449 -1643m
	672 – 866 m		1643 -1837m
	866 - 1061m		1837 - 2031m
	1061 -1255m		2031-2225m

Figure 97. Carte hypsométrique de la région d'étude.

3.2.2.6. Carte du Réseau hydrographique:

L'examen de la carte du réseau hydrographique, montre les différentes catégories des Oueds et les différents cours d'eau, leurs sens et leurs ordres.

La carte du réseau hydrographique (Fig.82) renseigne sur grandes unités hydrographiques de la zone d'étude et le tracé des principaux oueds occupés par le *P. atlantica*, c'est-à-dire leur distribution dans les différents biotopes (lits des oueds, les berges). Parce que ce taxon se développe là où il y a la compensation hydrique.



Légende :

- | | | | |
|-----|-------------------------|---|--------------|
| --- | Cours d'eau temporaires | ■ | Barrages |
| ■ | Eaux permanente | ○ | Points d'eau |

Figure 98. Carte hydrographique de la région d'étude.

3.3. Carte de répartition des groupements à *Pistacia atlantica* dans le Sud-oranais

La figure 97 montre l'aire de répartition actuelle du pistachier de l'Atlas. Elle représente les zones potentiellement favorables au développement des groupements à Pistachier en fonction de leurs affinités écologiques (topographique, climatique, édaphique) dans le Sud-oranais a été établie. Elle comprend la limite géographique de l'aire de répartition de ces groupements.

La représentation cartographique indique que l'aire considérée par les groupements à *Pistacia atlantica* couvre un territoire relativement réduit s'étalant sur une superficie de 109776 hectares (2%) répartis entre plaines steppiques et Atlas saharien (Tab.68).

Tableau 68. Superficie des différents espaces occupés par le pistachier de l'Atlas

Régions	Superficie Ha	Pourcentage (%)
Béchar	33077,63	30%
Naama	44611,73	41%
El-Bayadh	32086,58	29%
Total	109775,94	100%

Cette carte de la végétation permet surtout de montrer l'état actuel et la distribution spatiale des arbres de pistachier dans le Sud-oranais. Elle montre aussi que le Pistachier peut couvrir de vastes étendues de part et d'autre de la chaîne montagneuse de l'Atlas, partant du Sud-Ouest du pays et allant jusqu'aux frontières de l'Algérie avec Maroc. C'est une essence correspondant un passé humides de l'Algérie occidentale à l'état disséminée, de caractère méditerranéen, ayant une aire botanique très étendue.

La répartition spatiale a montré de nombreux bouquets de *P. atlantica* et de *Ziziphus lotus* éparpillés. Ces bouquets d'un beau développement sont espacés et installés sur des dépressions circulaires « *Daya* ».

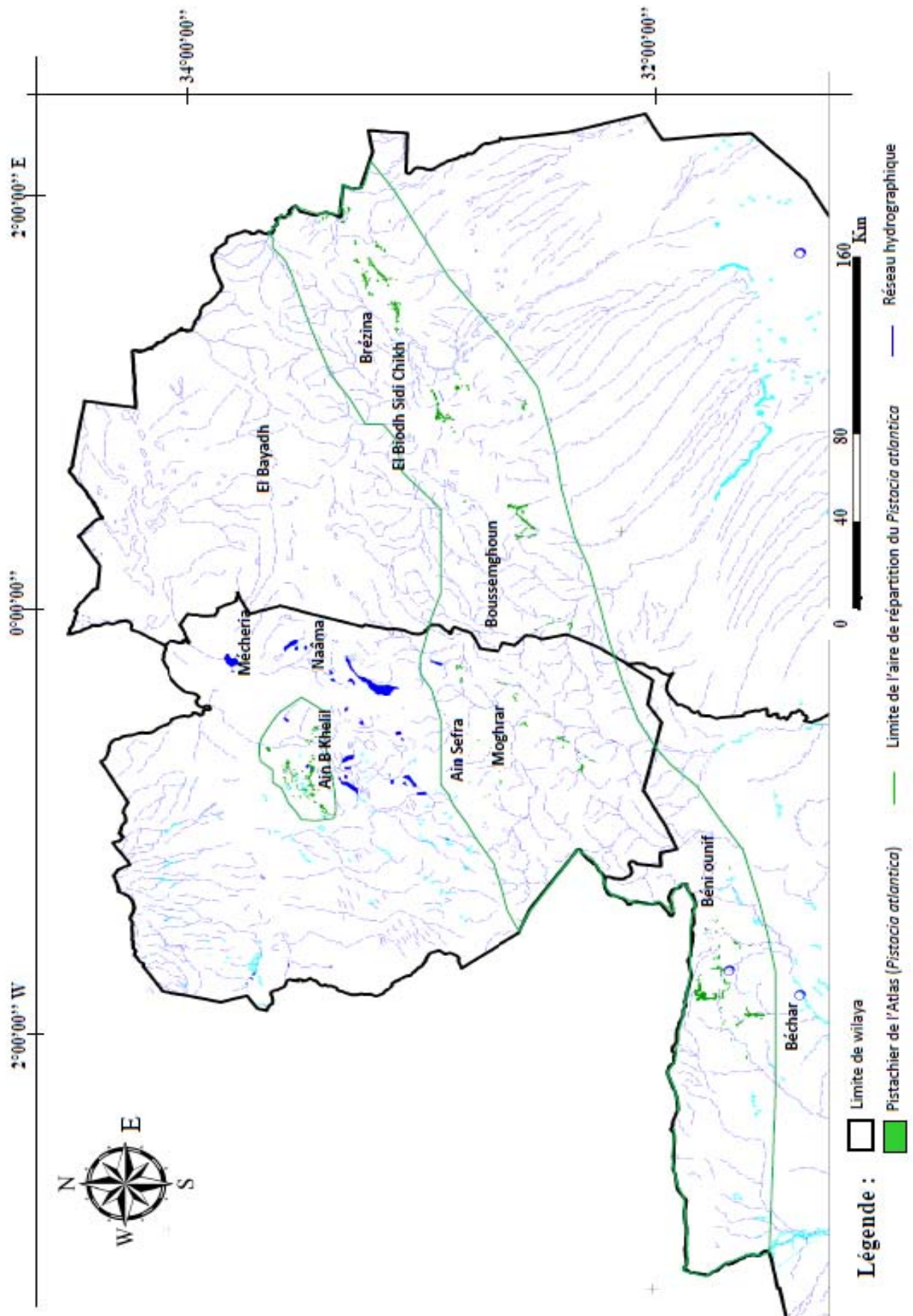


Figure 99. Carte de l'aire de répartition du *Pistacia atlantica* dans le Sud-oranais

Conclusion

Les différentes cartes thématiques réalisées constituent un outil pour la communication des différentes couches d'informations géographique, géologique, hydrologique, pédologique et la distribution de la végétation, donc elles vont nous permettre de choisir les combinaisons.

Toutefois, les cartes élaborées peuvent servir d'outils très utiles pour les décideurs et tous les acteurs de la gestion des ressources naturelles.

Ces cartes élaborées constituent un référentiel cartographique technique et d'une base de données actualisée destiné à éclairer les concernées à savoir les pouvoirs publics, des gestionnaires, les aménagistes, des universitaires chercheurs et les divers utilisateurs.

La carte de l'aire de répartition actuelle du *P. atlantica* réalisée constitue un outil fondamental d'aide à la planification, à la décision fiable et à la gestion. Elle permettant aussi de maîtriser la dynamique des informations dans le temps et dans l'espace sur le milieu afin de trouver des explications pour les aménagements réussis et celles échouées.

Il est urgent de le protéger pour sa conservation et l'utilisation durable de sa régénération et sa diversité biologique dans son aire naturelle de répartition.

Conclusion générale

Conclusion générale et Perspectives

La présente étude montre que le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) peut couvrir de vastes étendus de l'Atlas saharien et les hautes plaines steppiques oranaises et présentes une diversité floristique particulière.

L'étude climatique montre une diminution très nette des précipitations et une légère augmentation des températures. Cela déplace les stations météorologiques sur le climagramme d'Emberger vers des bioclimats plus secs et plus chauds. Cette perturbation climatique semble confirmer l'évolution de la végétation. Les groupements à *P. atlantica* présentent une grande amplitude bioclimatique et sont soumises à un climat semi-aride, aride à saharien. Ils se contentent d'une faible pluviométrie, de l'ordre de 100 à 250 mm/an et parfois moins. Ce phénomène s'étend des hautes plaines steppique jusqu'au piémont de l'atlas saharien dont les moyennes annuelles des précipitations oscillent entre 250 mm au Nord et 86 mm au Sud. Les données relatives à la température montrent des hivers froids ($-7,1 < m < 3,7^{\circ}\text{C}$), et des étés très chauds ($32,6^{\circ}\text{C} < M < 50,1^{\circ}\text{C}$). Ceci coïncide avec les étages de végétation du Mésosud et du thermo-méditerranéen. Elle est répartie dans le Sud-oranais où le quotient pluviométrique Q_2 (est supérieur à 7,45). Il en résulte que son meilleur développement atteint les altitudes comprises entre 700 et 1400 mètres considérées comme optimales pour cette espèce.

Dans le Sud-oranais, les groupements à *P. atlantica* ayant une aire botanique très étendue où ils couvrent des surfaces relativement appréciables par milliers d'hectares entre les plaines steppiques et région présaharienne de l'Atlas saharien. Ces pistachiers sont généralement à l'état dispersé (affleurements rocheux, thalwegs, ravins et lits d'oueds) ou regroupé, sous forme de bosquet, essentiellement dans les dépressions alluvionnaires (dayas).

Le *P. atlantica* est une des espèces endémiques (autochtones) très répandues dans la partie Sud Oranaise, il montre une parfaite adaptation aux conditions extrêmes.

Le *P. atlantica* appartient à la famille des Anacardiaceae qui formait autrefois des peuplements très denses. En raison de sa faible régénération, le pistachier se fait de plus en plus rare, parce que ses graines ne germent pas bien et sont souvent broutées par les herbivores aussi bien sauvages que domestiques.

Les groupements à *P. atlantica* dans le sud-oranais représentent également une importante diversité biologique, systématique et biogéographique. Les types biologiques et phytogéographiques permettent d'apprécier les différences de stratégies de vie et de répartition géographique. Le cortège floristique au sein des groupements à *P. atlantica* cache une grande phytodiversité sur plan quantitatif et qualitatif qui a permis de recenser 270 taxons, répartis en 50 familles et 185 genres, ce qui représente 38% des familles de la flore (Quézel et Santa, 1963).

Cette phytodiversité est liée à la position géographique, à la structure édaphique, à la géologie, à l'altitude, aux types de végétation steppique ou saharienne, à l'orographie, à la diversité des climats, à la topographie, à la nature et à la profondeur des sols et enfin aux divers degrés de la pression anthropozoïque.

Les caractéristiques écologiques sont étayées par une analyse statistique (A.F.C.) afin de mieux cerner les facteurs prépondérants. Cette analyse statistique fine, qui a porté sur 377 relevés et 270 espèces, nous a permis d'apprécier les divers facteurs qui interviennent dans la distribution et la répartition des groupements à *P. atlantica*.

Les jeunes sujets de *P. atlantica* que l'on peut rencontrer sont ceux qui poussent au milieu de touffes de jujubier (*Ziziphus lotus*) dont il est l'hôte classique. Le *Ziziphus lotus* se présente comme un buisson épineux qui protège le *P. atlantica* des animaux destructeurs, des vents et de l'avancée des plantes plus vigoureuses, jusqu'à ce qu'il grandisse. Une fois sa mission accomplie, le *Z. lotus* disparaît sous l'effet de la concurrence de son protégé qui fait partie du cortège floristique du *P. atlantica*, ainsi que d'autres espèces notamment *Zilla macropetera*, considérée comme un buisson épineux de la famille des brassicacées de même que des plantes appartenant à l'immense famille des astéracées, telles que *Launea arborescens*, *Anabasis aretioides*, *Gymnocarpos decander*, *Teucrium polium*, *Limoniastrum feei* ou *Anvillea radiata*.

Du point de vue édaphique, le Pistachier se développe dans tous les types de sols à texture grossière sablonneuse et sablo-limoneuse potentiellement humide et moins compact ; plus ou moins profonds, caillouteux, parfois même rocheux, où ils préfèrent les terrains argileux et les alluvions des dépressions (dayas). Ils se développent sur des sols peu évolués, regroupent les sols d'origine colluviale sur les piedmonts des djebels et les glacis, les sols d'origine éolienne avec des formations sableuses fixées et les sols d'origine alluviale dans les lits d'oued, les zones d'épandage et les dayas.

Sur le plan dendrométrique, le *P. atlantica* peut atteindre des dimensions imposantes (quinze mètres, avec une circonférence de trois mètres, dans le cas de dayas comme Oum Chegag et Hanntouzah), à la cime volumineuse et arrondie. Il est présenté comme un grand arbre xérophile puissant à tronc bien particulier.

La carte élaborée de l'aire de répartition du pistachier demeure un outil de gestion indispensable, fiable, très utile, destiné à éclairer les décideurs et tous les acteurs de la gestion des ressources naturelles pour prévoir l'évolution de la région.

Malgré ses grandes valeurs écologiques, cette espèce est menacée de disparition à cause de la sécheresse accentuée d'une année à l'autre, de l'exploitation anarchique comme bois de chauffage et de son utilisation comme fourrage par la population, et aussi à l'empêchement (voire le frein) de sa régénération naturelle. Il est en voie d'extinction très proche si des mesures effectives ne sont pas prises dans l'immédiat pour le sauvegarder.

Certes, le *P. atlantica* est une espèce qui joue un rôle prépondérant dans les équilibres des écosystèmes sahariens. Elle a donc un double aspect : socio-économique (cuisson, chauffage, intérêts thérapeutiques) et écologique (lutte contre la désertification et contre l'érosion des sols etc.).

Ce travail, loin d'être exhaustif, ne constitue qu'une étape dans la connaissance phytoécologique des groupements à *P. atlantica*. Il mérite d'être poursuivi par d'autres études complémentaires plus approfondies afin de comprendre le fonctionnement de cet écosystème à la fois fragile et complexe.

Perspectives

Nous savons très bien que *P. atlantica* est une espèce d'avenir pour l'Algérie occidentale. Malgré le stress écologique subi, son adaptation lui permet une dynamique et une remontée biologique. Les espaces à groupements de *P. atlantica* devraient être pris en compte dans les inventaires des patrimoines forestiers local et national.

Sa conservation et sa multiplication sont donc une nécessité incontournable, les gestionnaires forestiers et les administrateurs doivent se pencher sur le problème de la valorisation de cette ressource phytogénétique et lui accorder beaucoup plus d'importance.

Dans le but de la préservation et le développement des zones à pistachier, il y a lieu d'envisager la technique de mise en défens de ce groupement ayant une adaptation identifiée avec les conditions du milieu telles que la résistance à la sécheresse.

Il est fortement recommandé de procéder à l'implantation et le reboisement de cette espèce dans les zones marginales ou menacées par l'érosion et la désertification puisqu'il se régénère et s'adapte aux endroits les plus arides où peu d'espèces d'arbres peuvent s'établir et se développer (Belhadj et *al.*, 2008). Son système racinaire très puissant, lui permet de fixer des sols à pentes fortes, Il peut être envisagé en Défense et Restauration du Sol (D.R.S).

Cette espèce fait partie de la culture de la population locale, pour cela il est de notre devoir de la sauvegarder et de la valoriser. Elle constitue une excellente barrière contre l'avancée du désert.

La valorisation du *P. atlantica* exige une gestion particulière dans son aire naturelle, afin de d'assurer une meilleure préservation des surfaces résiduelles, une solution parmi d'autres pour la reconstitution de la strate arborée et une réelle reconfiguration de cette espèce et de tout son cortège floristique.

Pour améliorer cette forme de protection, un équilibre entre les activités humaines et la dynamique naturelle de cette espèce est nécessaire. Il faudra aussi favoriser le développement harmonieux des différentes strates (herbacées, chaméphytes et phanérophyles) par la création de ceintures végétales par des espèces non consommées par le bétail comme *Ziziphus lotus*, *Hammada scoparia*, *Launaea arborescens*, *Rhus tripartita*, *Thymelaea microphylla* et *Nerium oleander*.

L'apport des énergies (électricité et gaz) à usage domestique est nécessaire pour éviter la dégradation du patrimoine naturel à *P. atlantica*.

Toute action de réhabilitation avec succès du pistachier de l'Atlas, doit obligatoirement s'attacher à rationaliser (voire à éradiquer par endroits) l'intervention de l'homme et doit, par ailleurs, s'articuler nécessairement autour des objectifs prioritaires suivants :

- Nécessité de prendre des mesures délimitant les lieux de pâturage, avec une mise en place d'un cadre réglementaire de protection du pistachier dans la majorité de son aire de répartition, afin de préserver la régénération naturelle de l'espèce.

- Information (et/ou formation) et sensibilisation des riverains et des usagers, sur les spécificités, l'importance et l'intérêt de la conservation de cet arbre et de son écosystème en Algérie.

- Etablir un programme de lutte contre les principaux agents responsables du mauvais état sanitaire des arbres de *P. atlantica*, notamment les insectes ravageurs, particulièrement les pucerons dorés, le criquet et les acariens.

- Installation des ouvrages antiérosifs tels que le gabionnage pour stopper le phénomène de déracinement des arbres par l'érosion hydrique qui règne dans les lits d'oueds occupés par *P. atlantica*;

- Reboiser et en particulier les parties dégradées, afin de multiplier cette essence (semis ou végétative) et en conserver les ressources phylogénétiques in situ et leurs graines.

Il est urgent de proposer pour classement, comme réserve naturelle intégrale ou comme parc national, les aires occupées par les groupements à pistachier de l'Atlas.

Néanmoins de telles actions ne pourront être positives sans l'adhésion des populations locales afin d'intégrer l'ensemble des usagers (pouvoirs publics, les gestionnaires et les divers utilisateurs) dans le processus de réhabilitation et de développement durable.

Une maîtrise des connaissances de *P. atlantica* ; sa biologie, sa phénologie, son habitat et sa dynamique devrait permettre dans l'avenir son extension et son maintien dans le Sud-ouest algérien.

Il est primordial de préserver le *P. atlantica*, considéré comme un patrimoine, pour les générations futures, par son exploitation rationnelle et par sa régénération par la maîtrise des techniques de multiplication par élevage et de plantation tout en sélectionnant les meilleurs géotypes résistants aux maladies, insectes ravageurs et aux différents stress abiotiques.

Son intérêt ; forestier, agronomique et écologique ; peut lui ouvrir des horizons très intéressants, notamment comme porte-greffes pour la culture du Pistachier fruitier (*Pistacia vera*) dans les zones semi-arides. Cette proposition reste d'actualité puisque les agriculteurs sur place sont intéressés par cette culture.

Références bibliographiques

- 1 - **ABABOU A., CHOUIEB M., KHADER M., MEDERBAL KH., BENTAYEB Z. & SAIDI D., 2009.** Analyse des associations végétales de la plaine salée du Bas-Cheliff, Algérie. Acta Biol. Par., Curitiba, 38 (1-2): 75-91.
- 2 - **ABDELGUERFI A., LAOUAR M., 2000.** Conséquences des changements sur les ressources génétiques du Maghreb. *Options Méditerranéennes*, Sér. A, n° 39, 77-87.
- 3 - **ABBE H., 1901.** Flore descriptive et illustrée de la France. Lib Sc, Nat. Paris
- 4 - **ABDELKRIM H., 1986** es Dayates du sud de l'Atlas saharien (Algérie). Coll. Phytosoc., 13: Végétation et géomorphologie. Ed. Cramer Stuttgart ; 361-371
- 5 - **ABDELKRIM H., 1992.** Un joyau floristique : l'oued Idikel , oued à *Pistacia atlantica* et *Myrtus nivellei* dans le Hoggar .Documents phytosociologiques N.S. Vol.XIV Camerino , : 211-218
- 6 - **ABOUSSALIM A., EL MAHBOUL B. & WALIDI L. B., 1992.** Germination in vitro de graine et croissance de plantule de pistachier (*Pistacia vera* L.). Rev. Rés. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride, 4 : 17-23.
- 7 - **ACHHAL A., ZIRI ., & KHATTABI A., 2004.** Analyse phytosociologique des formations de matorral du massif des Béni-Snassène (Maroc oriental). Acta Botanica Malacitana, 29 : 67-87.
- 8 - **ABOUSSALIM A. et KHALLI E. M., 1992.** Délimitation des zones à vocation pistachier au Maroc. Rev. Rés. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride, 4 : 33-39.
- 9 - **APG III. 2009.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 161, pp. 105-121.
- 10 - **ANRH, 2005.** Carte des études pédologiques et agro-pédologiques réalisées par l'ANRH entre 1963 et 2004.
- 11 - **ACHOUR H., AIDOU D A., AIDOU D F., BOUZENOUNE A. DAHMANI M., DJEBAILI S., DJELLOULI Y., KADIK L., KHELIFI H., MEDIOUNI K. ET NEDJRAOUI D., 1983.** Carte de l'occupation des terres de l'Algérie – Carte pastorale de l'Algérie. Biocénoses. Bull. Ecol. Terr. U.R.B.T. Alger. 132p.
- 12 - **ADI N., 2001.** Contribution à l'étude des formations à *Salsola vermiculata* L. le long d'un gradient de salinité dans la région du Chott Chergui (Sud-Oranais). Mém. Mag. Univ. Alger. 118 p.
- 13 - **AGABI C., 1995.** Daya. In 15, *Daphnites – Djado*, Aix-en-Provence, Edi sud , Volumes, n° 15, p. 2246-2248.
- 14 - **AÏDOUD A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle USTHB. Alger. 245 p. + Annexes.
- 15 - **AÏDOUD A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises (Algérie). Thèse Doct. U.ST.H.B. Alger. pp 43- 210.
- 16 - **AIDOU D A., 1998.** Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Conférence du réseau MESOE (Méditerranée Enseignement Secondaire Observation et Environnement. 50p.
- 17 - **AÏDOUD A., LE FLOC'H E ET LE HOUÉROU H.N. 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse, vol. 17, n° 1-2, p. 19-30.
- 18 - **AIDOU D L., 1984.** Contribution à la connaissance des groupements à Sparte (*Lygeum spartum* L.) des Hauts plateaux sud oranais. Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse Doct. spécial. Univ. Sci. et Technol., Alger.
- 19 - **AIME S., 1988.** Aspects écologiques de la présence de quelques espèces steppiques (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* , *Artemisia herba-alba* , *Noaea mucronata*) en Oranie littorale. Biocénoses, T.3, N°1-2, U.R.B.T., Alger: 16-24.
- 20 - **AIME 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 occidentale). Thèse Doctorat Université d'Aix-Marseille III : 194p. + Annexes.
- 21 - **AIT-RADI A., 1979.** Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* et d'*Alianthus altissima*. Mémoire d'ingénieur, INA Alger. 40p.
- 22 - **AIT-SAÏD S., 2003.** Etude biosystématique et évolution adaptative de *Pistacia atlantica* Desf. : cas de deux populations de la région de Djelfa. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques, INA d'El Harrach, 113 p.
- 23 - **AIT-SAÏD S., KADI-BENNANE S. & SMAÏL-SAADOUD N., 2003.** Etude comparative de l'adaptation de trois populations de *Pistacia atlantica* Desf. (Ain Oussera, Messad, Tamanrasset) par le biais des dimensions stomatiques. Journée de l'INRGREF, Hammamet Tunisie.

- 24 - **ALCARAZ C., 1977.** Carte de la végétation de l'Algérie au 1/500 000. Feuille d'ORAN. Soc. Hist. Nat. Afr. du N., Alger.
- 25 - **ALCARAZ C., 1970.** Etude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell oranais. Thèse de Doct., Spécialité. Univ., Montpellier, 183 p + ann + 24 tabl + 9 cartes + 6 gr.
- 26 - **ALCARAZ C., 1982.** La végétation de l'Ouest algérien. 3 vol.: vol. 1: 415 p., vol. 2: 24 grph et tabl + 13 cartes dont une carte au 1/50. 000^{ème} en couleur. vol. 3: 116 p + tabl. phyto. Thèse d'Etat, parue ronéotypée. Perpignan.
- 27 - **ALCARAZ C., 1991.** La Tétraclineaie sur terra rossa en sous-étage semi-aride supérieur chaud. TH2: Groupement à *Tetraclinis articulata* et *Rhus pentaphylla* (Variante thermophile). *Mediterranea Ser. Biol.* (1991), n° 13: 91-104.
- 28 - **ALLOUI L., 2005.** Extrait de feuilles le pistachier de l'Atlas t son application comme insecticide sur le puceron noir. Mémoire de Magister. Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur. Université de Kasdi Merbah Ouargla. 82p.
- 29 - **AL-SAGHIR M.G., PORTER D.M., and NILSEN E.T., 2006.** Leaf anatomy of Pistacia species (Anacardiaceae) *Journal of Biological Sciences*, 6, 242-244.
- 30 - **ALYAFI D., 1979.** Approche systématique et écologique du genre *Pistacia* de la région méditerranéenne. Thèse Doctorat. 3^{ème} cycle, Faculté de Saint-Jérôme, Marseille. 130p.
- 31 - **AMARA M., 2009.** Contribution à l'étude de *Pistacia atlantica* Desf. dans le Nord-Ouest Algérien : Aspects écologique et cartographique. Mémoire Magistère, Département de Biologie et Environnement, Faculté des Sciences. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 130p.
- 32 - **AMARA M., 2014.** Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest algérien. Thèse de Doctorat. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 189p.
- 33 - **ANRH ., 1993.** Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500000" (2 feuilles, une notice de 49 p.). Ministère de l'Equipement, éd. I.N.C., Alger.
- 34 - **AROOR ELHACHMI 2001.** Variation diachronique saisonnière de la dynamique de végétation dans une zone pré saharienne (Cas de la région de Messâad W.Djelfa). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agropastoralisme. Centre Universitaire Ziane Achour Djelfa. 112p.
- 35 - **ARIBI A. et AYAD N., 2014.** Contribution à une étude histologique et morpho métrique des feuilles du lentisque (*Pistacia lentiscus*) du mont de Tessala (Algérie occidentale). Mémoire de Magister. Département de l'Environnement. Université de Djillali Liabes de Sidi Bel Abbès. 62p.
- 36 - **ASHOK K M., 2008.** Information to Geographical Information system. Concept publishing company. First published., New Delhi., 37 p.
- 37 - **ATI S., 2010.** Cartographie de l'aire de répartition de l'espèce *Genista numidica* ssp *numidica* et sa valeur biologique dans l'Est algérien. Mémoire de Magister en écologie végétale. Département de Biologie. Faculté Des Sciences Université - Badji Mokhtar – Annaba. 74p.
- 38 - **AYYAD, M.A. HILMY, S.H. 1974.** The distribution of *Asphodelus microcarpus* and associated species on the western Mediterranean coast of Egypt. *Ecology*, 55, 511-524.
- 39 - **BABALI B., 2014.** Contribution à une étude phytocéologique des monts de Moutas (Tlemcen- Algérie occidentale): Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique. Thèse de Doctorat. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 160p
- 40 - **BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 88 : 193-239.
- 41 - **BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1957.** Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Geog.*, 335 : 193-220.
- 42 - **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1958.** Carte des précipitations de l'Algérie et de la Tunisie au 1/500.000' I.G.N. Paris.
- 43 - **BAIZE D. & JABIOL B., 1995.** Guide pour la description des sols. INRA., Paris, 375 p.
- 44 - **BARBERO M., 1990.** Méditerranée bioclimatique, sclérophyllie, sylvigénèse. *Ecol*
- 45 - **BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. & QUEZEL P., 1990.** Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the Western part of Mediterranean Basin. *Vegetatio* 87: 151-173.
- 46 - **BARBERO M., LOISEL R., MEDAIL F. & QUEZEL P. 2001.** Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. *Bocconea*, 13 : 11-25.
- 47 - **BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. & QUEZEL P. 1989.** Sclerophyllous *Quercus* forests of the Mediterranean area : ecological and ethological signifiante. *Bielefelder Ökol. Beitr.*, 4 : 1-23.

- 48 - **BARKOUDAH Y., VAN DER SAR D. 1982.** L'*Acacia raddiana* dans la région de Béni-Abbés (Algérie). Bull. Soc. Hist. Nat.fr. du Nord ; 70 (1 à 4): 79-121.
- 49 - **BARRY J. P., CELLES J. C., MANIERE R., 1981.** Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note III : l'analyse de la végétation d'In Salah et Tamanrasset. Naturalia monspeliensia, sér. Bot., 39, 40 p.
- 50 - **BARRY J.P., CELLES J.C. & FAUREL L., 1974.** Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/1.000.000. CRBT, Alger, 42 p.
- 51 - **BARRY J. P., FAUREL L., 1968.** Carte de la végétation de l'Algérie au 1/500 000. Feuille Ghardaia. Soc. Hist. Nat. Afr. du N., Alger.
- 52 - **BARRY J.P. & CELLES J.C., 1972, 1973.** Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara Algérien (entre 0° et 6° de longitude Est). Nat. Monsp. Sér. Bot, 23-24. pp 5-48.
- 53 - **BARTHES J.P., BORNAND M., 1986.** Cartographie des sols en moyenne montagne calcaire sèche. Séminaires d'agro-météorologie. Toulouse. Colloque INRA n° 39, Toulouse, 95-106.
- 54 - **BEKKOUCHE A., 2016.** Evolution du paysage steppique dans le Sud de Tlemcen (Algérie Occidentale). Département d'Ecologie et Environnement Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 129p.
- 55 - **BELDJAZIA A., 2009.** Etude écologique et cartographique de la végétation du massif de la Mahouna (Guelma). Mémoire Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Magister en Ecologie Végétale (Option : Cartographie des écosystèmes forestiers de l'Est Algérien). Département de Biologie. Faculté des Sciences et de l'Ingénierie. Université Badji Mokhtar Annaba. 92p.
- 56 - **BELHACINI F., 2011.** Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen. Département d'Ecologie et Environnement Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 125p.
- 57 - **BELHADJ S., DERRIDJ A., AUDA Y., GERS C. ET GAUQUELIN T., 2008.** Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie » CNRC Canada Botany 86(5): 520–532
- 58 - **BELHADJ S., 1999.** Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. Centre Universitaire de Djelfa. pp107-110
- 59 - **BELKHODJA., 2014.** Contribution à la description anatomique du phytomère chez le genre *Pistacia* de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de Master. Département des ressources Forestières Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 34p.
- 60 - **BELOUAM N., 1971.** Contribution à la connaissance des sols de la région de Souk Ouled Nadja (Hodna, Algérie). Thèse Université de Gand, Belgique, 221 p.
- 61 - **BENABADJI N., 1995.** Etude phyto écologique des steppes à *Artemisia herba-alba* Asso. et à *Salsola vermiculata* L. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse. Doct. Es-Sci. Univ. Tlemcen, 158 p. + annexes.
- 62 - **BENABADJI N., BOUAZZA M., METGE G. ET LOISEL R., 1996.** Descriptions et aspects des sols en région semi-aride au Sud de Sebdou Oranie-Algérie ; Bull. Inst. Sci. Rabat. N°20: 77-86.
- 63 - **BENABADJI N., BOUAZZA M., MERZOUK A. ET GHEZLAOUI B.E. 2004.** Aspects phyto-écologiques des Atriplexaies au Nord de Tlemcen (Oranie-Algérie). Rev. Sci. Tech. N° 22 : 62-79.
- 64 - **BENABADJI N., BENMANSOUR D., BOUAZZA M., 2007.** La Flore Des Monts d'Ain Fezza dans l'Ouest Algérien, biodiversité et dynamique. Sciences & Technologie C – N°26, décembre, pp.47-59.
- 65 - **BENABADJI N., MERZOUK A., BOUAZZA M., BENDIMERAD N., 2011.** Phyto-écologie des peuplements à *Pseudocytisus integrifolius* (Salisb) Rehder, Chott El-Gharbi (Oranie-Algerie). Sciences & Technologie C – N°33 Juin (2011), pp.71-81.
- 66 - **BENABADJI N. ET BOUAZZA M., 2002.** Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au sud d'El Aricha (Oranie-Algérie). Sci. Tech. Numéro Spécial- Constantine. pp 11-19.
- 67 - **BENABDALLAH F. Z., 2012.** Etude morphologique des feuilles et des fruits du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) et valorisation des huiles essentielles des feuilles et de l'oléorésine. Mémoire de magistère en Biologie. Département des Sciences de la Nature et de la Vie. Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie. Université Mohamed Kheider Biskra. 55p.
- 68 - **BENABDELI K., 1998.** Protection de l'environnement : quelques bases fondamentales, appliquées et réglementaires- présentation d'une expérience réussie, Gaphi. pub Sidi Bel Abbés. 234 p
- 69 - **BENAISSA M., 2011.** Contribution à l'étude du comportement du genre *Pistacia* dans l'étage bioclimatique aride (Cas de la région de Naâma). Mémoire de Magister. Département des Sciences Agronomiques et Forestières. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 111p.

- 70 - **BENARADJ A., 2009.** Mise en défens et remontée biologique des parcours steppique dans la région de Naâma : dissémination et multiplication de quelques espèces steppique. Mémoire de Magistère, Faculté des Science de la Nature et de la Vie, Université de Mascara, 229p.
- 71 - **BENARADJ, A. 2010.** Contribution à l'étude phyto-écologique du *Pistacia atlantica* Desf. *atlantica* dans la région de Béchar (Sud-Ouest algérien). Mémoire de Magistère, Faculté des Science de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen. 147p.
- 72 - **BENARADJ A., BOUCHERIT H., HASNAOUI, O. & BOUAZZA, M. 2013.** Approach Phytoecological of *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Region of Bechar, Algeria). – Res. Rev. J. Bot. Sci. 2(4): 1-5.
- 73 - **BENEST M., 1985.** Évolution de la plate-forme de l'Ouest Saharien et du Nord-Est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé : Stratigraphie, milieu de dépôt et dynamique de sédimentation. Thèse doct. Claude Bernard, Lyon 1 : 1 - 367.
- 74 - **BENGUERAI A. et BENABDELI K., 2009.** Contribution à l'élaboration d'un SIG pour une région steppique: wilaya de Naâma (Algérie). Université d'Alicante, série Mediterranea n° 20, 143-156.
- 75 - **BENHASSAINI H., 1998.** Importance agro-écologique et composition biochimique de quelques espèces de *Pistacia*, Thèse de magister, Université Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès, 89p.
- 76 - **BENHASSAINI H., 2003.** Contribution à l'étude de l'auto-écologie de *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* et valorisation. Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences, département des Sciences de l'Environnement, Université de Sidi Bel abbés. 83p.
- 77 - **BENHASSAINI H. & BELKHODJA M., 2004.** Le pistachier de l'Atlas en Algérie entre survie et disparition. La feuille et l'aiguille 54: 1-2.
- 78 - **BENHASSAINI H., MEHDADI Z., HAMEL L. ET BELKHODJA M., 2007.** Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-ouest Algérien. Sécheresse vol. 18, n° 3: 199-205
- 79 - **BENYOUCEF M, ADACI M, MEISTER CH, LÄNG E, MALTI F-Z, MEBARKI K, CHERIF A, ZAOUI D., BENYOUCEF A. & BENSALAH M., 2014.** Revue de Paléobiologie, Genève (juin 2014) 33 (1) : 281-297
- 80 - **BENZECRI J.P., 1973.** L'analyse des données. Tome 2. L'analyse des correspondances. Ed. Dunod, Paris : 619p.
- 81 - **BERKAL, I. 2006.** Contribution à la connaissance des sols du Sahara d'Algérie de la base de données à la valorisation des paramètres pédologiques .Mém. Mag. I.N.A. El-Harrach – Alger, 121p
- 82 - **BESTAOUI-MESLI K., 2001.** Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la région de Tlemcen. Thèse Magistère Biologie. Université de Tlemcen, 184p + annexes.
- 83 - **BIORET F., 1995.** Typologie et cartographie des milieux en tant qu'outil de suivi et d'aide à la gestion des réserves naturelles et des réserves naturelles volontaires. Colloque international sur la cartographie pour la gestion des espaces naturels, Saint-Etienne (France) 13-17 novembre 1995.
- 84 - **BIRNBAUM P., 2012.** Biodiversité au Sahel. Les forêts du Mali. Edition Quae. 208p.
- 85 - **BLANDIN, P., 1986.** Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bull. Ecol., 17 (4) : 215-307.
- 86 - **B.N.E.D.R., 2009.** Plan National de Développement Forestier (PNDF). Rapport de synthèse national.87p.
- 87 - **B.N.E.D.R., 1986,** Etude d'aménagement d'une zone steppique de 100 000 hectares dans la wilaya de Naama, phase I : analyse de la situation actuelle de la zone de Tiout-Asla. Rapport numéro 1. 140p.
- 88 - **BONNIER G., 1990.** La grande flore en couleurs. France, Suisse, Belgique et pays voisins, 1-4.Paris.
- 89 - **BOUALLALA M., 2006.** Contribution à l'étude phytoécologique des écosystèmes : cas du Djebel Aïssa (Monts des Ksours, Aïn Sefra, Nâama). Mémoire de magister, Faculté des Sciences, Département de Biologie. Université d'Oran Es-Sénia. 90 p.
- 90 - **BOUALLALA M., 2013.** Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara Occidental Algérien. Cas des régions de Bechar Et Tindouf. Thèse Doctorat Es Sciences. Département Des Sciences Agronomiques. Faculté Des Sciences de la Nature Et De La Vie Et Des Sciences De La Terre et De L'univers Université Kasdi Merbah Ouargla ; 123p.
- 91 - **BOUAZZA M., 1990.** Quelques réflexions sur le zonage et l'importance des facteurs édaphiques des peuplements steppiques. Communication, Séminaire Maghrébin Tlemcen- Algérie.
- 92 - **BOUAZZA M., 1995.** Etude phytoécologique des steppes à *Stipa tenacissima* L. et à *Lygeum spartum* L. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse Doct. Es-Sci. Univ. Tlemcen, 153 p. + annexes.
- 93 - **BOUAZZA M., MAHBOUBI A., Loisel R. ET BENABADJI N. 2001.** Bilan De La Flore De La Région de Tlemcen (Oranie – Algérie). Forêt méditerranéenne. t. XXII, n° 2, juin 2001
- 94 - **BOUAZZA M., BENABADJI N., LOISEL R., & METGE, 2004.** Evolution de la végétation steppique dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med. Tome 30, Fasc. 2, pp : 219-231.
- 95 - **BOUAZZA M. et BENABADJI N. 2000.** Contribution à une bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'Oranais (Algérie occidentale) Revue de Sécheresse. 11 (2) : 117-123.

- 96 - **BOUAZZA M. et BENABADJI N. 1998.** Composition floristique et pression anthropozoiq ue au Sud-Ouest de Tlemcen, Rev. Sci. Techn. N°10. Constantine. 93-97.
- 97 - **BOUDET G., DIEYE KH., VALENZA J., 1983.** Environnement biotique : évolution du couvert herbacé in : Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC-GRIZA (LAT) - ISRA-GERDAT-ORSTOM-ORANA-OCCGE, p. 37-63
- 98 - **BOUDJEMAA S., 2010.** Cartographie des relations sol-eau-végétation dans un milieu salé (lac Fetzara). Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Ecologie végétale. Université Badji Mokhtar Annaba Faculté des Sciences. Département de Biologie. 109p.
- 99 - **BOUDOUAYA M., 2012.** Contribution à l'étude des propriétés physiques et mécaniques du bois de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie occidentale. Actes des 1^{ères} journées scientifiques du GDR 3544 Sciences du Bois., Nov 2012, Montpellier, France. Volume 1, p 43.
- 100 - **BOUDOUAYA M., BENHASSAINI H., BENDIMERED-MOURI F-Z., MOTHE F., FOURNIER M., 2015.** Évaluation de la durabilité naturelle du bois de *Pistacia atlantica* Desf. du Nord de l'Algérie. Bois et forêts des tropiques, n° 325 (3), 49-58.
- 101 - **BOUDY B., 1948:** Economie forestière Nord Africaine, 4 Vol. Larose Ed Paris. T 1, Milieu physique et humain, Paris 688p.
- 102 - **BOUDY P., 1950.** Economie forestière nord-africaine (monographies et traitements des essences forestières), Tome II (1), Larose. pp. : 382-416.
- 103 - **BOUDY P., 1952.** Guide forestier en Afrique du Nord. Edition la Maison Rustique, Paris ; 509p.
- 104 - **BOUDY P., 1955.** Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, paris. 483p.
- 105 - **BOUKHOBZA M., 1982.** L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie, de l'ordre tribal au désordre colonial. Office des publications universitaires, Alger, 458 p.
- 106 - **BOULDJEDRI M., 2013.** Contribution à l'Etude Ecologique d'un Hydro-système de la région de Jijel : cas de la zone humide de Beni-Belaid (Algérie). Thèse de Doctorat ès sciences en Ecologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. Université Badji Mokhtar –Annaba. 116p.
- 107 - **BOUMARAF B., 2013.** Caractéristiques et fonctionnement des sols dans la vallée d'oued Righ, Sahara Nord Oriental, Algérie. Thèse de Doctorat en pédologie. Université de Reims Champagne-Ardenne, 72p
- 108 - **BOUSMAHA T., 2012.** Contribution à l'étude de l'évolution de la nappe alfatière dans la mise en défens de Nofikha. (Naâma). Département des Sciences Agronomiques et Forestières. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 81p.
- 109 - **BOUZENOUNE A., CELLES J. C., MANIERE R., 1976.** Carte de la végétation actuelle de la Wilaya de Saida au 1/500 000. Centre de recherche sur les ressources biologiques terrestres. Alger.
- 110 - **BOUZENOUNE A., 1984.** Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du sud oranais (wilaya de Saida). Thèse Doct.3e cycle,Univ.Sci.Technol. Haouari Boumediene, Alger, 225p
- 111 - **BRICHE T., 1931.** Compte rendus des journées des arbres fruitiers. Alger.
- 112 - **BRIMICOMBE A., 2010,** GIS Environmental Modelling and Engineering, Taylor & Francis 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE (ISBN-10: 0415259231), 118-186 P
- 113 - **BRUMMITT, R. K. ET POWELL, C. E. 1992.** Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations- kew. doi: 10.3366/anh.1994.21.1.141a
- 114 - **CANFIELD, R.H. 1941.** Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry* 39:399-394.
- 115 - **CARRIERE M., 1989.** Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (région de Kaédi); analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. Thèse Doct. Sc., Univ. Paris Sud (Orsay): 238p.
- 116 - **CCGM, 1990.** Carte internationale géologique de l'Afrique-numérique. 3^{ème} édition à 1/5 000 000. Co-édition CCGM-UNESCO. Ensemble des 6 feuilles (5 cartes + 1 légende)
- 117 - **CHABA B., CHRAA O. & KHICHANE M. 1991.** Germination, morphogenèse racinaire et rythme de croissance du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). in Physiologie des arbres et arbustes en zone aride et semi-arides. Acte de séminaire John Libbey, Paris-Nancy, p 465-472.
- 118 - **CHALABI Kh., 2008.** Etude floristique des formations sahéliennes et de la germination des graines de *Retama retam* (Webb) de la région de Taleb El Arbi (W, d'El Oued). Mémoire de Magistère en Sciences de l'Environnement et Climatologie. Département de Physique, Université d'ORAN. 82p
- 119 - **CHAUMONT & PAQUIN C., 1971.** Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord, échelle 1/500 000" (4 feuilles et notice). Société de l'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Alger.
- 120 - **CHEHMA A., 2005.** Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien (cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa). Thèse Doctorat. Faculté des Sciences Département de Biologie. Université d'Annaba. 178p.

- 121 - CHEHMA A., YUCEF F., 2009. Variations saisonnières des caractéristiques floristiques et de la composition chimique des parcours sahariens du sud est algérien, *Sécheresse*, 20, 4, 373-381.
- 122 - CHERY P, O. LAVIALLE, H. BOURENNANE, D. KING, A. BRUAND., 1999. Variabilité verticale de la composition granulométrique des limons de Petite Beauce (France). *Etude et gestion du Sol*, 6-4, pp185-195.
- 123 - CHESSEL D., DUFOUR A.-B. AND THIOULOUSE J., 2004. The ade4 package-I- One-table methods. *R News* 4 : 5-10.
- 124 - CHIKHAOUI Z., KROUCHI F., LATEB M., DERRIDJ A. Etude de la morphologie des feuilles de l'érable de Montpellier au Djurdjura : Application de la méthode des points repères. Séminaire International sur : Gestion et Aménagement durable des écosystèmes forestiers méditerranéens, Batna 08-09 Décembre 2015. P23.
- 125 - CISSÉ A., 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud sahéenne. PPS, Cabo, 221 p.
- 126 - CORNET A. et DELEAU P. 1951 : Carte Géologique au 1/500.000. Publiée par le service de la Carte Géologique d'Algérie.
- 127 - CRETE P., 1965. Précis de botanique. Tome II. Systématique des Angiospermes. *Éd. Masson*
- 128 - CRSTRA, 2011. L'Arganier en Algérie- état des lieux, conservation et possibilités de valorisation. Projet FNR au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur le Régions Arides (2010-2012).
- 129 - CUVIER F. G., 1826. Dictionnaire des sciences naturelles. Edit. Levrault F. G., Paris, 558p
- 130 - DAGET PH., 1980. Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes). in : Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives. Paris : 89-114
- 131 - DAGET PH & GODRON., 1974. Vocabulaire d'écologie. Hachette Paris, 273p
- 132 - DAGET PH. & GODRON M., 1982. Analyse fréquentielle de l'écologie, des espèces dans les communautés. Ed. Masson. 143 p.
- 133 - DAGET PH. & POISSONET J., 1971. Une méthode d'analyse phytoécologique des prairies, critères d'application. *Ann.Agron*, 22 (1): 5-41.
- 134 - DAHMANI MAGREROUCHE M., 1989. Les groupements végétaux des Monts de Tlemcen (Ouest Algérien) : Syntaxonomie et phytodynamique. *Biocénoses*, 4 (1/2) : 28-69.
- 135 - DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1996. Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie. *Ecologia Mediterranea*, XXII (3/4)
- 136 - DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1997. Le chêne vert en Algérie : syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. es Sc., U.S.T.H.B., Alger. 383 p.
- 137 - DAHMANI M., 2011. Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans les zones steppiques de la région de Tiaret
- 138 - DE MARTONNE E., 1926. L'indice d'aridité. *Bull. Ass.Geog. France*, n. 8.
- 139 - DEBOUZIED., BENDJEDIDA., BENSIDT. ET GAUTHIER N., 1996. *Stipa tenacissima* L, aria biomass estimated a regional scale in an Algerian steppe. *Usinggeostatisticaltool. Vegetation*. 124 : 173-181.
- 140 - DEBRACH J. 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. Maroc méridional ; 32 : 1122-34
- 141 - DEKKICHE.D., 1974. contribution a l'étude des sols du Hodna et corrélation géochimique des eaux de la nappe .these doct, univ. gand, 210p
- 142 - DEMELON, A., 1968. Principes d'Agronomie ». T II: Croissance des végétaux cultivés. Paris.
- 143 - DERRUAU., 1988. Précis de géomorphologie. Livre 7^{ème} ed. 533p.
- 144 - DESHAIRS I., 2000. La classification des térébenthinées des plantes vasculaires ». Tome 2, Ed SEDED, 540p
- 145 - DESPOIS J., 1955. La Tunisie orientale, Sahel et Basse Steppe. Étude géographique. Édité. P.U.F., 2^{ème} édition, Paris, 554 p.
- 146 - DEVINEAU, J.L. & FOURNIER, A., 1997. *La flore et la végétation*, in DEVINEAU, J.L.; FOURNIER, A. et KALOGA, B. Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (Ouest burkinabé), présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT), Orstom éditions : 29-47.
- 147 - DEYSON G., 1982. Eléments d'anatomie des plantes vasculaires. 2 Vol. Ed S.E.D.S., 220p
- 148 - D.G.F. 2009. The Algerian argan tree. Special Issue publication of the project ALG/G35. 15p.
- 149 - D.G.F., 2003. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar: Le Cirque de Aïn Ouarka, Wilaya de Nâama, 6p.
- 150 - D'HOORE J. L. ET DUTIL P., 1963. Carte des sols d'Afrique 1/5.000.000°. Feuille 6, Edition Institut Géographique Militaire, Bruxelles.
- 151 - DJEBAILI S., 1970. Etude des phytoécologie des parcours de Tadmit (Algérie). *Bull. Soc. Hist. Nat.Afr. Nord*. 61. Alger, pp : 175-226.
- 152 - DJEBAILI S., 1978. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien ». Thèse Doct. Univ. Montpellier, 229 p et ann.

- 153 - **DJEBAILI S., ACHOUBI, L., BOUZENOUNE A. et MADIOUNI K., 1979.** Carte de l'occupation des terres de l'Algérie (feuille de Mécheria), Ech.1/200.000° 1/200 000°. C.R.B.T. USTHB Alger.
- 154 - **DJEBAILI S., AIDOU D., AIDOU F., BOUZENOUNE A. et MADIOUNI K., 1981.** Carte de l'occupation des terres de l'Algérie (feuille de El-Kheiter), Ech.1/200 000e. C.R.B.T. USTHB Alger.
- 155 - **DJEBAILI S., NEDJRAOUI D., BOUZENOUNE A. et MADIOUNI K., 1981.** Carte pastorale de l'Algérie au 1/200000 (feuille de El-Kheiter), Ech.1/200 000e. C.R.B.T. USTHB Alger.
- 156 - **DJEBAILI S., 1984.** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Alger : OPU.
- 157 - **DJELLOULI Y., 1990.** Flores et plantes en Algérie septentrionale. Déterminisme de la répartition des plantes. Thèse, Doct. Univ. Alger. 262 p et ann
- 158 - **DJELLOULI F., BOUANANI A. AND BABAHAMED K., 2016.** Climate change: assessment and monitoring of meteorological and hydrological drought of wadi el hammam basin (NW- Algeria). J Fundam Appl Sci. 2016, 8(3), 1037-1053.
- 159 - **D.P.S.B de Béchar, 2014.** Monographie de la wilaya de Béchar. 190p.
- 160 - **D.P.S.B de Naama, 2014.** Monographie de la wilaya de Nâama. 164p.
- 161 - **D.P.S.B d'El Bayadh, 2014.** Monographie de la wilaya d'El Bayadh. 42p.
- 162 - **DUBIEF J., 1953.** Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Ed : service des études scientifiques. Alger, pp : 26-103.
- 163 - **DUBIEF J., 1950-1963.** Le climat du Sahara. *Mem. Inst. Rech Sahar.* Alger, 2 tomes 314p. + 275p.
- 164 - **DUBIEF J., 1952.** Le vent et le déplacement du sable au Sahara. Ed. Inst. Rech. Sah. Alger. Tome VIII.123-163.
- 165 - **DUFRAISSE A., CORNETTE R., COUBRAY S., DUPOUEY J.L., GARCIA-MARTINEZ M.S., GIRARD CLOS O., LEMOINE M., NOCUS N.1, RATHGEBER C., 2012.** Développements de nouveaux outils applicables à l'étude des charbons de bois. Actes des 1^{eres} journées scientifiques du GDR 3544 Sciences du Bois. **26-28 Novembre 2012**, Montpellier, France. p21.
- 166 - **DURAND J.H. , 1958.,** Les sols irrigables. Etude Pédagogique. S.E.S. Alger, 1 -193.
- 167 - **DURAND R., 1954.** Les sols d'Algérie. Edit. Sci. Gouv. Pédologie, Alger : 1-244.
- 168 - **DURAND, J-H. et Guyot, J. 1955.** Principaux types des sols d'Oued Rhir. Travaux de l'institut de recherche Sahariennes. Tome XIII. 1ere - 2ème trimestre. Ed. IMBERT. Alger, 243p.
- 169 - **DURAND R., 1990.** Les Arbres. Guide Vert - Solar.
- 170 - **EL OUALIDI J., ATER M. & TALEB A., 2004.** Conception, essai et évaluation de meilleures pratiques de conservation in situ d'espèces végétales sauvages d'importance économique. Rapport National du Projet Régional EP/INT0204/GEF.
- 171 - **ELBOUHISSI, M., MEHDADI, Z. AND EL ZEREY, W., 2014.** Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un écosystème montagneux). *Mediterranea*, 2 (25): 53-89
- 172 - **EMBERGER L. 1933.** Nouvelle. contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux. Rev. Gen. Bot. 45 : 473486.
- 173 - **EMBERGER L., 1955.** Une Classification Biogéographique des Climats. Rev. Trav. Lab. Bot. Geol. Zool. Fac. Sc. Montpellier, série bot., n° 7 . pp 3-43.
- 174 - **EMBERGER L. et LEMÉE G., 1962.** Écologie végétale. In : *Les problèmes des zones arides*, Édité. UNESCO, Recherche zone aride, Paris, vol. XVIII, p. 215-229.
- 175 - **EVREINOFF V. A., 1955.** Le Pistachier. Etude pomologique. In: Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, vol. 2, n°7-9, Juillet-août-septembre. pp. 387-415.
- 176 - **FAOUZI K., RHARRABTI Y., DARDOUR M., BOUKROUTE A., MAHYOU, H., LABGHIAL M., BERRICHI A., 2015.** Délimitation des peuplements du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la région orientale du Maroc par le G.P.S. combine au S.I.G. Algerian journal of arid Environment 32 vol. 5, n° 1: 32-39.
- 177 - **FAVRICHON, V., GOURLET-FLEURY S., BAR-HEN A. & DESSARD, H., 1998.** Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse des données. CIRAD-Forêt, 67 p.
- 178 - **FENNANE M., 1987.** Etude phytoécologique des tétraclinaies marocaines. Thèse Doctorat d'état Es-Sciences. Université Aix Marseille III, 148p.
- 179 - **FERCHICHI A., 2013.** *Acacia salicina* : espèce candidate par son cycle biologique et sa tolérance au déficit hydrique à l'édification de la Grande Muraille Verte. Montpellier : IRD Éditions, 93-104.
- 180 - **FETATI A., 2000.** Possibilité d'utilisation du genre *Pistacia* dans la mise en valeur des zones marginales d'oranais. Thèse de Magistère ? Université de Sidi Bel Abbès, 90p.
- 181 - **FLORET, C, GALAN M.J., LE FLOC'H, E, ORSHAN, G. & ROMANE, F., 1990.** - Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient : tools for studying vegetation. J. Veg. Sci. 1: 71-80.

- 182 - FLORECT., LE FLOC'EH., PONTANIRE.R & ROMANFE. , 1978. Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions arides. Application à la région de Zougrata. Inst. Rég. Arides Médenine, Dir. Ress. Eau et Sols Tunis, Centre Etudes phytosociologiques et écologiques, Montpellier, Office Rech. Sc. Techn. Outre-Mer, Paris, 74 p.
- 183 - FLORET C. ET PONTANIER R., 1982, L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Thèse d'état, U.S.T.L. Montpellier, travaux et doc. O.R.S.T.O.M., Paris, 544 p.
- 184 - FOURNIER P., 1977. Les quatre flores de la France, Corse comprise (générale, alpine, méditerranéenne, littorale). Paris : P. Le Chevalier, 1106p et atlas de 308p
- 185 - FRIEDMAN S.J., 1980. Automation of the photogrammetry process, Manual of Photogrammetry (4th Ed.), Am. Soc. Of Photogramm.
- 186 - FRONTIER, S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie", collection d'écologie 17. Edit. Masson, 492p.
- 187 - GAUSSEN, H., LEROY J.F. ET OZENDA P., 1982 : « Précis de Botanique. 2 – Les Végétaux Supérieurs », Ed. Masson, 2^{ème} édition, 579 pp.
- 188 - GAUSSEN H. ET VERNET A., 1958. Carte internationale du tapis végétal Tunis - Sfax au 1/1.000.000.
- 189 - GAUTIER M. et GOUSKOV N., 1951. Notice explicative des cartes géologique de l'Algérie du nord, 6 planches .1/500 000°.
- 190 - GHALEM B. R. et BENHASSAINI H., 2007. Etude des phytostérols et des acides gras de *Pistachia atlantica* » Afrique Science 03(3), pp 405 – 412.
- 191 - GILLIOT J. M., 2000. Introduction aux SIG. Introduction & information spatiale. DAA AGER. Département AGER. Institut National Agronomique Paris- Grignon Octobre.
- 192 - GODRON M., DAGET PH., EMBERGER L., LONG G., LE FLOC'H E., POISSONET J., SAUVAGE C. & WACQUANT J.P., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées. 46 tabl, 42 fig, C.N.R.S, Paris, 292 p.
- 193 - GODRON M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. Oecol. Plant., 3 : 185-212.
- 194 - GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. Edition : Masson et Cie, p. 314.
- 195 - GRIME, J.P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. Amer. Naturalist, 111 : 1169-1194.
- 196 - GROUZIS M. 1992. Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes. In *L'Aridité une Contrainte au Développement*. ORSTOM ; 245-263.
- 197 - GUEHILIZ N., 2016. Contribution à l'étude des plantes spontanées dans l'Oued de Biskra. Mémoire de Magister en sciences agronomiques. Département Des Sciences Agronomiques. Faculté Des Sciences Exactes et des Sciences de La Nature Et De La Vie. Université Mohamed Khider- Biskra. 83p.
- 198 - GUINET P., 1958. Notice détaillée de la feuille de Béni Abbès. Bull. Serv. Carte Phytogdogr., Ser. A, II, CNRS, Paris. 96p.
- 199 - GUINOCHE, M. et QUEZEL P., 1954. Reconnaissance phytosociologique autour du Grand Erg occidental. *Travaux de l'Institut de Recherche Saharienne*. XII, 11-27.
- 200 - GUINOCHE M., 1973. Phytosociologie. Collection d'écologie, édition Masson paris. 223p.
- 201 - GUITTONNEAU G. G., ASTIE M., BEGEL P., BISMUTH H., CHAFFIN C., CHARPIN A., COVILLOT J., DAKHLIA G., DELAIGUE M., DREGER F., DUCLOS A., DUPONT J. M., GEORGES C., LE STRAT F., LEVEUGLE A., MAGNOULOUX M., THIEBAULT P., 2011. Flore et végétation de la Tunisie méridionale. Documents sur les activités de la Société botanique de France, 6: 281-359.
- 202 - HADDOUCHE I, TOUTAIN B, SAIDI S, MEDERBAL Kh, 2008. Comment Concilier Développement Des Populations Steppiques Et Lutte Contre La Désertification? Cas de la wilaya de Nâama (Algérie). NEW MEDIT N. 3/2008. pp25-31
- 203 - HADDOUCHE I, 2009. La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Naâma. pour obtenir le grade de docteur en biologie, option Ecologie végétale. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen, Faculté des sciences. Département de Biologie.192p.
- 204 - HALIMI A., 1980. L'Atlas Blideen , climat et étages végétaux. Edit. O.P.U. Alger, 484p.
- 205 - HALITIM A., 1985. Contribution de 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. Univ. Rennes. pp : 1-183 comportement des sols. Thèse. Doct. Univ. Rennes. pp : 1-183
- 206 - HAMIDI M., 2014. Hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal en domaine aride (Atlas saharien occidental). EdiLivre, 348p.
- 207 - HARFOUCHE A., CHEBOUTI-MEZIOU N. et CHEBOUTI Y., 2005. Comportement comparé de quelques provenances algériennes de pistachier de l'Atlas introduites en réserve naturelle de Mergueb (Algérie). Forêt méditerranéenne t. XXVI, n° 2, .135-142.

- 208 - **HASNAOUI, O., 1998.** Etude des groupements à *Chamaerops humilis subsp. argentea* dans la région de Tlemcen. Thèse Mag, University of Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 176 p.
- 209 - **HASNAOUI O., 2008.** Contribution à l'étude de la chamaeropie de la région de Tlemcen : Aspects écologiques et cartographie. Thèse de Doctorat en Ecologie végétale. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, 203p + annexes
- 210 - **HASNAOUI O, BOUAZZA M, THINON M. et BENALI O., 2011.** Etude éthno-botanique de *Chamaerops humilis* L. Var. *Argentea* André (Arecaceae) dans l'Ouest Algérien. Agricultural Journal, Vol 6. N 1 : 1-6.
- 211 - **HENNAOUI I., 2013.** Les Cistacées dans la région de Tlemcen (Nord-Ouest Algérien): aspects inflammabilité, combustibilité et cartographie. Thèse Doct en Ecologie végétale. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 134p.
- 212 - **HIRCHE A.; BOUGHANI A. & SALAMANI M., 2007.** Évolution de la pluviosité dans quelques stations arides algériennes. Science et changement planétaire/Sécheresse, Vol.18, N°4 314-20.
- 213 - **IGN, 1957.** Carte photogéologique d'Aïn Sefra (Mékalis) (E12) et de Mékalis (Mécheria F11) au 1/100 000e (F12), carte géologique de l'Algérie Bulletin de service géologique de l'Algérie N° 42
- 214 - **IGN, 1958.** Carte photogéologique Forthassa Rharbia (Dj. Arar E12) et Moghrar Foukani (Aïn Sefra F13) au 1/100 000e (F12), carte géologique de l'Algérie Bulletin de service géologique de l'Algérie N° 42.
- 215 - **JOLICOEUR P., 1991.** Introduction à la biométrie. Département des Sciences Biologiques. Univ. Montreal, pp.1-3.
- 216 - **JOLIVEAU T., 1995.** Gestion environnementale et information sur le milieu naturel dans les parcs naturels régionaux français. Rencontre internationale sur la cartographie pour la gestion des espaces naturels, 13-17 novembre 1995 Saint-Etienne (France), 41-49.
- 217 - **KAABECHE, M., 1995.** Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 15: 235-251, Camerino, Italia.
- 218 - **KAABECHE M., 2003.** Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles : étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve « El - Mergueb » (Wilaya De M'sila, Algérie). Projet DGF, ALG/00/G35/A/1G/99. 42p.
- 219 - **KAABECHE, M., 1990.** Les Groupements Végétaux de la Région de Bou-Saada. Contribution à la Synsystème des Groupements steppiques du Maghreb. *Thèse de Doctorat d'Université.* 2 Vol., Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, France.
- 220 - **KAABECHE M., 2005.** Projet DGF-PNUD. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles « Oulet Ed daïra » Wilaya de Naama (Algérie). 39p.
- 221 - **KADI-HANIFI-ACHOUR., 1998.** L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doct., USTHB., Alger, 270p.
- 222 - **KADI-HANIFI H., 2003.** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Sécheresse* n° 3, vol. 14 : 169-179.
- 223 - **KADIK B., 1987.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie : Ecologie, dendrométrie, morphologie. O.P.U., 581 p.
- 224 - **KAREN.K., 2008.** Encyclopedia of geographic information science, SAGE Publications, Inc.2455 Teller Road Thousand Oaks, California 91320, 98 P
- 224 - **KECHAIRI R ., 2009.** Contribution à l'étude écologique de l'Arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels, dans la région de Tindouf (Algérie). Mémoire de magister, U.S.T.H.B., 76p.
- 225 - **KECHEBAR M.S.A., KAROUNE S., BELHAMRA M.et RAHMOUNE C., 2013.** Etude structurale des peuplements d'arganier (*Argania spinosa*) en Algérie. Journal Algérien des Régions Arides N° Spécial, pp46-56.
- 226 - **KERROUM Z., 2014.** Contribution à l'Etude phytoécologique des groupements à matorrals de Bouriche (Daïra de Youb Wilaya de Saida). Mémoire de Master en Master en Ecologie et Environnement. Département de Biologie. Faculté des Sciences. Université Dr. Tahar Moulay, Saïda. 87p.
- 227 - **KHALDI A. & KHOUJA M.K., 1996.** Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in North Africa: taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. Palermmo, Italy, IPGRI: 57-62.
- 228 - **KHALIFE T., 1952.** La culture du pistachier en Syrie. Thèse de Doctorat, Université de Gembloux.
- 229 - **KHICHANE M., 1988.** Etude de la morphogénèse et des rythmes de croissance du système racinaire du jojoba *Simmondsis chinesion* link. Et le pistachier de l'Atlas *Pistacia atlantica* Desf. ; essai de production de plants en pépinière. Mém. Ing. Agr. INA d'El Harrach, 68 p.
- 230 - **LAPIE G., 1909.** Les divisions phytogéographiques de l'Algérie. *C. R. Acad. Scien.* 148 (7) : 433-435.

- 231 - **LACOSTE A. & ROUX M., 1971.** L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes-Maritimes. I. L'analyse des données floristiques. *Oecol. Plant.*, 6, 353-369.
- 232 - **LACOSTE A. & SALANON R., 2001.** Elément de biogéographie et d'écologie. Paris : Nathan-Fac. Géographie. 318p
- 233 - **LAHOUEL N., 2013.** Caractérisation édapho-floristique dans les écosystèmes forestiers dans la région du littoral Mostaganémois (Oranie-Algérie). These de Doct en Ecologie végétale. Univ. Tlemcen. p 212.
- 234 - **LAHRECHE S., 2014.** Contribution à l'étude morphométrique de l'*Agave americana* L (Agavacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master en Ecologie. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 51p.
- 235 - **LAPERCHE V. LAPERCHE, M.C. DICTOR, B. CLOZEL-LELOUP ET PH. BARANGER., 2004.** Guide méthodologique du plomb, appliqué à la gestion des sites et sols pollués. BR GM/RP-52881-FR, 136 p., 40 ill.
- 236 - **LAPIE G. & MAIGE A., 1914.** Flore forestière de l'Afrique. Ed Masson et Cie, 359 p.
- 237 - **LE BOURGEOIS T., MELIER H., 1995.** Adventrop. Les Adventices d'Afrique soudanosahélienne. GERDAT, ENSH, Montpellier, France, CIRAD-CA, 490p.
- 238 - **LECOMPTE-BARBET O. 1975.** Introduction à une étude de l'endémisme végétal au Maroc. *In Etude de certains milieux du Maroc et leur évolution récente. Trav. R. C. P. 249*, III, 15-46, CNRS.
- 239 - **LE FLOC'H E. 2001.** Biodiversité et gestion pastorale en zones arides et semi-arides méditerranéennes du Nord de l'Afrique. *Bocconea* 13 : 223-237.
- 240 - **LE FLOC'H E., 1983.** Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. imp. Officielle de la république Tunisienne, 402p.
- 241 - **LE HOUEROU H.N., 1959.** Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. *Inst. de Rech. Sah. Alger*, 510 p.
- 242 - **LE HOUEROU H.N., 1969.** La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie de Lybie et du Maroc). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 42(5), 1-624 et 1 carte couleur 1/ 500.000.
- 243 - **LE HOUEROU H.N. , CLAUDIN J . & POUGET M. , 1979.** Etude bioclimatique des steppes Algériennes (avec une carte bioclimatique a 1/1 000.000. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*. Tome 68 fasc. 3 & 4 : 33-74. Alger.
- 244 - **LE HOUEROU, H.N., 1981.** Long term dynamic in mid-land vegetation and ecosystem of North Africa. *IBP. Synthesis*, Cambridge Univ. PRESS. Goodall, Evneri and Nory Meir, eds: 357-384.
- 245 - **LE HOUEROU, H.N., 1992.** Relations entre variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire en zone aride. L'aridité, une contrainte au développement. Editions ORSTOM, paris, 197-220.
- 246 - **LE HOUEROU H. N., 1995.** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique (A). *Sécheresse* ; 6 : pp 167-82.
- 247 - **LEMÉE G., 1953.** Sur la végétation postglaciaire du Lévezou d'après l'analyse pollinique. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 100, sess. Cévennes et Causses, 26-29.
- 248 - **LEMOINE B., SARTOLOU A., 1981.** Application de l'analyse factorielle à l'étude de la croissance en hauteur des arbres : exemple du Pin maritime. *Annales des sciences forestières*, INRA/EDP Sciences, 1981, 38 (1), pp.31-54.
- 249 - **LETREUCH BELAROUCI A., HADJADJ K & MEDJAHDI B., 2006.** Caractérisation structurale et appréciation de la compétition entre houppiers pour une gestion durable de la subéraie de Tlemcen (ouest –Algérien). *Annales de l'INRGEEF Issn (1737-0515)*, 9 (1), Numéro spécial, (114-124).
- 250 - **LOMBARDINI F., 2006.** *La typologie des suberaies varoises : un outil pour une rénovation forestière raisonnée.* Association Syndicale Libre de Gestion Forestière de la Suberaie Varoise, Office National des Forêts (agence du Var), Centre Régional de la Propriété Forestière de Provence-Alpes-Côte-d'Azur. 16p.
- 251 - **LONG G., 1954.** Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tunis*. 27, 388 p.
- 252 - **LONG G. 1974.** Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. I : Principes généraux et méthodes. Masson édit., Paris. 1 vol. 252 p.
- 253 - **MAIRE, R. 1952-1987.** Flore de l'Afrique de Nord. VolI. 1 à 16. Le chevalier, Paris.
- 254 - **M.A.T.E., 2014.** Schéma d'aménagement de l'espace de programmation territoriale hauts plateaux ouest a l'horizon 2030. rapport ii diagnostic territorial stratégique dynamique et structure territoriale système productif -problématiques et enjeux - Scenarios rapport ii: partie d'aménagement plan d'actions territoriales gouvernance 209p.

- 255 - **M. A. T. E., 2015.** Etude de classement et d'aménagement de l'aire protégée des Monts des Ksour Wilaya d'El Bayadh et de Naâma, Rapport N° 1 : Etude Générale de l'aire (173p)
- 256 - **MAC GOVERN P. E., GLUSKER D. L., EXTNER L ; J. ET VOIGT M., 1996 :** Neolithic resinated wine, *Nature*, 381 : 480-481.
- 257 - **MAC ARTHUR B H., 1957.** On the relative abundance of bird species. *Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A.*, Vol. 43, pp. 293-295.
- 258 - **Mc Arthur A.G., 1962.** Control burning un eucalypt forest. Commonwealth of Australia Forestry and Timbre Bureau, Canberra, ACT. Leaflet No. 80.
- 259 - **MACKENZIE A. et BALLI S., 2000.** l'essentiel en écologie. Ed. Berti. Pp. 78- 79
- 260 - **MAIRE R., 1926.** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice. Baconnier, Alger, 78p.
- 261 - **MANSOUR Ch., 2011.** Contribution à l'étude de la répartition du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la wilaya de Naâma - cas de Gaaloul. Mémoire d'Ingénieur d'état en foresterie. Département des Sciences Agronomiques et Forestières Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 160p
- 262 - **MARCEL M., 2002.** Larousse agricole. Le monde agricole au XXIe siècle. Edition Mathilde Majoral. 767p.
- 263 - **MARGARIS NS., 1984.** Desertification in greece. *Prog Biometeorol* 3:120–128
- 264 - **MASHARABU T, BIGENDAKO M. J., LEJOLY J., NKENGURUTSE J., NORET N., BIZURU E. et BOGAERT J., 2010.** Etude analytique de la flore et de la végétation du Parc National de la Ruvubu, Burundi. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(4): 834-856.
- 265 - **MAYAUX P., GOND V., MASSART M., PAIN-ORCET M., ACHARD F., 2003.** Évolution du couvert forestier du bassin du Congo mesurée par télédétection spatiale. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 277 (3), p.45-52.
- 266 - **MEDDOUR R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurenne. Thèse de Docteur d'Etat en Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 362p.
- 267 - **MEDJAHDI B., 2010.** Réponse de la végétation du littoral Oranais aux perturbations : cas des Monts des Trara (Nord-Ouest de l'Algérie). Département des Sciences Agronomiques et Forestières. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 266p.
- 268 - **MENCHIKOFF N. 1936.** Etudes géologiques sur les confins Algéro-Marocains du Sud. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 5e série, VI, 6 : 131-148.
- 269 - **MERIOUA S.M., 2014.** Phyto-écologie et éléments de cartographie de la couverture végétale cas : littoral d'Ain T'émouchent. Thèse de Doctorat. Département d'agronomie et foresterie. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et l'univers. Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen, 145p.
- 270 - **MERZOUK A., BENABADJI N., BENMANSOUR D. ET THINON M., 2009.** Quelques aspects édaphofloristiques des peuplements halophiles de l'Algérie occidentale. Première partie : aspects édaphiques. *Bull. Soc. Limn.*, T. 60 : 1-15.
- 271 - **MEZIANE H., 1997.** contribution à l'étude des espèces anthropozoogènes de la région de Tlemcen- Université de Tlemcen.
- 272 - **MIHI A., 2012.** La forêt de Zenadia (Haute Plaine Sétifienne) Diagnostic et perspective de protection. Mémoire de Magister. Département de biologie et écologie végétale. Faculté des sciences de la nature et de la vie. 114.
- 273 - **MONJAUZE A., 1965.** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf., en Algérie ». *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 56: 5-128. Alger.
- 274 - **MONJAUZE A., 1967.** Note sur la régénération du Bétoum par semis naturels dans la place d'essais de Kef Lefaa. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, Alger, 58(3-4): 59-65.
- 275 - **MONJAUZE A., 1968.** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie ». *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du N.* 56 : 1–127
- 276 - **MONJAUZE A., 1980.** Connaissance du Bétoum (*Pistacia atlantica*). *Rev. For. Fr.*, 32 (4), 357- 363.
- 277 - **MONJAUZE A., 1982.** Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf. dans le Sahara algérien. *Rev. Forest.*, France, XXXIV, 4, 277-291.
- 278 - **MONOD T., 1992.** Du désert. Sécheresse. 3(1). pp. 7-24
- 279 - **MORAT P., 1973.** Les savanes du sud-ouest de Madagascar. Mémoires O.R.S.T.O.M. Paris. N° 68. 230p.
- 280 - **MORSLI A., 1992.** Analyse de la floraison et de la structure sexuelle d'un peuplement du *Pistacia atlantica* Desf. de la région de Messaad. Mémoire Ing. Agr., INA Al Harrach, 58p.

- 281 - **NEDJRAOUI, D., A. HIRCHE, A. BOUGHANI A, MOSTEFA, F. ALAMANI & M. BENARIAD - 1999.** Suivi diachronique des processus de désertification in situ et par télédétection des hautes plaines steppiques du Sud-Ouest Oranais. *Rev.U.R.B.T. et I.N.C. Alger*, 9-15.
- 282 - **NEDJRAOUI D., 1990.** Adaptation de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) aux conditions stationnelles. Contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème steppique. Thèse Doct. U.S.T.H.B. Alger. 166p.
- 283 - **NEGRE R.1964.** Notice de la carte au 1/50.000 de Tipaza. Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Noord. N.S, 8, 69p + carte.
- 284 - **NEGRE R., 1966.** Les thérophytes. Mém. Soc. Bot. Fr., 92-108.
- 285 - **NEGRE R., 1962.** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. C.N.R.S. Paris, vol 2, 566p.
- 286 - **OLIVIER J E.2006.** Encyclopedia of world climatology, 89 p.
- 287 - **Olivier L., Galland JP., Maurin H. et Roux JP. 1995.** Livre Rouge de la flore menacée de France. Tome I: Espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Paris.
- 288 - **ONM, 2015.** Bulletin annuelles des données climatique des stations météorologiques de Béchar, Naâma et El Bayadh.
- 289 - **ORSHAN, G., LE FLOC'H, E., LE ROUX, A. & 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, I.U.B.S. Paris.pp. 111-123.
- 290 - **OUALI S., KHELLAF A. & BADDARI K., 2007.** Etude des ressources géothermiques du sud algérien. *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 10 N°3 407 – 414
- 291 - **OZENDA P., 1954.** Observation sur la végétation d'une région semi- aride : les hauts plateaux du sud Algérien. *Bull. Soc. Hist. Nat. D'Afr. du Nord, Alger*, 45, 3-4 : 189-223
- 292 - **OZENDA P., 1964.** Biogéographie végétale. Editions Doin. Paris. In: *Revue Géographique de l'Est*, tome 7, n°4, 507 p
- 293 - **OZENDA P., 1963.** Organisation et reproduction des Angiospermes. In *Botanique : anatomie, cycles évolutifs, systématique*. Masson et Cie eds., Paris, pp 465-722
- 294 - **OZENDA P., 1977 :** « Flore du Sahara ». 2^{ème} Ed. CNRS. Paris, 622 p.
- 295 - **OZENDA P., 1982.** La cartographie de la végétation des Alpes, centre de gravité d'une étude phytogéographique des montagnes européennes. *Veröff. D. forstl. Bundesversuch. 26:* 113-133
- 296 - **OZENDA P., 1983.** Flore du Sahara septentrional. Ed CNRS, Paris, 486p.
- 297 - **OZENDA P., 1986.** La cartographie écologique et ses applications. Ed. Masson et Cie, Paris.160 p.
- 298 - **OZENDA P., 1991.** Les relations biogéographiques des montagnes sahariennes avec la région méditerranéenne. *Revue de géographie alpine* LXXIX, 43-53
- 299 - **PANTIS, J. & MARGARIS, N.S. 1998.** Can systems dominated by asphodels be considered as semi-deserts? *International Journal of Biometeorology* 32:87-91.
- 300 - **PARDE J., BOUCHON J., 1988.** Dendrométrie. Ed. Ecole Nationale des Eaux et des Forêts (ENGREF), Nancy, 328p.
- 301 - **PERRIERE LA BATHIE H., 1921.** La végétation malgache. Paris, Annales du Mus. Col. de Marseille, 3e série, vol. 9, 268p.
- 302 - **PESSON P.ET LOUVEAUX J., 1984.** Pollinisation et production végétale. INRA. Paris, 179p.
- 303 - **Pianka, E.R., 1970.** On r- and K-selection. *Am. Nat.* 104: 592 – 597.
- 304 - **PITOT A. et MASSON H., 1951.** Quelques données sur la température au cours des feux de brousse au environs de Dakar. *Bull. Int. Afr. Noir*, 13 : 711-732.
- 305 - **POILECOT P. 1996.** La Reserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré (Niger) MH/E / WWF/ IUCN; 228 p.
- 306 - **POLITO V. S. ET PINNEY K., 1999:** Endocarp dehiscence in pistachio (*Pistacia vera* L.), *International journal of plant science*, 160 (5), 827-835, Dep of Pomology, University of california, Davis, USA
- 307 - **POUGET M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. *Trav. Et. Doc. ORSTOM. Paris*, 555p.
- 308 - **POUGET M., 1977.** Notice explicative cartographie des zones arides Géomorphologie, pédologie, groupements végétaux, aptitudes du milieu a la mise en valeur. *B* 1/100.000, Région de Messaad-Aïn El lbel (ALGERIE). ORSTOM PARIS, No 67. 73p
- 309 - **QUEZEL P. ET MEDAIL F., 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. sci. Méd. Elsevier. SAS.
- 310 - **QUEZEL P., 1954.** Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. *Monographies régionales* 2. *Trav. Inst. Rech. Sahara*, 164 p.
- 311 - **QUEZEL P., 1965.** La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Masson édit., Paris, 332 p.

- 312 - **QUEZEL, P. 1976.** Les forêts du pourtour méditerranéen. In *Forêts et maquis méditerranéens: écologie, conservation et aménagement. Note technique MAB*, 2: 9-33. UNESCO, Paris.
- 313 - **QUEZEL, P. 1995.** La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. - *Ecol. Medit.* 20(1/2): 19-39.
- 314 - **QUEZEL, P. 1998.** Diversité et répartition des sapins sur le pourtour méditerranéen. *Forêt médit.* 19(2): 93-104.
- 315 - **QUEZEL P., 2000.** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 109 p.
- 316 - **QUEZEL P., GANISANS J. ET GRUBER M., 1980.** Biogéographie et mise en place des flores Méditerranéennes. *Naturalia Monspeliensia*: 41-51.
- 317 - **QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A. ET RIVAS-MARTINEZ S., 1992.** Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc Oriental. *Rev. Stud. Bot.*, 10/57-90, Salamanca.
- 318 - **QUEZEL P. ET SANTA S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Ed. C.N.R.S. 2 Vol, 1170p.
- 319 - **QUEZEL P., SIMONNEAU P. 1963.** Les peuplements d'Acacia du Sahara Nord-occidental. Travaux de l'Institut de Recherches Sahariennes ; Tome XXII : 80-121.
- 320 - **RAMOS F., 2003.** Modélisation et validation d'un Système d'Information Géographique 3D opérationnel, thèse de doctorat spécialité : Système d'Information Géographique. l'Université de Marne-la-Vallée.
- 321 - **RABHI Kh. 2011.** Ajustement de modèles hauteur – circonférence – âge pour le chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) dans la forêt d'Akfadou (Tizi ouzou); effet de la densité et de la station. Mémoire de Magister en Foresterie. Département des Sciences Agronomiques et Forestières. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 67p
- 322 - **RAUNKIAER C., 1904.** Biological types with references to the adaptation of plants to suivre the unfavorable seas on. In Raunkiaer, 1934.
- 323 - **REBBAS KH., 2014,** Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas du Parc National de Gouraya et des sites d'intérêt biologique et écologique de la région de Béjaïa. Thèse de Doctorat en Sciences *Option* : Ecologie. Département de Biologie et Ecologie Végétale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Ferhat Abbas Sétif. 114p.
- 324 - **REGAGBA., 2012.** Dynamique des populations végétales halophytes dans la région Sud-Est de Tlemcen. Aspects phytoécologiques et cartographiques. thèse de doctorat en biologie. Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen, 161p
- 325 - **RICHTER J., 1975.** Gale damage to Spruce in the Sauerland. *Forst und Holzwirt.* 30, 106-108.
- 326 - **ROCHE MA., 1973.** Hydrogéologie de la Haute Saoura (Sahara nord-occidental). Paris: Publ CNRS, série Géol, 91p.
- 327 - **RONDEUX, J., 1993.** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les Presses Agronomiques de Gembloux. 512 p.
- 328 - **SAHLI F., 1997.** Journée d'étude sur les zones arides et sahariennes. Publication I.N.R.F.
- 329 - **SAUVAGE Ch., 1963.** Le coefficient pluviothermique d'Emberger, sa signification et son utilisation au Maroc. C. R. Soc. Sci. Nat. Phys. Du Maroc, 5-6, I.S.C., Rabat. Pp : 101-102.
- 330 - **SEIGUE A., 1985.** La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes ». Edit. Maisonneuve & Larose, Paris, 502p.
- 331 - **SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. et de Phys. du Globe. Université d'Alger, 219p.
- 332 - **SHURAKI Y. D.ET SEDLEY M., 1996.** Shell structure and development of *Pistacia vera* L. and *Pistacia atlantica* Desf. Following intra and interspecific pollinisation. *Internat journal of plants Sciences*, 157 (5): 586-594
- 333 - **SLIMANI H., 1998.** Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales algériennes. Thèse magister, USTHB. Alger, 123p.
- 334 - **SOGREAH, 1971.** Participation à la mise en valeur de l'Oued Righ. Etude agro-pédologique, Doc. Poly .MTPC. Alger pp7-36.
- 335 - **SOMON E., 1987.** Arbres et arbrisseaux en Algérie. Edit. O.P.U. Alger, 586p.
- 336 - **Stewart Ph., 1968:** Quotient pluviométrique et dégradation bio sphérique : quelques réflexions. *Bull. soc. Hist. Nat. Afrique du Nord.* Alger. 59 (1-4), pp 23- 36.
- 337 - **STEWART P., 1969.** Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du N.*, 59 (1/4) : 23-36.
- 338 - **SYLVAIN G., 1996.** Dendrométrie des Peuplements. BTSA Gestion Forestière. Module D42. 66p
- 339 - **T.A.D., 2003.** Etude du phénomène d'ensablement au niveau de la wilaya de Naâma, Mission III : schéma directeur de protection, rapport final. Direction de l'environnement de la wilaya de Naâma. 118p.

- 340 - **TERRAS M., 2011.** Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie). Thèse de doctorat en sciences de l'Agronomie et des Forêts. Département des Sciences d'Agronomie et des Forêts. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 205p.
- 341 - **TELA BOTANICA, 2016.** Flore Electronique. <http://www.tela-botanica.org/page:eflore>.
- 342 - **TOMASELLI R., 1976.** La dégradation du maquis méditerranéen. *In*, Forest et maquis méditerranéens. Notes techniques MAB 2, U.N.E.S.C.O., 35-76.
- 343 - **TOUZET G., 1983.** Windthrows in the Massif Central resulting from the storm of 6-8 November 1982. Comptes-rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, 69, 722-732.
- 344 - **TRABUT, L., 1889.** Etude sur l'Alfa (*Stipa tenacissima*). 90 p., A. Jourdan Ed., Alger. 112 p., XXII pl.
- 345 - **Winterhoff B., Schonfelder E., Heiligmann Brauer G. (1995).** Storm damage in Hesse in spring 1990. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hessische Landesanstalt fur Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie. 176 p.
- 346 - **YAAQOBI A., EL HAFID L. ET HALOUI B., 2009.** Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. de la région orientale du Maroc». Laboratoire de Biologie des Plantes et des Microorganismes, Département de Biologie. Faculté des sciences, Université Mohamed I, Oujda (Maroc). Biomatec Echo, Volume 3, Number 6, 39 – 49.
- 347 - **YOUSFI S., 2014.** Étude hydrodynamique et modélisation des écoulements souterrains dans les gouttières synclinales gréseuses du Bar rémo-Albo-Aptien d'Aïn Séfra (partie centrale des Monts des Ksour – Atlas Saharien, Nord-Ouest Algérie). Thèse de Doctorat en Sciences de la Terre et de l'Environnement de l'Université d'Es-Sénia – Oran Sciences de la Terre, Option : Hydrogéologie & de l'Université de Franche-Comté. 80p
- 348 - **ZAIR M., 2011.** Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de Naâma et perspectives d'avenir. Magistère en Foresterie. Université Abou Bakr Belkaïd - Tlemcen. 200p
- 349 - **ZAREB A., 2014.** Contribution à l'étude des mycoendophytes foliaires du pistachier de l'atlas (*Pistacia Atlantica* Desf.) de dayate Aiat (Timserserth, Laghouat, Algérie). 122p.
- 350 - **ZERROUKI A. et BOUTICH K., 2014.** Carte des ressources minières de l'Algérie. **A.S.G.A.**
- 351 - **ZOHARY M., 1952.** A monographical study of the genus *Pistacia*. Palestine Journal Bot. J. Series. 5: 187-228.
- 352 - **ZOHARY D., 1974.** Hoff M. Domestication of pulses in the old world". *Science* 182; pp. 887-94.
- 353 - **ZOHARY M., 1996.** The genus *Pistacia* L.. In Padulosi S., Caruso T, Boroane E (EDs). Taxonomy, Distribution, Conservation and use of *Pistacia* genetic resource IPGRI, Palermo Italy, 1-11.

Annexes



Station de Bou Yala



Station de Bou Ayech



Station de Djedida



Station d'Oum Chegag

Figure A. Groupement à *Pistacia atlantica* dans la Béchar.



Station de Boussemghoun



Station de Hanntouzah



Station de Guetta



Station Messied

Figure C. Groupement à *Pistacia atlantica* dans la région d'El Bayadh.



Station de Hajaj



Station d'Ouarka



Station de Haraza



Station de Gâaloul

Figure B. Groupement à *Pistacia atlantica* dans la région de Naâma.



Figure D. Les mesures dendrométrique du *Pistacia atlantica* dans la région de Béchar.

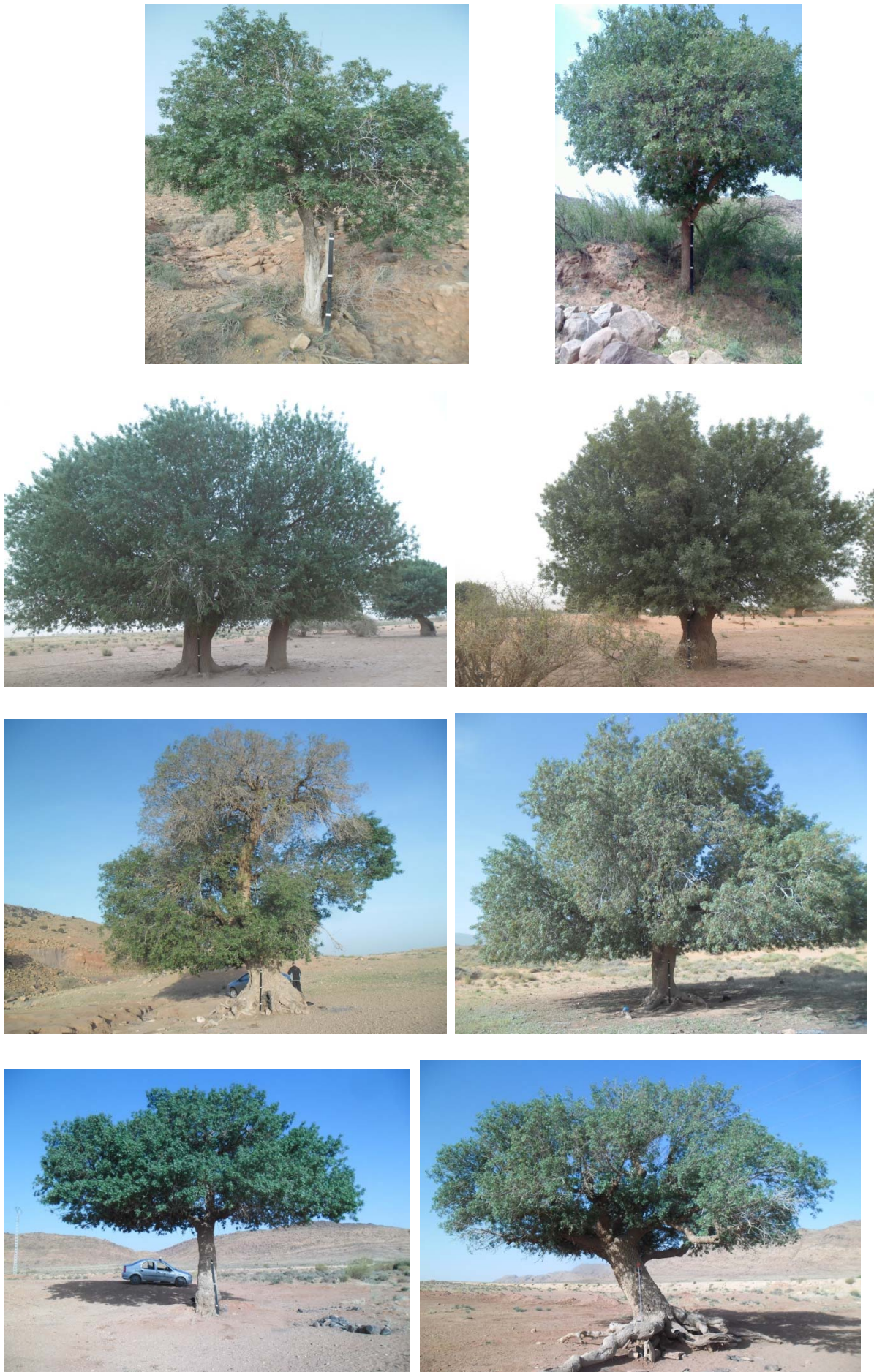


Figure E. Les mesures dendrométrique du *Pistacia atlantica* dans la région de Naâma

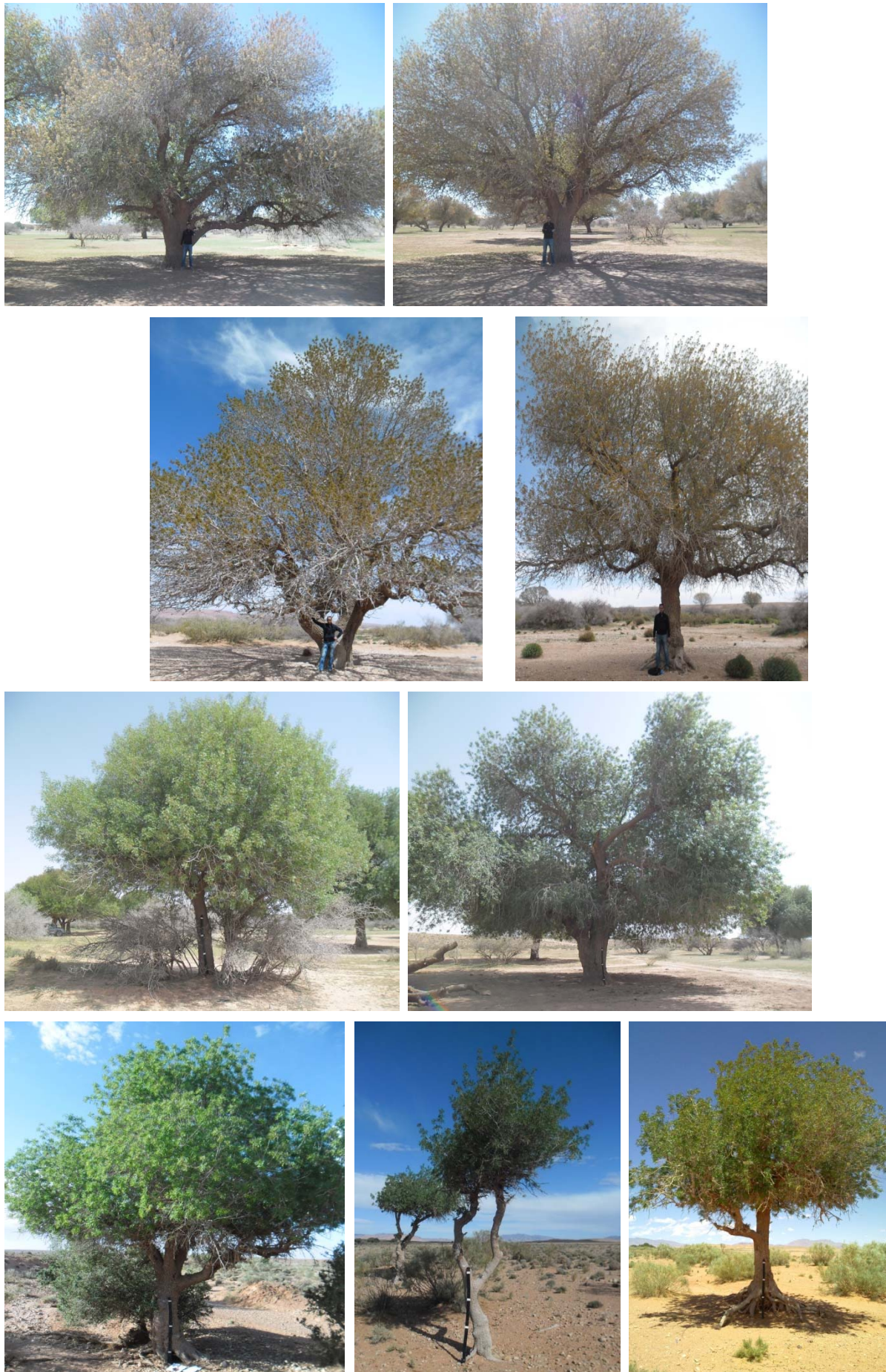


Figure F. Les mesures dendrométrique du *Pistacia atlantica* dans la région d'El Bayadh.

Tableau A. Spectre biologique dans les stations de la région de Béchar

	Bou Yala		Bou Ayech		Djedida		Oum Chegag		Béchar	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Th	61	47,29	61	48,41	58	49,15	51	55,435	90	50,00
Ch	31	24,03	29	23,07	28	23,73	18	19,565	42	23,33
Hé	22	17,05	23	18,25	18	15,25	19	20,652	30	16,67
Gé	8	06,20	8	06,35	6	05,08	2	2,1739	9	05,00
Ph	7	05,43	5	03,97	8	06,79	2	2,1739	9	05,00
Total	129	100	126	100	118	100	92	100	180	100

*Th(Thérophytes), Ch (Chaméphytes), Hé (Hémicryptophytes), Gé (Géophytes), Ph (Phanérophytes)

Tableau B. Spectre biologique dans les stations de la région de Naâma

	Hajaj		Ouarka		Haraza		Gaaloul		Naama	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Th	68	50,37	51	49,515	48	46,602	31	53,448	91	48,925
Ch	25	18,519	25	24,272	20	19,417	8	13,793	33	17,742
He	27	20	21	20,388	20	19,417	15	25,862	39	20,968
Gé	6	4,4444	3	2,9126	7	6,7961	2	3,4483	11	5,914
Ph	9	6,6667	3	2,9126	8	7,767	2	3,4483	12	6,4516
Total	135	100	103	100	103	100	58	100	186	100

*Th(Thérophytes), Ch (Chaméphytes), Hé (Hémicryptophytes), Gé (Géophytes), Ph (Phanérophytes)

Tableau C. Spectre biologique dans les stations de la région d'El Bayadh

	Boussemgoun		Hanntouza		Messied		Guetta		Bayadh	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Th	56	52,34	29	64,44	31	50	27	54	72	64,44%
Ch	23	21,5	7	15,56	14	22,58	8	16	27	15,56%
He	17	15,89	7	15,56	14	22,58	12	24	27	15,56%
Gé	7	6,542	0	0	1	1,613	1	2	6	4%
Ph	4	3,738	2	4,444	2	3,226	2	4	4	4,44%
Total	107	100	45	100	62	100	50	100	136	100

*Th(Thérophytes), Ch (Chaméphytes), Hé (Hémicryptophytes), Gé (Géophytes), Ph (Phanérophytes)

Tableau D. Composition floristique dans les stations de la région de Béchar

	Familles	Bou Yala		Bou Ayech		Djedida		Oum Chegag		Béchar	
		E	G	E	G	E	G	E	G	E	G
1	Asteraceae	29	25	31	25	26	22	23	19	41	34
2	Poaceae	12	11	13	12	13	12	10	7	17	13
3	Brassicaceae	11	9	9	7	11	9	7	5	13	10
4	Fabaceae	7	5	7	3	9	5	8	5	13	6
5	Amaranthaceae	7	7	4	3	2	2	1	1	8	7
6	Boraginaceae	3	1	3	1	5	4	2	1	6	4
7	Caryophyllaceae	2	2	4	4	6	5	2	2	6	5
8	Geraniaceae	1	1	4	1	3	1	3	1	5	1
9	Lamiaceae	1	1	5	4	5	4	3	2	5	4
10	Apiaceae	2	2	4	3	3	2	2	2	4	3
11	Cistaceae	2	1	1	1	2	1	4	1	4	1
12	Plantaginaceae	2	1	3	1	3	1	3	1	4	1
13	Resedaceae	4	1	3	1	4	2	2	2	4	2
14	Asparagaceae	1	1	3	2	2	1	0	0	3	2
15	Convolvulaceae	1	1	2	2	1	1	2	1	3	2
16	Euphorbiaceae	3	1	2	1	2	1	2	1	3	1
17	Plombaginaceae	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
18	Zygophyllaceae	2	2	2	1	2	2	0	0	3	2
19	Anacardiaceae	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
20	Juncaceae	2	1	1	1	2	1	0	0	2	1
21	Malvaceae	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1
22	Onagraceae	0	0	2	1	1	1	0	0	2	1
23	Orobanchaceae	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
24	Papaveraceae	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2
25	Polygonaceae	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
26	Scrophulariaceae	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2
27	Apocynaceae	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
28	Asclepiadaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
29	Capparidaceae	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
30	Colchicaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	Cucurbitaceae	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
32	Cynomoriaceae	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
33	Cyperaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
34	Ephedraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	Oleaceae	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
36	Palmaceae	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
37	Rhamnaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38	Rosaceae	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
39	Rubiaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
40	Salicaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
41	Tamaricaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
42	Thymeleaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43	Verbenaceae	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
44	Xanthorrhoeaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	Urticaceae	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	Total	118	99	126	96	129	104	92	67	180	133

*E (Espèce), G (Genre)

Tableau E. Caractéristique systématique dans la région de Naâma

	Familles	Hajaj		Ouarka		Haraza		Gaaloul		Naâma	
		E	G	E	G	E	G	E	G	E	G
1	Asteraceae	25	20	35	27	15	13	24	20	47	36
2	Poaceae	14	10	14	10	8	6	18	14	20	15
3	Fabaceae	8	5	9	6	9	6	10	8	18	9
4	Brassicaceae	7	6	11	10	3	3	6	5	13	11
5	Caryophyllaceae	6	5	4	4	5	4	3	3	7	5
6	Borraginaceae	4	3	4	4	2	2	3	2	6	5
7	Lamiaceae	3	3	3	2	2	2	3	3	6	5
8	Amaranthaceae	5	4	2	2	2	2	3	3	5	4
9	Asparagaceae			2	2	1	1	3	3	5	5
10	Papaveraceae	2	2	5	4	1	1	3	2	5	4
11	Resedaceae	3	1	4	1	0	0	2	2	4	1
12	Amaryllidaceae	1	1	0	0	1	1	1	1	3	2
13	Geraniaceae	3	1	3	1	1	1	2	1	3	1
14	Cistaceae	1	1	1	1	0	0	2	1	3	1
15	Plombaginaceae	1	1	3	2	0	0	1	1	3	2
16	Polygonaceae			3	3	0	0	0	0	3	3
17	Plantaginaceae	2	1	3	1	1	1	1	1	3	1
18	Zygophyllaceae	2	2	3	2	1	1	1	1	3	2
19	Apiaceae	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2
20	Euphorbiaceae	2	1	2	1	0	0	1	1	2	1
21	Anacardiaceae	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
22	Cupressaceae			0	0	0	0	2	1	2	1
23	Malvaceae	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1
24	Convolvulaceae	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2
25	Rosaceae	1	1	2	2	0	0	1	1	2	2
26	Xanthorrhoeaceae	1	1	2	1	0	0	0	0	2	1
27	Apocynaceae			1	1	0	0	1	1	1	1
28	Cucurbitaceae	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
29	Iridaceae			1	1	0	0	1	1	1	1
30	Palmaceae			1	1	0	0	0	0	1	1
31	Capparidaceae	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
32	Onagraceae	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
33	Dipsacaceae	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
34	Oleaceae			1	1	0	0	1	1	1	1
35	Renonculaceae			0	0	1	1	1	1	1	1
36	Rhamnaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	Rubiaceae	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
38	Scrophulariaceae			1	1	0	0	0	0	1	1
39	Thymeleaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total		103	81	135	105	58	49	103	87	186	137

*E (Espèce), G (Genre)

Tableau F. Composition systématique dans les stations de la région d'El Bayadh

	Familles	Boussemghoun		Hanntouzah		Guetta		Messied		El Bayadh	
		E	G	E	G	E	G	E	G	E	G
1	Asteraceae	26	22	12	12	14	14	14	12	31	24
2	Brassicaceae	7	6	7	6	3	3	5	4	14	12
3	Poaceae	11	9	4	4	5	4	8	7	14	10
4	Caryophyllaceae	7	5	3	3	5	4	6	5	11	8
5	Fabaceae	4	4	4	4	4	4	5	5	6	5
6	Amaranthaceae	5	4	1	1	2	2	3	3	5	4
7	Lamiaceae	4	4	2	2	2	2	2	2	5	4
8	Asparagaceae	4	3	0	0	0	0	0	0	4	3
9	Boraginaceae	2	2	0	0	3	3	3	3	4	4
10	Géraniaceae	3	1	2	1	1	1	3	1	4	1
11	Apiaceae	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3
12	Euphorbiaceae	2	1	0	0	0	0	1	1	3	1
13	Papaveraceae	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3
14	Anacardiaceae	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2
15	Cistaceae	2	1	0	0	0	0	1	1	2	1
16	Malvaceae	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
17	Plantaginaceae	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1
18	Plombaginaceae	2	2	0	0	1	1	1	1	2	2
19	Resedaceae	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1
20	Rosaceae	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2
21	Scrophulariaceae	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
22	Zygophyllaceae	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2
23	Capparidaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
24	Convolvulaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
25	Cucurbitaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
26	Dipsacaceae	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
27	Colchicaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
28	Oleaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
29	Polygonaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
30	Rhamnaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	Thymeleaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	Urticaceae	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
33	Xanthorrhoeaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Total		107	90	45	42	50	48	62	54	136	107

*E (Espèce), G (Genre)

Tableau M. Mesure dendrométrique dans les stations de la région de Béchar

	Sexe	Région	Station	C 1,30 (m)	D 1,30 (m)	H (m)	R1 (m)	R2 (m)	R3 (m)	R4 (m)	Sp	dh₀	Sh₀	Vh₀
1	F	Béchar	Oum Chegag	1,00	0,32	8,00	4,4	4,2	3,9	4,6	57,60	8,55	114,84	163,70
2	F	Béchar	Oum Chegag	3,25	1,04	11,00	6,7	5,5	5,2	6,1	109,42	11,79	218,17	428,65
3	M	Béchar	Oum Chegag	3,35	1,07	11,00	6,7	5,6	5,3	6,3	113,06	11,98	225,44	450,23
4	F	Béchar	Oum Chegag	1,66	0,53	10,50	6	4,9	5,8	5,2	94,74	10,97	188,91	345,35
5	M	Béchar	Oum Chegag	3,30	1,05	15,00	9	7,5	8,1	6,7	194,48	15,72	387,78	1015,73
6	M	Béchar	Oum Chegag	1,88	0,60	9,25	6,2	5,1	4,3	5,4	88,00	10,57	175,46	309,15
7	F	Béchar	Oum Chegag	1,60	0,51	9,50	6,2	4,7	5,3	6	97,83	11,15	195,06	362,36
8	M	Béchar	Oum Chegag	3,40	1,08	14,50	9	7,2	7,8	6,5	185,21	15,34	369,28	943,92
9	M	Béchar	Oum Chegag	1,54	0,49	9,25	7	6,1	5,8	4,9	112,93	11,98	225,17	449,44
10	M	Béchar	Oum Chegag	1,93	0,61	11,00	6,8	6,2	5,9	5,3	115,85	12,13	230,99	466,98
11	F	Béchar	Djedida	2,08	0,66	9,00	7	6,2	6,5	5,4	124,70	12,58	248,63	521,48
12	M	Béchar	Djedida	2,28	0,73	12,25	8	6,8	7,5	7,1	170,27	14,71	339,49	832,05
13	M	Béchar	Djedida	2,90	0,92	12,00	8	7,1	7,2	6,9	167,88	14,60	334,74	814,62
14	M	Béchar	Djedida	3,76	1,20	15,00	9	7,8	8,3	8,4	220,81	16,75	440,28	1228,82
15	F	Béchar	Djedida	3,90	1,24	14,00	9	8,1	8,3	8,6	227,23	16,99	453,07	1282,75
16	F	Béchar	Djedida	2,94	0,94	11,00	7,9	7,2	7,3	6,9	168,89	14,65	336,76	822,00
17	F	Béchar	Djedida	2,42	0,77	11,50	8	8,1	7,2	7,4	185,42	15,35	369,72	945,60
18	M	Béchar	Djedida	2,26	0,72	13,50	7,7	7	7,1	6,2	154,75	14,02	308,57	720,98
19	F	Béchar	Djedida	2,22	0,71	13,00	8,5	8,1	7,8	7,4	198,97	15,90	396,72	1051,05
20	F	Béchar	Djedida	2,68	0,85	10,25	8	7,4	6,8	5,9	156,85	14,11	312,74	735,67
21	M	Béchar	Bou Yala	0,81	0,26	6,10	5,6	4,9	5,2	5,5	88,44	10,60	176,34	311,47
22	F	Béchar	Bou Yala	1,65	0,53	7,50	3	2,5	2,9	3,2	26,61	5,81	53,06	51,41
23	F	Béchar	Bou Yala	1,00	0,32	5,50	2,6	2,4	3,3	4,1	31,57	6,33	62,95	66,44
24	F	Béchar	Bou Yala	1,50	0,48	6,50	3	3,2	2,9	2,7	27,43	5,90	54,69	53,80
25	M	Béchar	Bou Yala	0,66	0,21	4,50	2,3	2,1	2,7	2	16,48	4,57	32,85	25,05
26	M	Béchar	Bou Yala	1,58	0,50	7,50	3,9	3,5	3,2	3,4	38,67	7,01	77,10	90,05
27	M	Béchar	Bou Yala	2,20	0,70	8,50	4,4	4,1	3,9	3,6	50,51	8,01	100,71	134,43
28	F	Béchar	Bou Yala	1,85	0,59	7,25	4,5	4,3	3,9	4,4	57,55	8,55	114,75	163,49
29	F	Béchar	Bou Yala	2,68	0,85	10,25	5,2	5	4,8	4,2	72,79	9,61	145,13	232,55
30	M	Béchar	Bou Yala	2,10	0,67	9,50	5,8	5,3	5,2	5,4	92,58	10,84	184,59	333,58
31	M	Béchar	Bou Ayech	1,31	0,42	4,25	2,8	2,3	3	2,1	20,83	5,14	41,54	35,61
32	M	Béchar	Bou Ayech	1,80	0,57	8,25	4,2	4	4,5	3,8	53,64	8,25	106,95	147,12
33	F	Béchar	Bou Ayech	1,74	0,55	8,50	4,6	4,2	3,5	5,2	61,30	8,82	122,23	179,74
34	M	Béchar	Bou Ayech	1,95	0,62	9,50	5	4,2	3,9	5,4	68,30	9,31	136,19	211,40
35	M	Béchar	Bou Ayech	1,92	0,61	8,75	4,4	4	3,5	5	57,00	8,51	113,65	161,16
36	M	Béchar	Bou Ayech	2,70	0,86	10,00	7	6,5	5,8	7,2	138,73	13,27	276,62	611,96
37	M	Béchar	Bou Ayech	1,60	0,51	11,25	7,5	7,3	6,4	5,8	144,55	13,55	288,22	650,85
38	F	Béchar	Bou Ayech	1,35	0,43	7,25	5,4	5	5,2	4,8	81,83	10,19	163,16	277,21
39	F	Béchar	Bou Ayech	0,75	0,24	6,75	4	3,8	4,3	3,8	49,75	7,95	99,19	131,40
40	F	Béchar	Bou Ayech	1,75	0,56	10,00	7	6,3	7,2	5,9	137,64	13,22	274,44	604,76

Tableau N. Mesure dendrométrique dans les stations de la région de Naâma

	Sexe	Région	Station	C 1,30 (m)	D 1,30 (m)	H (m)	R1 (m)	R2 (m)	R3 (m)	R4 (m)	Sp	dh ₀	Sh ₀	Vh ₀
1	M	Naama	Gaaloul	3,68	1,17	10,00	6,7	6,2	6,8	7,3	143,55	13,5	286,21	644,0751
2	F	Naama	Gaaloul	1,30	0,41	6,50	5	4,8	5,1	4,6	74,74	9,743	149,02	241,9816
3	F	Naama	Gaaloul	3,00	0,96	8,50	5,4	5,1	5,2	5,3	86,586	10,49	172,64	301,7323
4	M	Naama	Gaaloul	2,80	0,89	9,00	5,3	5	4,8	4,6	76,373	9,849	152,28	249,9544
5	M	Naama	Gaaloul	1,15	0,37	7,00	5	4,2	4,6	5,1	70,501	9,462	140,57	221,6897
6	F	Naama	Gaaloul	1,50	0,48	7,50	5,8	5,4	5,3	5,5	95,095	10,99	189,61	347,288
7	F	Naama	Gaaloul	2,20	0,70	8,25	6,3	6	6,1	5,6	113,24	11,99	225,8	451,3125
8	F	Naama	Gaaloul	2,40	0,76	7,25	5,8	5,2	5,1	5,3	90,102	10,7	179,65	320,3006
9	M	Naama	Gaaloul	3,40	1,08	8,00	4,4	4	4,1	4,2	54,801	8,342	109,27	151,927
10	F	Naama	Gaaloul	2,85	0,91	9,25	6,2	6	5,5	5,9	109,51	11,79	218,35	429,1605
11	M	Naama	Haraza	4,05	1,29	10,50	6,7	6,3	6,5	6,2	129,74	12,84	258,68	553,4132
12	F	Naama	Haraza	2,80	0,89	8,00	6,3	5,8	5,9	6,1	114,1	12,04	227,5	456,4372
13	M	Naama	Haraza	2,56	0,82	10,00	6,3	6	5,9	6,1	115,95	12,14	231,2	467,5987
14	F	Naama	Haraza	2,90	0,92	10,00	6,4	6,1	6,5	6,3	125,69	12,63	250,61	527,6989
15	M	Naama	Haraza	1,00	0,32	7,75	4,3	4	3,6	3,9	49,188	7,904	98,076	129,1945
16	M	Naama	Haraza	1,20	0,38	6,75	3,5	3,1	3,2	3,5	34,815	6,649	69,417	76,93056
17	F	Naama	Haraza	2,45	0,78	8,15	6,2	6	5,8	5,9	112,17	11,94	223,65	444,8988
18	F	Naama	Haraza	2,26	0,72	8,25	4,2	4	3,9	4,2	52,195	8,142	104,07	141,2189
19	F	Naama	Haraza	2,50	0,80	7,75	6	5,9	6	6,2	114,02	12,03	227,35	455,9662
20	M	Naama	Haraza	2,48	0,79	7,25	5,3	5	5,1	4,9	80,941	10,14	161,39	272,7154
21	M	Naama	Ouarka	0,80	0,25	4,50	2,4	2,8	3	3,1	25,285	5,667	50,415	47,61508
22	M	Naama	Ouarka	1,76	0,56	6,25	3,7	3,2	3,5	3,8	39,737	7,104	79,231	93,80839
23	M	Naama	Ouarka	2,60	0,83	2,50	5,2	5	4,8	4,6	75,548	9,795	150,64	245,9189
24	M	Naama	Ouarka	2,45	0,78	4,50	2,8	3	3	3,1	27,828	5,945	55,487	54,97723
25	F	Naama	Ouarka	0,90	0,29	5,25	2,8	3,6	3,2	3,5	33,983	6,569	67,758	74,18906
26	F	Naama	Ouarka	0,80	0,25	4,00	2,8	2,2	3	2,6	22,325	5,325	44,515	39,50507
27	M	Naama	Ouarka	0,80	0,25	5,20	2,2	2,8	3	3,2	25,057	5,641	49,962	46,97349
28	M	Naama	Ouarka	1,27	0,40	4,80	3,7	3,2	2,9	3,1	32,931	6,467	65,661	70,77118
29	F	Naama	Ouarka	1,65	0,53	6,00	4,2	4,2	4,5	3,9	55,531	8,398	110,72	154,973
30	F	Naama	Ouarka	1,35	0,43	5,50	3,1	3,2	3,6	4	38,316	6,976	76,398	88,82223
31	F	Naama	Hajaj	0,80	0,25	5,00	2,2	2,5	2,8	3	21,925	5,277	43,716	38,44721
32	F	Naama	Hajaj	0,80	0,25	5,70	2,3	2,8	3	3,2	25,41	5,681	50,666	47,97031
33	F	Naama	Hajaj	0,90	0,29	6,00	3,3	3,6	4	4,2	45,13	7,571	89,984	113,5395
34	F	Naama	Hajaj	2,15	0,68	9,20	5,5	5,8	6	5,2	99,64	11,25	198,67	372,4817
35	M	Naama	Hajaj	2,68	0,85	8,20	4,2	4	4,5	4,3	56,818	8,495	113,29	160,3933
36	M	Naama	Hajaj	2,30	0,73	8,00	4,5	4,2	3,9	4,2	55,531	8,398	110,72	154,973
37	M	Naama	Hajaj	2,50	0,80	7,20	5	5,1	4,8	4,6	74,74	9,743	149,02	241,9816
38	M	Naama	Hajaj	2,40	0,76	5,70	3,4	3,6	3,8	4	43,144	7,402	86,024	106,1277
39	M	Naama	Hajaj	0,92	0,29	5,80	3,4	3,8	4	4,1	46,166	7,657	92,05	117,4722
40	F	Naama	Hajaj	1,60	0,51	6,00	4	4,1	4,2	3,9	51,543	8,091	102,77	138,5829

Tableau O. Mesure dendrométrique dans les stations de la région d'El Bayadh

	Sexe	Région	Station	C 1,30 (m)	D 1,30 (m)	H (m)	R1 (m)	R2 (m)	R3 (m)	R4 (m)	Sp	dh ₀	Sh ₀	Vh ₀
1	M	El-Bayadh	Messied	2,60	0,83	8,50	7,3	7,5	7,1	7,2	166,26	14,53	331,5	802,8172
2	M	El-Bayadh	Messied	0,90	0,29	4,70	4	4,1	3,5	3,2	43,411	7,425	86,556	107,114
3	F	El-Bayadh	Messied	1,40	0,45	7,50	4,8	4,2	4,1	4	57,69	8,56	115,03	164,0971
4	F	El-Bayadh	Messied	2,10	0,67	6,60	5,5	5	5,1	5,2	85,016	10,39	169,51	293,5629
5	M	El-Bayadh	Messied	2,40	0,76	6,40	6,3	6	6,1	5,8	115,03	12,09	229,37	462,054
6	F	El-Bayadh	Messied	2,30	0,73	8,00	6,7	6,2	6,4	6,2	127,74	12,74	254,71	540,7044
7	M	El-Bayadh	Messied	1,00	0,32	6,10	3,4	3,2	3,6	3,8	38,622	7,004	77,008	89,88891
8	F	El-Bayadh	Messied	4,00	1,27	9,65	7,7	6,5	6,8	7,1	155,58	14,06	310,21	726,7434
9	M	El-Bayadh	Messied	2,35	0,75	6,75	5,1	5	5,2	4,9	80,117	10,09	159,75	268,5603
10	F	El-Bayadh	Messied	2,15	0,68	6,90	5,4	5,2	5,4	5,1	87,425	10,54	174,32	306,1335
11	M	El-Bayadh	Hanntouzah	2,20	0,70	11,20	8	7,5	7,6	7,2	180,43	15,14	359,76	907,6643
12	F	El-Bayadh	Hanntouzah	4,50	1,43	9,80	8,5	8	8,1	7,9	207,45	16,23	413,64	1119
13	M	El-Bayadh	Hanntouzah	3,10	0,99	12,15	8	8,2	8,1	8	204,77	16,13	408,29	1097,349
14	M	El-Bayadh	Hanntouzah	3,20	1,02	11,20	9	9,1	8,5	8,2	238,09	17,39	474,73	1375,837
15	F	El-Bayadh	Hanntouzah	5,60	1,78	11,20	9	9,1	8,6	8,5	243,37	17,58	485,25	1421,815
16	F	El-Bayadh	Hanntouzah	4,00	1,27	11,22	9,5	9,2	9,1	9,5	273,14	18,62	544,62	1690,572
17	F	El-Bayadh	Hanntouzah	2,70	0,86	9,35	7,5	7,2	7,4	7	166,3	14,53	331,59	803,1583
18	F	El-Bayadh	Hanntouzah	3,00	0,96	11,22	8,5	8,2	8,3	7,9	212,57	16,43	423,84	1160,666
19	F	El-Bayadh	Hanntouzah	3,70	1,18	11,20	8	8	7,5	7,4	187,62	15,44	374,1	962,4598
20	M	El-Bayadh	Hanntouzah	1,80	0,57	7,50	4	4,1	4,2	3,9	51,543	8,091	102,77	138,5829
21	M	El-Bayadh	Boussemghoun	1,80	0,57	6,25	4	4,2	3,8	3,6	47,916	7,801	95,541	124,2168
22	F	El-Bayadh	Boussemghoun	0,84	0,27	5,50	3,2	3	3,2	3,5	32,758	6,45	65,316	70,21519
23	F	El-Bayadh	Boussemghoun	1,00	0,32	6,15	3,3	3,1	3,5	3,4	34,783	6,646	69,355	76,82651
24	F	El-Bayadh	Boussemghoun	1,75	0,56	6,50	5,2	5	5,1	4,9	80,117	10,09	159,75	268,5603
25	F	El-Bayadh	Boussemghoun	1,45	0,46	6,00	3,4	3,2	3,8	3,7	39,195	7,055	78,151	91,89689
26	F	El-Bayadh	Boussemghoun	1,22	0,39	7,50	3,9	3,8	3,2	3,5	40,93	7,21	81,61	98,06522
27	F	El-Bayadh	Boussemghoun	1,70	0,54	7,30	4,7	4,2	4,5	4,4	62,282	8,894	124,18	184,0758
28	F	El-Bayadh	Boussemghoun	1,51	0,48	6,50	4	4,1	3,9	4,2	51,543	8,091	102,77	138,5829
29	M	El-Bayadh	Boussemghoun	2,50	0,80	7,00	5	5,2	5,1	4,8	79,356	10,04	158,23	264,7407
30	M	El-Bayadh	Boussemghoun	1,65	0,53	6,50	4,7	4,5	4,6	4,5	65,744	9,138	131,09	199,6345
31	F	El-Bayadh	Guetta	4,12	1,31	9,00	6,6	6,2	6,5	6,3	128,69	12,78	256,6	546,7463
32	F	El-Bayadh	Guetta	2,55	0,81	7,75	6,1	6	5,8	5,9	111,2	11,88	221,73	439,1666
33	F	El-Bayadh	Guetta	2,85	0,91	9,75	7,5	7,2	7,5	7	167,47	14,58	333,92	811,6465
34	F	El-Bayadh	Guetta	2,33	0,74	10,50	8,6	8,2	8,5	8	217,8	16,63	434,27	1203,748
35	F	El-Bayadh	Guetta	2,00	0,64	8,50	6,6	6,5	6,2	6,3	128,69	12,78	256,6	546,7463
36	F	El-Bayadh	Guetta	3,20	1,02	9,00	5,1	5	4,8	5,2	79,356	10,04	158,23	264,7407
37	M	El-Bayadh	Guetta	0,87	0,28	6,25	2,8	3	2,8	3,2	27,412	5,9	54,657	53,74893
38	M	El-Bayadh	Guetta	2,26	0,72	9,75	7,1	7	7,2	6,8	155,03	14,03	309,11	722,8965
39	F	El-Bayadh	Guetta	1,90	0,61	9,70	8,4	8,2	7,8	8	206,17	16,18	411,09	1108,664
40	F	El-Bayadh	Guetta	3,75	1,19	11,00	9,7	9,5	9,2	9,4	280,51	18,87	559,31	1759,466