

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM

Faculté Des Sciences De La Nature et De La Vie Et Des Sciences de La Terre et De L'Univers

Département des Sciences de l'Agronomie et des Forêts

Laboratoire de recherche

«Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels».

THESE

Présentée par : **BENABDELLAH Mohammed Ali**

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat

En Sciences de l'Agronomie et des Forêts

**Option : Gestion et Conservation des
Écosystèmes**

Thème

**Analyse phytoécologique des groupements
à thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters)
et à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lam.)
dans les monts de Tlemcen (Algérie occidentale)**

A

Soutenue le : 11 / 12 / 2011, devant le jury composé de :

Directeur de Thèse : **Mr AMRANI Sidi Mohamed.** Professeur Université **ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM**

Président : **Mr LETREUCH BELAROUCI Nouredine.** Professeur Université **ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM**

Examineurs: **Mr ELHAÏTOUM Ahmed.** Maître de Conférences Université **ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM**

Mr MERZOUK Abdessamad. Maître de Conférences Université **ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM**

Mr LARID Mohamed. Maître de Conférences Université **ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM**

Mr BENABDELLI Khéloufi. Professeur Université **MASCARA.**

TABLE DES MATIERES

Introduction Générale	1
Chapitre I : Etude du milieu physique et humain	4
I.1. Introduction	4
I.2. Milieu physique	6
I.2.1. Situation géographique de la zone d'étude	6
I.2.2. Relief et topographie	8
I.2.2.1 Altitude	10
I.2.2.2 Les pentes	10
I.2.2.3. Les expositions	11
I.2.2.4. Profils topographiques	12
I.2.2.5. Visualisation de la zone d'étude en trois dimensions (3D)	13
I.2.3. Aperçu géologique	13
I.2.4. Réseau Hydrographique	18
I.2.5. Pédologie	21
I.3. Le Milieu Humain et facteurs de dégradation	23
I.3.1. Végétations naturelles	23
I.3.2. Facteurs de dégradation	25
Chapitre II : Bioclimatologie	28
II.1. Introduction	28
II.2. Méthodologie	29
II.3. Les facteurs climatiques	31
II.3.1. Précipitations	31
II.3.1.1. Régime saisonnier	36
II.3.2. Autres paramètres climatiques	36
II.4. Les facteurs thermiques	38
II.5. Synthèse bioclimatique	42
II.5.1. Indice de DE MARTONNE	43
II.5.2. Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN	44
II.5.3. Indice xérothermique d'EMBERGER (1942)	48
II.5.4. Le quotient pluviothermique d'EMBERGER	49
Chapitre III : Méthodologie	52
III.1. Méthode d'étude	52
III.1.1. Échantillonnage et moyens de travail	52
III.1.1.1. Étude floristique (La méthode phytosociologique sigmatiste)	55
III.1.1.1.1. Etape analytique	55
III.1.1.1.2. Etape synthétique	60
III.1.1.1.2.1. La méthode des tableaux	61
III.1.1.1.2.2. Les méthodes numériques	62
III.1.1.2. Etude pédologique (Méthode de laboratoire)	68
III.1.1.2.1. Analyses physiques	68
III.1.1.2.2. Analyses chimiques	70
III.1.1.3. Etude dendrométrique	72

Chapitre IV : Résultats	73
IV.1. Étude floristique (communautés végétales).....	73
IV.1.1. Méthode numérique.....	73
IV.1.1.1. Résultats de l'analyse numérique des données floristiques par l'AFC.....	73
IV.1.1.1.1. Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C.....	73
IV.1.2. Syntaxonomie et détermination des groupements végétaux.....	79
IV.1.2. 1. Syntaxonomie.....	79
IV.1.2.2. Détermination des groupements végétaux de la zone d'étude.....	82
IV.1.2.2.1. Description des groupements végétaux.....	82
IV.2. Résultats de l'étude pédologique.....	97
IV.2. 1. Description des profils.....	97
IV.2. 2. Interprétation des résultats.....	100
IV.3. Résultat de l'étude dendrométrique.....	107
IV.3.1. Calcul du volume de peuplement.....	107
IV.3.2. Conclusion.....	111
Chapitre V : Diversité floristique	113
V.1. Inventaire floristique.....	113
V.2. Mesure de la biodiversité.....	117
V.2.1. Les indices de diversité.....	117
V.2.1. 1. Indice de diversité de Shannon-Weaver et de Pielou	119
V.2.1.2. Indice de diversité D de Margalef et de Menhinick.....	119
V.2.1.3. Indice de diversité D de Simpson.....	119
V.2.1.4. Les coefficients de similarité.....	120
V.2.1.4.1. Le coefficient de Jaccard C_j	120
V.2.1.4. 2. Le coefficient de Sorensen C_s	120
V.2.1.5. Indice de dissimilarité ou distance entre individus.....	120
V.2.2. Les indices de diversité de la zone d'étude.....	121
V.2.2.1. Les indices de diversité - α	121
V.2.2.2. Les indices de diversité- β	122
V.3. Structure floristique.....	123
Chapitre VI : Cartographie des types de peuplements	133
VI.1. Préambule.....	133
VI.2. Carte des types de peuplements.....	133
VI.2.1. Données et matériels utilisés.....	134
VI.2.1.1. Matériels utilisés.....	134
VI.2.1.2. Données utilisées.....	135
VI.2.2. Organigramme du traitement de l'image satellite par logiciel ENVI.....	136
VI.2.2.1. Extraction d'image.....	137
VI.2.2.2. Composition colorée.....	137
VI.2.2.3. Classification multi spectrale.....	138
VI.2.2.4. Mise en page de la classification sous ENVI.....	139
VI.2.2.5. Interprétation des images.....	140
VI.3. Carte des groupements végétaux	140
VI.4. Résultats de la cartographie.....	141
Chapitre VII : Synthèse finale et discussion	147
Conclusion Générale et Recommandations	153

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1- Subdivision biogéographique de l'Algérie du Nord d'après QUEZEL et SANTA (1962); BARRY et al., (1976).....	7
Tableau 2- Bilan des incendies relatif à notre zone d'étude.....	26
Tableau 3- Données géographiques des stations météorologiques.....	29
Tableau 4- Moyennes mensuelles des Précipitations et des températures (1913-1938).....	32
Tableau 5- Moyennes mensuelles des Précipitations et des températures (1973-2008).....	32
Tableau 6- Moyennes des minima et maxima (ancienne période: 1913-1938).....	33
Tableau 7- Moyennes des minima et maxima (nouvelle période: 1973-2008).....	33
Tableau 8- Régimes saisonniers des précipitations.....	36
Tableau 9- Nombre de jours approximatifs de jours gélent sous abri en fonction des « m. s. ».....	37
Tableau 10- Types de climats en fonction des Amplitudes thermiques.....	41
Tableau 11- Indice de DE MARTONNE pour les deux périodes.....	43
Tableau 12- Indices de sécheresse des stations retenues.....	48
Tableau 13- Situation bioclimatique des cinq communes sur lesquels sont situées les stations de référence.....	49
Tableau 14- Distribution des relevés et des placettes réalisés par station.....	54
Tableau 15- Échelle d'abondance-dominance et recouvrements moyens.....	59
Tableau 16- Codification du coefficient d'abondance-dominance.....	67
Tableau 17- Échelle d'estimation du PH/H ₂ O.....	70
Tableau 18- Échelle d'estimation du %de CaCO ₃	71
Tableau 19- Échelle d'estimation du %de l'humus.....	71
Tableau 20- G1: <i>Quercus rotundifolia-Quercus faginea</i> sp Tlemceniensis.....	83
Tableau 21- G2: <i>Q. rotundifolia-Calyptom spinosa -Genista</i> sp.....	85
Tableau 22- G3 : <i>Tetraclitus articulata-Ampelodesmos mauritanicum</i>	87
Tableau 23- G4: <i>Q. rotundifolia-Calyptom spinosa -Tetraclitus arti</i>	89
Tableau 24- G5 : <i>Glebularia alypum-Tetraclitus articulata</i>	91
Tableau 25- G6 : <i>Hellianthemum</i> sp.- <i>Silphium achi</i> s.- <i>Tetraclitus arti</i>	93
Tableau 26- Caractéristiques physico-chimiques des sols des stations d'études.....	104
Tableau 27- Tableau récapitulatif des paramètres dendrométriques et les résultats du volume obtenu par le tarif.....	109
Tableau 28- Volume estimé du taillis de Thuya et de Chêne vert.....	110
Tableau 29- Volume total estimé pour chaque station.....	111
Tableau 30- Pourcentage des types biologiques par station.....	115
Tableau 31- Calcul des valeurs moyennes des indices de diversité.....	121
Tableau 32- Détermination des indices de diversité de la zone d'étude.....	122
Tableau 33- Calcul des valeurs du coefficient de Sorensen.....	122
Tableau 34- Calcul des valeurs du coefficient de Jaccard.....	123
Tableau 35- Calcul des valeurs du coefficient de dissimilarité au sein de relevés de différentes stations.....	123
Tableau 36- Contribution pour l'axe 1, (types biologiques).....	126
Tableau 37- Bandes multi spectrale du satellite Landsat 7 TM.....	137
Tableau 38- Longueur d'ondes et couleurs affectées.....	137
Tableau 39- Noms des principales séries de végétations identifiées selon la carte des types de peuplements moderne issue de l'image satellitaire de l'année 2002.....	141
Tableau 40- Noms des principales séries végétales identifiées, selon la carte des séries de végétation des monts de Tlemcen (ALCARAZ, 1977).....	141
Tableau 41- Représentation des superficies forestières des séries de thuya et de chêne vert dans les monts de Tlemcen (ancienne et nouvelles période).....	143
Tableau 42- Présentation des séries et des groupements végétaux de la zone d'étude.....	143
Tableau 43- Bilan par station des caractéristiques environnementales, dendrométriques et floristiques.....	149

LISTE DES FIGURES

Figure 1-Limites territoriales de la Wilaya de Tlemcen Source : A.N.A.T 2008.....	5
Figure 2-Carte topographique de la Wilaya de Tlemcen. Echelle 1/200 000. A.N.A.T 2008.....	6
Figure 3-Esquisse cartographique des districts phytocoréologiques de l'Algérie du Nord, d'après QUEZEL et SANTA (1962-1963). Modi par MEDDOUR, 2010.....	7
Figure 4-Représentation des reliefs de la zone d'étude.....	8
Figure 5-Le MNT des monts de la région de Tlemcen.....	9
Figure 6-Carte hypsométrique de la zone d'étude (monts de Tlemcen).....	10
Figure 7-Carte des pentes de la zone d'étude (monts de Tlemcen).....	11
Figure 8-Carte des expositions de la zone d'étude (monts de Tlemcen).....	12
Figure 9-Profil topographique dans les monts de Tlemcen (NE-S.O).....	12
Figure 10-Représentation en trois dimensions de la zone d'étude Logiciel SIG Map info 6.3 -Vertical Mapper 3.0.....	13
Figure 11-Carte géologique des monts de Tlemcen (CORNET et al., 1932), Modi par BENABDELLAH M.A -Map info 6.3).....	14
Figure 12-Les séries des monts de Tlemcen au jurassique supérieur et au Crétacé basal Schéma lithostratigraphique.(<i>Rowe Tlemcen-Sabkha</i>). in BENEST, 1983.....	17
Figure 13-Carte des réserves hydrographiques dans les monts de Tlemcen (ANAT., 2003). Modi par BENABDELLAH M.A -Map info 6.3.....	19
Figure 14 -Les ressources en eaux souterraines, dans la Wilaya de Tlemcen. (Source : COLLIGNON, 1986).....	20
Figure 15-Carte pédologique des monts de Tlemcen (KAZITANI, 1986. Modi par BENABDELLAH M.A -Map info 6.3-).....	21
Figure 16-Carte de végétation des monts de Tlemcen (Extrait de D'ALCARAZ, 1977).....	24
Figure 17-Superficies incendiées dans la zone d'étude en (Ha)-2000/2008.....	26
Figure 18-Carte bioclimatique des monts de Tlemcen (extraite de la carte de BOUABDELLAH et GAOUAR, 1990, modi Par BENABDELLAH M.A -Map info 6.3-).....	28
Figure 19-Localisation des stations climatiques de référence. BRICHETEAU (1934).....	30
Figure 20-Variation mensuelle des précipitations pour les stations de référence (Ancienne période 1913-1938).....	35
Figure 21-Variation mensuelle des précipitations pour les stations de référence (Nouvelle période 1973-2008).....	35
Figure 22-Variation mensuelle des Températures pour les stations de référence (Ancienne période 1913-1938).....	40
Figure 23-Variation mensuelle des Températures pour les stations de référence. (Nouvelle période 1973-2008).....	40
Figure 24-Indice d'aridité de DE MARTONNE.....	44
Figure 25-Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULLS et GAUSSEN (Ancienne période 1913-1938, Seltzer 1946).....	45
Figure 26-Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULLS et GAUSSEN. (Nouvelle période 1973-2008, «A.N.R.H.»).....	46
Figure 27-Climagramme pluviothermique du quotient d'EMBERGER (Q2).....	50
Figure 28- Localisation de la zone d'étude (Monts de Tlemcen) source : A. N. A.T.....	54
Figure 29- Méthode du choix de l'emplacement des relevés (GEHU, 1980).....	56
Figure 30- Courbe de l'aire minimale des stations.....	57
Figure 31- Schéma classique pour la détermination de la courbe Aire-Espèces (Pour la saison d'automne).....	58
Figure 32 -Projection des individus espèces – relevés floristiques sur le plan factoriel 1-2 de l'APC.....	74
Figure 33-Graphique ACC Plan 1-2 «Projection des individus espèces – relevés floristiques et les variables écologiques du milieu d'étude».....	76

Figure 34- Projection des relevés sur le plan 1-2 de l'AFD.....	78
Figure 35- Station 1. Forêt domaniale Tesser Mramet(Groupement A)	95
Figure 36- Station 2. El-Hamri (Groupement B).....	95
Figure 37- Station 3. Seguifa (Groupement C)	95
Figure 38- Station 2. Mandjel (Groupement D).....	95
Figure 39- Station 1. Djemb El-Kelakh (Groupement E).....	95
Figure 40- Station 2. Djouf El-Guern (Groupement F)	95
Figure 41- Triangle textural.....	105
Figure 42- Equation du tarif de cubage à deux entrées.....	107
Figure 43- Equation du tarif de cubage à une entrée.....	108
Figure 44- Composition globale de la flore par famille.....	113
Figure 45- Composition globale de la flore par élément phytogéographique.....	114
Figure 46- Composition globale de la flore par type biologique.....	115
Figure 47- L'abondance des espèces floristiques recensées dans la zone d'étude.....	116
Figure 48- Diversité par relevé et par station au sens de Gini-Simpson.....	124
Figure 49- Courbe de corrélation div. taxonomique – div. de Gini-Simpson.....	125
Figure 50- Distribution des nuages de points (types biologiques) sur le plan (axe1).....	127
Figure 51- Les formes biologiques dans leur état de parfait développement, (GUINARD, 1986).....	128
Figure 52- Image satellite Landsat 7 TM (Wilaya de Tlemcen) de l'année 2002 (image scène). Source(I.N.C.T).....	136
Figure 53- Image Landsat TM vue en trichromie (TM4, TM3, TM1)(monts de Tlemcen, année 2002).....	138
Figure 54- Carte des types de peuplements des monts de Tlemcen à partir de l'Image satellite Landsat TM). Logiciel ENVI 4.2.....	139
Figure 55- Carte des types de peuplements (monts de Tlemcen)(Map info 6.5).....	142
Figure 56- Carte de végétation des monts de Tlemcen (ALCARAZ, 1977)- Map info 6.5.....	142
Figure 57- Carte des groupements végétaux (Zone d'étude), BENABDELLAH (Map info 6.5).....	144

ACRONYMES

- **A.C.C** : Analyse Canonique des Correspondances.
- **ADE4** : Analyse des données écologiques
- **A.F.C** : Analyse Factorielle des Correspondances.
- **A.F.D** : Analyse Factorielle discriminante.
- **A.N.R.H** : Agence Nationale des Ressources Hydriques.
- **B.N.D.E.R** : Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural.
- **B.N.E.F** : Bureau National des Etudes Forestières.
- **C.F.T** : Conservation des Forêts Tlemcen.
- **D.G.F** : Direction Générale des Forêts.
- **D.R.S** : Défense et Restauration des Sols.
- **D.S.A** : Direction des Services Agricoles.
- **ENVI** : Environnement for visualising image
- **F.A.O** : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (siège à Rome, Italie).
- **FIDA** : Fond international de développement agricole.
- **GPS** : Global Positioning System (système de positionnement, à l'échelle du Globe)
- **I.N.R.A** : Institut National des Recherches Agronomiques.
- **INCT** : Institut National de Cartographie et de Télédétection
- **Logiciel -R-** : logiciel biostatistique
- **L.T.P.O** : Laboratoire des Travaux Publique de l'Ouest.
- **L'UICN** : Union Internationale de la Conservation de la Nature.
- **MAB** : Man and the Biosphere (programmes of UNESCO)
- **M.A.R.A** : Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire.
- **Map info** : logiciel de cartographie informatisée
- **OMA**: l'Office météorologique algérien.
- **P.E.R** : Projet Emploi Rural.
- **P.P.D.R** : Projet à la Proximité de Développement Rural.
- **P.P.D.R.I** : Projet à la Proximité de Développement Rural Intégré.
- **R.G.P.H** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
- **S.A.T** : Surfaces agricoles totales.
- **S.A.U** : Superficie agricole utile.
- **SIG** : Système d'Information Géographique
- **U.N.E.S.C.O** : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

المبحث : تحاليل البيئة النباتية لتجمعات العرعار و البلوط الأخضر لمنطقة جبال تلمسان (الغرب الجزائري) .

الملخص : يهدف هذا العمل إلى دراسة البيئة النباتية لمختلف التجمعات النباتية و المتعلقة أساسا بأشجار العرعار و البلوط الأخضر لمنطقة جبال تلمسان. ولهذا السبب قمنا جديا بإجراء دراسات نباتية على مستوى 6 سنة محطات نباتية في منطقة جبال تلمسان ، في نفس المنطقة، قمنا أيضا بدراسة قياس الأشجار المرتكزة على أشجار العرعار و البلوط الأخضر، حيث قمنا بتقييم الإنتاج الخشبي للمنطقة و إضافة إلى هذه الدراسات ، قمنا بإجراء تحاليل التربة وهذا لمعرفة العلاقة التي تربط بينهم. فنتائج الدراسات نباتية، أثبتت وجود تنوع نباتي كبير، حيث تم إحصاء 271 نبتة. إن دراسة و تحليل الشكل الظاهري و الديناميكي الحالي للغطاء النباتي تم بواسطة دراسة إحصائية متطورة، و هي التحليل النوعي للمتغيرات، هذه الأخيرة ساعدتنا على دراسة أهم العوامل المؤثرة في الحالة الظاهرية للتجمعات النباتية الموجودة بالمنطقة. سمحت لنا هذه الدراسات بإجراء مقارنة بين مختلف المحطات النباتية موضوع الدراسة ، حيث أثبتت لنا وجود اختلاف ، تطابقا مع التغيرات الديناميكية للنظام البيئي الغابي - شبه غابي- تحطيم غابي- أعشاب. إن أسباب اختلاف الغطاء النباتي، ترتبط بعامل أساسي وهي الارتفاعات أي المناخ الحيوي حيث أن هذه المنطقة تعرف تغيرات جد هامة في المناخ، مما جعل هذه الأخيرة تتعرض لظاهرة الجفاف خصوصا في هذه السنوات الأخيرة، وظف إلي ذلك عامل مخلفات التأثير الأدمي و الحيواني (كالرعي الغير الشرعي، التوسع العمراني، الجح الغابية...). أخيرا قمنا بإنجاز خريطة نباتية حديثة بواسطة خريطة القمر الصناعي . كل هذه المعلومات تساعدنا في معرفة تغيرات النظام البيئي و بالتالي يمكن أن تستعمل كأداة من أجل حسن التسيير للمحافظة على الثروة النباتية المتبقية والتدخل لمعالجة و إصلاح المناطق الجد متضررة وذلك بوضع إستراتيجية للمحافظة على البيئة.

الكلمات المفتاحية : منطقة جبال تلمسان (الغرب الجزائري) – البيئة النباتية – العشائر النباتية- التجمعات النباتية - أشجار العرعار - أشجار البلوط الأخضر- المناخ الحيوي – التربة – الإنتاج الخشبي - تأثير الأدمي و الحيواني

Analyse phytocéologique des groupements à thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) et à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lam.) dans les monts de Tlemcen (Algérie occidentale)

Résumé : Ce travail est consacré à l'étude floristique des groupements à thuya et à chêne vert dans les Monts de Tlemcen. Nous avons mené de front une étude floristique, pédologique et dendrométrique sur six stations présentant des caractéristiques géographiques et climatiques différentes. L'étude de la végétation a été réalisée par une démarche typiquement phyto-écologique dont les formations végétales rencontrées offraient une grande diversité : 271 espèces ont été identifiées. Les chênaies vertes et les Tetracliniaies, sont les formations forestières naturelles les plus représentatives et les plus diversifiées de l'aire d'étude. L'interprétation de la structure du tapis végétal, est mise en évidence par une analyse factorielle des correspondances. Cependant, six stations différentes du point de vue physiologique mais également en termes de fertilité du sol sont identifiées. En fin, nous avons réalisé une étude cartographique des différentes formations végétales existantes actuellement dans notre zone d'étude, et ce, à l'aide du traitement de l'imagerie satellitaire. En conclusion, l'étude souligne l'intérêt remarquable que présente la végétation des monts de Tlemcen, du point de vue de leurs significations écologiques, biogéographiques et évolutives ainsi en matière de potentialités édaphiques. Vu l'importance de la dégradation dans cette zone qui est d'origine humaine et climatique, il est nécessaire de mettre en place une politique de conservation de ce patrimoine forestier.

Mots clés : Monts de Tlemcen (Ouest Algérie) – phytocologie – *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters et *Quercus rotundifolia* Lam. – Bioclimat – Sol – Impact anthropozoogène.

Phytocological analysis of plant communities with thuja (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) and holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam) in the Mountains of Tlemcen (Western Algeria)

Summary : This work is devoted to the floristic study of groups of thuja and holm oak in the Mountains of Tlemcen. We carried out a floristic, pedological and dendrometric study on six stations, presenting the different geographical and climatic characteristics. The study of the vegetation was carried out by a typically phytocological procedure of which vegetable formations offered a great diversity: 271 species were identified. The green oak and Tetracliniaies are the natural forest formations that are most representative and most diversified on the surface of study. The interpretation of the structure of the vegetable carpet is highlighted by a factorial analysis of the correspondences. Thus, we focused on six different stations from the physionomical point of view, but also in terms of fertility of the soil. In end, we made a cartographic study of the various existing vegetable formations currently in our zone of study, and this, using the treatment of the satellite imagery. To conclude, the study underlines the remarkable interest, which presents the vegetation of the Mountains of Tlemcen, from their ecological point of view, biogeographic and evolutionary significances, as well as edaphic potentials. Considering the importance of degradation in this zone, which is of human and climatic origin, it is necessary to carry out a policy of conservation of this forest inheritance.

Key words: Mountains of Tlemcen (Western Algeria) – phytocology – (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) and (*Quercus rotundifolia* Lam.) - Bioclimate – Soil – Anthropozoogene.

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

La conservation, des forêts et de la végétation forestière du bassin méditerranéen, constitue un problème complexe du fait de l'hétérogénéité des situations et des multiples usages et pressions anthropiques pratiqués par les diverses entités culturelles de la Méditerranée depuis des millénaires

(QUEZEL & MEDAIL, 2003). Sur le pourtour méditerranéen, « gap analysis » (= l'analyse des lacunes) réalisée par le **WWF (2001)** estime que la couverture forestière originelle présentait environ 82% de la surface totale des pays méditerranéens, actuellement il en reste que 17% de ce patrimoine forestier souvent considéré comme profondément dégradé dans les pays du sud. La situation actuelle est qualifiée de dramatique dans les divers pays d'Afrique du Nord et seuls des programmes ambitieux de gestion écologique intégrée permettront de sauver les lambeaux de forêts qui subsistent, ou de préserver quelques zones qui sont encore restées miraculeusement à l'abri de ces destructions **(QUEZEL & MEDAIL, 2003)**.

Depuis le début des années 1980, une opposition grandissante se manifeste dans de nombreuses régions du monde : entre ceux qui veulent préserver la qualité de l'environnement dans les forêts, et les forestiers qui cherchent à rentabiliser ces milieux par l'exploitation du bois et du liège parmi la gamme de produits et services qu'offre la forêt. La nouvelle sensibilité écologiste s'exprime sous des formes diverses, allant de l'exigence de maintien de l'ensemble des forêts à « l'état sauvage » ou classées en « Parcs » au souhait d'une gestion polyvalente, où les techniques utilisées seraient soumises à un certain nombre de restrictions **(EUROFOR/ONF, 1994)**.

La forêt méditerranéenne est largement exposée à ces enjeux, son importante biodiversité fait d'elle l'une des régions du monde les plus renommées par l'existence des aires protégées et des parcs naturels, alors que son riche potentiel en matière de produits fournis pourrait conduire à l'épuisement des ressources et au déclenchement de conflits entre divers usagers **(HOUEE, 1996)**. De plus, en absence d'une politique forestière valorisante, le milieu forestier méditerranéen se dégrade et devient la proie d'une exploitation humaine anarchique **(MICHEL, 2004)**.

La flore de l'Afrique Nord occidentale méditerranéenne est relativement bien connue **(MAIRE, 1952)** pour son analyse historique. Parmi les flores relativement récentes qui lui sont consacrées, seule la flore de **MAIRE** l'a envisagée dans sa totalité. Entre **1941** et **1987** ; 16 tomes ont été publiés et couvrent environ le tiers de l'ensemble de son capital floristique. Les autres flores voir catalogue floristique, sont consacrés à l'analyse d'un seul pays : Tunisie **(POTIER- ALA PETITTE, 1979-1981)**, Algérie **(QUEZEL et SANTA 1962-1963)**. En contact étroit avec le Sahara et l'Afrique Tropicale, le Maghreb présente une des flores les plus remarquables du monde méditerranéen. Sa grande diversité climatique, géologique et géographique a permis l'apparition de nombreuses espèces endémiques **(QUEZEL, 2000)**. **MEDAIL et QUEZEL (1994)** ont toutefois recensé environ 3800 espèces au Maroc, 2700 en Algérie et 1600 en Tunisie ; le nombre approximatif des endémiques étant respectivement de 900, 320 et 39.

La flore algérienne a fait l'objet d'investigation dès **1620** par **TRADESCANT**, suivi par **BATTANDIER et TRABUT 1880-1889** (*in.* **ALCARAZ 1976**). **MAIRE, (1926)** qui englobe la végétation dans la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Les recherches botaniques forestières ont débuté avec la venue en Algérie en **1938** du fondateur du service forestier, **RENON in., CHAABANE (1993)** ; son travail inachevé sur les espèces ligneuses de l'Algérie fut repris par **LAPIE et MAIGE (1914)** qui publie une flore forestière dans laquelle est indiquée la répartition des principales espèces floristiques.

Les nouvelles études sur l'inventaire des espèces endémiques en Algérie, sont celles réalisées par **MEDAIL et QUEZEL (1994)**, ainsi une étude récente effectuée par **VELA et BENHOUBOU (2007)**, dont l'analyse de la répartition de l'élément endémique, au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord permet d'identifier les districts à valeur patrimoniale, les plus intéressants avec un nombre total en espèces endémiques de l'ordre de 406 espèces. Parmi ces espèces, 271 sont des endémiques du secteur ornaï et 94 sont des endémiques du district de l'atlas tellien (O3).

Les monts de Tlemcen font parti du patrimoine forestier national algérien. Ces derniers offrent un modèle d'étude très intéressante par la diversité des paysages et la remarquable répartition de la couverture végétale conditionnée par un nombre important de facteurs écologiques (**TINTHOIN, 1948**). Cette végétation est soumise à une dégradation continue d'année en année, qui se traduit par une perturbation de l'équilibre écologique, due le plus souvent à une action conjuguée du climat et de l'homme. Ce dernier s'est contenté d'exploiter un capital, à première vue, inépuisable (**QUEZEL, 1976**).

Aborder l'étude de tels écosystèmes, dans la région sud-méditerranéenne, c'est en fait penser toujours à l'impact de l'homme, à ses actions néfastes surtout « naturellement son action destructrice se fait sentir dans les zones limites les plus fragiles, au moment d'années sèches ou de séries d'années sèches » (**HUETZ DE LEMPS, 1970**). À ce sujet et pour ce qui est des limites septentrionales, des travaux descriptifs ou analytiques ont été réalisés au cours des dernières décennies : **QUEZEL (1964)**, **GUINOCHET (1980)**, **ALCARAZ (1982)**, **HADJADJ AOUL (1995)**, **DAHMANI (1997)** dans le sud de l'Oranaï. Ces auteurs ont montrés que de points de vue phytoécologique et phytogéographique, l'Algérie occidentale et plus particulièrement en Oranie, les forêts présentent actuellement un faciès dégradé avec une dynamique accélérée due en grande partie à la pression anthropique.

La situation actuelle de la propriété forestière algérienne se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne **IKERMOUD, (2000)**. En effet, la persistance des facteurs destructifs tels que les incendies (1870-1995 : 920 947 ha), le surpâturage, les défrichements et les attaques parasitaires, ne fait qu'accroître le processus de dégradation du système forestier en place, avec une destruction des réserves forestières estimée de 45 000 à 50 000 ha/an (**MEZALI, 2003**). Ajouter à ceci la construction, les coupes illicites, la mentalité et les habitudes des populations autochtones qui vivent à leur contact **MISSOUMI et al., (2002)**.

L'objectif de cette étude est de donner l'état actuel du couvert végétal et notamment celui des formations forestières existantes actuellement dans les monts de Tlemcen, région dans laquelle les deux espèces *Tetraclinis articulata* (= *Callitris articulata* (Vahl) Link) et *Quercus rotundifolia* (= *Q. ilex* var. *ballota*(Desf.) AC.), sont particulièrement importantes. Nous avons essayé de caractériser ses derniers de point de vue floristique, climatique, pédologique et dendrométrique, en relation avec les différents facteurs anthropozoïques.

L'objectif de notre étude est donc de mettre en balance ces différents facteurs afin de mieux comprendre en quoi ils interviennent dans la structuration et l'évolution de cette végétation. Autrement dit, essayer de dégager les grandes structures actuelles de végétation dans notre zone d'étude, vu l'importance de ces dernières à l'égard des problèmes posés sur la conservation et l'utilisation de ces milieux. D'autres parts, les études antérieures focalisées sur différentes structures de végétations à des échelles spatiales importantes, notamment sur l'Oranie dont certaines régions n'ont pas fait l'objet d'étude, vu l'étendue des monts de Tlemcen.

À l'aide d'un traitement numérique, effectué à partir des données floristiques par la méthode de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C), accompagnée d'une analyse factorielle discriminante (A.F.D), affinée par la suite par l'analyse phytoécologique, ont permis de différencier certains groupements végétaux, ainsi la réalisation de l'analyse canonique de correspondance A.C.C, nous a permis de connaître les différents facteurs du milieu notamment le facteur édaphique, qui déterminent la répartition spatio-temporelle de cette végétation occupant les monts de Tlemcen.

En outre, nous avons réalisé une étude cartographique des différentes formations végétales existantes actuellement dans notre zone d'étude en vue de l'actualisation de la carte de végétation des monts de Tlemcen établie par **ALCARAZ (1977)**. En effet, cette dernière carte est considérée comme seule et unique support cartographique de base pour notre étude comparative avec la nouvelle carte de végétation établie à partir de l'imagerie satellitaire, afin de connaître la dynamique diachronique de la végétation naturelle relative à notre zone d'étude. Ainsi, l'objectif de ce choix est de voir si l'ancienne carte existante dans les monts de Tlemcen restait valable à nos jours, ou il y a eu un changement ; si oui, lequel ? Répondre à cette question nécessite de notre part une reconnaissance préliminaire de la zone d'étude et bien entendu une récolte de l'ensemble des données susceptibles de nous aider à résoudre cette problématique, ainsi l'utilisation des outils SIG et télédétection, nous ont permis d'obtenir des informations rapides sur l'occupation des sols de notre territoire d'étude. En outre, l'établissement de la nouvelle carte des types de peuplements, été possible grâce à ces outils de gestion du territoire et ce, sur la base de l'image satellite Landsat 7 TM. Cette partie d'étude a été envisagée afin de doter les différents acteurs (structures de gestion du patrimoine forestier) des outils de base pouvant contribuer à une gestion durable de l'écosystème forestier à travers notre zone d'étude.

Par la synthèse des principaux résultats, nous avons voulu souligner l'intérêt des relations entre le milieu climatique et édaphique, les structures de végétation et leur hétérogénéité spatio-temporelle pour la compréhension des systèmes écologiques et l'élaboration de stratégie de conservation de leurs potentialités et de leur biodiversité. En effet les nouvelles orientations mondiales pour la conservation de la biodiversité et le développement durable des écosystèmes ont mené les forestiers à réviser leur conception de la valeur des essences et à se pencher davantage sur leur intérêt écologique (**DAHMANI, 1997**).

À l'échelle de la région méditerranéenne notamment dans les pays voisins, plusieurs travaux ont été abordés sur la végétation de cette zone, qui est sensible aux différents facteurs de dégradation : au Maroc (**QUEZEL et al. 1992 ; BENABID 1977 ; FENANNE 1988, 2003; AAFI et al., 2005**), en Tunisie (**EL-HAMROUNIE, 1992**) et en Espagne (**RIVAS-MARTINEZ, COSTA ET IZCO, 1984**).

Pour atteindre notre objectif, nous avons conçu notre travail sur sept chapitres distincts. Dans le premier chapitre, nous avons abordé l'étude du milieu physique et humain concernant notre zone d'étude. Dans le second chapitre, nous avons effectué une étude bioclimatologique. En revanche le troisième chapitre a été consacré pour la méthodologie envisagée pour le recueil des données floristiques, pédologiques et dendrométriques sur le terrain. Les résultats obtenus ont été exposés dans le quatrième chapitre. À travers le cinquième chapitre, nous avons analysé la diversité floristique relative à notre zone d'étude. En suite, la cartographie des types peuplements a été présentée dans le sixième chapitre. Enfin, le septième chapitre est le dernier à débouché sur la synthèse finale et discussion.

CHAPITRE I : ÉTUDE DU MILIEU PHYSIQUE ET HUMAIN

I.1. Introduction :

D'une superficie de 902 000 has, la Wilaya de Tlemcen s'étend du littoral au Nord à la steppe au sud constituant ainsi un paysage diversifié où on rencontre quatre ensembles physiques distincts (**figure 1**):

- La zone Nord constituée des monts des Traras et Sebaa Chioukh, apparaît comme un massif à grande altitude, caractérisé par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes.
- La zone de la plaine de Maghnia, les basses vallées de la Tafna et d'Isser et les plateaux d'Ouled Riah sont caractérisés par de fortes potentialités agricoles.
- Les monts de Tlemcen s'érigent en une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tell. Par son étendue, sa configuration géologique, son couvert végétal et ses apports pluviométriques. Ce massif montagneux constitue une des réserves hydrauliques les plus importantes au niveau régional.
- La zone sud est constituée par les hautes plaines steppiques en majorités dégradées suite aux plusieurs facteurs (surcharges des parcours, défrichement, désertification,.....).

Les terres forestières occupent une place importante dans la Wilaya de Tlemcen, elles couvrent une superficie de 217 000 ha, y compris les reboisements, soit 24% de la superficie totale de la Wilaya, plus de 80 % du potentiel sylvicole est concentré au niveau des monts de Tlemcen.

Répartition forestière par espèces :

- Pin d'Alep : 83 000 ha.
- Chêne vert : 82 000 ha.
- Chêne liège : 48 000 ha.
- Thuya : 16 500 ha
- Genévrier : 13 000 ha.
- Autre : 17 000 ha.
- Alfa : 154 000 ha .
- Reboisement : 17512 ha.

(CFT, 2004)

La Wilaya de Tlemcen dispose d'un bois important, mais reste toutefois insuffisante par rapport aux potentialités existantes. À court terme, ces forêts n'offrant pas des grandes perspectives pouvant faire l'objet d'un aménagement pour une exploitation régulière à long terme.



Figure 1- Limites territoriales de la Wilaya de Tlemcen

I.2. Milieu physique :

I.2.1. Situation géographique de la zone d'étude :

Le territoire test est situé dans les monts de Tlemcen, sur la carte topographique de la Wilaya de Tlemcen à l'échelle 1/ 200 000 "Cartes d'États majors" (**figure 2**), selon les altitudes et longitudes suivantes :

- Latitude : 34° 65' Nord à 34° 39' Sud.
- Longitude : 1° 3' Est à 1° 35' Ouest.

Sa superficie totale est de 35298 has environ, dont 3707 has, ont fait l'objet d'un inventaire floristique et dendrométrique, pour mieux caractériser la végétation de notre zone d'étude et de connaître leur aspect phytoécologiques et phytodynamique. Le reste de la superficie totale lié à d'autres composantes d'occupation des sols à savoir : les terrains du parcours, agglomérations et les terrains abandonnés. Dans ce vaste territoire, les zones concernées de notre étude sont celles à vocation forestière et pré-forestière. La gestion administrative et forestière est assurée par la conservation des forêts de Tlemcen et le Parc National de Tlemcen.



Figure 2- Carte topographique de la Wilaya de Tlemcen.

Tableau 1- Subdivision biogéographique de l'Algérie du Nord

d'après QUEZEL et SANTA (1962) et BARRY et *al.*, (1976).

Région méditerranéenne - (Sous-région eu-méditerranéenne)		
Domaine	Secteur	Sous-secteur (district)
Maghrébin - méditerranéen	O : Oranais	O1 : Sahels littoraux
		O2 : Plaines littorales
		O3 : Atlas tellien
	A : Algérois	A1 : Littoral
		A2 : Atlas tellien
	K : Numidien	K1 : Grande Kabylie
		K2 : Petite Kabylie
		K3 : Numidie (de Skikda à la frontière tunisienne)
	*C1 : Tell constantinois	
	Maghrébin – steppique	*H : Hauts-Plateaux
H2 : Hauts-Plateaux constantinois		
AS: Atlas saharien		AS1 : Atlas saharien oranais
		AS2 : Atlas saharien algérois
		*AS3 : Atlas saharien constantinois (Aurès compris)
Sud-constantinois		AS3 : Atlas saharien Auresio-constantinois
*SS : Sahara septentrional		Hd : Hodna

Notre zone d'étude fait partie du domaine maghrébin- méditerranéen, il se retrouve dans le secteur oranais, du sous-secteur O3 : Atlas tellien, et ce, selon la subdivision biogéographique de l'Algérie du Nord d'après **QUEZEL et SANTA (1962-1963) (tableau 1, figure3).**

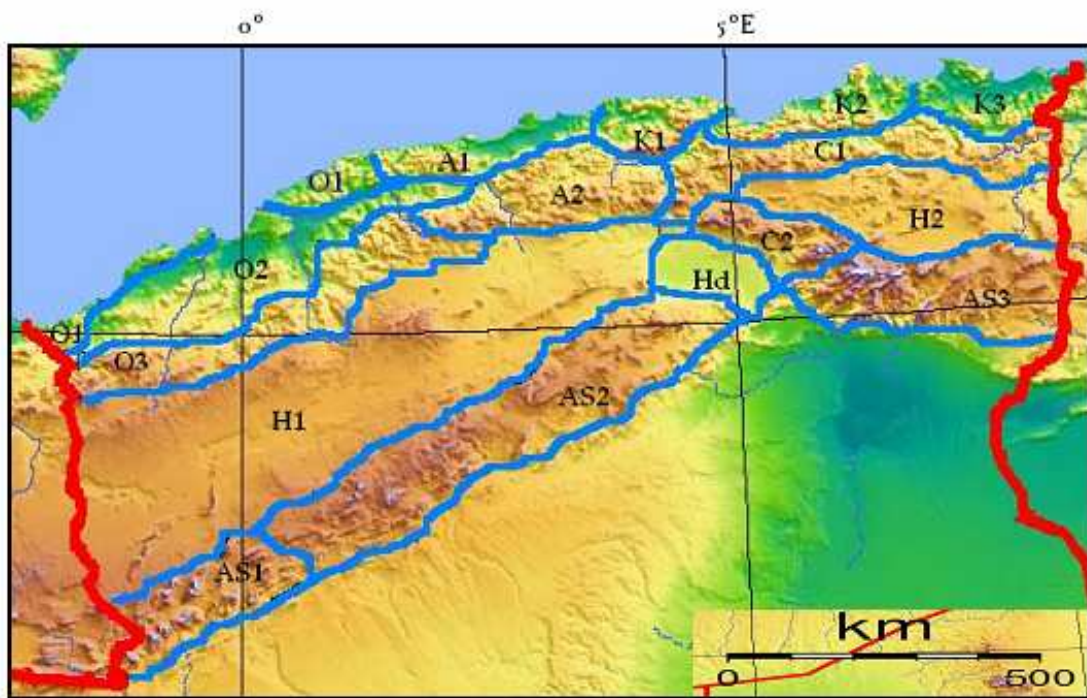


Figure 3- Esquisse cartographique des districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord, d'après QUEZEL et SANTA (1962-1963).

I.2.2. Relief et topographie :

La région sur laquelle porte notre étude se localise dans la partie occidentale de l'ouest algérien, appelé « Monts de Tlemcen », particulièrement dans sa partie Sud-Ouest.

Les monts de Tlemcen présentent une orientation générale W SW-ESE, ils sont affectés de failles plus ou moins transversales.

Ils sont découpés par trois principaux systèmes de failles transversales à savoir : la transversale de Tafna, Magoura, la transversale d'Oued Chouly et la transversale d'Ain Tellout.

Le passage de ces trois accidents est souligné par des montées de Trias, affleurement de la Tafna à l'Est de Béni-Bahdel (**DOUMERGUE, 1910**), de Sidi Benséfia (**LUCAS, 1952 ; BENEST, 1971**) et d'Ain Tellout. Ces trois systèmes de failles sont accompagnés de failles obliques qui sont bien visibles dans la partie nord du massif.

Les monts de Tlemcen, sont situés dans la partie occidentale de la chaîne tellienne, et ont les altitudes les plus élevées en moyenne 900-1000 m et culminent à 1843 m au Djebel Tenouchfi (Commune de Sidi-Djilalli) au Sud-Ouest ; notons en plus les altitudes suivantes : (DJ. Ouargla 1797 m et Dj Nador 1579 m...). Les Monts représentent des versants assez pentus et dissymétriques où la pente dépasse parfois les 30%.

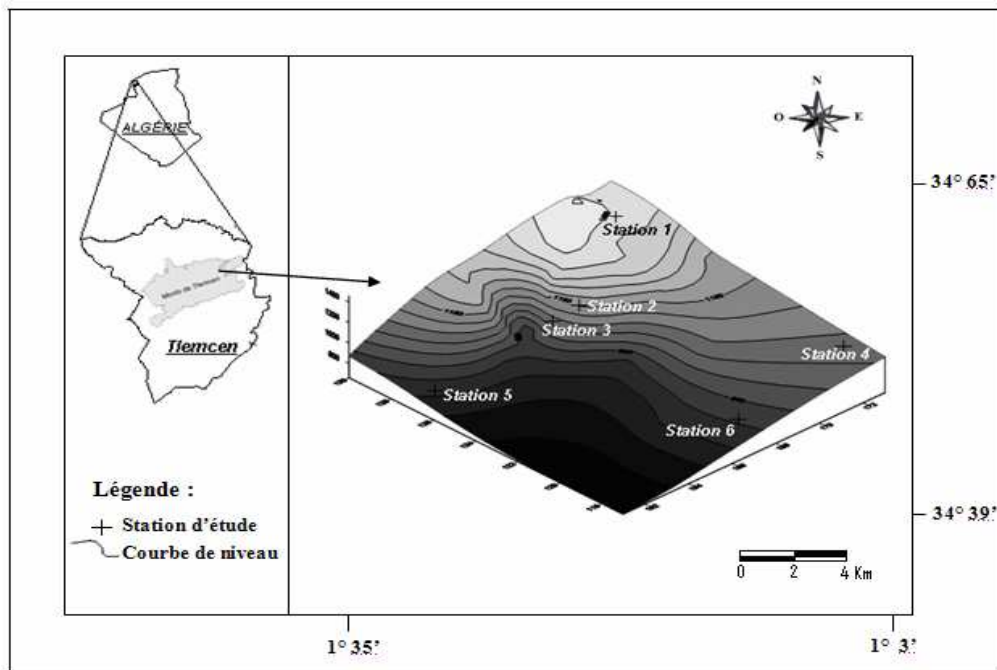


Figure 4- Représentation des reliefs de la zone d'étude.

Ils présentent 44% des forêts, les parcours restent la contrainte principale pour l'état dynamique des forêts et des prés forêts. Ils s'étendent sur 317 600 has, soit 37% de l'ensemble de la Wilaya.

Les mouvements tectoniques passés et actuels, édifiant ce relief, lui offrent un double aspect :

- L'un tabulaire.
- l'autre massif.

La chaîne tellienne fait partie « d'un système jurassique » qui commence au Maroc (Moulouya) par les causses de Debdou et de Zekkara, puis se prolonge en chaîne sur 300 km jusqu'au Tيارت, par ceux Tlemcen, appelés sur les cartes « Monts de Tlemcen » (**BOUDY, 1948**).

Cet auteur rattache les monts de Tlemcen, sur le plan structural aux hauts plateaux et leur affecté le nom de causses de Tlemcen c'est-à-dire une contrée tabulaire formée de calcaire dolomitique à relief karstique, consacré surtout à l'élevage ovin. Ou encore appelés fausses chaînes.

Ce massif montagneux détermine des versants nord et des versants Sud bien accusés pour ce qui concerne la végétation. Le milieu physique est représenté par plusieurs Djebels et présences de nombreux Talwegs à orientations diverses, détermine une multitude d'expositions. La plupart des terrains sont des hauts piémonts (12,5 à 25%) et des reliefs accidentés représentent une pente supérieure à 25% (**AMMAR, 2001**).

D'après la **figure 4** de la représentation en trois dimensions de la zone d'étude, le relief correspondant à notre secteur d'étude présente une moyenne à forte inclinaison (Terrains accidentés).

Dans ce cas, l'érosion est très importante quelque soit le système de mise en culture utilisé, qui nécessite alors des mesures de protection efficaces. Ceci indique le rôle de la végétation naturelle dans la stabilité des sols et la conservation contre l'érosion. On pourrait envisager une mise en valeur des terrains par la plantation fruitière rustique ainsi de sauvegarder le milieu naturel par une reforestation.

Les différentes cartes (hypsométriques, Pentas , profil topographique..) sont réalisées par le logiciel vertical Mapper 3.0 intégré sur Map info 6.5, en utilisant le Modèle numérique du terrain (MNT) des monts de Tlemcen (**figure 5**).

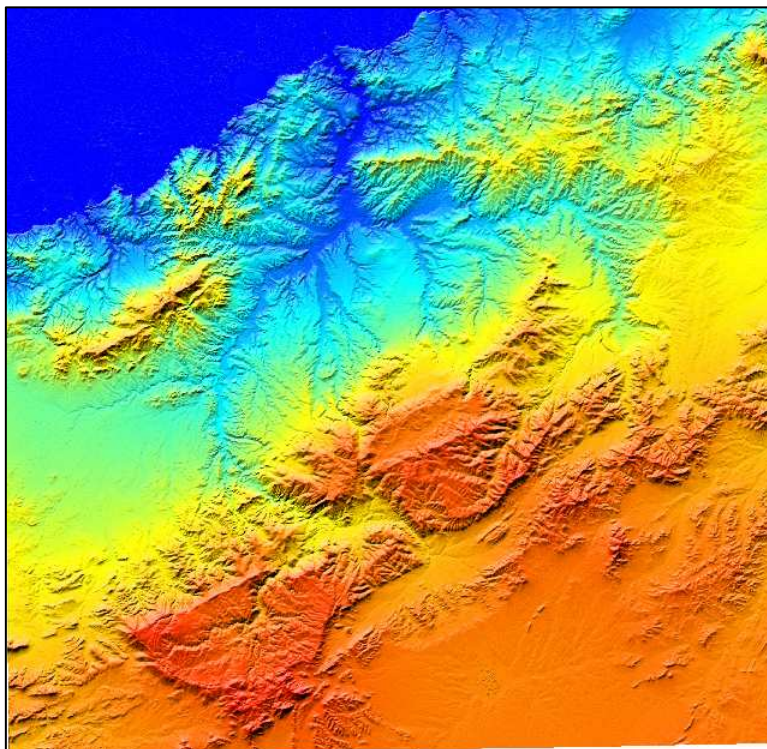


Figure 5- Le MNT des monts de la région de Tlemcen.

Le MNT donc permet de donner l'information topographique et altimétrique complète (les classes des pentes, hypsométriques, profil topographique..). Ainsi, il est possible d'élaborer des cartes thématiques issues du traitement de l'information de relief seul, ou de sa combinaison avec des données de nature différentes.

I.2.2.1. Altitude :

Pour créer une telle carte avec le Vertical Mapper il faut que vous disposiez d'un fichier « Grid ». Le MNT, a permis de réaliser la carte hypsométrique de la zone d'étude sous forme de classes d'altitude (**figure 6**). Celle-ci donne une vue synoptique du terrain et renseigne sur sa géomorphologie dont on peut distinguer :

- Les plaines : L'altitude varie de 351 jusqu'à environ 600 m.
- Les piémonts : L'altitude est importante au niveau et sur les collines de 600 à plus de 800 m.
- Les montagnes : L'altitude augmente encore plus pour atteindre le maximum de 1826 m au niveau du sommet et du massif forestier.

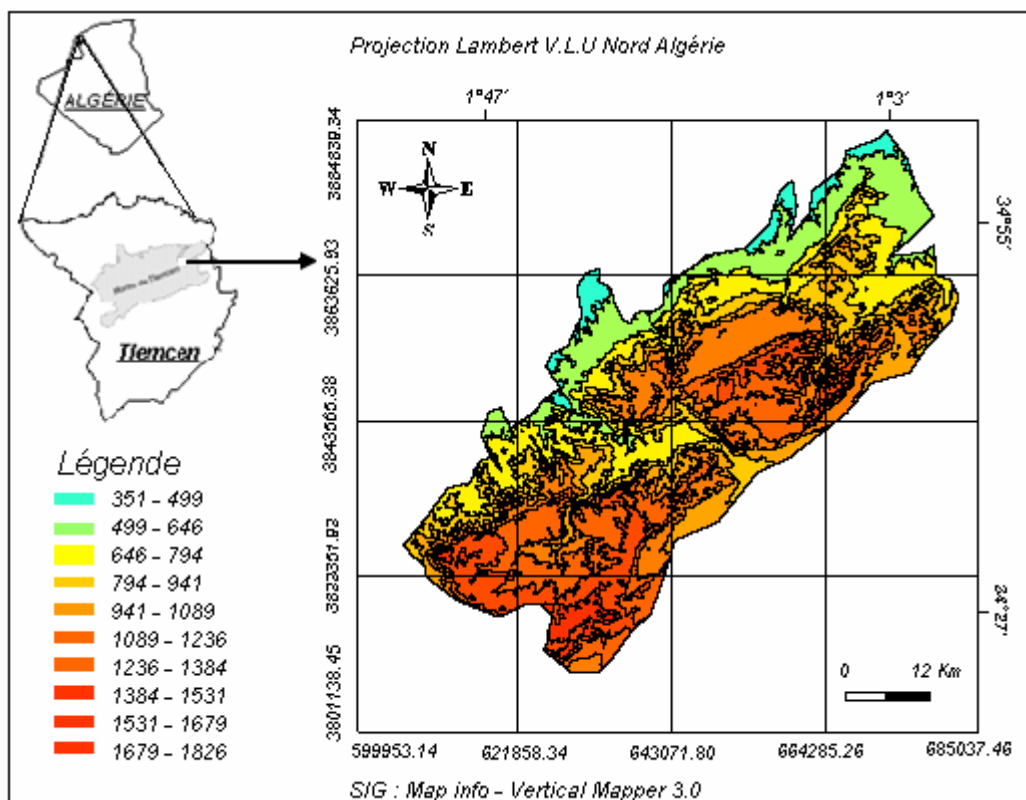


Figure 6- Carte hypsométrique de la zone d'étude (monts de Tlemcen)

I.2.2.2. Les pentes :

Le MNT a permis d'établir la carte des pentes à l'aide de la fonctionnalité (create slope&aspect), dont chaque point de la carte des pentes correspond à la valeur de la pente sur le terrain. La carte ainsi réalisée permet de dégager des classes de pentes renseignant sur la déclivité de la zone. Ces informations sont figurant dans la carte des pentes ci-dessous (**figure 7**).

Ainsi, la carte des pentes peut être service comme une carte de sensibilité à l'érosion des sols, en relation avec les classes de pentes (faible risque à l'érosion ; moyenne et très fort risque à l'érosion).

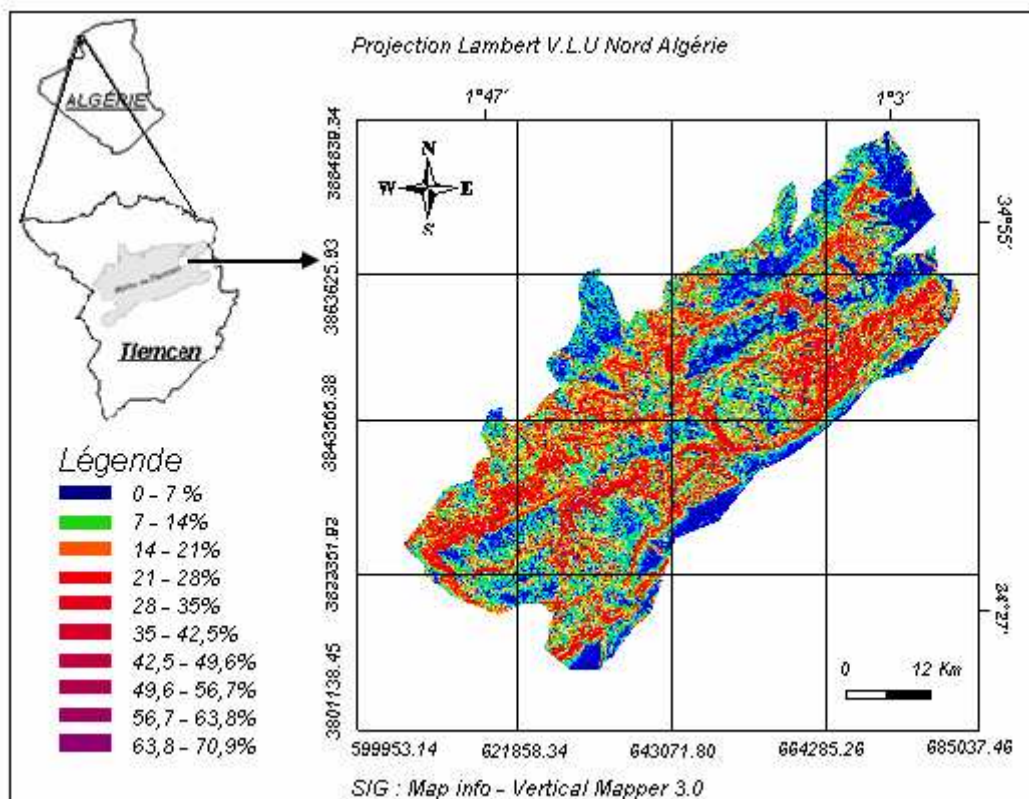


Figure 7- Carte des pentes de la zone d'étude (monts de Tlemcen)

I.2.2.3. Les expositions :

La carte des expositions a été obtenue à partir du modèle numérique de terrain à l'aide de la fonctionnalité (create slope&aspect) (**figure 8**). L'exposition a un effet sur les conditions écologiques des monts de Tlemcen, notamment sur les caractéristiques climatiques et édaphiques. En effet, le versant sud souffre d'une sécheresse prolongée et des sols relativement dégradés, au contraire le versant nord bénéficie de conditions climatiques et édaphiques plus clémentes, une brise marine avec ses effets adoucissants en été, une faible évaporation des sols relativement équilibrés et une pluviométrie intéressante.

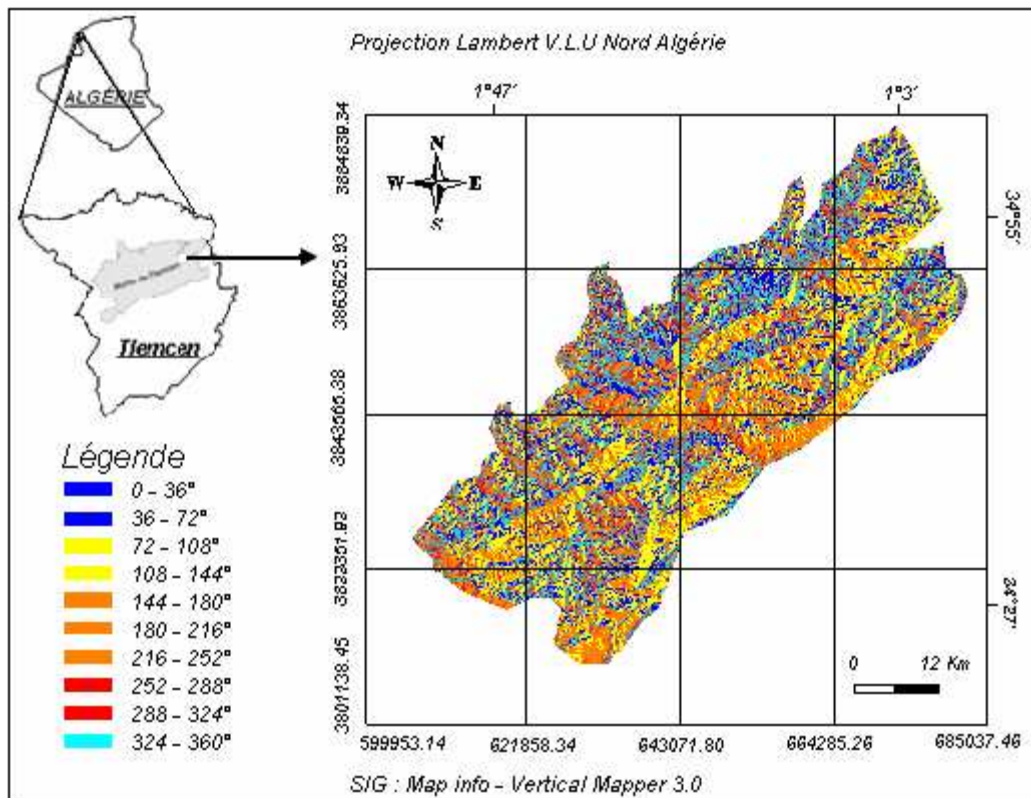
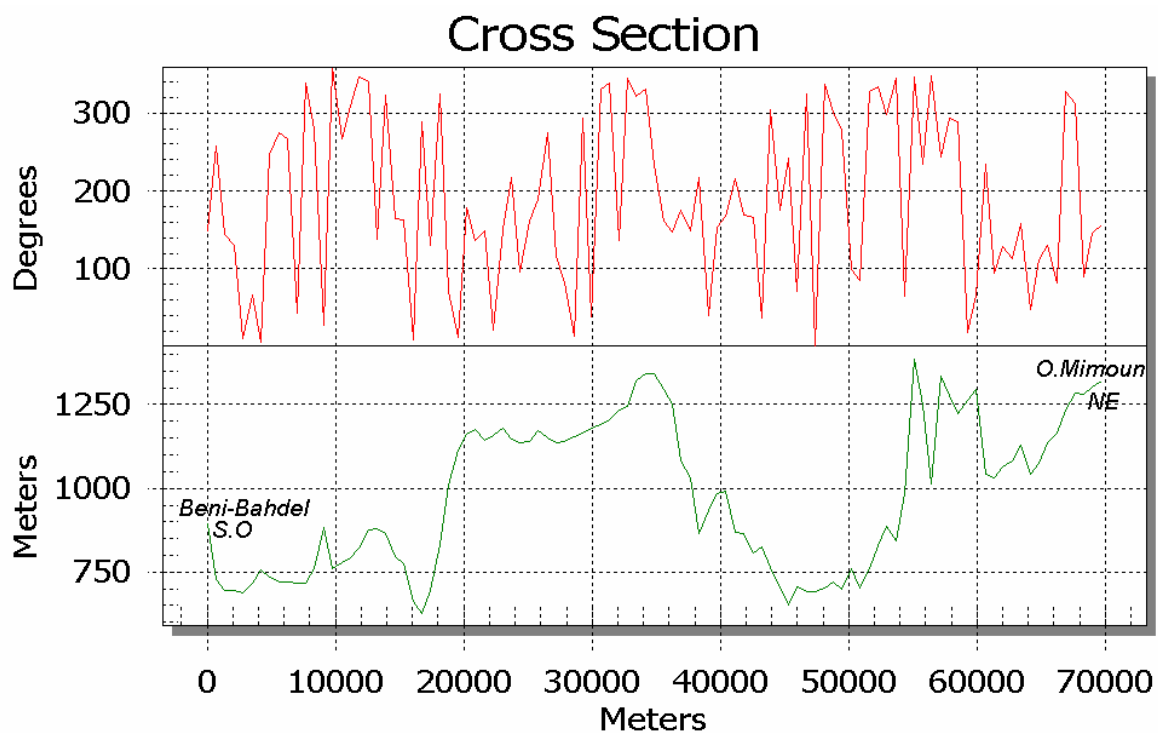


Figure 8- Carte des expositions de la zone d'étude (monts de Tlemcen)

I.2.2.4. Profils topographiques :

Vertical Mapper permet la création automatique des profils des oueds et différent tronçon linéaire. Il permet donc de donner la forme des reliefs.



I.2.2.5. Visualisation de la zone d'étude en trois dimensions (3D) :

Vertical Mapper permet aussi de visualiser la zone d'étude en trois dimensions (3D), pour donner la forme et la structure des reliefs et des bassins versants.

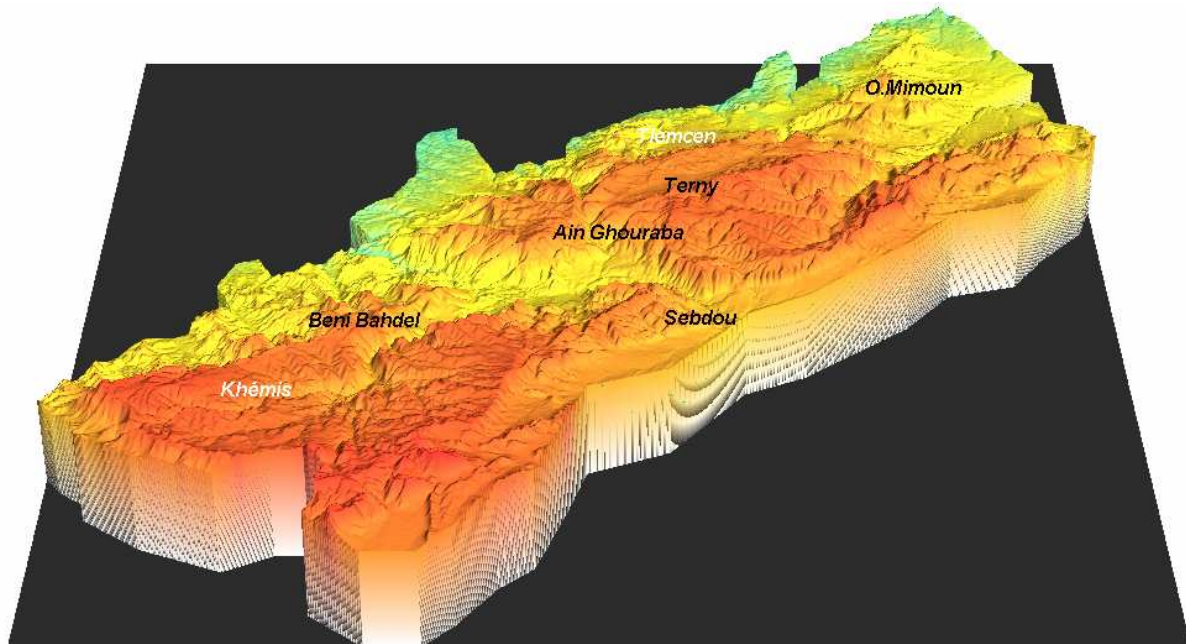


Figure 10- Représentation en trois dimensions de la zone d'étude.

Logiciel SIG Map info 6.5 –Vertical Mapper 3.0

I.2.3. Aperçu géologique :

Le rôle que joue le substratum géologique dans le façonnement et la diversification de la couverture pédologique ne peut être qu'important. En effet, les monts de Tlemcen sont considérés comme un vaste ensemble découpé en panneaux par une série d'accidents subméridiens dont le jeu détermine l'orientation actuelle, approximativement sud-ouest, nord-est.

D'une façon générale, l'orientation des accidents observés à l'échelle des Monts de Tlemcen a une relation avec les mouvements de rapprochement des plaques Afrique-Eurasie, notamment au cours du Plio-Quaternaire. La carte géographique de Tlemcen qui a été établie par **CLAIRE (1973)**, montre que les massifs septentrionaux des monts de Tlemcen sont constitués essentiellement de roches carbonatées, de marnes d'âge jurassique, ainsi que de dépôts souterrains récents. Notre secteur d'étude fait partie des monts de Tlemcen, qui sont composés principalement de terrain carbonaté d'âge jurassique (**figure 11**).

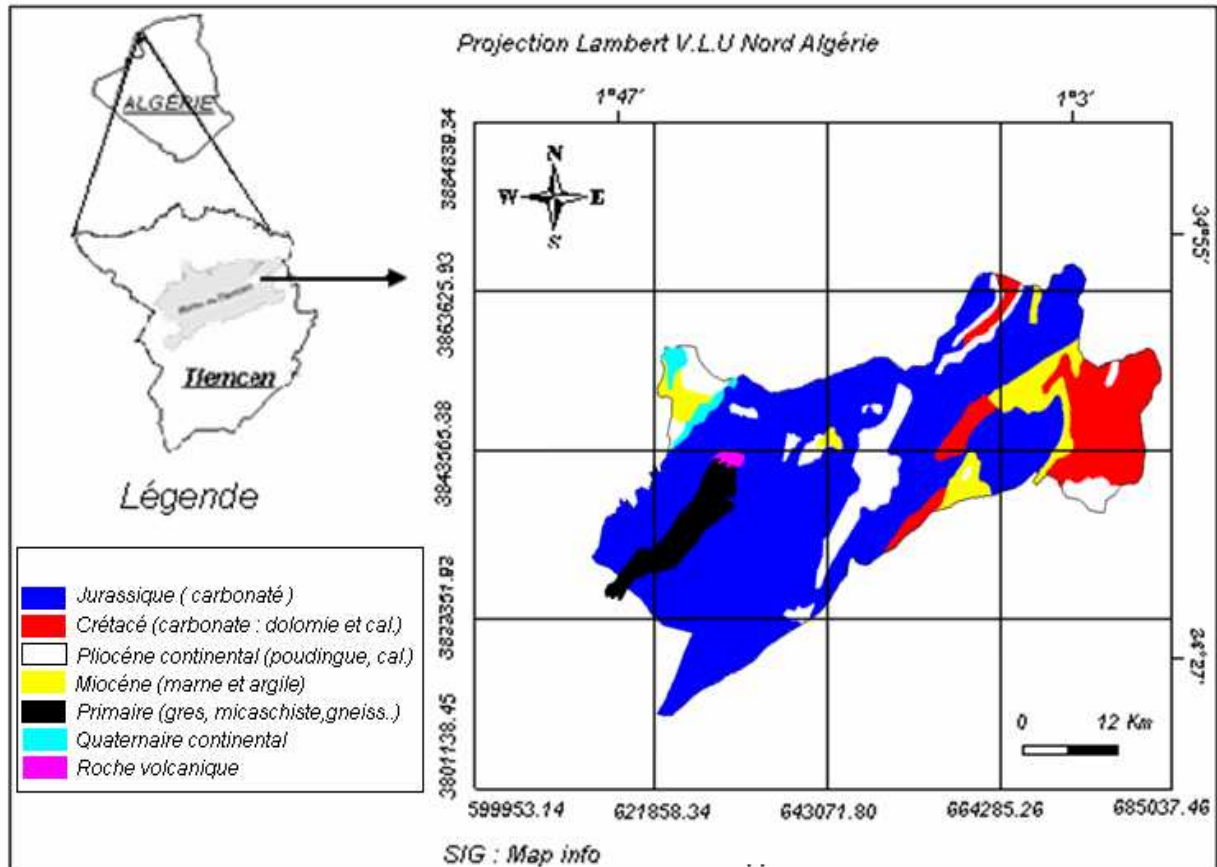


Figure 11- Carte géologique des monts de Tlemcen (CORNET et al., 1952),

Modi. par BENABDELLAH M.A -Map info 6.5)

Les travaux suivants ont été consultés : LUCAS (1952), feuille d'Oran (1951-1952) ; ELMI (1970) ; POUGET (1980) ; DAHMANI (1984) ; BENEST (1985) ; BOUABDELLAH (1991) ; BENEST & BENSALAH (1995).

1.2.3.1. Le Paléozoïque (formation primaire): est représenté par le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère.

- **Le Silurien** : est représenté par des schistes gris en dalles sériciteux et des schistes et quartzites qui forment les hauteurs qui dominent au sud de Ghar Roubane et au grand sommet du Dj. Fernane point culminant du horst.

- **Le Dévonien** : La coupe du Dévonien de Ghar-Roubane, est représentée de haut en bas comme suite : Microbrèches en gros bancs, dominant nettement sur les schistes ; Schistes et microbrèches ; schistes et grès avec microbrèches, contenant une intercalation de calcaires récifaux fossilifères ; grès grossiers à graviers et galets de silurien.

- **Le Carbonifère** : Il est très diversifié avec la présence des calcaires, des grès et des schistes.

1.2.3.2. Le Mésozoïque (L'ère secondaire) :

1.2.3.2.1. Le Jurassique supérieur (MALM) : est un faciès marquant de la région d'étude, la **figure 12** représentant les différentes formations qui le constituent et montrent bien sa diversité. Elle affleure largement sur de vastes superficies couvertes dans les creux du relief et dans les vallées, par des dépôts continentaux récents. Ainsi, il est formé de :

* **Les Grès de Boumediène** : (Oxfordien terminal- début Kimméridgien), cette nomenclature a été donnée par **BENEST (1985)**, relativement sanctuaire de Sidi-Boumediène : « il s'agit d'un ensemble à dominance gréseuse, se terminant par environ (70m) d'argiles rouges ou vertes admettant de nombreuses intercalations de grès peu cimentés à stratification horizontale, ou légèrement oblique ».

Cette formation est très épaisse (300-600 m), on trouve de grosses lentilles de calcaires considérées comme un drain de la roche et sont marquées de nombreuses petites sources. Ces grès sont d'une puissance considérable dans les monts de Ghar Roubane, ils ont une perméabilité très médiocre due aux nombreux bancs argileux. Les propriétés transmissives des grès sont marquées par celles des calcaires, qui sont beaucoup plus fortes.

* **Les calcaires de Zarifet (Kimméridgien moyen)** : Ils sont particulièrement bien exposés au col de Zarifet, situé à 5 km au sud-ouest de Tlemcen. Il s'agit de calcaires à grandes géodes de calcite en bancs épais, en position intermédiaire entre les grès de Boumediène et les dolomies de Tlemcen qui forment les falaises des environs de Tlemcen.

Leur base est caractérisée par quelques bancs de calcaires micritiques, détritiques et marneux distingués par **DOUMERGUE** en **1910**. Il s'agit de calcaires bleus très fissurés, qui forment avec les calcaires et dolomies de Tlemcen, un horizon très riche en eau.

* **Les Dolomies de Tlemcen (Kimméridgien terminal)** : Cette formation a été définie en **1910** par **DOUMERGUE**. Elle correspond aux grands escarpements dolomitiques qui dominent Tlemcen et couronnent le cirque des cascades. Elle marque les monts de Tlemcen d'un style morphologique bien particulier. L'érosion y a parfois donné naissance à des reliefs très pittoresques à aspects ruiniformes avec cheminées.

C'est la formation qui a les plus vastes affleurements (plus de 1000 Km²), leur puissance est de 250m à 300m. Et celle qui jouit des meilleures propriétés transmissives. Elle recèle donc les plus grands aquifères, et elle forme un ensemble perméable caractérisé par une porosité interstitielle très faible, largement compensée par une forte perméabilité due à la fissuration et la karstification d'une partie des formations (fissures, diaclases et chenaux de dissolution).

Les Dolomies présentent en général une porosité beaucoup plus élevée que les calcaires (porosité inter granulaire des dolomies saccharoïdes ou porosité vacuolaire probablement liée au processus de dolomitisation lui-même et la dissolution secondaire des parties non dolomitisées. (**VATAU, 1967 in. COLLIGNON, 1986**)). Cette porosité est parfois spectaculaire à l'affleurement, comme sur les cuttings. Les dolomies moins transmissives que les calcaires ont donc par contre, de bien meilleures propriétés d'emmagasinement, d'après **COLLIGNON (1986)**.

* **Les calcaires de Stah (Kimmeridgien terminal) :** Cette formation n'est vraiment différentiable des Dolomies de Tlemcen, que lorsqu'elle est épargnée par la dolomitisation. La coupe de Dj. Stah, montre 65 m de calcaires massifs à dominante micritique, pratiquement dépourvus de passés tendres marneux. Par contre dans de nombreux autres secteurs, la formation admet de minces intercalations marno-calcaires ou marneuses.

* **Les Marno-calcaires de Raourai (Tithonique basal) :** Il s'agit de marnes grises, blanchâtres en surface rognonneneux esquilleuse intercalée de nombreux lits et bancs de calcaires marneux durs. Cette formation est limitée à sa base par les calcaires de Stah et au sommet par les calcaires de Lato, où les premières assoient des dolomies des Terny. Elles sont développées dans le Djebel Lato, le plateau de Titmokhen, le Dj. El-Guern et plateau des Azails.

Les niveaux calcaires présentent une certaine perméabilité, mais ils sont imperméables dans le sens vertical.

* **Les calcaires de Lato (Tithonique basal) :** Ce sont les calcaires massifs en bancs épais, terminés par des laminites sombres calcaréo-argileuses, à plaquettes de dessiccation, leur épaisseur est d'environ 50 m au Djebel Lato. Cette formation correspond à la corniche sous-jacente à celle des dolomies de Terny. Elle débute au dessus du dernier niveau marneux des marno-calcaires de Raourai et se termine au sommet de laminites noires formant une vire dans toute la région de Sebdu.

* **Les Dolomies de Terny. (Tithonique inférieur) :** Cette formation correspond à la corniche superposée à celle des calcaires de Lato, forme une unité morphologiquement bien repérable et constitue un ensemble d'une puissance de 50 m environ d'épaisseur sur les plateaux qui dominent le village de Terny. Elle forme l'entablement terminal du plus haut relief « Dj. Nador à 1579 m). Elles sont fortement karstifiées et comptant un mur imperméable que sont les marno-calcaires de Raourai.

* **Les Marno-calcaires de Hariga (Base de Tithonique supérieur) :** Le nom de cette formation est tiré du Djebel El-Hariga situé au nord-est d'El-Ghor sur la bordure méridionale des monts de Tlemcen.

C'est une alternance de calcaire avec quelques passées de laminites et de marnes plus ou moins tendres (165 m au Djebel El-Hariga). Latéralement les couches inférieures peuvent être très calcaires et même dolomitisées.

Cette formation comprend une alternance de marnes et de marno-calcaire, la limite inférieure est représentée par un niveau repère de calcaires à oncolites surmontant les dolomies de Terny. Ces calcaires sont des micrites bien limitées, à patine gris clair.

La limite supérieure est généralement facile à préciser, elle correspond à la semelle du premier banc gréseux des grès de Merchiche, il s'agit d'une formation peu transmissive qui couvre une grande étendue en bordure du fossé de Sebdu, dans le Dj. Lato, Dj. Arbi, Dj. El-Guern et le fossé de la Tafna.

* **Les Grés de Merchich :** Ils sont composés d'une alternance d'argiles rouges, de grés fins, de calcaires avec des manchettes d'huîtres.

* **Le Marno-calcaire d'Ouled Mimoun (Tithonique supérieur) :** Cette formation développée au sommet de la série carbonatée du Jurassique supérieur est bien représentée dans le secteur d'Ouled Mimoun où sa puissance varie de 500 à 700 m. Le fait qu'elle renferme les couches de passage du Jurassique au

Crétacé rend son étude particulièrement intéressante au point de vue stratigraphique. Il existe aussi, d'autres formations géologiques, mais de faible surface, tels que :

I.2.3.2.2. Le Trias : Est formé par un ensemble d'argiles violacées ou bigarrées riches en gypse. La formation triastique n'est représentée dans les monts de Tlemcen que par des affleurements au niveau de Béni Bahdel et d'Ain Tellout.

I.2.3.2.3. Le Crétacé : seule une partie du crétacé inférieur est représentée à l'affleurement dans les monts de Tlemcen, avec de bas en haut les argiles de Lamoricière, les grès de Berthelot (définies dans les Monts de Daïa, elle n'est que peu exposée dans les monts de Tlemcen localement à proximité de Sebdou) et les Calcaires de Zigyne (Sud Ouest de Sebdou et Sud de Telagh)

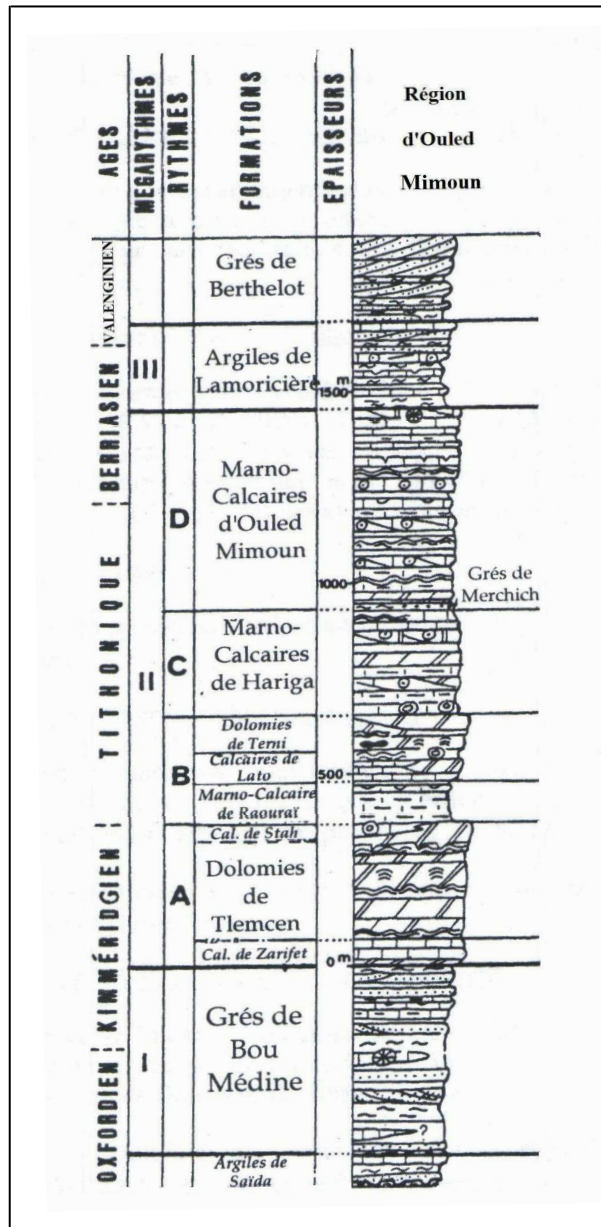


Figure 12- Les séries des monts de Tlemcen au jurassique supérieur et au Crétacé basal. Schéma lithostratigraphique.

I.2.3.3. Le Cénozoïque (Tertiaire):

- **L'Éocène continental** : Cette formation n'est représentée que par un affleurement au sud des monts de Tlemcen dans le Secteur d'El-Aricha (Dj. Mekaïdou). Il s'agit d'une formation détritique (150 m d'épaisseur) constituée de conglomérats, de grès, de marnes silteuses, d'encroûtement calcaire et de calcaires lacustres.

- **Le Miocène** : Il est représenté par des marnes très friables présentant en intercalation des bancs de grès jaunâtres très durs, relativement imperméables situés au pied des reliefs, observés à l'ouest de la commune de Terny) et qui sont des formations tertiaires (Cénozoïque).

-**Le Miocène marin** : il est bien caractérisé et très développé au piémont des monts de Tlemcen. En effet la succession particulièrement épaisse dans le sillon subsé de Maghnia à Sidi Bel Abbès (plus de 600 m sous la plaine d'Hennaya), est composée de marnes bleues ou vertes à intercalations gréseuses.

-**Le Pliocène** : Est représenté d'une part, par des conglomérats « formations continentales des hauts plateaux) constitués d'éléments roulés de nature lithologique variée et d'autre part de calcaire lacustre observé dans la plaine de Sebdou et près de Terny.

I.2.3.4. Le Quaternaire : Est représenté par des dépôts non consolidés et des travertins non friables, riche en débris de végétaux, observés généralement sur la bordure de Oued Tafna, près de Sebdou, de Tlemcen (les Cascades) , de l'Oued Mafrouche, ceux du plateau de Lalla Setti et en fin ceux de l'Oued Isser près de Ouled Mimoun. Ces terrains sont aptes à des cultures annuelles notamment la céréaliculture.

L'aperçu géologique nous permet d'affirmer que la plupart des monts de Tlemcen sont formés essentiellement de calcaires et de dolomies. Ces deux roches sédimentaires plus ou moins dures sont facilement attaquables par les eaux de pluie ; cette dernière par dissolution donne un aspect karstifié pour la dolomie et la falaise. Localement le substrat appartient donc à la série carbonatée du jurassique supérieur, telle qu'elle a été définie par **BENEST (1985) (figure 12)**.

I.2.4. Réseau Hydrographique :

Vu la nature topographique du relief montagneux, la zone d'étude est marquée par un réseau hydrographique important qui est composé lui-même d'Oueds principaux et secondaires. Ces derniers sont alimentés par plusieurs affluents et chaabats (**figure 13**), dont on peut citer :

I.2.4. 1. Oueds à écoulement superficiel :

En **1970**, **ELMI** a décrit le réseau hydrographique de Tlemcen, il a distingué :

-Oued Tafna :

Oued Tafna, est le plus important dans la Wilaya de Tlemcen, long de 170 km, elle prend source de Ghar Boumaâza, aux environs de Sebdou dans les monts de Tlemcen, principale source d'alimentation du barrage Beni-Bahdel, et ses deux affluents : Oued Sebdou qui prend sa source à l'ouest du centre urbain et se dirige d'ouest en est, et Oued Tebouda. La Tafna traverse les Monts de Tlemcen jusqu'au niveau de Maghnia avec une orientation sud-est, nord-ouest.

Il coule principalement vers le Nord pour se jeter dans la méditerranée à la plage de Rachgoun. Durant son parcours la Tafna reçoit de nombreux petits Oueds, et avant sa confluence avec Oued Isser, il y'a jonction de Oued Khémis, O/ Oucif et aussi O/ Zitoune et O/Atchane qui le rejoignent un peu plus au Nord, alors que O/ Kseb le rejoint au sud de Sabra. O/Barbata prend naissance dès les monts de Beni-Snous et alimenté par des sources, et qui traverse les plateaux pour rejoindre la Tafna.

-Oued Isser :

C'est le second en taille, d'une longueur 140 km environ, il naît de la source Ain Isser dans la gouttière synclinale de Meurbah qui se situe dans la vallée de Beni Smiel et rejoint la Tafna au nord de Remchi et il débouche sur le barrage de Sidi Abdelli avant de continuer pour rejoindre la Tafna.

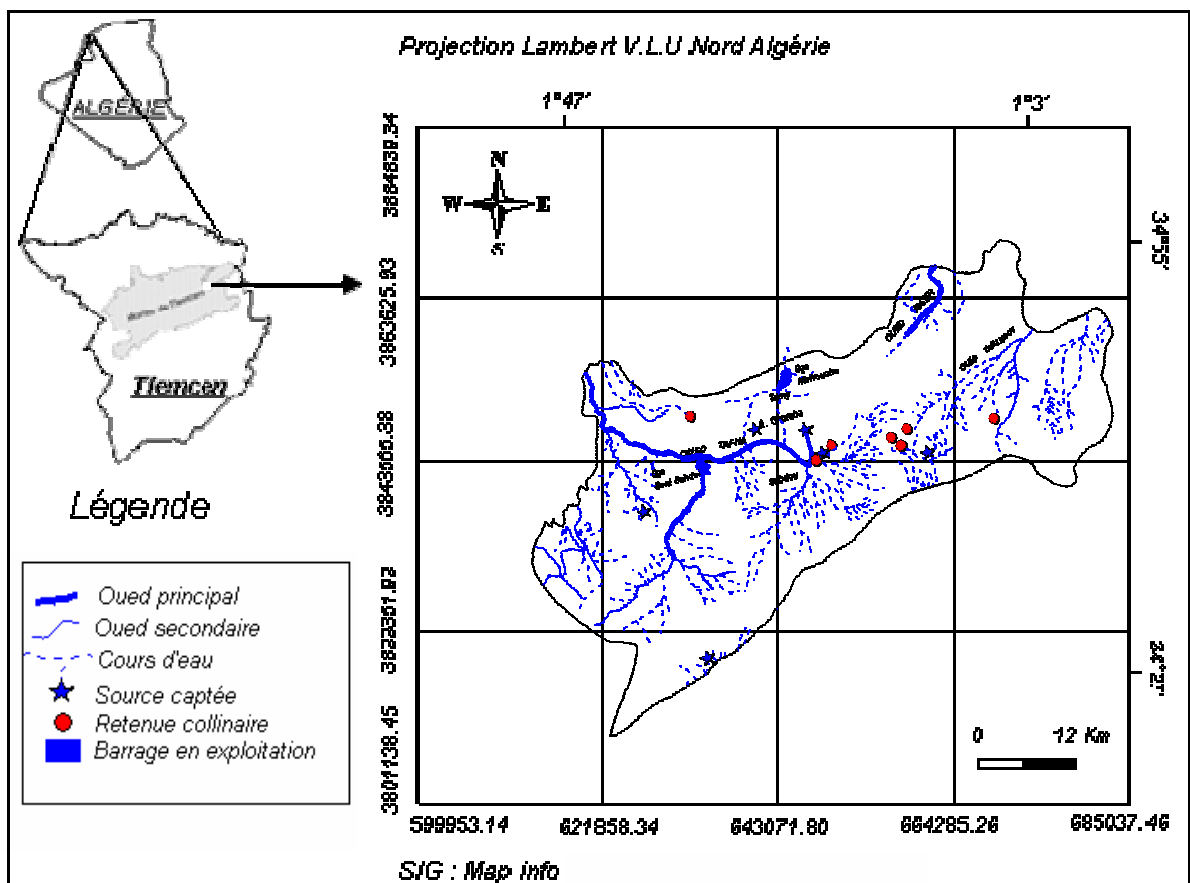


Figure 13- Carte des réseaux hydrographiques dans les monts de Tlemcen

(ANAT.. 2003). Modi. par BENABDELLAH M.A -Map info 6.5

I.2.4.2. Les ressources souterraines :

Les monts de Tlemcen correspondent à une vaste superficie de 317 600 has, où affleurent des roches carbonatées jurassiques très karstifiées (80%) (**COLLIGNON, 1986**). Ils sont assez bien arrosés (500 à 700 mm/an) et s'y infiltrent (200 à 400 Mm³/ an).

Ces eaux souterraines constituent le principal réservoir de l'Ouest Algérien, mais les précipitations varient très fortement d'une année à une autre, compliquée par la suite la gestion de cette ressource. Les aquifères karstiques des monts de Tlemcen ont leur potentiel total de l'ordre d'un Milliard de m³ (1 M m³), mais difficilement mobilisable.

Les monts de Tlemcen contiennent principalement des formations à fort potentiel aquifères, constituant un grand intérêt hydrogéologique, appartiennent essentiellement à la zone karstique en position dominante (**figure 14**), présente des diaclases et une karstification intenses, permettant à des sources très importantes d'émerger.

Les impluvions sont très perméables et ces régions sont les mieux arrosées de la Wilaya, mais la grande profondeur des niveaux statiques, les difficultés d'accès et la dispersion des utilisateurs limitent les possibilités de mise en valeur, coût de production élevé.

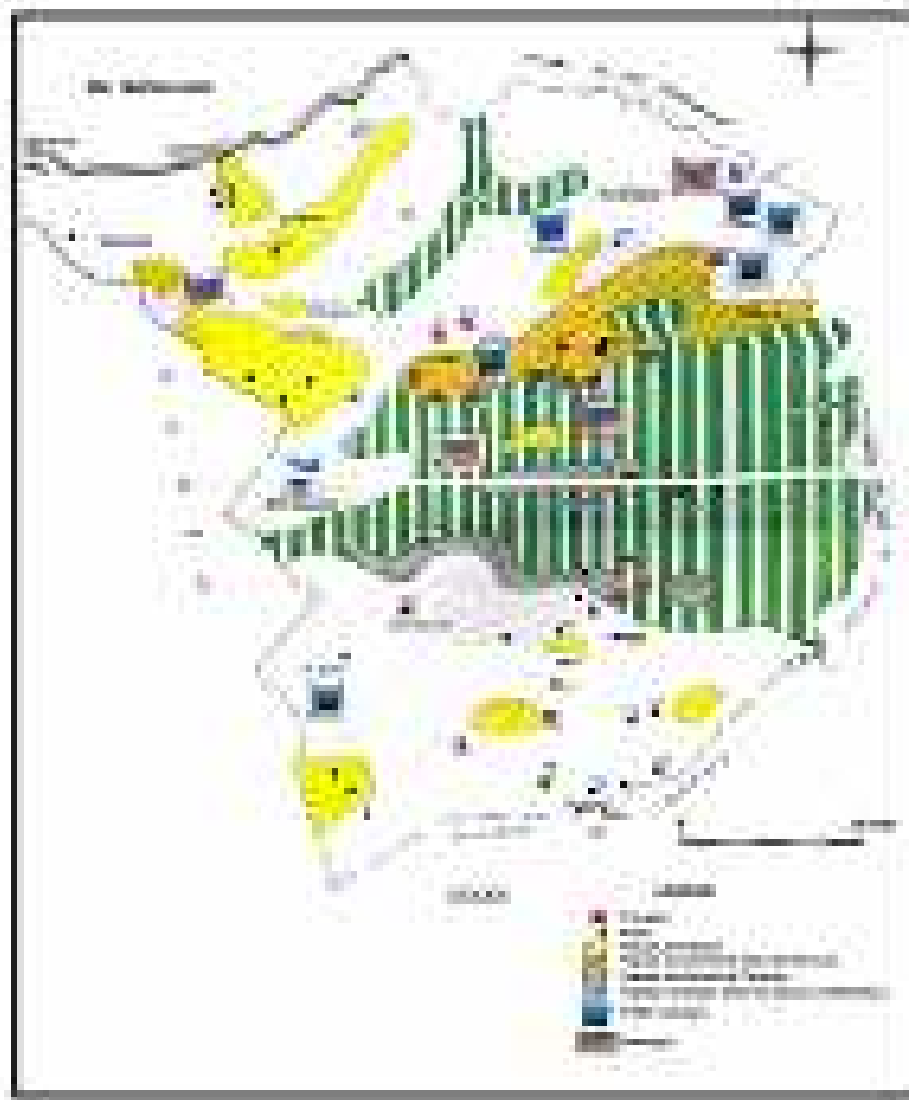


Figure 14 - Les ressources en eaux souterraines, dans la Wilaya de Tlemcen.

« Zones plus ou moins favorables pour l'implantation des forages et

I.2.5. Pédologie :

La connaissance du sol est indispensable à tout projet de mise en valeur et la répartition de la végétation. Le sol est défini comme étant la couche superficielle qui recouvre la roche-mère et résulte de son altération sous l'effet des agents atmosphériques et biologiques (**DUCHAUFOR, 1984**).

Il est développé suivant la nature de la roche-mère, la topographie des lieux et les caractéristiques du climat (**OZENDA, 1954 ; DAHMANI, 1984**). En effet, « Cela met en évidence la répartition géographique des sols suivant l'altitude d'une région donnée : les sols des zones d'épandage et des zones de plaines ne sont pas les mêmes que ceux des zones de versants ou de montagnes » (**DUCHAUFOR, 1984 in BOUABDALLAH, 1991**).

Dans notre région, l'étude pédologique est très incomplète ; cependant, il existe quelques travaux qui caractérisent les monts de Tlemcen tels que la carte pédologique des monts de Tlemcen réalisée par **KAZI TANI, 1996** (figure 15) :

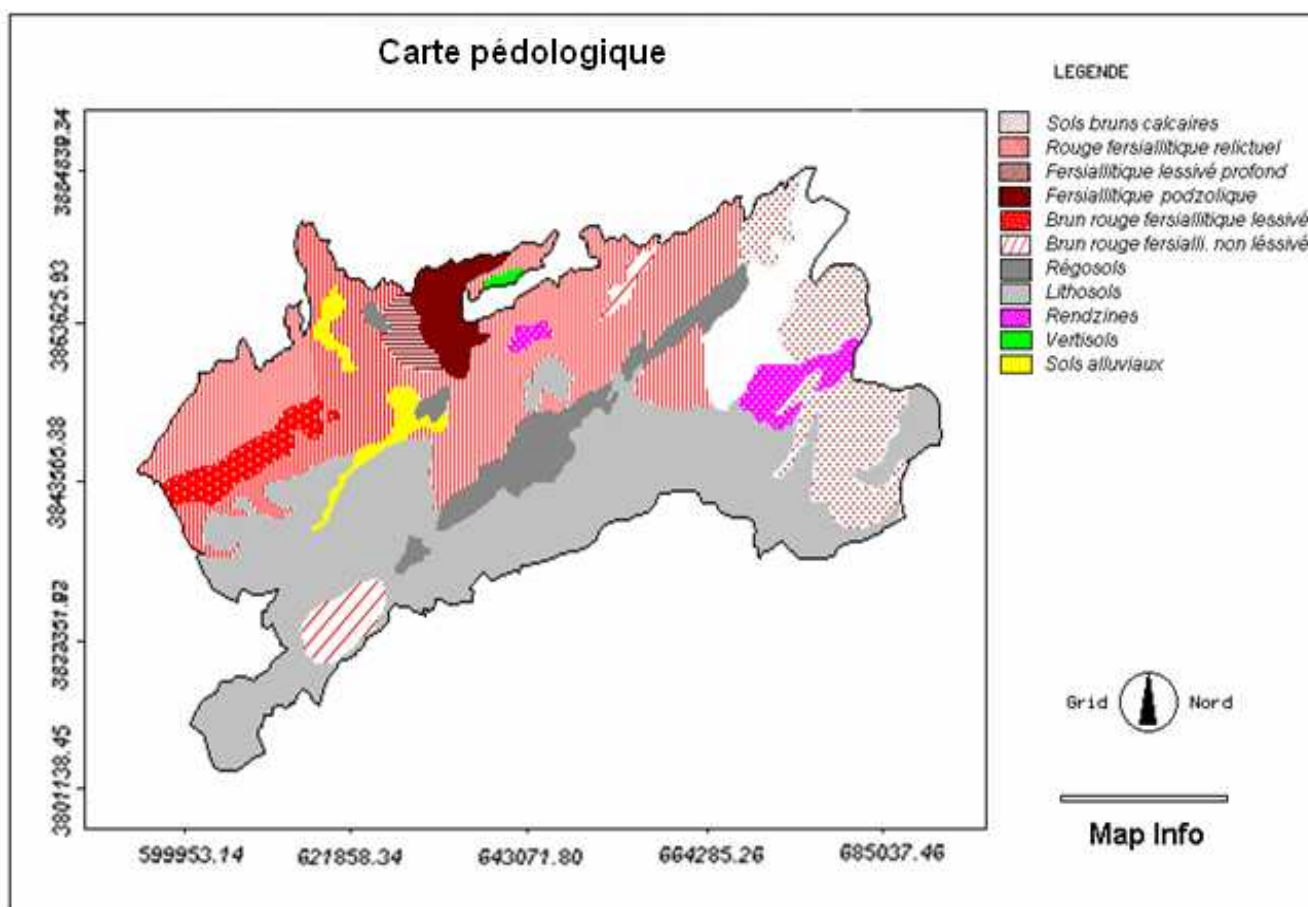


Figure 15- Carte pédologique des monts de Tlemcen (KAZI TANI, 1996.

Modi. par BENABDELLAH M.A -Map info 6.5-

I.2.5.1. Les sols fersiallitiques :

Ces sols peuvent se former sur substrats (Calcaire, Grès, Schistes.....). Nous les trouvons en montagne et suivant le degré de rubéfaction, ils sont soit bruns, soit rouges (**HADJADJ-AOUL, 1995**).

- Les sols bruns fersiallitiques : ce sont des sols forestiers caractéristiques des régions méditerranéennes humides où les essences existantes sont le chêne Zeen (*Quercus mirbekii*) en Afrique du Nord ; et sub-humides chêne-liège (*Quercus suber*) sur roche siliceuse et chêne vert (*Quercus ilex*) sur substratum calcaire. Leur rubéfaction correspond à une phase plus chaude à végétation sclérophylle, et a donné les sols rouge fersialitiques ou « terra rosa » (**DAHMANI ; 1997**).

Sous le Thuya, ce sont les types de sols parmi les plus évolués et les plus rares (**HADJADJ-AOUL,1995**).

- Les sols rouges fersiallitiques « Terra rossa » : il s'agit d'un paléosol. C'est une argile de décalcification sur affleurements calcaires des régions méditerranéennes. Elle a subi une décarbonatation par lessivage et une rubéfaction des sels de fer par déshydratation plus ou moins complète » (**DUCHAUFOR, 1984**).

Leur brunification est dû à l'incorporation de la matière organique et une réhydratation partielle des oxydes de fer et a donné les sols rouges fersiallitiques brunifiés (**DUCHAUFOR, 1976**). Ces derniers sont très répandus dans notre zone d'étude au niveau des peuplements de chêne vert.

- Les sols fersialitiques à tendance podzolique : Ne sont présents que dans la subéraie de Hafir, la végétation y est acidifiante et la roche mère est siliceuse facilitant leur pédogénèse (**KAID SLIMAN , 2000**).

I.2.5.2. Les sols calcimagnésiques :

Lorsque « l'humification est bloquée à un stade précoce par le calcaire (CaCO_3) très abondant en Oranie, cela donne naissance à un profil du type A1C humifère » (**DUCHAUFOR,1983**). C'est un sol du type calcimagnésique humifère ou sol carbonaté. Ces sols sont généralement des Rendzines développés sur roches calcaires. Selon, **HADJADJ-AOUL, 1995**, « ce type est très répandu dans l'aire du thuya ». **GAOUAR (1980)** signale l'existence de rendzines, sous chênaies vertes dégradées des monts de Tlemcen, sur substrat calcaro-marneux.

Les sols calcimagnésiques sont très riches en Ca^{2+} et /ou Mg^{2+} , on peut aussi distinguer les sols brun calcaire sur substrat Marno-calcaire et les sols bruns calciques rencontrés sur grès, peu calcaire et schiste. Ce sont des sols calcimagnésiques brunifiés moins caillouteux et plus ou moins décarbonatés en surface (**DAHMANI, 1997**).

I.2.5.3. Les sols peu évolués :

Ces sols sont généralement formés par l'action de l'érosion sur versant de fortes pentes. **DAHMANI, 1997** a distingué les sols squelettiques (lithosols) rencontrés en amont des zones d'ablation où subsiste une couche peu épaisse de sol inférieur ou égal à 10 cm sur roche dure, mise à nue aux endroits les plus pentus et à végétation clairsemée. Sur roche tendre, ce sont des régosols.

Selon ce même auteur, les zones d'apport situées en aval portent des sols très caillouteux rajeunis par la fréquence des dépôts de matériel. Il s'agit de sols colluviaux pouvant être à des rendzines colluviales lorsqu'ils contiennent du calcaire.

Les sols peu évolués d'érosion se rencontrent donc partout où le phénomène de décapage est plus rapide que la pédogénèse. Quant aux sols peu évolués d'apport, ils occupent généralement les bas de pentes et sont constitués de dépôts récents d'origine colluviale ou alluviale.

Des analyses pédologiques ont été effectuées pour avoir une idée sur le milieu édaphique de notre zone d'étude. Les différentes phases d'érosion, sédimentation, pédogénèse qu'ont connues les sols au cours de leur histoire rendent leur interprétation pédologique assez délicate (**GAOUAR, 1980**).

Sur certains versants, les eaux de ruissellement favorisent le rajeunissement permanent des horizons superficiels par le décapage. Cela a pour conséquence de dénuder parfois jusqu'à la roche en place. L'impact humain aidant, « il est rare qu'il s'y forme un véritable sol forestier » (**BOUDY, 1950**).

I.3. Le Milieu humain et facteurs de dégradation :

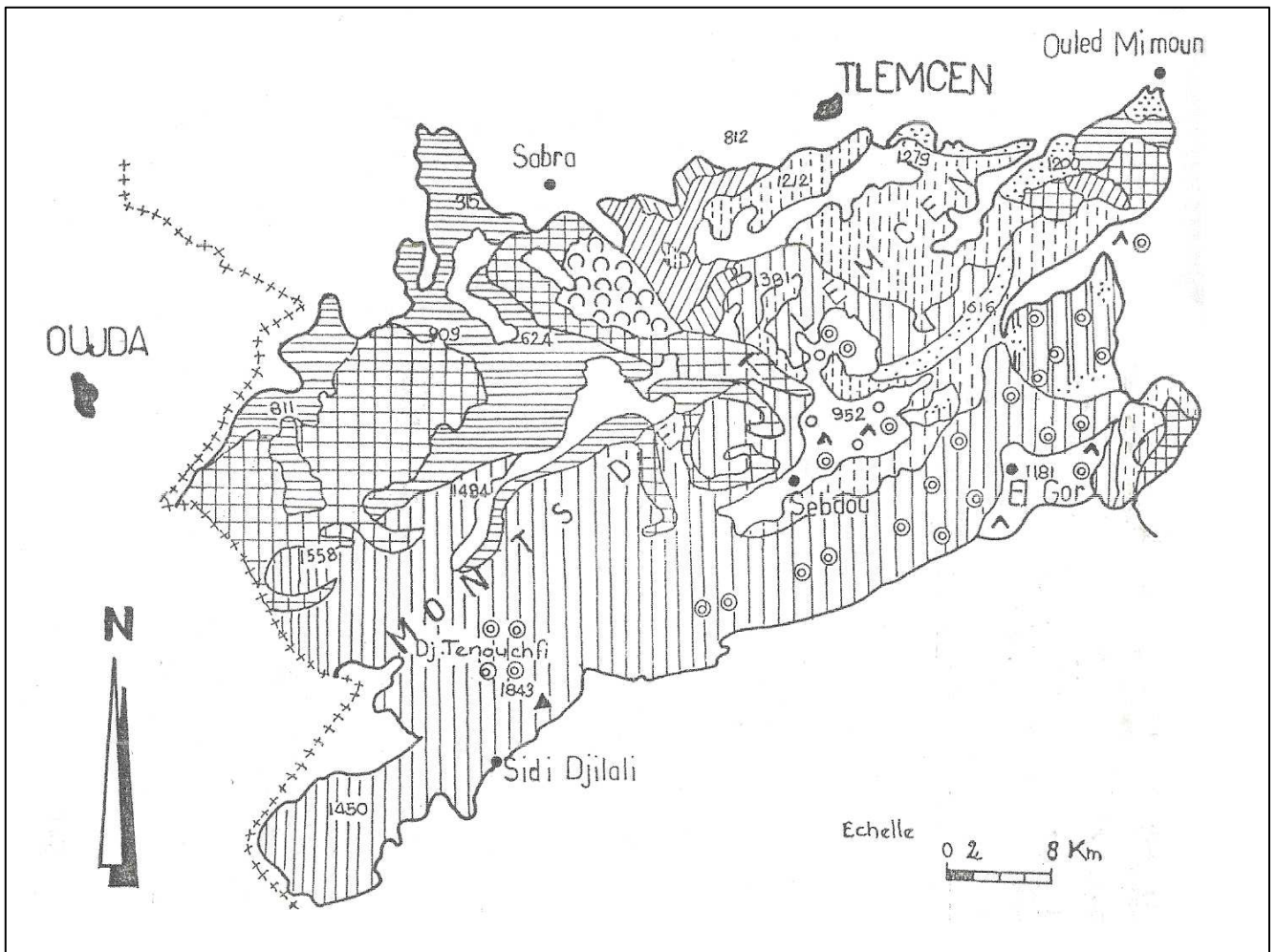
I.3.1. Végétation naturelle :

La végétation des monts de Tlemcen se caractérise par une diversité de structures physionomiques et de composition dans les strates (arbustives et buissonnantes) et ce, grâce à la variété géographique, géologique et climatique qu'offrent les montagnes de Tlemcen (**BENABDELLI, 1996**).

Selon **GAOUAR (1980)**, le sub humide froid à frais englobe la région de Khémis, Beni Bahdel et Tlemcen. Ces régions sont dominées par *Tetraclinis articulata* (Thuya de Berbérie) au sud –ouest ; *Pinus halepensis* (Pin d'Alep) au centre et au nord- est par *Quercus ilex* (chêne -vert) ; *Quercus coccifera* (chêne - Kermès) ; *Juniperus oxycedrus* (genévrier oxycèdre), puis *Quercus suber* (chêne- liège) au nord- ouest et au sud –est. Le chêne zeen (*Quercus faginea*) domine sur sols profonds et humides. Sa pénétration est constatée aussi bien à Terny (Tel Terny) que sur les hauteurs de Tlemcen à l'intérieur de Zariéffet.

Les relevés du massif forestier de Hafir- Zariéffet, montrent que ceci est principalement formé de *Quercus suber* sur substrat siliceux auquel s'associent quelques taches de *Quercus ilex*. Quant au *Quercus faginea*, il se réfugie dans les ravins **DAHMANI (1984)**. Dans la forêt de Zariéffet, nous distinguons deux types de formations végétales : une formation arborée constituée de chêne -liège, chêne vert et chêne Zeen, et une formation basse constituée d'essences secondaires et sous-arbrisseaux.

Cette forêt est caractérisée par la prédominance d'une subéraie à *Erica arborea* (versant sud) composé de : *Quercus suber* ; *Genista tricuspidata* ; *Lavandula stoechas* ; *Ampelodesma acutifolius* ; *Phillynea angustifolia* ; *Cistus solvifolius* ; *Daphnegni dium* ; *Arbutus unedo* ; *Asparagus actifolius* ; *Asphodelus microcarpus* et *Cytisus triflorus*. Les différentes séries de végétation qui occupent les monts de Tlemcen sont données par la carte de végétation d'**ALCARAZ ,1977 (figure 16)**.



LEGENDE:

- | | |
|---|---|
| <p>Série du Thuya</p> <p> Matorrals élevés et moyens</p> <p>Série du pin d'Alep</p> <p> Pin d'Alep relictuel</p> <p>Série du chêne vert</p> <p> Forêt claire et matorral élevé troué</p> <p> Matorrals moyens et bas, troués à clairs</p> <p> Chêne vert relictuel</p> <p> Genevrier oxycèdre relictuel (<i>Juniperus oxycedrus subsp rufescens</i>)</p> <p>Série de chêne liège</p> <p> Forêts denses et claires</p> <p> Matorrals</p> <p>Série de l'oléa-lentisque</p> <p></p> | <p>Formations mixtes</p> <p> Matorral à Thuya et chêne vert</p> <p> Matorral arboré à pin d'Alep avec sous-bois à chêne vert</p> <p> Forêts et matorral à chêne vert et chêne zeen (<i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus faginea subsp tlemcenensis</i>)</p> <p>• 1843 Point côte</p> <p> Agglomération</p> <p>+++ Limite d'état</p> <p>— limite de formation</p> |
|---|---|

Figure 16- Carte de végétation des monts de Tlemcen (Extraite D'ALCARAZ, 1977)

I.3.2. Facteurs de dégradation :

L'étude écologique s'intéresse avant tout à l'action de l'homme sur la végétation (**QUEZEL et al., 1976 ; BOUAZZA et al., 2001**). Pour cela, il est important de signaler les principaux facteurs qui peuvent influer sur l'état du couvert végétal notamment sur leur dégradation et ce, afin de nous permettre de justifier nos résultats floristiques et pédologiques. Les impacts anthropiques comme l'intensité du pâturage, de l'incendie et de la coupe du bois ont été estimés à l'échelle de la zone d'étude, en se basant sur des observations de terrain et des informations récoltées auprès des services publics concernés, « Conservation des Forêts de Tlemcen (CFT), Direction des services agricoles (DSA), Direction de la planification et d'aménagement du territoire (DPAT) ... ».

Notre territoire d'étude qui englobe les six (06) communes : Terny, Ain Ghoraba, O. Mimoun, Beni-Bahdel, et Sebdou, soumis à une pression démographique importante où la population a augmenté de 76843 (en 1998) à 89038 (en 2007) soit un taux d'accroissement de 13,69 % (**DPAT, 2008**), le taux de chômage est de 34,66 %. Il supporte un cheptel de 36170 têtes ovines, 12024 têtes bovines et 3410 têtes caprines (**DSA, 2008**), contre une surface forestière de 35298 ha.

Pour l'alimentation de ce cheptel, la forêt est l'endroit le plus sollicité pour le pacage, que ce soit par la population riveraine vivant à proximité de la forêt, la population enclavée vivant à l'intérieur de la forêt ou bien les nomades qui font un élevage basé sur les transhumances.

Quelle est la capacité fourragère utile à l'alimentation de ce bétail ?

Si nous considérons les normes des unités fourragères utiles par an et par espèces retenues par **LE HOUEROU 1971 , BENABDELLI, 1983** et **FAO/FIDA, 1993** :

- 1 Ovin = 1 Caprin = 250 U.F /an
- 1 Bovin = 5 Ovins = 12500 U.F./an

Le nombre total de têtes dans notre zone d'étude sera donc : 99700 têtes, l'équivalence de (36170 têtes ovines+3410 têtes caprines+ (12024 têtes bovinesx5)).

La valeur pastorale (production fourragère)= 150 U.F/ ha/ an de forêt (**LE HOUEROU, 1971**).

Par ailleurs, « **EL-HAMROUNI en 1978** a proposé une équation de la droite de régression pour évaluer la production fourragère dans des formations forestières méditerranéennes en Tunisie (*Pinus halepensis* Mill., *Tetraclinis articulata* Vahl Master et *Quercus rotundifolia* L.,) en relation avec les tranches pluviométriques moyennes des étages bioclimatiques allant de l'étage aride jusqu'au l'étage Sub-humide » (**FAO/FIDA, 1993**), dont la formulation est la suivante :

$$Y = 0,49 X - 18,5$$

Où Y= valeur pastorale exprimée en UF/Ha/an.

X=pluviométrie exprimée en millimètre.

La valeur pastorale moyenne relative à notre zone d'étude est 208 UF/ha/an. Si nous prenons en considération les données citées ci-dessus et le nombre de cheptels, suivant les unités zootechniques, la capacité fourragère utile à l'alimentation de ce cheptel est : 24 925 000 U.F/an (99700 têtes x 250 UF/an) et la production fourragère totale de la forêt égale à : 7 341 984 UF/ an (superficie de la forêt 35298 ha x 208 UF/ha/an).

Théoriquement il faudrait 119832 ha (pour satisfaire les besoins de ce cheptel c'est à dire (24 925 000 UF/an / 208 UF/ha/an), or la totalité de la superficie de la forêt n'est que de 35298 ha.

Donc, la charge pastorale théorique est de (99700 têtes/ 119832 ha = 0,8 = 8 têtes/10ha). Or la charge pastorale réelle dans notre zone est de 99700 / 35298 ha = 3 = 30 têtes/10ha).

On remarque, qu'on est devant une surcharge pastorale de l'ordre de : (22 têtes/10 ha), c'est-à-dire la pression animale est anormale sur cette zone forestière, dont les besoins de ce cheptel en unités fourragères (24 925 000 UF/an) dépassent ces capacités fourragères (7 341 984 UF/an). D'où il faut penser sérieusement à un aménagement sylvo-pastorale à travers notre zone où il y'aura introduction de quelques plantes fourragères, qui ont des capacités fourragères considérables et qui s'accommodent avec le milieu environnement de la forêt.

Les incendies des peuplements forestiers dans notre zone sont plus ou moins importants, surtout dans ces dernières années. D'après le bilan des incendies 2000-2008 fourni par la conservation des forêts de Tlemcen (CFT), notre région d'étude a été ravagée par le feu qui a affecté une superficie d'environ 2168 ha avec un nombre de 32 foyers, soit 6,14 % de la superficie totale de la zone.

Figure 17- Superficies incendiées dans la zone d'étude en (Ha)

2000/2008

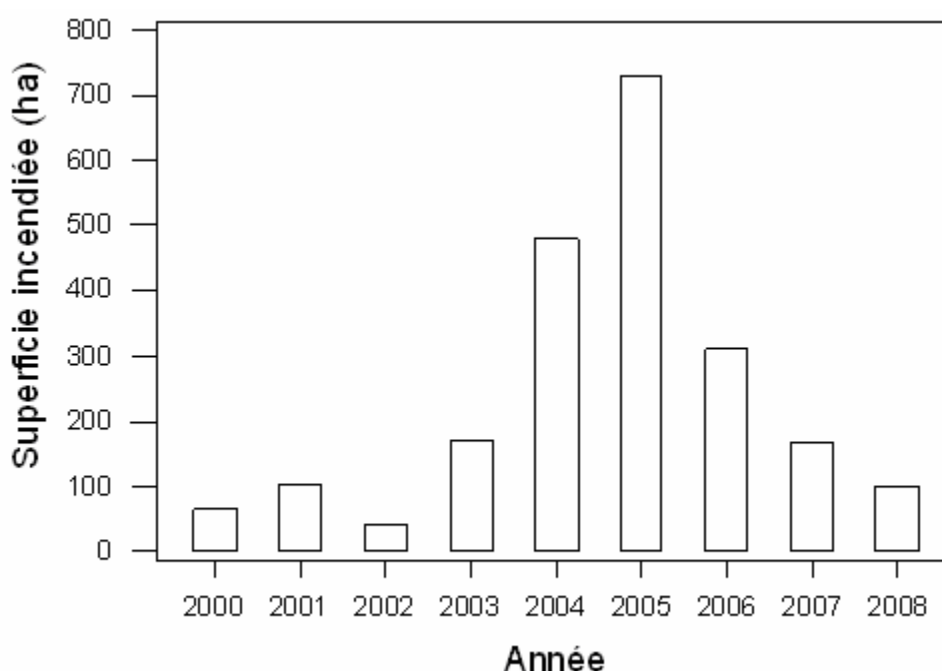


Tableau 2- Bilan des incendies relatif à notre zone d'étude.

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Superficie incendiée (ha)	65	102	41,5	169	482	730,5	311	167	100	2168

Pour les délits forestiers, on ne dispose que des statistiques allant de 2000 à 2008 (Coupe illicite : 417 Stères, soit (25 délits), pacage (9640 Têtes (39 délits), Défrichement 9,5 ha (21 délits). On voit clairement que les délits de pacage sont supérieurs à ceux des coupes et des défrichements.

I.4. Conclusion :

L'analyse du milieu physique dans ses aspects multiples (hydrographique, géologique et pédologique), montre une diversité constitue l'ossature d'un écosystème très complexe induisant une certaine hétérogénéité qui régit un fonctionnement particulièrement adapté.

L'étude du milieu humain révèle un état des écosystèmes très dégradés qui résulte de l'action conjuguée de l'homme et de la péjoration climatique. En effet, l'homme utilise toute son énergie pour surexploiter le milieu naturel. Le problème pastoral dans la zone d'étude constitue une véritable menace par le peu de végétation qui reste, et donc le grand problème c'est la manière dont l'homme et son troupeau agissent sur la forêt. Le déclenchement du feu sauvage est aussi lié aux larges étendues des forêts xérophiiles (**TRABAUD, 1971, LE HOUEROU, 1974**).

La transformation du tapis végétal dans ces forêts et l'absence le plus souvent d'interventions sylvicoles, assurent aux feux sauvages, lorsqu'ils démarrent, un support considérable et souvent continu (**BARBERO et al., 1988**). Le milieu naturel et en particulier les forêts ou de moins de ce qui reste de notre région risquent de disparaître d'ici peu de temps, si rien n'est fait pour les protéger. À cet effet, l'étude floristique est nécessaire pour connaître l'état actuel de la zone d'étude en relation avec les différents facteurs : physique, climatique et humain.

CHAPITRE II : BIOCLIMATOLOGIE

II.1. Introduction :

Le climat de la région de Tlemcen est plus au moins connu grâce aux travaux effectués sur le climat méditerranéen (**SELTZER (1946)** ; **EMBERGER (1930 ; 1971)** ; **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)** ; **WALTER et al. (1960)** et plus récemment : **QUEZEL (1976)** ; **LE HOUEROU et al., (1977)** ; **DAGET (1980)** ; **ALCARAZ (1983)** , **DJBAILI (1984)** ; **PONS (1984)** **MEDAIL et QUEZEL, 1997**), ainsi différents auteurs ont souligné que les monts de Tlemcen sont sous l'influence du climat méditerranéen, avec deux saisons bien tranchés

- Une saison hivernale froide de courte durée.
- Une saison estivale chaude et sèche de longue durée.

Selon la carte bioclimatique des monts de Tlemcen, extraite de la carte de **BOUABDELLAH et GAOUAR, 1990 (figure 18)**, deux étages bioclimatiques sont dominants, à savoir le sub-humide et le semi-aride

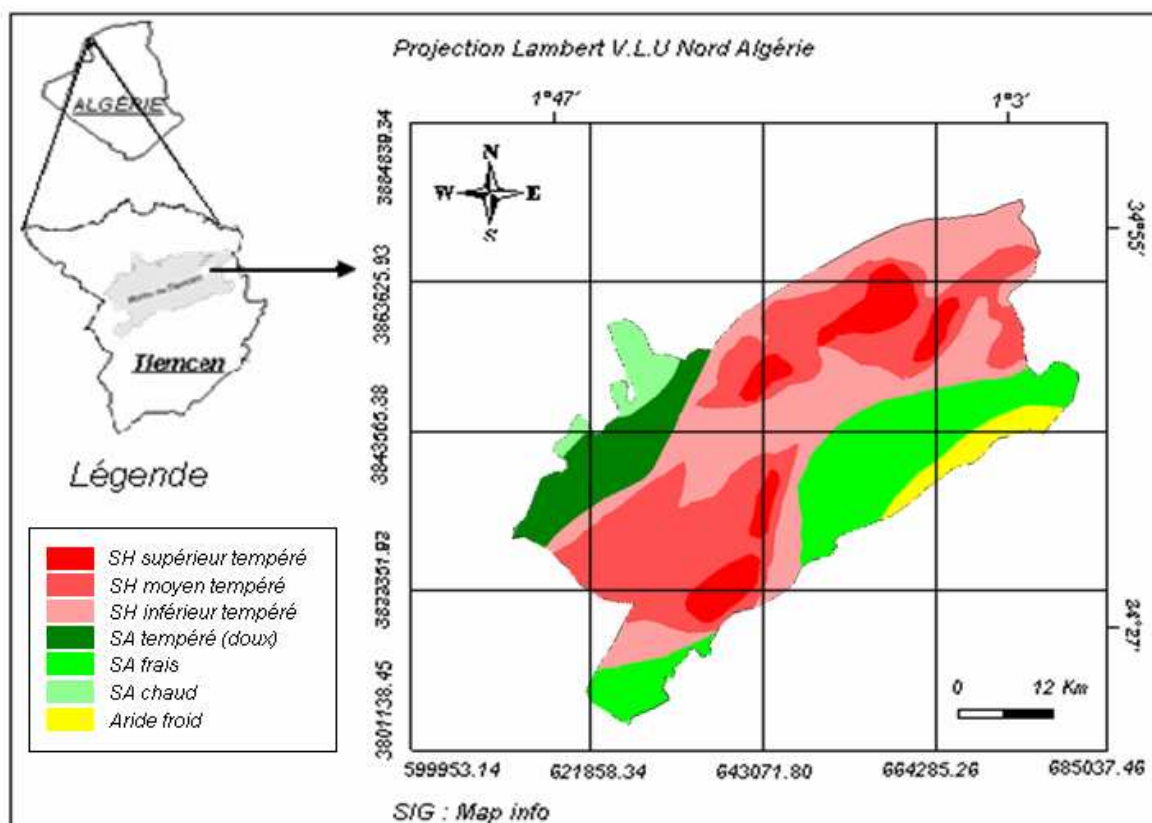


Figure 18- Carte bioclimatique des monts de Tlemcen (extraite de la carte de **BOUABDELLAH et GAOUAR, 1990, modi. Par BENABDELLAH M.A -Map info 6.5-**)

Cependant, d'un point de vue stationnel, plusieurs facteurs vont influencer sur le climat, à savoir : L'exposition – Situation géographique (topographie, proximité de la mer) – Altitude – le type de végétation (**MAHBOUBI, 1995** ; **BENABADJI et BOUAZZA, 2000**).

Dans le cadre de notre étude sur l'inventaire floristique et phytoécologique dans les Monts de Tlemcen, Wilaya de Tlemcen, nous avons été amenés à porter une attention toute particulière aux

effets du climat régional sur l'évolution du tapis végétal. Cette étude climatique sera utile à l'analyse de la végétation.

Notre but s'agit de mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et les facteurs climatiques donc le climat est un facteur déterminant de notre zone d'étude, son irrégularité spatiale et temporelle implique des études de plus en plus fines pour mieux comprendre son action.

II.2. Méthodologie :

II.2.1. Choix des stations, de la période et de la durée :

Le réseau météorologique d'une contrée pareille doit être dense, représentatif et bien suivi, à cause de son relief qui accentue l'azonalité climatique. Nous avons choisi des stations météorologiques qui se trouvent à la proximité des stations étudiées, dans un souci de bien cerner les influences climatiques zonales sur les conditions locales (**figure 19**).

Notre étude bioclimatique a été réalisée sur quatre (04) stations de référence : Ouled Mimoun, Mefrouche, Beni-Bahdel et Sebdu.

Tableau 3- Données géographiques des stations météorologiques.

Stations	longitude	latitude	Altitude (m)	Emplacement
O. MIMOUN	1° 03' W	34° 93' N	705	Siège A.P.C
MEFROUCHE	1° 16' W	34° 51' N	1100	Barrage
BENI BAHDEL	1° 36' W	34° 45' N	700	Barrage
SEBDOU	1° 19' W	34° 38' N	620	Hôpital Militaire

Le choix de ces stations a été fait de manière à ce que l'on puisse couvrir toute la région d'étude.

En absence des données climatiques spécifique de la zone de Ain Ghoraba. On a pris en considération les deux stations météorologiques de Beni Bahdel et El Mefrouche, comme station de référence pour établir les données climatiques ancienne et nouvelle période, relevant de cette zone qui est caractérisée par la présence d'une végétation importante à thuya et à chêne vert, l'objet de notre étude sur la phytoécologie. (**tableaux : 4, 5, 6 et 7**).

- Pour la correction de précipitations et températures minimale et maximale du point haut on a pris les données climatiques celle de la station météorologique d'EL Mefrouche, elle est éloignée d'environ 12 km du centre du périmètre de la station de Ain Ghoraba.
- Et pour la correction du point bas on a pris les données climatiques celle de la station de Beni Bahdel, elle est éloignée d'environ 10Km du centre du périmètre de la station de Ain Ghoraba.

(**Gharzouli, 1977**) des corrections ont été apportées sur la pluviométrie et les températures pour la détermination du climat de la zone d'étude « Voir **annexe -I-** ».

Les interprétations des résultats de températures et de précipitations nous ont permis de positionner le climat de Ain Ghoraba dans le climagramme d'**EMBERGER**.

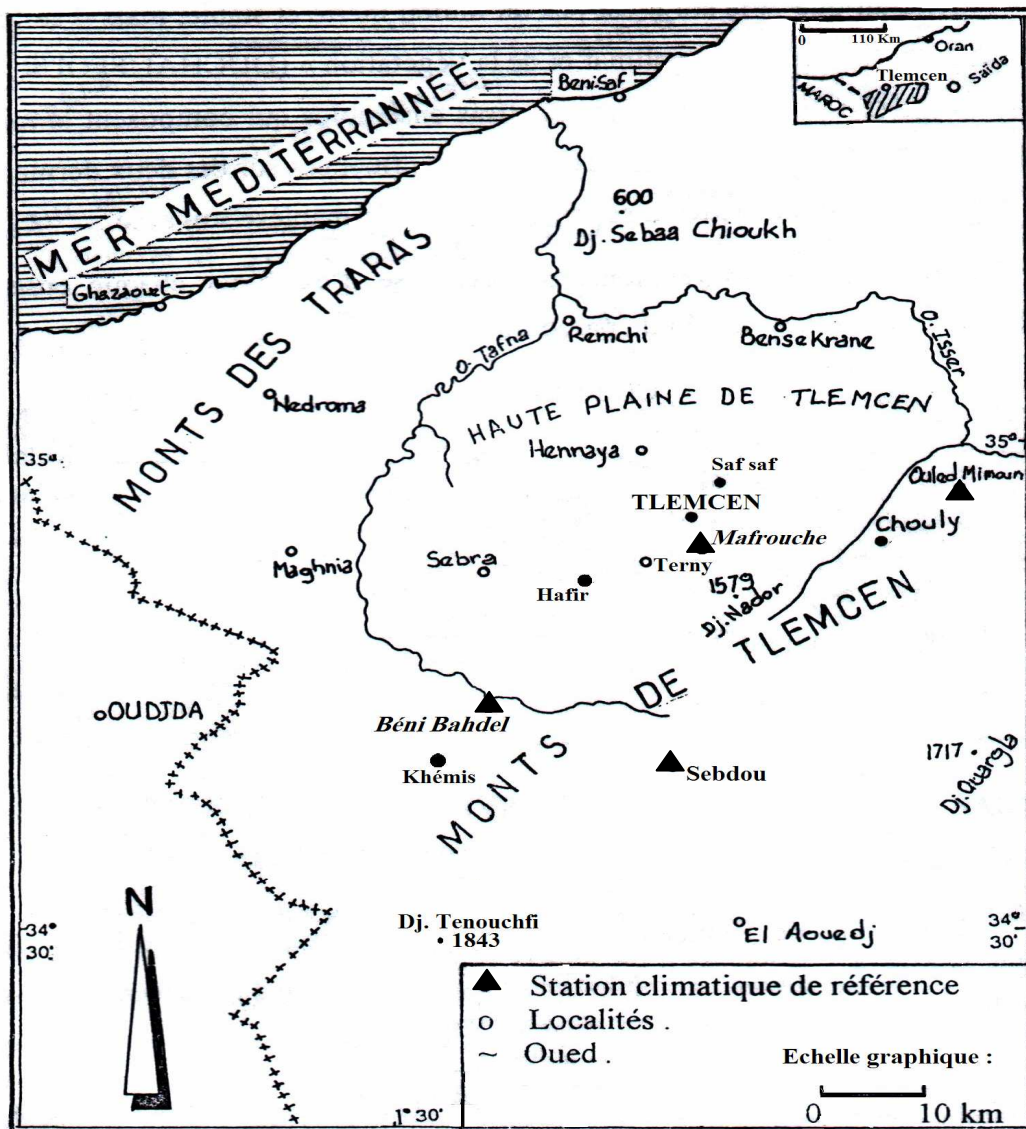


Figure 19- Localisation des stations climatiques de référence.

Source : BRICHETEAL L. (1954)

En effet la première difficulté dans ce type d'étude reste au niveau de la situation géographique des postes météorologiques ainsi que leur nombre qui est réduit ou non fonctionnel ex. : station de Hafir .

Dans cette étude on a exploité les données climatiques à deux périodes différentes, l'une ancienne de 26 ans (1913- 1938) étude effectuée par **SELTZER (1946)**, l'autre récente de 33 ans (1975-2008), les données sont fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (**A.N.R.H.**).

L'analyse comparative, entre les deux différentes périodes, permettra d'observer s'il y a un éventuel changement du climat à travers le temps.

Afin de comparer les différents indices bioclimatiques, la comparaison se fait d'une part dans

l'espace afin d'encadrer la zone, d'autre part dans le temps pour apprécier les variations et les évolutions actuelles du climat. Ces indices sont :

- L'indice de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**, qui caractérise les périodes sèches.
- L'indice d'**EMBERGER (1952)**, simplifié par **STEWART (1969)**, donne la situation bioclimatique de la zone ; il traduit le caractère xérique d'un biotope.
- L'indice xérothermique d'**EMBERGER (1942)** : Pour apprécier l'importance de la période de sécheresse estivale.
- L'indice de **DE MARTONNE (1926)** est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse.

II.3. Les facteurs climatiques :

Le climat de la région présente en général des irrégularités. Les précipitations diffèrent d'année en année. Les paramètres climatiques permettent de définir des climats régionaux, locaux et des microclimats. Ces paramètres sont décisifs pour la survie et le développement de certains taxons, qui dépendent de certaines valeurs de température minimale « m ». Les changements climatiques interviennent rigoureusement dans l'évolution de la végétation. On constate cela par l'étude comparative des facteurs climatiques (ancienne et nouvelle période ; dans le temps) ; d'ailleurs certaines espèces exigeantes en eau qui ont été présente dans la région de Tlemcen (les années 60), ont disparu depuis des années pour laisser la place à d'autre, ceci prouve que la pluviosité à diminué de manière significative.

Selon **HALIMI (1980)**, la croissance des végétaux dépend de deux facteurs essentiels :

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

Pour mieux appréhender le bioclimat de la zone d'étude, deux paramètres essentiels sont pris en considération, à savoir les précipitations et la température. D'après (**BARYLENGER et al., 1979**) la pluie et la température sont les charnières du climat, elles influent directement sur la végétation. Ces paramètres varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagnes et de l'exposition (**KADIK, 1984**). Le climat est un facteur très important dans le milieu puisqu'il régit la présence de la végétation et de son extension, ainsi que la nature du sol.

II.3.1. Précipitations :

DJBAILI (1978), définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, elle conditionne le maintien de la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part.

D'une manière générale, l'origine des pluies en Algérie est double :

- 1- « Les pluies dues aux vents pluvieux de secteurs ouest et nord-ouest qui abordent le Maghreb par le littoral durant la saison froide » (**SELTZER, 1946**).
- 2- « Les précipitations orageuses dues aux perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions sahariennes surtout à la fin du printemps » (**DUBIEF, 1959**).

**Tableau 4- Moyennes mensuelles des Précipitations et des températures.
(Ancienne période: 1913-1938)**

Stations	Moyennes mensuelles des Précipitations et des températures. (Ancienne période: 1913_1938)													P annuelle (mm) et T moyenne (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Mefrouche	P (mm)	95,61	86,8	120,77	62,9	64,16	17,61	3,77	2,52	15,1	47,8	51,58	113,2	681,83
	T (°C)	7,92	8,76	10,07	12,11	15,17	18,03	21,63	22,94	19,08	14,7	10,79	8,02	14,071
Ain Ghoraba	P (mm)	80,98	73,52	102,29	53,28	54,34	14,92	3,2	2,13	12,79	40,48	43,68	95,89	577,501
	T (°C)	9,03	9,83	11,29	13	16,6	18,82	24,36	25,37	20,32	16,54	12,15	9,01	15,52
O.Mimoun	P (mm)	71,37	64,8	90,15	46,96	47,89	13,15	2,82	1,88	11,28	35,68	38,5	84,52	509
	T (°C)	9,81	10,68	12,04	13,87	17,71	20,68	24,6	25,95	22,86	17,64	12,96	9,88	16,56
Beni-Bahdel	P (mm)	76	69	96	50	51	14	3	2	12	38	41	90	542
	T (°C)	9,8	10,7	12,3	14,8	18,6	22,1	26,5	27,6	23,4	18	13,2	9,8	17,23
Sebdou	P (mm)	43	42,6	38	26,7	35,1	9,5	4,1	3,2	18,8	25	38	42	326
	T (°C)	5,9	6,1	8,02	13,83	14,13	24	29	24,65	21,9	17	13,8	8,13	15,54

**Tableau 5- Moyennes mensuelles des Précipitations et des températures.
(Nouvelle période: 1975-2008)**

Stations	Moyennes mensuelles des Précipitations et des températures. (Nouvelle période : 1975_2008)													P annuelle (mm) et T moyenne (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Mefrouche	P (mm)	107,86	69,92	87,53	64,97	58,92	13,09	2,77	7,6	20,64	56,52	69,28	64,91	624
	T (°C)	6,65	8,14	9,92	10,62	14,69	19,85	24,21	24,11	19,45	14,39	10,92	8,14	14,25
Ain Ghoraba	P (mm)	65,82	62,8	68,98	48,58	49,37	11,19	3,82	9,87	19,62	42,39	75,7	59,11	517,24
	T (°C)	8,12	9,36	11,54	12,81	16,49	21,25	24,52	24,63	20,98	16,62	12,63	9,82	15,73
O. Mimoun	P (mm)	63,78	48,34	57,17	41,55	39,52	8,82	2,38	6,35	14,64	36,17	52,76	45,26	416,75
	T (°C)	8,16	9,69	11,85	13,69	17,81	22,73	27,27	26,93	22,36	17,15	13,05	9,92	16,71
Beni-Bahdel	P (mm)	65,01	49,28	58,27	42,35	40,28	8,99	2,43	6,47	14,93	36,87	53,77	46,13	424,78
	T (°C)	8,47	10,05	12,3	14,21	18,48	23,59	28,3	27,95	23,2	17,8	13,54	10,3	17,34
Sebdou	P (mm)	47,38	15,14	40,67	28,56	14,67	3,3	1,23	2,04	14,08	36,44	27,28	43,7	274,5
	T (°C)	6,94	8,89	7,89	11,66	17,79	24,86	27,77	24,69	22,87	17,21	12,65	8,53	15,98

Tableau 6- Moyennes des minima et maxima (ancienne période: 1913-1938)

Stations	Les moyennes des minima et maxima. (Ancienne période: 1913_1938)													Moyenne annuelle (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Mefrouche	m (°C)	3,96	4,28	4,82	6,14	11,35	12,65	15,14	16,8	14,48	9,88	6,24	4,32	9,184
	M (°C)	11,88	13,24	15,32	18,09	18,98	23,42	28,11	29,07	23,68	19,51	15,35	11,72	18,95
	(M+m)/2	7,92	8,76	10,07	12,11	15,17	18,03	21,63	22,94	19,08	14,7	10,79	8,02	14,071
Ain Ghoraba	m (°C)	4,73	4,81	5,42	6,71	12,91	13,38	17,23	19,11	15,1	11,2	7,09	4,9	10,21
	M (°C)	13,32	14,84	17,15	19,28	20,28	24,26	31,5	31,63	25,54	21,87	17,2	13,11	20,83
	(M+m)/2	9,03	9,83	11,29	13	16,6	18,82	24,36	25,37	20,32	16,54	12,15	9,01	15,52
O.Mimoun	m (°C)	5,4	5,53	5,78	7,16	13,78	14,48	18,58	20,39	16,11	11,95	7,37	5,43	10,93
	M (°C)	14,21	15,83	18,3	20,57	21,64	26,88	30,61	31,5	29,6	23,34	18,35	14,52	22,2
	(M+m)/2	9,81	10,68	12,04	13,87	17,71	20,68	24,6	25,95	22,86	17,64	12,96	9,88	16,56
Beni-Bahdel	m (°C)	5,2	5,35	6,03	7,67	14,19	15,81	18,93	21	18,1	12,35	7,8	5,4	11,48
	M (°C)	14,4	16,05	18,57	21,93	23,01	28,39	34,07	34,2	28,7	23,65	18,6	14,2	22,98
	(M+m)/2	9,8	10,7	12,3	14,8	18,6	22,1	26,5	27,6	23,4	18	13,2	9,8	17,23
Sebdou	m (°C)	1,3	5,8	7,3	8,65	13,6	15,1	22,8	19,6	18,4	13,1	9,7	5,65	11,75
	M (°C)	10,5	6,4	8,74	19,01	14,66	30,93	33,9	32,97	25,4	20,9	17,9	10,61	19,32
	(M+m)/2	5,9	6,1	8,02	13,83	14,13	24	29	24,65	21,9	17	13,8	8,13	15,54

Tableau 7- Moyennes des minima et maxima (nouvelle période: 1975-2008)

Stations	Les moyennes des minima et maxima. (Nouvelle période : 1975_2008)													Moyenne annuelle (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Mefrouche	m (°C)	2,28	3,08	5,85	6,05	10,82	13,99	17,76	18,46	13,99	9,72	6,45	3,47	9,33
	M (°C)	11,01	13,2	13,89	15,18	18,56	25,7	30,68	29,77	24,91	19,05	15,38	12,8	19,15
	(M+m)/2	6,65	8,14	9,87	10,62	14,69	19,85	24,22	24,11	19,45	14,39	10,92	8,14	14,25
Ain Ghoraba	m (°C)	2,7	3,63	6,09	7,41	10,25	13,81	17,28	17,72	14,68	11,07	7,41	5,05	9,76
	M (°C)	13,27	15,08	16,99	18,22	22,74	28,59	32,17	31,53	27,29	22,17	17,86	14,59	21,71
	(M+m)/2	7,98	9,36	11,54	12,81	16,49	21,2	24,73	24,63	20,98	16,62	12,63	9,82	15,73
O. Mimoun	m (°C)	3,51	3,71	6,65	8,85	12,7	15,41	20,22	19,98	15,84	11,21	7,66	4,72	10,82
	M (°C)	12,87	15,67	17,05	18,54	22,91	30,05	34,46	33,89	28,88	22,81	18,44	15,13	22,6

	(M+m)/2	8,19	9,69	11,85	13,69	17,81	22,73	27,34	26,93	22,36	17,01	13,05	9,92	16,71
Beni-Bahdel	m (°C)	3,49	3,85	6,9	9,18	13,18	15,99	20,98	20,73	16,44	11,93	7,95	4,89	11,29
	M (°C)	13,93	16,26	17,69	19,24	23,78	31,19	34,27	35,17	30,53	23,67	19,13	15,7	23,39
	(M+m)/2	8,71	10,05	12,3	14,21	18,48	23,59	27,63	27,95	23,48	17,8	13,54	10,3	17,34
Sebdou	m (°C)	3,62	3,9	5,9	7,61	10,44	16,42	22,14	22,32	15,43	11,75	8,17	5,21	11,08
	M (°C)	10,53	13,88	9,89	15,71	25,14	33,3	35,96	27,04	27,59	22,68	17,11	11,8	20,89
	(M+m)/2	7,07	8,89	7,89	11,66	17,79	24,86	29,05	24,68	21,51	17,21	12,64	8,5	15,98

L'analyse des **tableaux 4 et 5** met en évidence l'irrégularité de la répartition des précipitations au niveau de toutes les stations.

Ce qu'on peut dire d'abord, c'est la relative abondance des précipitations durant l'ancienne période, la quantité des pluies reçues oscille entre **326 mm** (Sebdou) et **681,83 mm** (Meffrouche).

Alors, pour la nouvelle période, nous remarquons une forte diminution des précipitations celles-ci varient entre **274,5 mm** (Sebdou) et **624 mm** (Meffrouche).

On comparant la quantité des pluies de l'ancienne période à celle de la nouvelle période, nous remarquons une nette diminution des précipitations de **90 à 100 mm**.

- Les précipitations moyennes les plus élevées dans l'ancienne période se situent au mois de janvier (Sebdou : 43 mm) et mois de Mars (Beni-Bahdel 96 mm ; 102.29 mm AinGhoraba ; 120.77 mm à Meffrouche et 90,15 à O.Mimoun).

Pour la nouvelle période, elles se situent au mois de janvier (Sebdou 47,38mm, Beni- Bahdel : 65,1 mm, Meffrouche 107,86 mm et O.Mimoun 63,87) et le mois de novembre (Ain Ghoraba 75,7 mm).

- Les précipitations moyennes les plus basses dans l'ancienne période se situent au mois d'août, pour l'ensemble des stations : 2 mm (Beni-Bahdel) ; 2,13mm (Ain Ghoraba) ; 2,51 mm (Meffrouche) et 3,2 mm (Sebdou), et O.Mimoun (1,88mm).

Pour la nouvelle période, elles se situent au mois de Juillet pour l'ensemble des stations : 1,23 mm(Sebdou) ; 3,82 mm(Ain Ghoraba) ; 2,77 mm (Meffrouche); 2,38 mm (O.Mimoun); et 2,43 (Beni-Bahdel).

D'après les **tableaux 4 ; 5** et les **figures 20 et 21** ; nous remarquons que, la période la plus arrosée s'étend de novembre à mars, alors que la saison la moins arrosée s'étale de juin à août pour la majeure partie des stations, cela pour l'ancienne et la nouvelle période.

Durant l'ancienne époque (1913-1938), les précipitations étaient plus abondantes et plus fréquentes dans la région.

Cette diminution en quantité d'eau tombée s'est traduite par la disparition de certaines espèces permettant l'installation d'autre qui s'adaptent aux conditions climatiques extrêmes, notamment la sécheresse. Cependant, les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat (**LE HOUEROU et al., 1977**).

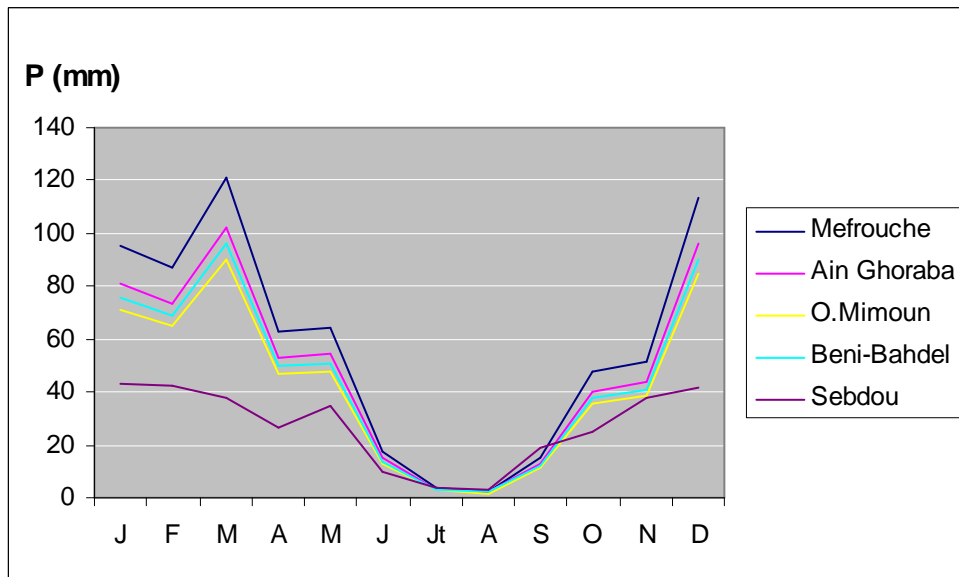


Figure 20- Variation mensuelle des précipitations pour les stations de référence. (Ancienne période 1913-1938).

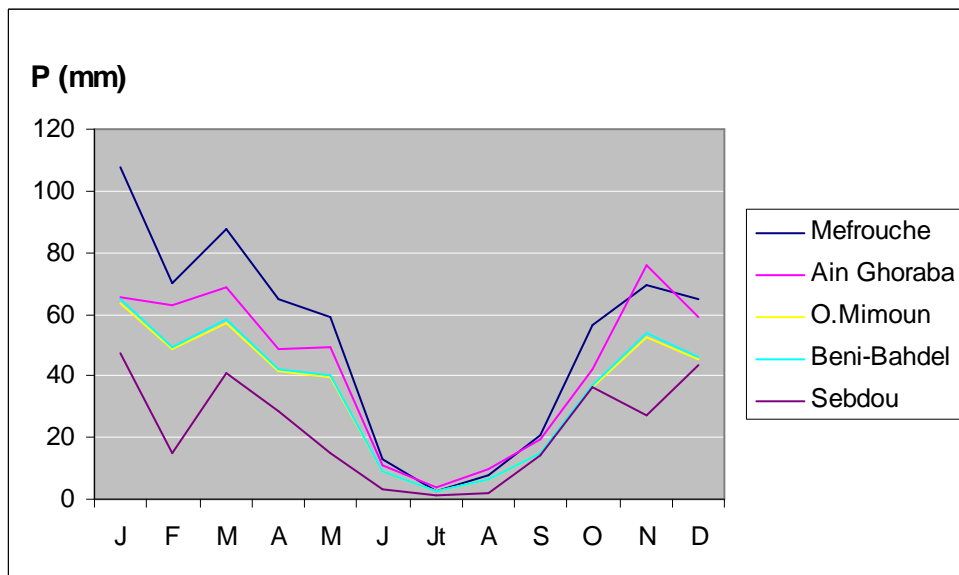


Figure 21- Variation mensuelle des précipitations pour les stations de référence. (Nouvelle période 1975-2008)

II.3.1.1. Régime saisonnier :

Pour faciliter le traitement des données climatiques, un découpage en saisons de la pluviosité annuelle est indispensable. **MUSSET (1935)** a défini la notion du régime saisonnier. Il a calculé la somme de précipitation par saison et a effectué le classement des saisons par ordre de pluviosité décroissante.

En **1977**, **DAGET** définit l'Eté sous le climat méditerranéen comme la saison la plus chaude et la moins arrosée. Cet auteur considère les mois de juin, juillet et août comme les mois de l'été.

D'une manière générale, les précipitations sont réparties inégalement durant les saisons. Comment nous le montre le **tableau n°8**, les précipitations les plus importantes sont celles qui tombent en hiver, par rapport à celles de l'automne, et au printemps bien que ces dernières constituent un apport non négligeable.

Tableau 8- Régime saisonnier des précipitations
A_n : Ancienne période N : Nouvelle période.

Stations	Répartition saisonnière des pluies (mm)								Type		Précipitations annuelles (mm)	
	H		P		E		A					
	A _n	N	A _n	N	A _n	N	A _n	N	A _n	N	A _n	N
Meffrouche	295,62	242,69	247,81	211,42	23,89	23,46	114,46	146,4	HPAE	HPAE	681,83	624
Ain Ghoraba	250,38	187,73	209,89	166,93	20,23	24,88	96,94	137,7	HPAE	HPAE	577,50	517,24
O.Mimoun	220,69	157,38	185	138,24	17,85	17,55	85,46	103,6	HPAE	HPAE	509	416,75
Beni-Bahde	235	160,42	197	140,9	19	17,89	91	105,6	HPAE	HPAE	542	424,78
Sebdou	127,6	106,22	99,8	83,9	16,8	6,57	81,8	77,8	HPAE	HPAE	326	274,5

La période pluvieuse s'étend de novembre à mars voir avril. Nous avons remarqué que les deux périodes (ancienne et nouvelle) présentent le même type de régime saisonnier. Celui-ci correspond au régime semi-continentale (**HPAE**). Cette définition est appelée méthode de **MUSSET (1935) in., DAGET (1977) :**

- Le type HPAE correspondant aux zones littorales, ou plutôt ceux à influence maritime.
- Le type HPAA se rapportant a une région semi-continentale.

Nous remarquons que toutes les stations ont une abondance pluviale en hiver et au printemps et une sécheresse estivale. Cette répartition des pluies permet aux espèces végétales la reprise de leur activité biologique et permet aussi sans aucun doute à la végétation d'entamer la saison estivale avec des réserves hydriques à la fois dans le sol et dans le végétal.

II.3.2. Autres paramètres climatiques :

Les précipitations et les températures, facteurs climatiques majeurs, restent les seuls paramètres qui bénéficient d'une mesure quasi régulière depuis le début de siècle (**SELTZER, 1946**). Cependant, l'analyse des autres paramètres climatiques, lorsqu'ils sont disponibles, permet de compléter et de nuancer les interprétations.

- **La neige** : C'est la forme solide des précipitations, c'est l'eau congelée qui tombe en flocons qui finissent par s'accumuler sur le sol. Elle peut constituer un apport d'eau appréciable pour la végétation (**DJEBAILI, 1984**). En effet le sol et la végétation ont des réactions différentes là où les précipitations tombent sous forme de neige et là où elles tombent sous forme de pluies : ceci apparaît nettement dans l'écoulement que la neige ralentit et laisse le sol s'imbiber profondément moins disponible dans les bulletins météorologiques.

On note ces dernières années pour notre zone d'étude un enneigement aux mois de décembre et de janvier avec des épaisseurs variables suivant l'altitude, 5 jours d'enneigement à 800 m; 8 jours à 1000 m et 12 jours à 1200 m. **COLLIGNON, 1986 (in SELTZER , 1946)**

- **La grêle** : C'est une autre forme solide de précipitation, ces des particules de glace tombent en averses, au cours des orages. Ce qui provoque des dégâts considérables sur les cultures et la végétation d'une manière générale. Elle est fréquente et ses risques sont à craindre de décembre à mars. Il a été dénombré annuellement trois (03) jours de chute de grêle.

- **La gelée blanche** : Les gelées blanches sont des coups très clairs, elles provoquent un abaissement considérable de la température, parfois au dessous de 0 C°. Elle est très fréquente dans les climats à variante en hiver froid (m= -0°C), et le contraire est nul dans les climats à variantes chauds à (m) élever.

Les limites de différentes zones bioclimatiques en liaison avec la variation du couvert végétal sont tracées et subdivisées en bioclimats adoptés en variantes climatiques de la zone méditerranéenne, comme suit, et donnent les risques de gelées correspondantes (**LE- HOUEROU, 1995**).

Tableau 9- Nombre de jours approximatifs de jours gèlent sous abri en fonction des « m ».

m (°C)	Nombre de jours approximatifs de jours gèlent sous abri	Gelées	Variante en hiver
> 7	0	Nulles	Hiver chaud à très chaud
7	5	Occasionnelle	Hiver tempéré
5	10		
3	20		
1	30	Assez fréquentes	Hiver frais
0	45		
-1	60	Très fréquente	Hiver froid à très froid
-3	90		
-5	120		
-10	180		

Les gelées blanches sont fréquentes en hiver plus qu'aux autres saisons. Elle est particulièrement considérée entre fin de Décembre et fin de Mars.

La présence des gelées en printemps (Mars –Mai) ainsi qu'en Automne, elles sont dites respectivement gelées tardives et gelées automnales ou hâtives. Elles sont très fréquentes dans les dépressions faisant souffrir les terrains nus, et se produisent rarement dans les endroits couverts. Les gelées printanières sont nuisibles pour les jeunes pousses et les bourgeons surtout au début de la saison de végétation, les gelées automnales laissent les pousses de l'année imparfaitement lignifiées, et parfois les feuilles tombent précocement et les bourgeons sont détruits. Les gelées blanches sont aussi très nuisibles, lorsqu'ils sont suivis, d'un dégel brusque.

- **Les orages** : Ils se produisent en saison humide et se succèdent par des pluies provoquant des dégâts considérables sur les cultures et les végétaux. Il a été dénombré en moyenne 15 jours par an d'orage, pouvant se produire même pendant la période estivale, surtout pendant le mois d'Août.

- **Le brouillard** : C'est un amas plus ou moins opaque de gouttelettes d'eau très fines en suspension dans l'air, il est fréquent surtout sur les hauteurs entre Décembre et fin Avril ; souvent en période humide.

Les brouillards sont utiles ou nuisibles, selon le cas, ils cachent la chaleur et la lumière, ou adoucissent leurs effets. Leur utilité se manifeste par leur opposition à la formation de la gelée blanche, ou le ralentissement du dégel. Par contre, leur nuisibilité se laisse apparaître lorsqu'ils causent le refroidissement du sol, ou retardent son réchauffement.

- **Le vent** : Le vent est la conséquence de masses d'air, se déplaçant dans des zones de fortes pressions vers les zones de basses pressions. Les vents pendant l'hiver sont des courants froids et humides nord-ouest qui dominent et qui sont opposés à ceux venant du sud qui sont chaud et sec (**sirocco**) fréquents en été (**15** jours par an), ainsi que les vents de sable rares insupportables, ils augmentent le pouvoir évaporant de l'air et accentuent considérablement la sécheresse (**EMBERGER, 1936**).

II.4. Les facteurs thermiques : (Températures)

Les paramètres thermiques jouent un rôle déterminant dans la vie végétale. En effet la température est considérée comme le facteur écologique fondamental, par l'association directe de son action, sur les êtres vivants et leur environnement à celle de tous les autres facteurs climatiques. Ainsi, elle intervient dans le déroulement de tous les processus biologiques, selon des modalités diverses. Elle contrôle la croissance, la reproduction, la survie et par conséquent la répartition géographique, générant les paysages les plus divers (**SOLTNER, 1987**).

ESTIENNE et al., (1970) précisent que la température règle les modalités de la météorisation des roches, elle conditionne l'évaporation physique et physiologique et intervient largement dans le régime des cours d'eau tout en fixant aux êtres vivants des limites plus ou moins strictes de répartition.

Pour connaître les variations de température, **EMBERGER (1955)** utilise celle ayant une signification biologique :

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en (°C).

M-m : amplitude thermique, exprime la

$T = \frac{m + M}{2}$: Température moyenne annuelle en (°C).

II.4. 1. Les températures moyennes mensuelles et annuelles :

Notre étude comparative entre les deux périodes permet de situer les températures moyennes annuelles, variant entre **14,07 °C** (Mefrouche) et **17,23 °C** (Beni-Bahdel) pour l'ancienne période. Pour la nouvelle période **14,25 °C** (Mefrouche) et **17,34°C** (Sebdo).

À partir de ces valeurs, nous observons une légère élévation de la température actuelle pour l'ensemble des stations d'études, de **0,32 °C**.

- Les températures moyennes les plus basses dans l'ancienne période se situent au mois de janvier (Sebdo **5,9 °C** , Mefrouche **7,92 °C** , Béni Bahdel **9,8 °C**) et décembre (Ain Ghoraba **9,005 °C** , Beni-Bahdel **9,8 °C** et O.Mimoun **9,60 °C**) . Pour la nouvelle période, elles se situent au mois de janvier, et ce, pour l'ensemble des stations d'études : **6,65 °C** (Mefrouche) ; **6,94 °C** (Sebdo) ; **8,12 °C** (Ain Ghoraba); **8,16 °C** (O.Mimoun) et **8,47 °C** pour la station de Beni-Bahdel.

- Les températures moyennes les plus élevées dans l'ancienne période, elles se situent au mois d'août (Mefrouche **22,93 °C**, Ain Ghoraba **25,37 °C**, Beni-Bahdel **27,6 °C**, O.Mimoun **27,07°C**) et juillet (**29 °C** à Sebdo). Pour la nouvelle période, elles se situent au mois de Juillet (Mefrouche **24,21 °C** , Sebdo **27,77 °C** , Beni-Bahdel **28,30°C**, O.Mimoun **27,27°C**) et le mois d'août (Ain Ghoraba **24,63 °C**).

D'après ces résultats et les **figures n°22 et 23**, en remarque que le mois de juillet et d'août, sont les plus chauds et le mois de janvier et décembre, sont les plus frais.

Généralement la période froide, s'étend de décembre à mars ; qui correspond à la période pluvieuse. La période chaude correspond à la saison estivale avec des pics importants pendant les mois de juillet et d'août.

II.4. 2. La température moyenne des maxima du mois le plus chaud : « M »

L'analyse des données climatiques montre que les températures les plus élevées sont enregistrées généralement aux mois de Juillet et Août ; période qui coïncide avec le manque de pluies.

Selon les **tableaux 6 et 7** ,« M » varie entre : **29,07°C** (Mefrouche) et **34,2 °C** (Sebdo) pour l'ancienne période ; et entre **30,68 °C** (Mefrouche) et **35,96 °C** (Sebdo) pour la nouvelle période.

La relation entre le « M » et les précipitations, nous amène à définir la saison estivale, qui correspond aux mois les plus secs et les plus chauds (Juin, Juillet et Août).

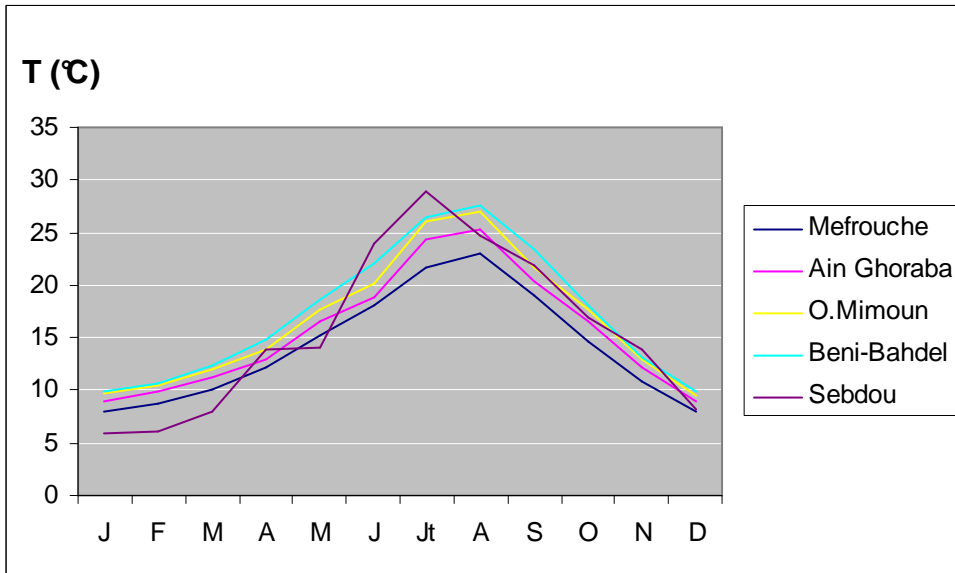


Figure 22- Variation mensuelle des Températures pour les stations de référence. (Ancienne période 1913-1938)

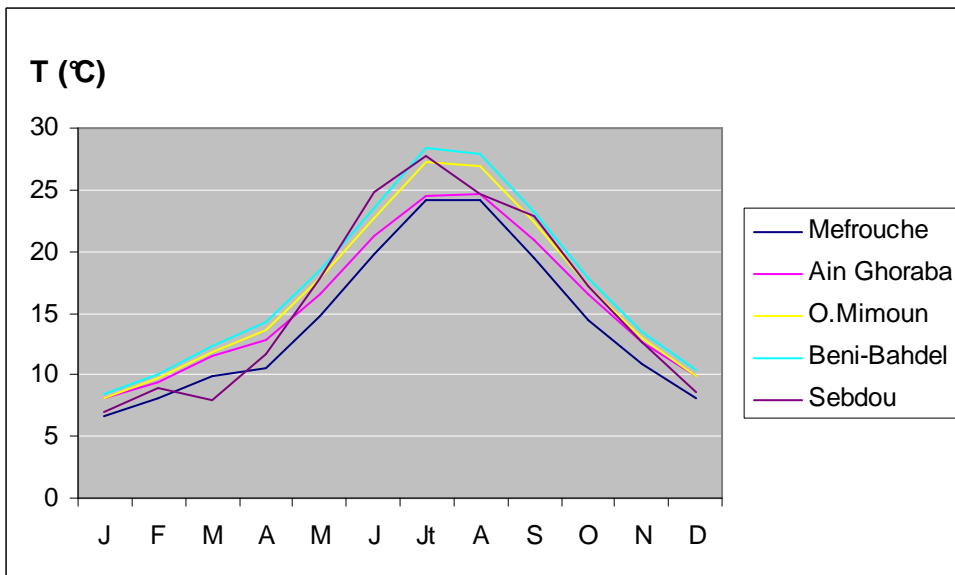


Figure 23- Variation mensuelle des Températures pour les stations de référence. (Nouvelle période 1975-2008)

II.4. 3. La température moyenne des minima du mois le plus froid : « m »

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

De même, SAUVAGE (1963) souligne l'importance de la valeur $m = -3\text{ °C}$ pour la végétation. Aussi, ALCARAZ (1969) considère la valeur $m = +1\text{ °C}$ comme facteur « seuil » dans la répartition du chêne vert, du pin d'Alep, et du thuya. HADJAJ-AOUEL (1995), entend par saison froide, la période pendant laquelle, les températures sont les plus basses de l'année et où les températures moyennes sont inférieures à 10 °C .

Le minima « m » diminue avec l'altitude SELTZER, (1946) et BALDY (1965). On y observe des minima variant entre $1,3\text{ °C}$ (Sebdou) et $5,2\text{ °C}$ (Béni-Bahdel) pour la période (1913-1938); alors que pour la nouvelle période, nous remarquons une élévation de « m » qui oscille entre $2,28\text{ °C}$ (Mefrouche) et $3,62\text{ °C}$ (Sebdou).

Pour l'ensemble des stations, le mois le plus rigoureux est celui de Janvier et nous pouvons déduire que la période froide est toujours hivernale (Décembre, Janvier, Février).

II.4. 4. Amplitude thermique moyenne ou Indice de continentalité :

L'amplitude thermique extrême moyenne (M-m) est un facteur climatique permettant de définir l'indice de continentalité d'une région donnée et par conséquent définir si elle est sous influence maritime ou continentale.

C'est en fonction des limites de (M-m) que DEBRACH, 1953 s'est basé pour proposer une classification thermique des climats :

Climat insulaire	$M-m < 15\text{ °C}$
Climat littoral	$15\text{ °C} < M-m < 25\text{ °C}$
Climat semi – continental	$25\text{ °C} < M-m < 35\text{ °C}$
Climat continental	$M-m > 35\text{ °C}$.

Tableau 10- Types de climats en fonction des Amplitudes thermiques.

Stations	Période	M-m (°C)	Type de climat
Mefrouche	A _n	25,11	Semi- continental
	N	28,4	Semi- continental
Ain Ghoraba	A _n	26,9	Semi- continental
	N	29,47	Semi- continental
O.Mimoun	A _n	26,1	Semi- continental
	N	30,95	Semi- continental
Beni-Bahdel	A _n	29	Semi- continental

	N	30,78	Semi- continental
Sebdou	A _n	32,6	Semi- continental
	N	32,34	Semi- continental

Nous constatons que nos stations sont influencées par un climat semi-continental, dans l'ancienne et nouvelle période.

II.5. Synthèse bioclimatique :

L'étude synthétique du climat permet d'avoir un aperçu général sur le type de climat qui règne dans notre zone d'étude.

Cette synthèse climatique ne porte que sur deux paramètres climatiques, la température et les précipitations fournies par les réseaux de météorologie. C'est ainsi que plusieurs auteurs ont proposé des synthèses numériques et graphiques tels que : **LONG, DE MARTONNE, KOPPEN, EMBERGER (in DAGET, 1977)** ; dans l'intérêt de mettre en évidence l'importance du facteur végétation **RIVA-MARTINEZ (1981)** et **DAHMANI (1997)**.

Avant de procéder aux calculs des indices bioclimatiques, nous avons fait appel à d'autres classifications climatiques. Sans pour autant oublier que cette classification donne lieu à de très nombreuses applications dans le domaine forestier, agricole, de planification écologique et aménagement du territoire (**LE HOUEROU et al., 1977**).

Pour **RIVAS-MARTINEZ (1981)**, sa suggestion de classification climatique est considérée comme critère de base dans la définition des étages de végétation ; en effet il s'est basé sur :

- La température moyenne annuelle (T) en °C.
- La moyenne des minima du mois le plus froid (m) en °C.

Et elle correspond aux étages de végétations suivants :

- Pour $T > 16^{\circ}\text{C}$ et $m > 3^{\circ}\text{C}$: Étage Thermo-méditerranéen.
- Pour $12^{\circ}\text{C} < T < 16^{\circ}\text{C}$ et $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$: Étage Mésoméditerranéen.
- Pour $8^{\circ}\text{C} < T < 12^{\circ}\text{C}$ et $-3^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$: Étage Supraméditerranéen.

Ces valeurs sont exprimées en (°C) et les seuils restent toujours approximatifs, car ils peuvent varier de plus d'un degré en fonction de l'altitude, de l'exposition et du microclimat.

En Espagne, **RIVA-MARTINEZ (1982)** retrouve de nombreux taxons et syntaxons habituellement attribués à l'étage thermo-méditerranéen décalé, vers le méso-méditerranéen.

En 1996, **DAHMANI** note que l'Algérie occidentale dans son ensemble correspond au seuil proposé par **RIVAS-MARTINEZ (1982, 1994)**.

Au terme de cette étude, il s'avère que les stations (Mefrouche et Ain Ghoraba), appartiennent actuellement à l'étage méso-méditerranéen et les autres stations Béni Bahdel et Sebdou appartiennent à l'étage thermo-méditerranéen supérieur ou bien le méso-méditerranéen (inférieur).

II.5.1. Indice de DE MARTONNE :

DE MERTONNE, 1926 a défini un indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse exprimée par la relation suivante :

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

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Cet indice permet d'étudier spécialement les rapports du climat avec la végétation forestière et de positionner la station d'étude dans un climat précis.

Il est d'autant plus grand que le climat est plus humide.

Tableau 11- Indice de DE MARTONNE pour les deux périodes.

A_n : Ancienne période N : Nouvelle période.

Stations	Période	I (mm/°C)	Type de Climat
Mefrouche	A _n	28,327	Zone tempérée à drainage extérieur.
	N	25,732	Zone tempérée à drainage extérieur.
Ain Ghoraba	A _n	22,629	Zone tempérée à drainage extérieur.
	N	20,103	Semi-aride sec à écoulement temporaire.
O.Mimoun	A _n	19,164	Semi-aride sec, à la limite de la zone tempérée
	N	15,603	Semi-aride sec à écoulement temporaire.
Beni-Bahdel	A _n	19,905	Semi-aride sec, à la limite de la zone tempérée
	N	15,537	Semi-aride sec à écoulement temporaire.
Sebdou	A _n	12,764	Semi-aride sec à écoulement temporaire.
	N	10,566	Semi-aride sec, à la limite de la zone désertique.

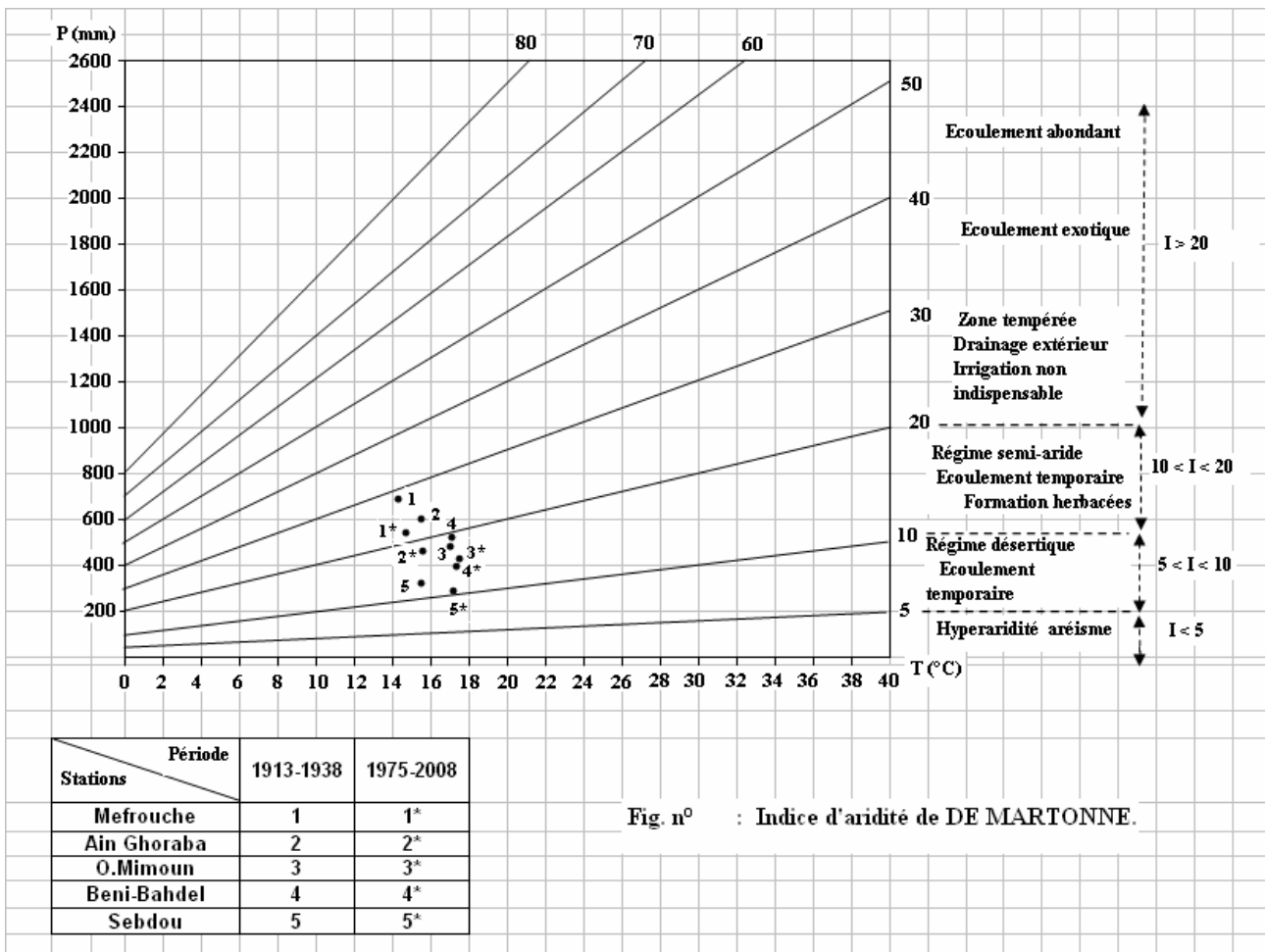
Pour l'ancienne période, l'indice de DE MARTONNE calculé pour les stations passe de **12,76** (Sebdou) jusqu'à **28,32** (Mefrouche). Pour la nouvelle période, cet indice passe de **10,56** à sebdou jusqu'à **25,73** pour la station de Mefrouche.

En comparant les valeurs de cet indice pour les deux périodes, on remarque qu'il baisse chronologiquement d'où une aridité croissante.

Cet indice positionne les 3 stations Beni-Bahdel, Ain Ghoraba et Sebdou, dans la nouvelle période sur un climat semi-aride sec à écoulement temporaire. Ce régime induit la présence des formations arbustives réduites ou reliques, car le stress hydrique est important avec prédominance des

formations herbacées annuelles et/ou vivaces. On note que la station de Sebdoou se dirige vers un régime désertique.

Par contre, la station de Mefrouche est située dans la zone tempérée à drainage extérieur, où l'irrigation est non indispensable, car l'indice d'aridité « I (mm/°C) » confirme l'existence de conditions plus favorables pour la végétation ligneuse (**figure 24**).



II.5.2. Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN :

BAGNOULS et GAUSSEN, 1953 ont élaboré un classement climatique satisfaisant aux nécessités de l'écologie végétale. Pour cela, ils ont imaginé de confronter des courbes de pluies (courbes ombriques) et températures (courbes thermiques), il en est résulté les diagrammes ombrothermiques.

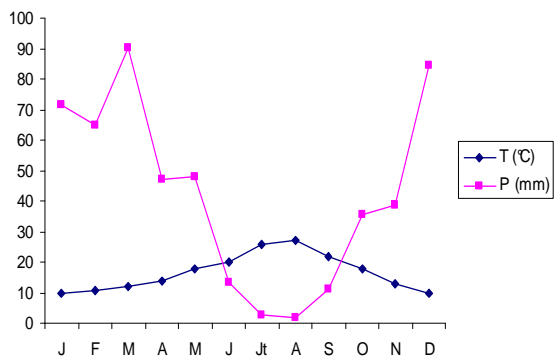
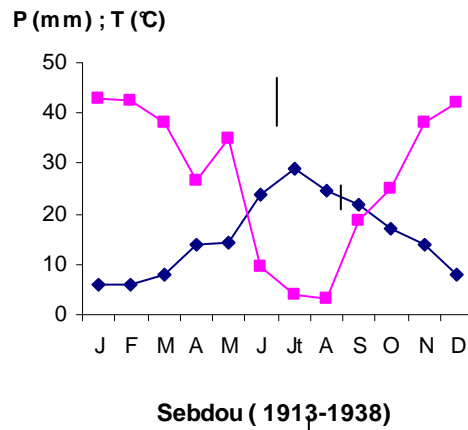
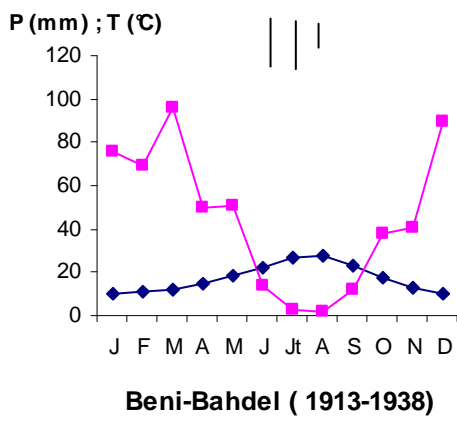
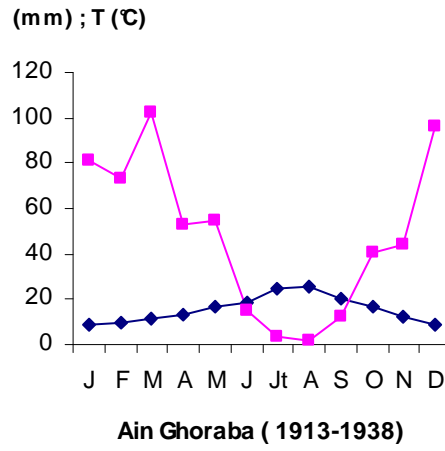
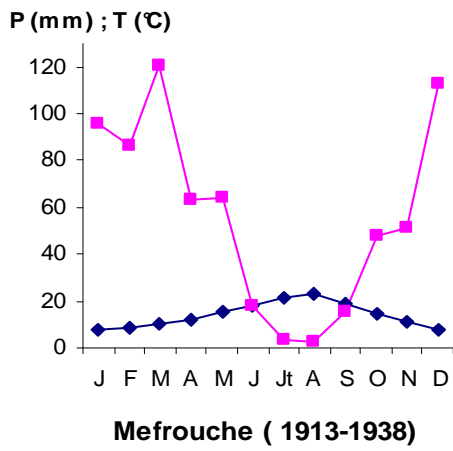
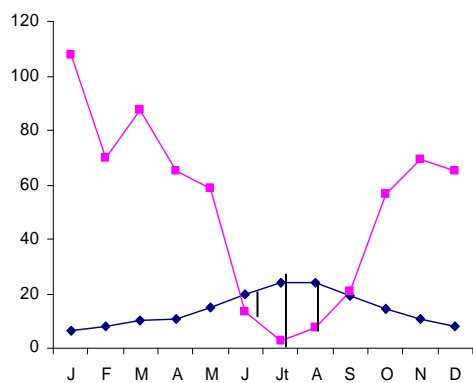
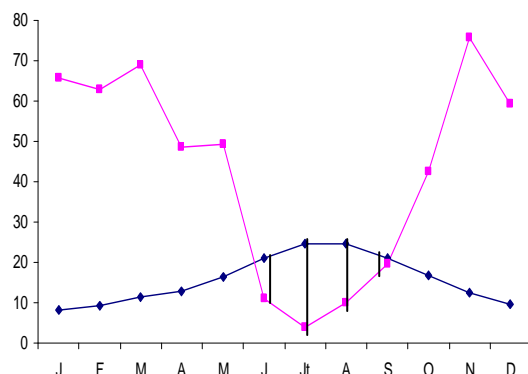


Figure 25- Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN.

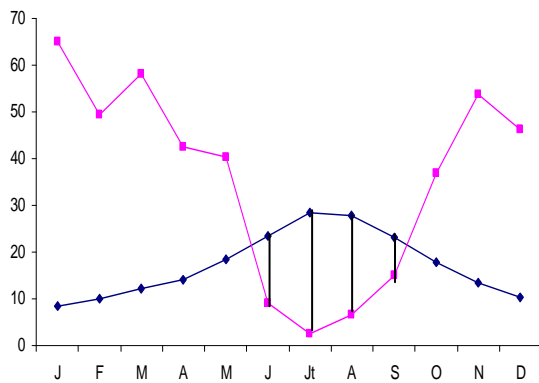
(Ancienne période 1913-1938. Seltzer 1946).



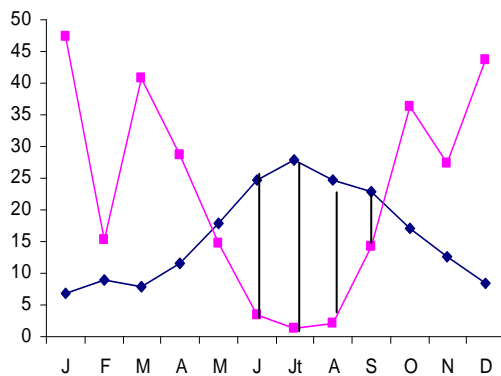
)2008 1975 -(



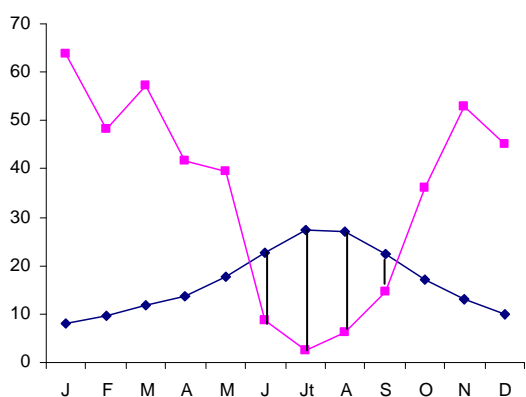
Ain Ghoraba)2008 1975 -(Mefrouche



)2008 1975 -(Sebdou



)2008 1975 -(Beni Bahdel



)1975 -2008 (Ouled Mimoun

◆ T (°C) : Températures
 ■ P (mm) : Précipitations
 □ □ □ □ Période sèche

Figure 26- Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN.

(Nouvelle période 1975-2008. -A.N.R.H-).

Pour ces auteurs (**BAGNOULS et GAUSSEN, 1953**) un mois sec est celui dont le total moyen des précipitations est le double de la température moyenne exprimée en degré Celsius (°C).

$$P \leq 2 T$$

Avec :

P : Précipitation moyenne du mois en (mm).

T : Température moyenne du même mois en (°C).

Et pour visualiser ces diagrammes ; ces derniers proposent une méthode qui consiste à porter sur un même graphe la température et la pluviométrie de sorte que l'échelle des températures soit le double des précipitations (1°C= 2 mm) ; en considérant la période de sécheresse lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe de température.

L'examen des diagrammes ombrothermiques des stations météorologiques (**figures 25 et 26**) montrent que :

- Station de Mefrouche : 4 mois de sécheresse de mi-juin à mi-septembre pour l'ancienne période (**1913-1938**), par contre, la sécheresse est enregistrée du début de Juin à mi-septembre pour la nouvelle période (**1975-2008**).

- Station de Ain Ghoraba : 4 mois de sécheresse de mi-juin à fin de Septembre pour l'ancienne période, par contre la nouvelle période, la sécheresse est enregistrée du mois de Juin à la fin de Septembre.

- Station de O.Mimoun : pour la période ; 5 mois de sécheresse (mi-juin- fin de Septembre) par contre pour la nouvelle période, la sécheresse est enregistrée du mois de Juin au mois d'octobre.

- Station de Beni-Bahdel : pour la période (**1913-1938**) ; 5 mois de sécheresse (mi-juin- fin de Septembre) par contre pour la nouvelle période la sécheresse est enregistrée à partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre.

- Pour la station de Sebdou : 5 mois de sécheresse (début de Juin- début d'Octobre) pour l'ancienne période, par contre la nouvelle période, la sécheresse est enregistrée de mi-Mai au début d'Octobre.

Pour l'ensemble de la zone d'étude, le climat subit une évolution puisque la durée de sécheresse suite un gradient croissant, car la surface comprise entre les deux courbes est de plus en plus importante actuellement. Ces périodes de sécheresse englobent une partie du printemps, tout l'été et une partie de l'automne. Il en découle des changements dans la diversité et la répartition de la végétation.

II.5.3. Indice xérothermique d'EMBERGER (1942) :

Les climatologues définissent l'indice xérothermique comme étant l'indice de sécheresse par rapport aux critères thermiques. Cet indice est une donnée très pertinente pour caractériser le climat méditerranéen.

L'intensité et l'importance de la saison sèche en climat méditerranéen ont amené **EMBERGER (1942)** à proposer, un nouvel indice nommé indice xérothermique.

$$I_s = P/M$$

P : Total des moyennes des précipitations estivales en (mm).

M : Moyenne des maxima thermiques de la période estivale (°C).

L'auteur retient le total des précipitations estivales en (mm) et la moyenne des maxima de la même période en (°C) ; en signalant que cet indice ne dépasse pas « 7 » pour le climat méditerranéen.

DAGET (1977), limite cet indice à « 5 » pour mieux distinguer le climat méditerranéen des climats océaniques.

En Oranie (Ouest- algérien), une étude conduite en **1969** par **ALCARAZ**, qui signale l'existence d'espèces végétales s'adaptent à un indice inférieur à **2** ; ce même auteur indique que cet indice peut être inférieur à **1**. Ce chiffre suppose une sécheresse de la région dépassant largement la saison estivale. Notamment, le *Tetraclinis articulata*. $0.40 < I_s < 0.91$ (**ALCARAZ, 1969**)

Les indices de sécheresse qui caractérisent les stations retenues pour notre étude sont faibles (tableau, 16) . Les valeurs de « Is » dans lesquelles se développe la majorité des espèces végétales varient entre **0,50** (Sebdou) et **0,82** (Mefrouche) pour l'ancienne période, et entre (**0,18**) à Sebdou et (**0,77**) à Mefrouche, pour la nouvelle période.

Tableau 12- Indices de sécheresse des stations retenues.

Station	P(mm)		M (°C)		Is	
	A _n	N	A _n	N	A _n	N
Mefrouche	23,89	20,62	26,86	28,8	0,82	0,77
Ain Ghoraba	20,23	19,9	29,13	30,73	0,64	0,76
O.Mimoun	17,85	17,55	31,5	34,46	0,57	0,51
Beni-Bahdel	19	18,9	32,22	33,7	0,56	0,52
Sebdou	16,8	6,67	32,6	34,42	0,50	0,18

Les faibles valeurs de **Is**, caractérisent actuellement le climat méditerranéen, confirme la rareté des pluies, les fortes chaleurs ainsi que l'étendue de la saison sèche de 4 à 6 mois, d'où une aridité apparente et une sécheresse estivale très accentuée.

II.5.4. Le quotient pluviothermique d'EMBERGER:

EMBERGER en 1952 a proposé une formule plus simple, valable pour la région méditerranéenne où l'évaporation a une importance particulière. Il admet que cette évaporation croît avec l'amplitude thermique annuelle qu'il exprime par la différence entre la moyenne « M » du mois le plus chaud et la moyenne « m » du mois le plus froid (**OZENDA, 1982**). **EMBERGER** propose d'utiliser pour la région méditerranéenne le quotient pluviothermique défini par l'expression :

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

Dont :

P : précipitations moyennes annuelles en (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en ($t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273,2$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en ($t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273,2$).

Cette formule a été modifiée par **STEWART en 1969** :

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

Dans lesquelles :

P : précipitations moyennes annuelles en mm.

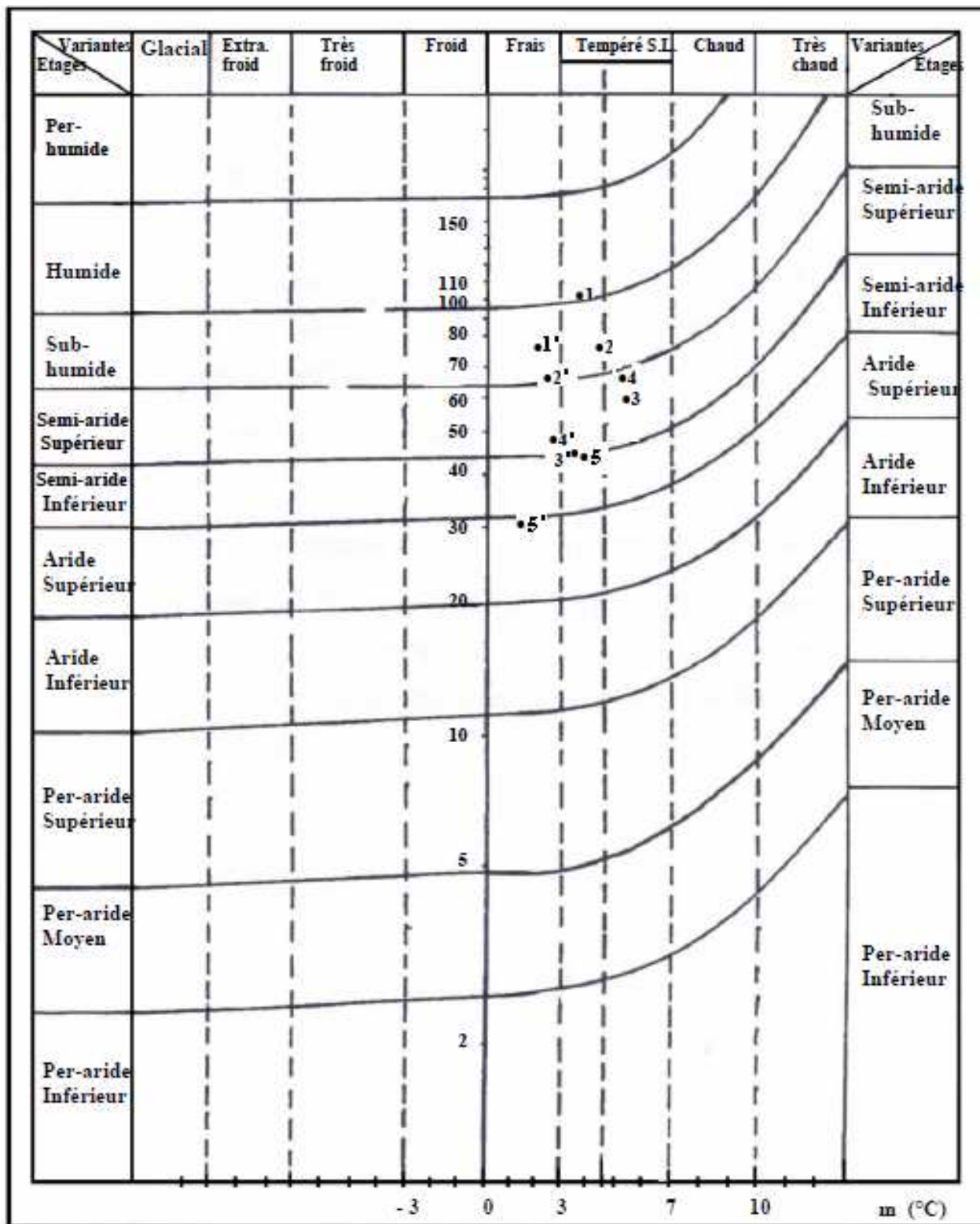
M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en ($^{\circ}C$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en ($^{\circ}C$).

Les valeurs du quotient pluviothermique Q_2 , calculées pour les quatre stations sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 13- Situation bioclimatique des cinq communes sur lesquels sont situées les stations de référence.

Stations	Période	P (mm)	T ($^{\circ}C$)	M ($^{\circ}C$)	m ($^{\circ}C$)	Q ₂	Etage bioclimatique
	N	274,5	15,98	35,96	3,62	28,97	Semi-aride inférieur à hiver tempéré (à la limite de l'aride).
	A _n	681,83	14,07	29,07	3,96	93,72	Humide inférieur à hiver tempéré
Mefrouche	N	624	14,25	30,68	2,28	75,85	Sub-humide moyen à hiver frais.
Ain Ghoraba	A _n	577,501	15,52	31,63	4,73	73,67	Sub-humide moyen à hiver tempéré
	N	517,24	15,73	32,17	2,7	60,39	Sub-humide inférieur à hiver frais.
O.Mimoun (ex-Lamoricière)	A _n	509	16,56	31,5	5,4	58,14	Semi-aride supérieur à hiver tempéré.
	N	416,75	16,71	34,46	3,51	46,08	Semi-aride moyen à hiver tempéré.
Beni-Bahdel	A _n	542	17,23	34,2	5,2	63,80	Sub-humide inférieur à hiver tempéré
	N	424,78	17,34	34,27	3,49	47,25	Semi-aride moyen à hiver tempéré.
Sebdou	A _n	326	15,54	33,9	1,3	34,38	Semi-aride inférieur à hiver frais.



Stations	Période	
	1913-1938	1975-2008
Mefrouche	1	1'
Ain Ghoraba	2	2'
O.Mimoun	3	3'
Beni-Bahdel	4	4'
Sebdou	5	5'

Figure 27- Climagramme pluviothermique du quotient d'EMBERGER (Q2)

que :

*** Pour l'ancienne période :**

- La station de Beni-Bahdel et la station de Ain Ghoraba se situaient dans l'étage sub-humide à hiver tempéré.

- La station de Mefrouche se trouvait dans l'étage humide inférieur à hiver frais. La station de Sebdu, se localise dans l'étage semi-aride à hiver frais. Et en fin la station de Ouled Mimoun se localise dans le semi-aride supérieur à hiver tempéré.

*** Pour la nouvelle période :**

- La station de Mefrouche appartient à l'étage sub-humide moyen à hiver frais.

- La station de Ain Ghoraba se situe dans l'étage sub-humide inférieur à hiver frais.

- La station de Ouled Mimoun se trouve actuellement dans le semi-aride moyen à hiver tempéré

- La station de Beni-Bahdel se trouve actuellement dans le semi-aride moyen à hiver tempéré.

Et en fin la station de Sebdu, qui se dirige vers l'étage aride ; actuellement elle se localise dans l'étage semi-aride inférieur à la limite de l'étage aride, à hiver tempéré.

En se référant à la **figure n°27**, on remarque que la situation bioclimatique de l'ancienne période (1913-1938) était bien différente de la situation bioclimatique de la nouvelle période (1975-2008), dont les stations météorologiques se regroupent d'un sous-étage bioclimatique voire parfois d'un étage. Une légère diminution des valeurs de « m » est remarquable pour la majorité des stations. (DAGET, 1977)

-Pour l'ancienne période : les valeurs du Q_2 varient entre **34,38** à Sebdu et **93,72** à Mefrouche ; lors de cette même période, les valeurs de « m » varient entre **1,3 °C** (Sebdu) et **3,96 °C** à Mefrouche.

-Pour la nouvelle période, les valeurs du Q_2 oscillent entre **28,97** (Sebdu) et **75,85** (Mefrouche). De même, les valeurs de « m » varient entre **3,62 °C** (Sebdu) et **2,28 °C** (Mefrouche). Ces données montrent que le bioclimat semi-aride domine la région d'étude actuellement. Ce qui explique la rusticité et l'évolution des essences végétales dans la région (Jujubier, Thuya, Olivier ...).

On conclut d'une façon générale à une tendance du climat à l'aridité et qui par conséquent se répercute sur le couvert végétal. Selon **ALCARAZ, (1969)** à partir de certaines valeurs de Q_2 et « m » la végétation change, elle peut évoluer en même temps que le climat se modifie.

II.6. Conclusion :

Les données, le calcul des différents indices climatiques ainsi que les synthèses abordées dans cette étude ont permis de dégager un diagnostic net et par conséquent une caractérisation du climat de la région d'étude.

Sur l'ensemble des stations, la température et les précipitations divisent l'année en deux saisons distinctes : 1- une saison humide très courte qui ne dure que quatre à cinq mois elle se caractérise par des précipitations irrégulières et par fois irréversibles et souvent mal réparties dans l'année. 2- une saison chaude s'étendant pendant 6 à 8 mois qui n'est pas sans incidences, elle se caractérise par un déficit hydrique. En effet, la période pluvieuse s'étend du mois de Novembre à Mars, quant à la période sèche, elle s'étend sur le restant des mois de l'année.

Les températures moyennes annuelles sont maximales pour les mois de Juillet et Août et elles sont minimales pour les mois de Janvier et Février. L'indice de **DE MARTONNE** varie de **10,56** (Sebdu) à **25,73** (Mefrouche). Il nous permet de déceler une tendance à la hausse de l'aridité de la zone d'étude.

L'analyse comparative des données climatiques entre les stations de référence, pour les deux périodes ancienne (**1913-1938**) et nouvelle (**1975-2008**) (tableau 13), montre une relative abondance des précipitations durant l'ancienne période, la quantité des pluies reçues oscillant entre 326 mm (Sebdou) et 681,83 mm (Meffrouche), alors que pour la nouvelle période nous remarquons une diminution d'environ 10 à 15% en moyenne des précipitations, aussi bien en données réelles qu'en données estimées, celles-ci variant entre 274,5 mm (Sebdou) et 624 mm (Meffrouche). Cette diminution en quantité d'eau tombée s'est probablement traduite par la disparition de certaines espèces permettant l'installation d'autres mieux adaptées aux conditions extrêmes de sécheresse (**QUEZEL, 2000**). Le quotient pluviothermique et le climagramme d'**EMBERGER (1952)** font correspondre les différentes stations aux étages bioclimatiques aux quels elles appartiennent. C'est ainsi qu'il est noté qu'une dominance de deux étages bioclimatiques, à savoir le subhumide pour l'ancienne période, et le semi-aride pour la nouvelle période, avec respectivement deux variantes thermiques; hiver frais pour Meffrouche et tempéré pour Sebdou. Cette aridité croissante combinée à l'action anthropique se répercute sur le maintien de la couverture végétale.

Chapitre III : METHODOLOGIE

III.1. Méthode d'étude :

La méthodologie adoptée dans ce travail se divise en deux étapes :

- Une première étape qui consiste à un échantillonnage et l'élaboration, d'une étude floristique, pédologique et dendrométrique sur la base des sorties sur terrain.
- Une deuxième étape basée sur la cartographie de la végétation et l'élaboration de la carte des types de peuplements relative à notre zone d'étude, et ce, à partir de l'imagerie satellitaire de la Wilaya de Tlemcen. Cette dernière carte sera comparée avec celle de la carte des séries de végétation des monts de Tlemcen, établie par **ALCARAZ (1977)** à l'échelle 1/500 000. (La méthodologie suivie pour la réalisation de la carte des types de peuplements est bien détaillée dans le sixième chapitre).

III.1.1. Échantillonnage et moyens de travail :

L'objectif de la première étape est le découpage de l'aire étudiée en zones floristiquement homogènes, et de faire un diagnostic exhaustif pour l'identification et la caractérisation des ressources de base de la station (végétation et sol) à travers une étude phytoécologique, pédologique et dendrométrique.

Les données floristiques, pédologiques et dendrométriques ont été relevées au niveau de six stations suivant un échantillonnage subjectif, en raison de l'étendue du territoire à étudier et de l'hétérogénéité des connaissances acquises sur la végétation et le milieu naturel (**figure 28**). Il s'agit en fait d'une méthode de reconnaissance qualitative rapide (**GOUNOT, 1969** et **DAGET 1989**). En effet, diverses situations écologiques, oro-topographiques et types de formations ont été pris en compte, en vue d'un échantillonnage représentatif. La station 1, dite tesser Mramet, est localisée dans la commune de Terny. La station 2 dite El-Hamri et la station 3 dite Sguifa, sont localisées dans la commune de Ain Guoraba ; la station 4 est située dans la commune Ouled Mimoun au lieu dit Mendjel ; la station 5 est localisée dans la commune de Béni-Bahdel, au lieu dit Djemb El-Kelakh et enfin la dernière station 6 se situe dans la commune de Sebdou au lieu dit El-Guern. Dans chacune de ces stations, on a réalisé 20 relevés floristiques et 1 profil pédologique et défini 4 placettes échantillons sur lesquels des mesures dendrométriques ont été réalisées (**tableau 14**). Couvrir l'ensemble des Monts aurait été beaucoup mieux pour résoudre cette problématique, mais le plus souvent, l'inaccessibilité aux stations et surtout le défaut des moyens logistiques nous a contraints de limiter au minimum notre champ d'action, tout en essayant de garder au mieux une certaine fiabilité et un cadre de représentativité à nos stations.

- **Moyens de travail** : Les données et le matériel nécessaires pour cette première phase du travail sont:

a- Le matériel utilisé :

- Un GPS de positionnement (Global Positioning System) système de positionnement, à l'échelle du Globe, sur un ensemble de satellites artificiels, pour l'orientation et le prélèvement des coordonnées géographiques à l'intérieur de chaque station et même les altitudes.

- Un ruban mètre pour la réalisation des relevés floristiques et pour effectuer des mesures dendrométriques telle que la circonférence du brin.
- Un Blum-leiss, pour mesurer la hauteur totale des brins et pour la détermination de la pente.
- Relaskope de BITTERLICH, pour déterminer le coefficient de forme, le volume d'arbre sur pied et la surface terrière.
- La mire de PARDE pour délimiter la placette.

b- Les données utilisées :

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

1–Le référentiel cartographique

Le référentiel cartographique ayant servi pour l'élaboration des différentes cartes thématiques se compose comme suit :

- La carte topographique de la Wilaya de Tlemcen à l'échelle 1/ 200 000 "Cartes d'États majors".
- La carte des séries de végétation des monts de Tlemcen à l'échelle 1/500 000, d'après **ALCARAZE, (1977)**.
- La carte géologique du Nord-Ouest Algérien d'après **CORNET et al, (1952)**.
- La carte des étages bioclimatiques des monts de Tlemcen (**BOUABDELLAH et GAOUAR, 1990**).
- La carte pédologique des monts de Tlemcen (**KAZI TANI, 1996**).
- La carte des réseaux hydrographiques dans les monts de Tlemcen (**A.N.A.T**).

2– Le référentiel numérique :

Le référentiel numérique utilisé dans cette première partie est le MNT:

-Le MNT (Modèle numérique de terrain) de la Wilaya de Tlemcen : est une représentation numérique du relief d'une zone qui est symbolisée par une grille dont à chaque case (pixel) est associé un code numérique correspondant à l'altitude réelle ou relative de cette zone **BARBIER (2002a)**. Le MNT est obtenu, à partir de numérisation des courbes de niveau d'une carte topographique scannées puis calées et géoréférencées sous MapInfo. Ensuite la réalisation des différentes cartes (Pentes, hypsométriques, profil topographique..) est assurée par le logiciel vertical Mapper 1.5. Dans notre cas, le MNT des monts de Tlemcen, est restitué automatiquement à partir d'image satellite Landsat, dont la manipulation avec le logiciel vertical Mapper 3.0 (**BARBIER, 2002a**) intégré sur Map info 6.5 (**figure 5**). Le MNT donc permet de donner l'information topographique et altimétrique complète (classe des pentes, hypsométriques, profil topographique..). À partir

de ce résultat, il est possible d'élaborer des cartes thématiques issues du traitement de l'information de relief seul, ou de sa combinaison avec des données de nature différentes.

3- Ainsi, les documents anciens et plus récents du laboratoire d'écologie végétale sur la végétation naturelle.

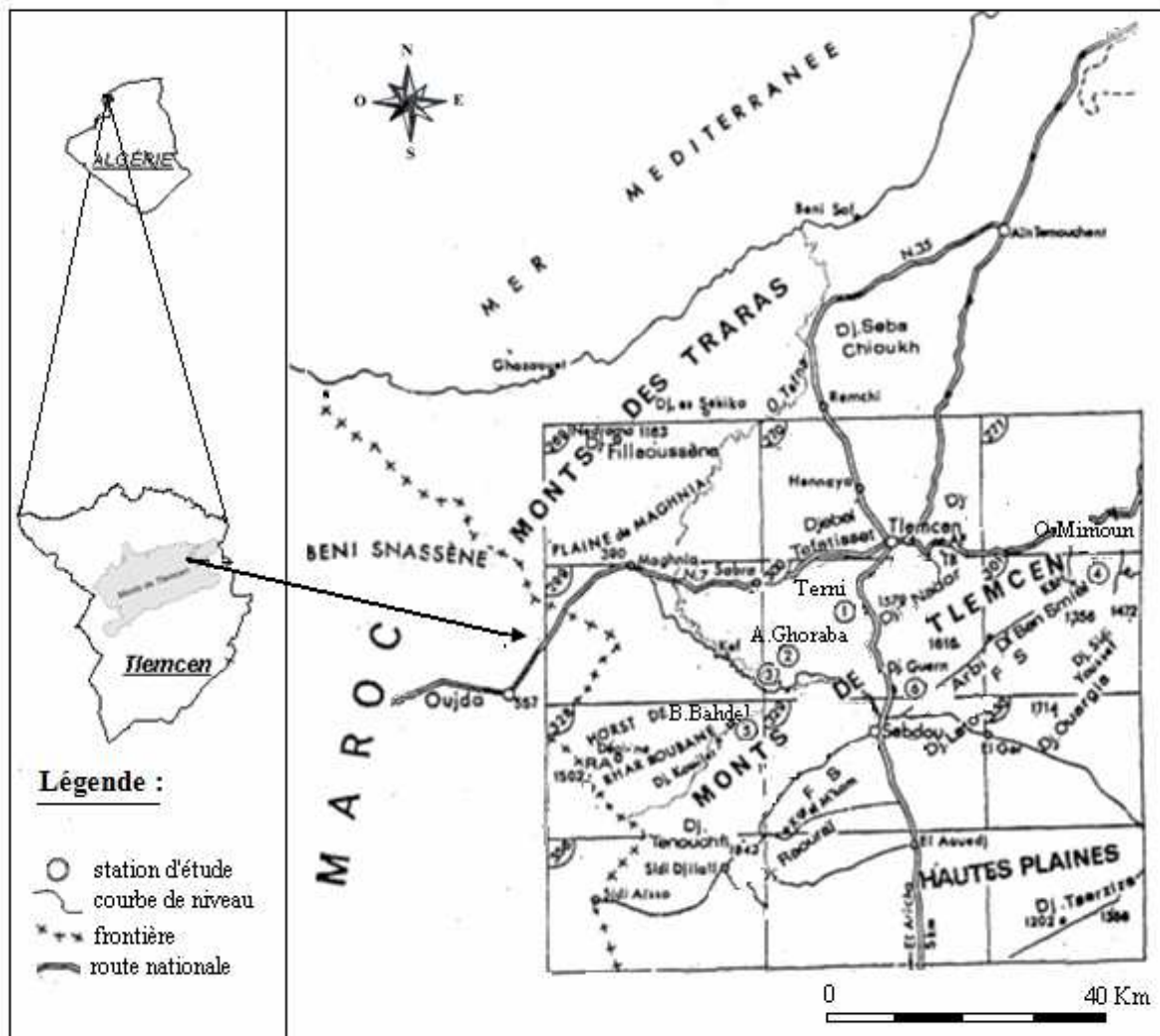


Fig. n° 11 : Localisation des stations à travers la zone d'étude.

Tableau 14- Distribution des relevés et des placettes réalisés par station.

N° de Station	Commune	Lieu dit station	Altitude (m)	Pente (%)	Type de végétation	N° des relevés	N° placettes	Coordonnées Lambert (Km)	Coordonnées géographiques
01	Terny	FD.Tesser Mramet	1350	08	Forêt chêne vert et chêne zéen.	1 à 20	1-2-3-4	x = 128,6 ; y = 172,39.	34°46'44'' Lat 1°21'38'' Long
02	AinGhoraba	El-Hamri	1060	13	Matorral moyen à chêne vert.	21 à 40	5-6-7-8	x = 126,13 ; y = 169,65	34°45'12'' Lat 1°23'11'' Long
03	Ain Ghoraba	Seguifa	1020	15	Matorral moyen à thuya et chêne vert.	41 à 60	9-10-11-12	x = 125,7 ; y = 166,9	34°43'42'' Lat 1°23'23'' Long
04	Ouled Mimoun	Mendjel	960	12	Matorral moyen à thuya et chêne vert.	61 à 80	13-14-15-16	x = 146,7 ; y = 193,2	34°58'23'' Lat 1°10'19'' Long
05	Beni-Bahdel	Djemb el Kelakh	750	15	Matorral arboré à thuya	81 à 100	17-18-19-20	x = 120,1 ; y = 165,3	34°42'42'' Lat 1°27'01'' Long
06	Sebdou	Djorf El-Guern	740	07	Matorral à thuya et Alfa.	101 à 120	21-22-23-24	x = 124,00 ; y = 161,47	34°40'43'' Lat 1°24'21'' Long

III.1.1.1. Étude floristique (La méthode phytosociologique sigmatiste) :

L'inventaire floristique a été réalisé suivant la méthode phyto-sociologique Zuricho-Montpelliéraine (**BRAUN-BLANQUET, 1951**). 120 relevés ont été réalisés avec une aire minimale allant de 60 à 100 m², considérée comme suffisamment représentative dans des formations méditerranéennes (**DJEBAILI, 1984 ; AIME et al., 1986 ; FENNANE, 2003**). Le recensement des espèces a été effectué au cours du printemps 2008, période durant laquelle la plupart des espèces pérennes sont en fleurs et où le plus grand nombre d'éphémères apparaissent. Pour chaque relevé, on a enregistré le coefficient d'abondance par espèce. Les taxons non reconnus sur le terrain ont été identifiés au laboratoire d'écologie végétale. La nomenclature utilisée s'appuie sur la flore de **QUEZEL et SANTA (1962-1963)**. Des compléments d'identification ont été utilisés pour certaines espèces d'après les travaux récents sur le nord du Maroc (**VALDES et al., 2002**).

Pour traiter les stations, les espèces recensées ont été renseignées par leur type biogéographique (**QUEZEL et SANTA 1962-1963**) et type biologique au sens de **RAUNKIAER (1934)** d'après diverses sources (**NEGRE 1962, DAHMANI 1997, FENNANE et al. 1999, 2007, BLANCA et al., 2009**) et nos propres observations (voir **annexe II**).

III.1.1.1.1. Étape analytique :

a- Réalisation des relevés :

- Le relevé de végétation : un outil de description

Les relevés ont été effectués suivant la méthode d'aire minimale décrite par **GOUNOT en 1969**. Cette dernière se prête mieux aux recherches rapides sur des grandes surfaces et qui permet d'analyser les données floristiques en utilisant la systématique phytosociologique.

Un des outils expérimentaux de base est le relevé, "unité élémentaire de temps, d'espace et de matière permettant de décrire la présence des individus, l'occurrence des espèces, les caractères biotiques et antibiotiques du milieu " (**CHESEL et DEBOUZIE, 1983**).

Les relevés ont été réalisés au printemps saison considérée comme optimale. Chacun de ces relevés comprend des caractères écologiques d'ordre stationnel, recensés ou mesurés directement sur le terrain, il s'agit de :

1. Lieu, date et coordonnées.
2. Le numéro du relevé
3. L'altitude (m)
4. L'exposition
5. La pente (%)
6. La nature du substrat.
7. La surface du relevé (aire minimale)

Ces paramètres stationnels sont dits abiotiques. Le relevé englobe en plus, une liste totale d'espèces présentes lors de l'exécution du relevé suivie d'un certain nombre de caractères appelés analytiques tels que, le taux de recouvrement moyen en pourcentage (**GOUNOT, 1969**).

- Le choix de l'emplacement des relevés :

Selon **GUINOCHET (1954)**, lorsqu'on fait des relevés, on se livre obligatoirement à un échantillonnage dirigé. "C'est un travail assez délicat, exigeant quelque pratique et, en tout cas, certaines précautions élémentaires" (**GUINOCHET, 1955**).

Au terrain, le phytosociologue choisit l'emplacement de ses relevés selon deux niveaux de perception successifs (**GEHU, 1980**) :

- une première vision à l'échelle paysagère l'amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (formations végétales) qu'il veut étudier;

- une deuxième vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi guidera le choix de l'emplacement du relevé et de ses limites. Les critères fondamentaux de ce choix d'emplacement et de limites du relevé sont l'homogénéité floristique et l'homogénéité écologique de la station. L'homogénéité floristique doit être répétitive et il faut avoir constaté la répétitivité de la combinaison floristique. Toutefois, le choix

de l'emplacement du relevé ne se fait pas au hasard, mais en fonction des plantes rencontrées (avec un peu d'habitude, un phytosociologue connaît des groupes de plantes que l'on trouve d'ordinaire ensemble), de la topographie, de la géologie, de la pédologie, des facteurs anthropiques.

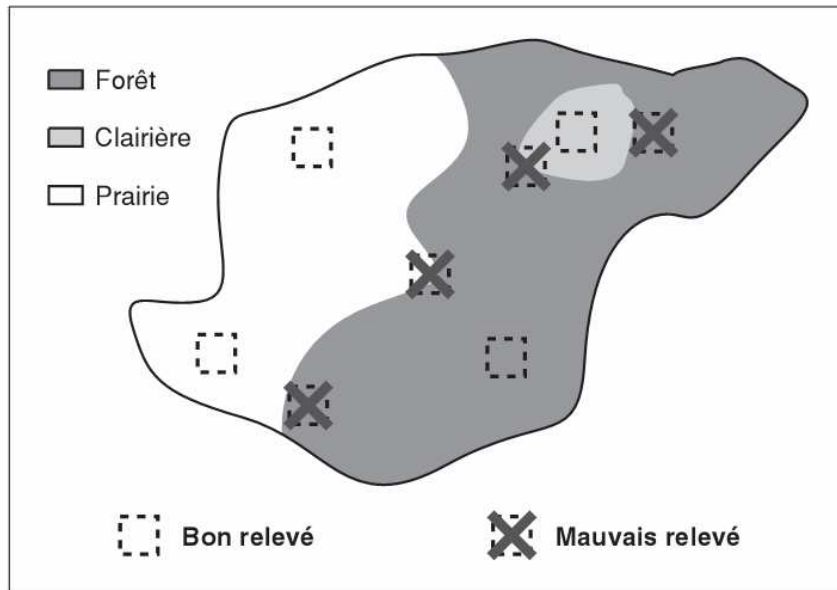


Figure 29- Méthode du choix de l'emplacement des relevés (GEHU, 1980).

- La surface des relevés :

L'emplacement du relevé étant choisi, la question qui se pose est celle de la surface à inventorier. La réponse apportée par les phytosociologues a été celle de l'aire minimale. Cette aire minimale est définie à l'aide de la "courbe aire-espèce" (GOUNOT, 1969; GODRON, 1971; WERGER, 1972; MORAVEC, 1973; GUINOCHET, 1973, OZENDA, 1982 et BENABID, 1984). On peut calculer celle-ci en effectuant des relevés de plus en plus grands et en totalisant le nombre d'espèces rencontrées. Cela donne une courbe du type suivant :

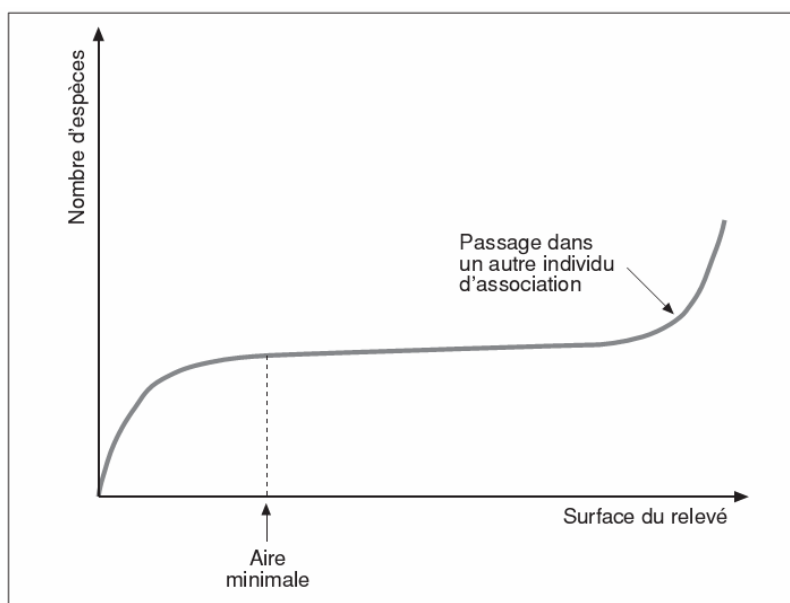


Figure 30- Courbe de l'aire minimale des stations.

On constate donc qu'à partir d'un certain seuil, on rencontre très peu d'espèces nouvelles. Cela correspond à l'aire minimale. Lorsque la courbe monte à nouveau, c'est que la surface du relevé englobe un nouvel individu d'association.

Cette aire est de l'ordre de 100 à 400 m² (1 à 4 ares) pour les groupements forestiers, de 50 à 100 m² pour les formations de matorral (BENABID, 1984), de 20 à 50 m² pour les groupements de prairies, de pelouses et d'ermes et quelques mètres carrés seulement pour les plus denses et homogènes (OZENDA, 1982). On peut trouver des aires minima voisines d'un hectare dans les forêts tropicales à flore particulièrement riche (OZENDA, 1982). FISCHESSE et DUPUIS-TATE (1996) donnent les ordres de grandeur suivants pour l'aire minimale : Forêt : 1 à 2 ares, Lande : 20 à 100 m Prairie : 10 à 20 m Tourbière : 1 à 5 m Rocher : quelques cm.

En ce qui nous concerne, les 120 relevés ont été réalisés avec une aire minimale allant de 60 à 100 m², considérée comme suffisamment représentative dans des formations méditerranéennes (DJEBAÏLI, 1978 ; AIME *et al.*, 1986 ; FENNANE, 2003).

Pour contrôler la représentativité de l'échantillon (des relevés), la procédure la plus courante est celle de la courbe « aire espèces » (GODRON, 1971).

En effet, cette méthode consiste à faire la liste des espèces sur une placette d'une surface de 1 m², en suite cette surface sera doublée et sont alors ajoutées les espèces nouvelles qui apparaissent, par dédoublements successifs, on est supposé arriver à une surface (1+2+3+.....+n) à partir de laquelle il n'y a plus d'espèces nouvelles qui apparaissent (GOUNOT, 1969).

Le dispositif à entreprendre est le suivant :

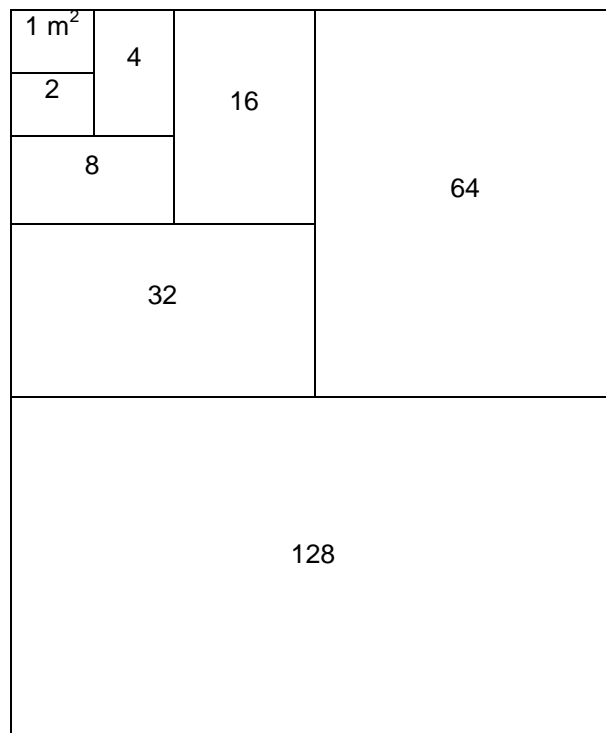


Figure 31- Schéma classique pour la détermination de la courbe Aire-Espèces.

(Pour la saison d'automne)

b- Les critères analytiques :

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées de deux coefficients, le premier exprimant leur abondance-dominance (estimation du nombre d'individus et surface de recouvrement), le second leur sociabilité (mode de répartition des individus sur la surface étudiée).

-Échelle d'abondance-dominance (BRAUN-BLANQUET *et al.*, 1952) :

L'abondance est la proportion relative des individus d'une espèce donnée et dominance : c'est la surface couverte par cette espèce. Les deux notions étant très voisines. Elles sont intégrées dans un seul chiffre qui varie de 1 à 5 selon BRAUN-BLANQUET *et al.*, 1952 :

i : un seul individu

r : individus rares (ou très rares) recouvrement très faible (quelques pieds)

+ : espèce peu abondante, et recouvrement très faible, moins de 1%

1 : individus assez abondants, mais recouvrement faible, moins de 5 %

2 : individus très abondants, recouvrement au moins 1/20, soit 5 % de la surface

3 : nombre d'individus quelconque, recouvrement 1/4 à 1/2, entre 25 à 50 %

4 : nombre d'individus quelconque, recouvrement 1/2 à 3/4, entre 50 à 75 %

5 : nombre d'individus quelconque, recouvrement plus de 3/4, plus de 75 %

À partir de cette échelle, BAUDIERE & SERVE (1975) et DE FOUCAULT (1980) établissent une transformation des coefficients d'abondance-dominance en recouvrements moyens comme suit :

**Tableau 15- Échelle d'abondance-dominance
et recouvrements moyens.**

Abondance	Classe de R %	R % moyen
5	75-100	87.5
4	50-75	62.5
3	25-50	37.5
2	5-25	15
1	1-5	2.5
+	<1	0.5
r	Esp.rare	<0.5
i	1 individu	1 individu

Soulignons, que l'étude de la composition floristique reste purement qualitative tant qu'on utilise que le critère présence-absence, elle devient semi-quantitative dès qu'on travaille en abondance-dominance ou en % de recouvrement (**DE FOUCAULT, 1980; GILLET *et al.*, 1991**).

-Échelle de sociabilité (BRAUN-BLANQUET *et al.*, 1952) :

Au sein d'une même espèce, les individus ne se regroupent pas tous de la même façon ; ils semblent obéir à des « Lois sociales » différentes suivant qu'elles sont serrées les uns contre autres ou bien dispersées en pieds isolés.

La sociabilité définit le type de regroupement, elle se traduit par un coefficient défini dans une échelle de cinq (05) chiffres proposés par **BRAUN-BLANQUET** en **1951**, et qui se traduisent comme suit :

- 1 : Individus isolés.
- 2 : Individus en groupes (touffes).
- 3 : Individus en troupes (sont groupés en taches ou coussinets).
- 4 : Individus forment des petites colonies.
- 5 : Individus en peuplements denses.

SAUVAGE (1951) et **BARTOLI (1966)** soulignent l'imprécision de cette échelle. Ce caractère analytique est effectivement plus subjectif que celui de l'abondance-dominance, car il n'a pas la même signification pour chaque espèce (**RAMEAU, 1988**). En pratique, la sociabilité est souvent en relation avec le type biologique des espèces et possède donc une valeur informative moindre que le coefficient de recouvrement (abondance-dominance); c'est pourquoi certains auteurs ne l'utilisent plus (**GEHU & RIVAS-MARTINEZ, 1981; OZENDA, 1982**).

-La fréquence relative :

Pour renforcer l'analyse des groupements végétaux, nous avons adopté un autre indice ; c'est celui de la fréquence relative, exprimée en pourcentage (%). Cet indice est utilisé pour exprimer la régularité de la distribution d'une espèce dans un groupement végétal.

Selon **CURTIS & MCINTOSH (1950)**, la fréquence d'une espèce est égale au nombre d'apparition de cette espèce sur la surface d'inventaire. La fréquence relative d'une espèce est égale au quotient de la fréquence par la somme de fréquences de toutes les espèces et multipliée par 100.

$$\text{Fréquence relative d'une espèce} = \frac{\text{fréquence d'une espèce}}{\sum \text{des fréquences de toutes les espèces}} \times 100$$

D'une autre façon, c'est une notion statistique exprimée par le rapport : nombre de relevés « n » où l'espèce (X) existe, sur un nombre total de « N » relevés effectués. Sa formule est la suivante :

$$F(\%) = \frac{n}{N} \times 100$$

DURIETZ (1920), la rangée en cinq (05) classes :

Classe I : espèces très rares ; $0 < F < 20\%$.

Classe II : espèces rares ou accidentelles ; $20 < F < 40\%$.

Classe III : espèces fréquentes ; $40 < F < 60\%$.

Classe IV : espèces abondantes ; $60 < F < 80\%$.

Classe V : espèces très abondantes ou constantes ; $80 < F < 100\%$.

Les espèces qui ont une fréquence dans un groupe de relevés plus élevée que dans un autre groupe sont dites caractéristiques de l'association végétale.

- Le Recouvrement :

Le taux de recouvrement moyen (%), qui est une estimation moyenne définie théoriquement comme "le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte si l'on projetait verticalement sur le sol les organes aériens des individus de l'espèce" (**GOUNOT, 1969**). Cette estimation nous permet déjà d'être affirmatives sur le degré de colonisation du sol par le couvert végétal.

III.1.1.1.2. Étape synthétique :

L'analyse au terrain et le tri des relevés par une méthode de traitement des données aboutissent à la mise en évidence de tableaux homogènes décrivant des syntaxons. C'est un déplacement itératif des colonnes et des lignes du tableau c'est-à-dire un tableau ordonné comprenant des sous-ensembles de relevés de structure floristique analogue. Opération fastidieuse aujourd'hui réalisée à l'aide des logiciels spécialisés en traitement des données, telles que l'analyse factorielle des correspondances, l'analyse discriminante et la classification ascendante hiérarchique.

Pour traiter les tableaux floristiques, il existe plusieurs méthodes, à savoir :

- a- On peut manuellement inverser lignes et colonnes pour rapprocher les relevés qui se ressemblent et faire apparaître des groupes floristiques.
- b- On peut s'aider d'indices comme le coefficient de communauté floristique (ou indice de Jaccard).
- c- On peut construire des histogrammes de présence ou listes synthétiques en colonne romaine. Cela permet de vérifier l'homogénéité d'un tableau.
- d- et enfin, on peut utiliser les outils d'analyse numérique, informatisée qui sont les AFC, AFD, les CAH...)

Les trois premières méthodes ont surtout être utilisées quand on ne possède pas d'un moyen informatique pour traiter les données floristiques. Elles peuvent encore être utilisées par certains spécialistes ou sur un faible nombre de relevés. Les méthodes d'analyses multivariées (AFC, AFD, ACP, CAH...) étant de plus en plus abordables, leur utilisation se généralise en phytosociologie.

III.1.1.2.1. La méthode des tableaux :

Le tri et la comparaison analogique des relevés se faisaient au moyen de la méthode des tableaux, décrite très en détail par **TUXEN et ELLENBERG, 1937 ; ELLENBERG (1956) ; GOUNOT, (1969). GEHU (1980)**, souligne que le perfectionnement de la méthodologie des tableaux a été poussé à l'extrême dans l'école de TUXEN où la rigueur des techniques tabellaires qui y sont pratiquées, sont bien connues.

Tableau brut : C'est un tableau à double entrée, les colonnes correspondant aux relevés et les lignes aux espèces inscrites dans les relevés. Dans la case d'intersection d'une ligne et d'une colonne, on indique la fréquence de l'espèce dans le relevé. Dans ce tableau, les relevés et espèces sont placés sans ordre.

Tableau différentiel : Le tableau brut est transformé en tableau différentiel. L'opération la plus importante de la méthode s'effectue dans ce tableau. Elle consiste à regrouper d'espèces qui se rencontrent ensemble dans une partie des relevés et sont généralement absentes dans d'autres. Ces espèces sont qualifiées différentielles. **ELLENBERG (1956)**, propose de considérer comme différentielles, les espèces présentes dans au moins 50% des relevés et qui sont absentes ou très rares ailleurs.

Analyse différentielle : Elle consiste à calculer la matrice des coefficients de similitude entre tous les relevés à comparer puis deux à deux, ensuite en permutant les lignes et les colonnes, on arrive à regrouper les relevés ayant des coefficients de similitude élevés entre eux et ceux aux coefficients faibles entre eux.

Coefficient de similitude : Il existe plusieurs coefficients qui caractérisent le degré de ressemblance entre les relevés ou moyen du pourcentage d'espèces. Celui le plus utilisé est celui de **JACCARD (S_j)** :

$$s(I_i, I_j) = \frac{a_{ij}}{a_{ij} + b_{ij} + c_{ij}}$$

a_{ij} : Nombre co-occurrences entre les individus i et j (espèces communes aux deux relevés)

b_{ij} : Nombre d'attributs(espèces) présents chez i et absents chez j

c_{ij} : Nombre d'attributs (espèces) absents chez i et présents chez j

L'élaboration d'une liste synthétique (ou colonne romaine) se fait à partir d'un tableau phytosociologique de détail (tableau d'association). Il réunit et compare non plus les relevés, mais les colonnes de présences. La présence est en fait l'expression de la fréquence au sens statistique de chaque espèce dans le tableau d'association. Les pourcentages de présence d'une espèce dans un tableau sont habituellement répartis en plusieurs catégories dites "classes de présence", exprimées par des chiffres romains selon l'échelle (**GEHU & RIVAS-MARTINEZ, 1981**) :

- r : < 6%
- + : 6 à 10%
- I : 11 à 20%
- II : 21 à 40 %
- III : 41 à 60 %
- IV : 61 à 80 %
- V : > 81%

Par exemple, dans un tableau de 8 relevés, une espèce présente dans 5 relevés aura une fréquence de 5/8 soit 62.5 %, qui correspond à un coefficient de présence de IV.

Par comparaison de toutes les listes synthétiques d'un territoire donné, on peut juger de la fidélité de chaque espèce pour l'association envisagée (**REICHLING, 1949; BRAUN-BLANQUET *et al.*, 1952**). De plus, cette comparaison permet de dégager des unités de rang hiérarchique de plus en plus élevé, caractérisées à chaque niveau par un groupe spécifique (**DE FOUCAULT, 1980**).

III.1.1.1.2.2. Les méthodes numériques :

L'une des meilleures techniques d'ordination appliquée au traitement des données phytosociologiques est certainement celle de l'Analyse Factorielle des Correspondances, développée par l'équipe du Professeur **GUINOCHET (GEHU, 1980)**.

- Introduction :

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC par la suite) est largement répandue dans tous les domaines de l'écologie, notamment en phytoécologie et phytosociologie. La voie a été ouverte par les travaux de **ROUX & ROUX (1967)**, **ROUX (1971)**, **LACOSTE & ROUX (1971, 1972)** et **ROMANE (1972 a et b)**. En fait, depuis **GOODALL (1954)** et **DAGNELIE (1960 a et b, 1962, 1965 a et b, 1977)** à qui revient le mérite des premières applications de l'Analyse Factorielle proprement dite, les techniques numériques employées dans l'analyse des données de végétation sont fort diverses (**TIMBAL, 1973**) pour l'Analyse en Composantes Principales ; **BONIN & BOUROCHE (1978)**, pour l'Analyse Discriminante ; ou encore **TER BRAAK (1986)** et

LEBRETON *et al.* (1988), pour l'Analyse Canonique des Correspondances) et le choix d'une méthode particulière peut se poser. Mais, dès **1967 ROUX & ROUX**, dans leur premier essai, notent tout l'intérêt de l'AFC dans le traitement des données pour les phytosociologues sigmatistes.

L'efficacité de cette méthode pour l'individualisation et la caractérisation des associations végétales a été démontrée par la suite, dans les nombreuses applications dont elle a fait l'objet, notamment par **GUINOCHET (1973)**, **HILL (1973, 1974)**, **BRIANE *et al.* (1974)**, **BEGUIN *et al.* (1974)**, **LACOSTE (1975)**, **BOTTLIKOVA *et al.* (1976)**, **ROMANE *et al.* (1977)**, **BONIN & ROUX (1978)**, **DAVID *et al.* (1979)**, **KLEIN (1979)**, **BECKER (1979)**, **BACHACOU *et al.* (1979)**, **ALLIER & LACOSTE (1980)**, **CHESEL & DEBOUZIE (1982, 1983)**, **BONIN & TATONI (1990)** et autres. Ces auteurs soulignent pour la plupart que l'Analyse des Correspondances est la méthode la plus appropriée pour la description des groupements végétaux.

-Intérêts et avantages de l'AFC en phytosociologie :

Dans leur récente mise au point sur l'apport de l'Analyse des Correspondances dans l'étude des communautés végétales, **BONIN & TATONI (1990)** précisent les trois aspects majeurs constructifs de cette méthode :

- Description ou typologie des communautés végétales : À partir du tableau phytosociologique brut, mise en évidence de sous-ensembles, plus ou moins bien distincts, d'espèces et de relevés se rapportant à des unités phytosociologiques (de rang différent) ou description de nouveaux groupements végétaux. Le nuage des points relevés montre dans ce type d'analyse une structuration indépendante de la valeur des espèces, ce qui atteste bien de l'objectivité de l'AFC. En travaillant sur des numéros, on exclut tout risque de se laisser influencer par des opinions préconçues sur la signification de telle ou telle espèce (**GUINOCHET, 1973**).

- Les étages de végétation : Le traitement de grands ensembles de relevés appartenant à différents étages de végétation peut apporter une répartition remarquable des points dans le nuage, tout à fait représentative de cet étagement. Ceci apparaît clairement, en général, sur le plan factoriel principal (**GAMISANS *et al.*, 1981**; **BONIN *et al.*, 1983 a et b**).

- Les successions dynamiques de la végétation : À partir des données floristiques de différents faciès de végétation, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel des successions de groupements végétaux en relation avec les grands gradients écologiques (**BONIN *et al.*, 1983 a et b**), puisque l'ordre des différents groupements au sein de la succession est établi d'une manière indiscutable.

Dans certains cas, on peut avoir simultanément l'individualisation des groupements végétaux dans des successions dynamiques, elles-mêmes situées les unes par rapport aux autres suivant l'étagement de la végétation (**BONIN *et al.*, 1983 a et b**). En fait, si l'échantillonnage floristique est suffisamment représentatif, un même plan factoriel peut présenter les trois principaux pôles d'intérêt des études sur les communautés végétales (**BONIN & TATONI, 1990**). L'efficacité de l'AFC est généralement maximale pour l'analyse des gradients (dynamique, altitudinal, thermique, de dégradation, etc.). En effet, depuis les travaux initiaux de **ROUX & ROUX (1967)**, il s'est avéré que les groupements végétaux étudiés s'ordonnent selon des gradients de facteurs écologiques qui n'ont pas, bien entendu, été introduits dans les données (**BEGUIN *et al.*, 1974**, **CHESEL & DEBOUZIE, 1983**; **BONIN & TATONI, 1990**).

Par ailleurs, des essais de synthèse développés à partir de l'AFC ont permis de comparer plusieurs centaines de relevés concernant soit les divers groupements végétaux d'une même région (**SCHMITT, 1978**), soit le même type de groupement (par ex. **COMPS *et al.* (1980 a et b)**, sur la Hêtraie en France; **ZINE EL ABIDINE (1987)**, sur la Zénaie du Maroc). Une telle synthèse aboutit au recadrage d'unités phytosociologiques antérieurement décrites (**DUPOUEY, 1986**).

- Principes de l'analyse factorielle des correspondances :

Indépendamment des moyens mathématiques impliqués (calcul matriciel), qui sont par ailleurs exposés en détail dans les ouvrages de **BENZEKRI (1973)**, **DAGET (1979)**, **LEGENDRE & LEGENDRE (1979)**, **BOUROCHE & SAPORTA (1980)**, **BASTIN *et al.* (1980)**, **FENELON (1981)**, **DE LAGARDE (1983)**, **BENZEKRI & BENZEKRI (1984)**, et dans certaines publications plus récentes (**TOMASSONE, 1988**; **DERVIN, 1988 et PALM, 1993**), pour l'écologiste l'Analyse des Correspondances est un outil privilégié pour le traitement de ses données.

Cette technique a pour objet de décrire (en particulier sous forme graphique) le maximum de l'information contenue dans un tableau de données, croisant des variables et des individus. Bien que voisine de l'ACP, elle en diffère par le fait qu'elle part non pas d'une matrice de corrélation usuelle, mais d'une matrice de distance du X^2 (**BINET *et al.*, 1972**; **TOMASSONE, 1976**). L'originalité de l'AFC réside donc dans l'utilisation d'une forme quadratique pour le calcul des corrélations (la métrique du X^2 ou khi-2) qui conduit à comparer non des valeurs, mais des profils, c.-à-d. des données divisées par leur effectif total (ou poids). Ce profil sous-entend que les valeurs relatives des variables vont être mises en évidence plus que les valeurs absolues (**TOMASSONE, 1976**). De plus, variables et individus (relevés et espèces en phytosociologie) sont 'plongés' dans le même espace à l'aide d'une fonction canonique et y jouent des rôles symétriques (**LACOSTE & ROUX, 1971**).

L'AFC consiste ensuite en une extraction des valeurs propres les plus grandes, en valeur absolue, et des vecteurs propres correspondants de la matrice de corrélations, opération mathématique permettant de dégager les directions d'allongements privilégiés du nuage de points étudié (axes d'inertie) (**LACOSTE & ROUX, 1971**).

Les représentations graphiques sont les projections du nuage de points sur les axes principaux, en se souvenant que ce sont les premiers axes qui représentent le mieux le nuage (**DERVIN, 1988**). Pour visualiser chaque nuage, on le projette donc sur un nombre restreint d'axes (ou de plans) principaux d'inertie, tel que soit reconstituer au mieux les traits dominants de sa structure et de telle sorte qu'apparaissent les affinités naturelles des deux ensembles pris en considération. Dans l'analyse floristique, les données sont représentées par un nuage de "points-relevés" et par un nuage de "points-espèces" qui sont parfaitement symétriques (superposables) (**BINET *et al.*, 1972**). L'interprétation de ces graphiques issus de l'ordinateur est faite en plusieurs temps :

- Comparaison des graphiques espèces et relevés (quand la représentation n'est pas simultanée) : si deux points-relevés sont proches dans l'espace factoriel, cela signifie que les profils des espèces représentés par ces relevés sont voisins (**BACHACOU *et al.*, 1979**).

- Réunion des groupes de relevés sous une même enveloppe, puis d'espèces selon leurs proximités, sur le plan des axes 1 et 2 surtout, qui contient le maximum d'information. Il faut vérifier que ces groupes existent également dans le plan des axes suivants (1-3, 2-3, etc.).

- Interprétation des axes factoriels : l'interprétation de chaque axe n'est évidemment pas simple; en ce sens qu'un axe ne représente pas, en général, un seul facteur, mais plusieurs en proportion variables (**BINET *et al.*, 1972**). Ceci se traduit par des nuages de points obliques par rapport aux axes (**BEGUIN *et al.*, 1974**).

C'est surtout par un retour aux données observées qu'on pourra éventuellement analyser leur signification. On doit donc tenir compte de certains paramètres (topographiques, édaphiques, climatiques,...) non introduits dans l'ordinateur. Ce qui démontre bien la valeur discriminante de la composition floristique, celle-ci intégrant en définitive l'ensemble des caractères stationnels (**LACOSTE, 1975**).

De plus, le simple examen des graphiques ne suffit pas pour les interpréter correctement, il faut recourir à l'étude des contributions, c.-à-d. tenir compte, d'une part, de la proximité entre points et axes principaux (cosinus carré ou contribution relative) et, d'autre part, du rôle joué par chaque point dans la détermination d'un axe (part d'inertie du point à l'axe ou contribution absolue) (**BOUROCHE & SAPORTA, 1980 ; TOMASSONE, 1988**).

Pour l'étude de chaque axe, on prend compte des points (relevés et espèces) ayant des C.T.R (contributions totales relatives), les plus élevés (à partir d'un seuil), ce seuil est défini par **BENZECRI (1978)**, comme étant le double de la valeur $1000 / \text{le nombre de colonnes}$, dans notre cas ce seuil est égal à 38.

$$S_{\text{ctr}} = 2 \left(\frac{1000}{N} \right)$$

S_{ctr} : seuil des contributions totales relatives.

N : Nombre de colonnes (ou de relevés).

L'A.F.C permet grâce à des représentations graphiques, de construire des nuages de points représentant les espèces dans un espace à dimensions (nombre de relevés) et réciproquement qui permettent l'étude des proximités :

- Les proximités entre les espèces indiquent des exigences écologiques voisines.
- Les proximités entre les relevés signifient l'existence des espèces communes.
- Les proximités entre les exigences écologiques proviennent d'une relation entre les exigences écologiques des espèces et milieux ou sont affectés des relevés.

Le nuage de « points lignes » ou de « points colonnes » s'étire le long d'une direction privilégiée correspondant à l'axe factoriel.

Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre traduisant l'inertie du nuage de points le long de l'axe. Le taux d'inertie de l'axe présente quant à lui le pourcentage d'information apporté par l'axe dans l'inertie totale du nuage.

BENZECRI (1973), a précisé qu'il n'y a pas lieu de remettre en doute la validité d'un premier axe ayant plus de 50 % de taux d'inertie.

D'une manière générale, les taux d'inertie supérieurs à 10 % peuvent se révéler significatifs. Les valeurs propres comprises entre 0,2 et 0,6 traduisent plutôt un gradient le long de l'axe. Si une valeur propre de l'axe dépasse, 0,6 « indique une dichotomie nette sur l'axe », il est facile de trouver des groupements qui s'individualisent et l'interprétation devient alors aisée.

Concernant les contributions (absolue et relative), elles permettent de déterminer les unités de végétation :

- La contribution absolue exprime la part d'un individu (relevés ou espèces) dans la détermination de l'axe.
- Pour la contribution relative (corrélation), elle exprime la participation de l'axe factoriel à la dispersion des points dans le nuage. Ce sont des relevés d'un même ensemble présentant des contributions élevées à un même plan factoriel qui sont retenues. Ce sont des valeurs qui permettent une appréciation de l'information de façon recueillie sur le plan déterminé par deux d'entre eux (**BONIN et ROUX, 1978**).

Les coordonnées de points (espèces) sont données pour chacun des axes factoriels, après projection des nuages de points obtenus. Ces derniers sont aussi utilisés dans l'interprétation des différents axes factoriels.

- Critères de présence-absence ou d'abondance-dominance en AFC :

GUINOCHET (1954, 1955, 1973) insiste sur la nécessité de fonder l'analyse phytosociologique sur le critère de présence-absence uniquement et non sur celui de l'abondance-dominance, qui "logiquement ne doit pas intervenir, du moins au stade initial, pour la discrimination des associations végétales".

De nombreux phytosociologues sigmatistes donnent, pour cette raison, la préférence au critère de présence-absence pour la reconnaissance des groupements végétaux (**ROUX & ROUX, 1967; ROUX, 1971; LACOSTE, 1975; KLEIN, 1979; ALLIER & LACOSTE, 1980;...**). Toutefois, il a été montré (**BRESSET, 1974; M'HIRIT, 1982; VEDRENNE, 1982 in BONIN & TATONI, 1990; BONIN *et al.*, 1983a**) que la prise en compte de la seule présence des espèces végétales ou de leur abondance, ne constitue pas un élément déterminant pour la typologie des communautés végétales, puisqu'on retrouve, à quelques nuances près, la même organisation du nuage des points-relevés. L'abondance-dominance, selon **BONIN & TATONI (1990)**, ne fait que «polir» la représentation des résultats, en accentuant ou en atténuant parfois certaines tendances.

Mais, l'intérêt d'utiliser l'abondance numérique des espèces afin de définir un aspect particulier de leur écologie, à l'intérieur d'une affinité générale, a été reconnu par **BARTOLI (1966), GODRON *et al.* (1969), TIMBAL (1973) et BECKER (1979)**, particulièrement pour les groupements forestiers.

En fin de compte, lorsque la végétation est organisée par des facteurs écologiques généraux (bioclimat, lithologie), l'analyse des données en présence-absence est suffisante; mais pour mettre en évidence des groupements stationnels dans le cas de forêts homogènes notamment (**M'HIRIT, 1982**), et afin de mieux révéler les successions dynamiques (**GAMISANS *et al.*, 1981**), la considération des coefficients d'abondance-dominance donnerait des résultats plus nuancés. Or, à ce niveau d'organisation, il paraît plus avantageux d'analyser la matrice d'abondance-dominance.

Enfin, aux six 6 valeurs de l'abondance-dominance, on associe habituellement pour les besoins du traitement en AFC, une note d'intensité allant de 1 à 6 (codage logique) (**CHESSEL & DEBOUZIE, 1983**), mais, il est aussi, selon **DAGNELIE (1965b)** possible de retenir directement l'échelle de Braun-Blanquet, en substituant simplement la valeur 0.2 ou 0.5 au signe +.

En ce qui nous concerne et pour répondre aux objectifs de notre étude, notre choix a été porté sur la méthode du traitement numérique basée sur l'utilisation des techniques d'analyse numérique multivariée, dont les principales communautés végétales ont été mises en évidence par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) (**BENZECRI, 1973**) mise en œuvre avec le logiciel R (**IHAKA et GENTLEMAN, 1996**), suivi par une analyse factorielle discriminante (A.F.D). L'objectif était de définir la typologie des communautés végétales (**GUINOCHET, 1973 ; RAMADE, 2003**) à travers l'individualisation des groupements végétaux puis d'étudier les relations entre espèces végétales et variables environnementales.

Nous avons réalisé par la suite une analyse canonique des correspondances ou ACC (Canonical Correspondence Analysis ou CCA en anglais), pour nous faciliter l'interprétation qui est basée sur la signification écologique des axes. Cette méthode statistique a été développée dans le but de permettre aux écologues de relier les abondances d'espèces à des variables environnementales (**TER BRAAK, 1986**). La représentation graphique de l'ACC permet de visualiser simultanément les objets (dans notre cas les espèces floristiques), les relevés, et les variables pédologiques.

Dans le cas de notre étude, on a utilisé l'indice d'abondance-dominance dans cette analyse, pour avoir une signification : physionomique, syntaxonomique et dynamique différentes. Cette démarche qui est adoptée pour affiner la recherche des groupements végétaux (**DAHMANI, 1997**).

Dans ce type de traitement, le coefficient de sociabilité n'a pas pris en considération ; celui d'abondance –dominance étant le seul exploitable.

Les symboles de ce coefficient ne peuvent pas être exploités directement. Le (+) n'est pas une valeur, il a été remplacé par le nombre « 0,5 ».

Tableau 16- Codification du coefficient d'abondance-dominance.

Coefficients d'abondance-dominance	Absence	+	1	2	3	4	5
Coefficients utilisés	0	0,5	1	2	3	4	5

Pour le codage des relevés, on utilise la lettre - R – et le numéro du relevé. ex : R₁, R₂,.....R₁₀₀.

Et pour le codage des espèces, on a utilisé le nom complet de l'espèce. Parfois si deux taxons ont le même nom du genre et d'espèce, on rajoute le nom de la variété pour différencier les taxons. Exemple : *Tetraclinis articulata* , *Quercus rotundifolia*

III.1.1.2. Étude pédologique : (Méthode de laboratoire)

En parallèle de notre analyse floristique, nous avons essayé de préciser la nature des substrats. Sur chacun des 6 profils nous avons mené une analyse physico-chimique au laboratoire des travaux publics d'Ouest, « Abou-tachfine » Tlemcen, Algérie (L.T.P.O). Les méthodes utilisées sont celles exposées par AUBERT (1978) dans son manuel d'analyse des sols, modifiée par VALLA (1984).

III.1.1.2. 1. Analyses physiques :

Au laboratoire, les échantillons ont été étalés sur des journaux, afin de sécher à l'aire libre pendant quelques jours, la matière organique non décomposée a été enlevée. Après séchage, on aborde l'étape de la séparation des particules grossières de la terre fine inférieure à 2 mm. Cette procédure est réalisée à l'aide d'un tamis à trous de 2 mm de diamètre (AFNOR, 1987).

Les éléments grossiers (diamètre supérieur à 2 mm) sont lavés, séchés et par la suite pesés dans le but de calculer leur pourcentage par rapport à l'échantillon complet.

* Analyse granulométrique : (Méthode de CASAGRANDE)

L'analyse granulométrique a pour but de quantifier pondéralement en pourcentage les particules du sol (Sables, limons et argiles), et définir la texture des sols. Pour cette analyse on ne prend que la terre fine. Cette dernière a pour but de déterminer le taux de différentes fractions de particules minérales constituant les agrégats. Pour cela on a utilisé la méthode de CASAGRANDE (1934), qui se base sur le phénomène de variation dans le temps de la densité du mélange « Sol + Eau », mesuré grâce au densimètre de MERIAUX.

Cette technique comporte deux opérations :

- la dispersion, « c'est la destruction des agrégats par dispersion des colloïdes flocculés » (VALLA, 1984), à l'aide d'un sel neutre (l'héxamétaphosphate de sodium).
- La sédimentation, après 24 h la suspension est récupérée dans une éprouvette, une lecture des densités se fait à l'aide d'un densimètre à des temps préalablement fixés : 1', 2', 5', 10', 20', 40', 80', 160', 320' et 24 h.

Les particules tombent avec des vitesses constantes, d'autant plus grandes qu'elles sont plus grosses. Les vitesses se calculent par la formule de STOCKES :

$$V = \frac{2 \cdot g \cdot S - SL}{9 \cdot n} \cdot r^2$$

Avec : V : vitesse de sédimentation.

g : accélération de la pesanteur.

S : densité de la particule (S = 2,65 g).

SL : densité du liquide (eau distillée).

n : viscosité du liquide.

r : rayon de la particule.

Dans les conditions constantes, on peut écrire : $V = k \cdot r^2$

Le coefficient k dépend de la nature du liquide et de la température. La viscosité du liquide diminue la vitesse de la chute, l'élévation de température accélère cette vitesse. Cette méthode se base sur le changement de la densité de la suspension durant la sédimentation des particules de différentes tailles. En plongeant un densimètre dans une suspension d'un sol on provoque l'élévation du niveau ainsi que l'élévation du point de mesure. C'est pourquoi on effectue le calibrage de chaque paire de densimètre éprouvette à sédimentation pour calculer la profondeur réelle de mesure (hR) en utilisant la formule suivante :

$$V = \frac{S-R}{S} \cdot L + \left(\frac{h}{2} - \frac{V}{2F} \right)$$

S : nombre de division principales sur l'échelle de densimètre (=30)

R : lecture sur l'échelle de densimètre.

L : Longueur de l'échelle de densimètre.

.h : hauteur de la moitié de la partie inférieure de densimètre.

V : volume de la partie inférieure de densimètre (cm')

F : aire de la section d'éprouvette de sédimentation.

Les données sont traitées par un logiciel qui fait tous les calculs et fournit le résultat final concernant le pourcentage des sables, limons et argile. Pour le détail du mode opératoire et les calculs, consulter le recueil de **(AUBERT, 1978)**. Les résultats de chaque analyse sont portés sur le Triangle de **DEMELON (1966)** pour exprimer la texture correspondante.

* L'humidité :

Elle correspond à la teneur en eau d'un échantillon de sol à un moment donné. Pour connaître l'humidité, il est nécessaire de procéder au séchage des échantillons du sol mis dans des conteneurs (ou des boîtes de pétries) et en suite mis dans une étuve portée à 105 °C pour une durée de 48 heures. Les échantillons sont pesés avant et après le séchage. Le pourcentage d'humidité momentanée est déterminé comme suit :

$$H \% = \frac{P_f - P_s}{P_s} \times 100$$

Où P_f : Poids frais de l'échantillon,

P_s : Poids sec de l'échantillon

H % : l'humidité.

* La couleur :

C'est un caractère qui physique qui peut révéler certaines conditions de pédogenèse et parfois les vocations possibles du sol. Elle est déterminée sur l'échantillon sec à l'aide du code international « **MUNSELL, 1992** ».

*** La structure :**

Pour chaque profil, noter le type de structure en précisant la nature et l'aspect des unités structurales, la dimension moyenne des unités, leur consistance à l'état sec ou à l'état humide (résistance à l'écrasement, dureté, plasticité).

*** La compacité :**

La consistance du sol (compacité) est liée à la texture, elle se mesure avec un pénétromètre ou plus simplement avec une lame de couteau, si celle-ci s'enfonce facilement les racines on fera autant, si elle s'enfonce difficilement (sol compact).

III.1.1.2. 2. Analyses chimiques :

Dans le cas de ces analyses, nous avons pris en considération les paramètres suivants : le pH, le calcaire total et le carbone organique.

*** Le pH**

La mesure des valeurs de pH des suspensions des terres fines est réalisée en faisant appel à la méthode électrométrique à électrode de verre. Cette méthode, est consiste à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol (Rapport sol / eau) est égal à 2,5 à l'aide d'un pH-mètre. On a dilué 20 g de sol dans 50 ml d'eau distillée bouillie et refroidie, nous la passons dans l'agitateur pendant 15 mn, ensuite on récupère la suspension, on la filtre et on la passe au pH-mètre, préalablement étalonné par des solutions tampons à pH connu.

On se réfère à l'échelle suivante (**tableau 17**) :

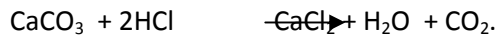
Tableau 17- Échelle d'estimation du PH/H₂O

PH/H ₂ O	Désignation
4,9	Très acide
6,9	Peu acide
7	Neutre.
7,1 - 8	Peu alcalin
9,4	Alcalin

*** Dosage du calcaire total : (*Calcimètre de BERNARD*)**

Le calcaire se trouve souvent dans le sol sous forme de carbonate de calcium, et sa connaissance facilite la classification d'un sol du point de vue pédogénétique. L'analyse a été faite selon la méthode de calcimètre de BERNARD dans laquelle le principe du dosage consiste à mesurer le volume de gaz carbonique (

CO₂) libéré lors de l'attaque des cinq (05) grammes du sol par HCl (10%) « L'acide chlorhydrique » (10 ml) dilué dans un milieu fermé d'après la réaction :



Où : CaCO₃ = carbonate de calcium ; HCl = acide chlorhydrique ; CaCl₂ = chlorure de calcium ;

CO₂ = gaz carbonique.

Les valeurs du CaCO₃ , sont déterminées par la méthode volumétrique avec une échelle d'interprétation.

On le calcul à partir de la formule suivante :

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

Soit :

V : le volume dégagé de CO₂ par la prise d'essai (P) de la terre fine.

Et v : le volume dégagé de CO₂ par la prise d'essai (p) de CaCO₃ pur (témoins).

Tableau 18- Échelle d'estimation du % de CaCO₃

% de carbonates	Désignation de charge en calcaire
< 0,3	Très faible
0,3 – 3	Faible
3 – 25	Moyenne
25 – 60	Forte
> 60	Très forte

*** Dosage du carbone organique : (Méthode de Tjurin modifiée)**

La prise d'essai ne devant pas contenir plus de 30 mg de carbone, pesé de 1g à 0,250 g de sol (terre fine), suivant sa teneur présumée en matière organique. Mettre cette terre dans un ballon puis ajouter 10 ml de K₂Cr₂O₇ (0,4 N) (bichromate de potassium) et 15 ml de H₂SO₄ (Acide sulfurique) concentrés pur. Ébullition lente (sur amiante), le ballon étant relié à en réfrigérant ascendant, le temps de l'ébullition étant de 5 minutes comptées à partir de la première goutte condensée. Refroidissement ; transvasée dans un matras de 100ml ; Ajuster avec les eaux de rinçage ; Transvaser dans un bêcher. En prélever 20 ml dans un bêcher de 400ml ; diluer à 200ml en eau distillée. Ajouter 07 gouttes de diphénylamine et 07 ml d'Acide orthophosphorique. Placer le bêcher sur agitateur magnétique, effectuer le titrage avec une solution de sel de Mohr (Fe (NH₄)₂ (SO₄)₂) (0,2 N). La liqueur primitive brun noirâtre ou violette, vire au vert émeraude. Virage très sensible. On trouve X ml de Sel de Mohr. Le taux du carbone organique est obtenu à l'aide de la formule suivante :

$$\% \text{CO}_x = 104,5 \cdot \frac{(V2 - V1)}{m}$$

% CO_x : pourcentage de carbone oxydé.

V1 : Volume de solution de sel de Mohr, lu sur la burette après titrage de la prise d'essai (terre fine).

V2 : Volume de sel de Mohr après titrage de la solution témoin contenant seulement du bichromate de potassium.

En prenant le coefficient de Welte, on peut calculer le pourcentage d'humus dans le sol :

$$\% \text{ d'humus} = \% \text{CO}_x \cdot 1,724$$

Pour l'évaluation des résultats, on se réfère à l'échelle suivante :

Tableau 19- Échelle d'estimation du % de l'humus

% CO _x	% humus	Quantité (estimation)
< 0,6	< 1	Très faible
0,6 - 1,15	1 - 2	Faible
1,15 - 1,75	2 - 3	Moyenne
1,75 - 2,90	3 - 5	Forte
> 2,90	> 5	Très forte

III.1.1.3. Étude dendrométrique :

Dans le cadre de l'analyse dendrométrique, nous avons évalué le volume moyen des peuplements en suivant la méthode d'échantillonnage de l'arbre moyen définie par **PARDE (1977)**. Cette méthode est basée sur le calcul de la circonférence moyenne correspond à la surface terrière moyenne ou (C_g). L'étude dendrométrique des peuplements de thuya et de chêne vert était nécessaire pour connaître les potentialités de notre zone d'étude et mettre en évidence le lien entre ces indices de productions et les indices écologiques (floristiques et pédologiques). Ces informations constituaient un premier élément pour la réalisation future d'actions d'aménagements et de restauration du patrimoine forestier naturel. Un tarif de cubage en fonction du volume a donc été établi. Parmi les nombreuses formules de cubages d'arbres, nous avons choisi de calculer le volume réel de l'arbre sur pied défini par **BOUCHON (1974)**, dont la formulation est la suivante :

$$V = F \cdot g_i \cdot H = F \cdot \frac{C_g^2}{4\pi} \cdot H \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} V : \text{volume de l'arbre moyen en (m}^3\text{)} \\ C_g : \text{circonférence à 1,30 m en (m).} \\ H : \text{hauteur totale de l'arbre (m).} \\ F : \text{coefficient de forme de l'arbre, exprimé en (\%)} \end{array}$$

- La circonférence moyenne correspond à la surface terrière moyenne (C_g) et ainsi déduite par la formule suivante :

$$C_g = 2 \sqrt{\pi \cdot \bar{g}} \quad \text{Soit : } \bar{g} = \frac{\sum g_i}{N} = \frac{G}{N}$$

- La surface terrière (g_i) s'obtient par calcul à partir de mesure de circonférence (C) et ou du diamètre (d) par la relation (**ALDER, 1980**).

$$\boxed{g_i = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{C^2}{4\pi}} \quad g_i : \text{en (m}^2\text{)}$$

- Ainsi, le coefficient de forme (F) est déduit en connaissant la hauteur (h) et le diamètre (d) de l'arbre. Ce coefficient se détermine d'après **PARDE (1961)** en utilisant comme champ de visée la « bande I » et les 4 bandes étroites de l'appareil de BITTERLICH.

$$F(h/d) = 2/3 \cdot (V_s + V_i) = 2/3 \cdot h'/d$$

Avec :

F : coefficient de forme, exprimé en (%).

d : diamètre de l'arbre à 1,30.

h : hauteur totale de l'arbre en (m).

h' : hauteur (entre pied d'arbre et le niveau où le diamètre
égal la moitié ($1/2d$) en (m)

h'/d : égale (V_s+V_i), en unité diamétrale (u.d).

V_s : Lecture correspondante à la vision supérieure

(Le point où le diamètre égale la moitié).

V_i : Lecture correspondante à la vision inférieure (pied de l'arbre).

V_s, V_i : (données par le Relaskope de BETTERLICH).

- Pour le calcul des volumes obtenus par le tarif de cubage, nous avons choisi (54) brins qui vont servir à la construction du tarif de cubage bois des peuplements de notre zone d'étude (**Annexe III**). Le volume réel du peuplement et les différents paramètres dendrométriques sont indiqués dans le chapitre résultats.

CHAPITRE IV : RESULTATS

IV.1. Étude floristique (communautés végétales) :

IV.1.1. Méthode numérique :

IV.1.1.1. Résultats de l'analyse numérique des données floristiques par l'AFC :

V.1.1.1.1. Signification écologique des axes relatifs à l'A.F.C :

L'analyse factorielle des correspondances présente deux axes avec les valeurs propres et les pourcentages d'inertie suivants :

Axe	Valeurs propres	Taux d'inertie
Axe1.....	.0,65.....	..4.74 %
Axe2.....	0,45.....	3.31 %
Axe3.....	0,38.....	2.81 %

Le nuage des points relevé et des points espèces est bien structuré sur les axes 1 et 2 (**figure 32**) « valeurs propres de l'axe1 supérieur à 0,5 » (**BENZECRI, 1973**).

Afin d'interpréter les résultats, il faut « tenir compte d'une part, de la proximité entre les points et les plans principaux et d'autre part, du rôle joué par chaque point (relevés ou espèces) dans la détermination écologique d'un axe et cela, à travers les contributions relatives de chaque point » (**BOUROCHE et SAPORTA, 1989**).

Enfin, l'interprétation d'un axe revient à trouver une analogie entre d'une part, ce qui est localisé du côté négatif et du côté positif de l'axe, et d'autre part de définir le ou les caractères qui opposent les extrémités de ce même axe.

Pour l'étude de chaque axe, on prend compte des points (relevés et espèces) ayant des C.T.R. (contributions totales relatives), les plus élevés (voir **annexe IV**).

Nous allons tenter de mettre en évidence les facteurs écologiques qui agissent sur la distribution des végétaux et des groupements qui les constituent. Ces groupements apparaissent sous forme de nuage de points dont les directions expriment du milieu.

L'ensemble des espèces ou des relevés qui se trouvent au centre du plan factoriel sous forme d'un bull ne semble réagir à aucun paramètre écologique.

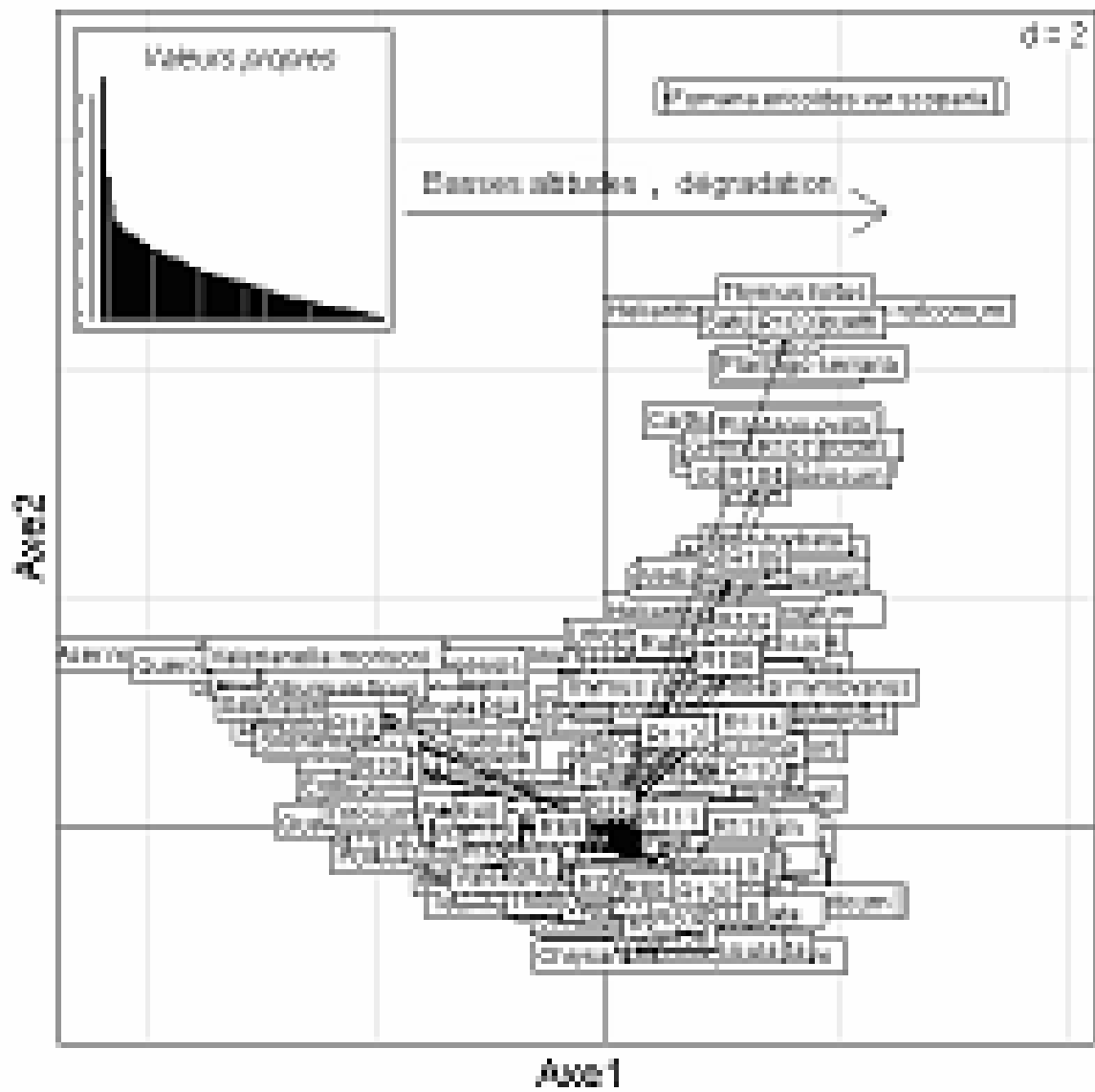


Figure 32 - Projection des individus espèces – relevés floristiques sur le plan factoriel 1-2 de l'AFC.

-Interprétation de l'axe1 :

Du côté positif à l'extrémité de l'axe (**figure 32**) s'individualise un groupe d'espèces à fortes contributions relevant du milieu sec de basse altitude à Matorral, indiquant un milieu plus ou moins ouvert et surpâturé : « *Fumana ericoides var scoparia* Pomel. M. (1,93) ; *Plantago serraria* L. (1,76) ; *Thymus hirtus* Willd., (1,62) ; *Plantago ovata* Forsk. (1,62) ; *Malva aegyptiaca* L. (1,60) ; *Satureja briquetti* M. (1,60) ; *Globularia alypum* L. (0,80) ». Ces espèces semblent rattachées à l'association Globulario alypi – Tetraclinietum articulatae, de l'ordre des Rosmarinetea offiinalis défini par **HADJADJ-AOUL, (1995)** en Oranis, cette dernière présente une physionomie de matorral arboré à base de Tetraclinis articulata et Quercus coccifera.

Par contre du côté négatif, on note la présence des espèces forestières avec des fortes contributions : « *Acer monspessulanum sbsp eu-monspessulanum* P.F. (-2,46) ; *Aristolochia longa sbsp paucinervis* pomel. Batt. (-2,46) ; *Geranium robertianum sbsp purpureum* Vill. (-2,46) ; *Rosa canina* L. (-2,40), *Quercus faginea* L. ssp. *Tlemcenensis*. DC. M. et W. (-2,40) ; *Lavandula stoechas* L. (-2,45) ; *Lepidium hirtum* L. DC. (-2,32) ; *Ranunculus bulbosus* L. sbsp *Aleae* Willk. (-2,36) ; *Viburnum tinus* L. (-2,28) ». Ces espèces indiquent un milieu plus ou moins fermé et mésophile. Avec *Valerianella morisoni sbsp microcarpa* Lois. P.F. (-2,46) espèce de pelouse pâturée.

L'axe 1 traduit donc un gradient d'humidité allant des formations ouvertes chaudes et sèches à celles ombragées, fraîches et humides. Ajouter a cela le facteur altitudinal, en effet il est à remarquer une concentration des relevés à basses altitudes du coté positif, appartenant à la station 6 (El Guern à 750 m) et celles à hautes altitudes concentrées du coté négatif de l'axe défini par les relevés de la station 1 (Forêts tassert Mramet à 1400 m).

En outre, l'analyse des valeurs propres de l'ACC permet de voir que la majeure partie de l'inertie est représentée par le premier axe. Avec le second axe, on obtient 64,6% de l'inertie. Cela signifie que la représentation de l'ACC en deux dimensions est suffisante pour analyser les relations entre les relevés floristiques, les espèces et les variables édaphiques.

La distribution des paramètres pédologiques le long de l'axe 1, dans le plan ACC (1-2) (**figure 33**), permet de mettre en évidence une distinction entre texture à éléments fins (argiles et limons) positionnée dans la partie positive de l'axe et texture à éléments grossiers (sable) située dans sa partie négative.

L'examen du plan ACC 1-2, montre aussi une forte corrélation entre le calcaire total (CaCO₃) dans la partie positive de l'axe 1 et entre la matière organique et l'humidité dans la partie négative. Par conséquent l'axe 1 (**figure 33**), superpose un gradient altitudinal et un gradient anthropique, allant des milieux ouverts et dégradés à des sols à texture fine sous climat semi-aride riche en calcaire vers les milieux fermés sous ambiance bioclimatique sub-humide avec cette fois-ci un sol à texture grossière indiquée par des proportions très importantes de sable et par conséquent une grande perméabilité, en effet ces milieux d'altitudes sont les moins pâturés. La richesse en matière organique permet une bonne rétention en eau (**DUCHAUFOR, 1977**). Ceci est favorisé par la présence d'une végétation forestière stratifiée (présence de sous-bois) assurant le maintien du sol en place et qui reste frais jusqu'à la fin de l'été (**MANCINI, 1961**).

- Interprétation de l'axe2 :

Dans la partie positif de l'axe 2, on note le regroupement des espèces xériques sur substrat calcaire indiquant le milieu perturbé, représentées par : *Fumana ericoides* var *scoparia* Pomel. M. (6,37) ; *Thymus hirtus* Willd. (4,68) ; *Helianthemum hirtum* sbsp *ruficomum* Viv. M. (4,51) ; *Malva aegyptiaca* L. (4,41) ; *Satureja briquetti* M. (4,41) ; *Plantago serraria* L. (4,05) ; *Melica minuta* L. (4,01) ; *Plantago ovata* Forsk. (3,51) ; *Genista spartioides* var. *pomariensis* Maire. (3,35).

Dans la partie négative, on retrouve des espèces a forte contribution indiquant des matorrals avec une formation pré-forestière : « *Chrysanthemum paludosum* ssp *glabrum* Poiret .M. (-1,10) ; *Vicia sicula* Raf. Guss. (-1,02) ; *Ononis pusilla* L. (-0,91) ; *Ceratonia siliqua* L. (-0,77) ; *Phagnalon rupestre* L. DC. (-0,71) ; *Ballota hirsuta* Benth. (-0,69) ; *Sedum acre* L. (-0,70) ; *Cistus clusii* Dunal. (-0,67) ; *Convolvulus althaeoides* L. (-0,67) ; *Teucrium pseudo-chamaepitys* var. *baeticum* L. (-0,62) ; *Tetraclinis articulata* Vahl. Master. (-0,62) ; *Lotus edulis* L. (-0,61).

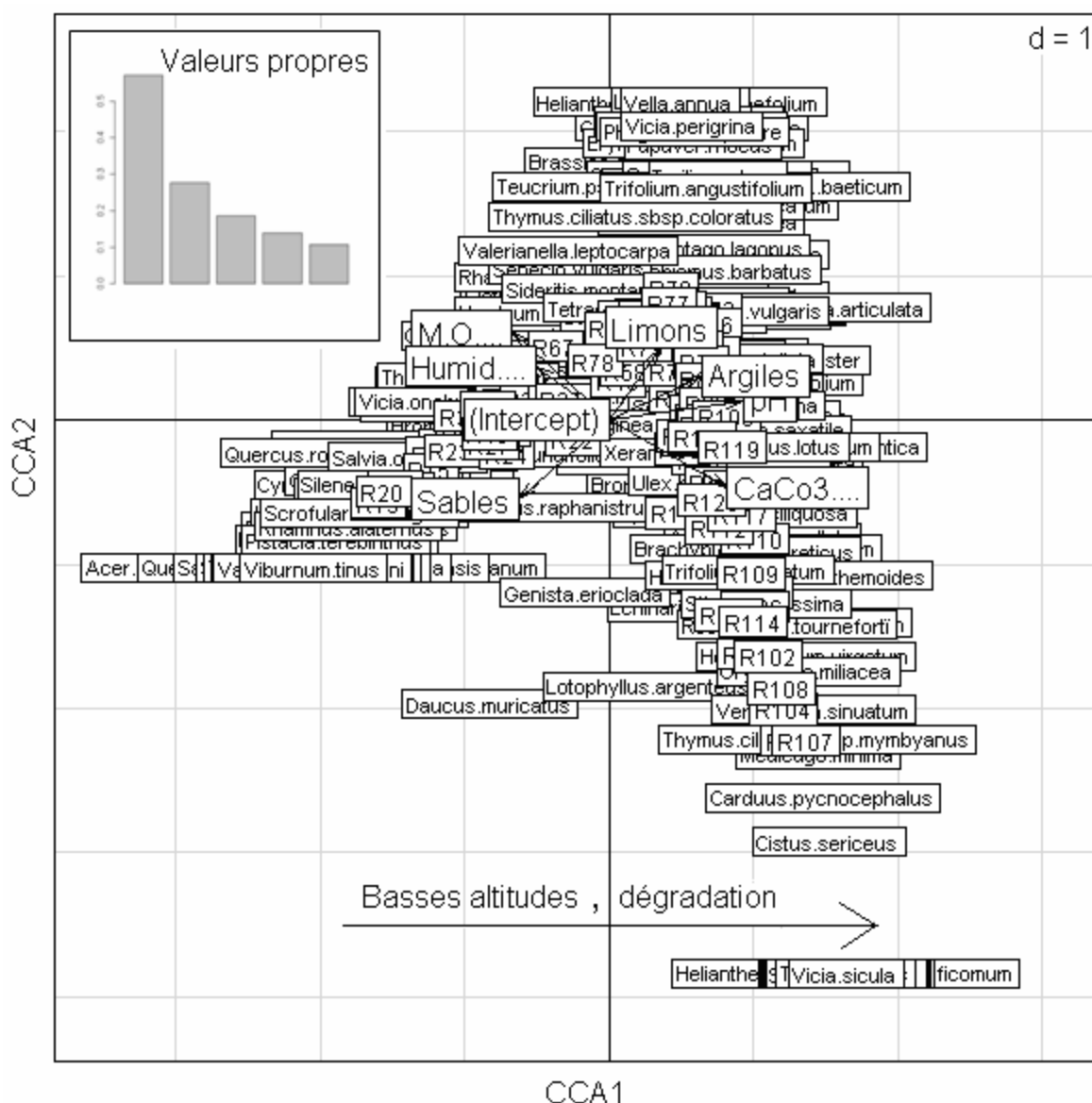


Figure 33- Graphique ACC Plan 1-2 « Projection des individus espèces – relevés floristiques et les variables édaphiques du milieu d'étude ».

L'examen du plan ACC 1-2 (**figure 33**), montre une forte corrélation entre le calcaire total (CaCO_3) dans la partie négative de l'axe 2 et entre les limons dans la partie positive. En fin de compte l'écologie de l'axe 2 (**figure 33**), peuvent être définie par un gradient d'aridité et anthropique. En fait, cet axe est difficile à interpréter puisqu'il oppose deux milieux dégradés de basse altitude.

Les formations limoneuses d'origine préforestière vers le haut avec une dégradation vraie représentées par les relevés «R70 (0,91) ; R76 (0,78) ; R53 (0,77) ; R56 (0,67) ; R55 (0,68) », et les formations plus arides sur calcaire vers le bas, milieux naturellement ouverts, mais également anthropisés par le pâturage « R103 (-2,23) ; R107 (-2,22) ; R104 (-2,01) ; R108 (-1,86) ».

Le premier étant riche en matière organique, il permet une bonne rétention en eau, le second possède une quantité importante de calcaire totale. **MICHALET, (1991)** a souligné que les sols à taux élevés en calcaire actif sont des sols à complexe absorbants saturés en calcium, et qui sont très réponsifs en climat semi- aride.

Le regroupement des relevés par une classification hiérarchique avec - AFD - « l'analyse factorielle discriminante » (**figure 34**), nous a permis de définir six groupements de relevés végétaux. L'analyse de la composition floristique à partir de la fréquence des espèces permet de caractériser chacun de ces groupements auquel on associe six 6 types de formations forestières :

- Une formation forestière (groupement A), où le chêne vert, espèce dominante par excellence est en mélange avec le *Quercus faginea* Lamk. subsp. *Tlemceniensis*, situé aux alentours de 1350 m d'altitude « forêt de Tesser Mramet » (**figure 35**).
- des formations préforestières (Groupes B, C et D) en position intermédiaire de pente « Station d'El-Hamri (**figure 36**), Sguifa (**figure 37**) et Mendjel (**figure 38**) », constituée par des groupements à chêne vert, à thuya et d'autres espèces sclérophylles, qui présentent des fortes fréquences comme : *Pistacia lentiscus* L., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *rufescens*, *Olea europea* L. var. *Oleaster*, *Rhamnus lycioides* L.).
- des matorrals à différents stades d'évolutions (Groupes E et F), situés dans les zones de faibles altitudes « Station Djemb El-Kelakh (**figure 39**) et El-Guern (**figure 40**) », occupés par le thuya avec différentes espèces xérophytes tels que : *Stipa tenacissima* L., *Globularia alypum* L., *Rosmarinus tournefortii* Murb. et pelouses (*Ulex boivini* Pourret., *Bromus rubens* L., *Bellis silvestris* Cyr., *Pallenis spinosa* L. Cass., *Paronychia argentea* Lam., *Avena sterilis* L., *Aegilops triuncialis* L.,...), avec en outre la présence de quelques reliques éparses de chêne vert.

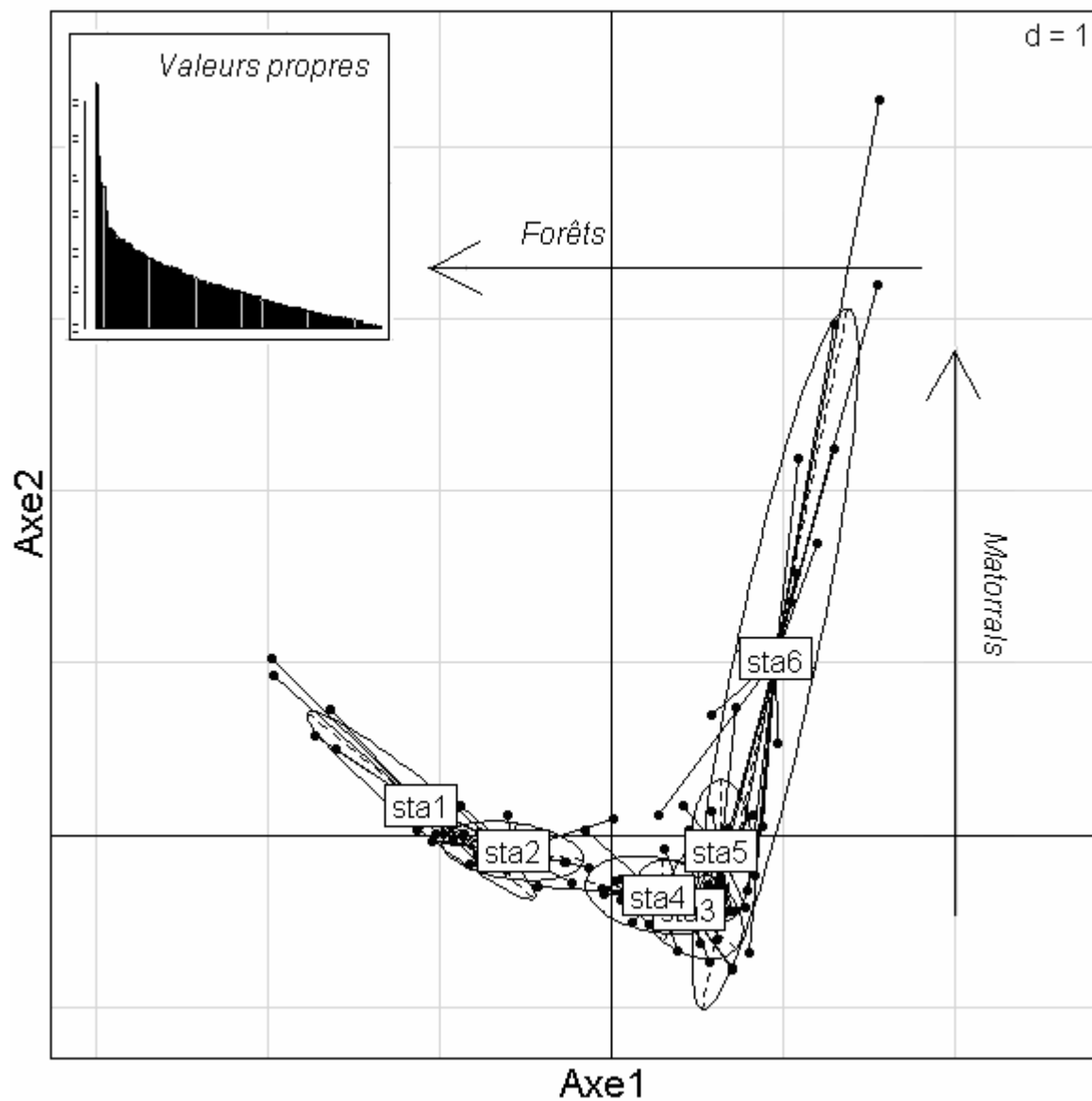


Figure 34- Projection des relevés sur le plan 1-2 de l'AFD : chaque relevé est représenté par un point et l'on place l'étiquette des stations au centre de gravité du nuage de points relevés qui lui correspond.

IV.1.2. Syntaxonomie et détermination des groupements végétaux à chêne vert

et à thuya de berberie :

IV.1.2.1. Syntaxonomie :

Les résultats de **DAHMANI (1984, 1988, 1989 et 1997)** réunissent les associations liées à la dégradation des groupements à chêne vert dans les monts de Tlemcen, elle fait ressortir les caractéristiques suivantes :

Au sein de la classe des *Quercetea ilicis* et de l'alliance *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae* (plus mésophile), **DAHMANI, (1997)** a décrit une association plus continentale et alticole (*Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae*) définie dans les monts de Tlemcen est retrouvée également dans l'Ouarsenis, les monts du Hodna et les Aurès, sous aspect forestier « *viburnetosum tini* nov. s/ass. » (Occupe une position charnière entre le méso et le supraMéditerranéen), ou dégradé « *pistacietosum terebinthi* nov. s/ass. ».

Elle présente une forte affinité avec le *Sileno melliferae-Quercetum rotundifoliae*, décrit au Maroc, notamment la sous-association *balansaeetosum*. Cette association garde un aspect forestier de l'ordre de *Quercetalia ilicis*.

Les groupes préforestiers de l'ordre des *Pistacio-rhamnetalia alaterni* s'intègrent dans deux nouvelles alliances (**DAHMANI, 1997**) :

-Le *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosi* nov.all , caractériser par la présence de *Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* (nouvelle association), développée sur substrat calcaire, dont la sous association *genistetosum atlanticae* à caractère plus xérique et plus continental, apparaissant sur les piémonts Sud des monts de Tlemcen.

- *Calicotomo intermediae – Quercion cocciferae* nov.all., elle représenté dans les monts de Tessala et des Traras par l'association : *cocciferetosum* correspondant à des taillis mixtes de chêne vert-chêne kermès calcicoles ; *arbutetosum unedi* réunissant des formations plus basses et silicicoles ; *calicotometosum intermediae* représentant une forme plus ouverte dominée par le *calycotome* et le diss.

Une situation des chênaies préforestières et matorrals (Atlas saharien), le *Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae* nov .ass (**DAHMANI, 1997**), relevant de l'alliance *Junipero oxycedri-Rhamnion atlanticae*, (**QUEZEL, BARBERO et BENABID, 1987**) correspond à des formations à chêne vert, genévriers oxycèdre et rouge, alfa. S'intégrer dans l'ordre de *Pistacio-Rhamnetalia*.

Les matorrals issus de la dégradation de la chênaie verte et dont l'extension en Algérie est nettement favorisée par l'intense pression anthropique, s'intègrent dans la classe des *Rosmarinetea officinalis* (**Br-BI.1947 ; RIVAS-MARTINEZ, DIAZ, PRIETO, LOIDI et PANAS, 1991**), essentiellement dans l'ordre des *Cisto mauritanici-Thymetalia munbyani* (**QUEZEL, BARBERO, BENABID, LOISEL et RIVAS MARTINEZ 1992**). Cet ordre est défini au Maroc, mais s'étendant à tout le Maghreb, puisque reconnu également en Tunisie. Ces matorrals se répartissent dans deux alliances distinctes en fonction de leur localisation géographique.

- Les matorrals occidentaux s'intègrent au *Genisto atlanticae-Cistion villosi*, alliance définie dans les monts de Tlemcen, réunissant des matorrals du méso méditerranéen (**DAHMANI, 1984**) et très affine à l'alliance marocaine *Stachelino macrocephaliae-Genistion pseudoretamoidis*. Ils sont représentés par trois par trois associations :

- L'association type de l'alliance : *Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlanticae*, déjà décrite dans les Monts de Tlemcen sous deux aspect, *quercetosum* et *pinetosum* est retrouvée sous une forme plus ouverte, infiltrée par des espèces steppiques (*stipetosum tenacissimae*) dans les monts de Daya.

- La dégradation poussée du couvert végétal donne lieu au développement de matorrals bas de l'*Helianthemo pilosi-Thymetum munbyani*.

- Les formations mixtes à pin d'Alep et chêne vert en mélange parfois avec le thuya et le chêne kermès constituent l' *Helianthemo racemosi-Genistetum atlanticae* également décrit dans les monts de Tlemcen (**DAHMANI, 1984**) et rencontré jusque dans la région du Telagh et Frenda à travers ses deux aspects : *globularietosum alypi* et *pinotosum*.

- Les matorrals centro-orientaux semblent pouvoir se rattacher à l'alliance tunisienne *Erinaceo schoenenbergeri- Genistion speciosae* **DAHMANI, (1997)**.

L'étude des pelouses issues d'une dégradation plus poussée des formations à chêne vert a été réalisée par **DAHMANI, (1997)**. Les pelouses thérophytiques qui occupent les clairières de groupements forestiers et préforestiers s'inscrivent dans la classe des *Tuberarietea guttatae* (**Br.Bl., 1940**). L'ordre des *Brachypodietalia distachyae* et l'alliance *Thero-Brachypodion* (**Br.Bl., 1925**). Et qui sont bien représentés dans notre zone d'étude :

- L'association *Filago pyramidatae-Plantaginetum lagopi* nov.ass., représente les clairières observées au sein des taillis de chêne vert ouverts de l'Atlas tellien à moyenne altitude. Celle-ci présente soit sous forme d'erme à diss-asphodèle-urginée (*ampélodesmetosum*) soit sous forme de pelouse herbacée (*hypochoeridetosum achyrophori*). La sous-association *thymetosum blecheiriani* occupe les vides existant au sein des matorrals oranais du *Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae*.

- L'association *Echinario capitatae- Euphorbietum falcatae* nov.ass, correspond à une pelouse thérophytique plus xérique, occupant en Oranie les vides du *Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlanticae* (**DAHMANI, 1997**).

Les groupements nitrophiles qui se substituent aux pelouses thérophytiques précédentes se rattachent à la classe des *Stellarietea mediae* (**Br-Bl., 1931**) et surtout à l'ordre *Secalietalia*, soulignant ainsi la forte imprégnation du milieu naturel par des espèces habituellement plus fréquentes en zones cultivées. L'alliance *Secalio* (**Br.Bl., 1931**), est représentée par l'association *Poo bulbosae-Brometum rubentis* observée en ambiance aride dans l'Atlas saharien centro-occidental (**DAHMANI, 1997**).

D'après **BENABDELLI (1992)**, le cortège floristique fidèle à l'association du Thuya est composé essentiellement de : *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Calycotome villosa* sbsp *intermedia*, *Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus tournefortii*, *Teucrium polium*, *Globularia alypum*, *Cistus* sp.

FENNANE (1988) a défini les tétraclinaies du Maroc septentrional et oriental, il dit qu'il s'agit des peuplements du Rif, du moyen Atlas et du Maroc oriental et qu'on retrouve sous des aspects plus ou moins semblables à ceux de l'Algérie et de la Tunisie, l'auteur signale que dans cette partie du Maroc, les associations à *Tetraclinis articulata* se rattachent à deux classes différentes :

- Classe des « *Quercetea ilicis* » pour les associations pré forestières et la classe des « *Ononido-Rosmarinetea* », pour les peuplements à thuya dans les matorrals généralement à base d'Alfa.

En Algérie, la majorité des peuplements se structurant au tour de cette essence se rattachant à l'ordre des formations pré forestières des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* en ambiance semi-aride. Néanmoins, en ambiance sub humide de l'Algérois, apparaissent des groupements forestiers qui, du point de vue syntaxonomique, ne peuvent s'écarter que dans l'ordre des *Quercetalia ilicis* et en particulier dans l'*Oleo sylvestris- Quercion rotundifoliae-suberis*. Au sein de ces unités supérieures, **HADJADJ AOUL (1995)**, a pu individualiser 15 associations dont 12 sont nouvelles.

L'ordre de *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, est celui qui englobe le plus grand nombre des tétraclinaies oranaises **HADJADJ-AOUL (1995)**, de même pour les tétraclinaies marocaines (**FENNANE 1987**). Il occupe l'étage thermo méditerranée, où il atteint son optimum dans le bioclimat semi-aride et débordé de quelque peu dans le semi-aride supérieur et le sub humide dans les variantes à hiver chaud, tempéré et frais et ce, sur tous les types de substrats.

L'alliance *Asparago-Rhamnion oleoidis* (**RIVAS-MARTINEZ, 1975**), regroupe certaines tétraclinaies de l'Ouest algérien définies par **DAHMANI (1984)** et **HADJADJ-AOUL (1988 ; 1995)**. Au sein de cette alliance, **HADJADJ-AOUL, (1995)** a décrit une nouvelle association : *Ampelodesmo mauritanicum-Tetraclinitum articulatae* qui renferme à son tour une sous association qui reflète l'aspect pré-forestier dériver d'une chênaie verte appelée *Chamaeropetosum humilis* à des altitudes allant de 700 à 1300m.

L'impact anthropique que subissent ces formations induit souvent une dynamique régressive (matorralisation) qui parfois semble irréversible. Ces groupements de matorrals arborés se rattachent à la classe des *Rosmarinetea officinalis* où *Tetraclinis articulata* apparaît comme une des dernières espèces arborescentes. Au sein de cette classe, 07 associations ont été décrites par **HADJADJ-AOUL (1995)**, sont rattachées à l'ordre des *Cisto mauritanici-Thymetalia mumbyani*.

Cet ordre, regroupe deux alliances : *Ulici africana-Rosmarinion tournefortii* et *Staehelino macrocephalae-Genistion pseudoretamoidis* (**QUEZEL, BARBERO, BENABID, LOISEL, et RIVAS-MARTINEZ, 1992**).

La première alliance, elle se développe soit dans le semi aride soit dans le sub humide, mais toujours dans la variante du littoral oranais et algérois au thermoméditerranéen.

L'alliance *Staehelino macrocephalae- Genistion pseudoretamoidis* semble couvrir les régions sublittorales de l'Atlas tellien depuis les monts de Tlemcen jusqu'aux revers méridionaux des Monts de Médéa. Là, elle occupe aussi bien l'étage thermo méditerranéen (supérieur) que le mésoméditerranéen. Le bioclimat est du type semi-aride supérieur, sub-humide tempéré à frais.

Au sein de cette alliance **HADJADJ-AOUL, (1995)** a décrit une nouvelle association : *Globulario alypi – Tetraclinetum articulatae*, qui présente une physionomie de matorral arboré à base de *Tetraclinis articulata* et *Quercus coccifera*, *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*, *Bupleurum balansae*, *Anarrhinum fruticosum* et *Thymus mumbyanus*, genêts et cistes.

IV.1.2.2. Détermination des groupements végétaux de la zone d'étude :

On s'est penché sur l'AFC dans le but de déceler les relevés susceptibles de faire partie d'un même groupement. Pour cette analyse, nous avons retenu les relevés qui apportent le plus d'informations à l'axe considéré, autrement dit ceux qui présentent toujours une contribution totale relative (CTR) ; tout en se basant sur l'ensemble des relevés ayant une forte contribution relative.

Il est à noter qu'on ne saurait se contenter d'analyser qu'uniquement le plan factoriel 1-2 pour l'identification des groupements végétaux, et ceci vu les valeurs propres et le taux d'inertie des axes factoriels (axe 1-axe 2), confirmant que ces derniers renferment le maximum d'information.

Le regroupement des relevés par une classification hiérarchique avec - AFD - « l'analyse factorielle discriminante », nous a permis de définir 06 six groupements de relevés végétaux. L'analyse de la composition floristique à partir de la fréquence des espèces permet de caractériser chacun de ces groupements auquel on associe six 06 types de formations forestières.

L'analyse phytoécologique, entreprise au niveau de la zone d'étude, a permis de distinguer six communautés végétales. Les groupements végétaux déterminés sont présentés selon la nature physionomique et la structure de la végétation naturelle.

IV.1.2.2.1. Description des groupements végétaux :

- Groupement A (G1) :

Ce groupement représente les **forêts à chêne vert, chêne zeen** et genévrier oxycèdre, rattaché à la classe des Quercetea et Quercetalia ilicis. Il réunit des relevés qui sont effectués dans la station 1 (FD.Tesser Mramet), et qui sont situés à des altitudes relativement plus élevées (1350 m) dans la zone d'étude. Le recouvrement de la végétation y est souvent assez dense, mais l'examen du cortège floristique montre une présence de thérophytes indicatrices de surpâturage avec d'autres espèces dont la dégradation est indiquée par la présence de *Pistacia terebinthus*, *Ampelodesma mauritanica*, *Genista tricuspidata*, *Asphodelus microcarpus*, *Ferula communis*, *Jasminum fruticans*... Parmi les espèces caractéristiques des Quercetea ilicis, *Juniperus oxycedrus* occupe une place importante (témoignant de l'état médiocre de ces chênaies). Nous retrouvons également *Rubia peregrina*, *Asparagus acutifolius*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Ruscus aculeatus*, *Quercus faginea* sbsp *tlemcensis*, *Cytisus triflorus*, *Rosa canina*.... Permettant l'affiliation de ce groupement au Quercetalia ilicis **BRAUN-BLANQUET (1947)**.

Ces dernières présentent une formation forestière à *Quercus rotundifolia* L. et *Quercus faginea* L.,. Concernant ce groupe végétal, **DAHMANI, (1997)** a décrit une association plus continentale et alticole (*Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae*) formée surtout par ces espèces sur les Monts du Hodna, l'Ouarsenis et les Aurès, sous aspect forestier « *viburnetosum tini* » de l'ordre de *Quercetalia ilicis* et l'alliance *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae* (plus mésophile). Elle présente une forte affinité avec le *Sileno melliferae-Quercetum rotundifoliae*, décrit dans le moyen Atlas Marocain **QUEZEL, BARBERO et BENABID, (1987)**, qui assure la continuité géographique et écologique avec celle de la dorsale des monts de Tlemcen.

Tableau 20- G1: *Quercus rotundifolia*-*Quercus faginea* ssp *Tlemceniensis*.

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Altitude x 10 :	110	115	117	119	120	123	126	126	125	128	128	127	129	129	130	130	131	130	131	135			
Exposition :	NW	W	SW	SW	NW	W	N	NW	NE	NW	N	SE	SW	N	W	NW	W	NW	N	NW			
Inclinaison :	15	18	20	25	17	23	12	11	21	15	13	25	15	15	20	15	13	15	8	16			
Recouvrement :	75	70	60	50	75	45	60	75	65	75	85	55	45	65	70	91	80	85	80	75			
Substrat :	C	C	C	C	GC	GC	GC	GC	C	GC	GC	C	C	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC			
Caractéristiques des Quercetalia et Quercetea ilicis																					F.A	F.R (%)	
<i>Quercus rotundifolia</i>	4.3	4.4	3.3	3.3	4.3	3.2	4.3	4.4	4.3	4.3	5.4	4.4	2.3	4.3	4.3	5.4	4.4	5.3	5.4	4.4	20	100	
<i>Juniperus oxycedrus s</i>		+	2.1	2.2	+		3.2		+				2.1	3.2	+	3.2		1.1	+	1.1	13	65	
<i>Teucrium fruticans</i>									+	+		+	1.1				2.1	+	1.1		7	35	
<i>Balansaea globerrima</i>			1.1						+									+	+	1.1	+	6	30
<i>Rubia peregrina</i>	+										+	+				1.1		+		+	6	30	
<i>Ruscus aculeatus</i>												1.1	+		+		1.1	+	1.1		6	30	
<i>Asparagus acutifolius</i>									+		1.1	+		+			+	+			6	30	
<i>Lonicera implexa</i>													+			+			+	+	1.1	5	25
<i>Phillyrea angustifolia</i>	+												+		+			+		1.1	4	20	
<i>Viburnum tinus</i>																	+	1.1	+	+	4	20	
<i>Festuca triflora</i>												+						+	+	+	4	20	
<i>Arisarum vulgare</i>						1.1	+			+								+			4	20	
<i>Quercus faginea</i>																	+	2.1		1.1	3	15	
<i>Silene italica</i>													+				+			+	3	15	
<i>Myosotis versicolor</i>													+					+		+	3	15	
<i>Cytisus triflorus</i>															+	+			+		3	15	
<i>Nepeta multibracteata</i>									+		1.1										2	10	
<i>Ranunculus spicatus</i>																+		+			2	10	
<i>Rosa canina</i>																		2.1		+	2	10	
<i>Arbutus unedo</i>																	+		+		2	10	
<i>Rosa sempervirens</i>									+							+					2	10	
<i>Prasium majus</i>															+					+	2	10	
<i>Crataegus oxyacantha</i>							+														1	5	
<i>Satureja vulgaris</i>																		+			1	5	
<i>Aristolochia longa</i>																		+			1	5	

- **Groupe B (G2) :**

La majorité des relevés ont été réalisés au niveau de la station 2 (El-Hamri). Au plan physiologique, ce groupe se présente comme un **matorral moyen** organisé par *Quercus rotundifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Amplodesma mauritanica*, *Génista tricuspidata*, *Cistus salvifolius*, *Carex halleriana*, *Daphne gnidium*, avec un sous-bois dominé par des thérophytes plus ou moins nitrophiles.

Toutefois, le cortège floristique reste qualitativement dominé par les caractéristiques des Quercetea ilicis et des Pistacio-Rhamnetalia, ce qui permet son maintien dans ces unités préforestières.

Il présente une forte affinité avec les groupes préforestiers de l'alliance *Genista tricuspidatae-Calicotomion spinosi* de l'ordre des ***Pistacio-rhamnetalia alaterni* (DAHMANI, 1997)**, en particulier avec l'association *Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* décrite par **DAHMANI 1997**, ce **Groupe** développé sur substrat calcaire, dont la sous association *genistosum atlanticae* à caractère plus xérique et plus continental, apparaissant sur les piémonts Sud des monts de Tlemcen.

Tableau 21- G2: *Q. rotundifolia*-*Calycotom spinosa* –*Genista sp.*

Numéro des relevés :	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Altitude x 10 :	102	102	103	105	104	104	102	103	105	103	105	104	104	104	105	106	105	106	106	106
Exposition :	W	W	SW	SW	NW	NW	W	N	N	SW	W	NW	W	W	NW	NW	W	W	S	NW
Inclinaison :	15	20	16	23	14	14	12	19	21	23	11	15	25	25	13	15	17	12	15	18
Recouvrement :	55	40	70	65	60	60	65	45	50	55	70	60	50	45	65	40	40	70	75	70
Substrat :	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol

Caractéristiques des Pistacio-Rhamnetalia alaterni

F.A F.R (%)

<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	+	+			+	+	+	1.1				+	+	+		1.1	1.1	1.1		+	13	65		
<i>Chamaerops humilis</i>				+				+	1.1	+	+				+	1.1	2.1				8	40		
<i>Jasminum fruticans</i>	+	+	+									+	+		+			+			7	35		
<i>Daphne gnidium</i>					+					+		+				1.1	1.1		+		6	30		
<i>Calycotome spinosa</i>		+														+	+	+			4	20		
<i>Rhamnus lycioides</i>												+		+					+	+	4	20		
<i>Genista erioclada atlantica</i>																				+	+	2	10	
<i>Asparagus stipularis</i>																+					+	2	10	
<i>Pistacia lentiscus</i>									+												+	2	10	
<i>Hedera helix</i>																				+		1	5	
<i>Festuca caerulea</i>																						+	1	5
<i>Pistacia terebinthus</i>			+																			1	5	
<i>Osyris alba</i>				+																		1	5	
<i>Rhamnus alaternus</i>				+																		1	5	
<i>Clematis flammula</i>																					+	1	5	

Caractéristiques des Quercetea ilicis

<i>Quercus rotundifolia</i>	3.2	2.2	4.4	4.3	3.2	3.2	3.3	1.1	2.2	3.3	4.3	3.2	3.1	2.1	3.2	2.2	2.1	4.3	5.4	4.4	20	100		
<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	+	+			1.1	+	2.2	1.1	+			+	+	+	1.1	3.1		+	+	15	75		
<i>Rubia peregrina</i>												+				+	+	+	+	+	6	30		
<i>Phillyrea angustifolia</i>													+	+				+	2.1	+	5	25		
<i>Asparagus acutifolius</i>										+	+							1.1	+	+	5	25		
<i>Teucrium fruticans</i>				+	+											+			+	+	5	25		
<i>Arisarum vulgare</i>																+	+		1.1	+	4	20		
<i>Lonicera implexa</i>																				+	+	+	3	15

<i>Bupleurum rigidum</i>										+	+	2	10
<i>Crataegus oxyacantha</i>										+		2	10
<i>Ranunculus spicatus</i>												+	5
<i>Rosa sempervirens</i>												+	5
Caractéristiques des Rosmarinetea officinalis													
<i>Genista tricuspidata</i>													20
<i>Ulex boivini</i>													15
<i>Catananche coerulea</i>													15
<i>Stipa tenacissima</i>													15
<i>Atractylis humilis</i>													15
<i>Thymus ciliatus coloratus</i>													15
<i>Cistus salvifolius</i>													15
<i>Asparagus albus</i>													10
<i>Alyssum alpestre</i>													10
<i>Rosmarinus officinalis</i>													10
<i>Helianthemum cinereum</i>													10
<i>Cistus villosus</i>													10
<i>Coronilla minima</i>													5
<i>Dianthus caryophyllus</i>													5
<i>Thymus algeriensis</i>													5
<i>Erysimum bocconei</i>													5
<i>Catananche caespitosa</i>													5
<i>Fumana fontanesii</i>													5
<i>Alyssum parviflorum</i>													5
<i>Satureja graeca</i>													5
<i>Sedum sediforme</i>													5
<i>Sideritis montana</i>													5
<i>Lotophyllus argenteus</i>													5
<i>Linum suffruticosum</i>													5
<i>Leuzea conifera</i>													5
<i>Lavandula dentata</i>													5
Caractéristiques des Tuberarietea guttatae (Thero-Brachypodion)													
<i>Bellis silvestris</i>													35
<i>Pallenis spinosa</i>													15
<i>Paronychia argentea</i>													15
<i>Salvia officinalis</i>													10

<i>Ammoides verticillata</i>			+	1.1							2	10		
<i>Echinaria capitata</i>					+						1	5		
<i>Brachypodium distachyum</i>						+					1	5		
<i>Senecio vulgaris</i>			+								1	5		
<i>Xeranthemum inapertum</i>			+								1	5		
<i>Micropus bombycinus</i>											+	1	5	
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>			+									1	5	
<i>Trifolium stellatum</i>						+						1	5	
<i>Alyssum campestre</i>											+	1	5	
<i>Valerianella leptocarpa</i>											+	1	5	
Caractéristiques nitratophiles des Stellarietea mediae.														
<i>Thlaspi perfoliatum</i>			+			+					+	+	6	30
<i>Aegilops triuncialis</i>	1.1										+	+	5	25
<i>Bromus madritensis</i>											+	+	5	25
<i>Bromus rubens</i>			+			+						+	4	20
<i>Marrubium vulgare</i>	1.1										+		4	20
<i>Galium aparine</i>											+	+	3	15
<i>Sinapis arvensis</i>												+	3	15
<i>Calendula arvensis</i>			+										3	15
<i>Scorpius muricatus</i>												+	2	10
<i>Biscutella didyma</i>												+	1	5
<i>Ornithogalum umbellatum</i>			+										1	5
<i>Hordeum murinum</i>												+	1	5
<i>Kentranthus calcitrapa</i>													1	5
<i>Capsella bursa-pastoris</i>													1	5
<i>Erodium moschatum</i>												+	1	5
<i>Lamium amplexicaule</i>			+										1	5
<i>Cerastium glomeratum</i>													1	5
<i>Geranium atlanticum</i>													1	5

Autres espèces :

Dactylis glomerata 1.1 (29), + (22,28,30,35,37) ; *Carex halleriana* + (31,32, 38,39) ; *Galium parisiense* + (33,39) ; *Ruta montana* + (34,38) ; *Brassica amplexicaulis* + (29) ; *Cynosurus echinatus* + (24) ; *Knautia arvensis* + (34) ; *Scrofularea laevigata* + (40) ; *Silene glaberrima* + (36) ; *Phlomis boveï* + (35) ; *Arabis auriculata* + (40) ; *Gladiolus byzantinus* + (22) ; *Vicia onobrychoides* + (26) ; *Borago officinalis* + (40) ; *Cynoglossum dioscoridis* + (28) ; *Cynoglossum clandestinum* + (29) ; *Saxifraga tridactylites* + (40) ; *Reseda luteola* + (29) ;

Espèces anthropozoïques : *Asphodelus microcarpus* 1.1 (22,37), + (29,30,36) ; *Urginea maritima* 2.1 (28), 1.1 (36), + (29,35,40) ; *Ferula communis* + (22,28,36,39).

Lieu dit : Station 2 . El-Hamri.

- Groupement C (G3) :

Ce groupement est constitué par les relevés qui font partie de la station 3 (Sguifa), formé par un **matorral moyen à thuya** en mélange au chêne vert dans le climat sub-humid inférieur frais avec une altitude moyenne (1020 m) qui correspond à l'étage mésoméditerranéen.

Ce groupement est caractérisé par *Ampelodesma mauritanicum* particulièrement abondante, *Tetraclinis articulata* que l'on retrouve dans tous les relevés, mais aussi, des différentielles de milieux plus ouverts tels que *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus officinalis* et *Globularia alypum*.

Compte tenu de la fréquence de *Juniperus oxycedrus sbsp rufescens*, de *Quercus coccifera*, et plusieurs espèces de la série du chêne vert, tel que : *Daphne gnidium*, *Asparagus acutifolius*, *Teucrium fruticosum*... , il est clair que cette tétraclinaie dérive d'une chênaie verte, ce qui nous ramène à rattacher cet ensemble au *Pistacio-Rhamnétalia alaterni*.

Par ailleurs, en Algérie et particulièrement en Oranie ce groupement offre beaucoup d'affinité physiologique et floristique avec *Ampelodesmo mauritanicum-Tetraclinitum articulatae* (**HADJADJ AOUL, 1995**) de l'ordre des *Cisto mauritanici-Thymétalia mumbanyi*, alliance *Asparago-Rhamnion oleoidis* (**RIVAS-MARTINEZ, 1974**) , et qui renferme à son tour une sous association qui reflète l'aspect préforestier dériver d'une chênaie verte (*Quercus rotundifolia*) appelée *Chamaeropetosum humilis* à des altitudes allant de 700 à 1000 m.

Tableau 22- G3 : *Tetraclinis articulata*-*Ampelodesma mauritanicum*.

Numéro des relevés :	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Altitude x 10 :	85	87	83	89	98	97	90	95	90	100	100	101	102	100	101	102	102	102	101	102
Exposition :	SW	W	SW	SW	W	SW	S	W	S	W	W	W	W	SW	W	W	W	SW	S	SW
Inclinaison :	20	19	23	18	15	17	23	21	17	14	19	18	15	20	17	15	13	25	30	12
Recouvrement :	45	50	40	45	70	50	45	50	60	65	55	65	60	50	50	60	70	55	45	60
Substrat :	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol

Caractéristiques des Pistacio-Rhamnetalia alaterni

F.A F.R (%)

<i>Tetraclinis articulata</i>	1.1	2.1	+	2.2	3.3	1.1	+	+	1.1	2.1	2.2	3.3	4.4	2.1	3.2	4.2	4.3	1.1	+	2.2	20	100
<i>Pistacia lentiscus</i>	1.1	+	2.1	1.1	+		2.1			+	+	2.1	+	1.1	+	+	+		+		15	75
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	+	+	3.2	2.1	+		1.1				1.1		+		+		+		+	+	12	60
<i>Calycotome villosa</i>		+	+			+							+	1.1	+			+	1.1	1.1	8	40
<i>Chamaerops humilis</i>			2.2	2.1	+	2.1	+		+									1.1			7	35
<i>Rhamnus lycioides</i>		+							+		+								+	+	5	25
<i>Quercus coccifera</i>						+			+							+		+			4	20
<i>Daphne gnidium</i>			+									+							+		3	15
<i>Jasminum fruticans</i>		+						+													2	10
<i>Asparagus stipularis</i>		1.1											+								2	10
<i>Ceratonia siliqua</i>						+															1	5
<i>Osyris quadripartita</i>		+																			1	5

Caractéristiques des Quercetea ilicis

<i>Juniperus oxycedrus</i>		1.1	+		1.1			1.1	+							+			+		7	35
<i>Phillyrea angustifolia</i>						+				1.1	+	+					+	+	+		7	35
<i>Arisarum vulgare</i>						+		+					+		+	+	+				6	30
<i>Quercus rotundifolia</i>		+	+		+			+										1.1			5	25
<i>Olea europea</i>								+				+			+	+					4	20
<i>Asparagus acutifolius</i>		+	1.1		+			+													4	20
<i>Teucrium fruticans</i>					+			+											+		3	15
<i>Ranunculus spicatus</i>			+	+																	2	10

<i>Teucrium pseudochamaepitys</i>									+	+	2	10		
<i>Scabiosa stellata</i>	+		1.1								2	10		
<i>Anagalis arvensis</i>										+	+	2	10	
<i>Trifolium stellatum</i>				+							+	2	10	
<i>Convolvulus althaeoides</i>											+	2	10	
<i>Galium mollugo</i>	+		1.1									2	10	
<i>Pallenis spinosa</i>											+	+	2	10
<i>Plantago lagopus</i>											+	+	2	10
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>											+	+	2	10

<i>Salvia verbeneca</i>													+	+	1	5	
<i>Xeranthemum inapertum</i>															+	1	5
<i>Senecio vulgaris</i>															+	1	5
<i>Micropus bombycinus</i>															+	1	5
<i>Allium triquetrum</i>															+	1	5
<i>Satureja rotundifolia</i>															+	1	5
<i>Alyssum campestre</i>															+	1	5
<i>Chrysanthemum paludosum</i>															+	1	5
<i>Eryngium tricuspdatum</i>															+	1	5

Caractéristiques nitratophiles des Stellarietea mediae.

<i>Bromus rubens</i>	+																	+	+	4	20				
<i>Schismus barbatus</i>																				+	+	3	15		
<i>Aegilops triuncialis</i>																						+	3	15	
<i>Marrubium vulgare</i>																						+	2	10	
<i>Erodium moschatum</i>																						+	2	10	
<i>Sinapis arvensis</i>																						+	+	2	10
<i>Calendula arvensis</i>																						+	+	2	10
<i>Papaver rhoeas</i>																						+	1.1	2	10
<i>Rhaphanus raphanistrum</i>																						+		1	5
<i>Scorpius muricatus</i>																						+		1	5
<i>Torilis nodosa</i>																						+		1	5

<i>Capsella bursa-pastoris</i>		+		1	5			
<i>Galium aparine</i>			+	1	5			
<i>Biscutella didyma</i>				+	1	5		
<i>Ornithogalum umbellatum</i>					+	1	5	
<i>Hordeum murinum</i>						+	1	5

Autres espèces :

Dactylis glomerata 1.1 (43,46) , +(41,44,48,50,52,53,58) ; *Ballota hirsuta* + (42,44,57) ; *Carex halleriana* + (48,58) ; *Delphinium peregrinum* + (55,56) ; *Anthyllis tetraphylla* + (49,52) ; *Phagnalon rupestre* + (50,56) ; *Thapsia garganica* + (45) ; *Lathyrus latifolius* + (47) ; *Cynosurus echinatus* + (60) ; *Erodium hymenodes* + (51) ; *Linaria heterophylla* + (53) ; *Carlina racemosa* + (54) ; *Vicia perigrina* + (41) ; *Cynoglossum cherrifolium* + (59) ; *Cynoglossum dioscoridis* + (60) ; *Reseda luteola* + (46) ; *Lotus edulis* + (55) ; *Scolymus hispanicus* + (59) ; *Reseda alba* + (60) ;

Espèces anthropozoïques : *Asphodelus microcarpus* 1.1 (43 ; 48), + (42, 47,51,52,58) ; *Urginea maritima* 1.1 (42), + (41,43,44, 52,57) ; *Ferula communis* + (42,48,58).

Lieu dit : station 3- Sguifa

-Groupement D (G4) :

Les massifs montagneux de l'Oranie sont occupés entre 700 à 1100 m d'altitude par des formations où le chêne vert arbustif est souvent accompagné par *calicotome spinosa*. L'importance de l'impact humain dans ces formations se traduit par la constance d'*Ampelodesmos mauritanica* et de *Chamaerops humilis* pouvant, dans des stades de dégradation plus avancés, se substituer complètement au chêne vert (*Ampelodesmo mauritanicae-chamaeropetum humilis* **QUEZEL et al.,(1992)**).

Le caractère préforestier de ce groupement est marqué par la fréquence des espèces Pistacio-Rhamnetalia alaterni auxquels il s'intègre (station 4. Mendjel). Physionomiquement c'est un **matorral moyen** à chêne vert en mélange avec thuya. Au niveau d'alliance, il se rattache au *Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* dont il représente une étape où le chêne vert arbustif est associé au thuya et au chêne kermès. Sur le plan altitudinal, ce groupement se situe au dessus du *calicotomo intermediae-Tetraclinetum ariculatae* (**BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ 1981**), dont il diffère par la rareté de thuya, moins fréquente dans nos relevés et l'importance du chêne vert. Cette substitution du thuya par le chêne vert se traduit par la diminution des espèces thermophiles telles que : *asparagus albus*, *Asparagus stipularis*, *ceratonia siliqua*, *Rhamnus lycioides*, .et l'apparition de mésophiles telles que : *Balansaea glaberrima*, *Pistacia terebinthus*, *Rhamnus alaternus*. Il s'en distingue également par une plus grande représentativité des espèces de matorrals et des thérophytes nitrophiles des *Stellarietea mediae*. On peut noter l'affinité de ce groupement avec l'*Amplélodesmo mauritanicae-Chamaeropetum humilis* (**QUEZEL et al., 1992**). Mais il s'agit d'un stade moins dégradé où prédominent le chêne vert et le calicotome, permettant ainsi de définir un *calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* ; association caractérisée par les deux espèces ayant servi à la nommer.

Tableau 23- G4: *Q. rotundifolia*-*Calycotom spinosa* –*Tetraclinis arti*.

Numéro des relevés :	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Altitude x 10 :	80	79	85	85	87	83	96	90	92	93	95	94	93	96	98	97	97	98	98	98
Exposition :	S	SW	W	SE	SW	S	NW	SW	NW	S	SW	S	SW	W	NE	NW	NE	W	NW	N
Inclinaison :	15	10	15	16	20	13	18	15	21	16	19	14	13	15	17	15	8	25	23	20
Recouvrement :	55	45	60	55	60	45	70	50	65	50	65	50	55	50	60	50	35	65	45	60
Substrat :	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol

Caractéristiques des Quercetea ilicis

																					F.A	F.R (%)
<i>Quercus ilex</i>	+		1.1	+	2.2		3.1	+	1.1	+	1.1	+		+	1.1	+		2.2	1.1	+	16	80
<i>Olea europea Oleaster</i>		+	+	+		+							+		+			+	+		8	40
<i>Juniperus oxycedrus</i>			+				1.1	1.1	+								+	1.1			6	30
<i>Asparagus acutifolius</i>	+						+	+													3	15
<i>Arisarum vulgare</i>												+	+			+					3	15
<i>Teucrium fruticans</i>					+					+										+	3	15
<i>Phillyrea angustifolia</i>				+			+														2	10

Caractéristiques des Pistacio-Rhamnetalia alaterni

<i>Calycotome spinosa</i>	+	1.1	1.1	+		2.1		1.1	+	+		+	1.1	+	1.1	+		1.1	+		15	75
<i>Tetraclinis articulata</i>	2.2	2.2	+			1.1			+	2.1			3.1	2.2		3.1		1.1	+		11	55
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	1.1		1.1	1.1		+		+			1.1		+		+		+				9	45
<i>Chamaerops humilis</i>	+			+			1.1	2.2	+		+				1.1					2.1	8	40
<i>Pistacia lentiscus</i>		1.1		+	+	+				+					+		+				7	35
<i>Daphne gnidium</i>					+		1.1											+	+		4	20
<i>Rosmarinus tourneforti</i>												+		+						+	3	15
<i>Rhamnus lycioides</i>						+		+													2	10
<i>Jasminum fruticans</i>												+								+	2	10
<i>Asparagus stipularis</i>							+					+									2	10
<i>Osyris lanceolata</i>						+		+													2	10

Caractéristiques des Rosmarinetea officialis

<i>Globularia alypum</i>	1.1		+	+			+		+	+		+	7	35		
<i>Cistus villosus</i>		+		+			+						5	25		
<i>Teucrium polium</i>		+	+						+	+		+	5	25		
<i>Lolium rigidum</i>				+	+		+					+	4	20		
<i>Phagnalon saxatile</i>			+		+				+		+		4	20		
<i>Helianthemum ledifolium</i>			+	+			+		+				4	20		
<i>Catananche coerulea</i>		+		1.1			+				1.1		4	20		
<i>Stipa tenacissima</i>		+			+				+	+			4	20		
<i>Thymus ciliatus ssp coloratus</i>					+		+					+	4	20		
<i>Ulex boivini</i>		+			+				+			+	4	20		
<i>Sedum sediforme</i>		+							+		+	+	4	20		
<i>Fumana thymifolia</i>									+			+	3	15		
<i>Genista tricuspidata</i>				+	+							+	3	15		
<i>Asparagus albus</i>		+									+	+	3	15		
<i>Asperula hirsuta</i>											+		3	15		
<i>Helianthemum lavandulaefolium</i>		+		+							+		3	15		
<i>Dianthus caryophyllus</i>							+					+	2	10		
<i>Alyssum alpestre</i>		+			+								2	10		
<i>Satureja graeca</i>							+						1	5		
Caractéristiques des Tuberarietea guttatae (Thero-Brachypodion)																
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i>		1.1		+	+		+	+		+	+	+	1.1	+	11	55
<i>Eryngium tricuspidatum</i>		+		+	+	+	+			+			+	+	8	40
<i>Vella annua</i>					+	+	1.1			+		+	+		6	30
<i>Bellis silvestris</i>				+	+				+			+	1.1		5	25
<i>Paronychia argentea</i>		1.1				+			+			+	+		5	25
<i>Linum strictum</i>							+		+				+	+	4	20
<i>Brachypodium distachyum</i>									+			+	+		3	15
<i>Scabiosa stellata</i>									+	+	+				3	15
<i>Trifolium angustifolium</i>		+		+		+									3	15
<i>Convolvulus althaeoides</i>							1.1	+					+		3	15
<i>Galium mollugo</i>				+	+				+						3	15
<i>Pallenis spinosa</i>						+	+						+		3	15
<i>Plantago lagopus</i>									+			+		+	3	15
<i>Allium triquetrum</i>									+			+			2	10
<i>Salvia verbeneca</i>													+	+	2	10

-Groupement E (G5) :

Ce groupement dont les relevés proviennent de la station 5 (Djemb El-Kelakh) , est riche en éléments des *Rosmarinetea officinalis* : *Globularia alypum* ,*Rosmarinus tournefortii*, *Ulex boivini*, *Thymus ciliatus*, *Cistus salvifolius*, *Phagnalon saxatile*, *Helianthemum ledifolium*.

Ainsi, cette formation présente une physionomie de **matorral arboré** à base de globulaire, cistes, genêts, romarins et des bouquets de *Tetraclinis articulata* avec *Quercus Coccifera*.

Ces groupements de matorrals arborés se rattachent à la classe des ***Rosmarinetea officinalis*** de l'ordre des *Cisto mauritanici-Thymetalia mumbyani*, où *Tetraclinis articulata* apparaît comme une des dernières espèces arborescentes **HADJADJ-AOUL (1995)**. Notre groupement végétal est rattaché à l'alliance *Stachelino macrocephalae- Genistion pseudoretamoidis* semble couvrir les régions sublittorales de l'Atlas tellien depuis les monts de Tlemcen jusqu'aux revers méridionaux des Monts de Médéa. Là, elle occupe aussi bien l'étage thermo méditerranéen (supérieur) que le mésoméditerranéen.

Le bioclimat est du type semi-aride moyen tempéré. Au sein de cette alliance **HADJADJ-AOUL, (1995)** a décrit une nouvelle association : ***Globulario alypi – Tetraclinetum articulatae***, qui présente une physionomie de matorral arboré à base de *Tetraclinis articulata*, *Quercus coccifera*, *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*, *Bupleurum balansae*, *Anarrhinum fruticosum* et *Thymus mumbyanus*, genêts et cistes.

Tableau 24- G5 : Globularia alypum-Tetraclinis articulata.

Numéro des relevés :	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Altitude x 10 :	76	79	81	77	74	73	75	76	75	73	74	75	73	74	78	73	79	74	80	85
Exposition :	SE	SE	W	W	S	S	SE	SE	SE	S	SE	SE	S	SW	W	S	SW	S	W	SE
Inclinaison :	16	13	18	14	17	13	12	13	15	18	18	13	15	15	16	14	17	15	19	20
Recouvrement :	55	45	60	40	35	40	45	50	50	30	40	55	45	40	40	35	50	40	45	55
Substrat :	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal

Caractéristiques des Quercetea ilicis et Pistacio-Rhamnetalia alaterni

F.A F.R (%)

<i>Tetraclinis articulata</i>	2.2	2.1	3.2	1.1			1.1	2.1	1.1		+	2.1		+	+	1.1		+	1.1	14	70
<i>Pistacia lentiscus</i>	2.1		+	1.1		+						+	1.1			1.1	+	+		9	45
<i>Quercus coccifera</i>	1.1	+				+				+								+		5	25
<i>Chamaerops humilis</i>	1.1	+			1.1				+									+		5	25
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	+				1.1								+						+	4	20
<i>Calycotome villosa</i>	+	+				1.1													+	4	20
<i>Arisarum vulgare</i>	+		+		1.1							+								4	20
<i>Olea europea</i>				+		+		+				+								4	20
<i>Asparagus stipularis</i>					+	+										+				3	15
<i>Phillyrea angustifolia</i>				+								+					+			3	15
<i>Quercus rotundifolia</i>					+	+				+										3	15
<i>Juniperus oxycedrus</i>							+	+												2	10
<i>Asparagus acutifolius</i>					+	+														2	10
<i>Teucrium fruticans</i>					+	+														2	10
<i>Rhamnus lycioides</i>				+															+	2	10

Caractéristiques Cisto mauritanici-Thymetalia mymyyani et des Rosmarinetea officinalis

<i>Globularia alypum</i>	+	+	+	1.1		+		+	+	1.1		+				1.1	+		+	12	60
<i>Stipa tenacissima</i>			+			+				1.1		+			+		+	+	+	8	40
<i>Teucrium polium</i>			+		+	+				1.1		+			1.1		+	+		8	40
<i>Phagnalon saxatile</i>	+		+					+				+				1.1			+	6	30
<i>Atractylis humilis</i>					1.1		+	+		+			1.1							5	25

<i>Helianthemum ledifolium</i>	+	1.1				+	+			+	5	25			
<i>Thymus ciliatus mymbyanus</i>						+	+	+	+		4	20			
<i>Ulex boivini</i>			+		+	+				+	4	20			
<i>Fumana thymifolia</i>			+		+	+			+		4	20			
<i>Catananche coerulea</i>			+			+	1.1		+		4	20			
<i>Rosmarinus tourneforti</i>			+	+						+	3	15			
<i>Cistus creticus</i>			+	+						+	3	15			
<i>Rosmarinus officinalis</i>			+	+			+				3	15			
<i>Helianthemum virgatum</i>	+			+		+					3	15			
<i>Genista tricuspidata</i>				+	+						2	10			
<i>Anarrhinum fruticosum</i>	+		+								2	10			
<i>Helianthemum cinereum</i>					+				+		2	10			
<i>Sedum sediforme</i>							+	+			2	10			
<i>Cistus salvifolius</i>					+					+	2	10			
<i>Asperula hirsuta</i>				+						+	2	10			
<i>Asparagus albus</i>			+		+						2	10			
<i>Bupleurum balansae</i>	+										1	5			
<i>Linum tenue sbsp tenue</i>										+	1	5			
<i>Thymus vulgaris</i>									+		1	5			
<i>Cistus sericeus</i>										+	1	5			
<i>Alyssum alpestre</i>									+		1	5			
<i>Ruta chalepensis</i>					+						1	5			
<i>Satureja graeca</i>										+	1	5			
<i>Ononis pusilla</i>				+							1	5			
<i>Alyssum parviflorum</i>									+		1	5			
<i>Cistus albidus</i>					+						1	5			
<i>Centaurea pullata</i>										+	1	5			
<i>Helianthemum helianthemoides</i>									+		1	5			
<i>Linum suffruticosum</i>										+	1	5			
<i>Fumana laevipes</i>										+	1	5			
<i>Dianthus caryophyllus</i>				+							1	5			
Caractéristiques des Tuberarietea guttatae (Thero-Brachypodion)															
<i>Paronychia argentea</i>					+	+	1.1		+	+	+	+	7	35	
<i>Bellis silvestris</i>			+	+	1.1		+	+	1.1			+	7	35	
<i>Medicago minima</i>			1.1		+						+		+	4	20
<i>Pallenis spinosa</i>							+			+	+		+	4	20

<i>Brachypodium distachyum</i>		+		+			+		3	15	
<i>Anagalis arvensis</i>							+	+	+	3 15	
<i>Plantago lagopus</i>		+				+		+	3	15	
<i>Galium mollugo</i>		+			+	+			2	10	
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>								+	+	2 10	
<i>Trifolium stellatum</i>		+			+				2	10	
<i>Echium italicum</i>			+				+		2	10	
<i>Xeranthemum inapertum</i>					+				1	5	
<i>Echinaria capitata</i>								+	1	5	
<i>Salvia verbeneca</i>									+	1 5	
<i>Alyssum campestre</i>								+	1	5	
<i>Valerianella coronata</i>									+	1 5	
<i>Trifolium angustifolium</i>			+						1	5	
<i>Allium triquetrum</i>								+	1	5	
<i>Satureja rotundifolia</i>									+	1 5	
<i>Linaria reflexa</i>					+				1	5	
<i>Linum strictum</i>								+	1	5	
<i>Eryngium tricuspdatum</i>								+	1	5	
<i>Teucrium pseudochamaepitys</i>									+	1 5	
<i>Scabiosa stellata</i>									+	1 5	
Caractéristiques nitratophiles des Stellarietea mediae.											
<i>Bromus rubens</i>		+			+		+		1.1	+	5 25
<i>Marrubium vulgare</i>			1.1			+			+	3	15
<i>Bromus madritensis</i>						+			+	2	10
<i>Schismus barbatus</i>						+			+	2	10
<i>Avena Alba</i>				+	+					2	10
<i>Aegilops triuncialis</i>									+	+	2 10
<i>Calendula arvensis</i>								+	+	2	10
<i>Sinapis arvensis</i>									+	1	5
<i>Biscutella didyma</i>									+	1	5
<i>Rhaphanus raphanistrum</i>									+	1	5
<i>Erodium moschatum</i>									+	1	5
<i>Scorpius muricatus</i>									+	1	5

Autres espèces :

Dactylis glomerata 1.1 (76), + (62,63,71,73,77,78); *Oryzopsis miliacea* + (62,64,77,79); *Scolymus hispanicus* 1.1 (75), + (68,76); *Ruscus hypophyllum* + (65,73); *Lagurus ovatus* + (61,65); *Carduus pycnocephalus* + (65,66); *Erodium hirtum* + (67,78); *Anthyllis tetraphylla* + (76,79); *Scilla peruviana* + (72); *Lamarckia aurea* + (80); *Cynosurus elegans* + (71); *Arenaria serpyllifolia* + (61); *Anacyclus radiatus* + (72); *Muscari neglectum* + (69); *Nigella hispanica* + (70); *Lavatera trimestris* + (73); *Thapsia garganica* + (74); *Ajuga iva* + (72); *Delphinium peregrinum* + (64); *Fedia cornicopiae* + (64);

Verbascum sinuatum + (70); *Adonis annua* + (66); *Cynoglossum cherrifolium* + (78); *Ziziphus lotus* + (76).

Espèces anthropozoïques : *Asphodelus microcarpus* 1.1 (78), + (62,64,65,66,68,70,72,75,80); *Urginea maritima* 1.1 (66), + (61,62,64,69,72,74,76,79); *Ferula communis* + (67,72).

Lieu dit : Station 5. Djemb El-Kelakh.

-Groupement F (G6) :

Représente un **matorral à romarin-globulaire-alfa** correspond aux relevés de la station 6 (El-Guern). Cette station est caractérisée par la présence du thuya avec d'autres espèces des *Rosmarinetea officinalis* telles que : *Globularia alypum*, *Fumana thymifolia*, *Ulex boivini*, *Atractylis humilis*, *Catananche coerulea*, *Rosmarinus tournefortii*, *Helianthemum ledifolium*.

Ce groupement présente une grande affinité avec le groupement *l'Helianthemo racemosi-Genistetum atlanticae* (ass.), décrite par **DAHMANI, (1984)** dans les monts de Tlemcen et rencontré jusque dans la région du Telagh et Frenda à travers ses deux aspects : *globularietosum alypi* et *pinotosum*, en présence des formations mixtes à pin d'Alep-chêne vert et en mélange parfois avec le thuya et le chêne kermès. Sauf pour notre région, il a été remarquer l'absence du pin d'Alep.

Cette dernière association est rattachée à la classe des ***Rosmarinetea officinalis* (RIVAS-MARTINEZ, DIAZ, PRIETO, LOIDI et PANAS, 1991)**, essentiellement dans l'ordre des *Cisto mauritanici-Thymetalia munbyani* (**QUEZEL, BARBERO, BENABID, LOISEL et RIVAS MARTINEZ 1992**). Cet ordre est défini au Maroc, mais s'étendant à tout le Maghreb, puisque reconnu également en Tunisie. Ces matorrals se répartissent dans deux alliances distinctes en fonction de leur localisation géographique. Ces matorrals s'intègrent au *Genisto atlanticae-Cistion villosi*, alliance définie dans les monts de Tlemcen, réunissant des matorrals du méso-méditerranéen (**DAHMANI, 1984**) issus de la dégradation de la chênaie vert suite aux pressions anthropozoïques. Cette dernière et très affine à l'alliance marocaine *Staehelino macrocephaliae-Genistion pseudoretamoidis*. Nous remarquons également que les relevés de ce matorral sont plus riches en espèces des *Tuberarietea guttatae* (Thero-Brachypodion) et autres thérophytes, signe d'une dégradation et une aridification plus poussée, soulignée par **DAHMANI, (1997)**.

Tableau 25- G6 : *Helianthemum sp.-Stipa tenaciss.-Tetraclinis arti.*

Numéro des relevés :	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Altitude x 10 :	74	74	74	75	74	74	75	74	76	76	75	78	77	74	79	79	79	80	81	78
Exposition :	SW	SW	SW	SW	S	S	S	W	SW	W	W	SW	SW	SW	W	SW	W	W	SW	S
Inclinaison :	9	7	10	10	9	11	13	12	15	15	11	16	18	14	18	21	17	16	19	20
Recouvrement :	45	45	40	40	35	45	40	30	50	55	40	50	40	40	60	45	55	60	50	45
Substrat :	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal

Caractéristiques des *Quercetea ilicis* et *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*

F.A F.R (%)

<i>Tetraclinis articulata</i>									+	1.1		+			2.2	+	2.1	2.2	1.1		8	40
<i>Pistacia lentiscus</i>		+							+				+	+	+					+	7	35
<i>Calycotome spinosa</i>									+						+	+			+		5	25
<i>Chamaerops humilis</i>									+						+		+		+		4	20
<i>Olea europea</i>		+							+						+		+				4	20
<i>Quercus coccifera</i>													+			+		+			3	15
<i>Arisarum vulgare</i>									+						+		+				3	15
<i>Daphne gnidium</i>										+		+	+	+							3	15
<i>Asparagus stipularis</i>													+							+	2	10
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>															+					+	2	10
<i>Juniperus oxycedrus</i>										+					+						2	10
<i>Quercus ilex</i>										+		+									2	10
<i>Teucrium fruticans</i>										+		+									2	10
<i>Asparagus acutifolius</i>													+								1	5

Caractéristiques *Cisto mauritanici-Thymetalia mymbyani* et des *Rosmarinetea officinalis*

<i>Stipa tenacissima</i>	+	2.2	+	1.1	+	+			1.1	+	+			+	1.1	+			+	13	65	
<i>Globularia alypum</i>		1.1			+	+					+	+	+				+	+	+		9	45
<i>Fumana thymifolia</i>	+	+			+			+	+					+							6	30
<i>Teucrium polium</i>									+						+	+			+	+	6	30
<i>Phagnalon saxatile</i>												+				+	+	+	+		5	25

<i>Thymus ciliatus mymbyanus</i>	+			+	+					5	25		
<i>Ulex boivini</i>	+			+		1.1			+	+	5	25	
<i>Rosmarinus tourneforti</i>	1.1					+		+		+	5	25	
<i>Helianthemum ledifolium</i>									+	+	+	4	20
<i>Catananche coerulea</i>			+			+	+	+				4	20
<i>Alyssum alpestre</i>								+	+	+		3	15
<i>Atractylis humilis</i>				+				+		+		3	15
<i>Helianthemum helianthemoides</i>	+					+				+		3	15
<i>Thymus hirtus</i>	+		+	+								3	15
<i>Atractylis carduus</i>						+	+					2	10
<i>Sedum sediforme</i>									+	+		2	10
<i>Alyssum parviflorum</i>						+	+					2	10
<i>Helianthemum virgatum</i>	+		+									2	10
<i>Cistus sericeus</i>	1.1					+						2	10
<i>Cistus creticus</i>						+	1.1					2	10
<i>Fumana fontanesii</i>	+											1	5
<i>Fumana ericoides</i>			+									1	5
<i>Dianthus caryophyllus</i>										+		1	5
<i>Lotophyllus argenteus</i>	+											1	5
<i>Staehelina dubia</i>				+								1	5
<i>Centaurea pullata</i>						+						1	5
<i>Gladiolus byzantinus</i>	+											1	5
<i>Ruta chalepensis</i>						+						1	5
<i>Linum suffruticosum</i>				+								1	5
<i>Asparagus albus</i>										+		1	5
<i>Genista spartioides</i>						+						1	5
<i>Centaurea incana</i>										+		1	5
<i>Genista erioclada atlantica</i>	+											1	5
<i>Satureja briquetti</i>				+								1	5
<i>Anarrhinum fruticosum</i>						+						1	5
Caractéristiques des Tuberarietea guttatae (Thero-Brachypodion)													
<i>Medicago minima</i>			+	+	+	+	1.1			+		6	30
<i>Brachypodium distachyum</i>	+					+			1.1		+	5	25
<i>Paronychia argentea</i>	+	+	+	+					+			5	25
<i>Eryngium campestre</i>	+	+							+			3	15
<i>Medicago rugosa</i>						+				+	+	3	15

<i>Trifolium stellatum</i>										+	+					+	3	15	
<i>Galium mollugo</i>		+			1.1													3	15
<i>Pallenis spinosa</i>			+	+														3	15
<i>Alyssum campestre</i>																		2	10
<i>Scabiosa stellata</i>																		2	10
<i>Anagalis arvensis</i>																		2	10
<i>Xeranthemum inapertum</i>				+														2	10
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>																		2	10
<i>Euphorbia falcata</i>																		1	5
<i>Filago exigua</i>																		1	5
<i>Valerianella coronata</i>																		1	5

<i>Melilotus sulcata</i>																		1	5
<i>Vicia sicula</i>																		1	5
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i>																		1	5
<i>Allium triquetrum</i>																		1	5
<i>Linaria reflexa</i>																		1	5
<i>Linum strictum</i>																		1	5
<i>Echinaria capitata</i>																		1	5
<i>Malva sylvestris</i>																		1	5
<i>Adonis dentata</i>																		1	5

Caractéristiques des Lygeo-Stipetalia.

<i>Helianthemum hirtum</i>																		4	20
<i>Atractylis cancellata</i>																		3	15
<i>Stipa barbata</i>																		3	15
<i>Plantago albicans</i>																		2	10
<i>Plantago serraria</i>																		2	10
<i>Plantago ovata</i>																		2	10
<i>Stipa retorta</i>																		2	10

Caractéristiques nitratophiles des Stellarietea mediae.

<i>Avena sterilis</i>																		7	35
<i>Bromus rubens</i>																		6	30
<i>Marrubium vulgare</i>																		3	15

<i>Erodium moschatum</i>	+	+		2	10							
<i>Rhaphanus raphanistrum</i>			+	1	5							
<i>Schismus barbatus</i>				+	1	5						
<i>Scorpius muricatus</i>					+	1	5					
<i>Sinapis arvensis</i>						+	1	5				
<i>Calendula arvensis</i>							+	1	5			
<i>Biscutella didyma</i>								+	1	5		
<i>Ornithogalum umbellatum</i>									+	1	5	
<i>Daucus muricatus</i>										+	1	5

Autres espèces :

Melica minuta + (81,83,84,86) ; *Carduus pycnocephalus* + (85,90,93,96) ; *Leontodon hispidulus* + (82,83,85) ; *Carthamus pectinatus* + (81,83,93) ; *Oryzopsis miliacea* + (94,96,98) ; *Arenaria serpyllifolia* + (88,91) ; *Galium fruticosum* + (87,89) ; *Ajuga camaepitys* + (91,93) ; *Chrysanthemum grandiflorum* + (83) ; *Evax pygmae* (90) ; *Fagonia cretica* + (97) ; *Malva aegyptiaca* + (84) ; *Scilla lingulata* + (93) ; *Muscari comosum* + (97) ; *Scilla peruviana* + (93) ; *Lavatera trimestris* + (96) ; *Echinops spinosus* + (94) ; *Anthyllis tetraphylla* + (98) ; *Lagurus ovatus* + (91) ; *Verbascum sinuatum* + (88)

Espèces anthropozoïques : *Asphodelus microcarpus* 1.1 (100), + (81,86,91,92,95,97,99) ; *Urginea maritima* 1.1 (94) ; *Ferula communis* + (99).

Lieu dit : Station 6. El-Guern.



Figure no 206 of section 1. Forest along roadside T near: (Groupment A)



Figure no 207 of section 1. In the valley (Groupment B)



Figure no 208 of section 1. Barquillo (Groupment C)

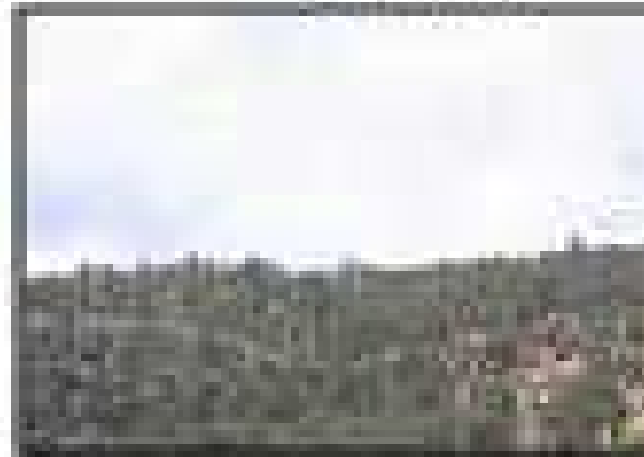


Figure no 209 of section 1. Montijal (Groupment D)



Figure no 210 of section 1. Cypress in Barro hill (Groupment E)



Figure no 211 of section 1. Cypress Hillside (Groupment F)

IV.1. 3. Conclusion :

Dans cette partie de l'étude, nous avons essayé d'expliquer la signification phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux de la zone d'étude, à l'aide de la méthode numérique basée sur l'AFC, l'AFD et l'ACC. Tout au long de cette partie il nous a été permis de constater que chacun des deux axes factoriels pouvait exprimer, en plus des facteurs écologiques un gradient dynamique variant suivant l'axe considéré en fonction de l'action exercée sur le milieu, à savoir coupe, incendie, culture, pâturage. Cette analyse de la signification des axes met, en évidence la prépondérance des facteurs altitudinaux et climatiques à cela s'ajoute, l'action anthropique, et ce, selon les résultats obtenus par l'analyse canonique de correspondance « ACC », concernant les données qualitatives (espèces floristiques avec les relevés végétaux) en relation avec les paramètres quantitatifs (dans notre cas, les données édaphiques).

Une « Analyse factorielle discriminante –AFD–», abondance dominance a été utilisée pour la discrimination des groupements végétaux, dont 06 six communautés végétales ont été mises en évidence. Ces dernières correspondent à des structures végétales ayant valeur d'association différente : (*Quercetalia ilicis*, *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, *Rosmarinetea officinalis*, *Théro-brachypodion*, et *Stellarietea mediae*). Les groupements forestiers et préforestiers de la zone d'étude s'encartent dans la classe des *Quercetea ilicis*, l'ordre des *Quercetalia ilicis* et des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*. Le groupement du matorral de dégradation est dominé par les espèces appartenant à la classe des *Rosmarinetea officinalis*. Le groupement des vides est caractérisé par les espèces relevant de la classe des pelouses à *Stellarietea mediae* telles que : *Linum suffruticosum*, *Globularia alypum*, *Fumana thymifolia*, *Catananche coerulea*, *Atractylis humilis*, *Thymus ciliatus*, *Stipa tenacissima*, *Erodium moschatum*, *Avena sterilis*, *Marrubium vulgare*, *Shismus barbatus*, *Aegilops triuncialis*, *Bromus rubens*. Ainsi que les espèces des pelouses xérophiles, se rapprochent des groupements à Théro-Brachypodion telles que : *Paronychia argentea*, *Brachypodium distachyum*, *Eryngium campestre*, *Glum mollugo*, *Scabiosa stellata*, *Pallenis spinosa*, *Bellis silvestris*. Et d'autres espèces steppiques des caractéristiques des *Lygeo-Stipetalia*.

On peut penser que les perturbations que connaît la zone d'étude, ont entraîné une diversification du cortège floristique en favorisant la prolifération des espèces épineuses et nombreuses espèces thérophytes telles que : *Calycotome villosa* sbsp *intermedia* Salzm. Maire. - *Ulex boivini* Pourret., *Asparagus albus* L., *Aegilops triuncialis* L., *Brachypodium distachyum* L. P. Beauv., *Bromus rubens* L., *Calendula arvensis* L., *Dianthus caryophyllus* L., *Erodium moschatum* L. l'Herit., *Hippocrepis multisiliquosa* L. sbsp *ciliata* Willd., *Hordeum murinum* L., *Scorpiurus muricatus* L., *Sinapis arvensis* L., *Trifolium stellatum* L., *Helianthemum ledifolium* L. Miller, *Avena sterilis* L. La présence des espèces chaméphytes telles que : *Alyssum alpestre* sbsp *serpyllifolium* Desf., *Helianthemum cinereum* Cav. sbsp *rubellum* Presl., *Teucrium fruticans* L., *Teucrium polium* L., *Globularia alypum* L., *Fumana thymifolia* L. Spach. Ainsi que les espèces géophytes : *Asphodelus microcarpus* Viv.- *Urginea maritima* L. Baker. L'ouverture des milieux entraîne une pénétration plus ou moins intense des espèces du matorral et de pelouse, ce qui ne facilite pas les diagnoses.

IV.2. Résultats de l'étude pédologique :

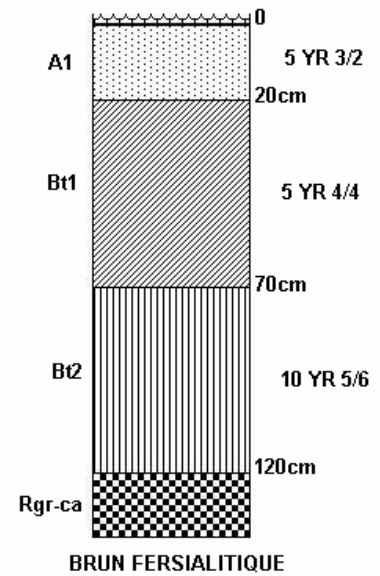
IV.2. 1. Description des profils :

Profil N° 1 :

- Date du prélèvement : 11-04-2006.
- Localisation : Forêt de Tesser Mramet au Sud-Ouest de Terny (Station N° 1).
- Coordonnées Lambert : x = 128,6 ; y = 172,39.
- Pente : 8 % ; Exposition : Nord ; Altitude : 1310 m.
- Climat : Sub-humide moyen à hiver frais, P = 624 mm/an.

-Végétation : *Quercus rotundifolia*, *Quercus faginea sbsp tlemcenensis*, *Viburnum tinus*, *Ruscus aculeatus*, *Lepidium hirtum*, *cynosurus echinatus*.

- Taux de recouvrement : 80 %.
- Roche mère : Grès calcaire.
- Profondeur : 110 cm.



Profil -morphologie :

Litière : environ 4 cm d'épaisseur, de feuilles de chêne vert et présence de tâches de fermentation.

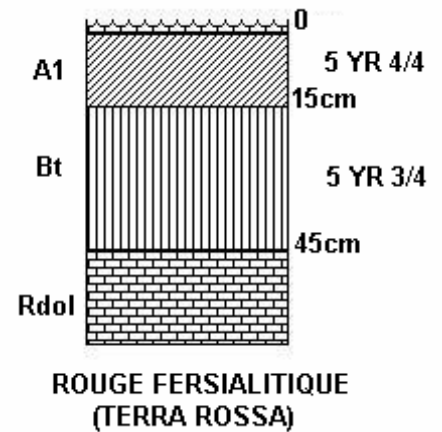
A₁ (0-20 cm) : texture sableuse, structure particulière, couleur brun foncé (5 YR 3/2), fort enracinement, la charge caillouteuse est faible (10 %) d'élément grossiers, faible effervescence avec HCl , transition peu nette.

Bt₁ (20-70 cm) : texture équilibrée légère (limono- sableuse), structure grumeleuse fine, couleur brun-rougeâtre (5 YR 4/4), enracinement moyen, le pourcentage en cailloux est faible (23%), faible effervescence avec HCl, transition progressive.

Bt₂ (70-120 cm) : texture argilo-limoneuse structure sub- polyédrique , couleur brun- jaunâtre (10 YR 5/6), enracinement faible, riche en cailloux grés calcaire (49 %) d'éléments grossiers effervescence moyenne avec HCl.

Profil N° 2 :

- Date du prélèvement : 13-04-2006.
- Localisation : El-Hamri Nord-Est de la commune de Ain Ghoraba (Station n° 2) .
- Coordonnées Lambert : x = 126,13 ; y =169,65.
- Pente : 13 % ; Exposition : Nord-Ouest ; Altitude : 1050 m.
- Climat : Sub-humide inférieur frais, P = 517,24 mm/an.
- Végétation : *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Asparagus acutifolius*, *Atractylis humilis*, *Bellis silvestris*, *Dactylis glomerata*, *Bromus madritensis*.
- Taux de recouvrement : 65 %
- Roche mère : Dolomie.
- Profondeur : 45 cm.



Profil -morphologie :

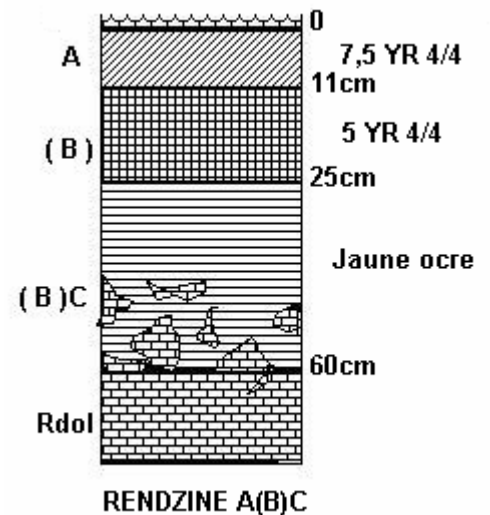
Litière : environ 3 cm de feuilles de chêne vert, et d'autres sclérophylles.

A₁ (0-15 cm) : texture équilibrée légère (limono- sableuse), structure grumeleuse , couleur brun-rougeâtre (5 YR 4/4), fort enracinement, 29,1 % d'éléments grossiers, faible effervescence avec HCl, transition progressive.

Bt (15-45 cm) : texture argilo-limoneuse structure polyédrique , couleur brun-rougeâtre foncé (5 YR 3/4), enracinement moyen, 39,7 % d'élément grossiers, effervescence moyenne avec HCl.

Profil N° 3 :

- Date du prélèvement : 21-04-2006.
- Localisation : Sguifa Nord-Est de la commune de Ain Ghoraba (Station n° 3) .
- Coordonnées Lambert : x = 125,7 ; y = 166,9.
- Pente : 15 % ; Exposition : Ouest ; Altitude : 1020 m.
- Climat : Sub-humide inférieur frais, P = 517,24 mm/an.
- Végétation : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*,
Ampelodesma mauritanicum, *Olea europea var Oleaster*,
Arisarum vulgare, *Teucrium polium*, *Calycotome villosa*,
Quercus rotundifolia.
- Taux de recouvrement : 60 %.
- Roche mère : Dolomie.
- Profondeur : 60 cm.



Profil -morphologie :

Litière : 2-3 cm d'aiguilles de thuya, et de feuilles de chêne vert.

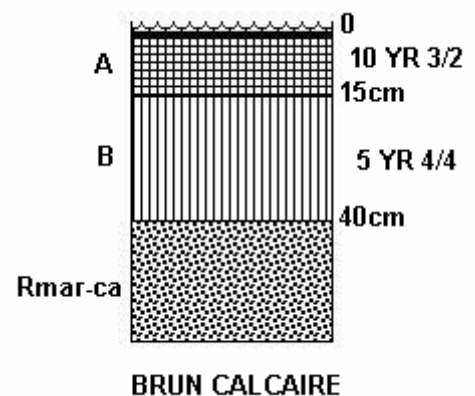
A₁ (0-11 cm) : texture limono- sableuse, structure grumeleuse , couleur brune (7,5 YR 4/4), présence de racelles vivantes, la charge caillouteuse est considérable (29,4%), effervescence moyenne avec HCl, transition progressive.

(B) (11-25 cm) : texture limono- argileuse, structure polyédrique , couleur brun- rougeâtre (5 YR 4/4), nombreuses racines, riches en éléments grossiers (53 %) résultant de l'altération de la roche mère, effervescence à HCl, transition nette.

B (C) (25-60 cm) : texture argileuse, structure polyédrique , couleur jaune ocre, effervescence à HCl.

Profil N° 4 :

- Date du prélèvement : 20-08-2008.
- Localisation : Mendjel , commune de Ouled Mimoun (Station n° 4) .
- Coordonnées Lambert : x = 146,7 ; y =193,2
- Pente : 12 % ; Exposition : Nord ; Altitude : 960 m.
- Climat : Semi-aride moyen tempéré, P = 416,75 mm/an.
- Végétation : *Quercus rotundifolia*,*Tetraclinis articulata*,
Juniperus oxycedrus, *Calycotome spinosa* ,
- Taux de recouvrement : 55 %
- Roche mère : Marno-calcaire.
- Profondeur : 40 cm.



Profil -morphologie :

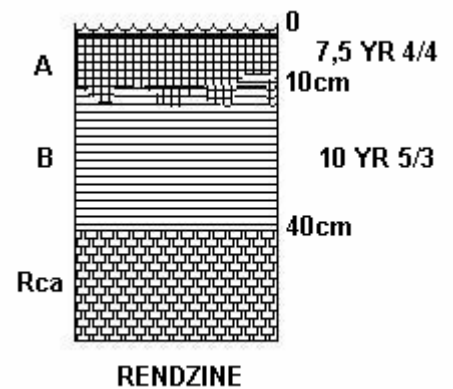
Litière : 3 cm : surtout brindilles et feuilles de chêne vert et Thuya.

A₁ (0-15 cm) : texture moyenne (limono- argileuse), structure grumeleuse, couleur noir-brunâtre (10 YR 3/2), nombreuses racines enracinement, 30 % d'éléments grossiers, effervescence à HCl.

B (15-40 cm) : texture argilo-limoneuse structure polyédrique a tendance particulaire, couleur brun-rougeâtre foncé (5 YR 4/4), présence de racines de toute taille. 40 % d'élément grossiers, effervescence à HCl.

Profil N° 5 :

- Date du prélèvement : 11-05-2006.
- Localisation : Djemb el kelakh, Est de Beni-Bahdel (Station n° 4) .
- Coordonnées Lambert : x = 120,1 ; y =165,3.
- Pente : 15 % ; Exposition : Sud-Est; Altitude : 750 m.
- Climat : Semi-aride moyen tempéré, P = 424,78 mm/an.
- Végétation : Matorral arboré à thuya, *Quercus coccifera*, *Chamaerops humulis*, *Globularia alypum*, *Ulex boivini*, *Fumana thymifolia*, *Bellis Silvestris*.
- Taux de recouvrement : 50 %.
- Roche mère : Calcaire.
- Profondeur : 40 cm.



Profil –morphologie :

Litière : 2,5 cm d'aiguilles de thuya, et de feuilles des autres espèces.

A(B) (0-10 cm) : texture limono- argileuse, structure grumeleuse , couleur brune (7,5 YR 4/4), réaction forte à l'HCl, beaucoup de racelles et la charge caillouteuse est importante (31 %), pas de limite diffuse avec (B).

(B) (10-40 cm) : texture argileuse, structure polyédrique, couleur brun- jaunâtre (10 YR 5/3), il y'a présence de racine avec une charge caillouteuse très importante (60 %), effervescence forte avec HCl.

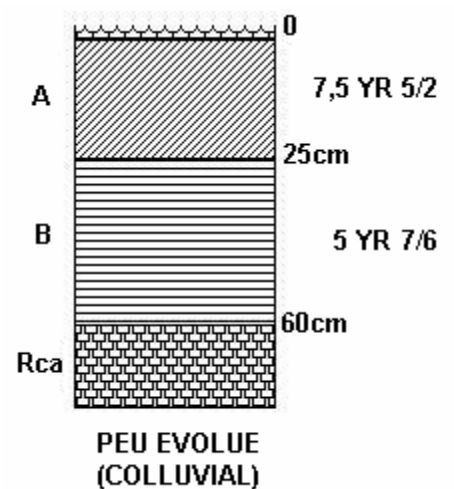
Profil N° 6 :

- Date du prélèvement : 22-05-2006.
- Localisation : El-Guern Nord-Ouest de la commune de Sebdou (Station n° 5) .
- Coordonnées Lambert : x = 124 ; y =161,47. .
- Pente : 07 % ; Exposition : Sud-Ouest ; Altitude : 740 m.
- Climat : Semi-aride inférieur à hiver tempéré

(à la limite de l'aride)., P = 274,5 mm/an.

-Végétation : *Stipa tenacissima*, *Globularia alypum*,
Fumana thymifolia, *Ulex boivini*, *Rosmarinus tournefortii*,
Helianthemum hirtum.

- Taux de recouvrement : 45 %.
- Roche mère : Calcaire.
- Profondeur : 60 cm.



Profil –morphologie :

Litière : 1-2 cm (débris végétaux et racines fines).

A (0-25 cm) : texture limono- sableuse, structure polyédrique à tendance grumeleuse , couleur brunâtre (7,5 YR 5/2), présence de racines de toute taille, charge caillouteuse importante (40%), forte effervescence avec HCl, transition progressive.

B (25-60 cm) : texture argileuse, structure polyédrique , couleur jaune- rougeâtre (5 YR 7/6), présence de racine et charge caillouteuse très importante 75 %, effervescence très forte avec HCl.

IV.2. 2. Interprétation des résultats :

Dans cette partie, on se basera sur la classification française pour caractériser les sols étudiés, en utilisant les propriétés morpho-analytiques des profils observés. Cette dernière est dite par conséquent classification (référentiel) génétique (**DUCHAUFOR, 1997**).

* Profil 1 :_ (Sol brun fersialitique)

On est en présence d'un sol assez profond (110 m) avec trois horizons bien différenciés. Ceci est favorisé par la position topographique peu accidentée (8 % de pente) et par une végétation dense (taux de recouvrement 80 %) assurant le maintien du sol en place.

Concernant la texture, dans l'horizon de surface elle est très légère (sableuse à limono-sableuse) avec 69,4 % de sables et 24,05 % de limons. Pour la deuxième horizon, la texture reste légère (limono-sableuse) mais à partir de 70 cm de profondeur, c'est-à-dire au niveau du troisième horizon, elle devient un peu lourde (Argilo-limoneuse) avec un taux d'argile qui augmente dans la partie inférieure du profil indiquant par là un lessivage marqué par un appauvrissement de l'horizon de surface et une accumulation dans les horizons sous-jacents.

Le profil est presque décarbonaté dans sa partie supérieure en A1 et Bt1 (le calcaire est très faible : CaCO₃ total 0,18 % et 0,91 %), mais il montre une élévation significative (5,27 %) au niveau de l'horizon le plus profond (Bt2), dû probablement à la nature de la roche mère (grès-calcaire).

Le taux d'humidité croit de haut en bas, elle est moins importante dans l'horizon superficiel, dû à la présence d'une quantité élevée de sable. **SOLTNER** en **1988** signale que les sables sont filtrants (retiens peu d'eau) et le sol devient léger (sensible à l'érosion). Ce qui explique le rôle de la végétation dans le maintien de ces types de substrat. Selon **MANCINI (1961)** le sol occupé par une végétation stratifiée (présence de sous-bois), reste frais jusqu'à la fin de l'été.

Pour ce qui est du carbone organique, leur pourcentage est très élevé en surface avec une incorporation au niveau du deuxième horizon, ce qui laisse supposer qu'on est en présence d'une activité biologique très importante et donc une fertilité considérable, conséquent à la richesse de la rhizosphère, il s'agit là d'un sol brun fersialitique.

*** Profil 2 : (Sol rouge fersialitique brunifié = terra rossa)**

Ce sol est peu profond (45 cm), il est constitué de deux horizons, avec une accumulation d'argile en profondeur horizon Bt (34,65 %) contre (13,69 %) dans l'horizon de surface A1.

La matière organique est élevée pour les deux horizons avec une légère diminution dans l'horizon inférieur, où elle forme avec l'argile un complexe argilo-humique, induisant une structure polyédrique et une (couleur rouge brunâtre foncée).

On note aussi une décarbonation plus ou moins importante de ce sol aux niveaux de surface puisque le calcaire total est faible à ce niveau (1,09 %) contre (3,71 %) dans l'horizon Bt.

Il s'agit là d'une terra rossa, qui comme le fait remarquer **DUCHAUFOR, (1976)**, elle a subi une évolution récente et présente un double caractère : une brunification (couleur rouge brunâtre foncée) marquée par : - l'incorporation de la matière organique et une réhydratation partielle des oxydes de fer ; - un appauvrissement superficiel en éléments fins (argiles), par entraînement latéral d'une part (pente 13 %) et lessivage vertical d'autre part ; l'horizon inférieur Bt a incontestablement « argillique ». On est en présence d'un paléosol fersialitique à la fois brunifié, appauvri et lessivé.

*** Profil 3 : (Sol calci-magnésique = Rendzine)**

Ce profil se compose de 3 horizons d'épaisseurs variées. La texture varie entre limono-argileuse pour l'horizon supérieur à argileuse pour l'horizon inférieur, en passant par une texture intermédiaire argilo-limoneuse dans le deuxième horizon.

Le pourcentage d'argile croît de haut en bas, indique un lessivage partiel ; la quantité de limon diminue alors que celle du sable est peu variée ce qui donne une bonne porosité.

La quantité d'humus est moyenne elle varie entre 3,87 % (horizon de surface) et 2,89 % (horizon de profondeur).

L'humidité est faible en surface, ce qui indique que le sol est sec et filtrant, mais cette quantité est un peu élevée en profondeur liée à la présence d'argile. Selon **HADJADJ AOUL, 1995** « c'est un sol favorable pour la croissance du thuya de berberie »

Le taux du calcaire total est considérable dans le profil. Ce taux devient important vers la profondeur, dû à la nature de roche mère calcaire.

La couleur est brune à brun rougeâtre pour les deux premiers horizons, et elle devient jaune ocre dans l'horizon inférieur montre qu'il y a présence d'oxyde de fer et des grises de Magnésium (Mg^{2+}). Cette couleur est due essentiellement à la stagnation d'eau au niveau de la couche d'argile ce qui a provoqué le processus d'oxydoréduction (processus de pédogénèse) **DUCHAUFOR, 1968**.

Le pH du profil est basique dû à la présence du calcium Ca^{2+} en quantité abondante, il s'agit là d'un Rendzine type A(B)C.

Selon **AIME et al.,(1983)** « les sols du secteur carbonaté sont à réaction basique (toujours riche en calcaire), et peuvent être classés parmi les Rendzines, plus généralement parmi les sols calcimorphes à accumulation calcaire ».

*** Profil 4 : (Sol brun calcaire)**

Ce profil est peu profond (40cm), il comporte deux horizons sur substrat marno-calcaire, bonne activité biologique avec nombreuses racines. On peut retenir pour ce sol une accumulation d'argile dans l'horizon Bt (39,61%) contre (34,15%). La texture est moyenne en surface (limono-argileuse) et argilo-limoneuse en profondeur. La quantité de matière organique est faiblement représentée, en effet elle suit un gradient négatif du haut vers le bas du profil (3,34 %) en surface et (2,07 %) en profondeur, au contraire le taux d'humidité est faible en surface, et augmente dans l'horizon inférieur.

La quantité de calcaire totale est très élevée surtout en profondeur (22,6%), contre (2,9%) en surface, due à la nature de la roche mère qui est le marno-calcaire, avec un pH basique pour les deux horizons. C'est un sol brun calcaire qui est peu humifère et plus ou moins décarbonaté en surface sur substrat marno-calcaire. Ce dernier est occupé par le thuya et le chêne vert.

*** Profil 5 : (Sol calci-magnésique= Rendzine)**

Ce profil comporte 2 horizons, c'est un sol superficiel (profondeur = 40 cm), la texture est équilibrée en surface et argileuse en profondeur.

Le premier horizon est caractérisé par la présence d'un pourcentage élevé des sables (46,82 %), avec une quantité importante des éléments grossiers, est donc une bonne porosité à ce niveau. Le pourcentage d'argile augmente en profondeur, ceci est dû au processus de lessivage.

La quantité de matière organique est faiblement représentée, elle décroît de haut en bas (3,21 %) en surface et (1,87 %) en profondeur, au contraire le taux d'humidité est faible en surface, et augmente dans l'horizon inférieur.

La quantité de calcaire totale est très élevée surtout en profondeur due à la nature de la roche mère qui est le calcaire, avec un pH basique pour les deux horizons. C'est un Rendzine occupé par un peuplement du thuya dégradé.

Selon **HADJADJ AOUL, (1995)** « Le thuya produisant peu de litière dans une ambiance climatique aride, les phénomènes d'altération biochimique des débris des sclérophylles et de leur incorporation dans le sol sont très lents. Sur le calcaire, cela donne naissance aux rendzines. Étant donné le feuillage léger qui donne un sous-bois lumineux, le microclimat des taillis de thuya reste relativement chaud et sec ».

*** Profil 6 : (Sol peu évolué = d'apport colluvial)**

Ce profil est formé de deux horizons avec des textures différentes, le premier avec une texture limono-sableuse et le deuxième par contre à une texture argileuse.

Le % des sables est plus élevé en surface (40,03 %) et qui devient très faible au niveau du deuxième horizon (19,77%). Le % de limons suit le même rythme que celui des sables. Il est plus élevé pour l'horizon A que l'horizon B.

Le taux d'argile est élevé pour l'horizon inférieur, à ce niveau la présence d'une quantité assez importante des éléments grossiers, forme un obstacle à la pénétration des racines.

Pour ce qui est du carbone organique, les résultats montrent que cette quantité est faible dans ce profil dû à l'ouverture du milieu et d'autre part, ce dernier est marqué par des taux importants de calcaire total.

L'humidité de ce profil est faible suite à la xéricité du climat. Elle est faible pour l'horizon A et peu élevée en profondeur.

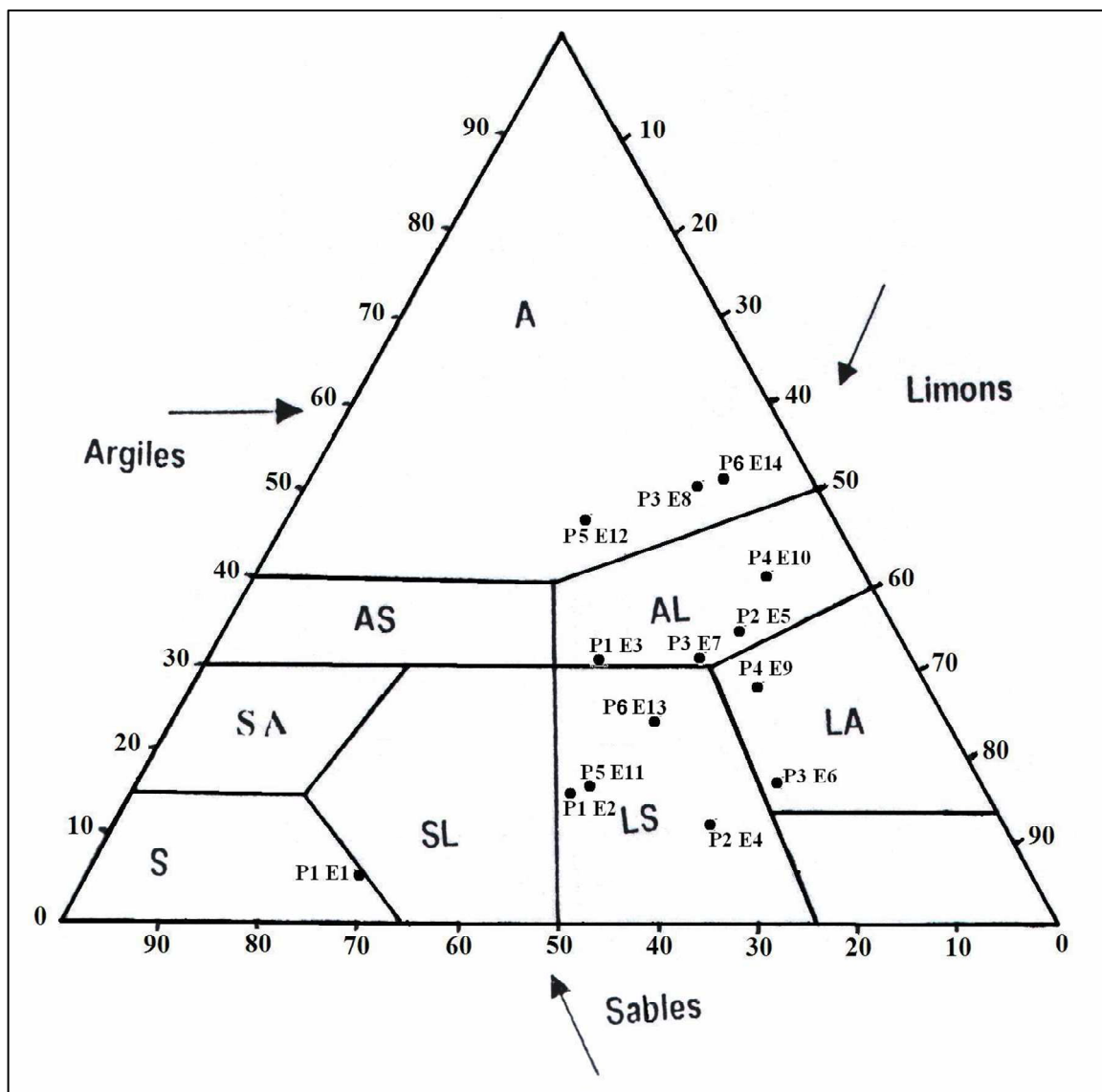
Ce profil est situé au bas des pentes, formé par les apports réguliers de colluvions de pente, et riche en éléments fins. Il s'agit d'un sédiment pédologique de surface qui recouvre un reste de sol ancien (ferralsitique). Ces sols sont dits : sols peu évolués d'apport ou sols colluviaux.

Dans la zone d'étude, on a constaté que ce sol est occupé par une végétation xérophile avec la présence du chêne vert très dégradé. Pour le thuya, on a observé la présence de cette dernière essentiellement sur les pentes du versant, et mal représentée dans le bas. Ces sols de pente sont dits : sol peu évolué d'érosion où les horizons sont superficiels par le décapage. L'impact humain aidant.

Selon **HADJADJ AOUL, (1995)** le thuya de berberie ne persiste aujourd'hui qu'essentiellement sur les pentes, avec un développement racinaire important à travers les éléments massifs (blocs et graviers) du substrat. D'ailleurs, les affleurements rocheux sont assez communs dans les tetracinaies comme le soulignait **BOUDY, (1950)**.

Tableau 26- Caractéristiques physico-chimiques des sols des stations d'études.

Matière Organique															
COx (%)	2.2	2.52	1.22	2.35	1.89	2.24	1.68	0.79	1.93	1.2	1.86	1.084	1.22	0.95	
Stations (commune) Estimation	3.8D. Forte	Tessat (Terny) Forte	Mranza (Mranza) Moy.	El-Hamdi (Ain Ghoraba) Forte	Seguifa (Ain Ghoraba) Forte	3.87 Forte	Seguifa (Ain Ghoraba) Moyenne	1.36 Faible	3.34 Forte	Mendjel (Ouled Mimoun) Moyenne	2.07	Djemb Kelakh (Beni-Bandelle) Forte	1.87	2.1 Djorf El-Guerm (Sebdou) Moyenne	1.63 Faible
Profil	1			2		3			4		5		6		
Horizons	A1	Bt1	Bt2	A1	Bt	A1	(B)	(B)C	A1	(B)C	A(B)	(B)	A1	B	
Profondeur en cm	0-20	20-70	70-110	0-15	15-45	0-11	11-25	25-50	0-15	15-40	0-10	10-40	0-25	25-60	
Roche mère	Grès-calcaire			Dolomie		Dolomie			Marno-calcaire		Calcaire		Calcaire		
Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	
Granulométrie (%)															
Sable	69.4	49.02	45.98	34.05	21.15	22.06	36.8	17.39	26,81	22.10	46,82	18.4	40.03	19,77	
Limon	24.05	34	24	52.26	44.2	62.23	33.05	32.53	39,04	38.29	36,94	33	35.92	30.1	
Argile	6.55	16.98	30.02	13.69	34.65	15.71	30.15	50.08	34,15	39.61	16,24	48.6	24.05	50.13	
Texture	S	LS	AL	LS	AL	LA	AL	A	LA	AL	LS	A	LS	A	
Structure	Particulair e	Grumel -euse	Sub polyé- drique	Grumel -euse	Polyé- drique	Grumel -euse	Polyé - drique	Polyé- drique	Grumel -euse	Polyé- drique	Grumel -euse	Polyé - drique	Grumel -euse	Polyé- drique	
pH	7.2	7.4	7.7	7.6	7.8	7.9	7.8	7.6	7.4	7.7	7.8	8.1	7.9	8.2	
Appréciation	Neutr e	Neutre	Bas- ique	Basiqu e	Basiqu e	Bas- ique	Basiqu e	Bas- ique	Basiqu e	Bas- ique	Bas- ique	Bas- ique	Basiqu e	Basiqu e	
Humidité	8.74	11.7	16.37	10.2	14.81	7.93	9.11	12.37	9.7	13.4	7.79	11.31	7.82	8.91	
CaCO3 (%)	0.18	0.91	5.27	1.09	3.71	9.53	11.25	13.97	2.9	22.6	21.3	26.41	22.95	27.63	
Quantité	Très faible	Faible	Moy.	Faible	Moyenne	Moy.	Moyenne	Moy.	Faible	Forte	Moy.	Forte	Moyenne	Forte	
Couleur	Brun foncé	Brun-rougeâtre	Brun jaunâtre	Brun-rougeâtre	Rouge brunâtre foncé	Brune	Brun-rougeâtre	Jaune ocre	Noir-brunâtre	Brun-rougeâtre	Brune	Brun jaunâtre	Brunâtre	Jaune rougeâtre	
	5YR 3/2	5YR 4/4	10YR 5/6	5 YR 4/4	5 YR 3/4	7,5Y R 4/4	5YR 4/4		10YR 3/2	5YR 4/4	7,5Y R 4/4	10YR 5/3	7,5YR 5/2	5 YR 7/6	



Légende :

Figure 41- Triangle textural.

- A : texture argileuse
- AS : texture argilo -sableuse
- AL : texture argilo-limoneuse
- L : texture limoneuse
- LA : texture Limono-argileuse

IV.2. 3. Conclusion :

Les analyses physico-chimiques du sol réalisées pour l'ensemble des horizons, font apparaître une relation évidente entre eux et le milieu étudié qui est caractérisé par :

- Un taux d'argile qui varie de 6,55 à 50,13 %.
- Une fraction limoneuse relativement importante : 24 % à 62,23%.
- Un pourcentage des sables qui varie de 17,39 % à 69,4 %.

La quantité des sables est importante dans les sols forestiers (profil 1), ce sont les touffes de végétation ligneuse qui jouent un rôle très important dans le piégeage des éléments charriés (**AMRANI, 1989 ; LYONS et al., 2000**). Le taux d'argile est peu élevé sauf dans le cas de sols sur colluvions (profil 6). La présence d'une quantité importante de limons est le résultat de l'apport par ruissellement.

L'analyse chimique montre que tous les horizons, présentent un pH neutre à faiblement basique, variant entre (7,2 et 8,2) en raison de la présence de calcaire dans tous les horizons, soit en surface, soit en profondeur qui vient tamponner le milieu (CaCO_3 : 0,18 à 27,63). En effet ces deux paramètres sont très liés (**DUCHAUFOR, 1977**). Pour les sols à taux élevés en calcaire actif et à pH alcalin sont des sols à complexes absorbants saturés en calcium, et qui sont très répondus en climat semis aride (profile 3, 4, 5 et 6). En climat sub-humide et humide, les profils sont plus ou moins décarbonatés selon le drainage et la nature de la roche mère Grès calcaire (profil 1). L'humidité du sol varie de 7,79 à 16,37 %. Le faible pourcentage de cette dernière ne peut être expliqué que par l'absence des pluies au moment de l'échantillonnage. En ce qui concerne la matière organique, les horizons sont très peu à peu humifères (m.o : 1,36 à 4,36 %).

La description des profils effectués au niveau de chaque station complétée par des analyses au laboratoire (**tableau 26**), tout en se référant aux travaux de **GAOUAR (1980)**, **HADJADJ AOUL (1995)** et **DAHMANI, (1997)** sur les sols de l'Oranie et en Algérie du Nord, dont l'identification de ces derniers ont été basé sur la classification française. Ainsi, nous pouvons révéler la présence d'une couverture pédologique constituée de sols suivants :

- Les sols bruns fersiallitiques qui sont des sols forestiers profonds plus ou moins décarbonatés.
- Les sols peu profonds et carbonatés appelés Rendzines (humifère et carbonaté en surface sur dolomie) et sols brun calcaire (peu humifère et plus ou moins décarbonaté en surface sur marno calcaire).
- Les sols rouge fersiallitiques brunifié.
- Les sols peu évolués, d'apport alluvial ou colluvial ainsi que les autres sols squelettiques (lithosols et rigosols) caractérisant les matorrals de la zone d'étude.

La nécessité de connaître l'impact de ces facteurs sur la croissance des végétaux nous a incités à faire une étude dendrométrique, dont l'estimation de la production ligneuse en volume moyen et la densité correspondant à chaque placette d'étude reflètent l'hétérogénéité structurale des peuplements forestiers.

IV.3. Résultat de l'étude dendrométrique :

IV.3.1. Calcul du volume de peuplement à partir du tarif de cubage:

Le volume du tarif a été obtenu à partir de l'équation qui a été choisie en fonction du volume réel.

Pour notre cas, et sur la base d'un modèle linéaire, les équations employées pour le calcul du volume des peuplements de Thuya et de chêne vert sont les suivantes :

- Pour la détermination du volume des peuplements de chêne vert on a choisi l'équation du tarif à deux entrées, suivante : $V = 0,01689 + 2,71016 \cdot 10^{-6} C^2 H$

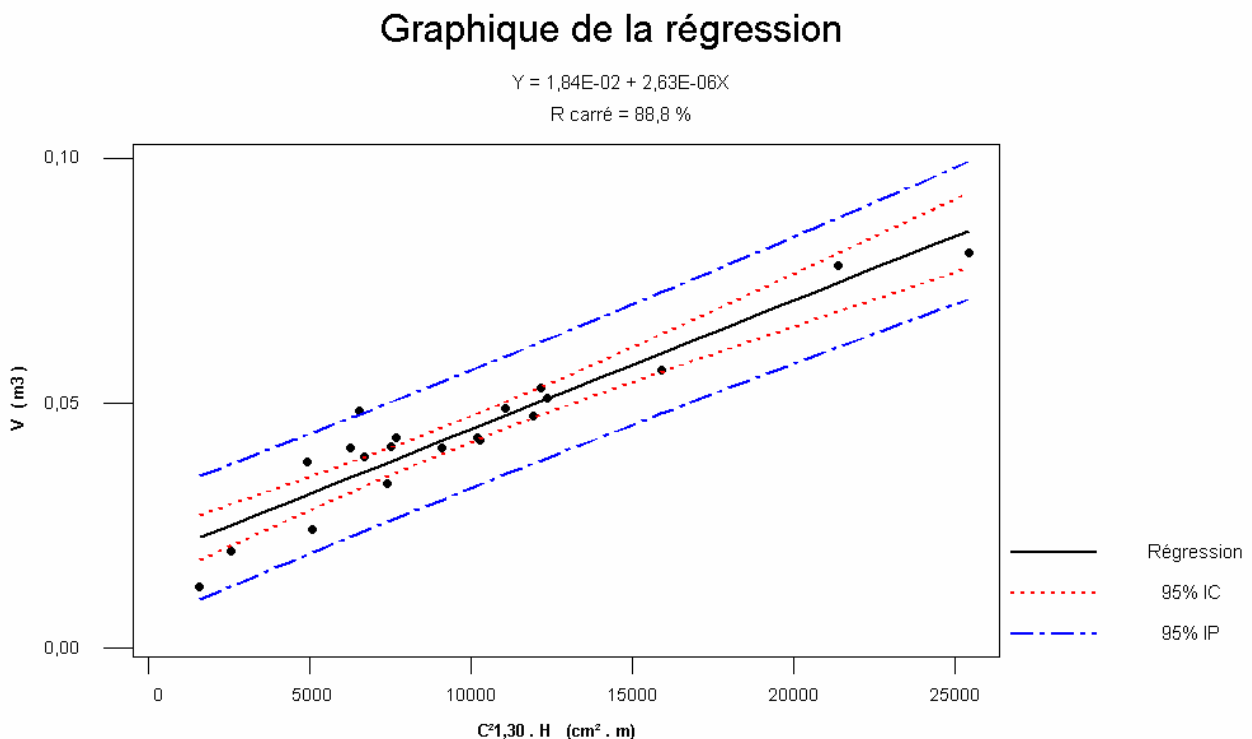


Figure 42- Equation du tarif de cubage à deux entrées : $V (m^3) = f(C^2_{1,30} \cdot H)$

$$V = 0,0184 + 2,63 \cdot 10^{-6} C^2 H$$

Cette équation est retenue pour les raisons suivantes :

- l'écart -type résiduel est le plus faible : $S_y = 0,0046$.
 - R^2 : le coefficient de détermination est le plus grand : 88,8%
- Nombre d'observation : $N = 20$.

Et pour le calcul du volume des peuplements de thuya, on a utilisé l'équation du tarif à une entrée : $V = - 0,004431 + 3,19984 \cdot 10^{-5} C^2_{1,30}$.

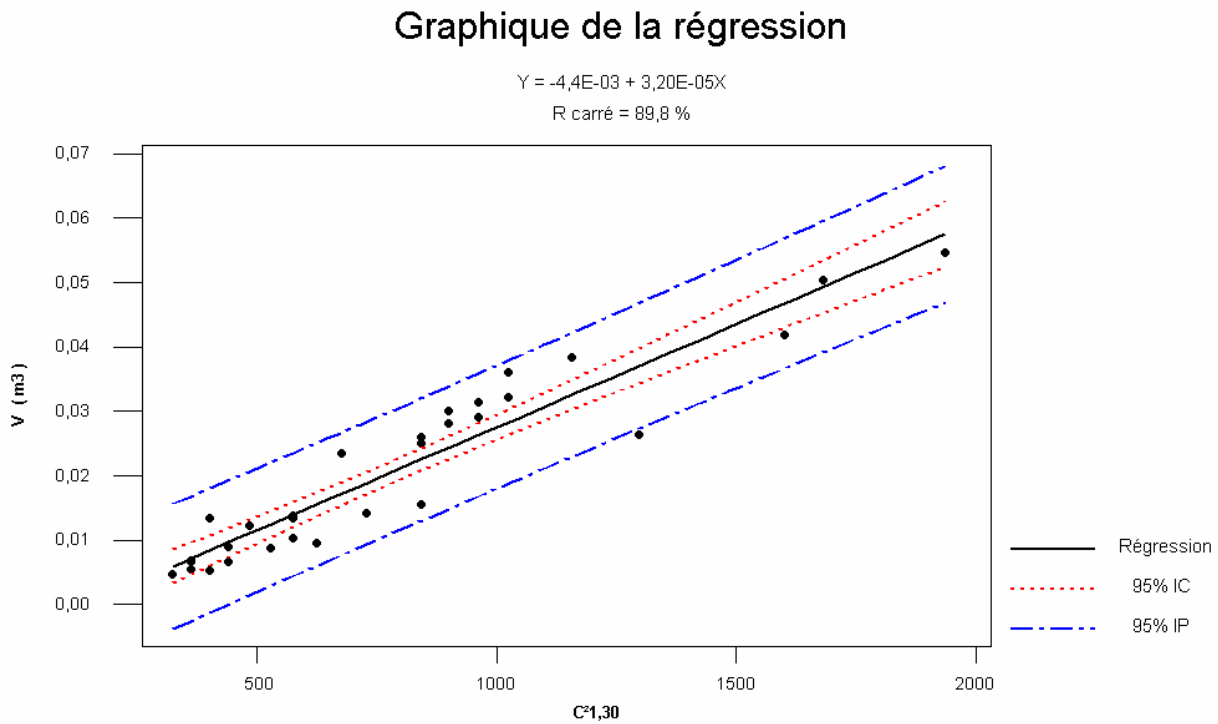


Figure 43- Equation du tarif de cubage à une entrée : $V \text{ (m}^3\text{)} = f(C^2_{1,30})$
 $V = - 0,0044 + 3,2 \cdot 10^{-5} C^2_{1,30}$

Cette équation est retenue pour les raisons suivantes :

- l'écart -type résiduel est le plus faible : $S_y = 0,00455$.
 - le coefficient de détermination : $R^2 = 89,8$.
- Nombre d'observation : $N = 34$.

*** Commentaire :**

Les tarifs obtenus, qui présentent un meilleur ajustement avec un Ecart-Type résiduel faible notamment et un coefficient de détermination (R^2) proche du 1 ou 100%, sont retenus pour la détermination du volume des peuplements.

Pour le volume des peuplements de Chêne vert, le tarif à deux entrées donne une légère exactitude que le tarif à une entrée en examinant le coefficient de détermination R^2 et l'écart-type

résiduel. Par contre, le tarif à une entrée présente un meilleur ajustement pour l'estimation du volume des peuplements de Thuya.

Les résultats des calculs du volume des peuplements obtenus par le tarif sont regroupés dans le **tableau 27**.

**Tableau 27- Tableau récapitulatif des paramètres dendrométriques et les résultats
du volume obtenu par le tarif.**

N° Station	N°de placette	Cg 1,30 (cm)	H moy (m)	V (arbre moyen) (m3)	Nbr brins/ha	Volume Peuplement (m3/ha)	Volume total /station (m3/ha)
1	1	42	6,61	0,048504	470	22,79688	18,2719
	2	40	6,39	0,04437	410	18,1917	
	3	39	6,2	0,042449	390	16,55511	
	4	37	5,92	0,03886	400	15,544	
2	5	34	5,5	0,03413	310	10,5803	11,1559
	6	35	5,64	0,03562	350	12,467	
	7	30	4,93	0,02893	410	11,8613	
	8	37	5,92	0,03886	250	9,715	
3	9	34	4,66	0,03255	400	13,02	8,7911
	10	32	4,29	0,02833	310	8,7823	
	11	31	4,1	0,02632	260	6,8432	
	12	29	3,75	0,02248	290	6,5192	
4	13	35	5,1	0,0348	410	14,268	8,9064
	14	31	4,06	0,026352	300	7,9056	
	15	30	3,76	0,020688	280	5,7926	
	16	32	4,92	0,028368	270	7,6593	

5	17	32	4,29	0,02833	140	3,9662	4,0428
	18	30	3,93	0,02436	210	5,1156	
	19	26	3,23	0,0172	190	3,268	
	20	29	3,75	0,02248	170	3,8216	
6	21	24	2,89	0,014	130	1,82	2,0632
	22	27	3,4	0,0188	180	3,384	
	23	25	3,06	0,0155	110	1,705	
	24	21	2,41	0,0096	140	1,344	

*** Facteur de correction :**

Pour éventuelle correction liée à l'écart entre le volume réel et celle obtenue par le tarif de cubage, on utilise le facteur de correction permettant le passage au volume peuplement. Le facteur de correction sera donc obtenu par la relation suivante :

Pour l'évaluation du volume peuplement en multipliant le facteur de correction avec le volume réel des placettes. Les résultats de ces calculs sont représentés dans le **tableau 28**.

Tableau 28- Volume estimé du taillis de Thuya et de Chêne vert.

N° de placette	Volume obtenu par le tarif (m3/ha)	Volume réel (m3/ha)	F.C	Volume peuplement/placette (m3/ha)	Volume peuplement / station (m3/ha)
1	22,79688	23,97	0,95	22,7715	18,175
2	18,1917	20,09	0,9	18,081	
3	16,55511	16,77	0,98	16,4346	
4	15,544	16,4	0,94	15,416	

5	10,5803	12,09	0,87	10,5183	11,093
6	12,467	14,35	0,86	12,341	
7	11,8613	15,58	0,76	11,8408	
8	9,715	10,75	0,9	9,675	
9	13,02	15,4	0,84	12,936	8,734
10	8,7823	10,01	0,87	8,7087	
11	6,8432	7,566	0,9	6,8094	
12	6,5192	7,54	0,86	6,4844	
13	14,268	15,79	0,90	14,268	8,912
14	7,9056	9,69	0,81	7,905	
15	5,7926	8,148	0,71	5,792	
16	7,6593	7,02	1,09	7,659	
17	3,9662	5,054	0,78	3,94212	4,01
18	5,1156	6,321	0,8	5,0568	
19	3,268	4,446	0,73	3,24558	
20	3,8216	4,267	0,89	3,79763	
21	1,82	1,352	1,34	1,81168	2,05
22	3,384	2,556	1,32	3,37392	
23	1,705	1,056	1,61	1,70016	
24	1,344	0,924	1,45	1,3398	

Les résultats obtenus pour les différents peuplements figurent dans le **tableau 29**.

Tableau 29- Volume total estimé pour chaque station.

N° de station	Type de peuplement	N° de placette	Volume moyen peuplement / station (m3/ha)
01	Taillis sous futaie chêne vert.	1 – 2 – 3 – 4	18,175
02	Taillis simple de chêne vert.	5 – 6 – 7 – 8	11,093

03	Taillis de thuya et chêne vert	9 – 10 – 11 – 12	8,734
04	Taillis de thuya et chêne vert	13 – 14 – 15 – 16	8,912
05	Taillis de thuya	17 – 18 – 19 - 20	4,01
06	Taillis de thuya.	21 – 22 – 23 - 24	2,05
			8,829

IV.3.2. Conclusion :

Les résultats de calculs du volume moyen par station sont mentionnés dans les **tableaux 29, 43**. Généralement, la productivité moyenne de cette zone est faible, mais non négligeable (8,829 m³/ha). Ces résultats sont nécessaires pour déterminer les potentialités de chaque structure végétale ainsi que la fertilité des sols. D'après les différents résultats obtenus, il est possible de proposer un zonage basé sur la flore en relation avec les paramètres écologiques (bioclimat, substrat et topographie) :

1- Une ambiance sylvatique , située aux alentours de 1350 m d'altitude forêt de Tesser Mramet (station 1), présente une formation forestière à *Quercetalia ilicis* (**BRAUN-BLANQUET, 1936**), marquée par la présence de chêne vert (*Quercus rotundifolia* L.) et chêne zéen (*Quercus faginea* L. ssp. *Tlemcenensis*. DC. M. et W.) sur des sols fersiallitiques dans le climat sub-humide. Cette forêt présente une production importante en bois du chêne vert 18,175 m³/ha (station 1).

2 - Une ambiance intermédiaire à *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* (**RIVAS-MARTINEZ, 1974**), présente des formations prèforestières à chêne vert et d'autre à thuya, sur des sols peu profonds, en bioclimat semi-aride supérieur avec la présence de plusieurs espèces caractéristiques de cet ordre telles que: (*Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus lycioides* L., *Ampelodesma mauritanica* poiret T. Durand et Schinz, *Chamaerops humilis. subsp argentea* L., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *rufescens*,.....). La production du bois est moyenne 9,58 m³/ha (stations 2, 3 et 4).

3- Enfin, une ambiance asylvatique sous bioclimat semi-aride représentée par des matorrals à *Rosmarinetea officinalis* (**RIVAS-MARTINEZ et al., 1991**), marquée par la présence de *Tetraclinis articulata* avec

nombreuses espèces asylvatiques : (*Bromus rubens* L., *Pallenis spinosa* L. Cass., *Plantago lagopus* L., *Eryngium tricuspidatum* L., *Galium mollugo* L. subsp. *corrudifolium* Vill. Rouy., *Eryngium campestre* L., *Asphodelus microcarpus* Viv., *Urginea maritima* L. Baker, *Plantago serraria* L., *Paronychia argentea* Lam.,...) et d'espèces de Matorrals : *Stipa tenacissima* L., *Ulex boivini* Pourret., *Chamaerops humilis*. subsp *argentea* L., *Calycotome villosa* sbsp *intermedia* Salzm. Maire., *Globularia alypum* L., *Rosmarinus tournefortii* Murb., *Teucrium polium* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Calycotome spinosa* L. Link., *Cistus creticus* L. subsp *creticus*, *Cistus salvifolius* L., *Thymus ciliatus* Desf.). La production est extrêmement faible 3,03 m³/ha (stations 5 et 6).

Le volume total moyen de notre zone d'étude est de 14,634 m³/ha pour les peuplements du chêne vert : Il apparaît relativement faible par rapport à celle donnée par **MANKOURI, (1991)**, en étudiant la production des taillis du chêne vert dans la région de Mizab, FD. Azail (Tlemcen), où elle trouvée 21,68 m³/ha du volume total moyen. Pour le Thuya, **BENABDELLAH (2002)**, en étudiant un taillis de Thuya dans la région de Ain Ghoraba, a estimé un volume total moyen de 10,391 m³/ha. Nos résultats obtenus sont faibles : 5,9265 m³/ha.

La faible production de nos peuplements : 8,829 m³/ha, peut être expliquée par leur faible densité et l'état dégradé des peuplements, causées par le climat, les coupes illicites et le surpâturage qui est très marqué dans la zone, ce qui explique a pour conséquence la destruction des rejets et de proche en proche la disparition du couvert végétal et à la mise à nue de la roche mère.

En l'absence d'améliorations sylvicoles, il est normal de trouver des peuplements chétifs, fourches et improductifs quand les facteurs de dégradations intenses s'y trouvent mêlés.

Malgré la faible croissance des peuplements, ces derniers jouent un rôle écologique très important pour la conservation et la protection des sols contre l'érosion et la lutte contre la désertification. Ces espèces mérites d'être valoriser et restaurer, pour la redynamisation de ces zones potentielles forestières.

CHAPITRE V : DIVERSITE FLORISTIQUE

V.1. Inventaire floristique :

L'inventaire floristique montre 271 espèces (voir **annexe II**) appartenant à 50 familles différentes. Sa richesse est dominée par des espèces appartenant aux familles des Astéracées (12%) ; des Lamiacées (11%) ; des Fabacées (10%) ; Poacées (9%) ; Cistacées (5%) ; Brassicacées (5%) ; Liliacées (5%) ; Apiacées (4%) ; des Boraginacées, Renonculacées et des Caryophyllacées. Les Fagacées et les Cupressacées, bien que minoritaire en terme de nombre d'espèces, dominent par la biomasse de leurs représentants telle que le chêne vert et le thuya de berberie (**figure 44**).

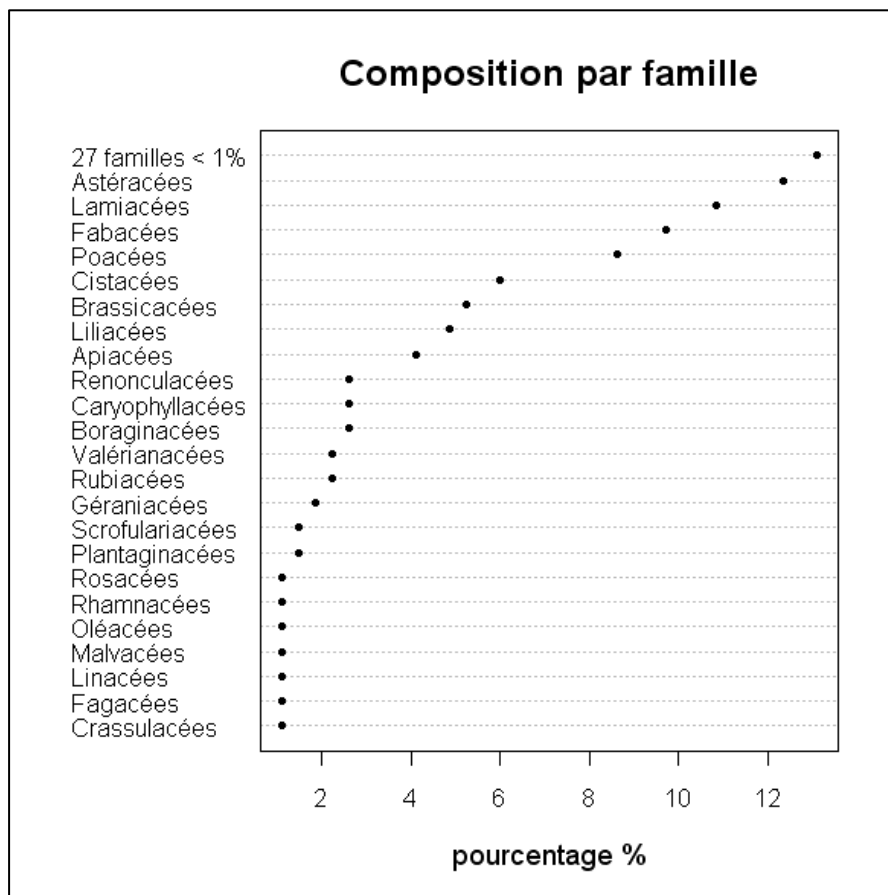


Figure 44 - Composition globale de la flore par famille.

L'analyse phytogéographique, montre que cette région est dominée par l'élément Méditerranéen (35,79 %) ; suivi par l'élément Ouest-Méditerranéen (8,49%) ; Euro- Méditerranéen (6,27%), Eurasiatique (5,16%) et les Endémiques avec 4,8 % pour les endémiques Nord africaines, 3,69% pour les endémiques Algériennes, et 2,21 % pour les endémiques Algéro-Marocaines, soit 10,7 % pour les endémiques au sens large. On note également la présence marginale de plusieurs espèces pluri- régionales et cosmopolites, les autres éléments étant très peu représentés (**figure 45**).

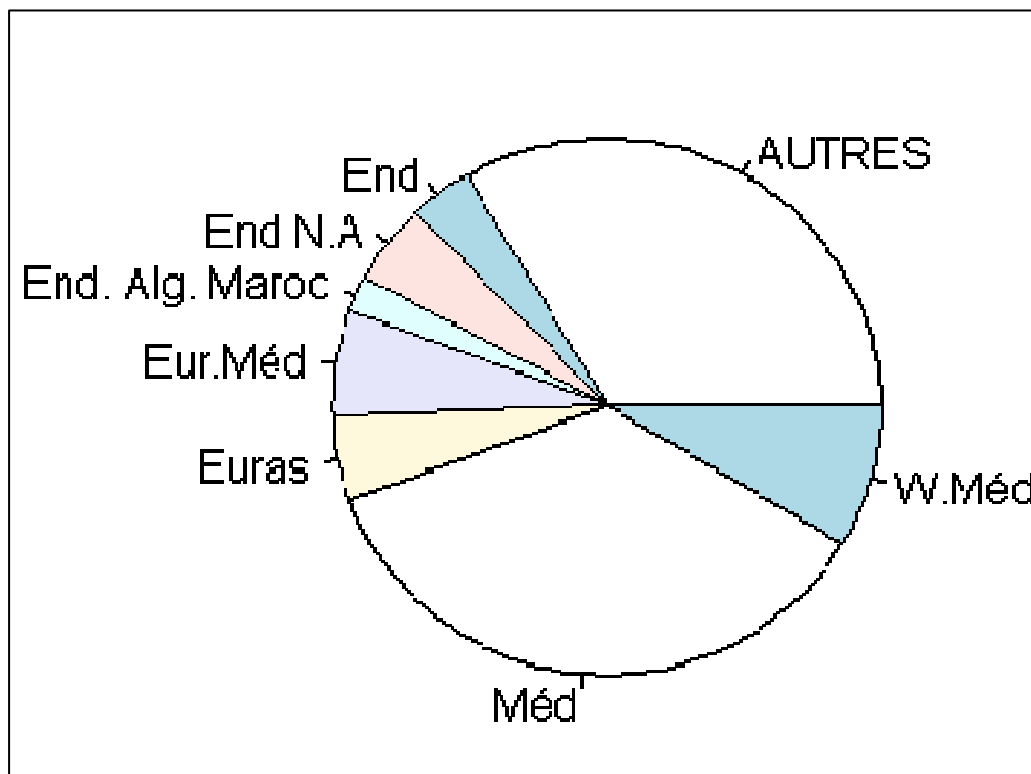


Figure 45- Composition globale de la flore par élément phytogéographique.

Du point de vue biologique (**figure 46**), les espèces thérophytes (34,69%), les hémicryptophytes (23,25%), les chamaephytes (23,25%), les phanérophytes (12,55%) et les Géophytes avec (6,27%), dont la composition floristique est de type : Th > (Ch =He)>Ph>Ge. Les thérophytes, les hémicryptophytes et les chamaephytes sont les types biologiques dominant dans cette région (figure 3), ce qui souligne la forte pression anthropique (défrichage, coupe, pâturage, urbanisation, incendie). En effet (**BARBERO et al., 1990, QUEZEL, 2000**) ont souligné que la thérophytisation est considérée comme une phase ultime de dégradation des écosystèmes forestiers et pré-forestiers du Maghreb avec des espèces subnitrophiles liées aux surpâturages.

Ce phénomène trouve son origine dans la pression humaine et animale (**DAHMANI, 1997**). Nous pouvons ainsi retenir avec **DAGET (1980)**, que le « taux de thérophytes est lié quels que soient l'échelle de

l'analyse et le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et à l'humidité globale du milieu. ». Ce dernier explique le rôle de l'ouverture par un apport maximal de radiation à la surface du sol, qui se traduit par un bilan thermique particulier, ce qui favorise l'expansion des thérophytes.

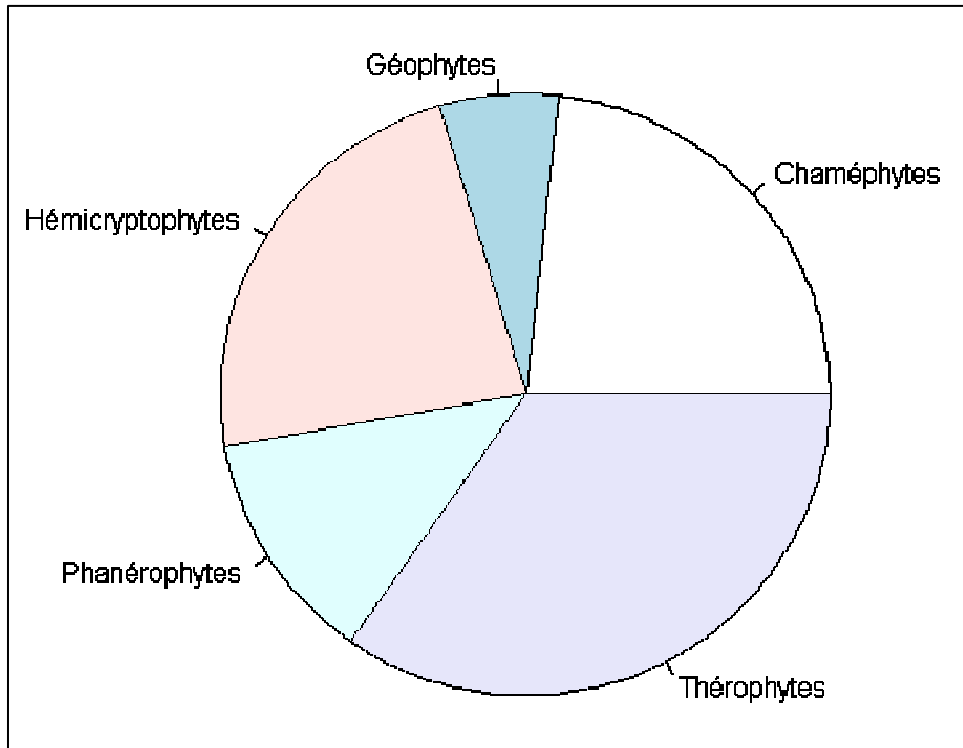


Figure 46- Composition globale de la flore par type biologique.

Le **tableau 30** nous montre que la répartition des types biologiques est hétérogène dans et entre les stations :

La station 1 : La répartition des types biologiques dans les formations végétales de la première (1) station est la suivante : Th>He> Ph > Ch >Ge. Les stations 2 et 3 : suit le schéma : Th> He > Ch >Ph>Ge. Les stations 4 et 5 : La répartition des types biologiques est du type : Th> Ch > He > Ph > Ge. Et enfin, pour la station 6 : La répartition des types biologiques est du types : Th> Ch > He > Ge > Ph.

Tableau 30- Pourcentage des types biologiques par station.

Types biologiques	Station 1		Station 2		Station 3		Station 4		Station 5		Station 6	
	Nbr. d'esp	%	Nbr. d'esp	%	Nbr. d'esp	%	Nbr. d'esp	%	Nbr. d'esp	%	Nbr. d'esp	%

Phanérophytes (Ph)	22	21,57	16	15,09	16	14,68	10	10,10	13	11,3	9	7,76
Chamaephytes (Ch)	16	15,69	25	23,58	25	22,94	23	23,23	32	27,83	35	30,17
Hemicryptophytes (He)	28	27,45	26	24,53	27	24,77	21	21,21	19	16,52	18	15,52
Géophytes (Ge)	8	7,84	8	7,55	8	7,34	9	9,09	11	9,57	12	10,34
Thérophytes (Th)	28	27,45	31	29,25	33	30,28	36	36,36	40	34,78	42	36,21
Total	102	100%	106	100%	109	100%	99	100%	115	100%	116	100%

En outre, l'indice de perturbation défini par **LOISEL et GOMILLA (1993)** permet de quantifier cette thérophytisation du territoire :

Nombre de Chamaephytes + Nombre de Thérophytes

$I_p = \frac{\text{Nombre de Chamaephytes} + \text{Nombre de Thérophytes}}{\text{Nombre total d'espèces}}$

Il est de l'ordre de 58% pour toute la région d'étude, ce qui confirme la forte dégradation, surtout dans les matorrals de la zone.

En fin, nous avons effectué une appréciation d'abondance des espèces floristiques recensées, selon (**QUEZEL & SANTA 1962-63**) (**figure 47**). La flore de la région d'étude est composée donc par des espèces assez rares (AR) avec 4,06 %, les espèces rares (R) avec 8,86 % , Très rares (RR) 2,95% et rarissimes (RRR) 0,37%. Les espèces assez communes (AC) sont représentées avec un pourcentage de 15,87%, les autres sont des espèces communes (C) 28,04%, à très communes (CC) 35,06% et particulièrement répandus (CCC) 4,8%.

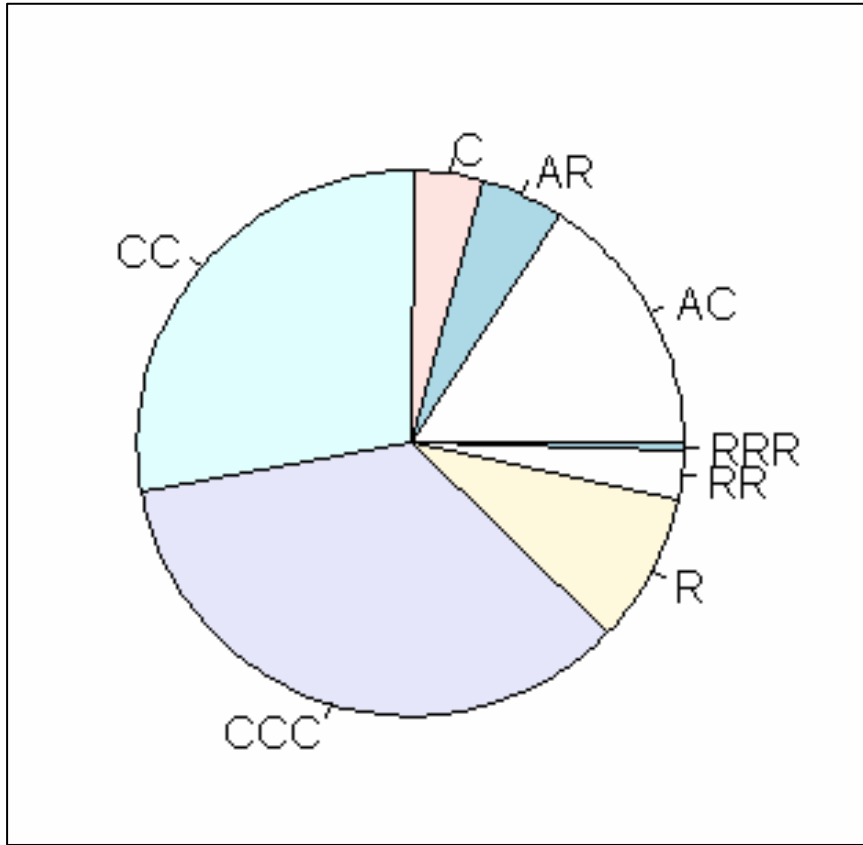


Figure 47- L'abondance des espèces floristiques recensées dans la zone d'étude.

V.2. Mesure de la biodiversité :

La biodiversité est la propriété qu'ont les systèmes vivants d'être distincts, c'est-à-dire différents, dissemblables. Elle se manifeste sous deux formes, à savoir la variété et l'abondance relative des espèces (**MAGURRAN, 1988**). La mesure de la biodiversité est exprimée par le calcul des différents indices de la richesse en espèces.

V.2.1. Les indices de diversité :

Les différents indices de diversité actuellement utilisés permettent d'étudier la structure des peuplements en faisant référence ou non à un cadre spatio-temporel concret. Ils permettent d'avoir rapidement, en un seul chiffre, une évaluation de la biodiversité du peuplement **JACQUES & CHRISTIAN (2003)**. La diversité peut se mesurer selon trois niveaux géographiques :

1. la diversité alpha (α) : qui indique le nombre d'espèces qui coexistent dans un habitat uniforme de taille fixe. Soit, elle est la richesse en espèces au sein d'un écosystème local. Cette diversité est mesurée par deux types de méthodes non-paramétriques ; qui incluent des composantes d'hétérogénéité/ équitabilité et qui combinent les mesures en un indice. Alors, une multitude d'indices est développée, dont les principaux utilisés dans les travaux sur la biodiversité floristiques, sont les suivants : indices de Shannon, Piélu, Margalef, Menhinick et Simpson (**MARGALEF 1958, 1968 ; MENHINICK 1964 in. MARGURRAN 1988 ; MARGURRAN 1988, 2004 et KREBS 1994**).

2. la diversité bêta (β) : elle reflète la modification de la diversité alpha lorsque l'on passe d'un écosystème à un autre dans un site ; ou tout simplement, c'est le taux de remplacement des espèces dans un gradient topographique, climatique, ou d'habitat dans une zone donnée. Elle est généralement mesurée par le nombre des nouvelles espèces trouvées le long d'un gradient. Les indices les plus utilisés sont les coefficients de similarité tels que : le coefficient de Jaccard et Sorensen. Un indice plus petit indique moins de similarité dans la composition des espèces entre les différents habitats (**SMITH 1983 in. SCIENTIA SILVICA 1997 et CONDIT & al. 2002**).

3. la diversité gamma (Γ) : elle correspond à la richesse spécifique au niveau régional ou géographique (grand territoire ex : continent).

V.2.1. 1. Indice de diversité de Shannon-Weaver et de Piélu :

Les indices de diversité sont fréquemment utilisés en écologie, car ils constituent des paramètres de caractérisation d'un peuplement (**RAMADE , 1994**). Par ailleurs, ces indices fournissent plusieurs renseignements notamment, sur la qualité et la fonctionnalité des peuplements (diversité, interaction, etc.), la viabilité ou non des peuplements (nombre d'individus et diversité génétique) ; l'évolution des peuplements (progression et régression).

-Indice de Shannon-Weaver :

Selon **DANAIS (1982)** et **FRONTIER et al., (1993)** in **LEJOLY (1995)**, l'indice de diversité de Shannon-Weaver mesure la quantité moyenne d'informations données par l'indication de l'espèce d'un individu de la collection.

Cette moyenne est calculée à partir des proportions d'espèces recensées. Cet indice représente aussi la somme des informations données par la fréquence des diverses espèces le long de la surface d'inventaire.

$$H = - \sum_{i=1}^s f_i \cdot \log_2 f_i$$

Dont, $f_i = \frac{ni}{N}$
 (f_i est compris entre 0 et 1)

N = effectif total (= nombre total des individus)

ni = effectif de l'espèce i dans l'échantillon ; ni compris entre 0 et N

Ce même indice est aussi utilisé pour mesurer la diversité spécifique des groupements végétaux. **RAMADE (1994)** précise que cet indice convient bien à l'étude comparative des peuplements, parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon.

Cet indice varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de la portion relative du recouvrement de différentes espèces. Il peut varier entre 1 et 4,5 pour des relevés de faibles tailles. Selon **FRONTIER & PICHOD-VIALE (1995)**, dans **NGOK (2005)**, l'indice de diversité de Shannon et Weaver, peut être maximal (H_{max}) en prenant des valeurs comprises entre 8 et 9 pour des échantillons comprenant notamment 100 et 200 espèces.

L'indice de Shannon-Weaver est aussi appelé :

- indice de Shannon-Wiener par **KREBS (1972)** et par **SPELLERBERG (1993)** in **LEJOLY (1995)**.
- indice de Shannon-Weiner par **GOLDSMITH et al. (1986)** et **HUSTON (1994)** in **LEJOLY (1995)**.
- entropie de Shannon par **LEGENDRE & LEGENDRE (1979)**.

L'indice de Shannon est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces. Il est cependant minimal si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce. L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de Piélou, appelé également indice d'équirépartition qui représente le rapport maximal théorique dans le peuplement (H_{max}) (**BLONDEL, 1979**).

- Indice d'équitabilité de Piélou (1966) :

L'indice d'équitabilité E (**PIELOU, 1966**) permet de mesurer l'équitabilité (terme que certains écologues réfutent en lui préférant celui de régularité ou encore d'équirépartition) des espèces du peuplement par rapport à une répartition théorique égale à l'ensemble des espèces (**BARBAULT, 1992**).

Selon **FRONTIER et al., (1993)**, cet indice est défini par la formule :

$$R = \frac{H}{H_{\max}}$$

R = régularité (= equitability) varie de 0 à 1

H = indice de Shannon-Weaver, = diversité spécifique observée

H_{max} = Log₂ S = diversité spécifique maximale

S = nombre total d'espèces

La régularité d'un échantillon est le rapport de sa diversité à la diversité maximale pouvant être obtenue avec le même nombre de taxons.

V.2.1.2. Indice de diversité D de Margalef et de Menhinick :

a) Margalef (D) :

Il se traduit par la formule suivante :

$$D = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

N = nombre d'individus

S = Nombre d'espèces

D = Indice de diversité D de Margalef

b) Menhinick (IM) :

Cet indice se calcul par la formule suivante :

$$IM = S / \sqrt{N}$$

S = Nombre d'espèces

N = nombre d'individus

V.2.1. 3. Indice de diversité D de Simpson :

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce.

$$D = \sum f_i^2$$

dont, $f_i = \frac{n_i}{N}$

n_i : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1, pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », on peut préférer l'indice de diversité de Gini-Simpson représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (**BÜTLER, 2002**). Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

V.2.1. 4. Les coefficients de similarité :

Le calcul des coefficients de similitude permet de quantifier le degré d'association entre les espèces, ou encore le niveau de similitude entre deux sites. Des nombreuses mesures des coefficients de similarité existent dans la littérature (voir par exemple **LEGENDRE & LEGENDRE 1998** et **MAGURRAN 2004**). On n'en citera ici que deux, parmi les plus fréquemment utilisées en phytosociologie :

V.2.1. 4.1. Le coefficient de Jaccard C_j :

Il représente le nombre de cas de présence simultanée de deux espèces considérées, divisé par le nombre de cas où au moins l'une de deux est présente (**JACCARD, 1982**) :

$$C_j = \frac{a}{a + b + c}$$

a = richesse dans le premier site

b = richesse dans le second site

c = espèces communes aux deux sites

V.2.1.4.2. Le coefficient de Sorensen Cs :

Il est similaire à celui de Jaccard, cependant il pondère par deux, le terme de co-occurrence (j).

$$C_s = \frac{2a}{(2a + b + c)}$$

V.2.1. 5. Indice de dissimilarité ou distance entre individus :

De nombreuses mesures de la "distance" entre individus ont été proposées : distance euclidienne ; distance du City-block (Manhattan) ; distance de Tchebychev ; distance à la puissance. Le choix d'une (ou plusieurs) d'entre elles dépend des données étudiées (CARPENTIER, 2007).

Pour évaluer la dissimilarité entre les individus, nous utiliserons pour notre travail, celle de la distance euclidienne. C'est probablement le type de distance le plus couramment utilisé (CARPENTIER, 2007). Il s'agit simplement d'une distance géométrique dans un espace multidimensionnel. Autrement dit, si les coordonnées des individus I_i et I_j sont données par (x_{ik}) et (x_{jk}) , on a :

$$d(I_i, I_j) = \sqrt{\sum_k (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

V.2.2. Les indices de diversité de la zone d'étude :

V.2.2.1. Les indices de diversité - α :

Le calcul de la diversité a été fait pour les indices suivants : Shannon Weaver, régularité de Piéluou, Simpson, Margalef et celui de Menhinick. Ceci permet d'évaluer de façon plus précise, la diversité de chaque groupement en fonction de la répartition d'espèces. Le **tableau 31**, donne les valeurs de ces indices dans les différents groupements de relevés de chaque station d'étude.

Tableau 31- Calcul des valeurs moyennes des indices de diversité au sein des différentes stations.

Indices de diversité	Shannon	Piéluou	Simpson	Margalef	Menhinick	Nbr. d'esp (S)	(N)
Station 1	6,253	0,937	0,942	17,69	5,87	102	302
Station 2	6,148	0,914	0,942	18,67	6,37	106	277
Station 3	6,270	0,926	0,946	18,73	6,10	109	319

Station 4	6,357	0,959	0,947	16,43	5,02	99	389
Station 5	6,400	0,935	0,948	19,99	6,64	115	300
Station 6	6,465	0,943	0,948	20,22	6,75	116	295
Zone d'étude	7,197	0,89	0,561	35,808	6,247	271	1882

Ce tableau donne la valeur de l'indice de Shannon la plus élevée dans la station 6. Ce qui montre que les groupements décrits au sein de cette formation végétale sont plus diversifiés en espèces que ceux d'autres types forestiers. La valeur la plus faible a été enregistrée dans la station 2, et la station 1 compte tenu de ses groupements à faible richesse spécifique. Quant à l'indice de régularité de Piélou, il montre une bonne équitabilité entre les groupements étudiés, car les valeurs obtenues sont toutes élevées et voisines de 1. Étant indépendant de la taille de l'échantillon, la valeur supérieure est obtenue dans les relevés de la station 4, alors que la plus faible est obtenue dans la station 2. L'indice de Margalef est un indice qui indique si la richesse spécifique d'un site est élevée ou non. Il en ressort que la valeur élevée est obtenue en station 6 (formation à matorral), alors que la faible se rencontre dans les formations forestières de la zone d'étude (station 1). Ce qui démontre bien la dominance des matorrals de la zone d'étude notamment la station 6 sur les autres en termes de richesse spécifique. L'indice de Simpson quant à lui, démontre que la diversité de ces différents sites n'est pas tellement variable, car les valeurs obtenues présentent des petites différences seulement entre eux, néanmoins il a été remarqué que les stations 5 et 6 sont les plus diversifiées avec des valeurs les plus élevées. En fin, l'indice de Menhinick, étant basé sur la richesse en espèces, a présenté une valeur nettement élevée dans la station 6, ainsi que dans la station 5 où le nombre d'individus est relativement élevé, mais dans les autres types forestiers, il est faible notamment dans la forêt de la station 1 et la station 4.

En comparant les cinq 05 indices de diversité calculés, on observe que les cinq indices évoluent de la même manière, dont les matorrals de la zone d'étude (stations 5 et 6) sont les plus diversifiés que les autres types de formations forestières.

Pour l'ensemble des stations (**tableau 32**), les résultats ont montré que la diversité de notre zone d'étude est plus ou moins importante, avec une hétérogénéité floristique.

Tableau 32- Détermination des indices de diversité de la zone d'étude.

Indices de diversité	Zone d'étude
Shannon-Weaver	7,197
Piélou	0,890
Simpson	0,561
Menhinick	6,247
Margalef	35,81

Ainsi, la valeur de l'indice de Shannon (H) est de 7,197 pour l'ensemble des 06 stations d'études. Pour l'indice de Piélou, la valeur moyenne étant de 0,89. Les valeurs moyennes des indices de Margalef et de Menhinick respectivement 35,81 et de 6,247. Cependant, la valeur de l'indice de Simpson est de 0,561.

V.2.2.2. Les indices de diversité-β :

Il s'agit des coefficients de similarité de Sorensen, de Jaccard et du coefficient de dissimilarité dont il a été question dans ce travail. Ces coefficients sont fréquemment utilisés dans les travaux de phytosociologie et permettent d'exprimer l'existence d'une communauté entre deux formations végétales comparées entre-elles. Les calculs sont réalisés par le logiciel R package ADE4, dont les valeurs trouvées sont consignées dans les **tableaux 33, 34 et 35**.

Tableau 33- Calcul des valeurs du coefficient de Sorensen au sein de relevés de différentes stations.

Indices de Sorensen	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Station 1	1,00					
Station 2	0,65	1,00				
Station 3	0,58	0,55	1,00			
Station 4	0,59	0,58	0,54	1,00		
Station 5	0,58	0,51	0,59	0,52	1,00	
Station 6	0,45	0,52	0,55	0,54	0,60	1,00

Les valeurs du coefficient de Sorensen trouvées sont variables. Elles démontrent l'existence d'une similitude assez grande entre la station 1 (FD. Tesser Mramet) et la station 2 El-Hamri (des formations à chêne vert) et entre la station 5 et la station 6 (des matorrals à thuya de berberie).

Tableau 34- Calcul des valeurs du coefficient de Jaccard au sein de relevés de différentes stations.

Indices de jaccard	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Station 1	1,00					
Station 2	0,46	1,00				
Station 3	0,41	0,39	1,00			
Station 4	0,42	0,41	0,39	1,00		
Station 5	0,41	0,36	0,42	0,37	1,00	
Station 6	0,32	0,37	0,39	0,38	0,42	1,00

Le coefficient de Jaccard démontre la même chose que celui de Sorensen ; c'est-à-dire qu'il existe une communauté entre la station 1 et la station 2 (formations du chêne vert) et entre la station 5 et la station 6 (matorrals à thuya de berberie).

Tableau 35- Calcul des valeurs du coefficient de dissimilarité au sein de relevés de différentes stations.

Indice de dissimilarité	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Station 1	0,00					
Station 2	0.928	0,00				
Station 3	2.545	1.771	0,00			
Station 4	2.839	2.069	2.519	0,00		
Station 5	2.542	1.928	0.935	2.873	0,00	
Station 6	3.137	3.007	2.72	2.997	0.931	0,00

Les valeurs de l'indice de dissimilarité ou de distance entre individus sont très variables. Elles démontrent l'existence d'une faible distance euclidienne entre la station 1 et station 2, c.a.d, entre les formations du chêne vert, ainsi entre la station 5 et 6 et entre la station 3 et la station 5 (formations à thuya de berberie). Par contre, la distance euclidienne entre la station 1 et la station 6 est assez grande.

V.3. Structure floristique :

V.3. 1. Relation structure floristique et diversité taxonomique :

L'étude de la structure floristique est très importante dans la phytoécologie afin de déterminer les groupements végétaux et leurs compositions floristiques. Ainsi, les différents indices de diversité permettent d'étudier la structure des peuplements en particulier l'indice de diversité de Gini-Simpson dont le calcul de cet indice est possible grâce au logiciel du traitement statistique des données (R) , tout en utilisant la librairie ADE4 (bibliothèque d'analyses des données écologiques), avec représentation graphique. En effet, cet indice nous donne une bonne information sur la diversité floristique des différentes stations d'études et sur la structure de ces formations végétales.

On peut commencer par calculer la diversité de chaque relevé (voir **annexe V**) au sens de Gini-Simpson. Pour cela on charge la librairie ade4 et on utilise le logiciel R (**figure 48**).

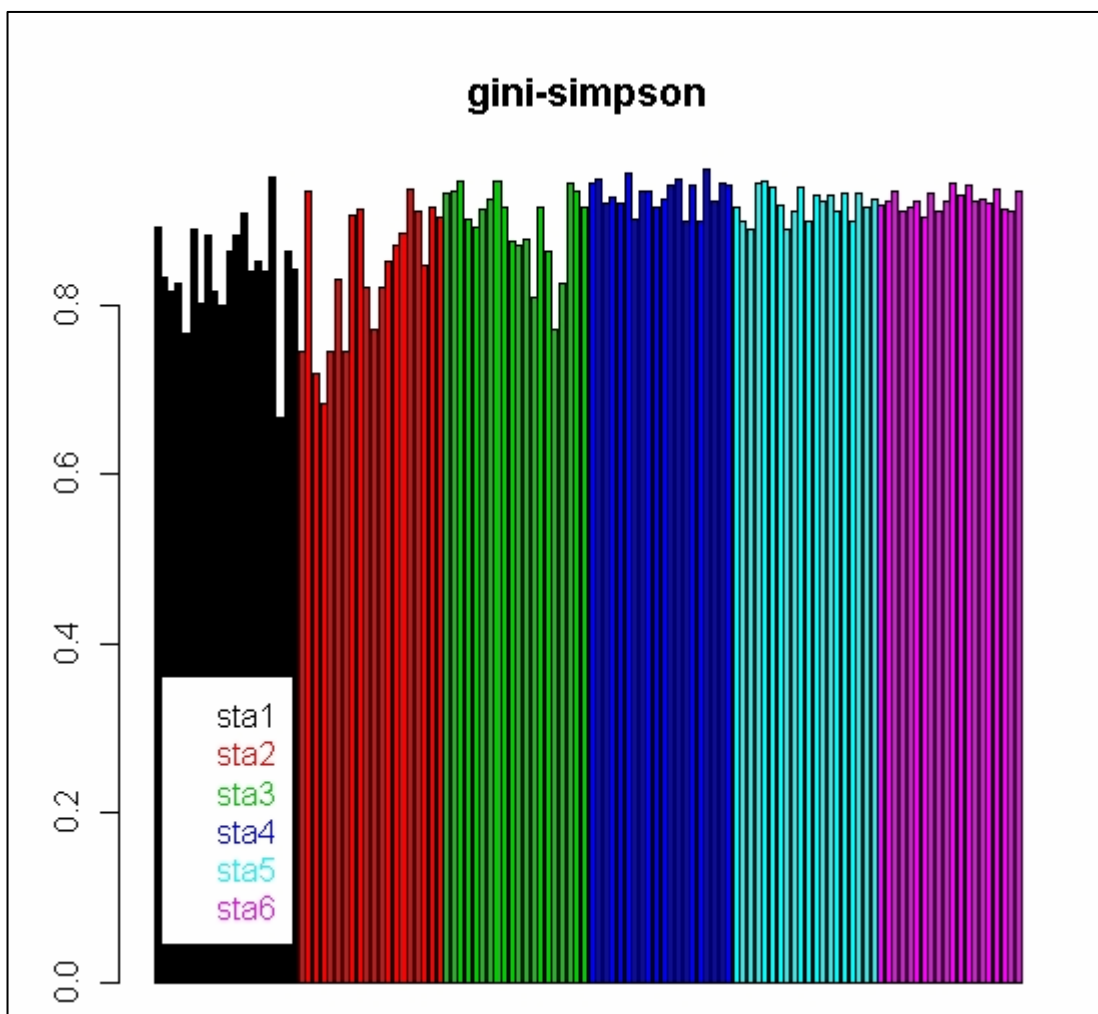


Figure 48- Diversité par relevé et par station au sens de Gini-Simpson.

Deux choses intéressantes à première vue : la diversité est différente suivant les stations (Ce que j'ai appelé stat) indice varie entre 0,66 relevée n°18 et 0,95 relevés n° 66. On montre assez facilement avec une analyse de variance qu'elle augmente quand on passe de la station 1 à 6. Par ailleurs, l'hétérogénéité n'est pas la même à l'intérieur de chaque station : la dernière station semble très stable alors que les premières sont beaucoup plus hétérogènes. Ceci peut être expliqué par la fréquence des espèces, qui est très variable dans les formations forestières de la zone avec la dominance du chêne vert et où le nombre d'espèces est faible par rapport les autres formations. Par contre, les fréquences d'espèces dans les matorrals sont plus ou moins invariables et stables, avec le nombre d'espèces le plus important. Donc, la **figure 48** nous donne une idée sur la diversité en relation avec la fréquence des espèces et par conséquent sur la structure horizontale des peuplements.

Nous avons intéressé à un aspect qui est très important dans les études de la biodiversité floristique. Il s'agit de la diversité taxonomique. On a vu au début qu'il y avait une différence en terme de diversité entre les stations, selon l'indice de diversité de Gini-Simpson. En utilisant le logiciel R, on peut alors calculer la diversité taxonomique (voir **annexe V**) par le calcul de l'indice de diversité $\Delta+$ (indice de **CLARKE et WARWICK 2001, in. DUFOUR et al., 2006**), qui prend en compte la distance taxonomique qui sépare les espèces. Puis comparer cette diversité taxonomique (**figure 49**) avec la diversité calculée précédemment (diversité de Gini-Simpson).

La diversité taxonomique se traduit par le degré moyen pour lequel les espèces sont liées les unes aux autres : la diversité taxonomique moyenne ($\Delta+$). Elle reflète la distance phylogénétique moyenne et la distance entre deux espèces prises au hasard dans un échantillon.

$$\Delta+ = \frac{\sum \sum_{i < j} \omega_{ij}}{s(s-1)/2}$$

S : Nombre d'espèces présentes.

ω_{ij} : est le « poids de différentiation » entre les espèces i et j tracées au travers de l'arbre taxonomique hiérarchique.

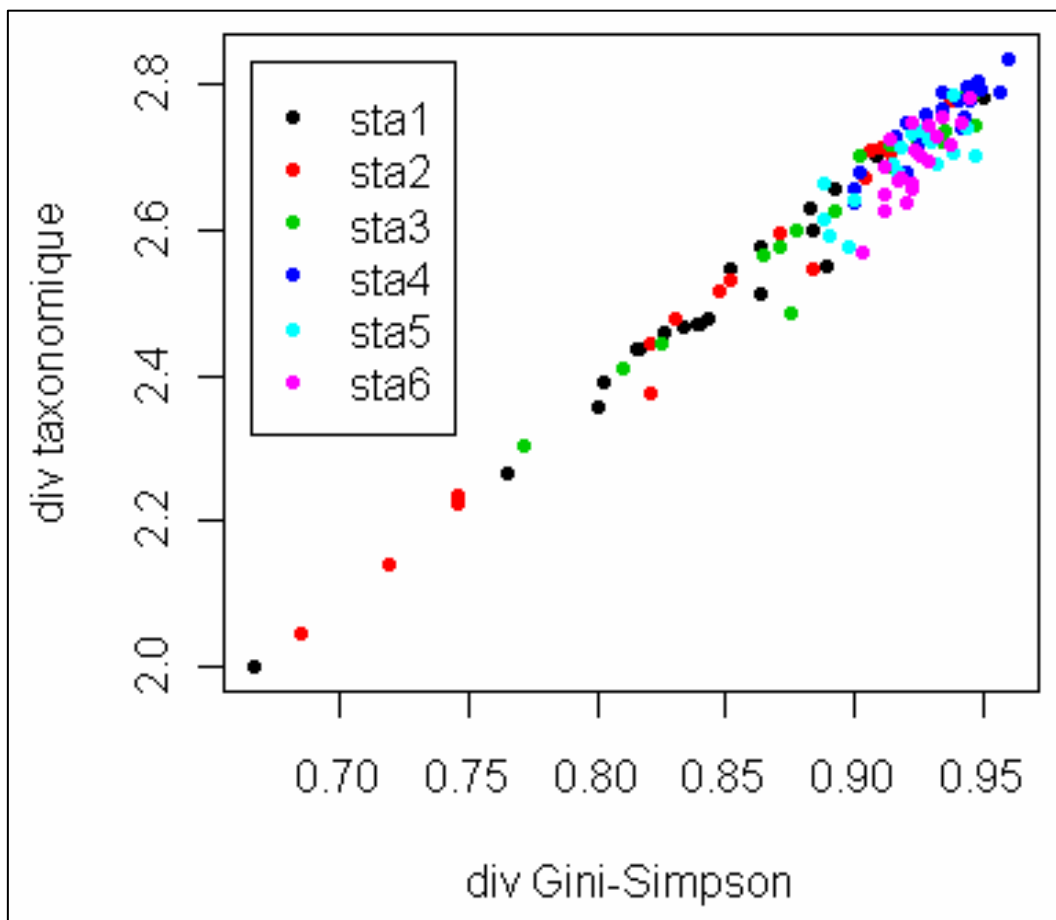


Figure 49- Courbe de corrélation div. taxonomique – div. de Gini-Simpson.

On n’observe pas une grosse différence entre les deux mesures de diversité (**figure 49**). Quand la diversité augmente, la diversité taxonomique augmente également. Cela dit cette augmentation n’est pas la même pour toutes les stations. Pour les stations 1, 2, et même pour les stations 3 et 4 (formations forestières et préforestières), on retrouve bien l’hétérogénéité des relevés intra-stations en terme de diversité. Quand la diversité augmente (le nombre d’espèces), la diversité taxonomique augmente aussi, avec une bonne corrélation (les points sont alignés suivant la courbe d’ajustement). Par contre, pour les milieux 5 et 6 (matorrals) on retrouve bien une certaine homogénéité, cependant le lien entre diversité et diversité taxonomique semble moins marqué avec une faible corrélation (les points sont éloignés par rapport à la droite d’ajustement).

Ceci du à la perturbation du milieu forestier, surtout dans les matorrals de la zone d’étude, en effet la présence des espèces thérophytes avec des fréquences importantes et la faible fréquence des espèces phanérophytes, notamment dans les stations 5 et 6, se traduit par une homogénéisation et une banalisation du cortège floristique au sens de **DAHMANI, (1997)**. On peut avancer qu’il y’a donc évolution du tapis végétal vers des formations plus dégradées et des matorrals avec plus d’espèces thérophytes, surtout du groupe des *Stellarietea mediae* qui se substituent au cortège forestier originel. Ce qui aboutit à une homogénéisation et une banalisation du cortège floristique du plus part des formations forestières et donc la disparition des espèces significatives de ces groupements (**DAHMANI, 1997**).

V.3.2. Relation structure floristique et types biologiques :

En fin, voilà pour ce qui est de la structure floristique. On peut certainement aller plus loin, mais on veut bien avoir des interprétations sur les résultats obtenus ci-dessous. On peut par contre se demander si la structure floristique est liée au type biologique ?

Notre interprétation va se faire à partir du tableau des contributions relatives aux types biologiques des espèces floristiques, et ce, pour l’axe1 (**tableau 36**).

Tableau 36- Contributions des types biologiques pour l’axe 1.

Côté négatif		Côté positif	
Type biologique	CTR	Type biologique	CTR
Ch	-1.28706103	Ch	0.47261094
Ge	-0.01842900	Ge	0.34025487
He	-0.02066861	He	0.86384821
Ph	-0.71444914	Ph	0.65649849
Th	-1.09657581	Th	0.12149723

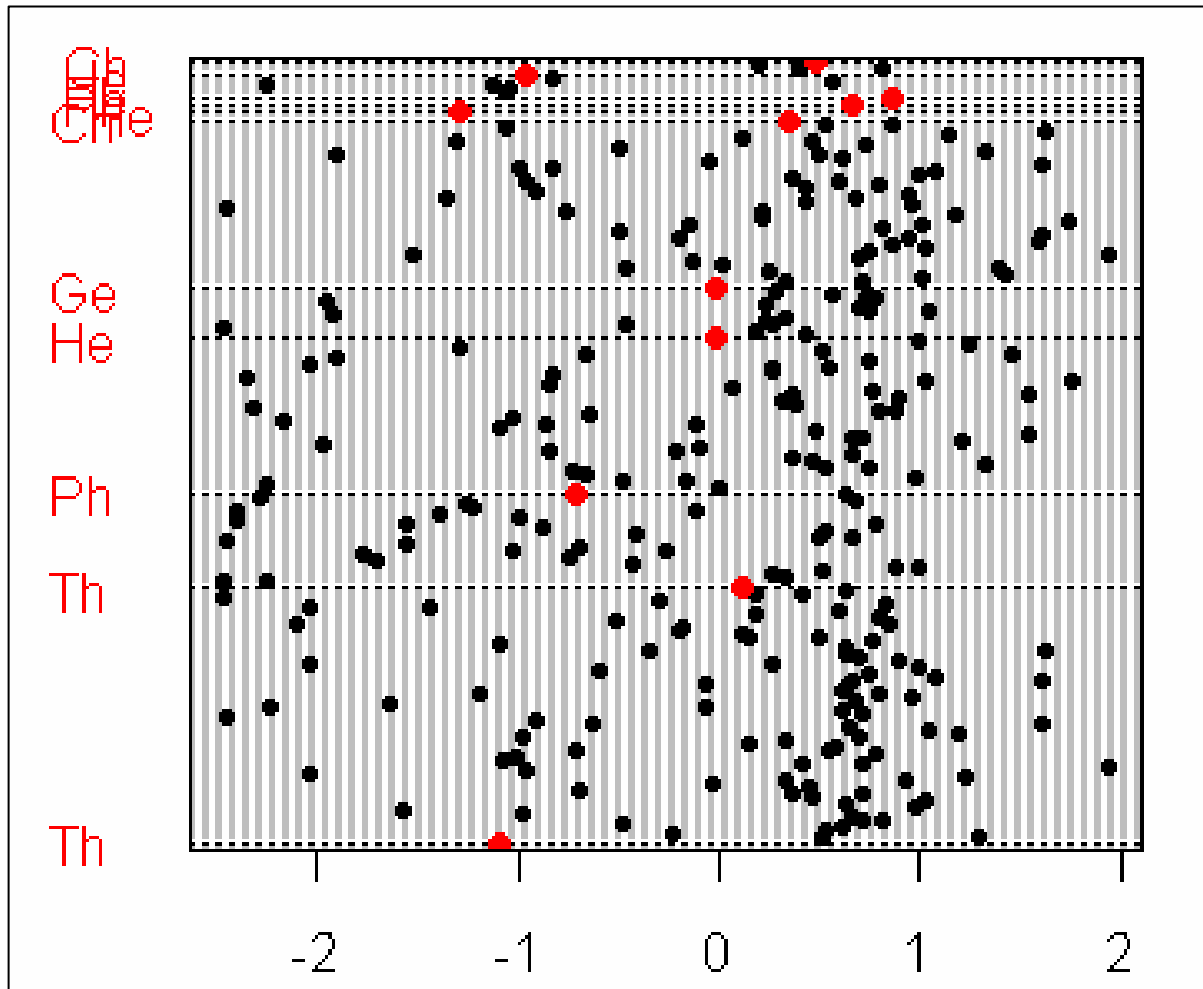


Figure 50- Distribution des nuages de points (types biologiques) sur le plan (axe1).

L'axe 1 qui traduit un gradient dans la structure floristique entre stations 1 et 6, est lié au type biologique : station 1 et 2 sont plutôt riches en Phanérophytes et pauvres en Chaméphytes et Thérophytes., alors que pour les stations 3-4-5 et 6, c'est l'inverse.

Lorsqu'on s'intéresse à la végétation, une première approche peut se sans tenir compte de la composition floristique, mais en s'intéressant à faire la physionomie de la végétation. Cette approche a longtemps été utilisée avant que d'autres, plus précises, ne viennent la supplanter (**OZENDA, 1982**). La notion de formation végétale s'appuie sur les particularités d'aspect des principaux végétaux qui la composent.

On va donc chercher ici à classer les principaux végétaux en fonction de leur physionomie. Pour cela, on utilise le plus souvent la classification de **RAUNKIAER**. Elle s'appuie sur la morphologie générale du végétal et notamment sur la position des bourgeons de renouvellement par rapport au sol. Ces bourgeons sont les organismes qui permettent de passer la mauvaise saison. Les différents types (ou formes) biologiques sont (**LACOSTE et SALANON, 1969 ; GUINIARD, 1986**) :

- **Les phanérophytes** : Dans ce cas, les bourgeons sont portés par des tiges aériennes dressées ligneuses et sont situés conventionnellement à plus de 50 cm du sol. Ces bourgeons sont en toute saison exposés aux rigueurs du climat. On distingue des phanérophytes ligneux (arbres, arbustes, arbrisseaux), herbacés (régions tropicales humides), succulents (Cactées et Euphorbes des déserts) et grimpants (lierre, lianes des forêts tropicales).

- **Les chaméphytes** : Les bourgeons pérennants sont dans ce cas à moins de 50 cm du sol, sur des pousses aériennes courtes, rampantes ou érigées, mais vivaces. Ces bourgeons peuvent jouir d'un certain abri (neige, effet de groupe...). Exemple de ces espèces chaméphytes : le thym, la callune (chaméphytes ligneux et dressés), les saules nains (chaméphytes ligneux à rameaux couchés), la pervenche, lavéronique (chaméphytes herbacés rampants).

- **Les hémicryptophytes** : Les bourgeons pérennants sont ici au ras du sol (l'appareil aérien de ces végétaux est donc très fragile et fugace, pas de présence de lignine). Ces plantes sont particulièrement nombreuses sous climats tempérés et elles présentent une grande variété morphologique. On distingue notamment les formes en rosette (pissenlit, plantain) ou à long rhizome rampant (saponaire, scrofulaire). Les bourgeons sont dans ce cas à la surface du sol.

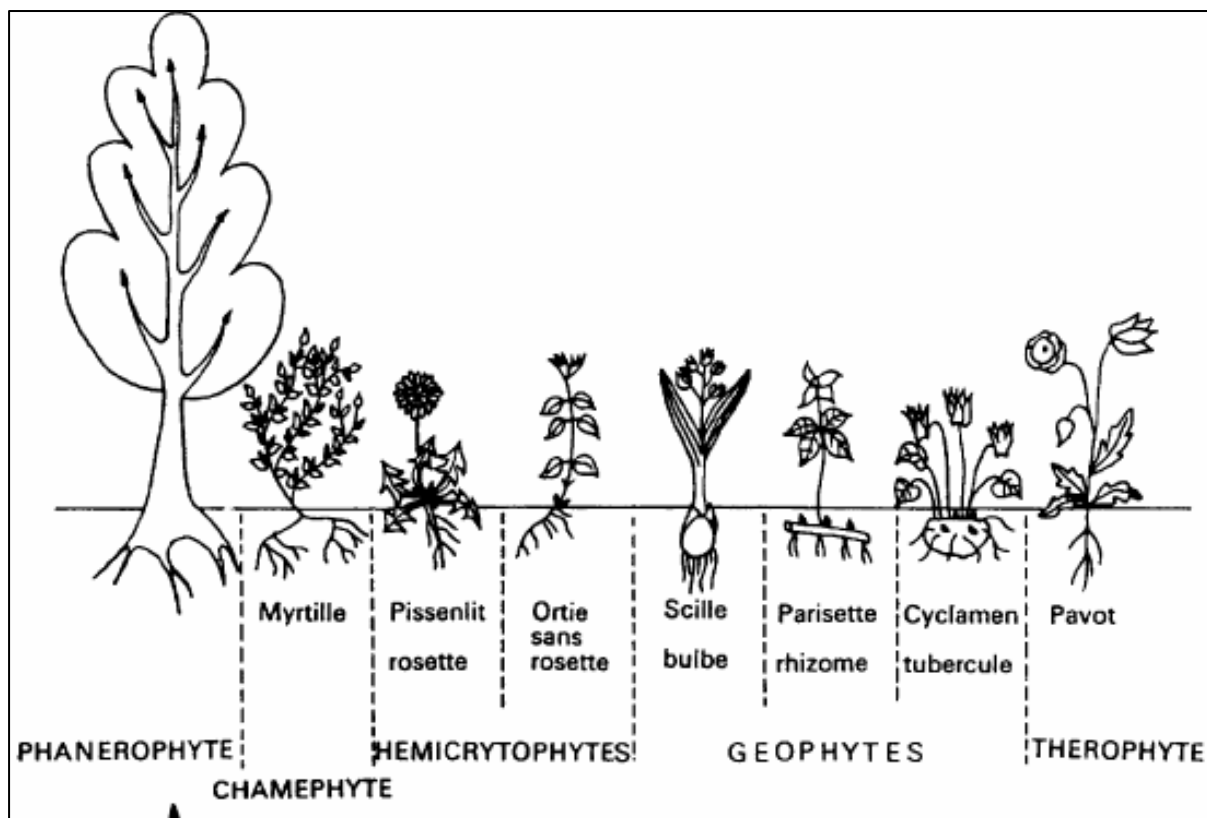


Figure 51- Les formes biologiques dans leur état de parfait développement, (GUINIARD, 1986).

- **Les cryptophytes (géophytes)** : Ces végétaux ayant une partie aérienne particulièrement fragile et fugace, passent la mauvaise saison à l'aide de bulbes (scille), tubercules (cyclamen) ou rhizomes (parisette) enfouis sous terre (Elodea, Nymphæa) (géophytes). On parle également d'hydrophytes quand le passage de la mauvaise saison se fait dans l'eau et d'hélophytes (Phragmites) quand il se fait dans la vase. Les bourgeons sont dans ce cas enfouis dans le sol.

• **Les thérophytes** : Ces végétaux représentent le cas limite de l'adaptation aux rigueurs climatiques. Ils passent en effet la mauvaise saison sous forme de graine (coquelicot, par exemple).

Pour l'ensemble des stations étudiées, les thérophytes présentent le taux de présence le plus élevé, ce qui témoigne la forte pression anthropique. Cette catégorie d'espèces fait aussi preuve de la résistance aux périodes sèches à fortes températures. Mais malgré un taux, dans l'ensemble, élevé du nombre de thérophytes, on note toutefois une diminution relative de ce dernier en allant des matorrals vers les formations préforestières et forestières.

Malgré l'importance des thérophytes, les chamaephytes gardent une place particulièrement importante dans les formations végétales de notre zone d'étude surtout dans les matorrals (station 5 et 6).

Les chamaephytes sont généralement fréquentes dans les matorrals. En fait, leur proportion augmente dès qu'il y'a dégradation des milieux forestiers, car ce type biologique semble être mieux adapté que les phanérophytes à la sécheresse estivale, comme le soulignent **DANIN et ORSHAN (1990)**. Ces derniers expliquent leur régression en région humide par la compétition du couvert forestier qui inhiberait leur développement. En effet, les chamaephytes, étant généralement plus photophiles et plus xérophiles, sont éliminés dans les milieux humides (**DAHMANI, 1997**).

En ce qui concerne les hémicryptophytes, bien que présentes en proportions appréciables dans la plupart des formations, elles semblent augmenter en milieu forestier et à haute altitude (station 1 et station 2).

Cette distribution des hémicryptophytes correspond à celle qu'ont décrite par **DAHMANI, (1997)** dans les groupements à chêne vert en Algérie, et les travaux de **BARBERO et al., (1988)** au Maghreb. Ces derniers auteurs expliquent cette abondance des hémicryptophytes par une plus grande richesse en matière organique dans le milieu forestier et par l'altitude. Le faible pourcentage de ce type dans les matorrals de la zone est surtout lié aux faibles altitudes des stations 5 et 6 (Djorf El Guern et Djemb el Kelakh) , par rapport à celle de la station 1 (FD. Tesser Mramet).

Malgré la participation faible des espèces phanérophytes; celles-ci sont dominantes par leur biomasse, constituent ainsi les forêts. Elles sont abondantes dans les formations végétales des stations 1, 2, 3 et 4, ce qui témoignent encore l'existence d'une formation forestière et/ pré-forestière. Ce type phytosociologique est représenté par les espèces à *Quercetea ilicis*. Dans les matorrals, les espèces phanérophytes sont moins importantes, où elles présentent sous forme dégradée et à l'état rabougri, ex : le chêne vert.

En fin les espèces géophytes sont ; dans l'ensemble, les moins bien représentées dans la plupart des formations étudiées. La représentation de ces dernières restes en général plus élevée dans les matorrals station 5 et station 6, que dans les formations forestières (station 1) et préforestières (station 2 ,3 et station 4). Selon **DAHMANI, 1997** : les géophytes sont certes moins diversifiées en milieu dégradé, mais elles peuvent dans certains cas de représentation à tendance monospécifique (surpâturage, répétition d'incendies), s'imposer par leur recouvrement.

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**).

L'ensemble des formations étudiées se caractérise par une dominance des Thérophytes. Cette thérophytisation trouverait son origine dans le phénomène d'aridification en accord avec les conclusions de **SAUVAGE (1961)**, **GAUSSEN (1963)**, **NEGRE (1966)**, **DAGET (1980)** ; **BARBERO et al., (1990)**. Ces derniers présentent la thérophytie comme étant une forme de résistance à la sécheresse, ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides.

Les rigueurs climatiques (sécheresse) et le prélèvement des espèces palatables engendrent une phytodénamique régressive. Par la suite, elles favorisent le développement des espèces à cycle court au dépend des ligneux, généralement plus exigeants quant aux besoins hydriques et trophiques. Ces espèces sont favorisées par l'action anthropique et à pouvoir envahissant très élevé, de stratégie « r » au sens de **PIANKA (1970)** ou « R » au sens de **GRIME (1977)**. **AIDOUD, 1983** signale que dans les hauts plateaux algériens l'augmentation des thérophytes est en relation avec un gradient croissant d'aridité.

L'anthropisation intense (défrichement, pâturage, incendie....) que continuent à subir les forêts au Maghreb et notamment dans notre zone d'étude, se traduit par leur envahissement par les thérophytes, surtout du groupe des Stellarietea mediae (*Calendula arvensis*, *Bromus madritensis*, *Erodium moschatum*, *Biscutella didyma*, *Anagallis arvensis*...), qui se substituent progressivement au cortège forestier originel. Ce qui aboutit à une homogénéisation et une banalisation du cortège floristique de la plupart des formations forestières. Ces remarques ont été soulignées par **DAHMANI, en (1997)**.

Les espèces thérophytes plus ou moins nitrophiles sont plus fréquentes dans le milieu forestier en raison d'un impact plus important des troupeaux et des sangliers (**DAHMANI, 1997**). D'autre part en note une plus grande abondance des thérophytes xérophiles à Tuberarietea guttatae (Thero-Brachypodion) dans les matorrals avec la présence des espèces caractéristiques de Lygeo- Stipetalia et qui sont plus fréquentes dans la zone de Sebdu, ceci montre le fort impact du pâturage et de la forte xéricité dans cette station.

L'origine de l'extension des thérophytes **MADON et MEDAIL in DAHMANI, (1997)** ont distingué deux types d'habitats pour les annuelles des pelouses méditerranéennes :

- Les habitats xériques où les thérophytes se comportent comme des stress tolérants au sens de **GRIME (1977)**.
- Les habitats productifs et perturbés où les thérophytes se comportent plutôt comme des rudérales au sens de **GRIME (1977)**.

Selon **DAHMANI, 1997** les espèces rudérales peuvent également apparaître dans les pelouses xériques diverses pour diverses causes (fréquentation, litière des ligneux voisins...etc.)

La double signification de la thérophyte a été abondamment débattue par les auteurs qui l'attribuent :

- Soit à l'adaptation à la contrainte du froid hivernal (**RAUNKIAER, 1934** ; **OZENDA, 1963**) ou à la sécheresse estivale (**DAGET, 1980** ; **NEGRE, 1966**).
- Soit aux perturbations du milieu par le pâturage, les cultures,... (**GRIME, 1977**).

En effet, les formations végétales à couvert phanérophytique dominantes présentant le plus faible recouvrement des thérophytes alors celles pour lesquelles, le taux des phanérophytes est négligeable le recouvrement des thérophytes est nettement plus élevé. De la même manière, **FLORET et al., (1992)**, ont expliqué que les modifications (après coupe des taillis de chêne vert), de la composition floristique et du cycle biologique des espèces, sont le résultat de l'accroissement de la luminosité au niveau des strates basses.

Cette observation rejoint celle de **RAUNKIAER (1934)** pour qui le taux de thérophytes diminue lorsque l'humidité de la station augmente, autrement dite « quand l'exubérance de la végétation sylvatiques augmente ». (**DAGET, 1980**) explique le rôle de l'ouverture par un apport maximal de radiation à la surface du sol, qui se traduit par un bilan thermique particulier.

La diminution des thérophytes en zones humides est de la même manière interprétée par **DANIN et ORSHAN (1990)** comme étant la résultante de l'augmentation du couvert des espèces persistantes et surtout des phanérophytes. Ces auteurs estiment, par ailleurs que « l'effet d'ombre » lié au couvert végétal pourrait être mieux exprimé par des analyses basées sur les recouvrements des espèces. C'est effectivement ce que traduisent nos résultats.

Nous pouvons ainsi retenir avec **DAGET (1980)** « que le taux de thérophytes est lié quels que soient l'échelle de l'analyse et le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et à l'humidité globale du milieu ».

V.4. Conclusion :

L'étude de la biodiversité floristique de la région d'étude montre que la flore a une composition assez variée. La couverture végétale est formée par des formations forestières, préforestières, des matorrals et des pelouses. Sa richesse est dominée par des espèces appartenant aux familles des composées, les papilionacées et les poacées reconnues par leur résistance à la rigueur des conditions climatiques comme l'indiquent **KILLIAN (1954), LEMEE (1953) et QUEZEL 1999**. La comparaison des différents spectres biologiques montre l'importance des thérophytes ce qui confirme la thérophytisation annoncée par plusieurs auteurs (**BARBERO et al., 1995**). Ce phénomène trouve son origine dans la pression humaine et animale d'une part et la péjoration climatique d'autre part.

L'étude phytogéographique de la région d'étude, montre que cette région est dominée par est dominée par l'élément Méditerranéen (35,79 %) ; suivi par l'élément Ouest-Méditerranéen (8,49%) ; Euro- Méditerranéen (6,27%), Eurasiatique (5,16%) et les Endémiques avec 4,8 % pour les endémiques Nord africaines, 3,69% pour les endémiques Algériennes, et 2,21 % pour les endémiques Algéro-Marocaines, soit 10,7 % pour les endémiques au sens large. On note également la présence marginale de plusieurs espèces pluri- régionales et cosmopolites, les autres éléments étant très peu représentés. Ce brassage d'élément donne une végétation du type Th > (Ch =He)>Ph>Ge, en effet les espèces thérophytes sont représentées avec (34,69%), les hémicryptophytes (23,25%), les chamaephytes (23,25%)., Phanérophytes, (12,55%), et les Géophytes (6,27%).

Concernant l'abondance des espèces floristiques recensées, selon (**QUEZEL & SANTA 1962-63**) ; la flore de la région d'étude est composée par des espèces assez rares (AR) avec 4,06 %, les espèces rares (R) avec 8,86 % , Très rares (RR) 2,95% et rarissimes (RRR) 0,37%. Les espèces assez communes (AC) sont représentées avec un pourcentage de 15,87%. Les autres sont des espèces communes (C) 28,04%, à très communes (CC) 35,06% et particulièrement répandus (CCC) 4,8%.

Dans notre travail, il est important de souligner la diversité floristique observée dans la région d'étude, qui compte au moins 271 taxons avec 50 familles représentatives de la flore de notre site d'étude. Les résultats de calcul des différents indices de diversité ont montré que la diversité de notre zone d'étude est plus ou moins importante, avec une hétérogénéité floristique entre les différents milieux étudiés. Ainsi, la valeur de l'indice de Shannon (H) est de 7,197 pour l'ensemble des stations d'études. Pour l'indice de Pielou, la valeur moyenne étant de 0,89. Les valeurs moyennes des indices de Margalef et de Menhinick respectivement 35,81 et de 6,247. Cependant, la valeur de l'indice de Simpson est de 0,561. En outre les coefficients de similarité de Sorensen et de Jaccard ainsi que de dissimilarité, ont montré l'existence d'une communauté entre les formations à chêne vert et entre les différents groupements à thuya de berberie. En fin la diversité de gini-simpson qui a été déterminé à l'aide du logiciel R pour chaque relevé floristique est varié entre 0,66 (relevé 18) et 0,95 (relevés 66). Cette diversité est différente suivant les stations, ainsi que les types de formations végétales, elle augmente quand on passe de la station 1 à 6. Par ailleurs, l'hétérogénéité n'est pas la même à l'intérieur de chaque station : la dernière station semble très stable alors que les premières sont beaucoup plus hétérogènes. En outre, cette diversité est plus importante dans les matorrals de la zone d'étude avec des structures floristiques stables et homogènes (milieux perturbés) dont les fréquences d'espèces sont plus ou moins invariables ainsi le nombre d'espèces est plus important. Cependant, elle est faible dans les zones forestières, notamment dans la station 1, dont le milieu floristique est hétérogène, ainsi les fréquences d'espèces sont très variables dans ce type de groupement forestier avec dominance du chêne vert et d'autres espèces de son cortège floristiques.

Malgré le maintien d'un taux d'endémisme, la tendance est à l'uniformisation et à la banalisation de la flore liée à l'extension des éléments plurirégionaux. Selon **DAHMANI (1997)**, l'ouverture du milieu semble favoriser la diversité et l'endémisme. Ainsi, l'action anthropique pourrait apparaître à ce niveau comme un facteur de diversification des paysages végétaux méditerranéens et de la richesse floristique, mais il semble exister un seuil à ne pas dépasser, dans la mesure où une pression grandissante liée à l'essor démographique et à une exploitation abusive aboutit en définitive à une aridification du milieu et par voie de conséquence à une réduction de la biodiversité (**BARBERO et al., 1984**). **QUEZEL (2000)**, signale qu'une des raisons susceptibles de rendre compte cette richesse en région méditerranéenne, est sans conteste sa richesse en thérophytes.

CHAPITRE VI : CARTOGRAPHIE DES TYPES DE PEUPELEMENTS

VI.1. Préambule :

La télédétection est un moyen d'appréhender les objets et d'étudier leurs propriétés spectrales, cela se fait en étudiant les caractéristiques des ondes électromagnétiques réfléchies ou émises par ces objets. Elle est basée sur le principe que chaque objet absorbe, émet, diffuse et réfléchit des rayonnements qui lui sont propres et que l'on peut enregistrer et analyser » (**DESHAYES et al, 1992**). Généralement les principaux domaines d'application de la télédétection sont : (la surveillance de l'environnement, l'agriculture et foresterie, cartographie, et les aménagements). Pour les études de la végétation, la télédétection est considérée comme une source d'information complémentaire aux méthodes classiques, basées sur les enquêtes de terrain et sur les photographies aériennes, peut contribuer à la meilleure gestion des forêts. L'exactitude des classifications des essences forestières obtenues par l'analyse des images reste très variable (**FAO, 1991 ; HOFFER & LEE, 1989**). Elle joue un grand rôle en matière des études diachroniques et des changements affectant les ressources naturelles d'une manière générale.

À l'échelle nationale, la forêt algérienne (**MEDERBAL., 2003**) a fait l'objet de quelques applications de télédétection, réalisées en coopération avec des établissements publics (laboratoires, centres de télédétection). Ces études ont été conduites selon des méthodes et des objectifs différents. Cependant, notre expérience en matière de télédétection reste ainsi limitée en ce qui concerne l'utilisation de la télédétection et des Systèmes d'Informations géographiques dans le domaine foresterie due au manque des moyennes de travail notamment les cartes scènes actuelles.

VI.2. Carte des types de peuplements :

Pour l'étude cartographique des types de peuplements, nous avons voulu tester l'apport des images, du satellite **Landsat 7 TM**, du **19-05-2002**, au niveau de la zone forestière des monts de Tlemcen à l'aide d'une trichromie TM4, TM3, TM1. Cette zone est caractérisée par la présence d'une végétation naturelle très diversifiée en particulier par la présence des peuplements à thuya et à chêne vert. L'approche choisie se base sur les techniques de classification multispectrale. Le processus de traitement d'images suivi lors de cette étude se présente dans les étapes ci-dessous. Étant donné que les espaces forestiers sont des milieux hétérogènes (densité, régime, composition et état de développement) et changeants, l'efficacité de la télédétection pour décrire de tels milieux dépend de plusieurs facteurs. Il s'agit des caractéristiques de la zone d'étude ; des objectifs de l'étude (étude de la composition, biomasse, couvert...) ; des images utilisées (résolutions spatiale et spectrale, date d'acquisition) et des méthodes de traitements utilisées (analyse factorielle, classification supervisée, etc..).

Plusieurs tournées de reconnaissance ont été effectuées sur le terrain, lors de la réalisation de notre échantillonnage floristique, dendrométrique et pédologique, et ce, pour identifier notre végétation naturelle. En utilisant le GPS (système de positionnement, à l'échelle du Globe), nous avons enregistré les coordonnées géographiques de plusieurs points à l'intérieur de chaque station, pour nous faciliter la réalisation de la classification supervisée à partir de l'imagerie satellitaire relative à notre zone d'étude. Le résultat final qui est la carte des types de peuplements nous permet de délimiter les structures floristiques homogènes des monts

de Tlemcen. En fin en a essayé de comparer cette nouvelle carte numérique de végétation avec celle établie par **ALCARAZ**, en **1977**, dont l'objectif est d'actualiser l'information sur l'occupation des sols des monts de Tlemcen.

La carte des séries de végétation des monts de Tlemcen établie par **ALCARAZ (1977)**, à l'échelle 1/500 000ème, est considérée comme seule et unique support cartographique de base pour notre étude sur la dynamique diachronique de la végétation naturelle de notre zone d'étude. L'objectif de ce choix est de voir si cette dernière carte existante dans les monts de Tlemcen en question restait valable à nos jours, ou il y a eu un changement ; si oui, lequel ? Répondre à cette question nécessite de notre part une reconnaissance préliminaire de la zone d'étude et bien entendu une récolte de l'ensemble des données bibliographiques susceptibles de nous aider à résoudre cette problématique. L'utilisation des outils SIG et télédétection, nous ont permis d'obtenir des meilleures informations sur l'occupation des sols de notre territoire d'étude et par conséquent, de résoudre cette problématique, objet de nos investigations, sur la dynamique de la végétation qui occupe les monts de Tlemcen.

VI.2.1. Données et matériels utilisés :

Pour la réalisation de cette deuxième étape, concernant la cartographie des types de peuplements et des groupements végétaux relative à notre zone d'étude, nous avons utilisé le matériel et les données suivants :

VI.2.1.1. Matériels utilisés :

Pour le matériel, les concepts présentés dans ce travail ont été validés par les logiciels ENVI 4.2 et Map Info 6.5. La raison de ce choix repose sur la souplesse, la disponibilité, la capacité d'analyse spatiale pour Map Info et le traitement d'image pour ENVI.

1-Le logiciel ENVI : (Environnement for visualising image) a été utilisé pour les traitements d'images. C'est un logiciel complet de visualisation et d'analyse d'images issues de la télédétection. L'avantage principal de ce logiciel est sa capacité de manipuler plusieurs images multi spectrales, c'est-à-dire comportant plusieurs bandes spectrales. Son interface logique et intuitive permet de lire, de visualiser et d'analyser différents formats d'images, de toutes tailles et sur une grande variété de plates-formes. De plus, ENVI inclut également le puissant langage de développement IDL (interactif Data Language) qui permet d'étendre les fonctionnalités d'ENVI ou de créer ses propres routines. Ses fonctions interactives et complètes d'analyse multi / hyper-spectrales et radar révolutionnent la façon dont nous observons la terre. Il constitue le choix naturel des professionnels de par ses performances, son ouverture, sa facilité d'utilisation et la qualité de ses algorithmes **(MEDERBAL, 2005) :**

- Différents types d'images : satellites, radar ou aériennes ;
- Une large gamme de formats images : SPOT, IKONOS, Landsat 7, Terra (ASTER, MISR, MODIS) , ERS, SeaWiFs, ENVISAT, SPOT Végétation, HDF-EOS, Radarsat, TOPSAR, AIRSAR, E-SAR, GEOTIFF, AVIRIS, CASI;
- Des formats vecteurs standards : ArcView Shape file, MapInfo, Microstation .DGN, AutoCAD DXF ;
- Des outils SIG.
- Un accès facile aux données : Il supporte une très large gamme de formats d'images (formats des principaux fournisseurs de données satellites, aériennes ou radar), vecteurs (formats des principaux SIG) et MNT (modèle numérique de terrain)
- Convivial : grâce à son interface logique et intuitive

- Complet : un ensemble très complet de fonctions d'analyse et de traitement. Des algorithmes spécifiques permettent de tenir compte et tirer profit des avantages de chacun de ces domaines :
 - Traitement d'images: pré-traitement, analyse en composantes principales, NDVI, filtres ;
 - Calage : géo-référencement, orthorectification, mosaïques ;
 - Analyse multispectrale et hyperspectrale : ROI, classifications supervisées ou non-supervisées , post-classifications, bibliothèques spectrales ;
 - Analyse Radar : mono-bande, polarimétrie ;
 - Outils vecteurs: création ou éditions de couches vecteurs, interrogations des attributs ;
 - Analyse topographique ;
 - Visualisation 3D interactive ;
 - Compositions de cartes.

- Ouvert : grâce au langage IDL, Interactive Data Language (inclus dans ENVI), l'utilisateur peut rapidement intégrer ses propres algorithmes de traitement ou l'accès à de nouveaux formats d'images.

2-Le logiciel MAP INFO : est un « logiciel de cartographie informatisée », c'est-à-dire un logiciel qui permet de traiter des données contenant des informations géographiques, en liaison avec un système de représentation géographique. MapInfo a été développé et conçu dans le début des années 70 par la société américaine MapInfo corporation, Troy, New York (U.S.A). C'est un outil de type Système d'Information géographique qui sert à créer, traiter et à cartographier l'information géographique. Il compile, assemble, croise des données thématiques professionnelles avec des données génériques vecteurs ou raster (**BARBIER, 2002b**).

VI.2.1.2. Données utilisées :

Pour choisir une méthode d'analyse adaptée à la problématique, il est important de connaître quelles informations utiliser.

• Le référentiel cartographique :

Le référentiel cartographique ayant servi pour réaliser notre étude comparative sur la végétation naturelle de notre zone d'étude, entre deux périodes différentes (La nouvelle carte issue de l'imagerie satellitaire 2002 et l'ancienne carte de végétation 1977). La carte ancienne choisie pour cette comparaison, est celle de la carte des séries de végétation des monts de Tlemcen établie par **ALCARAZ, (1977)**, à l'échelle 1/500 000ème. En effet cette carte est considérée comme seul et unique support cartographique de base pour notre étude comparative entre l'occupation des sols de cette dernière carte et celle de la nouvelle carte de végétation établie à partir de l'imagerie satellitaire.

- **Le référentiel numérique :**

On dispose d'une image satellitaire **LANDSAT 7 TM**, (en mode multispectrale) couvrant la même région (mont de Tlemcen). Cette image a une résolution de 30 mètres et elle comporte sept (07) bandes spectrales (**figure 51**). La date d'acquisition de cette image est le 19 mai 2002. L'information est relative au type de végétation qui occupe notre région d'étude notamment celle des groupements à thuya et à chêne vert.

VI.2.2. Organigramme du traitement de l'image satellite par le logiciel ENVI :

Le traitement de l'image satellitaire nous permet d'avoir une idée sur la répartition des différents groupements végétaux à travers notre zone d'étude par l'élaboration de la carte des types de peuplements (**MEDERBAL, 2003**). Dans cette optique on va aborder les étapes de traitement d'image sous le logiciel ENVI 4.2.

- 1- Acquisition de l'image Landsat 7 TM (**figure 52**).
- 2- Extraction d'image.
- 3- Composition colorée.
- 5- Classification multi spectrale en mode supervisée.
- 6- Mise en page de la classification sous ENVI.
- 7- Sortie des résultats.
- 8- Réorganisation de la carte des types de peuplements sur Map info 6.5.
- 9- Interprétation et définition de la nomenclature.

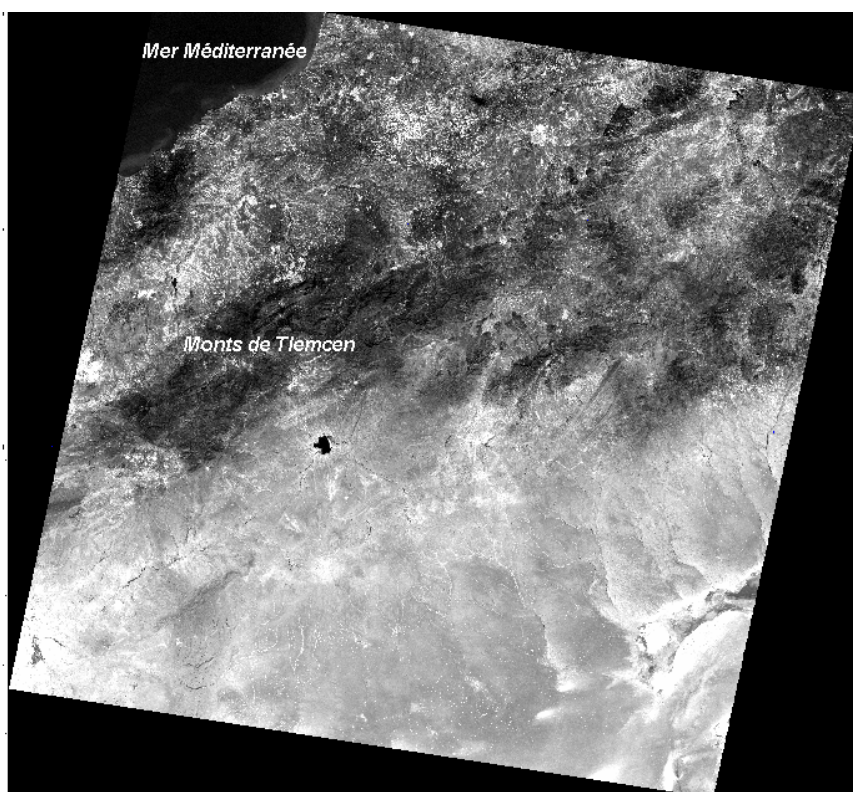


Figure 52- Image satellite Landsat 7 TM (Wilaya de Tlemcen)

de l'année 2002 (image scène). Source (I.N.C.T)

VI.2.2.1. Extraction d'image :

Avant tout traitement d'image, il faut faire une extraction (fenêtre) d'image pour diminuer le temps d'exécution des différentes applications sur cartes et augmenter le temps de calcul. L'extraction de l'image sera en fonction des limites de la zone d'étude.

VI.2.2.2. Composition colorée :

Les satellites de la série Landsat portent plusieurs capteurs comme les systèmes de caméras RBV (Return Beam Vidicon), le système MSS (Multi Spectral Scanner), et plus tard, le TM (Thematic Mapper) Chacun de ces capteurs a une fauchée de 185 km, avec une scène complète de 185 km sur 185 km.

Tableau 37- Bandes multi spectrale du satellite Landsat 7 TM.

Bandes	Domaine spectral (microns)	Application
TM 1	0,45 - 0,52 (bleu)	discrimination entre le sol et la végétation, bathymétrie/cartographie côtière; identification des traits culturels et urbains
TM 2	0,52 - 0,60 (vert)	cartographie de la végétation verte (mesure le sommet de réflectance); identification des traits culturels et urbains
TM 3	0,63 - 0,69 (rouge)	discrimination entre les espèces de plantes à feuilles ou sans feuilles; (absorption de chlorophylle); identification des traits culturels et urbains
TM 4	0,76 - 0,90 (proche IR)	identification des types de végétation et de plantes; santé et contenu de la masse biologique; délimitation des étendues d'eau; humidité dans le sol
TM 5	1,55 - 1,75(IR de courte longueur d'onde)	sensible à l'humidité dans le sol et les plantes; discrimination entre la neige et les nuages
TM 6	10,4 - 12,5 (IR thermique)	discrimination du stress de la végétation et de l'humidité dans le sol relié au rayonnement thermique; cartographie thermique
TM 7	2,08 - 2,35(IR de courte longueur d'onde)	discrimination entre les minéraux et les types de roches; sensible au taux d'humidité dans la végétation

L'information apportée par un seul canal ne permet pas toujours de donner un détail satisfaisant pouvant refléter de près ce qu'on espère ressortir à partir des données télédétection. Pour ce fait, on a attribué à chaque image des différents canaux une couleur de base additive (B. V. R) et on les a superposées afin d'obtenir une image trichrome (**tableau 38**). Un document qui se rapproche le plus possible de la réalité avec le maximum d'informations faciles à distinguer avec 256 nuances (**figure 53**).

Tableau 38- Longueur d'ondes et couleurs affectées.

Longueur d'ondes	Couleur affectée
vert → bande 1 (TM1)	bleu
rouge → bande 3 (TM3)	Vert
Proche infrarouge → bande 4 (TM4)	Rouge

Le résultat est le suivant (**figure 53**) :

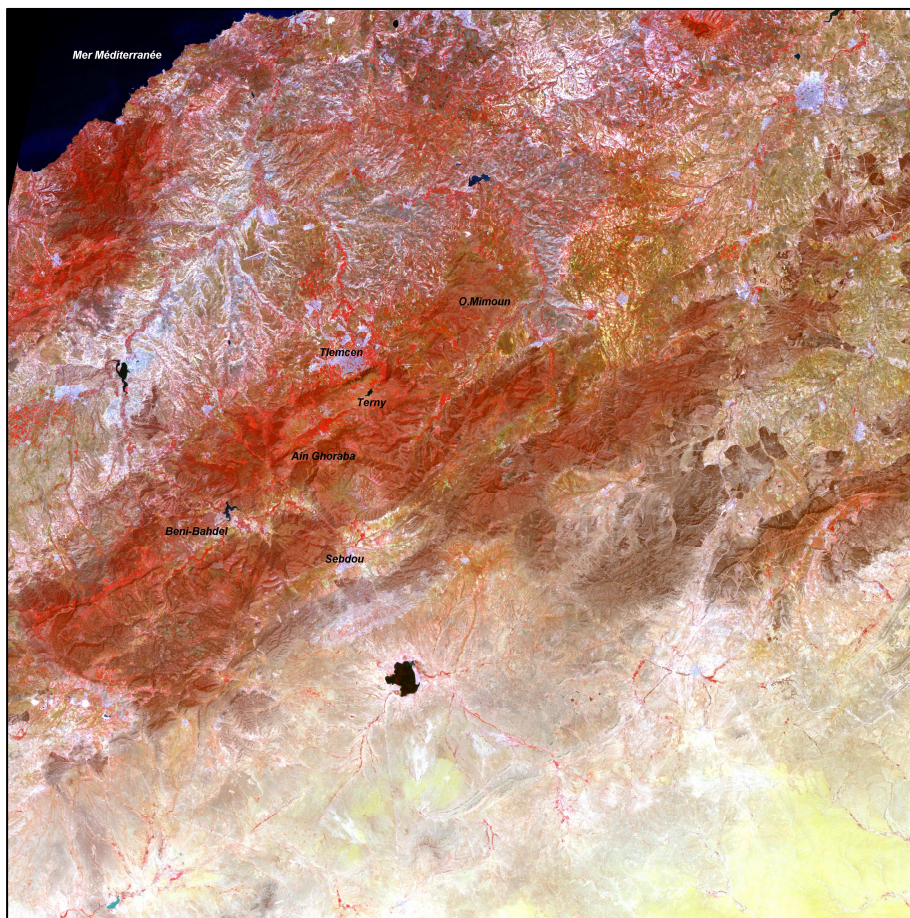


Figure 53- Image Landsat TM vue en trichromie (TM4, TM3, TM1) (Monts de Tlemcen, année 2002).

VI.2.2.3. Classification multi spectrale :

Elle consiste à attribuer un pixel ou un groupe de pixels d'une classe donnée et elle se généralise à l'ensemble de l'image en utilisant des méthodes automatiques de classification et ceci grâce à deux modes (supervisée et non supervisée). Dans notre cas nous avons choisi la première méthode de classification.

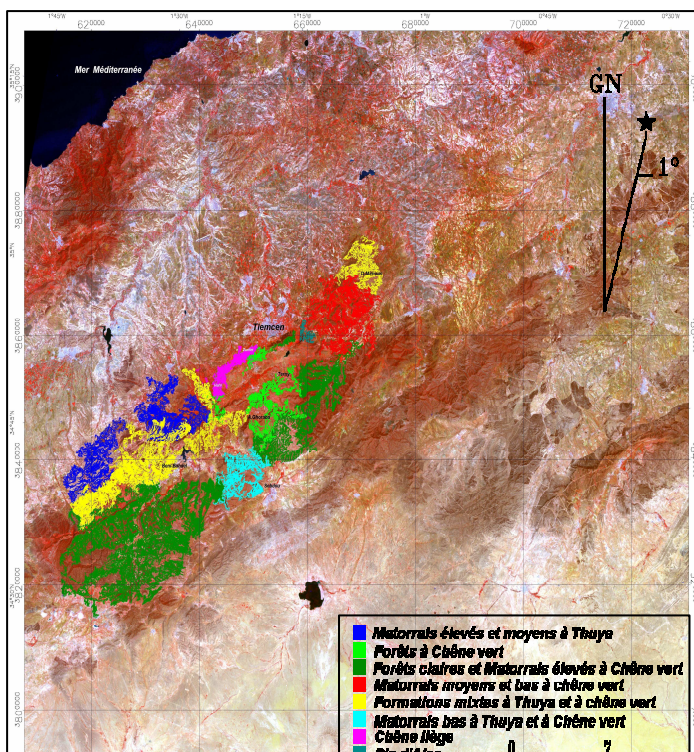
- Classification supervisée :

Cette méthode repose sur une bonne connaissance du terrain. Le but de ces opérations est de remplacer l'analyse visuelle des données image par des techniques quantitatives pour automatiser l'identification des éléments dans une scène (BLANC *et al.*, 2000 ; SAMSON *et al.*, 2000). Ceci implique normalement l'analyse des données image multispectrale et l'application de règles de décision sur des bases statistiques pour la détermination de l'identité des types de couverts de terrain de chaque pixel de l'image. En effet, la classification a pour but d'attribuer chaque point de la scène observée à une des classes identifiées. Choix des sites d'entraînements évaluation des signatures spectrales : Pour cela, des échantillons ont été localisés sur l'image à partir de leurs coordonnées géographiques (figure 54). Cette opération a été faite directement sur écran.

VI.2.2.4. Mise en page de la classification sous ENVI :

Ce dernier point est très intéressant, parce que le résultat d'une classification est une carte d'occupation du sol. Et une carte doit être bien présentée (quadrillage, légende, flèche du nord, échelle). Le logiciel ENVI donne des fonctionnalités conviviales de mise en page.

- Sortie des résultats (Carte des types de peuplements) : Le produit final donnera lieu à une carte des types de peuplements.



**Figure 54- Carte des types de peuplements des monts de Tlemcen
à partir de l'Image satellite Landsat TM). Logiciel ENVI 4.2**

En fin la carte des types de peuplement, résultat de la télédétection a été rapportée dans le logiciel SIG Map info 6.5, pour digitalisation de nouveau et l'élaboration d'une carte finale des types de peuplements relative à notre zone d'étude, dont les couleurs ont été choisies selon l'état du couvert végétal des groupements végétaux qui correspondent à chaque formation forestière, en correspondance avec celle existante dans la carte des séries de végétation des monts de Tlemcen selon, **ALCARAZ (1977)**.

VI.2.2.5. Interprétation des images :

L'interprétation des images satellites est basée sur le même principe adopté pour l'interprétation des photographies aériennes. Elle consiste en une analyse qui prend en considération les paramètres de texture, structure et forme.

- **L'interprétation globale** : une vue générale est faite sur l'ensemble de l'image permettant d'en extraire les grands traits, telles les différentes teintes existantes et leur répartition.

- **L'interprétation définitive** : elle consiste à délimiter des aires ayant la même teinte appelées « zones isophènes » Ce découpage correspond à des thèmes que le thématique est sensé dégager par analogie avec des documents caractérisant la même zone « carte, documents, etc. », toutefois la légende définitive n'est établie qu'après vérification et confirmation sur terrain.

VI.3. Carte des groupements végétaux :

En ce qui concerne la carte des groupements végétaux, elle traduira les résultats obtenus de l'étude des groupements végétaux. Notre choix de représentation cartographique a porté sur les groupements végétaux, car cette méthode de représentation cartographique présente l'avantage de mieux visualiser les groupements qui reflètent parfaitement les conditions écologiques du milieu.

Comme les emplacements des relevés seront repérés moyennant leurs coordonnées sur la carte des types de peuplements, alors cette même carte servira de base pour la création d'une nouvelle couche qui représentera les groupements végétaux identifiés par la méthode d'analyse phytosociologique numérique AFC et AFD.

Le travail consistera à fusionner dans une même strate tous les relevés qui seront semblables et qui auront des affinités communes, ce qui donnera lieu à (n) strates qui correspondront au nombre total de groupements végétaux mis en relief par la méthode phytoécologique. Cette nouvelle couche générée représentant les (n) strates identifiées sera appelée la carte des groupements végétaux.

Concernant le choix des couleurs, il sera fait en fonction des conditions écologiques relatives à chacun des différents groupements végétaux. Cette dernière carte a été réalisée à partir de la carte des types de peuplement, en utilisant le logiciel Map info 6.5 par la méthode de digitalisation à l'aide des polygones.

VI.4. RESULTATS DE LA CARTOGRAPHIE :

VI.4.1. Carte des types de peuplements :

La carte des types de peuplements (**figure 55**) résulte de l'intégration des données issues de la classification automatique (zones à chêne vert et à thuya de berberie et d'autres formations végétales qui occupent les monts de Tlemcen), de la numérisation directe à l'écran (zones forestières des monts de Tlemcen). La superficie totale des monts de Tlemcen s'étend sur 248811,5840 ha, avec une superficie forestière boisée de 143018,889 ha. La nomenclature concernant les types de peuplements ainsi retenue est donnée dans le **tableau 39**. Il s'agit des noms des classes ou séries végétales mises en évidence par l'analyse de l'image satellitaire.

Tableau 39- Noms des principales séries de végétations identifiées selon la carte des types de peuplements moderne issue de l'image satellitaire de l'année 2002 (monts de Tlemcen).

Série de végétation	Superficie en (Ha)	Nom de la série (formation végétale), selon la carte des types de peuplements année 2002 (BENABDELLAH M.A)
Série1	9309,01374	Forêts de chêne vert
Série2	57436,1914	Forêts claires et matorrals à chêne vert
Série3	15290,1929	Matorral moyen, bas et clair à chêne vert
Série4	17328,5911	Matorrals élevés et moyens à thuya de berberie
Série5	31871,2255	Formation mixte à thuya et à chêne vert
Série6	7737,0432	Matorral bas et clair à thuya, <i>Helianthemum sp</i> et <i>stipa tenacissima</i> = (de l'oléo-lentisque selon ALCARAZ, 1977)
Série7	3046,3793	Série du chêne liège
Série8	1000,2514	pin d'Alep
Total	143018,889	Total de la superficie boisée dans les monts de Tlemcen

Pour avoir une idée sur la dynamique diachronique de notre végétation naturelle à travers notre zone d'étude, on va essayer de comparer cette nouvelle carte des types de peuplements avec celle établie par **ALCARAZ 1977**, pour cela nous avons digitalisé cette carte à l'aide de l'outil SIG -Map info 6.5- (**figure 56**). Au cours de la réalisation de cette phase de travail (digitalisation) de la carte de végétation des monts de Tlemcen

d'ALCARAZ, nous avons calculé les différentes surfaces relatives à chaque série de végétation. Les résultats obtenus sont les suivants (**tableau 40**):

Tableau 40- Noms des principales séries végétales identifiées, selon la carte des séries de végétations des monts de Tlemcen (ALCARAZ, 1977).

Série de végétation	Superficie en (Ha)	Nom de la série (formation végétale) selon ALCARAZ , 1977
Série1	4500,57088	Forêt de chêne vert et chêne zéen
Série2	93688,4499	Forêts claires et matorrals à chêne vert
Série3	8187,23155	Matorral à chêne vert et genévrier oxycèdre
Série4	3804,70369	Matorral moyen, bas et clair à chêne vert
Série5	6125,35912	Série du thuya de berberie
Série6	20877,0861	Série mixte à thuya et à chêne vert
Série7	2132,73763	Série de l'oléo-lentisque, matorral élevé
Série8	5360,09864	Forets denses et clairs de chêne liège
Série9	1151,08507	Matorrals du chêne liège
Série10	6954,0198	Matorral arboré à pin d'Alep et chêne vert
Total	152781,342	Total de la superficie boisée dans les monts de Tlemcen

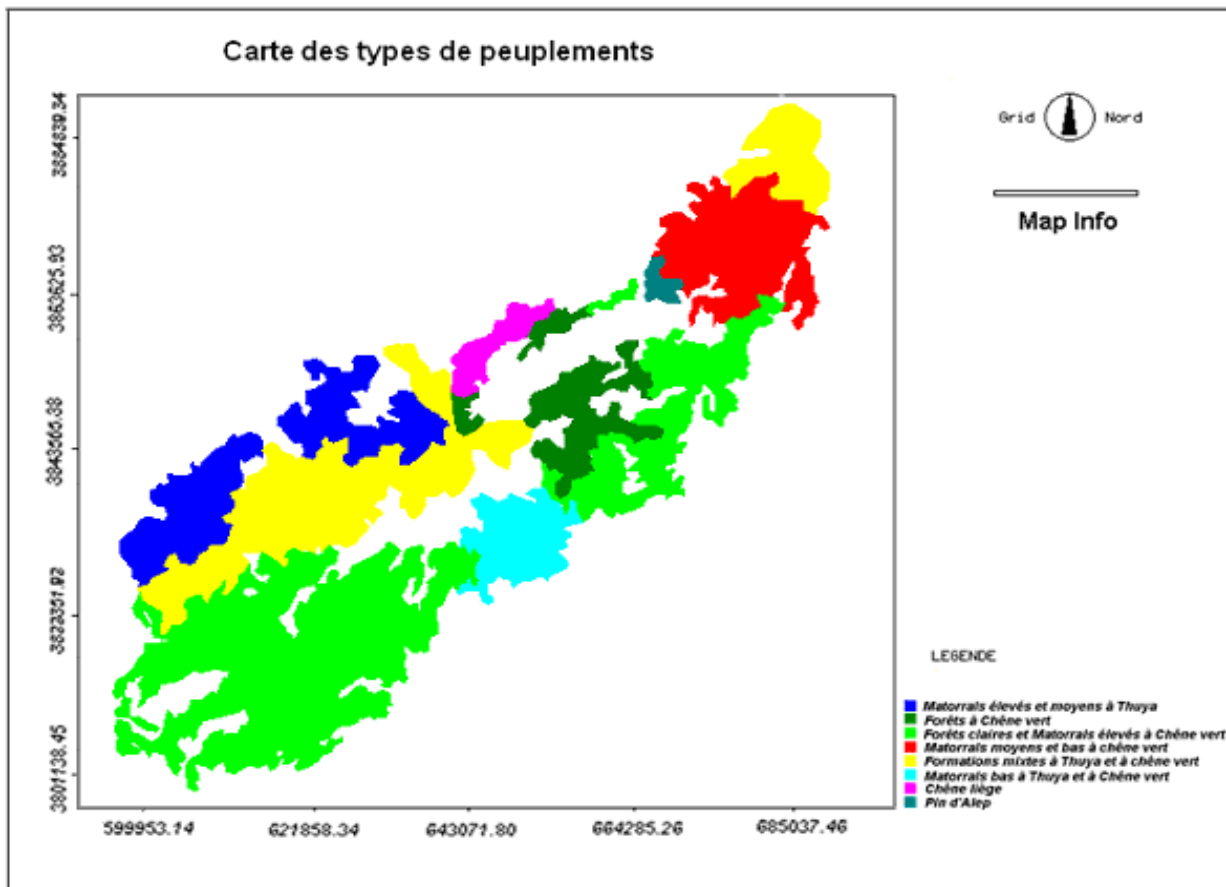


Fig. 55- Carte des types de peuplements (monts de Tlemcen), BENABDELLAH M.A (Map info 6.5)

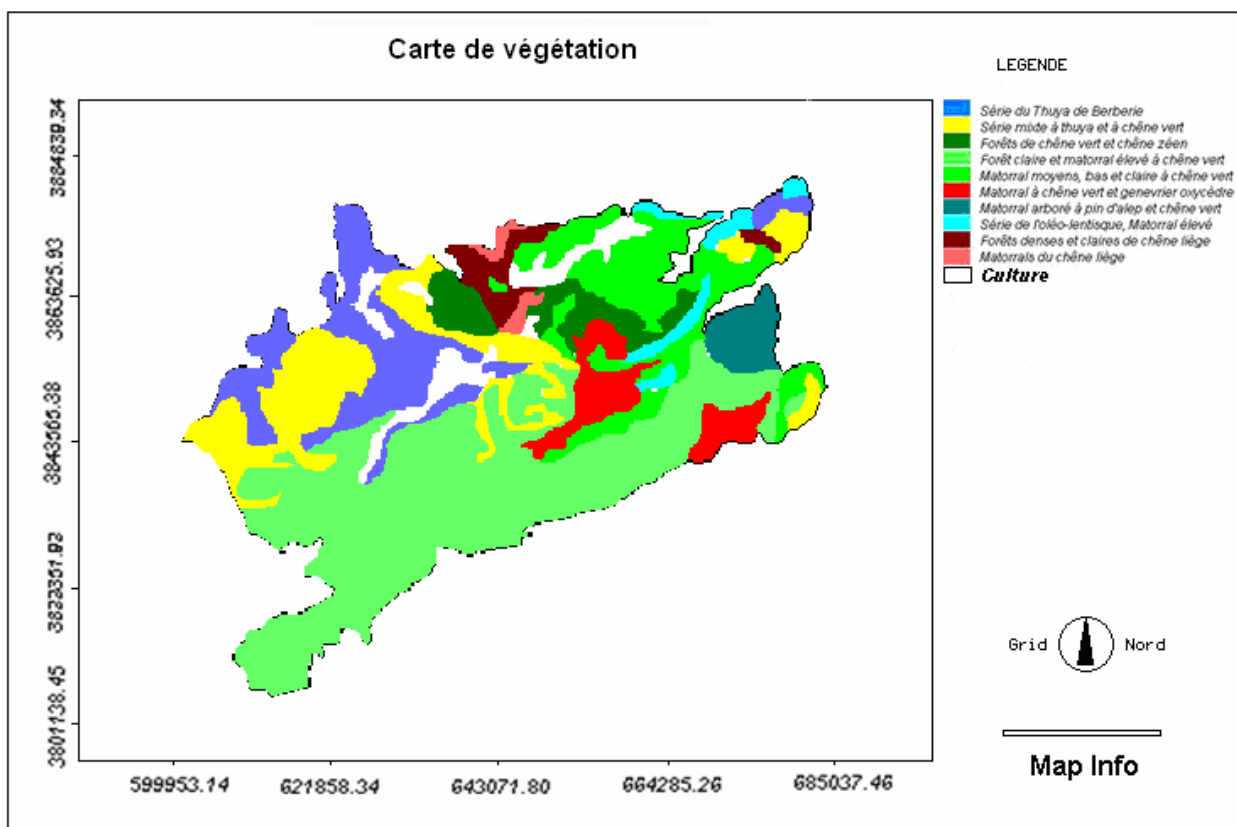


Fig.56- Carte de végétation des monts de Tlemcen (ALCARAZ, 1977, Modi.Par BENABDELLAH M.A)

L'analyse comparative des deux cartes de végétation, montre que la carte d'**ALCARAZ**, reste valable d'une manière globale à nos jours en ce qui concerne les grandes structures qui occupent les monts de Tlemcen (composition floristique d'une façon générale), mais les limites des séries doivent être révisées ; effectivement ce que nous avons en train de faire, nous avons remarqué une différence entre les superficies qui correspondent à chaque série de végétation pour les deux cartes de végétation. En effet nous avons observé une diminution de la surface forestière boisée d'une manière générale, et ce, sous l'effet des nombreux facteurs de dégradation (incendies, surpâturage, climatique, ...), l'écosystème forestier des monts de Tlemcen a été fortement perturbé. La superficie couverte par la végétation naturelle qui était de 152781,342 ha en 1977 (**ALCARAZ**), est passée à environ 143018,889 ha en 2002 (nos propres remarques). Avec une perte de surface forestière boisée d'environ 9762,453 ha, entre ces deux périodes.

Les deux composantes essentielles du territoire de la zone d'étude se présentent de la manière suivante :

Tableau 41- Représentation des superficies forestières des séries de thuya et de chêne vert dans les monts de Tlemcen (ancienne et nouvelle période).

Séries de végétation (Formations végétales)	Carte d'ALCARAZ, 1977	Carte des types de peuplements de l'année 2002 (BENABDELLAH M.A)
Séries de chêne vert	110180,956 ha	82035,398 ha
Séries de thuya de berberie	6125,36 ha	17328,59 ha
Séries mixtes thuya et chêne vert	23009,82 ha	39608,27 ha

- Le chêne vert s'étend sur 82035,398 ha, soit 57,36 % de la superficie totale boisée des monts de Tlemcen qui est de l'ordre de 143018,889 ha. Le chêne vert dense, le chêne vert moyennement dense et le chêne vert clair y occupent respectivement 9309,014 ha (forêts à *Quercus rotundifolia* et *Quercus faginea ssp Tlemcennecis*), 57436,19 ha (forêts claires et matorrals élevés à chêne vert) et 15290,19 ha (matorrals moyens et bas à chêne vert), soient 11,35%, 70,01% et 18,64% de la superficie totale du chêne vert dans les monts de Tlemcen.

En outre et selon la carte de végétation d'**ALCARAZ (1977)**, la superficie couverte par le chêne vert était de 110180,956 ha, soit 72,12% de la superficie totale boisée dans les monts de Tlemcen (en 1977). D'après ces résultats on constate donc une nette régression de l'aire du chêne vert pour l'état actuel, dont sa superficie est passée à environ 82035,398 ha soit 57,36 % en 2002 (nos propres remarques) ; avec une perte de surface forestière du chêne vert de l'ordre d'environ 28145,558 ha soit (14,76 %) des superficies du chêne vert.

- En ce qui concerne le thuya de berberie, les périmètres occupés par cette espèce sont de l'ordre de 17328,59 ha en 2002, soit 12,12 % de la superficie totale boisée dans les monts de Tlemcen. Les formations mixtes à thuya et à chêne vert, occupent d'environ 39608,27 ha, soit 27,69 % de la superficie totale des périmètres boisés dans les monts de Tlemcen.

Selon la carte d'**ALCARAZ (1977)**, le thuya de berberie occupe 6125,36 ha, soit 4,01 %. Pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert, les terrains forestiers occupés par ces dernières formations, étaient de 23009,82 ha, soit 15,06 % de la superficie forestière totale des monts de Tlemcen. On constate qu'il y'a une différence entre les superficies occupées par les formations à thuya, et ce, entre les deux périodes, nouvelles (2002) et ancienne (1977); de l'ordre d'environ 11203, 23 ha (8,11 %) pour les formations à thuya et 16598,44 ha (12,63%) pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert. Le thuya de berbérie, essence thermoxérophile est liée aux bioclimats de type semi-aride, chaud ou frais et sub-humide tempéré ou frais (**BENABID, 1977**).

L'importance des superficies occupées par cette espèce peut être expliquée par la xéricité du climat soulignée par **KADIK (1987)** ; **HADJADJ-AOUL (1995)** et **DAHMANI (1997)** dans l'Ouest algérien. En effet, l'expansion du thuya dans ces zones au détriment du chêne vert dans les étages de végétation thermo-méditerranéen et même dans le méso-méditerranéen est accentuée par l'augmentation de l'aridité et de la sécheresse, surtout en présence du substrat calcaire sec et filtrant (**EI-HAMROUNI et LOISEL, 1979** ; **FENNANE, 1982**).

VI.4.2. Carte des groupements végétaux :

L'étude phytoécologique et phytodynamique, nous a permis d'identifier les différents groupements végétaux et de préciser leur appartenance phytosociologique ainsi que les séries de végétation du territoire de thuya et du chêne vert des monts de Tlemcen. D'ailleurs, c'est sur la base de cette étude des groupements végétaux et des séries de végétation que cette carte synthétique a été élaborée (**figure 57**). Une fois l'étude phytoécologique réalisée et l'identification des groupements est faite, nous avons procédé à la représentation graphique de ces groupements végétaux. En effet, les relevés ayant des affinités communes sur les plans écologiques et floristiques ont été réunis dans une même strate, ce qui a donné lieu à six strates qui correspondent aux six groupements identifiés par la méthode phytosociologique.

La numérisation des strates a été faite sur écran en prenant la carte des types de peuplements comme base de travail. Le choix des couleurs a été fait en tenant compte de la notion de série de végétation et des conditions écologiques correspondant à ces divers groupements végétaux identifiés. Par ailleurs, pour des besoins pratiques et pour aider le gestionnaire en matière de choix des zones qui sont plus intéressantes que d'autres sur les plans écologiques, de la diversité floristique et phytocénotique, les groupements végétaux identifiés ont été non seulement cartographiés, mais également planimétrés (**tableau 42**).

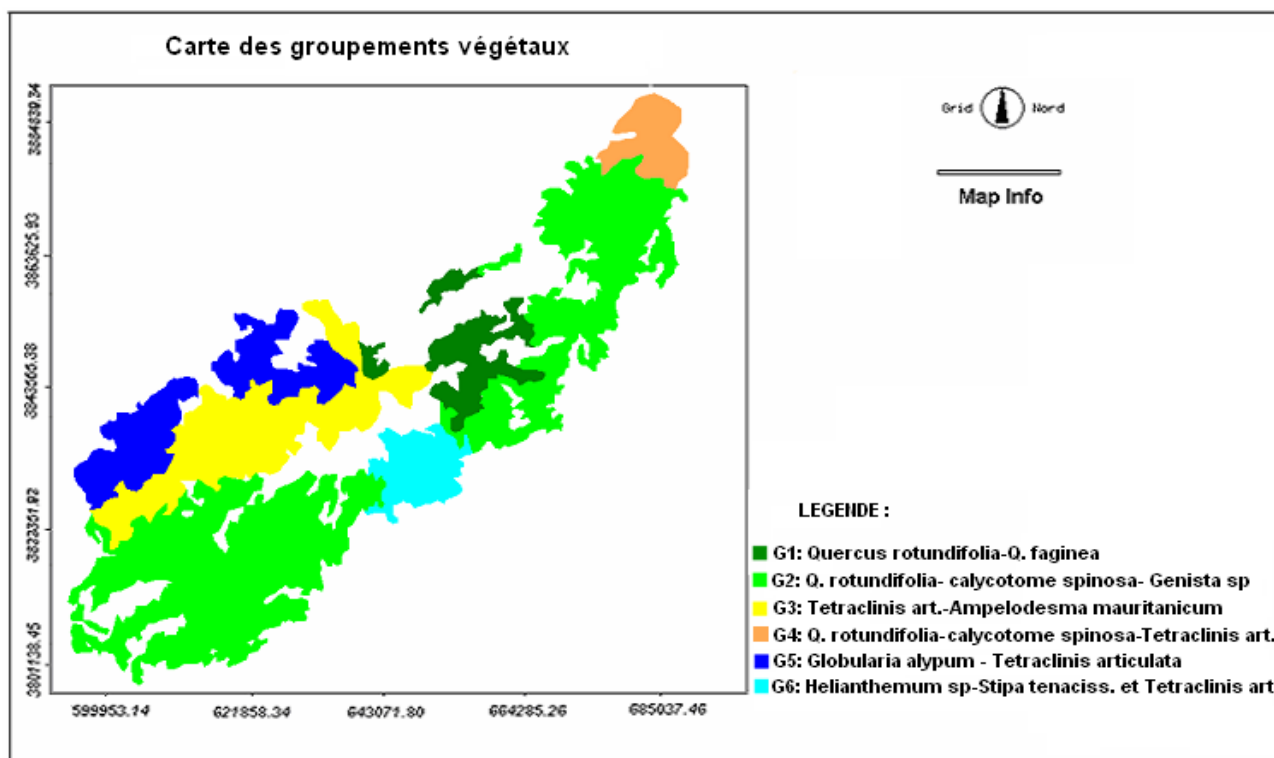


Fig. 57- Carte des groupements végétaux (Zone d'étude), BENABDELLAH M.A., (Map info 6.5)

Etagement de végétation	Série de végétation	Groupements végétaux	Superficie en ha (année 2002)	Type de formation
Supra-méditerranéen inférieur	Chêne vert	G1: <i>Quercus rotundifolia</i> - <i>Quercus faginea</i> ssp <i>Tlemceniensis</i>	9309,01374	Formation forestière à <i>Quercetalia ilicis</i>
Méso-méditerranéen		G2: <i>Q. rotundifolia</i> - <i>Calycotom spinosa</i> – <i>Genista</i> sp.	72726,3843	Formation préforestière à <i>Pistacio-Rhamnetalia</i>
Thermo-méditerranéen moyen	Thuya de berberie	G5 : <i>Globularia alypum</i> - <i>Tetraclinis articulata</i>	17328,5911	Formation préforestière à <i>Pistacio-Rhamnetalia</i>
Méso-méditerranéen inférieur	MIXTES THUYA et Chêne vert	G3 : <i>Tetraclinis articulata</i> - <i>Ampelodesma mauritanicum</i>	25668,6	Formation préforestière à <i>Pistacio-Rhamnetalia</i>
Thermo-méditerranéen moyen		G4: <i>Q. rotundifolia</i> - <i>Calycotom spinosa</i> – <i>Tetraclinis arti.</i>	6202,6255	Matorral à thuya et des <i>Rosmarinetea officinalis</i>
Thermo-méditerranéen inférieur		G6 : <i>Helianthemum</i> sp.- <i>Stipa tenaciss.</i> - <i>Tetraclinis arti.</i>	7737,0432	Matorral à thuya, Alfa, Globulaire et Romarin
Superficie Totale occupée par les formations à thuya, à chêne vert et des formations mixtes à thuya et chêne vert (monts de Tlemcen)			205	138972,258

Tableau 42- Présentation des séries et des groupements végétaux de la zone d'étude.

Selon le **tableau 42**, ci-dessus : on constate que le chêne vert occupe actuellement les étages de végétation (supra-méditerranéen inférieur et le méso-méditerranéen), cependant les formations à thuya de berberie occupent bien dans l'étage de végétation thermo-méditerranéen et même dans l'étage méso-méditerranéen, en présence des formations mixtes à thuya et à chêne vert. L'importance des superficies occupées par le thuya de berberie peut être expliquée par la xéricité du climat soulignée par **KADIK 1987**, **HADJADJ-AOUL 1995** et **DAHMANI, 1997** dans l'Ouest algérien. En présence d'une dégradation avec la xéricité du climat et surtout en présence du substrat calcaire, le thuya de berberie ayant une grande faculté à gagner les terrains au détriment du chêne vert (**ACHERAR, 1981 ; BARBERO et al.,1990 et HADJADJ-AOUL 1995**).

Ces derniers auteurs ont qualifié le thuya comme espèce expansionniste de la stratégie adaptative type R, tendit que le chêne vert est une espèce de résistance de la stratégie adaptative du modèle dynamique type K (**DAHMANI, 1997**). Mais malgré sa grande faculté à gagner du terrain dans ces conditions naturelles ; les températures négatives (la neige), freinent le développement de cette essence en altitude. Où le thuya se trouve relégué par des essences plus résistantes au froid telles que le Chêne vert, et le Genévrier oxycèdre. Ces observations ne viennent pas en contradiction avec celles d'**ALCARAZ (1982)** et **HADJADJ-AOUL, (1995)**.

VI.5. Conclusion :

Nous confirmons que l'image Landsat 7 TM, peut contribuer énormément dans l'élaboration des cartes des types de peuplements et les résultats sont d'autant plus intéressants pour effectuer l'étude diachronique sur la végétation naturelle qui occupe notre zone d'étude. Ainsi la carte des séries de végétation établie par **ALCARAZ** en **1977** pour les monts de Tlemcen, est considérée comme un moyen cartographique très important pour réaliser notre étude comparative sur les limites des principales séries de végétation existantes dans les monts de Tlemcen, et ce, avec la nouvelle carte des types de peuplements issue de l'imagerie satellitaire.

D'après ce qui précède, nous pouvant avancé que la carte d'**ALCARAZ (1977)**, reste valable dans l'ensemble, si on tient compte uniquement des essences forestières majeures dont elle fait allusion comme nomination des séries végétales. En effet, les groupements végétaux définis dans nos travaux que ce soit dans l'étude phytoécologique ou cartographique sont en parfaite concordance avec ceux cités dans l'ancienne carte de végétation d'**ALCARAZ**, du moins dans les limites géographiques de notre zone d'étude.

Néanmoins, nous avons constaté une certaine différence entre les deux cartes, en effet nos résultats obtenus, nous confirme que sous l'effet de plusieurs actions de dégradations, la dynamique de végétations de notre zone d'étude est dans le sens régressif, l'écosystème forestier des monts de Tlemcen a été fortement perturbé.

La superficie couverte par la végétation naturelle qui était de 152781,342 ha en 1977 (**ALCARAZ**), est passée à environ 143018,889 ha en 2002 (nos propres remarques). Avec une perte de surface forestière boisée d'environ 9762,453 ha, entre ces deux périodes. Le chêne vert, espèce forestière par excellence a été

fortement perturbée. La superficie couverte par cette espèce qui était de 110180,956 ha en 1977, est passée à environ 82035,398 ha en 2002. Ainsi, le thuya de berberie espèce thermo-xerophile, occupe actuellement une superficie importante dans la zone d'étude qui est de l'ordre 17328,59 ha. Les formations mixtes à thuya et à chêne vert, occupent d'environ 39608,27 ha. Selon la carte d'**ALCARAZ (1977)**, la superficie du thuya de berberie était d'environ 6125,36 ha. Pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert, les terrains forestiers occupés par ces dernières étaient de 23009,82 ha. L'importance des superficies occupées par le thuya de berberie peut être expliquée par la xéricité du climat soulignée par **KADIK 1987**, **HADJADJ-AOUL 1995** et **DAHMANI, 1997** dans l'Ouest algérien. Ainsi ; grâce à sa faculté de rejeter de souches il réagit vigoureusement à tous ses concurrents (**BARBERO et al., 1990** ; **HADJADJ-AOUL, 1995** ; **BENABDELLI, 1996**). Si ce n'est sa crainte du froid humide et de la haute altitude, la distribution de cette association aurait pris des proportions importantes en surface.

Ce travail, premier du genre, dans la zone d'étude qui prend en considération deux critères de stratification (composition et densité) serviraient de référence pour d'éventuelles études diachroniques qui permettraient de mieux appréhender et comprendre l'évolution du couvert végétal de la zone d'étude. Cependant, il est vivement recommandé d'utiliser des images à grande résolution pour des études plus fines (images spot). Les zones occupées par les différentes phytocénoses ont été cartographiées et planimétrées, ce qui permet une meilleure connaissance des potentialités du chêne vert et du thuya de berberie de notre zone d'étude tant sur le plan floristique et dendrométrique que des conditions écologiques locales pour la mise en place d'une stratégie de conservation in-situ, de valorisation et surtout de restauration des chênaies vertes et des tetraclinaies.

CHAPITRE VII : SYNTHÈSE FINALE ET DISCUSSION

La situation géographique des monts de Tlemcen et ses particularités environnementales, comme l'importance de l'influence du climat, la nature des sols, la géomorphologie et la présence d'une pression anthropique excessive ont contribué à la diversification locale du cortège floristique et ont engendré divers gradients floristiques et environnementaux. L'altitude est le facteur le plus important et qui a marqué la tendance la plus claire au niveau de la première analyse factorielle. Il s'agit d'un facteur lié aux variations du climat, spécialement l'intensité du froid qui représente un facteur limitant pour plusieurs espèces végétales (WOODWARD, 1987).

La plupart des espèces séparées sur le côté négatif de l'axe 1 de la première analyse, ont une affinité claire avec les zones de haute altitude « groupement A » (voir résultats). Ces dernières présentent une formation forestière à *Quercus rotundifolia* L. et *Quercus faginea* L.,. Concernant ce groupe végétal, DAHMANI, (1997) a décrit une association plus continentale et alticole (*Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae*) formée surtout par ces espèces sur les Monts du Hodna, l'Ouarsenis et les Aurès, sous aspect forestier « *viburnetosum tini* » de l'ordre de *Quercetalia ilicis* et l'alliance *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae* (plus mésophile). Elle présente une forte affinité avec le *Sileno melliferae-Quercetum rotundifoliae*, décrit dans le moyen Atlas Marocain QUEZEL, BARBERO et BENABID, (1987), qui assure la continuité géographique et écologique avec celle de la dorsale des monts de Tlemcen.

En comparaison avec le *Tetraclinis articulata* du Maroc, cette dernière présente un aspect préforestier des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* par la présence importante de *Olea europaea* var. *oleaster* et de *Pistacia lentiscus* notamment dans le Rif et au Maroc orientale (FENNANE, 1988). ACHHAL EL KADMIRI et al., (2004), ont défini une association *Rosmarino tournefortii-Tetraclinetum* de l'alliance *Asparago-Rhamnion* des *Pistacio-Rhamnetalia* sur substrat calcaire dans le massif des Béni-Snassène (Maroc oriental). Par ailleurs, en Algérie et particulièrement en Oranie ce groupement offre beaucoup d'affinité physiologique et floristique avec *Ampelodesmo mauritanicum-Tetraclinitum articulatae* (HADJADJ AOUL, 1995) de l'ordre des *Cisto mauritanici-Thymetalia mumbyani*, alliance *Asparago-Rhamnion oleoidis* (RIVAS-MARTINEZ, 1974), et qui renferme à son tour une sous association qui reflète l'aspect pré-forestier dériver d'une chênaie verte (*Quercus rotundifolia*) appelée *Chamaeropetosum humilis* à des altitudes allant de 700 à 1000 m (groupements B, C et D).

À partir des résultats de l'analyse pédologique, on a pu caractériser les sols de la zone d'étude. Généralement, on note l'apparition du processus de dégradation qui est très importante dans le semi-aride, en même temps que progresse la carbonatation. Cette situation pédologique est également observée dans les sols du Maroc dans des conditions analogues (MICHALET, 1991). Les sols rouges et bruns fersiallitiques, par contre, sont cantonnés dans les zones les mieux conservées, rencontrées au sommet de la zone (profil 1), dont la

quantité des sables est importante dans ce type de sol. Ce sont les touffes de végétation ligneuse qui jouent un rôle très important dans le piégeage des éléments charriés (**LYONS et al., 2000**).

La dégradation, là aussi, se traduit par la présence de sols fersiallitiques tronqués et de rendzines plus ou moins humifères, voire de lithosols, signalés par **DAHMANI, 1997** en zone semi-continentale de l'Algérie. Ainsi, on peut retenir que « L'évolution des sols étant plus lente, le changement de l'état de la végétation étant plus rapide (induit par l'action anthropozoogène), c'est la végétation actuelle qui induit l'expression du sol, tout en restant en parfait équilibre ».

L'état dendrométrique des peuplements de notre zone d'étude est marqué généralement par une faible production due aux différents facteurs de dégradations et au manque des aménagements et des opérations sylvicoles, cette dernière est de l'ordre de 14,634 m³/ha pour les peuplements du chêne vert et 5,9265 m³/ha pour le thuya de berberie. Les peuplements à forte productivité, sont concentrés dans les zones de montagne ayant des altitudes les plus élevées, 18,175 m³/ha du bois de chêne vert (station 1), cette productivité est devenue faible en allant vers les formations pré forestières de la zone d'études, avec 9,58 m³/ha (stations 2, 3 et 4) et très faible pour les formations à matorrals de basse altitude, dont la production est de 3,03 m³/ha (stations 5 et 6).

D'après cette analyse éco-floristique, nous notons que ces groupements forestiers, sont largement pénétrés par des espèces thérophytes plus adaptées aux conditions écologiques stressantes et caractérisées par des groupements nitrophiles à *Stellarietea mediae* ainsi que des pelouses xériques à *Tuberarietea guttatae* (*Théro-Brachypodion*) (**RIVAS-MARTINEZ, 1977**). Ceci montre le fort impact du pâturage remarquable dans cette région et comme l'indiquent **HADJADJ-AOUL (1995)** ; **AINAD TABET (1996)** ; **DAHMANI (1997)** ; **BOUAZZA et al., (2001)** en Oranie –Algérie.

On se référant à nos résultats obtenus à partir de l'étude comparative des deux cartes de végétations : ancienne carte d'**ALCARAZ, 1977** et la nouvelle carte établie à partir de l'imagerie satellitaire Landsat 7 TM. Ces résultats nous confirment que sous l'effet de plusieurs actions de dégradations, la dynamique de végétations de notre zone d'étude est dans le sens régressif, dont l'écosystème forestier des monts de Tlemcen a été fortement perturbé. La superficie couverte par la végétation naturelle qui était de 152781,342 ha en 1977 (**ALCARAZ**), est passée à environ 143018,889 ha en 2002 (nos propres remarques). Avec une perte de surface forestière boisée d'environ 9762,453 ha, entre ces deux périodes.

Le chêne vert, espèce forestière par excellence est fortement perturbé. La superficie couverte par cette espèce qui était de 110180,956 ha en 1977, est passée à environ 82035,398 ha en 2002. Le thuya de berberie espèce thermo-xerophile, occupe actuellement une superficie importante dans la zone d'étude qui est de l'ordre 17328,59 ha, ainsi les formations mixtes à thuya et à chêne vert, occupent actuellement d'environ 39608,27 ha. Selon la carte d'**ALCARAZ 1977**, le thuya de berberie était occupé par une superficie d'environ 6125,36 ha et pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert, les terrains forestiers occupés par ces dernières étaient de 23009,82 ha. L'importance des superficies occupées par le thuya de berberie peut être expliquée par la xéricité du climat souligné par **KADIK, 1987** dans l'Ouest algérien.

Selon le **tableau 43**, qui donne le bilan récapitulatif des caractéristiques environnementales, dendrométriques et floristiques par station :

- Les formations forestières à chêne vert sont localisées actuellement dans les zones montagneuses sur sols profonds, avec climat Sub-humide et humide (station1) d'où le rôle essentiel de la topographie. En effet dans cette station qui se situe dans l'étage supra méditerranéen inférieur, dont il existe des endroits où la végétation a été plus ou moins épargnée et conservée en raison de leur éloignement de la population, et qui sont peu accessibles par l'homme et au cheptel à cause de l'altitude élevée et les fortes pentes. Les formations pré forestières et à matorrals sont situées généralement en bordure des routes et dans les zones à faibles altitudes (stations 2, 3 et 4), dont les arbres de chêne vert souffrent du pâturage intensif, des défrichements et des déboisements par l'habitat résidant non loin des massifs forestiers. L'état de régression et la dégradation, ainsi que les concurrences avec d'autres espèces secondaires et arborescentes sont marquées par la présence de *Quercus ilex* à l'état rabougri et sans valeur de production. La présence de *Juniperus oxycerdrus* est un indice qui témoigne de l'ampleur de la dégradation des peuplements. Ces formations pré forestières pouvaient être meilleures si elles n'étaient pas perturbées par l'activité humaine.

Tableau 43- Bilan par station des caractéristiques environnementales, dendrométriques et floristiques : la fréquence des principales espèces caractéristiques de chaque groupement a été renseignée avec un premier groupe d'espèces associées au chêne vert, un deuxième groupe associé au thuya et un dernier composé d'espèces indicatrices de la dégradation de l'environnement.

<i>Globularia alypum</i> L.	-	-	25%	35%	60%	45%	27,5%
<i>Teucrium polium</i> L.	-	-	20%	25%	40%	30%	19,2%
<i>Helianthemum ledifolium</i> L.. Miller.	-	-	35%	20%	25%	20%	16,7%
<i>Fumana thymifolia</i> L. Verlot.	Station1	Station 2	Station3	Station4	Station5	Station6	13,3%
Station (Commune)	(Terny)	(Ain Ghoraba)	(Ain Ghoraba)	(O. Mimoun)	(Beni-Bahdel)	(Sebdou)	
Altitude (m)	1350	1060	1020	980	750	740	29,3%
<i>Stipa tenacissima</i> L.							Zone d'étude
<i>Ulex bovinii</i> Pourret. Etage bioclimatique	Sub-humide moyen	Sub-humide inférieur	Sub-humide inférieur	Semi-aride moyen	Semi-aride moyen	Semi-aride inférieur	19,3%
<i>Paronychia argentea</i> Lam.	-	15%	25%	25%	35%	25%	20%
Type de sol	Brun fersialitique	Rouge Fersialitique	Rendzine	Brun calcaire	Rendzine	Peu évolué	
<i>Asphodelus microcarpus</i> Viv.	25%	20%	35%	40%	50%	40%	35,8%
Précipitations (mm)	624	517,24	517,24	418,75	424,78	274,5	462,4
<i>Urginea maritima</i> L. Baker.	20%	25%	30%	40%	45%	35%	32,5%
Valeur pastorale (UF/ha/an)	287	235	235	186	190	116	208
Densité (Nombre de brins / ha)	410	310	260	280	190	140	265
Production de Bois (m3 / ha)	18,175	11,093	8,734	8,912	4,01	2,05	8,829
Indice de perturbation (Ip) %	43,13	52,83	53,21	60	62,60	66,37	58
Numéro du relevé	R1 à R20	R21 à R40	R41 à R60	R61 à R80	R81 à R100	R101 à R120	
Type de végétation	Formation forestière à <i>Quercetalia ilicis</i>	Formation préforestière à <i>Pistacio-Rhamnetalia</i>	Formation préforestière à <i>Pistacio-Rhamnetalia</i>	Formation préforestière à <i>Pistacio-Rhamnetalia</i>	Matorral à thuya et des Rosmarineta a officinalis	Matorral à thuya, Alfa, Globulaire et Romarin	
<i>Quercus rotundifolia</i> Lam.	100%	100%	25%	80%	15%	10%	55%
<i>Cytisus triflorus</i> L'Herit.	15%	-	-	-	-	-	2,5%
<i>Quercus faginea</i> Lamk. sbsp. <i>Tlemceniensis</i> .	15%	-	-	-	-	-	2,5%
<i>Viburnum tinus</i> L.	20%	-	-	-	-	-	3,3%
<i>Teucrium fruticans</i> L.	35%	25%	15%	15%	10%	10%	15%
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	30%	15%	-	-	-	-	5%
<i>Carex halleriana</i> Asso.	40%	20%	10%	15%	-	-	10,8%
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	30%	25%	20%	15%	10%	5%	18,3%
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.. sbsp <i>rufescens</i>	65%	75%	35%	30%	10%	10%	37,5%
<i>Daphne gnidium</i> L.	15%	30%	15%	20%	-	-	15,8%
<i>Cistus salvifolius</i> L.	10%	15%	15%	-	10%	-	8,3%
<i>Tetraclinis articulata</i> Vahl. Master.	-	-	100%	55%	70%	40%	44,2%
<i>Olea europea</i> L.. var. <i>Oleaster</i> Miller.	-	-	20%	40%	20%	20%	16,7%
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	10%	10%	75%	35%	45%	35%	35%
<i>Calycotome spinosa</i> L. Link.	10%	20%	40%	75%	20%	25%	21,7%

Les autres stations à matorrals présentent un couvert clair, et beaucoup de vide, dû à la disparition des arbres par les coupes illicites, les défrichements et aux incendies répétés (stations 5 et 6) dont, le chêne vert est remplacé par les espèces de matorrals : Romarin, Cystes, thymus, Globulaire..., qui deviennent importantes où l'abondance de l'alfa, est liée à son caractère héliophile. Malgré la forte dégradation dans ces endroits, on remarque la présence du thuya avec faibles dimensions, ce qui indique la rusticité de cette espèce et leur adaptation au climat sec du semi-aride, sur sols superficiels.

- Le Thuya de berberie, espèce située essentiellement dans les zones sèches à faibles altitudes, avec des faibles densités et productions. Elle occupe le bas de l'étage méso méditerranéen (Stations : 5 et 6), néanmoins on a observé l'installation de cette espèce dans l'étage méso méditerranéen 1020 m d'altitude (Station 3), et 1000 m d'altitude (Station 4 O.Mimoun). Le thuya dans ces dernières stations présente un aspect pré forestier, occupe les expositions : Sud, Ouest et même l'exposition Nord et Nord-Ouest, sur substrat calcaire et en mélange avec le chêne vert dégradé, ce qui explique l'influence du climat sur la présence de l'espèce. L'expansion du thuya dans ces zones, qui se trouve à la limite du sub-humide et du semi-aride, comprend un groupement mixte à thuya et à chêne vert, dominé par la première espèce. La dégradation de l'ancien couvert végétal mésophile du chêne vert a entraîné l'installation du thuya, accentuée par l'augmentation de l'aridité et de la sécheresse, surtout en présence du substrat calcaire sec et filtrant (**EI-HAMROUNI et LOISEL, 1979 ; FENNANE, 1982**).

Mais malgré sa grande faculté à gagner du terrain (**ACHERAR, 1981 ; BARBERO et al.,1990**) surtout avec la xéricité du climat et en présence du substrat calcaire ; la température négative (la neige), freine le développement de cette essence en altitude, où le thuya se trouve relégué par des essences plus résistantes au froid telles que le Chêne vert, le pin d'Alep et le Genévrier oxycèdre. Ces observations ne viennent pas en contradiction avec celles d'**ALCARAZ (1982)** et **HADJADJ-AOUL (1995)**. D'après ces résultats on peut lancer que le chêne vert est en état de dégradation dont il fait parti du modèle dynamique de résistance avec une stratégie adaptative type K, tendit que le thuya est qualifié comme espèce expansionniste de type R, dans les étages de végétation thermoméditerranéen et même dans le mesoméditerranéen, surtout en présence de sol calcaire.

En fonction de l'augmentation de la perturbation, les conditions écologiques changent et influencent le cortège floristique (**NAVEH, 1975**). Les incendies des peuplements forestiers dans notre zone sont plus ou moins importants surtout dans ces dernières années. D'après le bilan des incendies 2000-2008 fourni par la conservation des forêts de Tlemcen (CFT), notre région d'étude a été ravagée par le feu qui a affecté une superficie d'environ 2168 ha avec un nombre de 32 foyers, soit 6,14 % de la superficie totale de la zone. Pour les délits forestiers, on ne dispose que des statistiques allant de 2000 à 2008 (Coupe illicite : 417 Stères, soit (25 délits), pacage (9640 Têtes (39 délits), Défrichement 9,5 ha (21 délits). On voit clairement que les délits de pacage sont supérieurs à ceux des coupes et des défrichements. On peut penser que les perturbations que connaissent la zone d'étude notamment le pacage avec une fréquence de 35% soit 39 délits, suivi par les incendies avec 27,35% (32 foyers), les coupes du bois 21,36 % (25 délits), ainsi que les défrichements 17,94% (21 délits). Ont entraîné une diversification du cortège floristique en favorisant la prolifération des espèces épineuses et nombreuses espèces thérophytes telles que : *Calycotome villosa sbsp intermedia* Salzm. Maire. - *Ulex boivini* Pourret., *Asparagus albus* L., *Aegilops triuncialis* L., *Brachypodium distachyum* L. P. Beauv, *Bromus rubens* L., *Calendula arvensis* L., *Dianthus caryophyllus* L., *Erodium moschatum* L. l'Herit., *Hippocrepis multisiliquosa* L. *sbsp ciliata* Willd., *Hordeum murinum* L., *Scorpiurus muricatus* L., *Sinapis arvensis* L., *Trifolium stellatum* L., *Helianthemum ledifolium* L. Miller, *Avena sterilis* L. La présence des espèces chaméphytes telles que : *Alyssum alpestre sbsp serpyllifolium* Desf., *Helianthemum cinereum* Cav. *sbsp rubellum* Presl., *Teucrium fruticans* L., *Teucrium polium* L., *Globularia alypum* L., *Fumana thymifolia* L. Spach .

Ainsi que les espèces géophytes *Asphodelus microcarpus* Viv.- *Urginea maritima* L. Baker. Elles sont le témoin de la forte anthropisation que connaît notre zone d'étude.

En effet, l'indice de perturbation est de l'ordre de 58% pour toute la région d'étude, ce qui confirme la forte dégradation, surtout dans les matorrals de la zone. Par ordre de comparaison, en Tunisie, un indice de 70 % a été observé et décrit comme révélateur d'une forte perturbation (**EL-HAMROUNI, 1992**). Au Maroc dans la forêt de l'Achach sur des peuplements à *Tetraclinis articulata* et à *Quercus rotundifolia* (**BAMMI et DOUIRA, 2004**) ont déterminé un indice de perturbation de 60,21%, avec dominance des espèces thérophytes 52,78% ; les géophytes avec 10,4%, les hémicryptophytes 18,21%, les chaméphytes 7,43%, et pour les phanérophytes 11,14%.

La régression des espèces à couvert épais traduit la pression pastorale multiple (ovin, bovin et caprin) qui s'exerce sur l'espace forestier en limitant fortement sa régénération (**MADANI et al., 2001 ; BOURBOUZE, 2003 ; HADJADJ-AOUL et al., 2009**).

La surcharge pastorale relative à la zone d'étude est de l'ordre de : (22 têtes/10 ha), c'est-à-dire la pression animale est anormale sur cette zone forestière, dont les besoins de ce cheptel en unités fourragères (24 925 000 UF/an) dépassent ces capacités fourragères (7 341 984 UF/an). Au Maroc dans la forêt d'Amsitten à *tétraclynis articulata* les études sylvopastorales ont déterminé une grande charge du bétail (30 caprins / ha) mais avec une production fourragère très élevée par rapport à notre zone d'étude. Cette production est estimée à 95 000 000 UF/an (**BENABID, 1977**). D'où il faut penser sérieusement à un aménagement sylvo-pastoral à travers notre zone où il y'aura introduction de quelques plantes fourragères, qui ont des capacités fourragères considérables et qui s'accommodent avec le milieu environnement de la forêt.

Ces facteurs de dégradation, comme pour de nombreux pays du pourtour méditerranéen constituent, les principales causes de la régression des écosystèmes forestiers méditerranéens (**NAVEH, 1975**). Cependant, l'impact de cette dégradation sur la végétation est leurs importances varie d'un pays à l'autre. Elle est très importante surtout dans les pays du Maghreb (**QUEZEL 2000**) ; par exemple, en Espagne l'exploitation intensive des forêts marginales espagnoles a été délaissée depuis 50 ans (**DEIL, 1993**), alors que les forêts algériennes de même pour les forêts marocaines sont toujours soumises à une pression considérable de coupe de bois et de pâturage (**MISSOUMI et al., 2000**). Dont la richesse en espèces ligneuses du cortège floristique associé aux Chênaies à *Quercus rotundifolia* et aux *Tetraclinaies* de notre zone d'étude (valeur moyenne de 5 espèces / relevé) ; au Maroc sur des formations similaires, selon les relevés floristiques effectués par (**ACHHAL EL KADMIRI et al., 2004**) dans le massif des Béni-Snassène (Maroc Oriental) la valeur moyenne des espèces ligneuses est de 6 espèces / relevé. Ces dernières sont inférieures à celles observées dans les forêts du sud de l'Espagne (valeur moyenne de 19 espèces ligneuses / relevé) (**MARAÑON et al., 1999**). Il est important de souligner la diversité floristique observée dans notre site d'étude. En effet, les résultats de calcul des différents indices de diversité ont montré que la diversité de notre zone d'étude est plus ou moins importante, avec une hétérogénéité floristique entre les différents sites étudiés. Ainsi, la valeur de l'indice de Shannon (H) est de 7,197 pour l'ensemble des stations d'études. Pour l'indice de Piélou, la valeur moyenne étant de 0,89. Les valeurs moyennes des indices de Margalef et de Menhinick respectivement 35,81 et de 6,247. Cependant, la valeur de l'indice de Simpson est de 0,561. En outre les coefficients de similarité de Sorensen et de Jaccard ainsi que de dissimilarité, ont montré l'existence d'une communauté entre les formations à chêne vert et entre les différents groupements à thuya de berberie. En fin la diversité de gini-simpson qui a été déterminé à l'aide du logiciel R pour chaque relevé floristique est varié entre 0,66 (relevé 18) et 0,95

(relevés 66). Cette diversité est différente suivant les stations, ainsi que les types de formations végétales, elle augmente quand on passe de la station 1 à 6.

Par ailleurs, l'hétérogénéité n'est pas la même à l'intérieur de chaque station : la dernière station semble très stable alors que les premières sont beaucoup plus hétérogènes. Cette diversité est plus importante dans les matorrals de la zone d'étude avec des structures floristiques stables et homogènes dont les fréquences d'espèces sont plus ou moins invariables ainsi le nombre d'espèces est très important. Au contraire, elle est faible dans les zones forestières et moyennement dans les zones prés forestières, notamment dans la station 1, dont le milieu floristique est hétérogène, ainsi les fréquences d'espèces sont très variables dans ce type de groupement forestier avec dominance du chêne vert et d'autres espèces de son cortège floristiques. Selon **DAHMANI (1997)**, l'ouverture du milieu semble favoriser la diversité et l'endémisme. Ainsi, l'action anthropique comme le pâturage pourrait apparaître à ce niveau comme un facteur de diversification des paysages végétaux méditerranéens et de la richesse floristique

En général, la diversité floristique de notre zone d'étude est plus importante et qui compte au moins 271 taxons avec 13 espèces endémiques Nord africaines soit 4,8 %, 10 espèces endémiques Algériennes soit 3,69%, et 6 espèces endémiques Algéro-Marocaines 2,21 %. « Si on exclue les endémiques maghrébines, en gardant les endémiques nationales et frontalières, on obtient 5,9 %, ce qui est conforme aux résultats de **VERLAQUE et al., 1997** dans Geobios qui signalent 5 à 10 % en Oranie littorale, sans toutefois étendre cette zone aux monts de Tlemcen. On remarque ici que les deux zones appartiennent à la même unité biogéographique, présentant une diversité végétale et un pourcentage d'endémiques presque équivalents (**GREUTER 1991, DAVIS et al., 1994**). » Au Maroc, l'analyse de la diversité floristique de la forêt de l'Achach en présence de *Tetraclinis articulata* et du *Quercus rotundifolia*, a révélé l'existence de 269 taxons dont 7 espèces sont endémiques du territoire Maroc-Algérie, 6 espèces endémiques du territoire Maroc-Péninsule ibérique et 2 espèces endémiques du territoire ; Maroc- Algérie- Tunisie (**BAMMI et DOUIRA, 2004**) soit 13 endémiques frontaliers ce qui représente presque 5% de la flore échantillonnée.

D'autres parts, certains taxons ont une importance, car ils sont considérés comme rares en Algérie et/ou en Oranie « *Pulicaria vulgaris sbsp pomelia* F. et M. ; *Thymus capitatus* L. Hoffm et Link. ; *Cistus clusii* Dunal. ; *Cytisus triflorus* L'Herit. ; *Phillyrea angustifolia* L. ssp *eu-angustifolia* ; *Rosa sempervirens* L. ; *Silene glaberrima* Faure et Maire. ; *Satureja briquetii* M. ; *Myosotis versicolor* Pers. Smith. ; *Linum tenue sbsp tenue* Desf. Martinez. ; *Bupleurum rigidum* L. » (**QUEZEL et SANTA, 1962**), ce qui renforce la valeur de ce site en termes de biodiversité. Au maroc et selon le catalogue des plantes endémiques, rares ou menacées de (**FENNANE & IBN TATTOU, 1998**) et de **VALDES et al., (2002)**. Il a été observé sur forêt de *Quercus rotundifolia* et *Tetraclinis articulata*, massif de Béni-Snassène (**ACHHAL EL KADMIRI et al., 2004**) et forêt de l'Achach (**BAMMI et DOUIRA, 2004**), les espèces rares : (*Cistus albidus* L., *Torilis nodosa* L. Gaertn., *Verbascum sinuatum* L., *Convolvulus althaeoides* L., *Plantago lagopus* L., *Salvia verbenaca* L. Briq, *Myosotis versicolor* Pers. Smith., *Lamium amplexicaule* L., *Pallenis spinosa* L. Cass., *Asparagus albus* L., *Bromus madritens* L.). Et même dans la suberaie de Mamora (**AAFI et al., 2005**) , ces dernières espèces sont aussi observées dans nos relevés floristiques avec des faibles fréquences, d'où la nécessité de dégager des groupes de travail (coopération régionale) sur la vulnérabilité des écosystèmes et des espèces face aux différents facteurs de dégradations.

En outre, nous avons constaté, la présence de certaines espèces forestières, avec très faible fréquence « *Acer monspessulanum sbsp eu-monspessulanum* P.F. (0,83%) ; *Ceratonia siliqua* L. (0,83%) ; *Ammoides verticillata* Desf. Briq. (1,67%) ; *Rosa canina* L. (1,67%) ; *Quercus faginea* L. ssp. *tlemcenensis* DC. M. et W. (2,50%) ; *Arbutus unedo* L. (1,67%) ; *Viburnum tinus* L. (3,33%) ». Les stades de dégradations plus poussés de ces formations permettent de distinguer des paysages très ouverts, et de constater aussi et surtout une réduction des essences forestières (**QUEZEL, 2000**).

CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS :

Notre zone d'étude représente une richesse hétérogène qui nécessite des efforts financiers et des techniques d'appui puissantes. Les observations faites au niveau de nos stations, qu'elles soient de natures floristique, pédologique, et anthropique constitue une information écologique indispensable pour orienter à terme un programme d'action visant la conservation et l'aménagement de cet écosystème forestier. Cependant, il faut souligner que pour définir une stratégie de conservation des forêts des monts de Tlemcen dans la perspective d'une gestion soutenable, il est nécessaire de tenir compte de toutes les composantes, qui déterminent les significations écologiques, biogéographiques et évolutives de ces formations. En effet, **DAHMANI, (1997)** a souligné que ces actions nécessitent au préalable, une bonne connaissance de la végétation et du milieu. L'étude du climat a permis de caractériser les monts de Tlemcen sur le plan bioclimatique et d'étudier le facteur « sécheresse » tant du point de vue de la durée que de l'intensité. En effet la nouvelle période varie nettement par rapport à l'ancienne (1913-1938). La plupart des caractéristiques climatiques (Précipitations et températures) ont été analysées. Leurs variations mensuelles et saisonnières, en fonction de l'altitude et l'éloignement de la mer, ont été mises en évidence. Le régime pluviométrique saisonnier, les valeurs du Q2 et les minima du mois le plus froid, nous ont permis de positionner les stations météorologiques sur le climagramme pluviothermique d'**EMBERGER**.

L'étude de la végétation a été réalisée par une démarche typiquement phytoécologique, visant la caractérisation des groupements végétaux constituant les formations végétales de la région. Ces formations végétales rencontrées offrent une grande variété, dont 271 espèces ont été identifiées et appartenant à 50 familles différentes. La richesse floristique de notre zone d'étude est dominée par des espèces appartenant aux familles des Asteracées (12%) ; des Lamiacées (11%) ; des Fabacées (10%) ; Poacées (9%) ; Cistacées (5%) ; Brassicacées (5%) ; Liliacées (5%) ; Apiacées (4%) ; des Boraginacées, Renonculacées et des Caryophyllacées. Les Fagacées et les Cupressacées, bien que minoritaire en terme de nombre d'espèces, dominent par la biomasse de leurs représentants telle que le chêne vert et le thuya de berberie.

L'analyse phyto-géographique, montre que cette région est dominée par l'élément Méditerranéen (35,79 %) ; suivi par l'élément Ouest-Méditerranéen (8,49%) ; Euro- Méditerranéen (6,27%), Eurasiatique (5,16 %) et les Endémiques avec 4,8 % pour les endémiques Nord africaines, 3,69% pour les endémiques Algériennes, et 2,21 % pour les endémiques Algéro-Marocaines, soit 10,7 % pour les endémiques au sens large. On note également la présence marginale de plusieurs espèces pluri- régionales et cosmopolites, les autres éléments étant très peu représentés.

Du point de vue biologique, les espèces thérophytes (34,69%), les hémicryptophytes (23,25%), les chamaephytes (23,25%), Phanérophytes, (12,55%), et les Géophytes (6,27%), dont la composition floristique est de type : Th > (Ch =He)>Ph>Ge.

En outre, nous avons effectué une appréciation d'abondance des espèces floristiques recensées, selon (**QUEZEL & SANTA 1962-63**). Ainsi la flore de la région d'étude, est composée par des espèces assez rares (AR) avec 4,06 %, les espèces rares (R) avec 8,86 %, Très rares (RR) 2,95% et rarissimes (RRR) 0,37%. Les espèces assez communes (AC) sont représentées avec un pourcentage de 15,87%, les autres sont des espèces communes (C) 28,04%, à très communes (CC) 35,06% et particulièrement répandus (CCC) 4,8%.

Dans notre étude de la végétation, il est important de souligner la diversité floristique observée dans la région d'étude, en effet les résultats de calcul des différents indices de diversité ont montré que la diversité de notre zone d'étude est plus ou moins importante, avec une hétérogénéité floristique entre les différents milieux étudiés. Ainsi, la valeur de l'indice de Shannon (H) est de 7,197 pour l'ensemble des stations d'études. Pour l'indice de Piélou, la valeur moyenne étant de 0,89. Les valeurs moyennes des indices de Margalef et de Menhinick respectivement 35,81 et de 6,247. Cependant, la valeur de l'indice de Simpson est de 0,561. En outre les coefficients de similarité de Sorensen et de Jaccard ainsi que de dissimilarité, ont montré l'existence d'une communauté entre les formations à chêne vert et entre les différents groupements à thuya de berberie.

En fin la diversité de gini-simpson qui a été déterminé à l'aide du logiciel R pour chaque relevé floristique est varié entre 0,66 (relevé 18) et 0,95 (relevés 66). Cette diversité est différente suivant les stations, ainsi que les types de formations végétales, elle augmente quand on passe de la station 1 à 6. Par ailleurs, l'hétérogénéité n'est pas la même à l'intérieur de chaque station : la dernière station semble très stable alors que les premières sont beaucoup plus hétérogènes. Cette diversité est plus importante dans les matorrals de la zone d'étude avec des structures floristiques stables et homogènes dont les fréquences d'espèces sont plus ou moins invariables, ainsi le nombre d'espèces est très important. Au contraire, elle est faible dans les zones forestières, notamment dans la station 1, dont le milieu floristique est hétérogène, ainsi les fréquences d'espèces sont très variables dans ce type de groupement forestier avec dominance du chêne vert et d'autres espèces de son cortège floristiques.

Les grandes structures forestières existantes dans notre zone d'étude sont organisées essentiellement par le thuya et le chêne vert. Grâce à l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) complétée par l'analyse discriminante AFD, nous avons pu déterminer 06 groupements végétaux, suivant le schéma de succession généralement admis : forêt, pré-forêts, matorral et pelouse (**TOMASELLI, 1976 ; DAHMANI, 1997**). Ces groupements sont rattachés aux différents types de formations et répartis dans cette zone suivant un gradient altitudinal :

-Une formation forestière, où le chêne vert espèce dominante par excellence est en mélange avec le chêne zeen, situé aux alentours de 1350 m d'altitude (forêt de Tesser Mramet).

-Des formations préforestières en position intermédiaire de pente (Stations d'El-Hamri, Sguifa et Ouled Mimoun), constituées par des groupements à chêne vert, à thuya et d'autres espèces sclérophylles (*Pistacia lentiscus*, *Olea europea var. Oleaster*, *Genévrier oxycedre*, *Rhamnus lycoide*).

-Des matorrals à différents stades d'évolution, situés dans les zones de faibles altitudes (Station de Djemb El-Kelakh et El-Guern), occupées par le thuya mélangé aux espèces xérophiles telles que l'alfa, globulaire, romarin et pelouses (*Bromus rubens*, *Bellis silvestris*, *Pallenis spinosa*, *Paronychia argentea*, *Avena sterilis*, *Aegilops triuncialis*) avec la présence de quelques reliques éparses de chêne vert.

Ces groupements sont largement pénétrés par des espèces thérophytes caractéristiques des groupements nitrophiles à *Stellarietea mediae* et pelouses xériques à *Tuberarietea guttatae* (Théro-Brachypodion), ceci montre le fort impact du pâturage dans cette région. En outre comme nous avons déjà eu l'occasion de l'indiquer dans ce travail, si les conditions climatiques déterminent la répartition des groupements végétaux, la pression anthropozoogène joue un rôle essentiel dans la diversité floristique. L'action de l'homme et ses troupeaux que subit le couvert végétal induit souvent une dynamique régressive vers des matorrals et pelouses ; cette action a permis une évolution expansionniste des espèces négligée par le bétail. Cette dégradation due aussi d'une part au changement climatique et d'autre part aux incendies répétés.

L'analyse ecofloristique, réalisée sur les espèces nous a permis de signaler que l'altitude et les facteurs anthropiques expliquent la grande part de leur structuration. La mise en relation de l'état du tapis végétal et de la couverture pédologique, a montré que la stabilité de l'un induit celle de l'autre, en effet quant la végétation est du type forestier, avec des conditions climatiques plus fraîches, le caractère cambique devient dominant et engendre des sols bien évolués (**DUCHAUFOR, 1977**). Lorsque la végétation est dégradée souvent par l'action anthropozoogène, on obtient soit des sols peu profonds, à végétation sclérophylle, sous bioclimat semi-aride, soit des sols peu évolués, superficiel et caillouteux constituent un milieu sec où la réserve d'eau utile est réduite. Dans cette ambiance forestière existe une biodiversité importante fragilisée par des contraintes naturelles limitantes (sécheresse, régénération capricieuse en présence de pâturage, échec élevé de reboisement) et des pressions exercées par l'homme et son cheptel, plus de 89 000 habitants influent sur ces écosystèmes de manière directe ou indirecte par des actions néfastes (parcours, coupes illicites ...).

Devant ces conditions naturelles que présente le milieu forestier, d'énormes efforts sont enregistrés, qui ont pour but d'améliorer et de reconstituer cette ressource naturelle. Ces interventions ont été basées essentiellement sur les campagnes de reboisement. Signalons qu'il y'a eu des essais de repeuplement de la forêt de Tlemcen à *pinus halepensis*, dans le cadre du plan national de reboisement (PNR) en 1992, avec 200 has de reboisement en pin d'Alep (*Pinus halepensis*), il y' a lieu de signaler 20% de réussite. Ce faible taux est induit en grande partie par des actions anthropiques soutenues, que subit la région (**BENABDELLI, 1996**). En outre, la carence en matière de contrôle du matériel forestier tout en remettant en cause le droit d'usage qui, en raison de la pression démographique, n'est plus en équilibre avec les ressources forestières. Ce constat négatif montre la nécessité d'une nouvelle politique qui doit être guidée vers une nouvelle approche basée sur le développement des zones de montagnes toute en prenant en considération à la fois les aspects sociaux, économiques, environnementaux, et institutionnels (**LETREUCH, 2001**).

En outre l'analyse dendrométrique des peuplements de thuya et de chêne vert, montre que la productivité est relativement faible, mais non négligeable 8,829 m³/ha. Pour les peuplements du chêne vert 14,634 m³/ha et 5,9265 m³/ha pour le thuya de berberie. Même si cet accroissement n'est pas plus des intéressants par rapport aux besoins en bois dans un marché demandeur, ces essences forestières jouent un rôle très important au plan écologique dans la protection et la conservation du sol contre l'érosion au regard de leurs capacités de résistance. Leurs utilisations dans les actions de lutte contre la désertification sont donc à envisager sérieusement.

En fin, l'étude cartographique a prouvé que l'image Landsat 7 TM, peut servir de base dans l'élaboration des cartes de végétation relatives à notre zone d'étude. Ainsi, les résultats obtenus sont très intéressants, concernant l'étude diachronique de l'occupation du sol à travers les monts de Tlemcen. Cette nouvelle carte, nous a permis de faire une révision de la carte de végétation établie par **ALCARAZ (1977)**, et d'actualiser les limites des grandes structures floristiques existantes dans les monts de Tlemcen notamment celles à thuya et à chêne vert. Cependant, il est nécessaire de réaliser des études cartographiques diachroniques tous les 5 à 10 ans avec des images à grande résolution pour plus d'information, tout en utilisant l'image satellite Spot.

Nos résultats obtenus concernant notre étude comparative entre les deux cartes de végétation, ancienne d'**ALCARAZ, (1977)** et la nouvelle carte établie à partir de l'imagerie satellitaire Landsat 7 TM 2002, nous confirme que sous l'effet de nombreux facteurs de dégradations, l'écosystème forestier des monts de Tlemcen a été fortement perturbé. La superficie couverte par la végétation naturelle qui était de 152781,342 ha en 1977 (**ALCARAZ**), est passée à environ 143018,889 ha en 2002 (nos propres remarques). Avec une perte de surface forestière boisée d'environ 9762,453 ha, entre ces deux périodes. En outre, le chêne vert espèce forestière par excellence a été fortement perturbé.

La superficie couverte par cette espèce qui était de 110180,956 ha (72,12 %) en 1977, est passée à environ 82035,398 ha (57,36 %) en 2002, avec une perte de surface forestière à chêne vert d'environ 28145,558 ha soit (14,76 %) de la superficie totale du chêne vert. Ainsi le thuya de berberie espèces thermo-xerophiles, occupe actuellement une superficie importante dans la zone d'étude qui est de l'ordre 17328,59 ha soit (12,12 %) de la superficie totale boisée dans les monts de Tlemcen. Les formations mixtes à thuya et à chêne vert, occupent d'environ 39608,27 ha soit 27,69 %. Selon la carte d'**ALCARAZ 1977**, le thuya de berberie était occupé par une superficie d'environ 6125,36 ha soit 4,01 %. Pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert, les terrains forestiers occupés par ces dernières étaient de 23009,82 ha soit 15,06 %. Dont les différences entre les superficies occupées par les formations à thuya pour les deux périodes, nouvelle (2002) et ancienne (1977), est d'environ 11203,23 ha soit (8,11 %) pour les formations à thuya et 16598,44 ha soit (12,63 %) pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert.

L'importance des superficies occupées par le thuya peut être expliquée par la forte xéricité de notre zone d'étude soulignée par **KADIK (1987)**, dans l'Ouest algérien.

Ainsi, grâce à sa faculté de rejeter de souches il réagit vigoureusement à tous ses concurrents. Si ce n'est sa crainte du froid humide et de la haute altitude la distribution de cette association aurait pris des proportions importantes en surface (**ACHERAR, 1981 ; BARBERO et al., 1990, HADJADJ AOUEL 1995 ; BENABDELLI, 1996**). Ces derniers auteurs ont qualifié le thuya comme espèces expansionnistes dans l'étage thermoméditerranéen et même dans l'étage mésoméditerranéen, lorsqu'il s'agit d'une dégradation, ainsi qu'avec la xéricité du climat et surtout en présence du substrat calcaire, par contre le chêne vert est considéré actuellement comme espèces de résistance (**DAHMANI 1997**).

Dans la région d'étude, l'apparence de l'ambiance sylvatique existe et persiste toujours. Avec notre analyse, nous avons noté que cette ambiance a tendance à changer par un envahissement d'espèces asylvatiques, plus adaptées aux conditions écologiques stressantes. L'impact anthropique que subissent ces formations induit souvent une dynamique régressive (matorralisation) qui parfois semble irréversible (**HADJADJ-AOUL, 1995 ; DAHMANI, 1997...**). Les perturbations que connaît la zone d'étude, ont entraîné une diversification du cortège floristique en favorisant la prolifération des espèces épineuses et/ toxique, et de nombreuses espèces thérophytes telles :

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| - <i>Calycotome intermedia</i> | - <i>Asphodelus microcarpus</i> . |
| - <i>Ferula communis</i> | - <i>Urginea maritima</i> |
| - <i>Ulex boivini</i> | - <i>Atractylis humilis</i> . |
| - <i>Asparagus albus</i> | - <i>Catananche coerulea</i> |
| - <i>Bromus rubens</i> | - <i>Bellis silvestris</i> |
| - <i>Paronychia argentea</i> | - <i>Palenis spinosa</i> |
| - <i>Avena sterilis</i> | - <i>Dactylis glomerata</i> |

Compte tenu des résultats de nos investigations, des mesures d'urgence et des actions sont proposées et doivent s'inscrire dans le cadre d'un aménagement écosystémique concerté.

Les peuplements à *Tetraclinis articulata* et à *Quercus rotundifolia*, présentent actuellement un faciès très dégradé. Pour limiter les dégradations, des actions de conservation et de restauration doivent être entamées dans cette zone :

- Dans les zones conservées et celles dominées par les arbustes, il y a lieu de procéder à des mises en défens périodiques, à la limitation des quantités de glands ramassés, à un crochetage du sol, à la mise en terre des glands et à l'ensemencement des glands de *Quercus rotundifolia* dans les matorrals de dégradation. Dans les terrains vides, on préconise une mise en défens sur une période de 5 à 10 ans, accompagnés d'un ensemencement, des graines des espèces arbustives et le semis direct de semences du *Quercus rotundifolia* et des *Tetraclinis articulata*.

- Réaliser des opérations sylvicoles coupes d'assainissements, recépage, des éclaircis et nettoiemnts pour les taillis de chêne vert, dans le but de régulariser la densité, à déclencher le processus de rénovation naturelle et à diminuer la concurrence vitale entre les brins de cèpées de la même espèce chêne vert et entre le thuya et le chêne vert en mélange. En effet selon **LETREUCH B.N., (1998)**, la pratique des opérations sylvicole, notamment le recépage permet de maintenir la vitalité de la souche, obtenir des rejets vigoureux et viables et provoquer le rajeunissement de l'ensouchement. L'aménagement en taillis pour les espèces qui s'y prêtent (essence qu'il rejette) pourra probablement maintenir la résistance de la pente et protéger le sol contre le phénomène d'érosion **LETREUCH B.N., (1998)**.

Parallèlement à cette intervention, on doit penser à empêcher l'homme de se servir du milieu d'une manière anarchique et abusive, en lui donnant le moyen et la possibilité de vivre (distribution des plants fruitiers, des ruches, amélioration financière, emploi dans les travaux surtout forestiers...) et de se réchauffer au gaz, de lui délimiter et lui améliorer des zones de parcours pour son troupeau. En fin il est utile d'ensemencer l'idée de la protection et du respect de l'environnement par le biais de la sensibilisation et la vulgarisation.

Références Bibliographiques

- 1-AAFI A, ACHHAL EL KADMIRI A, BENABID A., et ROCHDI M., 2005.-** Richesse et diversité floristique de la suberaie de la Mamora (Maroc). Málaga, Acta Botanica Malacitana 30: 127-138.
- 2-ACHERAR M., 1981.-** La colonisation des friches par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans les basses garrigues du monpelliérais. Thèse Doc. Sp., 210 p., U.S.T.L. Montpellier.
- 3-ACHHAL EL KADMIRI A, ZIRI R, ET KHATTABI A., 2004.-** Analyse phytosociologique des formations de matorral du massif des Béni-Snassène (Maroc oriental). Málaga, Acta Botanica Malacitana 29 : 67-87.
- 4-AFNOR N., 1987.-** Qualité des sols. Méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises. Paris 135 p.
- 5-AIDOU D A., 1983.-** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doct. 3^e cycle. Univ. Sci. Tech. H. BOUMEDIENE, Alger, 245 p + annexes.
- 6-AIME S., AINAD-TABET L., HADJADJ-AOUL S., SEBAA Dj., 1983.-** Recherches phytoécologiques en Oranie; premiers résultats. *Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, nouvelle série n° 13, O.N.R.S. Alger, : 17-31.
- 7-AIME S., BONIN G., CHAABANE A., LOISEL R. et SAOUDI H., 1986.-** Contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral algéro-tunisien. *Ecologia Mediterranea*, 12 (3-4) : 113-131.
- 8-AINAD TABET M., 1996.** Analyses écofloristiques des grandes structures de végétation dans les monts de Tlemcen (Approche phyto-écologique). *Thèse Mag. ISN., Univ.Tlemcen.* 111 p.
- 9-ALCARAZ C., 1969.-** Etude géobotanique du pin d'Alep dans le tell Oranais. Th. Doct. 3^eème cycle. Fac. Sc. Montpellier. 183 p.
- 10-ALCARAZ C., 1976.-** Recherches géobotaniques sur la végétation de l'Ouest algérien avec carte au 1/500.000. Bulletin de la société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord 67, 1-2. Alger.
- 11-ALCARAZ C., 1977.-** Carte de la végétation d'Oran au 1/500.000. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. Univ. Alger.
- 12-ALCARAZ C., 1982.-** La végétation de l'Ouest algérien .Thèse d'état . Univ. Pepignan, 415p. + annexes et cartes.
- 13-ALCARAZ C., 1983.-** La tétraclinaie sur Terra-Rossa en sous étage sub-humide inférieur chaud en Oranie (Ouest algérien). *Ecologia Mediterranea*. Tome IX, Fasc. 2.
- 14-ALDER C., 1980.-** Estimation des volumes et accroissements des peuplements forestiers. Vol. 2. Etude et prévision de la production. Edition. F.A.O, Rome, 229 p.
- 15-ALLIER C. & LACOSTE A., 1980.-** Maquis et groupements végétaux de la série du chêne vert dans le bassin du Fango (Corse).*Ecol. Medit.*, 5, 59-82.
- 16-AMMAR A., 2001.-** à partir de plantes médicinales localisées dans la région de AIN GHORABA (wilaya de Tlemcen). Thèse de Magistère. Méd. Pop. Université de Tlemcen. Vol I, 63p.
- 17-AMRANI S.M., 1989.-** Contribution à l'étude de la mise en valeur des zones steppiques d'El-Gor (Région Sud de Tlemcen). Thèse de Magistère en Ecologie végétale. Univ. Tlemcen. 210 p + Annexe.
- 18-AUBERT G., 1978.-** Méthodes d'analyse des sols. 2eme édit. Centre national de documentation pédagogique.

C.N.D.P. Marseille. 191 p.

19-BACHACOU J., CHESSEL D. & CROZE J.P., 1979.- Etude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. III.Dispersion interspécifique et analyse des correspondances. *Oecol. Plant.*, 14 (3), 371-388.

20-BAGNOULS F et GAUSSEN H., 1953.- Saison sèche et indice xérothermique. *Doct. Cart. Prod. Vég. Ser. Gen II*, 1, art. VIII, Toulouse, 47 p. 1 carte.

21-BALDY CH., 1965.- Climatologie Carte de la Tunisie centrale. F.A.O. UNDP/TUN 8.1 Vol. Multigr. 84 p. 20 cartes+ annexes.

22-BAMMI J, et DOUIRA A., 2004.- Contribution à la connaissance de la flore vasculaire de la flore vasculaire de la forêt de l'Achach (Plateau central), Maroc. *Málaga, Acta Botanica Malacitana* 29: 23-41.

23-BARBAULT R., 1992.- Ecologie des peuplements, structure, dynamique et évolution, Masson, Paris, 273 p.

24-BARBERO M., BONIN G., LOISEL R., et QUEZEL P., 1988.- Sclerophyllous Quercus forests of the mediterranean area : Ecological and ethological significance. *Bielefelder okol. Beitr.* 4 : 1-23.

25-BARBERO M., BONIN G., QUEZEL P., et LOISEL R., 1990.- Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*. XII : 194-215.

26-BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1995.- Les essences arboprées des îles méditerranéennes. Leur rôle écologique et paysages. *Ecologia Mediterranea*. XXI (1/2) pp : 55-69.

27-BARBERO M., LOISEL R., et QUEZEL P., 1984.- Rôle des facteurs anthropiques dans le maintien des forêts et leurs stades de dégradation en région méditerranéenne. *C.R. Soc. Biogeogr.* 59 (4) : 475-488.

28-BARBERO M., QUEZEL P. et RIVAS MARTINAZ S., 1981.- Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré forestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9 (3). p : 311-412

29-BARBIER P., 2002a.- VERTICAL MAPPER V2.6 - 3.0 - Livret 1- IGN- ENSG-CERSIG. 32 p.

30-BARBIER P., 2002b.- MAPINFO V6.5 Volume 1, Fonctionnalités de base – CERSIG.

31-BARRY J.L., PONS A., REILLE M. et TRIAT H., 1976.- Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/ 1.000.000. C.R.B.T., Alger : 42 p.

32-BARTOLI Ch., 1966.- Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne.*Ann. Sc. For.*,13(3), 433-751.

33-BARYLENGER A., EVRARD R., et GATHY P., 1979.- La forêt vaillant-Carmane. Imprim. Liège; 611p.

34-BASTIN Ch., BENZECRI J.P., BOURGARIT Ch. & CAZES P., 1980.- Pratique de l'analyse des données. II.Abrégé théorique, études de cas modèles. Dunod, Paris, 466 p.

35-BATTANDIER J.A. et TRABUT L., 1880-1889.- Flore de l'Algérie. Dicotylédones.A. Jourdan, éd. Alger, 855 p.+ appendice 1.

36-BAUDIERE A. & SERVE L., 1975.- Les groupements végétaux du Plade Gorra-Blanc (massif du Puigmal, Pyrénées Orientales).Essai d'interprétation phytosociologique et phytogéographique. *Nat. Monsp., sér. Bot.*, 25, 5-21.

- 37-BECKER M., 1979.-** Une étude phytoécologique sur les plateaux calcaires du Nord-Est (Massif de Haye 54). Utilisation de l'analyse des correspondances dans la typologie des stations. *Ann. Sc. For.*, 36 (2), 93-124.
- 38-BEGUIN C., RITTER J. & ROUX M., 1974.-** Application de l'analyse factorielle des correspondances à la phytosociologie de quelques groupements végétaux culminaux du secteur delphino-jurassien. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, 84 (3), 218-242.
- 39-BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2000.-** Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba*. Asso. Dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Rev. Sécheresse* 11 (2). pp : 117-123.
- 40-BENABDELLAH M.A. 2002.-** Contribution à l'étude éco-dendrométrique du Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*. Vahl Master) dans la région de Ain Ghoraba (W. Tlemcen). Thèse. Ing. Forest. Univ. Tlemcen, 92 p + Annexes.
- 41-BENABDELLI K., 1983.-** Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthropozoïque sur la végétation dans la région du Telagh (Algérie). Thèse spec., Univ. Aix-Marseille III. 185 p.
- 42-BENABDELLI K., 1992.-** Revue EL ardh n°21. Edit. O.P.U. 45p.
- 43-BENABDELLI K., 1996.-** Aspects physionomico-structural et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les Monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya (Algérie septentrionale occidentale). Thèse Doc. Es Sc. Univ. Sidi Bel Abbes. T. 1, T. 2, Annexes. 356 p.
- 44-BENABID A., 1977.-** étude sylvo-pastorale de la tétraclinaie de L'Amisittène (Maroc). *ECO. Medit.*, 125-139p.
- 45-BENABID A., 1984.-** Etudes phytosociologique et phytodynamique et leurs utilités. *Ann. Rech. Forest. Maroc*, 24, 3-35.
- 46-BENEST M. & BENSALAH H., 1995.-** L'Eocène continental dans l'avant-pays Alpin d'Algérie : environnement et importance de la tectogenèse atlasique polyphasée. *Bull. Serv. Géol. L'Algérie*. Vol. 6, n° 1, pp 41-59, 8 fig.
- 47-BENEST M., 1971.-** Importance des mouvements de coulissage et de rotation dans la mise en place de la partie occidentale de la dépression de Sebdou (Monts de Tlemcen, Algérie). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 62 (1-2) : 21-38, 5 fig., 3 pl.
- 48-BENEST M., 1985.-** " évolution de la plate forme de l'ouest algérien et du Nord-est Marocain au cours du jurassique supérieur et au début du crétacé : stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire" .Doc –Lab-Géol. Lyon n°95. (Fasc1). département des sciences de la terre. Université Claude Bernard. Lyon. 367p.
- 49-BENZECRI J.P., 1973.-** L'analyse des données. La taxonomie. Ed. Dunod, Paris. Tome 1-2, 1294 p.
- 50-BENZECRI J.P., 1978.-** Pratique de l'analyse des données. Paris. Bordas, 424 p.
- 51-BENZECRI J.P. & BENZECRI F., 1984.-** Pratique de l'analyse des données. I. Analyse des correspondances et classification. Dunod, Paris, 456 p.
- 52-BINET D., GABORIT M., DESSIER A. & ROUX M., 1972.-** Premières données sur les copépodes pélagiques de la région congolaise. II. Analyse des Correspondances. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 10 (2), 125-137.
- 53-BLANC FÉRAUD L., SAMSON C., AUBERT G. & ZERUBIA J., 2000.-** Multiphase evolution and variational image classification. Dans Congress SIMAI, Ischia, Italie.
- 54-BLANCA G., CABEZUDO B., CUETO M., FERNANDEZ LOPEZ C. & MORALES TORRES C., 2009.-** Flora Vasculare de Andalucía Oriental Flora Vasculare de Andalucía . Eds. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla. [2009-2010-15 , 23:28].
- 55-BLONDEL, J. 1979.-** Insularité et démographie des Mésanges du Genre *Parus* (Aves) C.R.

Acad. Sci. Paris, Sér. D,t. 289 : 161-164.

56-BONIN G. & BOUROCHE J.M., 1978.- Utilisation de l'analyse discriminante dans l'étude écologique des pelouses de l'Apennin méridional. In J.M. LEGAY & TOMASSONER.,(éds.), Biométrie et écologie, Paris, 37-43.

57-BONIN G. & ROUX M., 1978.- Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytoécologique de quelques pelouses de l'Apennin Lucano-calabrais. Oecol. Plant., 13 (2), 121-138.

58-BONIN G. & TATONI Th., 1990.- Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. Ecol. Medit., 16, 403-414.

59-BONIN G., AUBERT G., BARBERO M., GAMISANS J., GRUBER M., LOISEL R., QUEZEL P., SANDOZ H., THINON M. & VEDRENNE G., 1983 b.- Mise en évidence de la dynamique de quelques écosystèmes forestiers et préforestiers aux étages méditerranéens s.l. à l'aide de taxons indicateurs. Vegetatio, 54, 79-96.

60-BONIN G., GAMISANS J & GRUBER M., 1983a.- Etude des successions dynamiques de la végétation du massif de la Sainte-Baume (Provence). Ecol Medit., 9 (3-4), 129-171.

61-BOTTLIKOVA A., DAGET Ph, DRDOS J., GUILLERM J.L., ROMANE F. & RUZICKOVA A.H., 1976.- Quelques résultats obtenus par l'analyse factorielle et les profils écologiques sur des observations phytoécologiques recueillies dans la vallée de Liptov (Tchécoslovaquie). Vegetatio, 31 (2), 79-91.

62-BOUABDALLAH H., 1991.- Dégradation du couvert végétal steppique de la zone Sud-Ouest oranaise (cas d'El-Aricha). Thèse. Magister, Univ. Oran . 207 p + ann.

63-BOUABDELLAH H et GAOUAR A. ,1990.- Carte bioclimatique de la région de Tlemcen. Laboratoire de recherche éco-pédologique et cartographie. Départ. Biologie. Univ Tlemcen.

64-BOUAZZA M., MAHBOUBI A., LOISEL R. et BENABADJI N., 2001.- Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie-Algérie)- Forêt Méditerranéenne XXII.N°2,7, PP:130-136.

65-BOUCHON J., 1974.- Les tarifs de cubage. C.N.R.F. ENGREF. Nancy. 57 p.

66-BOUDY P., 1948.- Economie forestière Nord Africaine. I : Milieu physique et milieu humain. Edit. Larose - Paris, 686 p.

67-BOUDY P., 1950 .- Economie forestière Nord Africaine. Tome II : monographies et traitement des essences forestières, Fasc.2 : monographie et traitement du thuya de berbérie, p 707-739. Ed Larose, 1950.

68-BOURBOUZE A., 2003.- Stratégies des éleveurs et politiques forestières dans les montagnes méditerranéennes: du conflit à la conciliation. 13 p. Disponible à l'IAM de Montpellier.

69-BOUROCHE J.M., et SAPORTA G., 1989.- L'analyse des données. Presses Univ . De France. Ed. Que sais-je. 3-124.

70-BOUROCHE J.M. & SAPORTA G., 1980.- L'analyse des données. Presses Universitaires de France, Paris, 127 p.

71-BRAUN-BLANQUET J., 1931.- Aperçu des groupements végétaux du Bas Languedoc. communication S.I.G.M.A. n°9 Marseille p : 35-40.

72-BRAUN-BLANQUET J., 1936.- La chênaie d'Yeuse méditerranéenne (Quercion ilicis). Monographie phytosociologique. Comm. S.I.G.M.A., 45, 150 p.

73-BRAUN-BLANQUET J., 1940.- Le tapis végétal de la région de Montellier et ses rapports avec le sol. Comm. S.I.G.M.A., n°94.

- 74-BRAUN-BLANQUET J., 1947.-** Les groupements végétaux supérieurs de la France In Braun-Blanquet, Emberger & Molinier : Instructions pour l'établissement de la carte des groupements végétaux, Montpellier, 19-32.
- 75-BRAUN-BLANQUET J., 1951.-** Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris; 297 p.
- 76-BRAUN-BLANQUET J., 1952.-** Phytosociologie appliquée. Comm. S.I.G.M.A., n° 116.
- 77-BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N. & NEGRE R., 1952.-** Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Dir. Carte Gr. Vég. Afr. Nord, CNRS, 292 p.
- 78-BRAUN-BLANQUET., 1925.-** Une connaissance phyto-sociologique dans les Briançonnais. Bull. Soc. Bot p 73.
- 79-BRESSET V., 1974.-** Recherches phytosociologiques sur les sapinières de la Tinée et de la Vésubie. Thèse Doct. de Spécialité, Univ. de Nice, 113 p.
- 80-BRIANE J.-P., LAZARE J.-J., ROUX G. & SASTRE C., 1974.-** L'analyse factorielle des correspondances et l'arbre de longueur minimum ; exemples d'application. *Adansonia*, 2, 14(1), 111-137.
- 81-BRICHETEAU J., 1954.-** Esquisse pédologique de la région de Tlemcen -Terny. Ann. Inst. Agr. Serv. Rech. Exp. Agr. D'Algérie, Alger, 28 p.
- 82-BÜTLER R., 2002.-** Analyse de la distribution spatiale d'objets dans un paysage. Fiche d'enseignement, Labo. De gestion des écosystèmes (GECOS), Lausanne, 18 p.
- 83-C.F.T., 2004.-** Rapport sur l'identification des zones de Montagnes. DGF-CFT. 2004., 65 p.
- 84-CARPENTIER F.G., 2007.-** Introduction aux analyses multidimensionnelles - PSRS83B – Univ. Montpellier. France. 2006/2007. pp : 98-110.
- 85-CASAGRANDE A., 1934.-** Die oraemeter methodzür bestimmung der koruverbeilung von boden. Berlin. 66 p.
- 86-CHAABANE A., 1993.-** Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie. Typologie, Syntaxonomie et élément d'aménagement. Thèse Doct. Es-Sci. En Ecologie. Aix-Marseille III, 205 P.
- 87-CHEssel D. & DEBOUZIE D., 1982.-** Rôles de l'analyse factorielle des correspondances en écologie factorielle. XI Congrès International de Biométrie, Toulouse, 11 p.
- 88-CHEssel D. & DEBOUZIE D., 1983.-** Analyse des correspondances et écologie: causes et conséquences du succès. Actes du 12 Colloque des Méthodes Mathématiques Appliquées à la Géographie, Besançon, 117-137.
- 89-CLAIRE A., 1973.-** Notice explicative de la carte lithologique de la région de Tlemcen au 1/100000.
- 90-COLLIGNON B., 1986.-** Hydrologie appliqué des aquifères karstiques des Monts de Tlemcen (Algérie), Tome 1. Mémoire de Doctorat nouveau régime, en hydrogéologie, Univ. D'Avignon.
- 91-COMPS B., LETOUZEY J. & TIMBAL J., 1980a.-** Essai de synthèse phytosociologique sur les hêtraies collinéennes calcicoles du domaine atlantique français. Doc. Phytos., N.S., 5, 177-211.
- 92-COMPS B., LETOUZEY J. & TIMBAL J., 1980b.-** Essai de synthèse phytosociologique sur les hêtraies collinéennes du domaine atlantique français. II. Leshêtraies sur sols acides et neutres. Doc. Phytosoc., N.S., 5, 409-443.
- 93-CONDIT P., SMITH E., & LEJOLY J., 2002.-** Beta-diversity in Tropical Forest Trees. SCIENCE 295, pp. 666-669.
- 94-CORNET A et al., 1951-1952.-** Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000 : feuilles d'Oran Nord et Sud, feuilles d'Alger

Nord et Sud, feuilles de Constantine Nord et Sud et notices explicatives. Alger, *Serv. Carte Géol.*

- 95-CURTIS, J.T. & MCINTOSH, R.P. 1950.**-The interrelation of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, Vol. 31, n°3, pp. 434-455.
- 96-D.P.A.T., 2008.**- Données sur le recensement général de la population humaine (2007). Monographie de la Wilaya de Tlemcen année 2008., 265 p.
- 97-D.S.A., 2008.**- Rapport sur la situation des zones agricoles de la Wilaya de Tlemcen. Statistiques agricoles de la Wilaya Tlemcen (Données sur le cheptel vif). *Direction des services Agricoles 2008*
- 98-DAGET J., 1979.**- Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'écologie 8. Masson éd., Paris, 168 p.
- 99-DAGET Ph., 1977.**- Le bioclimat méditerranée, caractère généraux, méthodes de classification. *Vegetatio*, 34, 1 : 1-20.
- 100-DAGET Ph., 1980.**- Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranée : le climat. *Nat. Monsp.*, H.S. 101 : 1-126.
- 101-DAGET Ph., 1989.**- De la réalisation des plans d'échantillonnage en phytosociologie générale. Quelques algorithmes d'allocation. *Biocénoses T.4., N.1(2)* :98-118p.
- 102-DAGNELIE P.,1960a.**- Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr., série B., 5 (1), 7-71 et (2), 93-195.*
- 103-DAGNELIE P., 1960b.**- Quelques problèmes statistiques posés par l'utilisation de l'analyse factorielle en phytosociologie. *Bull. Inst. Agron., Stat. Rech., Gembloux, H.S., 1, 430-437.*
- 104-DAGNELIE P., 1962.**- L'application de l'analyse multivariable à l'étude des communautés végétales. *Bull. Inst. Intern. Stat., 39, 265-275.*
- 105-DAGNELIE P., 1965a.**- Quelques méthodes statistiques d'étude de l'homogénéité et de caractérisation de la végétation. 1er Colloque Intern. sur les Ecosystèmes, 30 juillet 1965, Copenhague, 1-7.
- 106-DAGNELIE P., 1965b.**- L'étude des communautés végétales par l'analyse statistique des liaisons entre espèces et les variables écologiques: principes fondamentaux. *Biometrics*, 21, 345-361.
- 107-DAGNELIE P., 1977.**- Factoranalysis. in WHITTAKER H.(éd.), *Handbook of vegetation science. Part V : Ordination and classification of communities.* The Hague, Junk, 1-25.
- 108-DAHMANI M., 1984** - Contribution à l'étude des groupements à chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest algérien). Approche phytosociologique et phyto-écologique. Thèse Doct. 3° Cycle : Univ. H. BOUMEDIEN, Alger. 238 p+ ann.
- 109-DAHMANI M., 1988.**- La place du chêne vert en Algérie et en Méditerranée occidentale. *Biocénoses*, 3 (1/2) : 25-42.
- 110-DAHMANI M., 1989.**- Les groupements végétaux des Monts de Tlemcen (Ouest algérien) : Syntaxonomie et phytodynamique. *Biocénoses*, 4 (1/2) : 28-69.
- 111-DAHMANI M., 1996.**- Groupements à chêne vert et étages de végétation en Algérie. *Ecologia Mediterranea*. XXII (3/4) : 39-52.
- 112-DAHMANI M., 1997.**- Le Chêne Vert en Algérie. Syntaxonomie, Phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Es-Sci. En Ecologie. *Inst. Sc. Nat. Univ. Sc. Et. Tech Houari Boumediène (USTHB) Alger*, 329 P + Ann.
- 113-DANAIS M., 1982.**- La diversité écologique: analyse bibliographique. *Botanica Rhedonica*, 17: 77-104.

- 114-DANIN A. et ORSHAN G., 1990.-** The distribution of RAUNKIAER Life formse in Israel in relation and field investigations. *Journal of vegetation science* 5 : 347-354.
- 115-DAVID P., LEPART J. & ROMANE F., 1979.-** Elements for a system of data processing in phytosociological and ecology. *Vegetatio*, 40 (2), 115-123.
- 116-DAVIS S.D., HEWOOD V.H. & HAMILTON A.C. 1994.-** Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation. Volume 1. Europe, Africa, South West Asia and the Middle East, 354 p., W.W.F. & I.U.C.N.I.U.C.N. Public. Unit, Cambridge.
- 117-DE MARTONNE E., 1926.-** Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. *La météo.* 449-459.
- 118-DEBRACH J., 1953.-** Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc médical* 32 (342) : 1122-1134p.
- 119-DEIL U., 1993.-** Le tangérois : aspects biogéographiques et problèmes de conservation des ressources végétales, in: M. Refass (éd.),Tanger: Espace, économie et société, pp. 17-30. Rabat, Tanger.
- 120-DEMELON A., 1966.-** Principes d'agronomie. Dynamique du sol. Tome I. Ed. Dunod. 502 P
- 121-DERVIN C., 1988.-** Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? ITCF-INAPG, Paris, 75 p.
- 122-DESHAYES M., RATTE J.P., AHLAFI Z. & IDRISSE A., 1992.-** Utilisation de l'imagerie Spot pour le suivi des subéraies dans les montagnes de l'Atlas. *Actes Marisy 92. Géoobservateur numéro spécial, CRTS Rabat*, 91-96.
- 123-DJEBAILI S., 1978.-** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct. Univ .Sci. Techn. Languedoc, Montpellier, 229p.+annexe.
- 124-DJEBAILI S., 1984 –** La steppe algérienne, phytosociologie et écologie, O.P.U, Alger, 127 p.
- 125-DOUMERGUE F., 1910.-** Carte géologique de l'Algérie au 1/50.000. Feuille n° 271, Lamoricière; Feuille n° 300, Terny ; feuille n° 270, Tlemcen. Publ. Serv. Carte géol. Algérie.
- 126-DUBIEF J., 1959.-** Le climat du Sahara : Tome I. Inst. Rech. Sah. Mém. H. S., 314 p.
- 127-DUCHAUFOR Ph., 1968.-** L'évolution des sols : Essai sur la dynamique des profils. Edit. Masson et Cie, Paris, 93 p.
- 128-DUCHAUFOR Ph., 1984.-** Abrégé de pédologie. Ed. Masson et Cie. Paris. 220 p.
- 129-DUCHAUFOR Ph., 1997.-** Abrégé de pédologie. Ed. Masson. 5 ème éd. Paris, 291 p.
- 130-DUCHAUFOR . Ph., 1977.-** Pédologie 1. Pédogenèse et classification. Masson, Paris, 477p.
- 131-DUCHAUFOR Ph., 1976.-** Atlas écologique des sols du monde. Ed. Masson, Paris, 178 p.
- 132-DUCHAUFOR Ph., 1983.-** Pédologie. 1 pédogenèse et classification. Ed . Masson. 2ème Ed. Paris, 491 p..
- 133-DUFOUR F., GUIDETTI P., et FRANCOUR P., 2006.-** Comparaison des inventaires de poissons dans les AMP de Méditerranée : influence de la surface et l'ancienneté. Utilisation d'indices de diversité taxonomique (Clarke et Warwick 2001). Univ aix marseille. France. RIF 2006. pp 1-19.
- 134-DUPOUEY J.-L., 1986.-** Essai de synthèse sur les groupements végétaux des pelouses calcicoles pyrénéennes. In J.J.AMIGO, A. BAUDIERE & A. MUSCAT, (éds.), "Colloque International de Botanique Pyrénéenne", Société Botanique de France, 399-412.

- 135-DURIETZ E., (1920)** .- Zur methodologischen Grundlage der modernen pflanzenzoologie. Uppsala, 252p.
- 136-EL HAMROUNI A., 1978.**- Etude phytosociologique et problèmes d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de la région de Kasserine (pin d'Alep). *Thèse Doct. Ing. Fac. Sc. et Tech. St. Jérôme - Université Aix-Marseille III*, 106 pages.
- 137-EL HAMROUNI A., 1992.**- Végétation forestière et pré forestière de la Tunisie : Typologie et éléments pour la gestion. Thèse, Doct. Es-Scie. Univ. Aix-Marseille III. 220 p et ann.
- 138-EL-HAMROUNI A., LOISEL R., 1979.**- Notes phytosociologiques Nord Africaines, contribution à l'étude de la tétraclinaie Tunisienne des groupements des Djbel BOUKORMINE et RESSAS. *Ecol. Médit.*, 4, 133 - 139.
- 139-ELLENBERG H., 1956.**- Aufgaben und Methodender vegetation Skunde, Ulmer, Stuttgart, 136 p.
- 140-ELMI S., 1970.**- Rôle des accidents décrochants de direction SSW-NNE dans la structure des monts de Tlemcen (ouest algérien). *Rev.Gev.Bot.*, 42 : 2-25.
- 141-EMBERGER L., 1936.**- Les arbres au Maroc et comment les connaître. vol .I. Edit. Larose., Paris, 314p.
- 142-EMBERGER L., 1955.**- Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot. Géol. Fac. Sci. Montpellier*, 7 : 1-43.
- 143-EMBERGER L., 1930.**- La végétation forestière et pré forestière de la Tunisie. Typologie et éléments pour la végétation. Thèse Doct. Es Sciences. Univ. Aix Marseille III. 120 p.
- 144-EMBERGER L., 1942.**- Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, France*, 77, 97-124.
- 145-EMBERGER L., 1952.**- Sur le quotient pluviothermique. *C.R.A.Sc. CCXXXIX* : 2508-2510.
- 146-EMBERGER L., 1971.**- "Travaux de botanique et d'écologie". Publié avec le concours du C.N.R.S. Ed. Masson et Cie. 520 p.
- 147-ESTIENNE P et GODARD A., 1970.**- Climatologie Collection 3ème Edition. 80 p.
- 148-EUROFOR/ ONF (coord.), 1994.**- L'Europe et la forêt [en ligne]. Strasbourg : Parlement européen. [Consulté en août 2010]. www.europarl.eu.int/workingpapers/agri/default_fr.htm.
- 149-FAO, 1991.**- Utilization of Spot satellite imagery for the inventory of forest resources of Sylhet District, Bangladesh. FAO/UNDP Projet BDG/85/085. RSC séries 61, Rome, Italie, 35 p.
- 150-FAO/FIDA, 1993.**- Projet de développement des monts de Beni-Chougrane: étude de diagnostic des systèmes de production. *Food and Agriculture Organization (FAO)*, 96p.
- 151-FENELON J.P., 1981.**- Qu'est ce que l'analyse des données? Paris, Lefonen, 311 p.
- 152-FENNANE M., 1982.**- Analyse phytogéographique et phytoécologique des tétraclinaies Marocaines. Thèse 3°C., Univ. AIX-Marseille III, 150p.
- 153-FENNANE M., 1987.**- Etude Phytoécologique des Tatraclinaies marocaines. Thèse Doct. Etat. Univ. Aix -Marseille III. 150p. Annexes tableaux phytosociologiques.
- 154-FENNANE M, et IBN TATTOU M., 1998.** Catalogue des plantes endémiques, rares et menacées du Maroc. *Bocconea* 8: 1-243.
- 155-FENNANE M., 1988.**- Phytosociologie des tétraclinaies marocaines. *Bull. Inst. Sci., Rabat*, n°12 : 99-148.

- 156-FENNANE M., 2003.** Inventaire des communautés végétales à l'aide du phytosociologue au Maroc. *Ecologia Mediterranea* 29 (1): 87-106.
- 157-FENNANE M., IBN TATTOU M., MATHEZ J., OUYAHYA A. & EL OUALIDI J., 1999.-** Flore pratique du Maroc, 1. Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae (Lauraceae-Neuradaceae). I-XV ; 1-560 pp. Trav. Ins. Sci. Sér. Bot., n36 †. Institut Scientifique, UMV Agdal, Rabat.
- 158-FENNANE M., IBN TATTOU M., MATHEZ J., OUYAHYA A. & EL OUALIDI J., 2007.-** Flore pratique du Maroc, 2. Angiospermae (Leguminosae-Lentibulariaceae). I-XI ; 1- 636 pp. Trav. Ins. Sci. Sér. Bot., n38 †. Institut Scientifique, UMV Agdal, Rabat.
- 159-FISCHESSER B., DUPUIS-TATE M.-F. 1996.-** Le guide illustré de l'écologie, Editions de la Martinière, CEMAGREF éditions, 319 p.
- 160-FLORET C., GALAN M.J., LE FLOC'H E., et ROMANE F., 1992.-** Dynamics of holm oak (*Quercus ilex* L.) Coppies after clear cutting in southern France. *Vegetation*. 99 - 100 in., ROMANE F et TERRADAS G. (eds) ; *Quercus ilex* L. Ecosystems function, dynamics and management kluwer Academy Publishers. Belguin pp : 97 - 105.
- 161-FOUCAULT B. (de), 1980.-** Les prairies du bocage virois (Basse-Normandie, France). Typologie phytosociologique et essai de reconstitution des séries évolutives herbagères. *Doc. Phytosoc., N.S.,* 5, 1-109.
- 162-FRONTIER S., LEJOLY J., & PICHOD-VIALE D., 1993.-** Ecosystème : structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21, Masson paris, 2è édit., 447 p.
- 163-FRONTIER S., & PICHOD-VIALE D., 1995.-** Ecosystème: structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21, Masson paris, 2è édit., 447 p.
- 164-GAMISANS J., GRUBER M. & BONIN G., 1981.-** Mise en évidence des principaux stades de la dynamique de la végétation dans les étages sylvatiques de la vallée du Taravu(Corse). *Ecol Medit.,* 7 (2), 45-77.
- 165-GAOUAR A., 1980.-** Hypothèse et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Publ. Forêt médit. Tome II, n° 2,* 131 - 146.
- 166-GAUSSSEN H., 1963.-** Ecologie et phytogéographie, in : *Abbayes*, pp : 952-972.
- 167-GEHU J.-M., 1980.-** La phytosociologie d'aujourd'hui. *Not. fitosoc.,* 16, 1-16, Pavia.
- 168-GEHU J.M., et RIVAS-MARTINEZ S., 1981.-** Notions fondamentales de phytosociologie. *Berichte. Intern. Symp. Vereine...f. Vegetation.sk. Syntaxonomie Rinteln 1980 :* 5-33. Vaduz.
- 169-GHARZOULI R., 1977.-** Essai de détermination de gradient altitudinaux pluviométriques et thermiques en zone aride : Application bioclimatique. *Mem. D.E.S : U.S.T.H.B.* 31p + annexe.
- 170-GILLET F., FOUCAULT B. de & JULVE Ph., 1991.-** La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea,*46, 315-340.
- 171-GODRON M., 1971.-** Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse Doct. Univ. Sci. Techn. Languedoc. Montpellier. 247 p.
- 172-GODRON M., GUILLERM J.-L., ROMANE F. & SABATO-PIZZINIL., 1969.-** Sur l'interprétation des matrices de coefficients de corrélation en phytosociologie. *Oecol. Plant.,* 4, 15-26.
- 173-GOODALL D. W., 1954.-** Objective methods for the classification of vegetation. III. An essay in the use of

factoranalysis. Austr. J. Bot., 2, 304-324.

174-GOUNOT M., 1969.- Méthodes d'études quantitatives de la végétation .Ed. Masson, I- 314p.

175-GREUTER W., 1991.- Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of Mad-Checklist. Botanika Chronika, 10 : 63-79.

176-GRIME J.P., 1977.- Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. The american Naturalist 111 : 1169 - 1194.

177-GUIGNARD J.H., 1986.- Abrégé de botanique. Masson. Paris. pp. 178-211.

178-GUINOCHET M., 1954.- Sur les fondements statistiques de la phytosociologie et quelques unes de leurs conséquences.Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 29, 41-67.

179-GUINOCHET M., 1954.- Sur les fondements statistiques de la phytosociologie et quelques unes de leurs conséquences.Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 29, 41-67.

180-GUINOCHET M., 1955.- Logique et dynamique du peuplement végétal. Masson éd., Paris, 144 p.

181-GUINOCHET M., 1973.- Phytosociologie. Ed. Masson. Paris. 227 p.

182-GUINOCHET M., 1980.- Essai sur quelques syntaxons desCisto-Rosmarinetea et des Quercetea ilicis d'Algérie et de Tunisie phyto-écologia 7 : p 436 - 466.

183-HADJADJ AOUL S., CHOUIEB M. & LOISEL R., 2009.- Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl Master) en Oranie. Ecologia mediterranea, vol. 35: 19-31.

184-HADJADJ-AOUL S., 1988.- Contribution à l'analyse phytoécologique du Thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*, Vahl, Master) en Oranie. Thèse Magistere : Univ. Oran. 142 p + Annexes.

185-HADJADJ-AOUL S., 1995 - Les peuplements du Thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*, Vahl, Master) en Algérie : phytoécologie, syntaxonomie et potentialités sylvoicoles. Thèse. Doc. D'Etat : Univ. Aix-Marseille III. 159 p. et Annexes

186-HALIMI A., 1980.- L'Atlas Blidéen : climat et étages végétaux. Office des publications Universitaires - O.P.U.- Alger. 520 p.

187-HILL M.O., 1973.- Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. J. Ecol.,61, 237-251.

188-HILL M.O., 1974.- Correspondence analysis: a neglected multivariate method. Appl. Statist., 23 (3), 340-354.

189-HOFFER R.M. & LEE K.S., 1989.- Forest change classification Using SEASAT and SIR-B satellite SAR data. Actes d'IGARSS89, Canada, July 10-14, vol. 3, pp. 1372-1375.

190-HOUEE P., 1996.- Les politiques de développement rural. Des années de croissance au temps d'incertitude. Paris : Economica, 321 p.

191-HUETZ DE LEMPS A., 1970.- La végétation de la terre. Masson. Paris, 133 p.

192-IHAKA R. ET R. GENTLEMAN, 1996. R.- A language for data analysis and graphics. J. Comput. Graph. Statist. 5, 299-314

193-IKERMOUD M., 2000.- Evaluation des ressources forestières nationales. Alger : DGF. 39 p.

194-JACCARD P., 1982.- Die statistische methods als Grundlage der Pflanzensoziologie. Handb. Biol. Arb. Meth., XI, 5 : 165-202.

- 195-JACQUES G. & CHRISTIAN H., 2003.-** Traitement des données stationnelles (faune), Rebut, 10 p.
- 196-KADIK B., 1984.-** Contribution à l'étude phytoécologique et dynamique des pinèdes de *Pinus halepensis*- Mill. De l'Atlas Saharien. Thèse Doct. Etat, Univ. H. BOUMEDIENE, Alger.
- 197-KADIK B., 1987.-** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis*- Mill) en Algérie : écologie – dendrométrie-morphologie. 288p+annexe.
- 198-KAID SLIMANE L., 2000.-** Etude de la relation sol-végétation dans la région Nord des Monts de Tlemcen (Algérie). Mém. Mag. Ecol. Vég. Univ. Tlemcen. 129 p + annexes.
- 199-KAZI TANI L.M., 1996.-** Esquisse pédologique des zones à vocation forestière (monts des Traras et monts de Tlemcen). Mém, Ing. Inst.For.Univ.Aboubakr Belkaid, Tlemcen, 68 p.
- 200-KILLIAN CH., 1954.-** Plantes fourragères types des hautes plaines Algériennes, leur rôle particulier en période sèche ann. Amél. Plan. Paris 4 , pp : 505 - 527.
- 201-KLEIN J.-C., 1979.-** Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'étude phytosociologique de l'étage alpin des Pyrénées centrales. *Phytocoenologia*, 5(2), 125-188.
- 202-KREBS, C.J. 1994.-** Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Harper Collins: NY.
- 203-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.
- 204-LACOSTE A. & ROUX M., 1972.-** Ibid. II. L'analyse des données écologiques et l'analyse globale. *Oecol. Plant.*, 7(2), 125-146.
- 205-LACOSTE A., 1975.-** La végétation de l'étage subalpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). Application de l'analyse multidimensionnelle aux données floristiques. *Phytocoenologia*, 3 (1), 83-122.
- 206-LACOSTE A., et SALANON R., 1969.-** Eléments de biogéographie et d'écologie, Paris, Fernand Nathan, 189 p.
- 207-LAGARDE J. de, 1983.-** Initiation à l'analyse des données. Dunod, Paris, 158 p.
- 208-LAPIE G. et MAIGE A., 1914.-** Flore forestière de l'Algérie. Ed. ORLMAC. Paris 357 P.
- 209-LE HOUEROU H.N ; CLAUDIN J. et POUGET M., 1977.-** Etude bioclimatique des steppes Algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. *Bull. Soc. Hist. Afr. Nord* pp : 36-40.
- 210-LE HOUEROU H.N., 1971. -** Les bases écologiques de la production pastorale et fourragères en Algérie. F.A.O. Div. Prod. Prot. Plats. 60 p.
- 211-LE HOUEROU H.N., 1995. -** Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertisation, Options méditerranéennes, série B : recherches et études pp 1-396.
- 212-LE HOUEROU H.N., 1974.-** Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbacées méditerranéennes. *Geografili*. Florence XXI.
- 213-LEBRETON J.D., CHEssel D., PRODON R. & YOCCOZ N., 1988.-** L'analyse des relations espèces-milieu par l'analyse

canonique des correspondances. *Acta oecol., Oecol. gen.*, 9 (1), 53-67.

- 214-LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1979.-** Ecologie numérique. II. La structure des données écologiques. Collection d'écologie 13. Masson éd., 335 p.
- 215-LEGENDRE P., & LEGENDRE L., 1998.-** Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling, 20, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 853 p.
- 216-LEJOLY J., 1995.-** Utilisation de la méthode de transects en vue de l'étude de la biodiversité dans la zone de conservation de la forêt de NGOTO (Rép. Centrafricaine) et dans le transect d'ALAT-MAKAY dans la Réserve de faune du DYA (Cameroun), Projet Ecofac, AGRECCO-CTFT, Bruxelles, 209 p.
- 217-LEMEE G., 1953.-** Contribution a l'étude phytosociologique des confins saharo-marocains-vegetatio 4 pp : 137-154.
- 218-LETREUCH -BELAROUCI N., 1998.-** Cours de Sylviculture. OPU, 137p
- 219-LETREUCH -BELAROUCI N., 2001-** De la nécessité d'établir des stratégies de reboisement en Algérie sur la base de la biodiversité. *Revue : Ecosystems. Edi. Labo. Eco-Développement des Espaces. Univ. Djilali Liabbes avec Coll. L'unité de Recherche INRAA Sdi Bel-Abbes. N° 1 Vol 1-2001.* pp: 64-66.
- 220-LOISEL R., et GOMILLA H., 1993 -** Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et préforestiers par un indice de perturbation. *Ann. S.S.N.A.T.V.*, 45, 123-132.
- 221-LUCAS G., 1952.-** Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. 19^e congr. Géol. Inter. Alger, Mon. rég. Ser. 1 : Algérie, n° 21, 139 p, 59 fig.
- 222-LYONS J., TRIMBLE S.W., & PAINE L.K., 2000.-** Grass versus trees: managing riparian areas to benefit streams of central north America. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 36. pp : 919-930.
- 223-MADANI T., HUBERT B., LASSEUR J. et GUERIN G., 2001.-** Association des bovins, des ovins et des caprins dans les élevages de la suberaie algérienne. *Agricultures: Cahier d'études et de recherches francophones*, vol. 10, n°1, p. 9-18.
- 224-MAGURRAN A.E., 1988.-** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- 225-MAGURRAN A.E., 2004.-** Measuring biological diversity. Blackwell Publishing company, United Kingdom. 256 p.
- 226-MAHBOUBI A., 1995.-** Contribution à l'étude des formations xérophytes de la région de Tlemcen. Thèse de Magistère en Ecologie Végétale, I.S.N. Univ. Tlemcen.
- 227-MAIRE R., 1926.-** Principaux groupements de végétaux d'Algérie. Station centrale de recherche en Ecologie forestière CNREF., I.N.R.A. d'Algérie. 7 p.
- 228-MAIRE R., 1941-** Contribution à l'études de la flore de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N. Fax.* 31 : t. 33, P: 202-224.
- 229-MAIRE R., 1952.-** Flore de l'Afrique du nord. Tome XXXIII., Vol I, Edit. Le chevalier, Paris.366p
- 230-MAIRE R., 1987.-** Flore de l'Afrique du Nord, Vol. Paris. Le chevalier.
- 231-MANCINI F., 1961.-** Modificazioni del suolo per effecto dei rimboschimenti- Atti. Congr. Naz. Rimboschimenti e Ricostituzione dei Boschi Degradati. *Acc. It. Sc. For.*, 1 : 107 - 129.
- 232-MANKOURI K., 1991.-** Contribution à l'étude de la production des taillis de chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et

propositions d'améliorations dans la forêt de Mizab (W. Tlemcen). Thèse. Ing. Forest. Univ. Tlemcen. 71 p + ann.

233-MARAÑÓN T., 2001.- Ecología del banco de semillas y dinámica de comunidades mediterráneas, in: Zamora R., Pugnaire F. I (éd.), Ecosistemas Mediterráneos, Análisis Funcional. CSIC, Madrid., pp. 153-181.

234-MARGALEF R., 1958.- Information theory in ecology. Gen. Syst. 3, 36-71.

235-MARGALEF R., 1968.- Perspectives in Ecological Theory. Chicago Series in Biology. University of Chicago Press, 111 p.

236-MEDAIL F. & QUEZEL P., 1994.- La région circum-méditerranéenne, centre mondial majeur de biodiversité végétale. Actes 6èmes Rencontres de l'A.R.P.E.: 152-161, Gap, France.

237-MEDAIL F. & QUEZEL P., 1997.- Hot-Spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. Ann. Missouri Bot. Gard. 84: 112-127.

238-MEDDOUR R., 2010.- Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurenne. Thèse Doct. Scien. Biologiques et Agronomiques. Univ Tizi Ouzou. Alger. 397p + Ann.

239-MEDERBAL M.T., 2005.- Formation en Système d'Information Géographique (SIG) et Télédétection au service du métier de l'eau. INPE, session Décembre 2005 ; cours + pratique, 88 p.

240-MEDERBAL MT., 2003.- Contribution des SIG et de la Télédétection pour la protection de la ville de SIDI BEL ABBES contre les inondations– P.F.E, CNTS Arzew (Algérie).

241-MEZALI M., 2003.- Forum des Nations Unies sur les forêts (3ème session, Genève). Alger : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et Direction Générale des Forêts, 9 p.

242-M'HIRIT O., 1982.- Etude écologique et forestière des Cédraies du Rif marocain. Ann. Rech. Forest. Maroc, 22, 1-502.

243-MICHALET R., 1991.- Nouvelle synthèse bioclimatique des milieux méditerranéens. Application au Maroc septentrional. *Rev. Ecol. Apl.* Grenoble tome I : 60-80.

244-MICHEL C., 2004.- La médiation autour des accès aux espaces naturels, agricoles et forestiers : des conflits à la résolution concertée des problèmes. [en ligne]. In CEMAGREF, ECOFOR.

245-MISSOUMI A, MEDERBAL K, et BENABDELLI K., 2002.- Apport des systèmes d'information géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts. *Rev. Forêt méditerranéenne*, tome XXIII, n°1, juin 2002. pp : 11-22.

246-MORAVEC J., 1973.-The determination of the minimal area of phytocenoses. *Folia Geobot. Phytotax.*, 8, 23-47.

247-NAVEH Z., 1975.- The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio* 29: 199-208.

248-NEGRE R., 1966.- Les thérophytes. *Mem. Soc. Bot. Fr.* : 92 - 108.

249-NGOK L., 2005.- Diversité végétale des inselbergs et des dalles rocheuses du Nord Gabon. Thèse De Doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 420 p.

250-OLIVIER L., MURACCIOLE M., et RUDERON J.P., 1995.- Premier bila sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et observations diagnostics et propositions relatifs aux flores insulaire de Méditerranée par les participant au colloque d'Ajaccio. Corse. France (5 à 8 Octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions. pp: 356-358.

251-OZENDA P., 1954.- Observation sur la végétation d'une région semi-aride. Les Hauts plateaux du Sud algérien. *Pub. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* 224 p.

- 252-OZENDA P., 1963.-** Organisation et reproduction des Angiospermes in : ABBAYES et., al. Pp : 645-722.
- 253-OZENDA P., 1982.-** Les végétaux dans la biosphère. Doin. Ed., Paris, 431 p.
- 254-PALM R., 1993.-** Les méthodes d'analyse factorielle : principes et applications. Notes de Statistique et d'Informatique 93/1, Gembloux, 38 p.
- 255-PARDE J., 1961.-** Dendrométrie. E.N.E.F., Nancy. 328 p.
- 256-PARDE J., 1977.-** Biomasses forestières et utilisation totale des arbres R.F.Fn°5.p333-342.
- 257-PIANKA E.R., 1970.-** On r- and k- selection. Am. Nat., 104 : 592-597.
- 258-PIELOU E.C., 1966.-** Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. J. Theor. Biol., 10: 370-383.
- 259-PONS A., 1984.-** Les changements de la végétation de la région méditerranéenne durant le Pliocène et le Quaternaire en relation avec l'histoire du climat et de l'action de l'homme. Webbia 38 : 427-439.
- 260-POTIER- ALA PETITTE, 1979-1981.-** La flore de la Tunisie. Vol. I et II. 1190 P.
- 261-POUGET M., 1980.-** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. Ed. O.R.S.T.O.M., Paris, 555 p. texte+annexes.
- 262-QUEZEL P, 1964.-** L'endémisme dans la flore de l'Algérie. C. R. Soc. Biogeo. PP. 137-149.
- 263-QUEZEL P. & MEDAIL F., 2003.-** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, 592 p.
- 264-QUEZEL P., 1976 –** Les forêts du pourtour méditerranéen : Ecologie, conservation et aménagement. UNESCO. Note technique du MAB, 2 : 9-33.
- 265-QUEZEL P., 1999.–** Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes, son évolution éventuelle d'ici à trente ans. Forêt Méditerranéenne. XX, 1 pp: 3-8.
- 266-QUEZEL P., 2000.–** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb Méditerranéen. Ibis Press. Edit. Paris, 117 p.
- 267-QUEZEL P., BARBERO M. et BENABID A., 1987.-** Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Haut Atlas oriental (Maroc). Ecol. Médit. XIII (1, 2) : 107-117.
- 268-QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A., et RIVAS-MARTINEZ S., 1992.-** Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc oriental. *Studia Botanica*. 10: 57-90.
- 269-QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A., LOISEL R. et RIVAS-MARTINEZ S., 1992.-** Contribution à la connaissance des matorrals du Maroc oriental. *Phytocoenologia* 21 (1-2) : 117-174.
- 270-QUEZEL P., SANTA S., 1962-1963.–** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Ed. C.N.R.S., 2 Vol, 1170p.
- 271-RAMADE F., 1994.-** Eléments d'Ecologie. Ecologie fondamentale 2. Ediscience international, Paris, 579 p.
- 272-RAMADE F., 2003.-** *Eléments d'écologie, écologie fondamentale*, paris, Dunod, 3° éd. 690p.

- 273-RAMEAU J.-C., 1988.-** Le tapis végétal. Structuration dans l'espace et dans le temps, réponses aux perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologiques. ENGREF, Centre de Nancy, 102 p. + annexes.
- 274-RAUNKIAER C., 1934.-** The life forms of plants and statistical plant. Geography. Clarendon Press, Oxford, 632 p.
- 275-REICHLING L., 1949.-** Introduction à la phytosociologie. Bull. Soc. Nat. Lux., N.S., 43, 219-241.
- 276-RIVAS-MARTINEZ S., 1977.-** Sur la végétation des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale *in*. La végétation des pelouses sèches à thérophytes, *Colloques phytosociologiques.*, 6 : 55-71.
- 277-RIVAS-MARTINEZ S., DIAZ T., PRIETO J.A., LOIDI J. et PANAS A., 1991.-** Festuco hystricis-Ononidetea striatae y Rosmarinetea officinalis, Classes de végétation indépendantes. Itinera Geobot. 5 : 505-516.
- 278-RIVAS-MARTINEZ S., 1974.-** La végétation de la classe des Quercetea ilicis en Espana y Portugal. Anal. Inst. Bot. Cavanilles MADRID, 31, 2 : 205 - 259.
- 279-RIVAS-MARTINEZ S., 1975.-** Phyto-sociological and chorological aspects of the Mediterranean region. Doc. Phytosocio, 137-145.
- 280-RIVAS-MARTINEZ S., 1981.-** Les étages bioclimatiques de la Péninsule Ibérique, Anal. Gard. Bot. Madrid. 37 (2). PP : 251-268.
- 281-RIVAS-MARTINEZ S., 1982.-** Définition et localisation des écosystèmes Méditerranéenne. Coll. De l'OTAN. Ecologia Mediterranea, 7 pp : 275 – 288.
- 282-RIVAS-MARTINEZ S., 1994.-** Bioclimates classification system of the Earth. Folia Botanica Madritensis 12.
- 283-RIVAS-MARTINEZ S., COSTA M., et IZCO J., 1984.-** Syntaxonomia de la clase *Quercetea ilicis* en El Mediterraneo occidental. Not. Fitosoc ; 19 (11) : 71-98.
- 284-ROMANE F., 1972a.-** Un exemple d'utilisation de l'analyse factorielle des correspondances en écologie végétale. In E. van der MAAREL & R.TUXEN (éds.), "Basic problems and methods in phytosociology", Verlag Junk, Den Haag, 151-167.
- 285-ROMANE F., 1972b.-** Utilisation de l'analyse multivariante en phytoécologie. Investigacion Pesquera, 36 (1), 131-139.
- 286-ROMANE F., GUILLERM J.L. & WAKSMANG., 1977.-** Une utilisation possible de l'arbre de portée minimale en phyto-écologie. Vegetatio, 33 (2-3), 99-106.
- 287-ROUX G. & ROUX M., 1967.-** A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. Rev. Stat. Appl., 15, (2), 59-72.
- 288-ROUX G., 1971.-** Le problème des pelouses à *Nardus stricta* : une approche par les méthodes d'analyse numérique. In "Colloque interdisciplinaire sur les milieux naturels supraforestiers des montagnes du bassin occidental de la Méditerranée" Ed. Centre Universitaire de Perpignan, 299-314.
- 289-SAMSON C., BLANC FÉRAUD L., AUBERT G. & ZERUBIA J., 2000.-** A level set model for image classification. International Journal of Computer Vision, 40 (3) : 187-198.
- 290-SAUVAGE Ch., 1951.-** Remarques sur la notion de sociabilité. Ann. Univ. Montpellier, Rec. Trav. Inst. Bot., 4, 82-91.
- 291-SAUVAGE Ch., 1961.-** Recherche botanique sur les suberaies marocaines. Trav. Inst. Sci. Cherifien Bot. 21 : 1-462.
- 292-SAUVAGE Ch., 1963.-** Etages bioclimatiques. Notice et Carte au 1/2.000.000, Atlas du Maroc. Sect. II, Pl. 6b. Comité géographie, Maroc. 44 p.
- 293-SCHMITT A., 1978.-** Apport des méthodes numériques à l'établissement de synthèses phytosociologiques

régionales. Application aux forêts du Jura. Doc. Phytosoc., N.S., 2, 401-408.

294-SCIENTIA SILVICA, 1997.- Plant diversity in Old-Growth and Second-Growth stand in the coastal Rainforests of British Columbia Extension Series, Number 3.

295-SELTZER P., 1946.- Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et Phys. Du Globe. Univ. Alger. 219 p + Carte h.t.

296-SOLTNER D., 1987.- Les bases de la protection végétale. Tome II, 4 ème édition.

297-SOLTNER D., 1988.- Phytotechnie générale. Les bases de la production végétale. Le sol - le climat - la plante. Tome 1, le sol. Collection sciences et techniques agricoles, 16 - éditions, Angers, 466 p. bases de la protection végétale. Tome II, 4 ème édition.

298-STEWART Ph., 1969.- Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : quelques réflexions. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. Alger (59) : 23-26.

299-TER BRAAK C.J.F., 1986.- *Canonical correspondence analysis* : a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology 67:1167-1179.

300-THINTHOIN R., 1948 .- Les aspects physiques de tell Oranais, essai de morphologie de pays semi-aride. Ouvrage publié avec le concours de C.N.R.S., Edit. L. Fouque, 639 p.

301-TIMBAL J., 1973.- La végétation de la forêt de Sainte-Hélène (Vosges). Exemple d'analyse floristico-statistique de phytocénoses forestières. Vegetatio, 27 (4-6), 267-321.

302-TOMASELLI R., 1976.- La dégradation du maquis méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéens-Notes Tech.M.A.B.2, UNESCO, Paris, pp : 35-76.

303-TOMASSONE R., 1976.- Présentation générale des méthodes d'analyse multidimensionnelle. In "Séminaire sur l'étude des statistiques appliquées à l'agriculture", Ann.INA, 6, n° spécial, 61-99.

304-TOMASSONE R., 1988.- Conférences sur l'analyse des données. 4. Analyse factorielle des correspondances. Univ. Agron.d'état de Gembloux, 25-29 avril 1988, 14-19.

305-TRABAUD L., 1971.- Les combustibles végétaux dans le département de l'HERAULT, 68 p., photos, 3 cartes coul. 1/1200 000 . C.E.P.E/C.N.R.S. Montpellier.

306-TUXEN R., ELLENBERG H., 1937.- Der systematische und ökologische Gruppenwert. Mitt. Flor. Soz .Arb.Gem.in Niedersachsen.3. Hannover.

307-VALDES B, REJDALI M, ACHHAL EL KADMIRI A, JURY S.L, et MONTSERRAT J.M., 2002.- Catalogue annoté des plantes vasculaires du Nord du Maroc, incluant des clés d'identification. Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. Madrid, 2 volumes.

308-VALLA M., 1984.- Travaux pratiques de pédologie. Inst. Nat. Ens. Sup. Biol. Tlemcen. Polycopié, 1-45 p.

309-VELA E. & BENHOUBOU S., 2007.- Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). C.R. Biologies, 330, 589-605.

310-VERLAQUE R., MEDAIL F., QUEZEL P & BABINOT J.-F. 1997.- Endémisme végétal et paléogéographie dans le Bassin Méditerranéen. Plant endemism and palaeogeography in the Mediterranean Basin. GEOBIOS, M.S. n ° 21: 159-166.

311-WALTER H, STRAKA H., et LIETH H., 1960.- Kilmadiagram Weltatlas. Jerrafishar. Iena. Ecologia Mediterranea. Tome XVIII, 1992. Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix Marseille III.

312-WERGER M.J.A., 1972.- Species area relationship and plot size : with some examples from South African vegetation. *Bothalia*, 10 (4), 583-594.

313-WWF, 2001.- Nouvelle stratégie de conservation. Italie, 15 p.

314-ZINE EL ABIDINE A., 1987.- Application de l'analyse multidimensionnelle à l'étude taxinomique et phytoécologique du chêne zéen (*Quercus faginea* Lamk.) et de ses peuplements au Maroc. Thèse Doc-Ing., Univ. Aix-Marseille III.

ANNEXE - I -

- Méthode de correction pluviométrique -

1- La Pluviométrie :

Remarque : - La pluviométrie augmente de 20 à 30 mm tous les 100 m d'élévation, pour les zones à ambiance bioclimatique sub-humide (cas de la station de référence El-Meffrouche).

- La pluviométrie augmente de 10 à 15 mm tous les 100 m d'élévation, pour les zones à ambiance bioclimatique semi-aride (cas de la station de référence Beni-Bahdel).

1-1 .les précipitations du point haut :

- Nous avons pris la station de référence, d'El-Meffrouche qui se trouve à 1100 m d'Altitude.

Altitude du point haut de la zone de Ain Ghoraba 1060 m.

Différence d'altitude : $1060 - 1100 = -40$ m.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ m} \longrightarrow 30 \text{ mm} \\ -40 \text{ m} \longrightarrow X \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \longrightarrow 30 \text{ mm} \\ -40 \text{ m} \longrightarrow X \end{array}} \right\} X = \frac{-10 \times 30}{100} = -12 \text{ mm}$$

Pour mesurer les précipitations du point haut, il faut retrancher à la station de référence les précipitations de X.

$$624 \text{ mm} - 12 \text{ mm} = 536,7 \text{ mm}$$

- Calcule du coefficient de correction K :

$$K = \frac{\text{Précipitations annuelles de la zone d'étude du point haut}}{\text{Précipitations annuelles de la station de référence}}$$

$$K = \frac{612}{624} = 0,98$$

Les précipitations du point haut de la zone de Ain Ghoraba sont obtenues en multipliant celles de la station de référence (pour chaque mois) par le coefficient K.

Exemple : Pour le mois de janvier : $P \times K = 107,86 \times 0,98 = 105,7 \text{ mm}$

Les précipitations du point haut de la station de Ain Ghoraba sont interprétées dans le tableau suivant :

Moyennes mensuelles des Précipitations - point haut- (Nouvelle période : 1975_2008)												Année	
Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N		D
P (mm)	105,7	68,5	85,8	63,7	57,7	12,8	2,7	7,4	20,2	55,4	67,9	63,6	611,5

1-2. Les précipitations du point bas :

-Station de référence :Béni-Bahdel 700 m d'altitude.

- Altitude du point bas de la zone de Ain Ghoraba : 830 m d'altitude.

-Différence d'altitude : $830 - 700 = 130 \text{ m}$.

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ m} \longrightarrow 15 \text{ mm} \\
 130 \text{ m} \longrightarrow X
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \\ 130 \text{ m} \end{array}} \right\} X = \frac{130 \times 15}{100} = 19,5 \text{ mm}$$

Les précipitations du point bas :

$$424,78 + 19,5 = 444,28 \text{ mm}$$

- Calcule du coefficient de correction K :

$$K = \frac{\text{Précipitations annuelles de la zone d'étude du point bas}}{\text{Précipitations annuelles de la station de référence}}$$

$$K = \frac{444,28}{424,78} = 1,04 \text{ mm}$$

Exemple : Pour le mois de janvier : $65,01 \times 1,05 = 52,5 \text{ mm}$

Les précipitations du point bas de la station de Ain Ghoraba sont interprétées dans le tableau ci-dessous, ont été obtenues en multipliant la pluviométrie par le coefficient –K-

Moyennes mensuelles des Précipitations -point bas-													Année
(Nouvelle période : 1975_2008)													
Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
P (mm)	67,6	51,3	60,6	44,0	41,9	9,3	2,5	6,7	15,5	38,3	55,9	48,0	422,9

- Les précipitations qui ont utilisées pour situer la zone d'étude dans le climagramme d'Emberger sont obtenues en faisant la moyenne pour chaque mois des précipitations du point haut et du point bas . Pour la région de Ain Ghoraba nous avons donc, une moyenne annuelle de précipitation de 517,24 mm/an (nouvelle période).

2- Les Températures :

Remarque :

- Le maxima diminue de 0,7 °C pour 100 m d'élévation.
- Le minima diminue de 0,4 °C pour 100 m d'élévation.

1-1 .le maxima et minima du point haut :

- Station de référence El-Meffrouche (1100 m d'Altitude).
- Altitude du point haut de la zone de Ain Ghoraba 1060 m.

A- Cas des maxima (M) :

Différence d'altitude : $1060 - 1100 = -40$ m.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ m} \longrightarrow -0,7 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ -40 \text{ m} \longrightarrow X \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \\ -40 \text{ m} \end{array}} \right\} X = \frac{-40 \times -0,7}{100} = 0,16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

La moyenne mensuelle et annuelle des maxima du point haut est égale à celle de la station de référence + X.

$$19,15^{\circ}\text{C} + 0,28 = 19,43^{\circ}\text{C}$$

- Calcule du coefficient de correction K :

$$K = \frac{\text{Température annuelles des maxima du point haut de la zone d'étude}}{\text{Température annuelles des maxima de la station de référence}}$$

$$K = \frac{19,43}{19,15} = 1,014$$

Les maxima du point haut de la zone de Ain Ghoraba sont obtenus en multipliant ceux de la station de référence (pour chaque mois) par – K -.

Exemple : Pour le mois de janvier : $11,01 \text{ °C} \times 1,014 = 11,2 \text{ °C}$.

Les maxima du point haut de la station de Ain Ghoraba sont interprétés dans le tableau suivant :

Moyennes mensuelles des Maxima -point haut-													Année
(Nouvelle période : 1975_2008)													
Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
M (°C)	11,2	13,4	14,1	15,4	18,8	26,1	31,1	30,2	25,3	19,3	15,6	13,0	19,4

B- Cas des minima (m):

-Différence d'altitude : $1060 - 1100 = - 40 \text{ m}$.

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ m} \longrightarrow -0,4 \text{ °C} \\
 -10 \text{ m} \longrightarrow X
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \\ -10 \text{ m} \end{array}} \right\} X = \frac{-40 \times -0,4}{100} = 0,2 \text{ °C}$$

La moyenne mensuelle et annuelle des minima du point haut est égale à celle de la station de référence + X.

$$9,33 \text{ °C} + 0,16 = 9,49 \text{ °C}$$

- Calcule du coefficient de correction K :

$$K = \frac{\text{Température annuelles des minima du point haut de la zone d'étude}}{\text{Température annuelles des minima de la station de référence}}$$

$$K = \frac{9,49}{9,33} = 1,02 \text{ °C}$$

Les minima du point haut de la zone de Ain Ghoraba sont obtenus en multipliant ceux de la station de référence (pour chaque mois) par K.

Exemple : Pour le mois de janvier : $2,28 \times 1,02 = 2,3^{\circ}\text{C}$.

Moyennes mensuelles des minima -point haut-													Année
(Nouvelle période : 1975_2008)													
Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
m (°C)	2,3	3,1	6,0	6,2	11,0	14,3	18,1	18,8	14,3	9,9	6,6	3,5	9,5

1-1 .le maxima et minima du point bas :

-Station de référence :Béni-Bahdel 700 m d'altitude.

- Altitude du point bas de la zone de Ain Ghoraba : 830 m d'altitude.

C- Cas des maxima :

-Différence d'altitude : $830 - 700 = 130$ m.

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ m} \longrightarrow -0,7^{\circ}\text{C} \\
 130 \text{ m} \longrightarrow X
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \\ 130 \text{ m} \end{array}} \right\} X = \frac{130 \times -0,7}{100} = -0,91$$

La moyenne mensuelle et annuelle des maxima du point bas est égale à celle de la station de référence + X.

$$23,39^{\circ}\text{C} - 0,91 = 22,48^{\circ}\text{C}$$

- Calcule du coefficient de correction K :

$$K = \frac{\text{Température annuelles des maxima du point bas de la zone d'étude}}{\text{Température annuelles des maxima de la station de référence}}$$

$$K = \frac{22,48}{23,39} = 0,96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Les maxima du point haut de la zone de Ain Ghoraba sont obtenus en multipliant ceux de la station de référence (pour chaque mois) par – K -.

Exemple : Pour le mois de janvier : $13,93^\circ\text{C} \times 0,96 = 13,4 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Les maxima du point bas de la station de Ain Ghoraba sont interprétés dans le tableau suivant

Moyennes mensuelles des Maxima -point bas-													Année
(Nouvelle période : 1975_2008)													
Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
M (°C)	13,4	15,6	17,0	18,5	22,8	29,9	32,9	33,8	29,3	22,7	18,4	15,1	23,9

D- Cas des minima :

-Différence d'altitude : $830 - 700 = 130 \text{ m}$.

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ m} \longrightarrow -4 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 130 \text{ m} \longrightarrow X
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \\ 130 \text{ m} \end{array}} \right\} X = \frac{130 \times -0,4}{100} = -0,52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La moyenne mensuelle et annuelle des minima du point bas est égale à celle de la station de référence + X.

$$11,29^{\circ}\text{C} - 0,52 = 10,77^{\circ}\text{C}$$

- Calcule du coefficient de correction K :

$$K = \frac{\text{Température annuelles des minima du point haut de la zone d'étude}}{\text{Température annuelles des minima de la station de référence}}$$

$$K = \frac{10,77}{11,29} = 0,95$$

Exemple : Pour le mois de janvier : $3,49 \times 0,95 = 3,3^{\circ}\text{C}$.

Les minima du point bas de la zone de Ain Ghoraba sont interprétés dans le tableau suivant :

		Moyennes mensuelles des minima -point bas-												
		(Nouvelle période : 1975_2008)												
Mois		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
m (°C)		3,3	3,7	6,6	8,7	12,5	15,2	19,9	19,7	15,6	11,3	7,6	4,6	10,03

Les températures maximales et minimales de la station de Ain Ghoraba sont obtenues en faisant la moyenne des températures du point haut et du point bas de chaque mois.

N.B : de la même méthode, nous avons calculé les données climatiques relatives à la station de Ain Ghoraba, pour l'ancienne période 1913-1938 (précipitations moyennes annuelles et températures moyennes annuelles des minima et des maxima).

Annexe

Paramètre dendrométriques de l'échantillon (pour le tarif de cubage)						
N°	C _{1,30} (cm)	H (m)	d _{1,30} (cm)	g _i (m ²)	F (%)	V réel des brins
Pour le tarif de cubage des peuplements de Chêne vert (N =20)						
1	42	7	13,37	0,014	52	0,051
2	40	6,9	12,74	0,0127	56	0,049
3	39	6,7	12,42	0,0121	53	0,043

4	37	6,65	11,78	0,0109	57	0,041
5	44	8,2	14,01	0,0154	45	0,0568
6	53	7,6	16,87	0,0223	46	0,07818
7	55	8,4	17,51	0,02408	40	0,0809
8	36	5,7	11,46	0,0103	57	0,0335
9	31	5,3	9,87	0,00765	60	0,0243
10	41	7,1	13,05	0,01338	50	0,0475
11	34	5,8	10,82	0,0092	74	0,039
12	35	5,1	11,14	0,0097	83	0,041
13	30	5,45	9,55	0,00716	98	0,038
14	37	5,6	11,78	0,01089	71	0,043
15	41	6,1	13,05	0,01338	52	0,0424
16	38	5,2	12,1	0,01149	69	0,0412
17	25	4,1	7,96	0,00497	98	0,0199
18	21	3,6	6,68	0,00351	99	0,0125
19	39	4,3	12,42	0,01211	93	0,0484
20	42	6,9	13,37	0,01404	55	0,05329

Pour le tarif de cubage des peuplements de Thuya (N =34)

17	34	3,8	10,82	0,008852	92,9	0,0338
18	32	3,7	10,98	0,008813	89,8	0,0323
19	31	3,5	9,87	0,007653	88,2	0,0291
20	29	3,3	9,23	0,006603	73,8	0,0228
21	36	3,8	11,46	0,009098	95,9	0,0343
22	40	6,9	12,42	0,009211	97,2	0,0348
23	42	1,7,9	14,01	0,009541	98	0,0349
24	20	4,3	6,68	0,003513	98	0,0125
25	19	1,2,5	6,68	0,002367	95,4	0,00834
26	30	2,4	9,55	0,007163	98	0,02368
27	32	4,3	10,98	0,008813	96,4	0,0331
28	30	4,3	9,55	0,007167	97,7	0,0334
29	28	4,4	8,28	0,006598	95,9	0,0234
30	29	3,8	9,23	0,006603	98,7	0,0231
31	37	5,3	13,05	0,009334	0,74	0,05036
32	24	5,9	9,87	0,007658	0,67	0,01979

33	30	5,1	9,55	0,00716	0,79	0,036
34	32	5,3	10,19	0,008153	0,60	0,043

ANNEXE – IV -

ANALYSES (AFC) ET ANALYSE CANONIQUE (CCA)

-Contributions pour les trois premiers axes -

```
> library(ade4)
```

Attachement du package : 'ade4'

The following object(s) are masked from package:base :

within

```
> afc.data <- read.
```

```
> z<-dudi.coa
```

Warning messages:

1: In any(col.w) :

conversion automatique d'un argument de type 'double' en booléen (logical)

2: In any(row.w) :

conversion automatique d'un argument de type 'double' en booléen (logical)

```
> inertie<-z$eig/sum(z$eig)*100
```

```
> round(z$eig,2)
```

```
[1] 0.65 0.45 0.38 0.38 0.31 0.27 0.26 0.25 0.24 0.24 0.23 0.23 0.22 0.22 0.22
```

```
[16] 0.21 0.21 0.20 0.20 0.20 0.19 0.19 0.19 0.18 0.18 0.17 0.17 0.17 0.16 0.16
```

```
[31] 0.16 0.16 0.16 0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12
[46] 0.12 0.12 0.12 0.12 0.11 0.11 0.11 0.11 0.11 0.10 0.10 0.10 0.10 0.10 0.09
[61] 0.09 0.09 0.09 0.09 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07
[76] 0.07 0.06 0.06 0.06 0.06 0.06 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.04 0.04 0.04
[91] 0.04 0.04 0.04 0.04 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.02 0.02 0.02
[106] 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01
```

```
> round(z$eig/sum(z$eig)*100,2)
```

```
[1] 4.71 3.31 2.78 2.73 2.23 1.94 1.92 1.84 1.78 1.73 1.68 1.67 1.62 1.60 1.58
[16] 1.52 1.50 1.48 1.44 1.44 1.41 1.37 1.35 1.33 1.29 1.27 1.25 1.22 1.20 1.18
[31] 1.17 1.16 1.15 1.13 1.09 1.08 1.05 1.04 1.03 1.01 0.97 0.96 0.95 0.92 0.90
[46] 0.89 0.88 0.85 0.84 0.83 0.82 0.81 0.80 0.78 0.76 0.75 0.73 0.72 0.70 0.68
[61] 0.68 0.66 0.64 0.63 0.61 0.59 0.59 0.58 0.57 0.55 0.54 0.53 0.52 0.50 0.48
[76] 0.48 0.46 0.44 0.43 0.42 0.40 0.39 0.38 0.38 0.36 0.36 0.34 0.32 0.31 0.30
[91] 0.29 0.28 0.27 0.26 0.25 0.25 0.23 0.22 0.21 0.20 0.19 0.18 0.18 0.17 0.16
[106] 0.15 0.14 0.14 0.12 0.12 0.11 0.10 0.09 0.09 0.08 0.07 0.06
```

```
> coa.w$li
```

	Axis1	Axis2	Axis3
Acer monspessulanum	-2.492544505	1.5744603698	2.3037402710
Adonis annua	0.516064347	0.2704654600	0.4977219256
Adonis dentata	1.281763208	1.9361568588	-0.9301908564
Aegilops triuncialis	-0.236820274	-0.1571458113	-0.2862890393
Agropyron repens	-1.280599159	0.1056963549	-0.2425483102
Ajuga camaepitys	0.525754441	0.5672856546	-0.7573756233
Ajuga iva	0.815967988	-0.4623352675	0.3610001651
Allium triquetrum	0.434406573	-0.3467554812	0.0262484907
Alyssum alpestre	0.339114387	0.1206004583	-0.0251296936
Alyssum campestre	0.614049133	0.5236917427	1.4598208208

<i>Alyssum parviflorum</i>	0.700497713 1.1794343051 1.1140809917
<i>Ammoïdes verticillata</i>	-0.472595970 -0.3477285404 -0.5188287398
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	0.006323746 -0.3551564795 -0.1354108965
<i>Anacyclus radiatus</i>	0.815967988 -0.4623352675 0.3610001651
<i>Anagalis arvensis</i>	0.710098837 -0.5539302824 0.1982638327
<i>Anarrhinum fruticosum</i>	1.003506933 0.2990318818 -0.0476263202
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	0.658491048 -0.5385838566 0.3086274683
<i>Anthyllis vulneraria</i>	-0.975156134 -0.1623939458 -0.7196131195
<i>Arabis auriculata</i>	-1.584424554 0.5395328041 0.4553333483
<i>Arabis pubescens</i>	-2.263793075 1.3148212189 1.6709748215
<i>Arbutus unedo</i>	-2.243892176 1.2112998352 1.3566645915
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	0.965289974 1.1253944566 2.0791678185
<i>Arisarum vulgare</i>	0.175978421 -0.2684826274 0.1098281068
<i>Aristolochia longa</i>	-2.492544505 1.5744603698 2.3037402710
<i>Asparagus acutifolius</i>	-0.468085097 -0.0500255419 -0.2151125427
<i>Asparagus albus</i>	0.268103292 -0.3631749907 -0.1334127234
<i>Asparagus stipularis</i>	0.232241878 -0.1673740107 -0.1393052827
<i>Asperula hirsuta</i>	-0.483355216 -0.0613029063 -0.0643765053
<i>Asphodelus microcarpus</i>	0.325796396 -0.1776401824 -0.1812378424
<i>Atractylis cancellata</i>	0.984312709 1.5651515753 -1.2716688129
<i>Atractylis carduus</i>	1.402793002 2.4403449495 4.0011849980
<i>Atractylis humilis</i>	0.394149699 0.0701349513 -0.0623365299
<i>Avena Alba</i>	0.627986827 0.0621662604 0.5858895925
<i>Avena sterilis</i>	1.012979992 0.7540692951 -0.5357659145
<i>Balansaea globerrima</i>	-1.921556595 0.7482876474 0.6231452057
<i>Ballota hirsuta</i>	0.206675114 -0.7137047894 -0.1276031230
<i>Bellis silvestris</i>	-0.151749230 -0.1080175226 -0.0705232096

<i>Biscutella didyma</i>	0.468856836 -0.4587452575 0.0540028413
<i>Borago longifolia</i>	-2.492544505 1.5744603698 2.3037402710
<i>Borago officinalis</i>	-1.092661759 0.2252174243 -0.2684225619
<i>Brachypodium distachyum</i>	0.707547815 -0.0092489804 0.0826676897
<i>Brassica amplexicaulis</i>	0.372856530 -0.5063376519 -0.1967164415
<i>Bromus madritensis</i>	-0.703621042 0.0192631859 -0.0417591760
<i>Bromus rubens</i>	0.437757899 0.4516780266 -0.1521244157
<i>Bupleurum balansae</i>	0.973569606 -0.1292049386 0.3887858516
<i>Bupleurum rigidum</i>	-1.064801806 0.0553259382 -0.4099963238
<i>Calendula arvensis</i>	-0.027138802 -0.1265739071 -0.0531433815
<i>Calycotome spinosa</i>	0.454737584 -0.6185563745 -0.0701521986
<i>Calycotome villosa</i>	0.653635108 -0.5002678350 0.3141052815
<i>Calycotome spinosa</i>	0.089813438 -0.1060162796 -0.0535930999
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-0.662360639 -0.0083570402 0.0476313685
<i>Carduus pycnocephalus</i>	0.915836760 0.7586606735 -0.1152955364
<i>Carex halleriana</i>	-0.728543221 -0.1159906178 -0.4075109062
<i>Carlina involucreta</i>	0.544736713 -0.6161194758 -0.0176637223
<i>Carlina racemosa</i>	0.742930555 -0.5955387788 0.2331603151
<i>Carthamus pectinatus</i>	1.330670792 3.5048279349 -3.3881060893
<i>Catananche caespitosa</i>	-1.040169426 -0.1626190373 -0.6503135862
<i>Catananche coerulea</i>	0.462981637 -0.1418106873 -0.2458273440
<i>Centaurea incana</i>	0.333628486 0.1292019616 -0.1691643154
<i>Centaurea pullata</i>	1.212083083 1.6733057029 3.3466284052
<i>Centaurium spicatum</i>	-2.035041645 1.0551820679 1.0382093721
<i>Cerastium glomeratum</i>	-0.956170206 -0.2338777104 -0.6702318486
<i>Ceratonia siliqua</i>	0.268304190 -0.7828736016 -0.0907190339
<i>Chamaerops humilis</i> sbsp <i>argentea</i>	0.252089922 -0.3732934863 -0.1205103613
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	1.944010128 6.3354358352 -5.6421041545

<i>Chrysanthemum paludosum</i>	0.710507278 -1.0762900785 0.3863344715
<i>Cirsium echinatum</i>	-1.118419559 -0.0777416510 -0.6079165689
<i>Cistus albidus</i>	0.516064347 0.2704654600 0.4977219256
<i>Cistus clusii</i>	0.876640007 -0.6795608920 0.5092567481
<i>Cistus creticus</i>	1.012311359 1.3653471535 1.8069685151
<i>Cistus salvifolius</i>	-0.432359679 -0.1742452896 -0.0866058000
<i>Cistus sericeus</i>	1.379309840 2.0026405603 1.9382212126
<i>Cistus villosus</i>	-0.461862486 -0.3780170830 -0.3865346218
<i>Clematis flammula</i>	-1.725830386 0.7952905058 1.0105179224
<i>Convolvulus althaeoides</i>	0.363863330 -0.6929691072 -0.0790852150
<i>Coronilla minima</i>	-0.010151885 0.1536916861 -0.6928046493
<i>Cotyledon umbilicus-veneris</i>	-2.263793075 1.3148212189 1.6709748215
<i>Crataegus oxyacantha</i>	-0.762538436 -0.1995347956 -0.6826640407
<i>Crucianella angustifolia</i>	0.423242227 -0.6244790706 -0.0615720702
<i>Cynanchum acutum</i>	-1.071087094 0.2868263802 0.4096082041
<i>Cynoglossum cherrifolium</i>	0.670450212 -0.5380658262 0.2752198546
<i>Cynoglossum clandestinum</i>	-0.844824332 0.0450214149 -0.2078956882
<i>Cynoglossum dioscoridis</i>	-0.207630476 -0.4382989201 -0.3153047645
<i>Cynosurus echinatus</i>	-1.018409446 0.1084983063 0.0810801571
<i>Cynosurus elegans</i>	0.900084905 0.7288202547 0.5918891621
<i>Cytisus triflorus</i>	-1.776127690 0.5492405178 0.3740207625
<i>Dactylis glomerata</i>	-0.097286226 -0.2281832803 -0.1124056106
<i>Daphne gnidium</i>	-0.274315512 -0.1870068416 -0.4446472816
<i>Daucus carota</i> sbsp <i>Carota</i>	-1.982218649 0.9136087186 1.1661521327
<i>Daucus muricatus</i>	-0.713059303 -0.2069596412 -0.3027180679
<i>Delphinium peregrinum</i>	0.547665482 -0.8113804909 0.2250550290
<i>Dianthus caryophyllus</i>	-0.124496055 -0.3985518119 -0.2550784980

<i>Diploaxis harra</i>	0.595822526 -0.5446251026 -0.0803849267
<i>Echinaria capitata</i>	0.134827913 -0.2780608374 -0.0145576326
<i>Echinops spinosus</i>	1.195083023 1.3613568675 1.3976063962
<i>Echium italicum</i>	0.655177050 -0.4499157388 0.4050179092
<i>Erodium hirtum</i>	0.690029911 -0.0558555475 0.8808209129
<i>Erodium hymenodes</i>	0.721996377 -0.5757050980 0.0008610294
<i>Erodium moschatum</i>	0.342145265 -0.3217338807 -0.1175835064
<i>Eryngium campestre</i>	1.529578864 3.1757973124 -1.7736235672
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	0.495901502 -0.5158755273 -0.0311584426
<i>Erysimum bocconeii</i>	-1.092661759 0.2252174243 -0.2684225619
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	-1.517098171 0.3720340894 -0.0159314624
<i>Euphorbia falcata</i>	0.653681583 -0.7037120883 0.1508081660
<i>Evax crocidion</i>	-0.973883244 -0.1887954102 -1.0220167939
<i>Evax pygmaea</i>	1.181282002 0.7547826130 -0.0697264125
<i>Fagonia cretica</i>	1.030231392 -0.3728220406 0.3392720142
<i>Fedia cornicopiae</i>	0.634559232 -0.2564665759 0.3639271529
<i>Ferula communis</i>	-0.114176117 -0.2326385292 -0.0392655745
<i>Festuca caerulea</i>	-0.877155919 -0.0823082599 -0.4858646355
<i>Festuca triflora</i>	-2.185624557 1.1385187036 1.4157217435
<i>Filago exiguua</i>	1.588671832 3.3761863467 6.0178819195
<i>Fumana ericoides</i> var <i>scoparia</i>	1.944010128 6.3354358352 -5.6421041545
<i>Fumana fontanesii</i>	0.726646289 1.2954325875 -0.1509223920
<i>Fumana laevipes</i>	1.017879273 0.1320310207 0.4356481491
<i>Fumana thymifolia</i>	0.861470457 0.4936005026 0.3831758674
<i>Galium aparine</i>	-0.624115488 -0.3409683809 -0.4417923285
<i>Galium fruticosum</i>	1.560268124 3.1036711929 2.4490298356
<i>Galium mollugo</i>	0.936586779 1.3796178652 0.0560177377
<i>Galium parisiense</i>	-0.909470457 -0.1137611092 -0.3920010507

<i>Genista cinerea</i>	1.422047516 3.5321280449 -2.5251074962
<i>Genista erioclada</i>	-0.196111188 0.8928371850 -0.0533890409
<i>Genista spartioides</i>	1.588671832 3.3761863467 6.0178819195
<i>Genista tricuspidata</i>	-0.497383199 -0.2195287230 -0.5513662797
<i>Geranium atlanticum</i>	-1.017623757 -0.2406730906 -0.8150900393
<i>Geranium robertianum</i>	-2.479277239 1.5054461141 2.0942001176
<i>Gladiolus byzantinus</i>	0.726646289 1.2954325875 -0.1509223920
<i>Globularia alypum</i>	0.803496392 -0.0355250504 0.1795569600
<i>Hedera helix</i>	-1.017623757 -0.2406730906 -0.8150900393
<i>Helianthemum cinereum</i> .	-0.146522252 -0.2686979254 -0.0841469784
<i>Helianthemum helianthemoides</i>	1.004742971 0.9648570657 0.7809189774
<i>Helianthemum hirtum</i> sbsp <i>ruficomum</i>	1.724871730 4.4340433203 -1.4879848852
<i>Helianthemum lavandulaefolium</i>	0.231433990 -0.4181007185 -0.2728642653
<i>Helianthemum ledifolium</i>	0.705210068 -0.5826631613 0.3057560975
<i>Helianthemum virgatum</i>	1.171175499 1.8806684375 -1.6777387594
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	0.627039333 -0.2119726251 0.3312183256
<i>Hordeum murinum</i>	-0.077030480 -0.3713691667 -0.1901761400
<i>Hornungia petraea</i>	-2.244902376 1.1553607869 1.3692575147
<i>Jasminum fruticans</i>	-0.768480810 -0.1103282269 -0.4721613622
<i>Juniperus oxycedrus</i> sbsp <i>rufescens</i>	-0.702094909 -0.1442182007 -0.3599015928
<i>Kentranthus calcitrapa</i>	-1.656252981 0.6542050337 0.6683681275
<i>Knautia arvensis</i>	-0.643462945 -0.2576454925 -0.6086134182
<i>Lagurus ovatus</i>	0.672868753 0.0688218993 0.1017112621
<i>Lamarckia aurea</i>	0.954254000 -0.6292676523 0.4000185688
<i>Lamium amplexicaule</i>	-1.188974532 -0.0679738024 -0.6817408085
<i>Lathyrus latifolius</i>	0.789060911 -0.3952641696 0.0308143138
<i>Lavandula dentata</i>	0.210059673 -0.4801660428 0.0870683607

Lavandula stoechas	-2.452742707 1.3674176025 1.6751198110
Lavatera trimestris	0.941678193 0.1288872333 0.4327775729
Leontodon hispidulus	0.876464573 1.0420566397 -0.8060475984
Lepidium hirtum	-2.326776286 1.3323533467 1.6723564847
Leuzea conifera	0.366389335 -0.2209235464 -0.2298221671
Linaria heterophylla	0.323995738 -0.5943765260 -0.1279222656
Linaria reflexa	0.787398439 -0.2274790974 0.7127694746
Linum strictum	0.614503897 -0.3983758975 0.1395116492
Linum suffruticosum	0.427211253 0.0390232906 -0.4718299486
Linum tenue sbsp tenue	0.631485191 -0.1642945714 0.4592276325
Lolium rigidum	-0.064815142 -0.3961988094 -0.4866115992
Lonicera implexa	-1.544906744 0.3752769011 0.0288736467
Lotophyllus argenteus	0.659984984 1.6636851539 -1.9347159158
Lotus edulis	0.674121459 -0.6445454018 0.1483946872
Malva aegyptiaca	1.588410255 4.2607251234 -3.6143668465
Malva sylvestris	0.884005137 -0.2974538057 -0.1068211933
Marrubium vulgare	0.361810452 -0.2893775803 -0.0204760803
Medicago minima	1.066639360 1.0707056062 0.5323815518
Medicago rugosa	0.737686909 -0.3258232614 0.1291566832
Melica minuta	1.536076361 3.9264991098 -3.3408222599
Melilotus sicula	-0.626528606 -0.1002858037 -0.6242886644
Melilotus sulcata	0.955229184 -0.9351710105 0.8006049846
Micropus bombycinus	0.279726283 -0.5984635370 -0.0521122306
Muscari comosum	1.030231392 -0.3728220406 0.3392720142
Muscari neglectum	0.692464150 -0.4355827993 0.3578060405
Myosotis versicolor	-2.053076072 0.9269913182 0.9479436826
Nepeta multibracteata	-1.352941003 0.0720896390 -0.3990766714
Nerium oleander	-2.452742707 1.3674176025 1.6751198110

<i>Nigella hispanica</i> sbsp <i>atlantica</i>	0.888154769	1.1049605144	0.6819610485
<i>Olea europea</i> var. <i>Oleaster</i>	0.660020691	-0.3693389760	0.1652979880
<i>Ononis pusilla</i>	0.755187987	-0.9098562747	0.3985260442
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	0.218818123	-0.4163874666	0.0936826895
<i>Oryzopsis miliacea</i>	0.929496556	-0.1109907339	0.6694849827
<i>Osyris alba</i>	-0.921535370	-0.0514920354	-0.7242895964
<i>Osyris quadripartita</i>	0.511994658	-0.4467169066	-0.0851411179
<i>Pallenis spinosa</i>	0.065024879	0.2410862489	-0.2870518029
<i>Papaver rhoeas</i>	0.702472746	-0.3960941740	-0.0663684738
<i>Paronychia argentea</i>	0.566709792	0.3532188491	-0.4017130936
<i>Phagnalon rupestre</i>	0.443107270	-0.7212681512	0.0895518961
<i>Phagnalon saxatile</i>	0.791501490	-0.5324078063	0.3358828031
<i>Phillyrea angustifolia</i>	-0.415762062	-0.1038535721	0.1805488718
<i>Phlomis boveï</i>	-0.858072514	-0.0726969717	-0.5789349303
<i>Pistacia lentiscus</i>	0.536497653	-0.2953902611	0.1477991506
<i>Pistacia terebinthus</i>	-0.884181195	-0.0660306835	-0.7654198500
<i>Plantago albicans</i>	1.024001125	2.0895239847	-2.2611070567
<i>Plantago lagopus</i>	0.625271806	-0.5303408250	0.2174835927
<i>Plantago ovata</i>	1.612004920	3.4338875003	1.3315301707
<i>Plantago serraria</i>	1.746146954	4.0395125901	4.4657267571
<i>Prasium majus</i>	-1.552912749	0.2866499192	-0.2086312942
<i>Pulicaria vulgaris</i> sbsp <i>pomela</i>	-0.956239959	-0.2611796569	-0.9732848275
<i>Quercus coccifera</i>	0.763546767	-0.1740508972	0.3077596102
<i>Quercus faginea</i> sbsp. <i>Tlemcenensis</i>	-2.415815011	1.4411226789	1.9433442968
<i>Quercus ilex rotundifolia</i> <i>Quercus rotundifolia</i>	-0.993210749	0.0612507334	-0.2324395281
<i>Ranunculus bulbosus</i>	-2.364957584	1.2587858226	1.5116274404
<i>Ranunculus spicatus</i>	-0.841519380	0.1883645059	0.2576498051

<i>Reseda alba</i>	0.597246037 -0.6266885239 0.1071030397
<i>Reseda luteola</i>	0.259413361 -0.4149403147 -0.0457777975
<i>Rhamnus alaternus</i>	-1.381624950 0.1130422468 -0.4747960902
<i>Rhamnus lycioides</i> sbsp <i>oleoides</i>	-0.108938734 -0.4505036983 -0.1856918778
<i>Rhaphanus raphanistrum</i>	-0.348323887 -0.1901482591 -0.0597674057
<i>Rosa canina</i>	-2.423952712 1.4264641949 1.9541966646
<i>Rosa sempervirens</i>	-1.214487665 0.0497879601 -0.3689580847
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.379552731 -0.4268629656 0.1727889290
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	0.988756887 0.7046648137 0.6128299021
<i>Rubia peregrina</i>	-1.260113035 0.1540468188 -0.0914737106
<i>Ruscus aculeatus</i>	-1.961672165 0.8172645408 0.8278273056
<i>Ruscus hypophyllum</i>	0.773383335 0.1571506818 0.2801250965
<i>Ruta chalepensis</i>	1.066618659 1.6470250963 3.5520744272
<i>Ruta montana</i>	-0.830543351 -0.2491592916 -0.7118517288
<i>Salvia officinalis</i>	-0.988825635 -0.1386730358 -0.5919772186
<i>Salvia verbeneca</i>	0.539123881 -0.4493983366 0.1198926037
<i>Satureja briquetii</i>	1.588410255 4.2607251234 -3.6143668465
<i>Satureja calamintha</i>	0.268304190 -0.7828736016 -0.0907190339
<i>Satureja graeca</i>	-0.050312355 -0.2660098994 -0.1952032340
<i>Satureja rotundifolia</i>	0.631638870 0.4906830598 0.2455277725
<i>Satureja vulgaris</i> sbsp <i>villosa</i>	-2.035041645 1.0551820679 1.0382093721
<i>Saxifraga tridactylites</i>	-1.092661759 0.2252174243 -0.2684225619
<i>Scabiosa stellata</i>	0.757984186 -0.0808887863 0.0001862444
<i>Schismus barbatus</i>	0.493812901 -0.5565536664 0.0280971848
<i>Scilla lingulata</i>	0.717880397 1.0053693477 -1.3455869311
<i>Scilla peruviana</i>	0.570444103 -0.1360958474 -0.3240471500
<i>Scolymus hispanicus</i>	0.741832825 -0.2718029636 0.2124026924
<i>Scorpiurus muricatus</i>	0.157585768 -0.4401628929 -0.0328051051

<i>Scrofularia laevigata</i>	-1.911597267	0.8780524298	0.8637799828
<i>Sedum acre</i>	0.615221212	-0.6957389099	0.2631658192
<i>Sedum sediforme</i>	0.512613148	0.1344457893	0.0401186970
<i>Senecio vulgaris</i>	0.113136993	-0.3753175642	-0.2057925855
<i>Sideritis montana</i>	-0.191077240	-0.4255363271	0.0589559548
<i>Silene glaberrima</i>	-0.660931932	-0.2436209720	-0.7596863082
<i>Silene italica</i> sbsp <i>patula</i>	-1.900575118	0.7538985509	0.5261000496
<i>Sinapis arvensis</i>	-0.180567115	-0.3791036617	-0.2295154240
<i>Stachelina dubia</i>	1.320387765	2.1649361671	-0.2505112534
<i>Stellaria media</i>	-2.092313592	0.9448307816	0.7971158056
<i>Stipa barbata</i>	1.439308146	2.4656815144	1.5249360631
<i>Stipa retorta</i>	0.804455383	-0.8194415494	0.4757065753
<i>Stipa tenacissima</i>	0.854626042	0.6963404771	-0.1827775305
<i>Tetraclinis articulata</i> articulataa <i>articulata</i>	0.677973198	-0.6108726704	0.2584257915
<i>Teucrium fruticans</i>	-0.489386312	0.0603345595	-0.1374168653
<i>Teucrium polium</i>	0.739497811	-0.2490529584	0.3964002981
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i> var. <i>baeticum</i>	0.472803815	-0.6459325969	0.0232085185
<i>Thapsia garganica</i>	0.522836821	-0.5249680393	0.0493962329
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	-0.519749038	-0.1289703774	-0.2037442474
<i>Thymus algeriensis</i>	-1.295436359	-0.0609584756	-0.6578545009
<i>Thymus ciliatus</i> sbsp <i>coloratus</i>	0.115124625	-0.5438387662	-0.1398029668
<i>Thymus ciliatus</i> sbsp <i>mymbyanus</i>	1.127923589	1.2054872303	0.6668153501
<i>Thymus hirtus</i>	1.620847412	4.5899465267	-4.1443660611
<i>Thymus lanceolatus</i>	-1.049433676	-0.1682699542	-0.8260734054
<i>Thymus vulgaris</i>	0.852034357	-0.5182337886	0.4939791906
<i>Torilis nodosa</i>	0.789060911	-0.3952641696	0.0308143138
<i>Tragopogon porrifolius</i>	-1.280599159	0.1056963549	-0.2425483102

Trifolium angustifolium	0.186482723 -0.6353365302 -0.1054849401
Trifolium stellatum	0.585782493 -0.2920425011 0.1867747992
Trifolium tomentosum	-1.437820181 0.1401519755 -0.2765287617
Ulex boivini	0.522204782 0.2844877988 0.3355803447
Urginea maritima	0.277598543 -0.1328927486 0.1672100089
Valerianella carinata	-2.035041645 1.0551820679 1.0382093721
Valerianella coronata	0.803967792 -0.6664898703 0.2754133674
Valerianella leptocarpa	-0.294676296 -0.4191701322 -0.3571424515
Valerianella morisoni	-2.492544505 1.5744603698 2.3037402710
Vella annua	0.187479458 -0.6940177315 -0.2098632707
Verbascum sinuatum	1.238413301 2.2405734306 3.3499214840
Viburnum tinus	-2.294026722 1.2615563228 1.5511168967
Vicia onobrychoides	-0.829930074 -0.1738409538 -0.6651153285
Vicia perigrina	0.429099967 -0.2542359848 -0.0115196926
Vicia sicula	0.955229184 -0.9351710105 0.8006049846
Xeranthemum inapertum	0.634262912 0.0006247042 -0.1247472994
Ziziphus lotus	0.631485191 -0.1642945714 0.4592276325

>

> coa.w\$co

	Comp1	Comp2	Comp3
R1	-0.719927407	-0.153110735	-0.3249693150
R2	-1.024703844	0.000191673	-0.4382626195
R3	-0.783628241	-0.127295699	-0.6321673965
R4	-0.713748085	-0.121921272	-0.4517357868
R5	-0.864598283	0.000728293	-0.4083541740
R6	-0.504131796	-0.067617912	-0.3861530867
R7	-0.629002788	-0.144544725	-0.3536454444
R8	-1.030425024	0.071265988	-0.1500279983

R9 -0.919407022 -0.050811807 -0.4199093549
R10 -0.665060389 -0.042589415 -0.2148779418
R11 -1.117739051 0.037276890 -0.2952586743
R12 -1.220722277 0.250844761 -0.0098543891
R13 -0.769431696 -0.176100929 -0.6020242907
R14 -1.184348090 0.170421980 0.0176682282
R15 -1.129515518 0.018573544 -0.3597613687
R16 -1.637481817 0.711458712 0.6421832984
R17 -2.005608246 1.061583191 1.4249760845
R18 -1.607081283 0.496425654 0.2689294626
R19 -1.973582012 0.921984173 1.0361435703
R20 -1.729648748 0.562649542 0.3439269623
R21 -0.716266366 -0.100527549 -0.3695864075
R22 -0.008168642 0.103626940 -0.4285335760
R23 -0.978881995 -0.001819312 -0.5098640261
R24 -0.604034507 0.123286964 -0.0754117291
R25 -0.492011256 -0.138175655 -0.0672739891
R26 -0.667797344 -0.117212626 -0.4114063762
R27 -0.754522870 -0.168480644 -0.3845921938
R28 -0.236507817 -0.293078728 -0.2756782563
R29 -0.138841529 -0.190133195 -0.2473329228
R30 -0.601418194 -0.200566016 -0.3918355787
R31 -1.042363673 -0.041101379 -0.4069151990
R32 -0.575231356 -0.118483149 -0.2658838085
R33 -0.691851799 -0.164276707 -0.3100771417
R34 -0.517757892 -0.173718011 -0.3764571799
R35 -0.516285634 -0.098760463 -0.3078449918
R36 -0.294196680 -0.152422969 -0.3377820187

R37 -0.274856903 -0.149177490 -0.3576251217
R38 -0.818823734 -0.162274334 -0.5041730734
R39 -0.771746098 0.010869376 -0.1748665209
R40 -0.879202529 0.151853318 -0.1660324890
R41 0.608754446 -0.095129822 0.0938143937
R42 0.046254658 -0.386448288 -0.1003874838
R43 0.301840035 -0.083333779 -0.1180843953
R44 0.326873275 -0.513650468 0.0157472275
R45 0.215889062 -0.527854160 -0.0561141616
R46 0.556311768 -0.369415551 0.1907013073
R47 0.634912262 -0.266507691 0.0190601609
R48 0.045658388 -0.269059743 -0.1820911363
R49 0.464659257 -0.339179554 0.2367512571
R50 0.344816924 -0.369356452 0.1503613063
R51 0.488313792 -0.445523635 0.1268944360
R52 0.501752972 -0.492683189 0.1986674369
R53 0.699001506 -0.771546843 0.3174519540
R54 0.597793798 -0.401543265 0.1442210639
R55 0.571704639 -0.725690832 0.2389667748
R56 0.697240296 -0.749749436 0.3469265090
R57 0.514637902 -0.625942883 0.2255144119
R58 0.091820245 -0.258914582 -0.0630916975
R59 0.705382160 -0.458195350 0.3150002177
R60 0.504734347 -0.417392228 0.2926082710
R61 0.217633418 -0.400975966 -0.1317430222
R62 0.665596661 -0.220602465 -0.1083670745
R63 0.134626205 -0.553846684 0.0604841634
R64 0.418072728 -0.383566669 -0.0019904048

R65 -0.160448839 0.013976388 -0.3740001189
R66 0.588937328 -0.498384991 -0.0169295950
R67 -0.428622017 -0.320762018 -0.4197923715
R68 0.038226829 -0.310084606 -0.2348766413
R69 0.263321085 -0.385581717 -0.1422062124
R70 0.387972301 -0.697314902 0.0125017168
R71 -0.050792205 -0.365402592 -0.3509006233
R72 0.466639176 -0.079682424 0.0533309461
R73 0.555043021 -0.480065406 0.0909440651
R74 0.645522100 -0.423144211 0.2040918384
R75 0.278754700 -0.514315442 -0.0512082879
R76 0.501480573 -0.458716268 -0.0005965586
R77 0.431250885 -0.396363274 -0.0592792264
R78 -0.039576894 -0.339445184 -0.1685218203
R79 0.259901143 -0.350268541 -0.1440003533
R80 0.341913837 -0.382924958 -0.0487406285
R81 0.783375874 -0.087116700 0.2404830733
R82 0.676570393 -0.437923258 0.2300608420
R83 0.607656654 -0.613472492 0.2465078591
R84 0.510593583 -0.172923124 0.2251067518
R85 0.572429533 0.139211935 0.0528935110
R86 0.415247514 0.182361901 0.3078653656
R87 0.438180754 -0.055380473 0.6719092526
R88 0.721577798 -0.123412409 -0.0273773232
R89 0.557186364 -0.293692612 0.2213205443
R90 0.714647432 0.745021933 0.4218262783
R91 0.724246931 0.491408578 0.3661124092
R92 0.656562850 -0.311730519 0.2232962666

R93 0.672165291 0.072706415 0.2936486476
R94 0.446710473 0.006759240 0.2545389314
R95 0.819029333 0.089022191 0.2694696974
R96 0.508120078 -0.110775958 0.2840547617
R97 0.805993579 -0.161801004 0.5895285958
R98 0.672274587 -0.019940966 0.4177524175
R99 0.668734581 -0.139658013 0.2526274925
R100 0.767833709 -0.424285028 0.2474310586
R101 1.070273109 2.139859435 -1.9648993515
R102 1.177550200 1.643269312 0.2418278072
R103 1.564233952 4.271680835 -3.4899174998
R104 1.278103039 2.872802808 -2.2356627532
R105 1.062440644 1.459712729 -0.1549534683
R106 1.031361668 1.305457803 -0.5753685609
R107 1.531735993 3.170898899 1.8021865987
R108 1.278313515 2.276400691 3.7223544350
R109 0.979181352 1.014414660 1.2275029805
R110 0.950510180 0.508913752 -0.0431291980
R111 0.268451793 0.087114692 -0.1046364067
R112 0.711308459 -0.200558849 -0.0660741351
R113 0.577637367 0.677872381 -0.8323113593
R114 0.961615073 0.917897709 0.8644879439
R115 0.571867763 -0.283192699 0.0735236077
R116 0.843264060 0.101098557 0.2417395634
R117 0.828968378 -0.251376039 0.2098563421
R118 0.768618383 -0.630541006 0.4952133583
R119 0.783743502 -0.309418091 0.2487185990
R120 0.525980247 -0.474479344 0.0932822300

```
> library(vegan)
```

Inertia is mean squared contingency coefficient

Some constraints were aliased because they were collinear (redundant)

Eigenvalues for constrained axes:

```
CCA1 CCA2 CCA3 CCA4 CCA5
```

```
0.5793 0.2845 0.1913 0.1402 0.1104
```

Eigenvalues for unconstrained axes:

```
CA1 CA2 CA3 CA4 CA5 CA6 CA7 CA8
```

```
0.4059 0.3489 0.3436 0.3157 0.2557 0.2498 0.2417 0.2355
```

(Showed only 8 of all 114 unconstrained eigenvalues)

Scaling 1 for species and site scores

* Sites are scaled proportional to eigenvalues

* Species are unscaled: weighted dispersion equal on all dimensions

Biplot scores for constraining variables

```
> iv1$cor
```

```
CCA1 CCA2 CCA3
```

```
(Intercept) 0.0000000 0.0000000 0.0000000
```

```
pH 0.9350494 0.1317628 -0.1035760
```

```
Argiles 0.6394345 0.3060561 0.7013896
```

```
Limons 0.3565745 0.4976989 -0.3288927
```

```
Sables -0.6262172 -0.5520206 -0.1314274
```

```
M.O.... -0.6723075 0.6128234 -0.3583307
```

```
CaCo3.... 0.8195225 -0.4684387 -0.2807374
```

```
Humid.... -0.5111676 0.3731152 0.5561574
```

```
>
```

ANNEXE –V-

Indice de diversité de Gini-Simpson par relevé floristique

(Valeurs obtenues à partir du logiciel R, package ADE4)

> gs diversity	R36 0.9369798	R72 0.9411765	R108 0.9320988
R1 0.8925620	R37 0.9109275	R73 0.9481373	R109 0.9112426
R2 0.8333333	R38 0.8468809	R74 0.8996540	R110 0.9218750
R3 0.8150000	R39 0.9160998	R75 0.9421488	R111 0.9444444
R4 0.8254848	R40 0.9044444	R76 0.8993056	R112 0.9285714
R5 0.7654321	R41 0.9320988	R77 0.9600000	R113 0.9418283
R6 0.8888889	R42 0.9355281	R78 0.9236111	R114 0.9218750
R7 0.8020833	R43 0.9465590	R79 0.9450000	R115 0.9251701
R8 0.8834019	R44 0.9023669	R80 0.9408000	R116 0.9204152
R9 0.8163265	R45 0.8922495	R81 0.9152000	R117 0.9376000
R10 0.8000000	R46 0.9132231	R82 0.8996540	R118 0.9141274
R11 0.8632813	R47 0.9248000	R83 0.8884298	R119 0.9112426
R12 0.8822830	R48 0.9472000	R84 0.9440000	R120 0.9342561
R13 0.9081633	R49 0.9155556	R85 0.9472000	
R14 0.8388430	R50 0.8750000	R86 0.9387755	
R15 0.8520408	R51 0.8711111	R87 0.9183673	
R16 0.8395062	R52 0.8771267	R88 0.8906250	
R17 0.9496173	R53 0.8100000	R89 0.9112426	
R18 0.6666667	R54 0.9149338	R90 0.9387755	
R19 0.8636837	R55 0.8642659	R91 0.8875740	
R20 0.8431002	R56 0.7716049	R92 0.9297521	
R21 0.7455621	R57 0.8253968	R93 0.9218750	
R22 0.9355281	R58 0.9440000	R94 0.9285714	
R23 0.7187500	R59 0.9342404	R95 0.9112426	
R24 0.6844444	R60 0.9150000	R96 0.9320988	
R25 0.7455621	R61 0.9437586	R97 0.8977778	
R26 0.8304498	R62 0.9492188	R98 0.9320988	
R27 0.7455621	R63 0.9197531	R99 0.9166667	
R28 0.9062500	R64 0.9273356	R100 0.9244444	

R29 0.9132231	R65 0.9200000	R101 0.9183673
R30 0.8203125	R66 0.9567474	R102 0.9224953
R31 0.7716049	R67 0.9024000	R103 0.9285714
R32 0.8203125	R68 0.9344000	R104 0.9112426
R33 0.8518519	R69 0.9342561	R105 0.9166667
R34 0.8711111	R70 0.9160998	R106 0.9230769
R35 0.8842975	R71 0.9259259	R107 0.9027778

ANNEXE –V- –suite-

Diversité taxonomique par relevé floristique (indice de CLARKE et WARWICK 2001)

(Valeurs obtenues à partir du logiciel R, package ADE4)

> div.taxo	R35 2.545455	R71 2.722222	R107 2.569444
	R36 2.780024	R72 2.740484	R108 2.728395
R1 2.655647	R37 2.714417	R73 2.806428	R109 2.627219
R2 2.465278	R38 2.517958	R74 2.657439	R110 2.656250
R3 2.435000	R39 2.713152	R75 2.756198	R111 2.783951
R4 2.459834	R40 2.673333	R76 2.638889	R112 2.693878
R5 2.265432	R41 2.728395	R77 2.835556	R113 2.747922
R6 2.552083	R42 2.737997	R78 2.736111	R114 2.750000
R7 2.388889	R43 2.788158	R79 2.780000	R115 2.702948
R8 2.598080	R44 2.701183	R80 2.777600	R116 2.636678
R9 2.435374	R45 2.627599	R81 2.691200	R117 2.716800
R10 2.355000	R46 2.719008	R82 2.643599	R118 2.725762
R11 2.578125	R47 2.720000	R83 2.615702	R119 2.686391
R12 2.630202	R48 2.745600	R84 2.742400	R120 2.754325
R13 2.704082	R49 2.728889	R85 2.700800	
R14 2.471074	R50 2.484375	R86 2.707483	
R15 2.545918	R51 2.577778	R87 2.714286	
R16 2.471879	R52 2.601134	R88 2.593750	
R17 2.780612	R53 2.410000	R89 2.686391	
R18 2.000000	R54 2.688091	R90 2.784580	
R19 2.514048	R55 2.565097	R91 2.662722	
R20 2.476371	R56 2.302469	R92 2.723140	
R21 2.236686	R57 2.444444	R93 2.734375	
R22 2.737997	R58 2.787200	R94 2.724490	
R23 2.140625	R59 2.721088	R95 2.650888	

R24	2.044444	R60	2.720000	R96	2.728395
R25	2.236686	R61	2.798354	R97	2.577778
R26	2.477509	R62	2.792969	R98	2.691358
R27	2.224852	R63	2.746914	R99	2.680556
R28	2.711806	R64	2.761246	R100	2.737778
R29	2.706612	R65	2.680000	R101	2.673469
R30	2.445312	R66	2.788927	R102	2.665406
R31	2.302469	R67	2.681600	R103	2.744898
R32	2.375000	R68	2.768000	R104	2.650888
R33	2.530864	R69	2.788927	R105	2.666667
R34	2.595556	R70	2.730159	R106	2.710059

